

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR Rui Tadashi  
Yoshino E APROVADA PELA  
COMISSÃO JULGADORA EM 22, 07, 2003

Arnaldo César da Silva Walter  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

# **Barreiras ao Uso Racional de Energia em Micro, Pequenas e Médias Empresas**

**Autor: Rui Tadashi Yoshino**

**Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter**

200336606

07/2003

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

# **Barreiras ao Uso Racional de Energia em Micro, Pequenas e Médias Empresas**

**Autor: Rui Tadashi Yoshino**

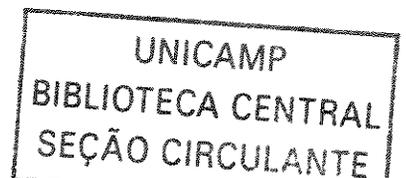
**Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter**

**Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.**

**Área de Concentração:**

**Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.**

**Campinas, 2003  
S.P. – Brasil**



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	UNICAMP
	Y83b
V	EX
TOMBO BC/	50605
PROC.	16-124703
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	
Nº CPD	

CM00192158-2

876 72 309215

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Y83b

Yoshino, Rui Tadashi

Barreiras ao uso racional de energia em micro, pequenas e médias empresas / Rui Tadashi Yoshino.-- Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Arnaldo César da Silva Walter  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Energia - Conservação. 2. Pequenas e médias empresas. 3. Barreiras a entrada (Organização industrial). I. Walter, Arnaldo César da Silva. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

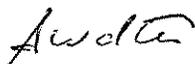
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO**

**Barreiras ao Uso Racional de Energia em  
Micro, Pequenas e Médias Empresas**

**Autor: Rui Tadashi Yoshino**

**Orientador: Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter, Presidente**  
**Instituição: Universidade Estadual de Campinas**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Jamil Haddad**  
**Instituição: Universidade Federal de Itajubá**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra**  
**Instituição: Universidade Estadual de Campinas**

**Campinas, 22 de Julho de 2.003**



## **Dedicatória**

**Dedico este trabalho às quatro mulheres de minha vida: minha filha Mayumi, minha irmã Lumi, a Regiane, minha companheira de todos os momentos e em especial a minha saudosa mãe.**



## **Agradecimentos**

**Este trabalho não poderia ter sido terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:**

**Ao meu orientador, Prof. Dr. Arnaldo César da Silva Walter, pela paciência e orientação indispensável, mostrando os caminhos a serem seguidos.**

**Aos meus amigos, Francisco Hideo Aoki, Rafaela, Zei, Marília Rodrigues, pelo incentivo e colaboração.**

**Aos funcionários e colegas da Faculdade de Engenharia Mecânica, Rodrigues, Neusa, Ana Paula, Rafael e Sônia pelo carinho e atenção fora do comum.**

**A todos os professores, colegas e funcionários do Departamento de Energia, que ajudaram de forma direta ou indireta na conclusão deste trabalho.**

**Às empresas, diretores, gerentes, coordenadores, engenheiros, técnicos que colaboraram direta e indiretamente na sua elaboração deste trabalho.**



**Os planos não são nada, o planejamento é tudo.  
- Dwight D. Eisenhower**



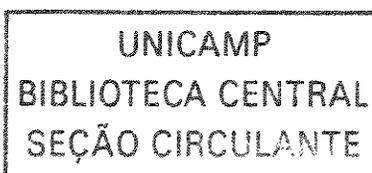
## **Resumo**

**YOSHINO, Rui Tadashi, Barreiras ao Uso Racional de Energia em Micro, Pequenas e Médias Empresas, Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado)**

Existem várias barreiras à racionalização do uso da energia nas empresas, em geral, e nas indústrias, em particular. Nas micro, pequenas e médias empresas – MPMEs essas barreiras são ainda maiores, em função das particularidades dessas empresas. Grande parte das empresas Brasileiras pertence ao grupo das MPMEs, que são, também, responsáveis por grande parte dos empregos gerados no país. Apesar de sua importância econômica e social, a maioria dos estudos, no caso específico, sobre eficiência energética, não trata das MPMEs. Neste trabalho são analisadas as barreiras à racionalização do uso da energia nas MPMEs, tomando-se como estudo de caso as empresas dos pólos calçadista de Franca, têxtil de Americana e região e de cerâmica artística de Porto Ferreira. Também foram analisados casos de sucesso na implantação conjunta de programas de gestão da qualidade total, de gestão ambiental e de uso racional da energia. Em função da identificação de experiências bem sucedidas na organização de *clusters* – ou distritos industriais – em países europeus, é sugerido ao final do trabalho que as MPMEs se organizem da mesma forma, o que permitiria o equacionamento de vários problemas comuns às empresas, entre eles o energético.

### **Palavras Chave**

- Uso Racional de Energia, Conservação de Energia, MPMEs





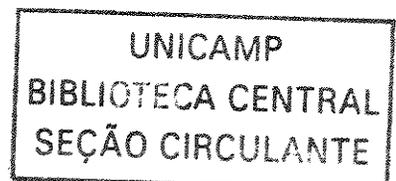
## **Abstract**

**YOSHINO, Rui Tadashi, Barreiras ao Uso Racional de Energia em Micro, Pequenas e Médias Empresas, Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 127p. Dissertação (Mestrado)**

There are many barriers to the rational use of energy in firms, in general, and in industries, in particular. Due to particularities of the small-and-medium-sized enterprises – SME, there are even more barriers to these firms. The majority of Brazilian companies belong to the SME group. These companies are also responsible for the majority of jobs in the country. Despite its economic and social importance, most of the studies about energy efficiency don't consider SME. The barriers to the rational use of energy in SME are analyzed in this dissertation. The study-case was defined over three industrial districts located in the State of São Paulo, Brazil: the footwear industries of Franca, the textile industries of Americana and surrounds, and the ceramic industries of Porto Ferreira. Some successful energy management programs joint-developed with total quality management programs and environment programs are also analyzed. Regarding SME industries, some very successful European experiences of cluster organization were identified, and the same is proposed for the SME Brazilian firms. Cluster organization would be a rational way to solve many common problems of SME, energy among others.

### **Key Words**

**Rational Use of Energy, Energy Conservation, Small and Medium-Sized Firms**





## **Índice**

<b>Lista de Figuras</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>vii</b>
<b>Nomenclatura</b>	<b>ix</b>
<b>Abreviações</b>	<b>ix</b>
<b>Siglas</b>	<b>x</b>
<b>Capítulo 1</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2</b>	
<b>USO EFICIENTE DA ENERGIA E AS PRINCIPAIS BARREIRAS AOS PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ENERGIA</b>	
<b>2.1 Definições e Conceitos</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Barreiras ao Aumento da Eficiência Energética</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 Barreiras relativas à falta de informação</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2 Barreiras técnicas</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3 Barreiras econômicas e financeiras</b>	<b>14</b>
<b>2.2.4 Barreiras institucionais</b>	<b>15</b>
<b>2.2.5 Barreiras relativas à educação e à divulgação</b>	<b>17</b>
<b>2.2.6 Barreiras relacionadas a não consideração das externalidades</b>	<b>18</b>
<b>2.2.7 Barreira organizacional</b>	<b>18</b>

## **Capítulo 3**

### **PRINCIPAIS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO**

<b>3.1 Introdução</b>	<b>19</b>
<b>3.2 CONSERVE</b>	<b>20</b>
<b>3.3 PROCEL</b>	<b>22</b>
<b>3.4 CONPET</b>	<b>25</b>
<b>3.5 A ANEEL e os Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica das Concessionárias</b>	<b>27</b>
<b>3.5.1 Investimentos obrigatórios impostos pela ANEEL</b>	<b>27</b>
<b>3.5.2 Manual anual de combate ao desperdício</b>	<b>28</b>
<b>3.6 Linhas de Financiamento</b>	<b>29</b>
<b>3.7 Ações Conduzidas Quando da Crise de Abastecimento Elétrico, em 2001</b>	<b>30</b>
<b>3.8 Programas de Conservação de Energia no Exterior</b>	<b>32</b>
<b>3.8.1 França</b>	<b>32</b>
<b>3.8.2 Reino Unido</b>	<b>34</b>
<b>3.8.3 Estados Unidos</b>	<b>35</b>
<b>3.9 Empresas de Serviços de Energia</b>	<b>37</b>

## **Capítulo 4**

### **USO RACIONAL DE ENERGIA, QUALIDADE TOTAL E SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL**

<b>4.1 Introdução</b>	<b>39</b>
<b>4.2 Conceitos de Qualidade</b>	<b>39</b>
<b>4.3 Gestão da Qualidade Total</b>	<b>40</b>
<b>4.4 Visões sobre o TQM</b>	<b>41</b>
<b>4.5 Conceito de Processo</b>	<b>44</b>
<b>4.5.1 Métodos de Controle de Processo</b>	<b>44</b>
<b>4.5.2 Técnicas e Ferramentas da Qualidade</b>	<b>46</b>

<b>4.6 Relação entre TQM e Programas de Racionalização do Uso da Energia</b>	<b>51</b>
<b>4.7 Sistema de Gestão Ambiental e Racionalização do Uso da Energia</b>	<b>52</b>
4.7.1 Energia e meio ambiente	52
4.7.2 Sistema de gestão ambiental	54
4.7.3 A Importância da racionalização do uso da energia	56
<b>4.8 Integração da Gestão da Qualidade, Ambiental e do Uso de Energia</b>	
– Casos de Sucesso	57
4.8.1 Uso racional de energia através da TQM, no Reino Unido	58
4.8.2 Ações em energia associadas ao sistemas de gestão ambiental e da qualidade, na Multibrás	60
4.8.3 Programa de uso eficiente de energia na Fibra Du Pont, em Americana – SP	62

## **Capítulo 5**

### **PÓLOS DE PEQUENAS E MÉDIAS INDÚSTRIAS ANALISADOS**

<b>5.1 Introdução</b>	<b>65</b>
<b>5.2 Classificação das Micro, Pequenas e Médias Empresas no Brasil</b>	<b>67</b>
<b>5.3 Micro e Médias Empresas e Clusterização</b>	<b>70</b>
<b>5.4 Pólos Industriais no Estado de São Paulo</b>	<b>72</b>
5.4.1 Empresas Calçadistas	73
5.4.2 Pólo têxtil Brasileiro	81
5.4.3 Pólo cerâmico de Porto Ferreira	88

## **Capítulo 6**

### **BARREIRAS AO USO RACIONAL DE ENERGIA NAS MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS INDÚSTRIAS**

<b>6.1 Introdução</b>	<b>92</b>
<b>6.2 Tendência Comportamental das Empresas</b>	<b>93</b>
<b>6.3 Barreiras Associadas à Falta de Informação</b>	<b>98</b>
<b>6.4 Barreiras Técnicas</b>	<b>101</b>

<b>6.5 Barreiras Institucionais</b>	<b>104</b>
<b>6.6 Barreiras Econômicas e Financeiras</b>	<b>105</b>
<b>6.7 Barreiras Organizacionais</b>	<b>107</b>
<b>6.8 Falta de Visão Empreendedora</b>	<b>108</b>
<b>Capítulo 7</b>	
<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS</b>	<b>110</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>126</b>

## **Lista de Figuras**

<b>2.1</b>	<b>Máxima eficiência do capital no uso racional de energia</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Aplicação dos mecanismos de fomento para melhorar os resultados em programas de racionalização do uso da energia</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Diagrama espinha de peixe (causa e efeito) relativo às ações para viabilizar a redução do consumo de eletricidade em edifícios</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Representação esquemática do ciclo PDCA</b>	<b>46</b>
<b>4.3</b>	<b>Esquematização da aplicação do Hoshin Kanri</b>	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Programa de Conservação de Energia da empresa Multibrás</b>	<b>61</b>
<b>4.5</b>	<b>Esquema de um diagrama de Ishikawa aplicado em um programa de gestão ao uso da energia</b>	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>Empresas de calçados de Franca por porte</b>	<b>75</b>
<b>5.2</b>	<b>Evolução da produção de calçados em Franca</b>	<b>76</b>
<b>5.3</b>	<b>Participação do Brasil e de Franca no comércio internacional de calçados</b>	<b>77</b>
<b>5.4</b>	<b>Exportação de calçados por destino</b>	<b>77</b>
<b>5.5</b>	<b>Estrutura do segmento têxtil</b>	<b>83</b>
<b>5.6</b>	<b>Classificação das fibras têxteis segundo sua origem</b>	<b>83</b>
<b>5.7</b>	<b>Gasodutos, áreas de concessão de gás natural e pólos industriais no estado de São Paulo</b>	<b>86</b>
<b>5.8</b>	<b>Processo de fabricação de cerâmica artística de Porto Ferreira</b>	<b>89</b>
<b>6.1</b>	<b>Barreiras para ações voltadas à racionalização do uso da energia</b>	<b>94</b>

**6.2 Medidas técnicas realizadas em economia de energia por indústrias alemãs 98**

## **Lista de Tabelas**

<b>3.1 Economia total de derivados de petróleo de 1981 – 1985 em 103 tEP, devido ao programa Conserve</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Resultado do Procel no período de 1986/2000</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Regras para investimento em P&amp;D e eficiência energética pelas empresas do setor elétrico – investimentos como % da receita operacional líquida – ROL</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Comparação entre a gestão tradicional e gestão da qualidade</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Comparação entre princípios gerais e ferramentas dos programas de gestão do uso da energia e programa de qualidade total</b>	<b>52</b>
<b>5.1 Alguns critérios definidos pela SBA para pequenas empresas</b>	<b>66</b>
<b>5.2 Número de empreendimentos por tamanho de empreendimento e atividade principal 1998</b>	<b>66</b>
<b>5.3 Número de empresas e de micro empresas e micro empresas no Brasil de 1990 a 1999</b>	<b>67</b>
<b>5.4 Distribuição porcentual das empresas industriais, comerciais e de serviços por porte e setor – Brasil 1994</b>	<b>68</b>
<b>5.5 Critério adotado para classificação de empresas – SEBRAE</b>	<b>70</b>
<b>5.6 Consumo de energia eletricidade (MWh) no município de Franca no período de 1980-1998</b>	<b>79</b>
<b>5.7 Estimativa de consumo de eletricidade (Mwh) na indústria calçadista de Franca</b>	<b>80</b>
<b>5.8 Aquisição de teares pelo pólo de Americana/Santa Bárbara/Nova Odessa/</b>	

<b>Sumaré</b>	<b>85</b>
<b>5.9 Estrutura do consumo de eletricidade (MWh) nos municípios de Americana/ Santa Bárbara/Nova Odessa/Sumaré</b>	<b>87</b>
<b>5.10 Estrutura de consumo de eletricidade (MWh) em Porto Ferreira no período de 1980-1998</b>	<b>91</b>
<b>6.1 Influência de vários instrumentos de fomento nos diferentes tipos de empresas</b>	<b>96</b>

## **Nomenclatura**

### **Letras Latinas**

**CO** - monóxido de carbono

**NO<sub>x</sub>** - óxido de nitrogênio

**NO** - óxido nítrico

**NO<sub>2</sub>** - dióxido de nitrogênio

**SO<sub>x</sub>** - óxido de enxofre

### **Abreviações**

**BEN** – Balanço Energético Nacional

**CEP** – Controle Estatístico de Processo

**5W2H**- what, when, who, why, where, how, how much

**EGTD** – Energia garantida por Tempo Indeterminado

**ESEs** – Empresas de Serviços de Energia

**FMEA** – Failure Modes and Effects Analysis

**FOB** – Free on Board

**GLD** – Gerenciamento pelo Lado da demanda

**GLP** – Gás Liquefeito de Petróleo

**ICMS** – Imposto sobre circulação de mercadorias

**ISS** – Imposto sobre serviços

**LTQ** – Leadership Through Quality

**MASP – Metodologia de Análise e Solução de Problemas**  
**MPME – Micro, pequenas e médias empresas**  
**P&D – Pesquisa e Desenvolvimento**  
**PDCA – Plan, Do, Control, Act – (Planejar, Fazer, Verificar, Atuar)**  
**PME - Pequenas e Médias Empresas**  
**PSP – Problem Solving Process**  
**QFD – Quality Function Deployment**  
**RGR – Reserva Global e Reserva**  
**ROL – Receita Operacional Líquida**  
**SGA – Sistema de Gestão Ambiental**  
**SPM - Matéria Particulada Suspensa**  
**STQ – Successes Through Quality**  
**tEP – tonelada equivalente de petróleo**  
**TQC – Total Quality Control – Controle de Qualidade Total**  
**TQM – Total Quality Management – Gerenciamento da Qualidade Total**  
**UFESP – Unidades Fiscais do Estado de São Paulo**

#### **Siglas**

**ABICALÇADOS - Associação Brasileira das Indústrias de Calçados**  
**ABESCO – Associação Brasileira de ESCOs**  
**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**  
**ABRAFAS - Associação Brasileiras dos Fabricantes de Fibras Artificiais e Sintéticas**  
**ADEME – Agence de l’Environment et de la Maîtrise de l’Energie**  
**ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica**  
**BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social**  
**CAFE - Corporate Average Fuel Economy**  
**CEPEL – Centro de Pesquisa Energia Elétrica**  
**CETESB –Companhia Estadual Tratamento de Esgoto e Saneamento Básico**  
**CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista**

**CGEET – Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê S/A**  
**CNE – Comissão Nacional de Energia**  
**CONPET- Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás**  
**CONSERVE – Programa de Conservação de Energia do Setor Industrial**  
**CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz**  
**CSPE – Comissão de Serviços Públicos em Energia**  
**DNAEE –Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica**  
**DOE – Department of Energy**  
**EDF – Électricité de France**  
**EEAC – Energy Efficiency Advice Center**  
**EEBPP - Energy Efficiency Best Practice Programm**  
**EEO – Energy efficiency office**  
**ELETROBRAS –Centrais Elétricas Brasileiras S/A**  
**EIA – Energy International Agency**  
**ESCO – Efficiency Service Company – Empresas de Eficiência Energética**  
**EST - Energy Saving Trust**  
**FAPESP – Fundo de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo**  
**FIERGS - Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul**  
**FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo**  
**FINAME – Agência Especial de Financiamento Industrial S/A**  
**FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos**  
**GASE – Grupo de Apoio Secretaria Executiva**  
**GERASUL - Centrais de Geradoras do Sul do Brasil S/A**  
**IAC - Industrial Assessment Center**  
**IDAE - Instituto de la Diversificación y Ahorro de Energia**  
**IEA – Institute Energy Agency**  
**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**  
**IEA – International Energy Agency**  
**IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas**  
**ISO – International Organization Standardization**

**ISTAT – Central Institute of Statistic**  
**JUSE – Union Japanese Scientists and Engineers**  
**OIT – Office of Industrial Technologies**  
**ONU – Organização das Nações Unidas**  
**PATME – Programa de Apoio Tecnológico à Microempresa**  
**PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A**  
**PNUD- Programa das nações Unidas para o desenvolvimento**  
**PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool**  
**PROCEL – Programa Conservação de Energia Elétrica**  
**SBA - Small Business Administration**  
**SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**  
**SEPLAN – Secretaria de Economia e Planejamento do Governo Federal**  
**SINDICER – Sindicato de Cerâmica de Porto Ferreira**  
**SINDITEC - Sindicato de Tecelagem de Americana e Região**  
**TERI - Tata Energy Research Institute**  
**UNDP – Human Development Report**  
**UNEP – United Nations Environment Programme**  
**WBCSD – World Business Council for Sustainable Development**  
**WEA – World Energy Agency**



## Capítulo 1

### Introdução

A energia elétrica e os combustíveis são essenciais ao funcionamento de todas as atividades econômicas e à evolução e à manutenção da qualidade de vida. Entre os combustíveis, os derivados de petróleo são, há vários anos, os mais importantes. A importância da eletricidade e dos derivados de petróleo, tanto para a economia quanto para a vida das pessoas, aumentou gradativamente desde o fim do século XIX, quando a indústria elétrica e a de petróleo surgiram e começaram a se consolidar. Entre o fim da Segunda Guerra Mundial e o início dos anos 1970, com a manutenção das baixas tarifas e preços ao consumidor, o consumo energético aumentou mundialmente de forma acentuada.

Entretanto, com as crises dos preços do petróleo, em 1973 e em 1979, a racionalização do uso da energia passou a ganhar importância. Então, os esforços de racionalização do uso da energia – ou de conservação de energia, como eram chamadas as ações – foram priorizados, principalmente nos países cujas economias eram mais energia-intensivas e nos países que eram mais dependentes do petróleo importado. Embora fosse essa a situação do Brasil, somente na década de 1980, o Governo Brasileiro passou a dar importância a programas do gênero.

A partir da década dos anos 1980, apesar da redução dos preços internacionais do petróleo e, também, da minimização do risco de desabastecimento, as ações de racionalização do uso da energia não deixaram de existir, principalmente nos países industrializados do hemisfério norte. A principal razão para a manutenção do relativo interesse quanto ao uso racional da energia está na compreensão de que a produção, o transporte, a conversão e o consumo de energia são responsáveis por vários dos mais importantes problemas ambientais da atualidade. Por outro lado, aspectos econômicos e estratégicos jamais deixaram de ser desconsiderados.

Apesar dos quase trinta anos de convivência com o tema, dos vários programas governamentais, do desenvolvimento tecnológico alcançado, da maior conscientização anti-desperdício e da evolução da conscientização ambiental, a conservação de energia ainda é viabilizada, em todos os países, em um nível bastante inferior ao do potencial técnico e econômico associado. Para os economistas, isso ocorre, em grande parte, devido às imperfeições de mercado, ou seja, devido à existência de barreiras.

No Brasil, a preocupação quanto ao uso racional da energia sempre foi menor do que nos chamados países desenvolvidos. Embora programas institucionais tenham sido criados desde o início dos anos 1980, os resultados alcançados foram modestos. Tais programas não facilitaram o desenvolvimento de um mercado para as tecnologias de racionalização do uso da energia e tampouco possibilitaram o desenvolvimento de uma cultura anti-desperdício. Ironicamente, para muitos essa cultura só se desenvolveu durante a crise de abastecimento elétrico, em 2001.

No setor industrial brasileiro, grande parte das ações institucionais esteve voltada às indústrias de maior porte. Programas também foram criados para atender às necessidades das pequenas indústrias, mas esses sempre tiveram menos recursos e foram mal orientados. Mais recentemente, com a condução de programas obrigatórios de racionalização do uso de eletricidade por parte das concessionárias de distribuição, as menores empresas também não são priorizadas, tanto por serem de menor interesse estratégico quanto por oferecerem menores oportunidades de rentabilidade.

Por outro lado, no Brasil, como em vários outros países, as micro, pequenas e médias empresas – MPMEs – são a vasta maioria e contribuem com elevada fração dos empregos gerados. Em função do grande número de empresas, no conjunto sua parcela no consumo de energia não é pequena. Nas regiões onde há concentração dessas empresas, essa parcela é ainda maior.

O objetivo desta dissertação é analisar o uso racional de energia nas MPMEs. Para tanto, três pólos industriais paulistas, majoritariamente constituídos por MPMEs, foram escolhidos. São eles os pólos produtores de calçados em Franca, de cerâmica artística em Porto Ferreira e o têxtil em Americana e região. No trabalho são identificadas as principais barreiras para a implementação de ações de racionalização do uso da energia nesses pólos, bem como são analisados seus interesses e a percepção do empresariado. Dado o pequeno número de publicações sobre o tema, o presente trabalho deve ser uma importante contribuição.

O capítulo 2 trata da revisão da literatura e nele são apresentados conceitos básicos sobre o uso racional de energia, bem como são apresentadas as principais barreiras aos programas dessa natureza.

No capítulo 3 é feita a apresentação e a análise dos resultados dos principais programas de racionalização do uso da energia já criados no Brasil. São analisados o CONSERVE, o PROCEL, o CONPET, e os programas de racionalização de energia elétrica conduzidos pelas concessionárias por força de regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. A título ilustrativo, também são apresentadas informações de programas do gênero na França, Reino Unido e EUA

No capítulo 4 são apresentados os conceitos básicos dos programas de gestão da qualidade total e dos sistemas de gestão ambiental. O objetivo é mostrar que existem grandes similaridades organizacionais e de objetivos entre esses programas de gestão e os programas de gestão do uso da energia. Do ponto de vista organizacional, ou seja, dos procedimentos e das técnicas de motivação, os três programas de gestão são similares. Do ponto de vista dos objetivos, a similaridade entre os programas de qualidade e de energia está nos objetivos comuns, associados à redução dos desperdícios, ao ganho de eficiência e à redução dos custos. Já entre os programas de gestão ambiental e de energia, a relação é ainda mais clara uma vez que todas as etapas da cadeia energética são potencialmente impactantes do ponto de vista ambiental. No mesmo capítulo são apresentadas informações de programas de gestão energética bem sucedidos, no Brasil e em outros países, programas esses que foram organizados com emprego das ferramentas dos programas de gestão da qualidade.

No capítulo 5 é apresentada a conceituação de micro, pequenas e médias empresas. São também apresentadas informações sobre o processo de clusterização dessas MPMEs em alguns países Europeus. Finalmente, são apresentadas informações sobre os três pólos objeto de estudo neste trabalho.

No capítulo 6 são apresentadas informações sobre a pesquisa de campo feita, que permitiu o levantamento de informações sobre a visão e a motivação de diferentes atores quanto ao tema uso racional de energia em pequenas empresas. As entrevistas foram feitas com representantes de indústrias, sindicatos patronais, associações comerciais e industriais, prefeituras, órgãos estatais e consultores. Em função dos resultados obtidos e de informações bibliográficas de trabalhos

similares junto às indústrias da Alemanha e Dinamarca, as barreiras à racionalização do uso da energia – identificadas no capítulo 2 – foram novamente analisadas.

Finalmente, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões do presente trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

## Capítulo 2

# Uso Eficiente da Energia e as Principais Barreiras aos Programas de Uso Racional da Energia

### 2.1 Definições e Conceitos

O conceito de energia é, de uma certa forma, familiar a muitas pessoas mas, mesmo assim, é difícil apresentar uma definição precisa. Na física e na termodinâmica diz-se que energia é a capacidade de produção de trabalho, ou de produzir mudanças (Çengel e Boles, 1998). Segundo Moore (p. 5, 1976), um dos primeiros a usar a palavra “energia” foi d’Alembert, que, na Enciclopédia Francesa de 1785, escreveu: “Existe num corpo em movimento um esforço, ou *energia*, que não está presente, entretanto, num corpo em repouso”.

A energia pode estar associada à capacidade de produção de trabalho de nossos músculos e, também, a uma grande variedade de fontes de energia, usualmente classificadas como fontes renováveis (e.g., biomassa e energia hidráulica) e não renováveis (e.g., petróleo e gás natural).

A partir da Revolução Industrial, no século XVIII, as fontes energéticas fósseis, não renováveis, passaram a ser intensamente empregadas, em detrimento das fontes renováveis de energia até então empregadas em larga escala, tais como a energia hidráulica (moinhos d’água) e a energia eólica (moinhos de vento) (Hémery *et al.*, 1993). A partir de então a agressão antropogênica ao meio ambiente se intensificou, tanto em função do contínuo aumento populacional quanto da demanda continuamente crescente de bens e serviços, principalmente nos países ditos desenvolvidos (Goldemberg, 1998).

Mais recentemente, a nível mundial, o aumento do consumo de energia está em grande parte associado ao processo de crescimento econômico nos países em desenvolvimento. Além do

crescimento econômico em si, muitas vezes obtido com crescente industrialização, há também a contínua urbanização. O suprimento de energia é um forte condicionante do progresso econômico em muitos países em desenvolvimento. É um fator de grande importância do ponto de vista econômico e, mais recentemente, também do ponto de vista ambiental.

Para Jannuzzi e Swisher (1997), a energia se torna disponível para o consumidor depois de uma série de transformações, através de uma cadeia de processos. Durante toda a cadeia existem perdas, cabendo investimentos em tecnologias mais eficientes. Sistemas e equipamentos eficientes são geralmente mais caros, mas normalmente o custo de se “conservar” uma unidade de energia é menor do que o de sua produção.

Além disso, investimentos de grande monta são necessários para garantir a expansão do setor energético e este é aspecto importante. Algumas nações chegam a gastar mais de 30% de seu orçamento total em empreendimentos energéticos. Por outro lado, os empréstimos obtidos pelos países em desenvolvimento, e destinados ao setor energético, têm tido peso significativo na dívida externa desses países (Jannuzzi e Swisher, 1997).

Em função da enorme importância da energia, sob os pontos de vista estratégico, econômico, social e ambiental, todas as sociedades deveriam alcançar um estado sustentável na sua utilização. Para tanto, deve existir constante preocupação com a racionalização de seu uso. É nesse contexto que se insere o que se convencionou chamar nos anos 1970 e 1980 de “Conservação de Energia” (Walter, 1987). Os termos “Uso Racional de Energia”, “Uso Eficiente da Energia” e “Eficientização do Uso da Energia” têm sido utilizados mais recentemente para expressar o mesmo princípio, inclusive contornando restrições apresentadas pelos estudiosos da termodinâmica (Walter, 2000)<sup>1</sup>.

Ações voltadas à “conservação de energia”, ou seja, voltadas ao uso mais eficiente dos recursos energéticos, têm sido priorizadas e são aspectos importantes das políticas energéticas de vários países desde as crises dos preços do petróleo, em 1973-74 e 1979-80 (IEA, 1998a).

Estima-se que, a nível mundial, apenas 37% da energia primária seja convertida em energia útil, o que implica dizer que as perdas equivalem a cerca de dois terços (2/3) do suprimento<sup>2</sup>. Estima-se, também, que nos próximos 20 anos o aumento na eficiência de conversão da energia

---

<sup>1</sup> Segundo a Primeira Lei da Termodinâmica, energia sempre se conserva. O uso do termo “Conservação de Energia” foi sempre questionado por não expressar claramente o significado das ações consideradas.

<sup>2</sup> Em base exergética, isto é, considerada a capacidade de produção de trabalho, a eficiência de conversão em energia útil nos países industrializados é de apenas 15% (WEA, 2000)

será de 25-35% em países industrializados e de mais do que 40% em países de economias em transição (WEA, 2000). A difusão das técnicas de reciclagem e o que se chama de desmaterialização da economia devem contribuir para com a redução da intensidade energética e para que essas metas possam ser alcançadas.

Para David Hu, em "*Handbook of Industrial Energy Conservation*" (1985, p. 73-80), apresenta a definição dos economistas neoclássicos para conservação de energia, ou seja: como energia é um fator de produção (insumo), tal qual matéria-prima, mão de obra, capital e tempo, conservação de energia pode ser entendida como a substituição de energia por um, ou mais de um, dos demais fatores de produção, desde que não haja prejuízo do nível de produção, ou seja, desde que as situações anterior e posterior possam ser identificadas sobre a mesma curva de iso-produção.

O mesmo autor explora uma segunda visão da conservação de energia, a chamada "substituição intertemporal", que diz respeito à substituição de fontes energéticas não renováveis (e.g., carvão mineral e petróleo) por fontes renováveis (e.g., solar, eólica, biomassa, etc.). No texto, Hu não explora em sua argumentação as questões ambientais, apenas destacando o aspecto estratégico da preservação dos recursos energéticos fósseis para que possa ser assegurado o consumo das gerações futuras.

Conforme Hu (1985), dois princípios governam as ações voltadas à efficientização do uso da energia, isto é, a máxima eficiência termodinâmica no uso da energia e a máxima eficiência do capital no uso da energia. O primeiro princípio está associado aos limites termodinâmicos teóricos, permitindo a avaliação do trabalho máximo possível, ou do mínimo requerido, dependendo do caso sob análise. Para ilustrar, um exemplo diz respeito à avaliação do consumo energético mínimo para a produção de determinados bens industriais. O princípio da máxima eficiência termodinâmica permite a definição de um potencial termodinâmico para o uso eficiente de energia, potencial esse que é o limite máximo e é inatingível.

Já o princípio da máxima eficiência do capital no uso da energia está associado à solução de compromisso imposta pela economia. O objetivo é que o uso eficiente de energia seja viabilizado ao menor custo. Na prática, os esforços voltados à racionalização do uso da energia se justificam até o ponto em que a unidade de energia "conservada" tem seu custo igual ao da unidade de energia suprida. Em outras palavras, reza o princípio que o custo marginal da energia conservada tem de ser menor do que o custo marginal da energia suprida. Associado a esse princípio tem-se a

definição de um potencial econômico do uso racional de energia, que é um sub conjunto do potencial termodinâmico.

Na prática, as ações voltadas ao uso eficiente da energia são condicionadas a uma solução de compromisso, já que o custo da energia e o das medidas de racionalização são concorrentes. A solução ótima do ponto de vista econômico corresponde a um resultado quase sempre muito abaixo do potencial técnico, isto é, do potencial que está associado ao que é factível de ser viabilizado com as tecnologias comercialmente disponíveis<sup>3</sup>. A Figura 2.1 ilustra essa análise. Na figura, o ponto ótimo do ponto de vista econômico (ponto Q) corresponde ao mínimo custo unitário total (custo por unidade de energia), considerado o custo unitário da energia consumida (combustível, na figura) e os custos associados às tecnologias de racionalização (custo de conservação). Na medida em que se avança no aproveitamento do potencial, “aumentando a conservação de energia”, cai a parcela do custo da energia consumida (em função do menor consumo) e aumenta o custo das medidas de racionalização. Em geral as primeiras ações de racionalização são as mais baratas, com aumento quase exponencial dos custos tecnológicos por unidade de energia conservada para que o potencial técnico possa ser melhor aproveitado.

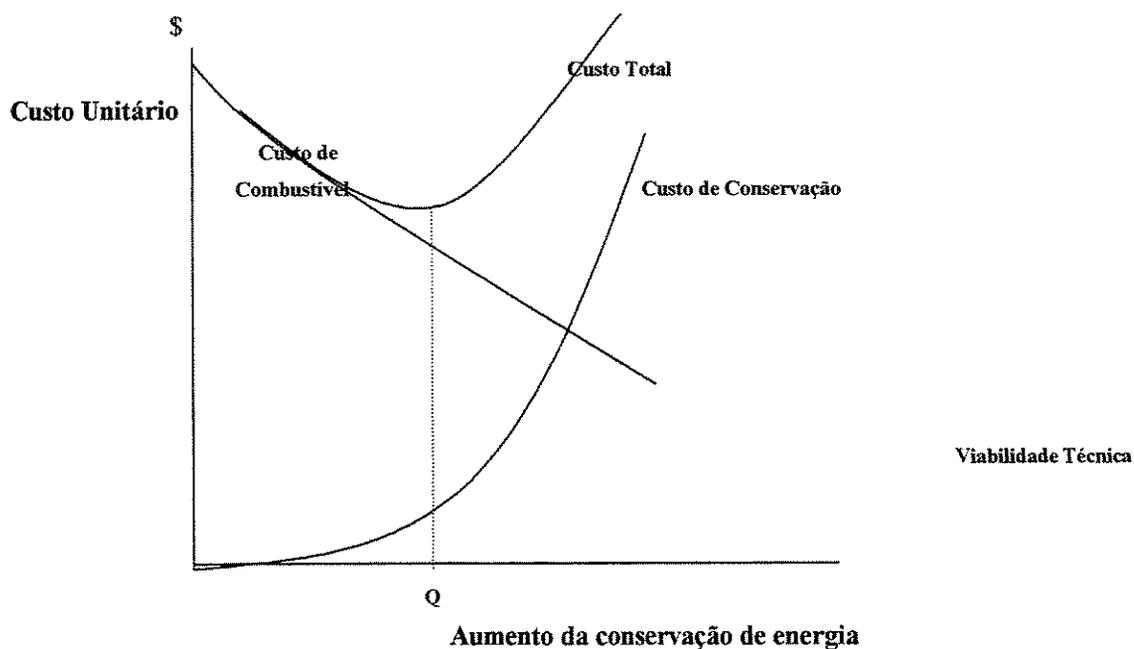
Sabe-se que os baixos preços da energia restringem demasiadamente o potencial econômico das medidas de racionalização do uso da energia. A maioria dos autores, assim como Hu (1985), explora a questão do potencial sob a ótica econômica clássica, considerando apenas os custos internalizados. A consideração dos custos externos, ou seja, dos custos dos impactos ambientais associados às várias etapas de transformação da energia, alteraria sobremaneira essa análise e definiria um “ponto ótimo” bastante diferente, mais deslocado à direita no diagrama apresentado. Esse aspecto será analisado mais a frente, quando da análise das barreiras ao uso racional da energia.

Em “*Energetique Industrielle*”, Pierre Le Goff (1979) lembra que a oferta de energia primária diferencia-se da demanda de energia útil pelo montante de energia rejeitada nos processo de conversão, ou seja, a quantia de energia primária suprida corresponde à soma da demanda de energia útil mais a parcela de energia rejeitada, em função das ineficiências dos processos de transformação:

$$\text{ENERGIA PRIMÁRIA} = \text{ENERGIA ÚTIL} + \text{ENERGIA REJEITADA}$$

---

<sup>3</sup> O potencial técnico é um sub-conjunto do potencial termodinâmico, mas é maior do que o potencial econômico.



Fonte: Hu (1983)

Figura 2.1 Máxima eficiência do capital no uso racional de energia

Quando o trabalho de Le Goff foi escrito, no fim dos anos 1970, a preocupação central era a redução da demanda de derivados de petróleo, razão pela qual o autor destacou em sua obra o objetivo de diminuição do consumo de energia primária de origem fóssil. Segundo o autor, as três alternativas para a redução do consumo de energia primária são:

- a) Diminuir a parcela de energia rejeitada, o que implica aumentar o rendimento dos processos de conversão de energia primária – ou secundária – em energia útil;
- b) Diminuir a demanda de energia útil, com duas alternativas associadas. Uma alternativa corresponde à reorganização da produção e à maior demanda por materiais e serviços que requerem menos energia em sua produção. A outra alternativa, corresponde a redução da demanda de bens e serviços implica, na verdade, racionamento, ou seja, redução potencial da qualidade de vida;
- c) Substituir fontes de energia primária, utilizando fontes energéticas renováveis em detrimento de fontes não renováveis. No passado esse objetivo existia exclusivamente por conta dos altos preços do petróleo, sendo agora justificável em função, principalmente, da necessidade de redução das emissões dos gases precursores do efeito estufa.

O mesmo autor (Le Goff, 1979) classifica as ações voltadas à efficientização do uso de energia dentro do horizonte temporal, em função das dificuldades de implementação. Os exemplos citados em seu texto correspondem à oportunidades industriais. Essas ações são classificadas em:

1. **Ações imediatas** que, no caso das indústrias, correspondem à redução de desperdícios, o que pode ser obtido a partir da conscientização dos operadores e da gerência;
2. **Ações a curto prazo**, que requerem, por exemplo, a mudança dos procedimentos de manutenção, visando a melhoria do rendimento operacional de equipamentos;
3. **Ações a médio prazo**, que afetam, por exemplo, a engenharia de processo e requerem maiores investimentos. No caso das indústrias, exemplos são a instalação de recuperadores térmicos e melhorias na automação de equipamentos;
4. **Ações a médio prazo**, que requerem mudanças na engenharia de processo, por exemplo, com a substituição de processos descontínuos por operações contínuas;
5. **Ações a longo prazo**, voltadas à reutilização, à reciclagem e ao uso integrado de recursos, como é o caso da cogeração;
6. **Ações a longo prazo**, voltadas à mudanças na concepção dos produtos, através do desenvolvimento de materiais que requerem menor consumo de energia e que, também, permitem a preservação de recursos renováveis. Um exemplo é o desenvolvimento da álcoolquímica que, então, substituiria a petroquímica;
7. **Ações a muito longo prazo**, que requerem a mudança de hábitos e a revisão de prioridades individuais. A transformação dos padrões de consumo é, em outras palavras, o objetivo final.

O aumento da eficiência dos processos de conversão de energia é necessário para que o potencial de racionalização do uso da energia possa ser alcançado. Eficiência energética refere-se à relação entre a entrada (aporte) e a saída de energia (efeito útil, em termos da produção ou do serviço realizado) em um equipamento ou em um sistema (IEA, 1998). No caso de um motor elétrico, por exemplo, é a relação entre a potência mecânica útil e a potência elétrica necessária para seu acionamento. Já para um automóvel, a eficiência pode ser expressa pela relação entre a distância percorrida e o consumo de combustível correspondente. O aumento da eficiência na conversão e no uso da energia resulta, também, benéfico para o meio ambiente, já que a redução

do consumo de energia implica minimização dos impactos ambientais associados a toda a cadeia energética (geração, transporte e consumo) (Dincer, 1999).

O aumento da eficiência permite o atendimento das mesmas necessidades de energia útil, sem sacrifício do bem estar da sociedade, através da redução das perdas. Embora seja impossível eliminar totalmente as perdas de energia nos processos de conversão<sup>4</sup>, elas podem ser reduzidas consideravelmente (Poole *et al.*, 1998).

Segundo Herring (1999), o aumento da eficiência energética traz resultados positivos também na atividade econômica como um todo, uma vez que pode haver maior incentivo à compra de novos equipamentos e, conseqüentemente, dinamização do processo produtivo. Tal efeito é chamado na literatura de “*rebound effect*”.

Por outro lado, muitos economistas ecológicos (Rees apud Herring, 1999) não acreditam que a simples melhoria na eficiência dos equipamentos possa resultar reduções desejáveis no consumo de energia. Também são céticos quanto aos resultados que podem ser alcançados em um ambiente de livre mercado. Segundo essa linha de pensamento, melhores resultados podem ser obtidos se a energia for taxada em função dos danos ambientais associados à geração e ao consumo, sendo também necessárias a intervenção do Estado através de ações regulatórias.

Com efeito, resultados positivos na racionalização do uso da energia requerem não só o desenvolvimento tecnológico para a melhoria da eficiência mas, também, entre outras medidas, a correta formulação da política de preços e a adoção de práticas e estratégias gerenciais adequadas, como o “*best practice housekeeping*”<sup>5</sup> (Dincer, 1999). Como visto anteriormente, mudanças de comportamento, a redução de desperdícios e, também, a adoção da técnica de reciclagem de materiais são necessárias.

## **2.2 Barreiras ao Aumento da Eficiência Energética**

Embora as ações voltadas ao aumento da eficiência energética sejam cada vez mais freqüentes, existem características do mercado energético, associadas às suas imperfeições, ou

---

<sup>4</sup> Este é um postulado da termodinâmica, ciência que permite avaliar os limites teóricos da eficiência na conversão de energia.

<sup>5</sup> *Best Practice Housekeeping* – é uma metodologia de melhoria contínua. Em português, o termo corresponde a algo como melhores práticas de gerenciamento. A respeito, ver o Capítulo 4.

seja, existem barreiras que impedem a difusão dessas medidas. Segundo Weber (1997), as barreiras ao aumento da eficiência energética não podem ser observadas, mas sim compreendidas quanto à sua origem e seus efeitos.

A revisão da literatura aponta as seguintes categorias principais de barreiras à efficientização do uso da energia: falta de informação, barreiras técnicas, financeiras, institucionais, organizacionais, barreiras associadas à educação e à divulgação, e baixos custos da energia devido à não consideração de externalidades. Devido à forte correlação existente, na maioria dos casos há certa dificuldade em se classificar uma dada barreira em uma única categoria..

Em sentido mais amplo, as barreiras ao uso eficiente de energia – enquanto imperfeições do mercado – têm a mesma natureza das barreiras à entrada de concorrentes em um dado mercado, citadas por Porter (1998b, p.22-48). Assim, pode-se estabelecer alguma correlação entre as barreiras citadas por Porter e as que serão abaixo descritas: ausência de tecnologia (falta de informação e baixa capacitação da mão de obra), falta de capital por parte dos potenciais entrantes (baixa capacidade de investimento e ausência de linhas de financiamento), dificuldades impostas pela política governamental – ou pela ausência de (barreiras institucionais), restrições de acesso aos insumos de produção (também restrições de acesso ao capital e à tecnologia, por exemplo), e impossibilidade de se tirar proveito da economia de escala (pequeno tamanho do mercado local para algumas novas tecnologias).

### **2.2.1 Barreiras relativas à falta de informação**

Uma das barreiras clássicas à adoção de medidas que resultam maior eficiência no uso da energia é a falta de informação. Gruber e Brand (1991) consideram que, entre todas as barreiras, a falta de informação, com a mesma importância das restrições ao acesso ao capital, é a principal delas. Nesta ampla categoria pode-se identificar sub grupos que dizem respeito à falta de informação quanto à incidência da energia sobre os custos de produção, às alternativas tecnológicas, às suas vantagens e desvantagens relativas, aos níveis de consumo e ao potencial de redução do consumo, às alternativas de financiamento, etc. Em função da ausência ou da precariedade da informação, decisões equivocadas podem ser tomadas por parte dos consumidores, dos administradores públicos e reguladores e das empresas (Jannuzzi, 2000; Faria, 1998). Por exemplo, uma pesquisa feita por Reddy e Shrestha (1998) nos setores comercial,

industrial e residencial, mostra que a falta de informação é uma das principais barreiras à racionalização do uso da energia na Índia.

Muitas vezes, projetos técnica e economicamente viáveis não são realizados, ou mal conduzidos, tanto por causa da falta de informações quanto de seu gerenciamento inadequado, nesse caso por causa da não compreensão de suas particularidades (DeCannio, 1993). Na mesma linha de argumentação, Reddy (1991) afirma que o custo efetivo das medidas voltadas ao aumento da eficiência energética frequentemente não é compreendido, tanto pela falta de informação quanto pela falta de confiança na informação disponível. Por outro lado, o custo de obtenção de informações é, em geral, alto, além de ser o processo moroso, aumentando a extensão da barreira, principalmente para as pequenas empresas (Worrel e Price, 2001).

Relativo ao pouco conhecimento sobre quanto a energia representa em seus custos de produção, ou em seu orçamento, cabe comentar que essa pouca informação deve-se, em geral, à percepção muitas vezes equivocada de que a energia representa um custo pequeno (Eyre, 1997; TERI, 1997), aspecto que será comentado em detalhes mais a frente. Cabe também notar que, no caso da energia elétrica, as faturas entregues ao consumidor são limitadas quanto à informação (Kempton e Layne, 1994).

A respeito do desconhecimento sobre novas tecnologias, Jannuzzi e Swisher (1997) lembram que, normalmente, arquitetos, engenheiros e técnicos especializados não têm informação a respeito das diversas alternativas. Os mesmos autores comentam que, a respeito de um público mais leigo, bons veículos para difusão de informação seriam, por exemplo, as lojas de eletrodomésticos e de materiais elétricos.

### **2.2.2 Barreiras técnicas**

Do ponto de vista técnico, uma das maiores dificuldades está na falta de mão de obra qualificada para a implementação de programas de racionalização do uso da energia (Painuly e Reddy, 1996; Dincer, 1999). No caso das indústrias, a mesma dificuldade é identificada por diversos outros autores quanto à falta de peritos para a seleção das tecnologias mais apropriadas (Reedy *et al.*, 1998; Dasgupta, 1999; Parikh *et al.* apud Painuly e Reddy, 1996; Dincer 1999). Muitas vezes o pensamento é de que as dificuldades para selecionar e instalar novos equipamentos não se justificam em relação à simples compra de energia. Em alguns casos acredita-se que novas tecnologias requerem a reorganização da produção e o treinamento dos

empregados, resultando aumento de custos e processos de inserção mais lentos (Geber apud Lewis e Moore, 1995).

Ainda no que diz respeito à qualificação técnica, muitas vezes a linguagem empregada por consultores e nos manuais é de difícil compreensão por parte do público leigo, dificultando a superação da barreira de informação acima comentada (Faria, 1998).

A economicidade das medidas de racionalização do uso da energia e, em particular das novas tecnologias, depende da disponibilidade das mesmas em um dado mercado – por exemplo, no Brasil – e da escala de produção desses equipamentos. Muitas vezes tem-se um círculo vicioso, já que o alto custo inviabiliza a adoção da tecnologia e, como o mercado para essa tecnologia não se desenvolve, os custos não caem. O rompimento desse círculo requer, por exemplo, a adoção de incentivos à produção local desses equipamentos<sup>6</sup> (Geller *et al.*, 1998).

### **2.2.3 Barreiras econômicas e financeiras**

Em vários países, uma das barreiras mais freqüentemente identificadas é a baixa incidência da energia sobre os custos de produção (Gruber e Brand, 1991). No caso da energia elétrica, durante muitos anos as tarifas foram definidas em função dos custos médios de geração e, nesse sentido, recomendava-se como essencial que as mesmas refletissem seus custos marginais. Mas, mesmo com as tarifas baseadas em custos marginais, as mesmas ainda são, em vários países (entre eles o Brasil) baixas o suficiente para dificultar os investimentos em uso racional de energia (Jannuzzi e Swisher, 1997; Eyre, 1997; Dincer, 1999). Em parte, os preços e tarifas dos energéticos são baixos porque não refletem os custos externos associados a todas etapas de sua cadeia de produção e consumo (Worrel *et al.*, 2001; Parfomak, 1997). A respeito, ver item 2.2.6, mais a frente.

Outro aspecto dessa barreira diz respeito à flutuação dos preços da energia e, conseqüentemente, à percepção de risco que tem o potencial investidor. Essa barreira é destacada por Velthuisen apud Worrel *et al.* (2001). No caso particular das pequenas e médias empresas, tal aspecto é particularmente relevante (Yakowitz *et al.* apud Worrel *et al.*, 2001). A percepção de risco induz a adoção de instrumentos de “*hedge*” (proteção) e de critérios de análise mais

---

<sup>6</sup> No entanto, o caso das lâmpadas compactas fluorescentes – vendidas em grande escala durante a crise de abastecimento elétrico de 2001 – contradiz o argumento de que o aumento da demanda resulta forte redução dos preços ao consumidor e incentiva a produção local.

refinados, resultando na elevação do custo inicial (Hasset e Metcalf, 1993; Sanstad e Howarth, 1994).

A pequena disponibilidade de capital é outra barreira recorrente para grande parte dos potenciais investidores. Em um contexto de baixa disponibilidade de capital as empresas sempre priorizam os investimentos diretamente ligados à atividade produtiva, aqueles de menor investimento inicial, os de menor período de retorno, de menor risco e os de menor complexidade de adoção. Assim, dificilmente os investimentos voltados à racionalização do uso da energia são priorizados (DeCannio, 1993).

A falta de linhas específicas de financiamento, com taxas de juros e prazos de amortização da dívida mais adequados à natureza dos projetos de racionalização e, ademais, mais ágeis e menos rigorosas quanto às garantias, é uma importante barreira (Dincer, 1999). Principalmente nos países em desenvolvimento, os consumidores só têm acesso ao capital a um custo mais alto do que a típica remuneração do capital investido (Eyre, 1997).

Devido às restrições de capital, é freqüente a adoção de soluções técnicas que não são as mais eficientes do ponto de vista energético (Sturm apud Worrel *et al.*, 2001). Nessas situações, o potencial de racionalização ficará prejudicado por todo o período de vida útil dos equipamentos comprados.

Em função do conjunto de barreiras econômicas e financeiras acima comentadas – tais como baixa capacidade de investimento, baixa rentabilidade e alta percepção de risco –, a terceirização dos investimentos em uso eficiente de energia pode ser uma solução adequada. Os chamados Contratos de Performance de Energia (Gruber e Brand, 1991) são contratos de risco pelos quais o investidor é remunerado pelos resultados obtidos. Muitas vezes esse investidor é uma ESCO<sup>7</sup>, que identifica as oportunidades através de uma auditoria e faz os investimentos necessários para viabilizar as melhores alternativas. No Brasil, a Associação Brasileira de ESCO – ABESCO – está intermediando esses tipos de contrato.

#### **2.2.4 Barreiras institucionais**

As barreiras institucionais correspondem ao conjunto de dificuldades impostas pelas políticas energéticas, pela execução do planejamento e pelos agentes regulatórios. Como

---

<sup>7</sup> Energy Service Company.

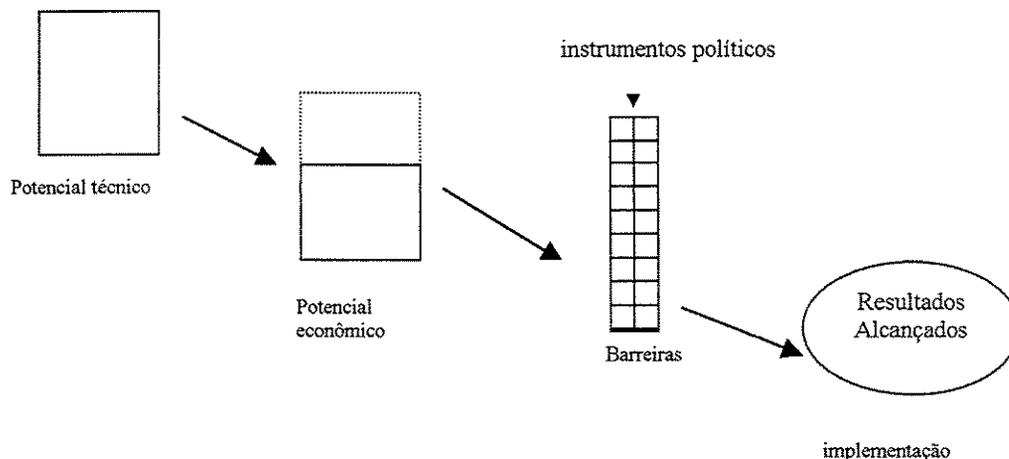
lembram Jannuzzi e Swisher (1997), o planejamento centralizado não favorece ações voltadas ao uso racional da energia, bem como as opções descentralizadas de geração elétrica.

Agências especializadas podem promover a difusão dos programas voltados à efficientização do uso da energia, coordenando os diversos agentes e garantindo a continuidade das ações. Essas mesmas agências devem prover suporte técnico e financeiro aos agentes, sempre que necessário. No Brasil, mesmo com várias limitações, o PROCEL teve durante anos importante papel na articulação das ações, no caso do uso eficiente de energia elétrica.

Em países como EUA, Canadá e Japão, que alcançaram estágios mais avançados de racionalização do uso da energia, a exigência legal de níveis mínimos de eficiência para diversos tipos de equipamentos levou a bons resultados (Haddad *et al.*, 1999). No Brasil, somente em 17 de outubro de 2001 foi aprovada a lei 10.295, sobre Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, impondo a adoção de níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, para máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no país.

Assim, os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia são obrigados a adotar as medidas necessárias para que sejam obedecidos os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética, constantes da regulamentação específica estabelecida para cada tipo de máquina e aparelho. Para o estabelecimento desses indicadores devem ser ouvidos, em audiência pública, entidades representativas de fabricantes e importadores, projetistas e construtores de edificações, consumidores, instituições de ensino e de pesquisa e demais entidades interessadas. O não cumprimento das especificações legais pode resultar na aplicação de multas. A lei também estabelece que o Poder Executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no País.

Assim como barreiras institucionais reduzem o potencial de racionalização do uso da energia, ações políticas e regulatórias possam permitir a superação de algumas barreiras. A Figura 2.2 ilustra como “instrumentos” podem permitir que os resultados efetivamente alcançados sejam melhores do que o potencial econômico existente em um contexto de livre mercado. Os instrumentos indicados na figura correspondem ao conjunto de mecanismos de fomento que podem ser institucionalmente aplicados.



Fonte: Intersee – Programme Joule III (1998)

Figura 2.2 Aplicação de mecanismos de fomento para melhorar os resultados de programas de racionalização do uso da energia

### 2.2.5 Barreiras relativas à educação e à divulgação

Essas barreiras estão intimamente relacionadas com as barreiras de informação, comentadas no item 2.2.1. Sem a devida divulgação do potencial e de casos bem sucedidos, as ações de uso eficiente de energia ficam restritas a um pequeno número de consumidores e de empresas (Gruber e Brand, 1991). Segundo Brown (2001), uma das dificuldades da divulgação de resultados bem sucedidos está na própria quantificação do sucesso, ou seja, na avaliação das economias de energia alcançadas. Outra dificuldade advém da baixa divulgação de informações sobre novas tecnologias junto ao mercado consumidor (Levine *et al.* apud Worrel *et al.*, 2001).

Por outro lado, o sucesso dos programas depende da conscientização dos consumidores quanto à necessidade da racionalização do uso da energia e de seus benefícios econômicos, ambientais, estratégicos, etc. (Reddy e Shrestha, 1998). Mas programas de conscientização têm um custo significativo e são de retorno a longo prazo.

Ações voltadas à educação do grande público sobre conservação deveriam ser conduzidas através de publicações e ter maior cobertura da mídia. No Brasil, antes da crise de abastecimento elétrico em 2001, praticamente não existiam campanhas de conscientização, exceto algumas elaboradas pelo PROCEL e por algumas empresas distribuidoras de energia elétrica. Cabe notar que, superada a crise, as campanhas criadas em 2001 simplesmente deixaram de existir.

### **2.2.6 Barreiras relacionadas a não consideração das externalidades**

Externalidades são benefícios ou custos associados a uma dada atividade econômica, sem que esses custos ou benefícios econômicos sejam imputados a qualquer dos agentes nela diretamente envolvidos. Em outras palavras, os preços desses bens ou serviços não refletem os benefícios e os custos externos (Acsehrad, 1995).

Há muito se sabe, e cada vez mais se tem a confirmação científica, de que a geração e o uso de energia acarreta danos ambientais significativos. Por exemplo, os custos associados aos impactos da poluição atmosférica quando da geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis não são considerados quando da definição das tarifas. Por outro lado, os custos desses impactos sobre a saúde populacional e o meio ambiente natural recaem sobre o conjunto da população, e não unicamente sobre os produtores e consumidores da eletricidade gerada (Parfomak, 1997; Dincer e Rosen, 1999). Como esses custos não são considerados na análise econômica tradicional, as tarifas e os preços dos energéticos são artificialmente mais baixos para o consumidor final, gerando distorção de seu comportamento e reduzindo sua motivação quanto à racionalização do uso da energia.

### **2.2.7 Barreiras organizacionais**

Barreiras organizacionais referem-se à formação inadequada e à falta de qualificação profissional dos tomadores de decisão (*decision makers*). De uma forma geral, as organizações são fortemente influenciadas pelos tomadores de decisão. Em diferentes áreas de atuação das empresas – não só em questões energéticas – as barreiras organizacionais podem ser identificadas e explicam a perda de oportunidades e a falta de iniciativas (Weber, 1997).

O problema é potencializado nas pequenas organizações, tanto em função da escassez de quadros quanto em função da ascendência que os tomadores de decisão têm sobre os demais dirigentes da empresa. Até porque os tomadores de decisão são, muitas vezes, os proprietários ou herdeiros do negócio.

No caso das micro, pequenas e médias empresas, analisadas neste trabalho, verifica-se em geral a ausência de visão empreendedora. Assim, os tomadores de decisão são guiados por uma visão tradicional e conservadora dos negócios e são movidos, muitas vezes, pela visão dos interesses familiares.

## Capítulo 3

### Principais Programas de Conservação de Energia no Brasil e no Mundo

#### 3.1 Introdução

No Brasil, o primeiro choque de preços do petróleo teve pequena repercussão e até o início dos anos 1980 muito pouco foi feito com o objetivo de racionalizar o uso da energia. Já à época do segundo choque de preços do petróleo, como o país era extremamente dependente das importações do petróleo e, à época, tinha início um período de crise econômica, houve a necessidade de redução do consumo interno de derivados. Uma das primeiras medidas implementadas foi o aumento do preço dos derivados (Haddad *et al.* 1999).

Na seqüência, outras medidas foram adotadas visando diminuir a importação de petróleo e a diversificação da matriz energética, tais como (Haddad *et al.*, 1999):

1. Intensificação da prospecção de petróleo no país, por parte PETROBRÁS, visando o aumento da produção interna;
2. Expansão do PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool, com o início da produção de álcool hidratado, já que a produção de álcool anidro, para ser misturado à gasolina, havia começado em 1975;
3. Expansão dos investimentos em hidroelétricas, com a utilização de capital externo para a construção de grandes usinas, tais como Itaipu e Tucuruí.

Em função do aumento da capacidade de geração hidroelétrica, e de uma seqüência de anos hidrológicamente favoráveis, o Governo Federal passou a adotar em 1981 uma política de incentivo à substituição de derivados de petróleo por energia elétrica. Assim, foi instituído o

programa EGTD (Energia Garantida por Tempo Indeterminado), pelo qual a eletricidade era vendida a tarifas 30% menores, principalmente para o setor industrial. Esse programa teve continuidade até 1986 (Haddad *et al*, 1999).

Também em 1979, logo no início do segundo choque dos preços do petróleo, foi criada a Comissão Nacional de Energia – CNE, com o objetivo de estabelecer diretrizes que permitissem a racionalização do consumo e o aumento da produção nacional de petróleo. Naquele momento, todas as ações voltadas à racionalização do uso de energia foram direcionadas aos derivados de petróleo e, assim, os primeiros programas institucionais de conservação de energia tiveram nos derivados sua prioridade. O maior desses programas foi o Programa de Conservação de Energia do Setor Industrial – CONSERVE – descrito a seguir.

### **3.2 CONSERVE**

O consumo de gasolina, naquela época o derivado mais importante para o país, foi bastante reduzido em função da política de preços adotada e do sucesso inicial do PROÁLCOOL. Com a necessidade de nova redução das importações de petróleo houve a necessidade de se reduzir o consumo de derivados nas indústrias, tendo sido decretados cortes lineares e compulsórios nas cotas de consumo de óleo Diesel (5%) e de óleo combustível (10%). Essa política de cotas reduzidas vigorou de 1979 a 1983 (Haddad *et al*, 1999).

Além de impopulares no meio empresarial, essas medidas eram insuficientes para o cumprimento das metas almejadas. Então, o Governo Federal instituiu o Programa CONSERVE, com o objetivo de estimular o uso racional de derivados de petróleo e sua substituição no setor industrial. O programa tinha vários sub programas, sendo que um deles correspondia à realização de diagnósticos em segmentos industriais, sem ônus para as empresas favorecidas. Esses diagnósticos eram feitos em cada Estado por centros de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico. No Estado de São Paulo, por exemplo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT – fez noventa diagnósticos junto aos maiores consumidores industriais de óleo combustível, identificando possibilidades de racionalização do consumo de derivados e alternativas de substituição por outras fontes energéticas.

As ações de divulgação do Programa corresponderam à produção de folhetos que reportavam estudos de casos e à publicação de manuais específicos para os principais segmentos industriais. O IPT foi contratado para fazer esse trabalho.

Para estimular a substituição de derivados de petróleo foi criada uma linha especial de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento – BNDES – para viabilizar os investimentos necessários em segmentos industriais prioritários. Três segmentos firmaram protocolos com o Governo Federal, pelos quais se comprometeram substituir derivados de petróleo por lenha (as indústrias de papel e celulose), por carvão vegetal (as indústrias siderúrgicas) e por carvão mineral (as indústrias de cimento). Os empréstimos feitos tinham taxa de juros de 5% ao ano e prazo máximo de amortização de 8 anos, com três anos de carência (Haddad *et al.*, 1999).

Estima-se que no período 1981-1985 o Programa CONSERVE possibilitou a redução do consumo de 1,76 milhão de toneladas equivalentes de petróleo – tEP – de derivados, sendo a quase totalidade (1,74 milhão tEP) de óleo combustível. Tal resultado permitiu a redução de cerca de 18% no consumo industrial de óleo combustível no país, já no seu ano de lançamento (Haddad *et al.*, 1999).

Na prática, grande parte dos recursos investidos no contexto do Programa CONSERVE visaram a substituição de derivados por outros energéticos, tendo sido muito pouco investido em medidas de efficientização. Dos dados apresentados na Tabela 1.3 pode-se concluir que 79% dos resultados alcançados em redução do consumo (1,38 milhão de tEP) corresponderam à substituição de derivados de petróleo e apenas 21% à melhoria da eficiência no seu uso (373,9 mil tEP). Deve também ser salientado que houve grande concentração dos investimentos – 82,8% do total – nos três segmentos industriais que firmaram protocolos com o Governo Federal.

Em relação a seus objetivos iniciais, o programa CONSERVE apresentou resultados modestos. Foram avaliados (Haddad *et al.*, 1999) como causas do relativo fracasso os seguintes pontos: conjuntura econômica desfavorável como fator inibidor de novos investimentos; apesar dos altos preços do petróleo, pequena participação do custo do combustível sobre o preço final do produto; descontinuidade da política de preços; indefinição de políticas nacionais e regionais quanto a energéticos alternativos; desarticulação e sobreposição de ações e falta de critérios entre as várias instituições à época envolvidas com a racionalização do uso de energia; rotina de operação do programa excessivamente burocrática; condições indiferenciadas para pequenos e

grande empresas e pequenos e grandes projetos. Com a queda dos preços internacionais do petróleo o programa praticamente deixou de existir a partir de 1985, embora não tenha sido oficialmente extinto naquele ano. Com isso, o montante de recursos alocado ao programa não foi todo utilizado e apenas 40% das empresas, os maiores consumidores de derivados de petróleo, foram diretamente atendidas.

Tabela 3.1 Economia total de derivados de petróleo, no período 1981-1985, em 10<sup>3</sup> tEP, devido ao Programa CONSERVE

Setores	Conservação	Substituição	Total
Papel e Celulose	155,1	165,8	320,9
Siderurgia	146,7	486,8	633,5
Cimento	0,4	498,6	499,0
Petroquímico	26,6	93,3	119,9
Energético	42,0	7,4	49,4
Metalurgia	2,1	13,9	16,0
Mineração	---	8,6	8,6
Agroindústria	1,0	88,8	89,8
Material de Construção	---	18,0	18,0
<b>Total</b>	<b>373,9</b>	<b>1.381,2</b>	<b>1.755,1</b>

Fonte: Piccinini, M. apud ANEEL (1999)

### 3.3 PROCEL

Em 1985 foi criado o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, cuja responsabilidade de coordenação foi atribuída à ELETROBRÁS. O PROCEL tinha por objetivos gerais o combate ao desperdício na produção e no uso de energia elétrica, propiciando uma redução de custos globais e novos investimentos no sistema elétrico.

O programa teve duas fases distintas. A primeira fase do Programa correspondeu ao período 1986-1992, no qual o PROCEL investiu aproximadamente R\$ 24 milhões em programas

de conservação de eletricidade no uso final. Estimou-se no final dessa fase economias de 1.200 GWh por ano. Os resultados foram pequenos, em função da falta de foco do Programa.

Segundo o próprio PROCEL, as características e objetivos específicos da primeira fase do programa eram:

- i) preocupação com a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, visando a incorporação de novas tecnologias ao acervo científico e tecnológico do país;
- ii) promoção de assistência tecnológica ao segmento industrial;
- iii) melhor conhecimento do comportamento do mercado consumidor de energia elétrica (ou seja, melhor conhecimento dos usos finais), incluindo a análise dos hábitos de consumo e a eficiência dos aparelhos de uso final de energia elétrica;
- iv) promoção da conservação de energia elétrica através da normalização, padronização e certificação de equipamentos empregados no uso final da energia;
- v) maximização da relação benefício/custo sob um enfoque social.

Já na segunda fase do PROCEL as ações visaram melhores resultados, expressos em energia economizada. Mas, ao menos no início dessa nova fase, poucos recursos foram alocados e houve cortes no orçamento e no quadro de pessoal. Alguns fatos relevantes para a reativação do PROCEL foram:

- A Lei 8631, de 04/03/92, criou a RGR – Reserva Global de Reversão e designou uma parte dos recursos para investimento em conservação de energia. A RGR tornou-se importante fonte de recursos para o PROCEL;
- Através de um acordo de cooperação com o PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o PROCEL passou a contar com apoio para implementação de projetos piloto, reestruturação de procedimentos administrativos, capacitação e treinamento de seus recursos humanos;
- O PROCEL passou a executar, com regularidade, avaliações institucional, administrativa e técnica;
- Ainda em 1993 foi criada, pelo Governo Federal, a Campanha Nacional Contra o Desperdício;

Ainda em 1993 foi criado o Grupo de Apoio à Secretaria Executiva do PROCEL – GASE, com o objetivo de analisar as prioridades e estratégias de implantação do Programa. O GASE era composto por 60 instituições nacionais e internacionais, entre as quais universidades, centros de pesquisa, associações de classe, agentes de financiamento, concessionárias de eletricidade, ONG's – Organizações Não Governamentais – e ESCO. Buscou-se, assim, formar uma rede de instituições voltadas à eficiência energética. A partir de 1994, o PROCEL passou a concentrar suas atividades em 5 projetos distintos: o PROCEL nas escolas, as feiras de energia, seminários, ações voltadas à iluminação pública e os diagnósticos energéticos.

Em parceria com as concessionárias e com outras instituições, o PROCEL desenvolveu algumas ações relevantes, entre as quais destacam-se as apresentadas a seguir:

- **Desenvolvimento de tecnologia** – com apoio de instituições de pesquisa e fabricantes foram desenvolvidos novos produtos, para a redução de perdas elétricas. Por exemplo, houve o desenvolvimento de motores elétricos e de materiais empregados em motores, bem como houve o desenvolvimento de sistemas de iluminação mais eficientes (e.g., componentes para luminárias de sódio de alta pressão e reatores para luminárias fluorescentes);
- **Definição de procedimentos de teste, padronização e etiquetagem** – no caso dos refrigeradores e das luminárias fluorescentes, o trabalho feito levou à redução média de cerca de 10% no consumo de energia dos novos produtos;
- **Legislação** – a partir do decreto 730 do DNAEE, de 1994, as concessionárias puderam passar a incluir os investimento em eficiência energética no custo de seus serviços (tarifas);
- **Marketing e Informação** – os serviços de auditoria energética no setor industrial foram, durante anos, um importante serviço do PROCEL e das concessionárias. Para tanto, foi desenvolvido um programa de computador, o MARK IV. O PROCEL também passou a conceder selos de conformidade ao motores elétricos mais eficientes e a promover refrigeradores, condicionadores de ar e motores mais eficientes.
- **Educação e Treinamento** – O PROCEL buscou uma estratégia voltada à conscientização de estudantes em diferentes níveis (da escola primária à universidade) e patrocinou cursos sobre eficiência energética e gestão pelo lado da demanda – GLD para empregados de concessionárias e de ESCO.

Resultados atribuídos ao PROCEL, alcançados no período 1986-2000, são apresentados na Tabela 3.2. Deve ser destacada a descontinuidade dos investimentos feitos, com drástica redução a partir de 1997. A comparação entre os investimentos aprovados no Programa e os investimentos evitados, em função das economias verificadas, atestam grande sucesso do ponto de vista econômico. No período de 1986-2000, o Programa possibilitou economia de energia de cerca de 11.600 GWh, a custo de aproximadamente R\$ 350 milhões (R\$ 30,2/MWh), frente a um investimento evitado de R\$ 5,3 bilhões na construção de usinas com capacidade instalada de 2.670 MW (R\$ 1985/kW).

Tabela 3.2 Resultados do PROCEL no período de 1986/2000

	1986-1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Investimentos aprovados (R\$ milhões)*	24	9,5	30	50	122	50	40	26
Energia economizada/ geração adicional (GWh/ano)	930	344	572	1.970	1.758	1.909	1.862	2.300
Redução de demanda na ponta (MW)	149	70	103	293	976	532	418	640
Usina Equivalente (MW) **	220	80	135	430	415	440	420	530
Investimento evitado (R\$ milhões)	440	160	270	860	830	880	840	1060
* não incluindo os custos com pessoal da ELETROBRAS/PROCEL e incluindo os recursos da RGR								
** a partir da energia economizada, considerando um fator de capacidade típico de 56% para usinas hidrelétricas e considerando 15% de perdas médias na Transmissão e Distribuição								
Fonte: ELETROBRAS/PROCEL (2002)								

### 3.4 CONPET

O Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET foi criado em 1991 por decreto presidencial, com o objetivo de estimular o uso eficiente de energia nos setores de transportes, residencial, industrial, comercial, e agropecuário. O CONPET é um programa do Ministério de Minas e Energia, mas coube à PETROBRÁS fornecer recursos técnicos, administrativos e financeiros para seu funcionamento.

Os objetivos declarados do CONPET incluem o aumento de 25% na eficiência do uso de derivados de petróleo e de gás natural, em um horizonte de 20 anos. Para tanto, e como

consequência desse resultado, os seguintes objetivos específicos podem ser identificados (CONPET, 2002):

- criação de uma mentalidade anti-desperdício no uso dos recursos naturais não renováveis;
- redução de emissões atmosféricas que causam poluição a nível local e global;
- estímulo a pesquisa e ao desenvolvimento de processos que resultem em aumento da eficiência energética;
- contribuição ao aumento da produtividade em setores econômicos consumidores de combustíveis fósseis.

A seguir são descritos os principais projetos desenvolvidos no âmbito do CONPET (CONPET, 2002).

- **Projetos institucionais** – o programa “CONPET nas escolas” está direcionado aos professores da quinta a oitava séries do ensino fundamental. Os professores recebem, em cursos de capacitação, informações teóricas e práticas sobre o petróleo e gás natural, uso racional de energia e meio ambiente. Material didático também é entregue para ser distribuído a seus alunos. O programa foi criado em 2002 e, desde então, mais de 4.500 professores foram capacitados, beneficiando mais de um milhão de alunos.
- **Setor de transporte** – o “Siga Bem” e o “Economizar” são os dois projetos do CONPET relativos ao setor de transportes rodoviários. O “Siga Bem” teve início em 1994 e é um programa orientado aos caminhoneiros, visando a redução do consumo de óleo Diesel. Em cerca de 100 postos de serviço PETROBRÁS, localizados nas principais rodovias do país, os caminhoneiros são orientados a como racionalizar o uso de Diesel e têm acesso a um centro de diagnóstico no qual é feita uma avaliação sobre o desempenho dos motores e o consumo de combustível. A avaliação de resultados feita pelo CONPET é muito superficial, partindo do princípio que cada caminhão atendido conseguiu uma redução de 5% em seu consumo. Já o “Economizar”, lançado em 1996, é direcionado às empresas de transporte de carga e de passageiros e tem como objetivo apoiar essas empresas na implementação e/ou melhoria dos procedimentos de gestão do uso do óleo Diesel e em medidas visando a qualificação profissional dos motoristas e mecânicos. Laboratórios móveis permitem a análise da qualidade do combustível

utilizado, a análise das emissões atmosféricas e a apresentação de sugestões sobre manutenção dos veículos. Segundo o CONPET, até meados de 2001, 67 mil veículos de mais de cinco mil empresas haviam sido checados. Veículos periodicamente monitorados quanto ao consumo e às emissões podem receber um selo de eficiência energética. A economia anual de Diesel é estimada em quase 150 milhões de litros.

- **Setor industrial** – a maior parte das ações do Programa têm estado restritas ao que é feito pela PETROBRÁS, em suas próprias unidades, através de sua Comissão Interna de Conservação de Energia.
- **Setor de Geração de Energia** – a tendência da Petrobrás é tornar-se auto-suficiente em eletricidade e, eventualmente grande produtor independente para o setor elétrico, através de projetos de co-geração.
- **Setor residencial** – no setor residencial, o gás liquefeito de petróleo – GLP é o derivado mais importante. O GLP é consumido por mais de 90% da população na cocção de alimentos, e por uma parcela bastante menor no aquecimento d'água. Com o histórico subsídio dado ao GLP não houve estímulo ao aumento da eficiência em seu consumo. A ação do CONPET está orientada a acordos com as indústrias de fogões e aquecedores a gás. A etiquetagem de fogões e aquecedores a gás só começou recentemente.

### **3.5 A ANEEL e os Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica das Concessionárias**

#### **3.5.1 Investimentos obrigatórios impostos pela ANEEL**

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – foi criada pela Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996. Tem como atribuições regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica, defender o interesse do consumidor, mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia, garantir tarifas justas, zelar pela qualidade do serviço, exigir investimentos, estimular a competição e assegurar a universalização dos serviços.

Segundo a própria Agência, a missão da ANEEL é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade (ANEEL, 2002).

Os contratos de concessão assinados a partir do ciclo 1998/1999, regulados pela ANEEL, obrigaram as concessionárias privatizadas a aplicar 1% de suas receitas anuais em programas de combate ao desperdício de energia elétrica (dos quais, 25% em projetos pelo lado da demanda) e de pesquisa e desenvolvimento (aplicação de, no mínimo, 0,1% da receita). Em 24 de julho de 2000 os percentuais para investimento mínimo em P&D foram alterados pela Lei 9.991. A partir de então, todas as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica passaram a ser obrigadas a aplicar em P&D, incluindo as empresas transmissoras. A determinação é que as concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica apliquem, anualmente, o montante de no mínimo 0,75% da sua receita operacional líquida em programas de pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, 0,25% em programas de eficiência energética, voltados para o uso final de energia.

Os percentuais de investimento em programas de P&D e eficiência energética, definidos pela legislação, são sumarizados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Regras para investimentos em P&D e eficiência energética pelas empresas do setor elétrico – investimentos como porcentagem da receita operacional líquida – ROL

Empresa	Regra de transição			Regra definitiva		
	P&D	Eficiência	Validade	P&D	Eficiência	Validade
Geração	0,25 * e 1,00	---	Até 31/12/2005	1,00	---	Após 01/01/2006
Transmissão	-	---	---	1,00	---	Após celebração do contrato
Distribuição	0,50	0,50	Até 31/12/2005	0,75	0,25	Após 31/12/2005

Fonte: Lei no. 9.991 de 24 de julho de 2000

\*percentual válido para as empresas Gerasul, CGEET e CGEEP

### 3.5.2 Manual anual de combate ao desperdício

A ANEEL elaborou um manual sobre os procedimentos para elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica das empresas concessionárias e permissionárias de serviço de distribuição de energia elétrica. Os projetos recomendados incluem os abaixo descritos.

**Ações voltadas ao incremento da eficiência no uso final de energia elétrica** – Visam o uso racional e eficiente da energia por parte dos consumidores finais. Resultam em economia e benefícios energéticos diretos com a redução do consumo nas instalações existentes.

**Ações voltadas ao incremento da eficiência na oferta de energia elétrica** – As empresas elétricas podem empreender projetos visando a redução de suas perdas técnicas e comerciais globais, tais como ações com ênfase no aumento da oferta e no gerenciamento da curva de carga dos sistemas de distribuição.

**Adoção de controladores de demanda/novas modalidades tarifárias** – Alguns dos projetos possíveis em unidades consumidoras de baixa tensão não visam a redução do consumo de eletricidade, mas sim a melhoria do fator de carga, com o objetivo de reduzir e/ou deslocar a demanda de ponta. A introdução de novas modalidades tarifárias aumenta a motivação do ponto de vista do consumidor.

**Projetos básicos para gestão do sistema elétrico de distribuição** – As empresas elétricas podem desenvolver projetos voltados à identificação das curvas de cargas e demais parâmetros operacionais do sistema elétrico. Também têm sido realizados projetos de implantação de sistema de gestão de redes de distribuição.

**Eficiência energética em instalações próprias** – Projetos voltados ao aumento da eficiência no uso da energia nas instalações das próprias empresas elétricas também são considerados como projetos na área de oferta.

### **3.6 Linhas de Financiamento**

As linhas de financiamento voltadas à racionalização do uso da energia e disponibilizadas por instituições estatais, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, não fazem parte dos programas acima descritos. Algumas das principais linhas de crédito para investimentos nessa área são descritas abaixo:

- FINAME Eficiência Energética – voltada à aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, sem estabelecer limite de valor;
- FINAME Importação/Eficiência Energética – voltada ao financiamento, através de instituições financeiras credenciadas, da importação de máquinas e equipamentos novos destinados às micro, pequenas e médias empresas;
- BNDES Automático Eficiência Energética – voltada ao financiamento de projetos de eficiência energética, inclusive a aquisição de máquinas e equipamentos novos nacionais.<sup>1</sup>

### **3.7 Ações Conduzidas Quando da Crise de Abastecimento Elétrico, em 2001**

No Brasil, grande parte da capacidade instalada de geração de energia elétrica tem origem hídrica. Em 2001, em função da falta de investimentos e após um período hidrológico desfavorável, os reservatórios das regiões Sudeste e Nordeste chegaram a níveis críticos, isto é, abaixo de 25%, quando a margem de segurança é de aproximadamente 50% (ANEEL, 2002).

À época o governo federal criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, que adotou o racionamento obrigatório nas regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, com exceção do Maranhão. Para o consumidor residencial foi aplicado um fator redutor de 20%, com cobrança diferenciada para consumo mensal acima de 200 kWh. Os consumidores rurais tiveram um percentual de redução menor, de 10%. Por outro lado, a indústria teve um tratamento diferenciado e o percentual de redução no consumo variou de 15% a 25%, em função do nível de tensão e do ramo de atividade da empresa. Estima-se que no Brasil haja 40 milhões de consumidores residenciais, 500 mil consumidores industriais, 3,9 milhões comerciais e 1,9 milhão rurais.

Em função das metas de consumo impostas, do significativo custo adicional sobre o consumo excedente e, principalmente, do risco de corte caso as metas individuais não fossem cumpridas, os resultados obtidos foram significativos. Os resultados, no entanto, se deveram

---

<sup>1</sup> A respeito dos desembolsos efetivos, o BNDES (2003) foi recentemente consultado mas as informações obtidas não são precisas quanto ao Programa em questão. Segundo o BNDES, os desembolsos nessa linha de crédito correspondem a R\$ 324.681,00, em cinco operações, para o Programa de Pequenas Centrais Elétricas, e R\$ 148.562.978,00, em 16 operações, para o Programa do Setor Elétrico.

muito mais às ações voluntárias do que à existência de um programa institucional bem estruturado.

Segundo Jannuzzi (2002), essa crise de abastecimento elétrico trouxe vários ensinamentos para os agentes, isto é, o governo, especialistas e os consumidores (residenciais, comerciais e industriais):

- evidenciou a importância do planejamento do setor elétrico;
- evidenciou o grande potencial de redução do consumo;
- forçou a mudança de hábitos culturais de consumidores, que também passaram a melhor conhecer equipamentos mais eficientes;
- forçou a indústria fornecedora de equipamentos a desenvolver novos produtos, mais eficientes;

No que diz respeito ao segmento das micro, pequenas e médias empresas, objeto do presente estudo, à época foi criado um programa de incentivo à eficiência, chamado Programa Energia Brasil, que incluía um versão específica para as MPME. Este projeto foi elaborado conjuntamente com o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. O Programa se justifica pois, estima-se que 98% das micro, pequenas e médias empresas têm um potencial de economia de 30%, ou seja, 30 milhões de MWh/ano, o que representaria a possibilidade de redução de R\$ 5,7 bilhões nas despesas anuais de energia elétrica. A previsão de investimento no Programa Energia Brasil, que incluía o segmento de MPME, era de R\$ 1 bilhão<sup>2</sup> (Gazeta Mercantil, 2001).

O Programa foi estruturado em cinco linhas de ação:

1. informação e sensibilização, através de campanhas, palestras e encontros, concursos nacionais, feiras e rodadas de negócio;
2. capacitação, visando formar agentes de energia, instrutores e consultores, através de programas de treinamento presenciais. Programas de treinamento à distância também são previstos. As metas de capacitação correspondem à formação de 1.400 consultores,

---

<sup>2</sup> Em Maio de 2003, apenas a parte do SEBRAE (Programa SEBRAE de Eficiência Energética) do Programa Energia Brasil estava em andamento. O orçamento do programa do SEBRAE, em Março de 2002, era de cerca de 48 milhões de Reais (Rodrigues, 2003).

- 1.950 agentes de energia, 12 mil instrutores e 1,35 milhão de empreendedores. Para tal finalidade foram disponibilizados R\$ 165 milhões;
3. realização de diagnósticos de consultorias, com financiamento desses estudos e proposição de projetos de fontes alternativas de energia. A meta é avaliar 500 mil pontos críticos, realizar 50 mil diagnósticos e viabilizar 100 projetos de demonstração;
  4. concessão de crédito, financiando projetos de efficientização ou a substituição de equipamentos, inclusive substituindo o uso de energia elétrica;
  5. gerenciamento e avaliação, através de pesquisas para avaliação de economias que foram efetivamente geradas pelo programa.

### **3.8 Programas de Conservação de Energia no Exterior<sup>3</sup>**

A título ilustrativo, são descritos a seguir as políticas e programas voltados à promoção do uso racional de energia na França, Reino Unido e EUA.

#### **3.8.1 França**

A França possui pequenas reservas de petróleo e, por conta de sua vulnerabilidade do ponto de vista do suprimento energético, quando das crises do petróleo um grande esforço foi feito para a substituição de fontes de energia, com particular ênfase para a energia nuclear, e para o aumento da eficiência no uso da energia.

Em 1993, a empresa elétrica estatal Francesa, *Electricité de France* – EDF e a agência energética nacional, *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* – ADEME assinaram um acordo visando:

- (i) A elaboração de programas de eficiência energética e a redução do consumo específico de matérias-primas;
- (ii) A promoção das fontes renováveis de energia;
- (iii) A promoção do uso de tecnologias energeticamente eficientes e de baixo impacto ambiental;
- (iv) Impor restrições à geração de resíduos industriais, municipais e agrícolas;
- (v) Promover a prevenção e a redução da poluição, em um sentido amplo;

A principais ações nos vários setores da economia são descritas a seguir:

Nos setores residencial e público, as ações principais foram:

- (i) Definição de padrões mínimos de eficiência térmica para novos prédios, que já foram revistos várias vezes desde 1974;
- (ii) Publicação de manuais para profissionais da construção civil, visando a construção de prédios mais eficientes;
- (iii) Desde 1997 existem novas regulamentações relativas aos sistemas de ar condicionado em edifícios comerciais e residenciais;
- (iv) Permissão do financiamento via *leasing* para a introdução de equipamentos mais eficientes em prédios públicos;
- (v) Concessão de isenções fiscais na compra de isolamento térmico, de dispositivos de controle de sistemas de aquecimento e na troca de aquecedores;
- (vi) Organização de programas de educação, treinamento e informações.

Há uma regulamentação relativa ao consumo de energia elétrica no setor industrial desde 1977, que obriga inspeções periódicas nas instalações eletro-intensivas. As empresas pagam por essas auditorias, enquanto que em pequenas empresas o governo subsidia auditorias voluntárias. O governo Francês também iniciou um trabalho de treinamento e prestação de informações sobre eficiência energética que, depois, passaram a ser conduzidos por organizações profissionais ligadas ao comércio e à indústria, bem como por centros tecnológicos;

O governo Francês também tem incentivado investimentos através da permissão de depreciação acelerada – em 12 meses – quando da compra de sistemas que permitem economizar energia ou de produção de eletricidade (por exemplo, de cogeração). Sistemas de cogeração também são isentos de impostos sobre o consumo de gás natural e óleo combustível.

No setor de transportes a inspeção técnica de veículos tem sido obrigatória desde 1985, inclusive com a realização de testes de emissões. O governo Francês tem apoiado financeiramente as autoridades municipais que querem modernizar o sistema de transporte urbano, investido no transporte ferroviário de alta velocidade e encorajado a expansão de ciclovias em cidades.

---

<sup>3</sup> Texto baseado em IEA (1998a e 1998b) e Haddad (1999).

No que diz respeito aos preços e tarifas, na França os impostos sobre o valor de venda da gasolina são altos – os impostos representam quase 80% do preço ao consumidor. Para incentivar o uso de fontes renováveis de energia não são cobrados impostos, assim como para o uso de carvão mineral por parte de consumidores não comerciais.

### 3.8.2 Reino Unido

O Reino Unido tem importante experiência na privatização e na liberação do setor energético, de sorte que mesmo pequenos consumidores podem participar do livre mercado. No que diz respeito à eficiência energética, existem programas desde os anos 1970. Na definição de políticas energéticas, a dimensão ambiental tem sido cada vez mais importante.

Os principais objetivos da política energética adotada no Reino Unido são os seguintes:

- (i) No que diz respeito à oferta, o objetivo é encorajar a competição entre os produtores e possibilitar a livre escolha por parte do consumidor;
- (ii) Abolir os subsídios, de forma a que os consumidores paguem o custo real do suprimento energético;
- (iii) Assegurar a participação das empresas de energia no mercado de capitais e viabilizar a privatização de empresas estatais, quando possível;
- (iv) Valorizar os aspectos ambientais nas decisões relativas ao setor energético;
- (v) Promover amplo mercado para a eficiência energética.

Uma das principais instituições em eficiência energética é a EST – *Energy Saving Trust*. A EST é uma organização não lucrativa associada ao governo, à empresa de gás natural – a *British Gas* – e às concessionárias de distribuição de eletricidade. A EST identifica as oportunidades de melhor eficiência energética e fornece suporte para a introdução de tecnologias mais eficientes. Os recursos para o financiamento dos programas do EST provêm do Departamento de Ambiente, Transporte e das Regiões do governo Britânico e do Programa *Electricity Standards of Performance*. Para financiar os programas de efficientização do uso da eletricidade, é cobrado compulsoriamente 1 libra por ano de cada consumidor.

As ações governamentais incluem sugestões aos consumidores domésticos e pequenos empresários, que são fornecidas pelos *Energy Efficiency Advice Centres* – EEACs. Em 1998 havia um total de 50 EEACs.

Algumas dos programas conduzidos no Reino Unido nos últimos anos incluem:

- (i) Incentivo à instalação de aquecedores d'água residenciais mais eficientes, que foi feito com o oferecimento de crédito aos consumidores interessados. Cerca de 9.000 famílias participaram do programa;
- (ii) Incentivo à melhoria do controle dos sistemas de aquecimento, programa que foi conduzido em conjunto com os fabricantes de equipamentos de controle, empresas de montagem e associações comerciais. Incentivos financeiros foram concedidos aos consumidores. O Programa contou com a participação de 17.500 consumidores;
- (iii) Incentivo à melhoria do isolamento térmico de paredes, que foi feito através de incentivos financeiros, primeiramente concedidos pelo governo e depois por comerciantes. Aproximadamente 50.000 consumidores foram atendidos.
- (iv) Incentivo ao emprego de sistemas de iluminação de alta frequência, visando encorajar construtores e instaladores a usar tecnologias de iluminação de alta frequência, que podem reduzir o consumo específico em iluminação em 30%;
- (v) Incentivo às ações de racionalização do uso da energia através do programa HECAction, que criou um clima de competição entre prefeituras que foram encorajadas a atender metas da “Lei de Conservação de Energia no Lar”. Fabricantes de equipamentos, instituições financeiras, associações de moradores, grupos voluntários e concessionárias elétricas se envolveram com o programa;
- (vi) Incentivo às ações de eficiência energética nas escolas, com oferecimento de prêmios para as escolas mais eficientes, além de incentivar a formação e a difusão de informações junto à comunidade.

### **3.8.3 Estados Unidos**

Os Estados Unidos é um grande produtor e, principalmente, grande consumidor de energia. Para se ter uma figura de comparação, a média de consumo per capita nos EUA, em 1995, era de 7,89 tEP, contra 3,35 tEP per capita na média dos países industrializados. Conseqüentemente, desde a crise do petróleo de 1973 os EUA têm programas voltados ao aumento da eficiência energética. Em 1977 foi criado o Department of Energy – DOE, para coordenar todas as atividades nacionais relativas à produção, regulação e racionalização do uso da energia. O DOE é responsável pela definição de políticas energéticas.

As principais metas do DOE são:

- (i) desenvolver e promover as chamadas tecnologias de energia limpa e buscar situações de maior segurança do suprimento energético;
- (ii) promover tecnologias menos impactantes do ponto de vista ambiental;
- (iii) estimular a produtividade econômica do país;
- (iv) reduzir riscos associados à energia nuclear;
- (v) alavancar as atividades de ciência e tecnologia relacionadas à energia.

Uma das divisões do DOE, o *Office of Energy Efficiency and Renewable Energy*, visa estimular as ações de efficientização do uso da energia e promover fontes de energia renovável. O DOE também justifica essas prioridades pela necessidade de mitigar as emissões dos gases causadores do efeito estufa.

O DOE trabalha de forma cooperativa com as indústrias energo intensivas, o que resultou em uma economia de energia estimada em US\$ 20 bilhões no ano 2000. O programa *Industries Future* é uma ação estratégica do DOE com empresas dos segmentos produtores de aço, alumínio, fundidos, produtos florestais, químicos, produtos refinados de petróleo e vidro. Esses sete segmentos industriais representam 80% do consumo setorial, além de serem responsáveis por 80% dos resíduos industriais. Nesse sentido, parte do foco do DOE está na dimensão ambiental, já que os custos e a qualidade do suprimento energético não têm sido questões preocupantes.

No setor industrial um dos programas – de caráter voluntário – é o *motor challenger*, que visa encorajar o uso de motores elétricos e sistemas de transmissão mais eficientes<sup>4</sup>. As ações desse programa correspondem ao estabelecimento de parcerias, à divulgação de casos de sucesso, à difusão de informações, e à aplicação de ações estratégicas de transformação do mercado.

Ainda com relação às indústrias, o DOE acredita que a cogeração pode contribuir significativamente para com a redução das emissões de carbono e, para tanto, coopera com o desenvolvimento e introdução de turbinas a gás mais eficientes.

No setor de transportes, as metas de mais longo prazo correspondem à redução das emissões de óxidos de nitrogênio e de dióxido de carbono em até dois terços em relação às atuais, isso sem comprometimento dos padrões de segurança, conforto e custo. Os resultados alcançados até agora em redução do consumo específico de combustível nos EUA foram obtidos pelo *Corporate Average*

*Fuel Economy* – CAFE – programa que se baseia em metas acordadas entre o DOE e a indústria automobilística. As ações de racionalização do uso de energia no setor transporte, como todos os programas energéticos nos EUA, se baseiam em acordos voluntários, ações regulatórias e no desenvolvimento tecnológico.

Na área de construção civil as ações estão organizadas em três conjuntos: melhoria da eficiência dos sistemas, desenvolvimento de novas práticas e tecnologias; desenvolvimento dos materiais de construção civil; definição de padrões e normas de eficiência para equipamentos e a construção como um todo. Essas ações têm mitigado o aumento do consumo de energia, sendo que as metas para 2010 correspondem a ganhos de eficiência, em relação aos padrões de 1996, de 50% nas residências novas e de 20% nas demais construções.

Programas voluntários direcionados à melhoria da eficiência de equipamentos incluem o *Energy Star Building* e o *Rebuild América*, voltados a dispositivos de aquecimento, refrigeração e sistemas de ar condicionado, e o *Green Light Programme*, para a melhoria dos sistemas de iluminação.

### **3.9 Empresas de Serviços de Energia**

Empresas de Serviços de Energia – ESE, também conhecidas como ESCO, são empresas prestadoras de serviço em energia. Grande parte das ESE estabelecidas são empresas de engenharia ou consultorias independentes, relativamente pequenas. Algumas multinacionais fabricantes de equipamentos de controle, e que têm ESCO no exterior, estão começando a desenvolver atividade similar no Brasil. Em 2001, 27 ESE operavam no Brasil (Gazeta Mercantil, 2001).

No exterior, as ESCO prestadoras de serviços de eficiência energética também assumem riscos do projeto, apresentando garantias sobre os custos de implementação e sobre os resultados esperados. Em geral, as ESCO são remuneradas de acordo com os ganhos no projeto, havendo variantes quanto a forma de pagamento. Já no Brasil, em geral, as ESE não assumem riscos de projeto e trabalham com preço fixo.

As seguintes barreiras à atuação das ESE no Brasil podem ser citadas:

---

<sup>4</sup> Sabe-se que o PROCEL está buscando fazer algo similar no Brasil.

- baixa prioridade dada à energia em relação aos demais fatores de produção;
- baixa consciência dos consumidores com relação às perdas de energia e ao que pode ser feito;
- percepção de pouca credibilidade das ESE;
- ausência de alternativas de financiamento de longo prazo;
- cultura imediatista do empresário nacional, que só investe se o retorno for possível em períodos muito curtos (e.g., 1 ano).

Desde 2001, a FIESP e a ABESCO (Associação Brasileira de ESCO) têm uma parceria para implementação de Programa de Conservação de Energia na indústria. Por esse acordo, os problemas técnicos são repassados a ABESCO e é feito um contrato de desempenho associado a retorno de capital. (Hans, 2001). Essa prestação de serviço conta com financiamento de bancos e instituições financeiras norte-americanas, japonesas e brasileiras. De acordo com a ABESCO, o retorno é garantido em energia e se não houver garantias de retorno não há viabilização do financiamento.

## **Capítulo 4**

### **Uso Racional de Energia, Qualidade Total e Sistemas de Gestão Ambiental**

#### **4.1 Introdução**

Neste capítulo são abordados os conceitos, metodologias e ferramentas do Gerenciamento da Qualidade Total, dos Sistemas de Gestão Ambiental e a potencial relação desses com os chamados Programas de Conservação de Energia. Tal relação é citada, ou preconizada, por alguns autores, além de que existem casos de sucesso de implementação simultânea desses programas. Alguns desses casos são descritos ao fim deste capítulo.

#### **4.2 Conceitos de Qualidade**

Na década dos anos oitenta a qualidade passou a ser um dos temas de maior atenção das empresas. Segundo Garvin (1992), a valorização da qualidade nos EUA deveu-se à conjunção de dois fatores: uma maior conscientização por parte dos consumidores e a criação de programas governamentais, visando o aumento da competitividade da produção local, em resposta à crescentes importações.

Segundo Juran (1990), não é fácil conceituar qualidade, sendo que uma das definições que tem mais larga aceitação diz respeito à melhor adequação do produto ao uso. Já Campos (1999) define qualidade de um produto, ou serviço, como sendo sua habilidade de atender perfeitamente, ou seja, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo, às necessidades dos clientes.

### 4.3 Gestão da Qualidade Total<sup>1</sup>

A maior competitividade nos mercados tem trazido desafios às empresas em todo o mundo, devido: à necessidade de contínua diversificação dos produtos; face ao desafio imposto pela redução de custos, principalmente por parte dos países emergentes da Ásia; aos avanços tecnológicos no processo produtivo; e às novas e contínuas exigências normativas de certos países. Empresas que até então tinham a liderança absoluta em seus mercados podem, devido às rápidas mudanças, ter sua sobrevivência ameaçada.

Nessas condições, a sobrevivência de uma empresa requer não apenas o esforço de cada empregado, mas também uma certa capacidade de organização, o que pressupõe a existência de procedimentos metodológicos específicos, voltados à produção e a seu controle. Segundo Campos (1999), esses métodos devem ser aprendidos e aplicados por todos.

Uma das definições de Gestão da Qualidade Total – TQM, é dada por Trevisan Consultores de Empresas (1994), citando o Departamento de Defesa dos EUA. Segundo o autor, TQM é uma filosofia e uma série de princípios que definem uma base metodológica sobre a qual uma empresa pode melhorar continuamente. A aplicação do TQM consiste na aplicação de métodos quantitativos e técnicas gerenciais que visam a melhoria dos processos produtivos, dos serviços prestados e, conseqüentemente, dos recursos humanos da organização, visando o contínuo atendimento das necessidades do consumidor.

Embora sejam observadas na bibliografia variações da conceituação de TQM, a definição acima inclui seus elementos essenciais:

- A melhoria contínua do processo;
- A orientação das pessoas;
- A aplicação de métodos quantitativos;
- O foco no cliente.

Alguns dos que trabalham com qualidade costumam definir TQM em função do desdobramento da expressão Gestão da Qualidade Total, ou seja, a partir do sentido de cada palavra:

---

<sup>1</sup> A expressão Gestão da Qualidade Total corresponde, em Português, ao termo *Total Quality Management*, ou TQM.

**Gestão:** envolve todas as atividades necessárias para o desenvolvimento e a continuidade do programa de qualidade de uma organização. A gestão cria e mantém o ambiente TQM.

**Qualidade:** segundo algumas definições é, em última análise, a plena satisfação do cliente, que é o foco do TQM. O cliente é todo aquele afetado pelo produto, ou serviço, e é definido de duas formas: o cliente como usuário final do produto, ou serviço, conhecido como cliente externo, e o cliente como o próximo processo na organização, conhecido como cliente interno. Ou seja, o TQM foca a satisfação de todos os clientes, internos e externos.

**Total:** significa o envolvimento de tudo e de todos da/na organização em busca da melhoria contínua.

Ainda segundo Trevisan Consultores de Empresas (1994), os elementos chave de um programa TQM são:

- A prevenção de defeitos;
- A melhoria da qualidade do projeto;
- A redução de desperdícios;
- A redução de variabilidades;
- O desenvolvimento de um melhor relacionamento entre empregados, fornecedores e clientes.

Pode-se estabelecer uma comparação entre a gestão tradicional e aquela associada ao TQM, o que é feito na Tabela 4.1, segundo Toledo (1997).

**Tabela 4.1** Comparação entre a gestão tradicional e a gestão da qualidade

Gerenciamento Tradicional	TQM
Atuação casuística	Metodologia de atuação
Foco no curto prazo	Foco no longo prazo, visando melhoria contínua
Solução dos erros	Prevenção dos erros e foco na qualidade do projeto
Importância das opiniões	Importância dos fatos e dados
Ações movidas pelo lucro	Foco na satisfação do cliente
Uso de procedimentos tradicionais	Quebra de paradigmas e melhoria de procedimentos

Fonte: Toledo (1997)

#### 4.4 Visões sobre o TQM

Dentre as várias visões existentes, são apresentadas a seguir as dos autores mais conhecidos, tais como W. Edwards Deming, A. Feigenbaum, Joseph Juran, Philip Crosby e Kaoru Ishikawa. Há várias técnicas para a operacionalização de um Sistema de Gestão da Qualidade, e são vários os conceitos relativos à concepção e implantação desses sistemas.

Para Feigenbaum (1994), Controle de Qualidade Total é um sistema efetivo de integração dos esforços para o desenvolvimento, a manutenção e o aprimoramento da qualidade dos vários grupos em uma organização, visando capacitar os departamentos responsáveis pela produção de um bem, ou serviço, a atender plenamente as necessidades dos clientes da maneira mais econômica. Esta visão pode estar associada, também, ao desenvolvimento de máquinas e equipamentos a fim de satisfazer as necessidades dos clientes, por exemplo quanto à redução do consumo de energia (por exemplo, através do projeto de eletrodomésticos mais eficientes).

Na definição apresentada por Feigenbaum, os objetivos do Controle de Qualidade são atingidos através da organização e da sistematização. A empresa deve desenvolver uma infraestrutura técnica e administrativa com procedimentos claramente estabelecidos e integrados dentro da organização.

Em 1954, Juran (1974) define qualidade como sendo o termo popular que significa adequação ao uso, ou seja, a satisfação provida por um determinado produto no atendimento de um usuário. Este conceito de adequação ao uso é, segundo Juran, um conceito universal aplicável a qualquer tipo de bem ou serviço. Buscando a associação do conceito com a questão energética, pode-se imaginar que os programas de qualidade dos fabricantes de eletrodomésticos, por exemplo, devem orientar o projeto de seus produtos para satisfazer os padrões de consumo esperados por determinadas classes de consumidores.

Já Crosby (1979) dá grande ênfase à motivação. Segundo o autor, é obrigação da alta administração organizar campanhas para que haja receptividade, em todos os níveis das organizações, para com os assuntos relacionados à qualidade. O lema sugerido para esta campanha é “Faça Corretamente a Primeira Vez” (*Do It Right The First Time*).

Quatro questões centrais são definidas por Crosby (1979) para a Gestão da Qualidade:

- Definição da Qualidade;
- Sistema de Qualidade – para que a qualidade seja alcançada, deve haver um sistema que a suporte;

- Padrão de Desempenho – que deve ser “zero defeitos”, ou seja, deve haver uma atitude de prevenção aos defeitos;
- Avaliação da Qualidade – a qualidade deve ser avaliada calculando-se os custos dos erros e suas conseqüências, ou seja, o custo das não-conformidades em função do custo adicional de mão de obra, material, revisões, esperas, tempos mortos, serviços de assistência técnica para reparos, etc.

Por sua vez, Deming (1986) estruturou sua filosofia de administração, na qual destaca a importância da qualidade como fator de aumento da competitividade de uma empresa, a partir das diferenças observadas entre as indústrias americanas e japonesas. Sugeriu que, primeiramente, sejam tratadas e eliminadas as causas específicas de inconformidades e, depois, as causas comuns. As causas específicas podem e devem ser tratadas em níveis mais baixos da organização (“no chão de fábrica”), além de poderem ser eliminadas com baixos investimentos. As causas comuns são eliminadas pela mudança do projeto do sistema e, eventualmente, poderão exigir, relativamente, maiores investimentos. Estabelecendo um paralelo com as ações que visam a racionalização do uso da energia, a eliminação de desperdícios e as ações de manutenção devem ser priorizadas, enquanto as ações que requerem investimento devem ser conduzidas em um segundo momento.

O autor ainda enfatiza a criação de grupos de trabalho com o objetivo de eliminar as instabilidades na operação dos processos industriais. O autor defende o uso intenso de ferramentas estatísticas, para que o controle do sistema possa ser atingido.

O sucesso da qualidade no Japão está associado a Ishikawa e JUSE – *Union Japanese of Scientists and Engineers*. Ishikawa (1998) prega a administração participativa e a busca da satisfação do consumidor. O autor defende que cada etapa do processo produtivo deva ser vista e tratada como se fosse um consumidor. Seus lemas são “faça do próximo processo seu cliente” e “você deve imaginar que o próximo processo (ou etapa, ou posto de trabalho, etc.), é seu cliente”. Segundo Ishikawa, perseguir o lucro imediato implica um risco que, a longo prazo, significará perda da competitividade. Alguns dos conceitos defendidos pelo autor são listados a seguir:

- a ampla utilização de técnicas estatísticas;
- a gestão e o controle por funções (objetivos), e não por departamentos;

- o relacionamento horizontal entre os departamentos, tendo em vista determinados objetivos (por exemplo, maior qualidade, menores custos, melhor manutenção, cumprimento de prazos). A forma orgânica vertical define apenas a hierarquia e não proporciona a ligação horizontal das diversas funções (objetivos);
- controle de qualidade por toda a empresa e evolução da tecnologia (do produto, do processo e na gestão);
- a superação da departamentalização dos setores, através do desenvolvimento do conceito cliente-fornecedor interno e externo<sup>2</sup>.

Finalmente cabe mencionar que para a International Organization for Standardization – a ISO<sup>3</sup> - o termo qualidade é a totalidade de características de uma entidade, que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas dos clientes.

Segundo Harrington (1991), ao perseguirem a qualidade enquanto estratégia competitiva, as companhias concluem que a melhoria da produtividade, a redução de custos e a satisfação dos clientes são objetivos interligados.

## **4.5 Conceito de Processo**

### **4.5.1 Métodos de Controle de Processo**

Algumas metodologias, sistemas e ferramentas de controle de processos são apresentadas a seguir.

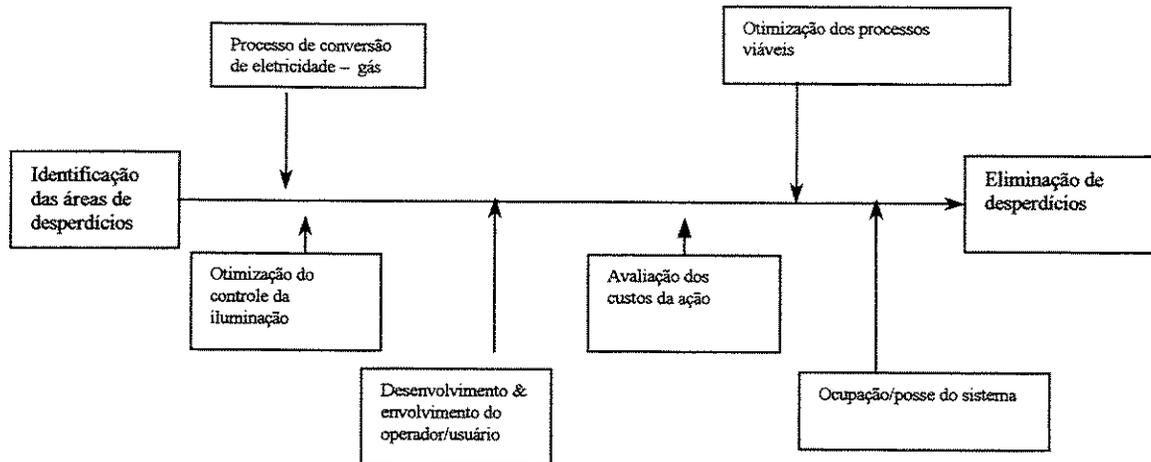
**Relação causa e efeito** – o controle do processo está na essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa e o primeiro passo no controle do processo é a compreensão das relações entre causa e efeito. A partir da observação os Japoneses criaram o diagrama de causa e efeito. Esse diagrama também é chamado de espinha de peixe, ou diagrama

---

<sup>2</sup> A próxima etapa do processo deve ser vista como cliente, e assim por diante, até que o cliente externo seja alcançado.

<sup>3</sup> Federação mundial de órgãos de normatização dos países membros da ONU, que tem por objetivo preparar e emitir normas técnicas. No Brasil é representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

de Ishikawa. O exemplo apresentado na Figura 4.1 corresponde ao Estudo de Caso 4, apresentado mais a frente.



Fonte: EEO (2002a)

Figura 4.1 Diagrama espinha de peixe (causa e efeito) relativo às ações para viabilizar a redução do consumo de eletricidade em edifícios

**Ciclo PDCA** – segundo Campos (1992), o ciclo PDCA é uma ferramenta de controle do processo. Na Figura 4.2 mostra-se o ciclo PDCA (*Plan* – planejar, *Do* – executar, *Check* – verificar, *Action* – atuar), composto das quatro etapas básicas de controle de processos. Alguns comentários sobre as quatro etapas são feitos a seguir:

**Planejamento (P):** consiste no estabelecimento de metas sobre os itens de controle e na definição dos métodos para que as metas propostas possam ser atingidas;

**Execução (D):** etapa de execução das tarefas, exatamente como previstas no plano, e de coleta de dados para verificação do processo. É essencial o treinamento dos envolvidos;

**Verificação (C):** a partir dos dados coletados na etapa de execução, o resultado alcançado é comparado com a meta planejada;

**Atuação corretiva (A):** uma vez detectado desvios, nesta etapa o usuário atuará visando correções definitivas, ou seja, para que o problema seja definitivamente eliminado.

Para Susaki (1993), o PDCA é uma ferramenta extremamente útil e de fácil utilização em todos os níveis da empresa. Apesar de compreensão fácil, a utilização do PDCA requer muita disciplina para que se evite a tendência de atuações casuísticas. O PDCA é uma poderosa ferramenta de gerenciamento, cuja clareza e simplicidade facilita a evolução dos resultados.

Como em qualquer programa de gestão, o ciclo PDCA também pode ser usado no gerenciamento do uso da energia.

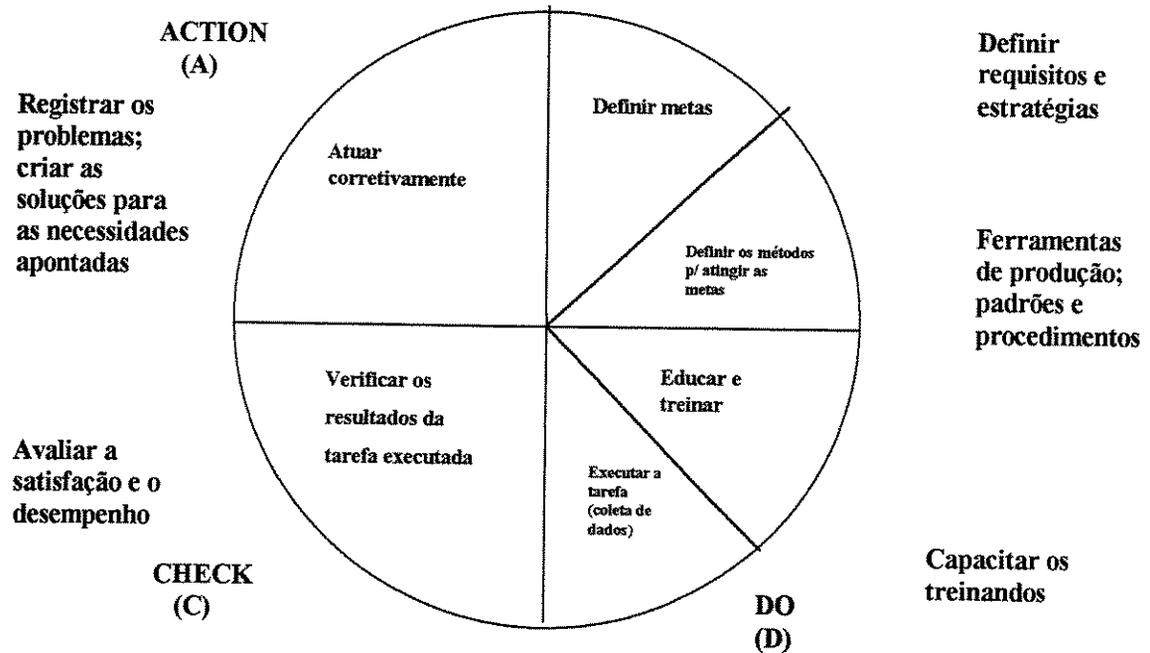


Figura 4.2 Representação esquemática do ciclo PDCA (Campos, 1992)

**Brainstorming** – é uma técnica utilizada por grupos de melhoria, ou times da qualidade, para encorajar a apresentação e a avaliação de idéias a respeito de um determinado assunto, bem como para o esclarecimento de dúvidas. No desenvolvimento da técnica a ênfase é posta na quantidade de idéias, e não na qualidade. Em uma das formas de estruturação, cada participante apresenta uma idéia, o que é positivo por dar oportunidades iguais a todos (Prazeres, 1996).

#### 4.5.2 Técnicas e Ferramentas da Qualidade

A sistematização é uma importante característica dos sistemas de qualidade. Dentro do conceito de qualidade, a solução de problemas requer o emprego sistemático de ferramentas e metodologias. Algumas das metodologias mais empregadas na melhoria dos processos são descritas a seguir.

**Metodologias estatísticas** – o que é conhecido como Sete Ferramentas Estatísticas para a Qualidade corresponde a um conjunto de ferramentas estatísticas básicas aplicáveis à descrição do processo. São elas: folha de verificação, estratificação, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa e efeito, gráfico de controle e diagrama de correlação (Kume, 1992).

Já o Controle Estatístico de Processos – CEP – é um princípio de gerenciamento baseado em um conjunto de técnicas estatísticas. O objetivo é garantir a estabilidade e a melhoria contínua de um processo.

Por sua vez, a análise do efeito e do modo de falhas – FMEA – é um método para análise de falhas em produtos e processos. Pode ser utilizado tanto na produção quanto no projeto e objetiva prevenir problemas e a adoção de medidas corretivas (Helman e Andery, 1995).

**Metodologias Organizacionais** – a Metodologia de Análise e Solução de Problemas – MASP – é uma seqüência lógica de procedimentos, que se baseia em fatos e dados. Seus objetivos são identificar a causa fundamental dos problemas de um processo e implantar ações corretivas (Campos, 1999; Kume, 1992).

Por sua vez, a metodologia conhecida como Gerenciamento por Diretrizes (*Hoshin Kanri*) é uma abordagem sistêmica de gerenciamento de mudanças em processos empresariais críticos. É um conjunto de processos coordenados que realizam os objetivos essenciais da empresa (Akao, 1997). Segundo Campos (1999), a ferramenta dá condições para que uma dada empresa sobreviva à competição internacional. O método é excelente para envolver toda a organização em determinado objetivo, mas, para isso, é preciso que as metas e medidas específicas sejam negociadas (Silveira, 2001). Para que seja bem executado, é preciso planejamento e tempo.

O Hoshin Kanri é a forma pela qual o sistema de controle global e o TQM são desdobrados. O propósito final da implementação das diretrizes é garantir a qualidade por toda a empresa. Tanto serve para o controle de qualidade quanto para a melhoria contínua (Akao, 1997).

Segundo a metodologia, o sistema deve operar em dois níveis de gerenciamento de ruptura, o do planejamento estratégico e o do gerenciamento diário. Muitos denominam a metodologia como ciclo de aplicação PDCA (Akao, 1997)

Segundo Campos (1999), o termo diretriz envolve três aspectos:

- A. a definição da diretriz de alta prioridade, ou de visão estratégica, com a qual a alta administração deve estar comprometida. Esse comprometimento deve indicar a direção

das atividades gerenciais, as áreas prioritárias e quais os setores mais importantes para a execução dos programas anuais;

- B. a definição da meta a ser alcançada, que é um resultado obrigatório. A definição da meta requer a especificação do parâmetro (consumo elétrico, em kWh, por exemplo) e o correspondente valor numérico. Uma meta é estabelecida antes de serem definidos os meios de viabilização, sendo sua definição baseada na análise dos resultados do ano anterior;
- C. a definição do procedimento a ser seguido para o cumprimento das metas, o que deve ser feito a partir de fatos e dados, da análise do processo, da análise de Pareto e da utilização de ferramentas tais como o diagrama de relação causa e efeito e o 5W2H<sup>4</sup>.

A aplicação do sistema Hoshin Kanri pode ser apresentada esquematicamente na forma de um fluxograma, tal qual o apresentado na Figura 4.3.

Algumas empresas Brasileiras<sup>5</sup> têm empregado o Gerenciamento por Diretrizes para planejar, executar e rever metas de seus programas de gestão do uso de energia. Isso foi feito de forma sistemática durante a crise de abastecimento elétrico, em 2001. Na mesma época, o próprio Governo Brasileiro contratou um especialista<sup>6</sup> em qualidade para compor a Câmara de Gestão da Crise de Energia – GCE (Kupfer, 2001).

Outra metodologia da qualidade utilizada no planejamento de decisões estratégicas, gerenciais e operacionais é o Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment – QFD*), que foi desenvolvida no Japão a partir de 1966.

---

<sup>4</sup> Técnica de identificação dos aspectos essenciais de uma ação, baseada em sete perguntas: who (quem?), what (o que?), where (onde?), when (quando?), why (por que?), how (como?), how much (quanto custa?).

<sup>5</sup> Como a Multibrás (Joinville – SC), a Embraco (Joinville – SC), a Alcoa (Poços de Caldas – MG), e a Quimican (Franca – SP) (Silva, 2002; Alcoa, 1996; Lemos e Vilanova, 2001).

<sup>6</sup> Prof. Vicente Falconi Campos.

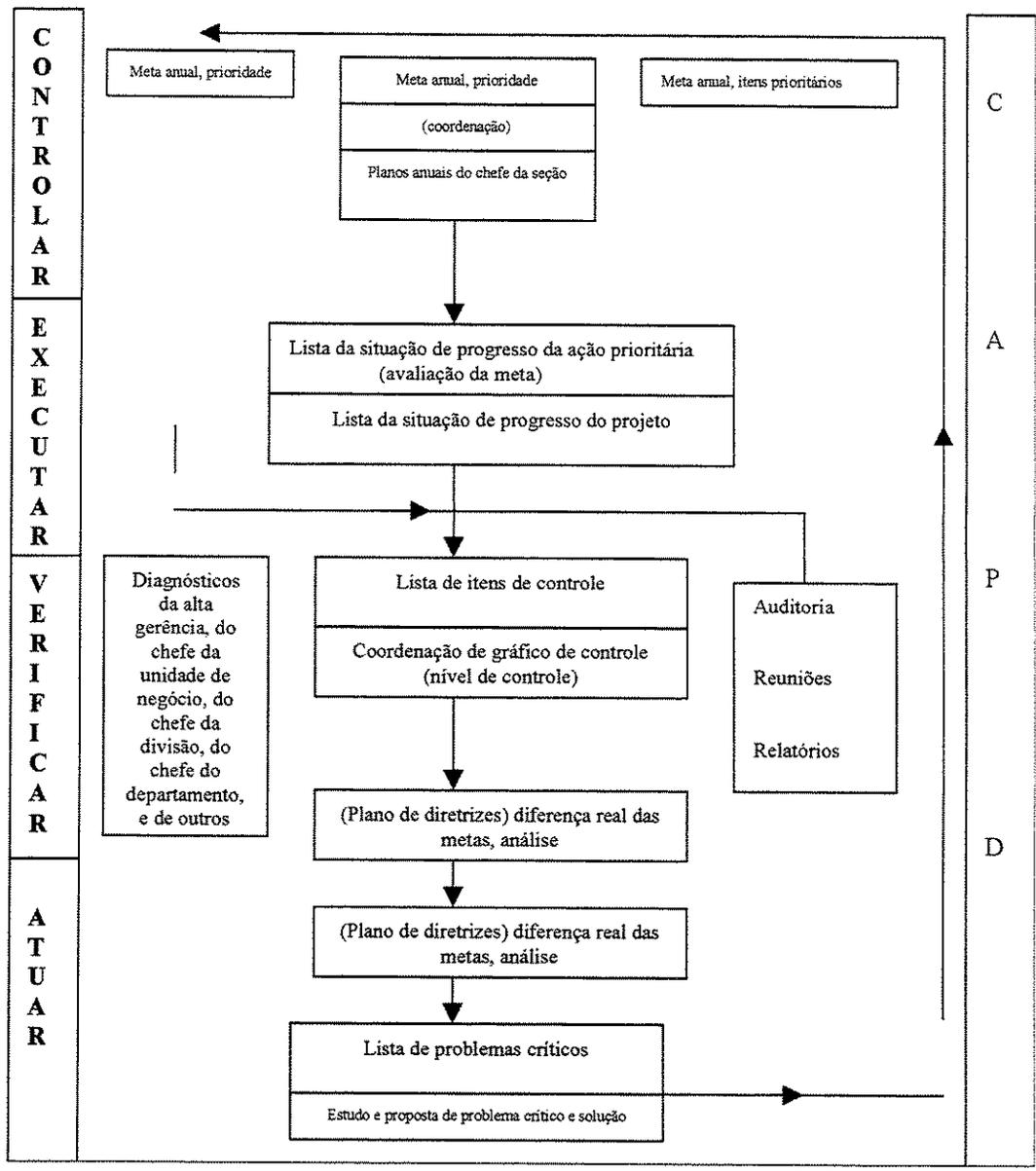


Figura 4.3 Esquematização da aplicação do Hoshin Kanri (Akao, 1997)

A QFD oferece condições para a garantia da qualidade no desenvolvimento de novos produtos e assegura a qualidade em todos os processos, desde o início do desenvolvimento do produto. Com tal ferramenta é possível substituir o controle da qualidade através de inspeções pontuais pelo controle da qualidade assegurado através de um sistema, ou seja, um conjunto de processos padronizados e controlados, desde o projeto até a venda do produto.

Para Akao (1990), há duas interpretações para QFD. Em um sentido amplo, QFD, é o próprio desdobramento da qualidade, que ele define como “o desdobramento sistemático

envolvendo todas as relações existentes a partir da conversão das exigências dos usuários em características substitutivas (características da qualidade), determinação da qualidade do projeto do produto acabado, determinação da qualidade das peças funcionais, até o nível de qualidade de cada peça ou elemento do processo”. Para definir em um sentido mais restrito, Akao preferiu utilizar a definição dada por Mizuno (Akao, 1990): “QFD é o desdobramento detalhado por etapas em cada sistema dos meios empregados e objetivos de funções ou serviços que formam a qualidade”.

QFD não é somente uma das ferramentas da qualidade, mas um método de desdobramento sistemático que tem sido proposto inclusive para orientar o processo de tomada de decisões (Hales, 1999). O QFD não é para ser utilizado somente pelos departamentos de qualidade, mas sim em todos os níveis da organização, como ferramenta de planejamento.

A aplicação do QFD se dá através de diagramas e matrizes. A aplicação do QFD está centrada na “Casa da Qualidade”, matriz de correlações que recebe o nome por sua semelhança com um telhado. Para Akao (1990) a matriz da qualidade “tem a finalidade de executar o projeto da qualidade através da sistematização das verdadeiras qualidades exigidas pelos clientes, por meio de expressões lingüísticas, mostrando o relacionamento entre essas expressões e as características da qualidade, e convertendo as exigências dos clientes em características substitutivas”.

Para Cheng (1995), as vantagens do uso do QFD podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- (i) redução do tempo de desenvolvimento, gerando respostas mais rápidas às mudanças de mercado;
- (ii) redução do número de mudanças do projeto;
- (iii) redução das reclamações dos clientes;
- (iv) reduções de custos e perdas;
- (v) redução de transtornos e mal-estar entre funcionários;
- (vi) melhoria da comunicação entre departamentos funcionais;
- (vii) desenvolvimento das pessoas através do aprendizado mútuo e
- (viii) maior possibilidade de atendimento das exigências e necessidades dos clientes e consumidores.

#### 4.6 Relação entre TQM e Programas de Racionalização do Uso da Energia

Várias empresas adotam o TQM ou TQC<sup>7</sup> para melhorar suas operações. Alguns autores (e.g., Kennedy *et al.*, 1994; Lewis e Moore, 1995) sustentam que, uma vez que um dos principais objetivos dos programas TQM (ou TQC) é a redução de custos, os mesmos deveriam sempre incluir o gerenciamento de energia.

Para Kennedy *et al.* (1994) o gerenciamento do uso da energia tem como objetivo principal reduzir o consumo para o estritamente necessário, maximizando os lucros (minimizando os custos) e viabilizando posições mais competitivas. Para tanto, programas do gênero devem:

- ter uma componente de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), ou acompanhar avanços nesse campo, para que novas e melhores alternativas de investimento sejam identificadas;
- desenvolver o interesse de todos os empregados quanto a seus objetivos e resultados;
- reduzir o risco de desabastecimento energético e minimizar seus impactos, se esse vier a ocorrer;
- permitir que a empresa tenha boas relações com os vários agentes do mercado energético.

Na Tabela 4.2 faz-se uma comparação entre os princípios gerais propostos por alguns dos principais autores de programas de gestão do uso da energia (Lewis e Moore, 1995; Kennedy *et al.* 1994) e autores de gestão da qualidade. A sigla EEBPP corresponde ao *Energy Efficiency Best Practice Program*, desenvolvido no Reino Unido pelo *Energy Technology Support Unit* – ETSU, que é um programa de referência para a gestão do uso da energia.

Dada a forte correlação existente entre os procedimentos de organização dos programas de gestão da qualidade e de gestão do uso da energia e, em um sentido amplo, dos objetivos de ambos os programas – redução de desperdícios, redução de custos e ganhos de eficiência – é conveniente a unificação, em uma dada empresa, do TQC e do programa de racionalização do uso da energia. Mais a frente, neste capítulo, alguns casos de sucesso serão relatados.

---

<sup>7</sup> Nos Estados Unidos, TQM – *Total Quality Management* – é equivalente ao TQC – *Total Quality Control* – Japonês.

Tabela 4.2 Comparação entre princípios gerais e ferramentas dos programas de gestão do uso da energia e programas de qualidade total

Pontos mencionados	Lewis e Moore (1995)	Kennedy <i>et al.</i> (1994)	EEBPP	Autores da Qualidade
Emprego de ferramentas gerenciais	Sim	Sim	Sim	Sim
Defende-se melhoria contínua	Sim	Sim	Sim	Sim
Participação da alta gerência	Sim	Sim	Sim	Sim
		(concordância)	(envolvimento)	(envolvimento)
Promover maior ligação entre programas de eficiência energética e de qualidade	Sim	Sim	Sim	—
Necessidade de redução de desperdícios	Sim	Sim	Sim	Sim
Objetivos na redução de custos	Sim	Sim	Sim	Sim
Promover pesquisa e fomentar o treinamento de empregados	Sim	—	Sim	Sim
Criação de grupos de melhoria	—	Sim	Sim	Sim
Organização de programas participativos	Sim	Sim	Sim	Sim
Participação governamental	Defende-se	—	Existe nos programas desenvolvidos	Incentivo nos Programas de Qualidade Total

## 4.7 Sistema de Gestão Ambiental e Racionalização do Uso da Energia

### 4.7.1 Energia e meio ambiente

Vários problemas ambientais de alcance local, regional e mesmo global estão diretamente ligados à produção, conversão, transporte, armazenagem e ao uso da energia. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2002) os efeitos ambientais do uso de energia incluem:

- mudanças climáticas globais;
- aumento do consumo d'água e a poluição dos recursos hídricos;
- emissões atmosféricas e deterioração da qualidade do ar;
- poluição dos solos e contaminação de lençóis freáticos;
- geração e disposição de resíduos sólidos;
- deposição seca e úmida de ácidos;
- aumento do número de acidentes ambientais relacionados a vazamentos de petróleo;

- poluição marítima e costeira;
- acidentes radioativos;
- depleção da camada de ozônio

O chamado efeito estufa e as decorrentes mudanças climáticas correspondem ao efeito ambiental de repercussão global mais conhecido. Grande parte das emissões dos gases precursores do efeito estufa advém da queima de combustíveis fósseis, que, segundo Goldemberg (1998) respondem por cerca de 90% do consumo mundial de combustíveis. As consequências do agravamento do efeito estufa não são bem conhecidas, mas estima-se que possam causar derretimento de parte da camada polar, maior intensidade de chuvas em algumas regiões e de secas em outras, alterações das colheitas, etc.

Praticamente a totalidade das emissões dos principais poluentes urbanos estão associadas ao uso de energia, principalmente nos transportes e nas atividades industriais. Para Goldemberg (1998), os cinco principais poluentes atmosféricos urbanos são:

- óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>, e principalmente o óxido nítrico – NO – e o dióxido de nitrogênio – NO<sub>2</sub>);
- óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>, principalmente SO<sub>2</sub>)
- monóxido de carbono (CO);
- matéria particulada suspensa – SPM (incluindo o chumbo) e
- ozônio

Ainda segundo Goldemberg (1998), a redução dos problemas ambientais associados à toda a cadeia de produção e consumo de combustíveis fósseis pode ser viabilizada via a substituição das fontes energéticas fósseis pelas chamadas fontes renováveis de energia. Há que se ter em conta que as fontes renováveis ainda são mais caras do que as fontes fósseis, e que todo e qualquer consumo de energia, independente da fonte, provoca efeitos ambientais em maior ou menor medida.

Assim, o consumo de energia deve ser racionalizado sempre que possível.

#### **4.7.2 Sistema de gestão ambiental**

Dada a crescente conscientização da sociedade, as pressões do mercado e o rigor da legislação, a gestão das atividades econômicas segundo uma ótica ambiental é uma necessidade para as empresas. Essa é uma questão estratégica que tem sido assumida pela alta direção das empresas, seja na definição das características de novos produtos ou na minimização dos problemas ambientais associados aos processos produtivos.

Assim, as decisões das organizações devem estar voltadas para o aumento de sua eficiência, ou seja, uma maior eficiência na utilização dos recursos, principalmente os não renováveis, e o uso mais generalizado de recursos renováveis. O conceito de desenvolvimento sustentável deve nortear a estratégia e as ações das organizações.

As empresas implementam seus Sistemas de Gestão Ambiental – SGA – sobretudo por necessidade, para que sejam minimizados os riscos do não cumprimento de padrões legais, para que se aproveitem as oportunidades de investimento mais rentáveis na área ambiental, e para que sejam tomadas decisões que possam estabelecer um diferencial em relação a seus concorrentes. Embora procure-se difundir a imagem, a implementação de um SGA não significa, necessariamente, que a empresa tem maior responsabilidade ambiental.

Um Sistema de Gestão Ambiental é uma estratégia gerencial que, em um processo de aperfeiçoamento contínuo, identifica oportunidades de melhoria e minimiza os problemas das atividades da empresas sobre o meio ambiente (Tessmer, 1996).

Para Reis (1995), SGA é definido como “um conjunto de rotinas e procedimentos que permitem a uma organização administrar adequadamente as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, atentando para as expectativas das partes interessadas”.

Segundo o mesmo autor, o gerenciamento ambiental “é um processo que objetiva, dentre suas várias atribuições, identificar as ações mais adequadas ao atendimento das imposições legais aplicáveis às várias fases dos processos, desde a produção até o descarte final, passando pela comercialização”.

Já para Gilbert (1995), um SGA deve “analisar os efeitos ambientais da organização de maneira sistemática, estabelecendo políticas ambientais relacionadas a esses efeitos, determinando metas e objetivos específicos para a melhoria da performance, estabelecendo um programa de melhoria, estabelecendo procedimentos e práticas para cumprir o programa, e estabelecendo auditoria e análise de sistemas para assegurar o cumprimento”.

Em sendo um sistema de gestão, do ponto de vista organizacional a implementação de um SGA é bastante semelhante a de um sistema de gestão da qualidade. Para implementar um SGA, seja qual for o ramo de atividade, qualquer empresa deverá (Reis, 1995):

- Estabelecer um permanente diálogo com as partes interessadas, internas e externas à empresa;
- Identificar os dispositivos legais e outros requerimentos ambientais aplicáveis às atividades, produtos e serviços da empresa;
- Desenvolver o gerenciamento e comprometer-se a empregar práticas de proteção ambiental, com clara definição de responsabilidades;
- Estabelecer um processo adequado de aferição das metas de desempenho ambiental;
- Oferecer, de forma contínua, os recursos financeiros e técnicos apropriados ao alcance das metas e à melhoria dos níveis de desempenho;
- Avaliar rotineiramente o desempenho ambiental da empresa em relação às leis, normas e regulamentos aplicáveis, objetivando o aperfeiçoamento contínuo;
- Promover a harmonização do SGA com outros sistemas de gerenciamento da empresa, tais como: saúde, segurança, qualidade, finanças, planejamento etc.

Para Reis (1995), este último princípio envolve “a conveniência de se unificar as áreas de meio ambiente, saúde ocupacional e segurança do trabalho, já que todas se relacionam com a qualidade dos processos produtivos e suas relações externas”. Essa abordagem sistêmica é corroborada por Gilbert (1995), para quem “não há nada de novo em ampliar um sistema gerencial para tratar das questões do meio ambiente. .... Esse conceito de sistema gerencial estruturado existe na área de sistemas de qualidade”.

O advento da série ISO 14000 permite uma padronização internacional com vistas à regulamentação dos sistemas de gerenciamento e de auditoria ambiental. Quando de seu advento, em meados dos anos 1990, acreditava-se que a série ISO 14000 permitiria a harmonização no campo da gestão ambiental e auxiliaria as empresas a demonstrar o seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável (ABNT, 1996). Hoje, criticamente, sabe-se que resultados positivos foram conseguidos nesse sentido mas, por outro lado, é certo que os resultados ambientais concretos são inferiores ao que se poderia esperar.

Quanto ao aspecto energético, a série ISO 14000 valoriza as ações voltadas ao uso racional, ressaltando a necessidade de controle do consumo de energia em todos os processos e apontando a importância que deve ser dada à sua racionalização pelos sistemas de gestão ambiental (Tessmer, 1996).

#### **4.7.3 A Importância da racionalização do uso da energia**

Mesmo que todos os demais aspectos pudessem ser desconsiderados, e apenas a relação energia-meio ambiente fosse levada em conta, ainda assim a relevância da questão energética seria inquestionável. Do ponto de vista da sustentabilidade, é fundamental que as políticas energéticas, tanto as de âmbito local quanto global, estejam orientadas ao uso racional da energia. Em um sentido mais amplo, segundo o *World Business Council for Sustainable Development* – citado por Schmdheiny (1996), as ações de planejamento devem estar orientadas por políticas voltadas à racionalização do uso dos recursos. Assim, as ações estratégicas básicas seriam:

- O aumento da eficiência no uso da energia, em função dos resultados ambientais de curto prazo que podem ser alcançados, dando tempo à articulação das ações de longo prazo;
- A médio e longo prazo, a gradual transição para uma matriz energética mais sustentável, além da mudança dos padrões de consumo.

No caso da redução das emissões de CO<sub>2</sub>, Dincer (1999a) e Goldemberg (1998) destacam a importante contribuição do aumento da eficiência em todos os processos de conversão de energia, bem como a importância da redução de seu consumo através da mudança dos estilos de vida. O papel das fontes energéticas renováveis é igualmente destacado por esses autores. Uma vez que a conversão de energia é sempre impactante do ponto de vista ambiental, o aumento da eficiência nas etapas de conversão e, principalmente na etapa de uso final, viabiliza o atendimento da demanda com menor consumo (Dincer, 1999b).

Os esforços voltados à reutilização e à reciclagem de materiais e equipamentos permitem o aumento da eficiência energética da atividade econômica em seu conjunto. Nesse sentido, um conceito particularmente interessante é o da desmaterialização, que pode ser entendido como o esforço de redução da demanda de materiais sem sacrifício das necessidades básicas. A reutilização e a reciclagem são formas de se viabilizar a desmaterialização. A substituição entre

materiais é outra alternativa, assim como a reorganização das atividades econômicas com foco maior na prestação de serviços e menor na produção de bens de consumo (Sun e Meristo, 1999; Gruber e Brand, 1993; Herman *et al.*, 1990; Worrel *et al.*, 1997)<sup>8</sup>.

No que diz respeito à produção industrial, a tendência é a difusão das chamadas tecnologias de produção mais limpa (*cleaner production*), que são essencialmente tecnologias que viabilizam, por exemplo, os menores consumo d'água, descarga de efluentes, geração de resíduos sólidos, e consumo energético (UNEP, 1997). No caso das pequenas e médias empresas, objeto deste trabalho, em alguns países os chamados *Cleaner Production Centers* têm orientado as empresas a organizar seus sistemas de gerenciamento ambiental e a introduzir tecnologias menos impactantes do ponto de vista ambiental (Petek e Glaviç, 2000).

#### **4.8 Integração da Gestão da Qualidade, Ambiental e do Uso de Energia – Casos de Sucesso**

Do ponto de vista da organização e dos procedimentos, os programas de gestão da qualidade, de gestão ambiental e de gestão do uso da energia têm relativa similaridade. Já do ponto de vista de seus objetivos, embora esses sejam distintos, também há relativa sinergia entre os programas de racionalização do uso da energia e os programas de gestão da qualidade (e.g., na redução dos custos) e de gestão ambiental (e.g., na redução de impactos ambientais).

Apesar da relação entre os programas, e apesar das oportunidades de racionalização do uso da energia que podem ser viabilizadas com alguma facilidade no âmbito dos programas de gestão da qualidade e de gestão ambiental, poucas são as empresas que agem nesse sentido. Poucos são os casos em que os treinamentos e o uso de ferramentas são direcionados para o atendimento de objetivos simultâneos. Da mesma forma, os esforços de aumento da eficiência energética não são coordenados com processos de melhoria (Lewis e Moore, 1995).

Entretanto, nas empresas há preocupação crescente quanto à busca de oportunidades de redução de custos e melhoria da competitividade e, sob essa ótica, as iniciativas de melhoria da eficiência dos processos industriais vêm sendo cada dia mais buscadas (Cândido, 2002).

---

<sup>8</sup> A título ilustrativo, recorre-se a um exemplo da bibliografia: fabricantes de máquinas de lavar roupas poderiam explorar lavanderias, o que implicaria redução do número de máquinas produzidas. Por outro lado, como os fabricantes são os operadores das máquinas, teriam maior interesse em produzir equipamentos mais eficientes (e.g.,

Na seqüência, alguns casos de sucesso na abordagem conjunta desses programas de gestão são reportados.

#### **4.6.1 Uso racional de energia através da TQM, no Reino Unido**

O programa governamental *Energy Efficiency Best Practice Programme* – EEBPP tem como objetivos divulgar as boas práticas em eficiência energética. É um programa colaborativo voltado aos setores industrial, comercial, público e de construção e compreende quatro ações:

- guia de consumo de energia;
- guia de boas práticas, reportando estudos de caso e informações técnicas;
- projeto de novas práticas;
- desenvolvimento de novas práticas.

Quatro casos considerados bem sucedidos são descritos a seguir (EEO, 2002a).

Caso 1 – Eficiência Energética Através do Gerenciamento da Qualidade Total, programa realizado na empresa Harlow, em Essex.

A companhia produz embalagens de vidro e as despesas com energia representam cerca de 20% dos custos de produção. A empresa decidiu integrar as ações de racionalização do uso da energia com o programa “*Sucesses Through Quality*” – STQ, de forma a aumentar a consciência dos empregados e motivá-los quanto à questão energética. O programa é bem sucedido e novas idéias são continuamente apresentadas e implementadas. A direção é treinada (supervisores e gerentes mais do que os demais) para bem executar as atividades de gerenciamento energético e melhor empregar as metodologias da qualidade. Ferramentas da qualidade, como o digrama “espinha de peixe” e *brainstorming*, foram empregadas para melhorar a evolução do programa.

Como resultado, o consumo específico de energia foi reduzido em dois anos de 10 GJ/tonelada (em 1993) para 8 GJ/tonelada (em 1995), sendo o tempo de retorno do investimento feito entre um e dois anos.

Caso 2 – Economia de Energia com a Utilização das Técnicas de Gerenciamento da Qualidade Total, programa realizado na Courtaulds Fibres, em Grimsby.

---

menor consumo de energia e d'água) e mais duráveis. Haveria menor consumo de energia em todo o ciclo de vida das máquinas.

A empresa tem duas divisões, Courtelle e Viscose. A Courtelle fabrica fibras de acrílico, essencialmente para a produção de tecidos de lã e roupas de lã, e exporta 40% de sua produção. A companhia produz também pequenas quantidades de fibra para produção de fibra de carbono.

Em janeiro de 1991 foi formado um grupo de energia, sob controle do programa TQM, visando a economia de energia através do melhor gerenciamento das operações. A chave do sucesso do programa foi conseguir a cooperação da administração, o que resultou em ativa participação dos empregados e apresentação de muitas idéias. As iniciativas são divulgadas nos jornais semanais, busca-se o envolvimento dos principais administradores, há a divulgação dos resultados e das metas executadas. Grande parte dos resultados positivos foram alcançados com pouco investimento e foram conseguidos com simples melhorias nas operações e nos procedimentos de manutenção.

Como resultado, o consumo de energia foi reduzido em 4,7%. O custo associado ao gerenciamento necessário foi estimado em aproximadamente £ 12.000 por ano, enquanto o investimento em capital foi de £ 35.000 (melhorias no sistema de trocadores de calor, no sistema de resfriamento d'água e melhoria na manutenção). A economia anual de energia foi estimada em £ 325.000, implicando um período de retorno de capital de apenas 7,5 semanas.

Caso 3 – Energia e Círculos de Qualidade<sup>9</sup>, desenvolvido na Bristol-Myers, em Cramlington.

A Bristol-Myers, uma fábrica de artigos de toucador, implantou os Círculos de Qualidade para gerenciar o uso de energia na empresa. O Círculo tem oito membros, de todos os níveis da empresa, que se encontram para discutir os trabalhos. Enquanto estratégia de gerenciamento da qualidade concebida para a eliminação de desperdícios, pode ser empregada na gestão do uso da energia.

Na empresa, o Círculo começou identificando as necessidades energéticas da fábrica. Na sequência, foi realizado um *brainstorming* em cada área, com a apresentação de 250 idéias para a racionalização do uso da energia. Essas idéias foram avaliadas pelos membros do Círculo, incluindo sua economicidade, sendo o progresso de cada projeto acompanhado nos encontros mensais.

---

<sup>9</sup> Círculos de Qualidade ou Grupos de Melhoria. Nos anos 1960 e 1970 foi empregado o termo Círculos de Qualidade, e a partir dos anos 1990 começou a ser utilizado Grupos de Melhorias.

Já no primeiro ano, a economia obtida foi de £ 40.350, para um desembolso de apenas £ 500. Outro resultado marcante é que o consumo de eletricidade por unidade de produto caiu 40% em três anos.

Caso 4 – Economia de Energia Através do Gerenciamento da Qualidade, desenvolvido na Rank Xerox, em Mitcheldean.

Em 1982 foi introduzido o programa *Leadership Through Quality* - LTQ, cuja principal meta é a melhoria contínua e a redução de desperdícios. De uma forma geral, o programa produziu resultados significativos no desempenho da empresa. Especificamente na área energética, a atenção foi posta na redução do consumo de energia elétrica. O programa foi organizado em vários grupos de trabalho, que utilizaram a técnica *Problem Solving Process* – PSP. As técnicas empregadas dão aos grupos liberdade para a resolução de problemas.

Os vinte e cinco principais projetos energéticos, executados entre 1982 e 1994, apresentaram período de retorno do investimento de 6 meses. Os resultados alcançados permitiram uma economia de energia estimada em £ 1 milhão por ano.

#### **4.8.2 Ações em energia associadas ao sistemas de gestão ambiental e da qualidade, na Multibrás**

O programa de eficiência energética implantado na Multibrás teve apoio do PROCEL e do CEPEL, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, da ELETROBRÁS. A implementação do programa de gerenciamento energético na fábrica de Joinville foi encarada como uma oportunidade de negócios por parte da empresa (Soares *et al.*, 2000 e 2001).

No programa foram introduzidas metodologias e ferramentas gerenciais da qualidade para que pudessem ser obtidos resultados positivos em sistemas de iluminação, motores elétricos, sistemas de ar condicionado e de ar comprimido, etc. O monitoramento do consumo permitiu a consolidação de índices, o acompanhamento e a definição de metas, tanto de curto quanto de médio prazo. Para cada seção da indústria foi designado um gerente para ser responsável pelas metas de energia. O programa educacional dos empregados e o engajamento dos gerentes foram fundamentais para o sucesso do projeto. A metodologia foi posteriormente implementada em outras unidades fabris do grupo.

A auditoria feita recomendou 25 ações, das quais 20 foram implementadas. Entre elas, 10 ações foram consideradas de curto, 6 de médio e 4 de longo prazo. Quatro ações eram relativas aos sistemas de iluminação, 3 aos sistemas de ar comprimido, 11 aos sistemas refrigeração e 2 ações gerais de medição e monitoramento. A título ilustrativo, na Figura 4.4 apresenta-se um esquema da organização do programa de gestão do uso da energia na Multibrás (Soares *et al.*, 2000).

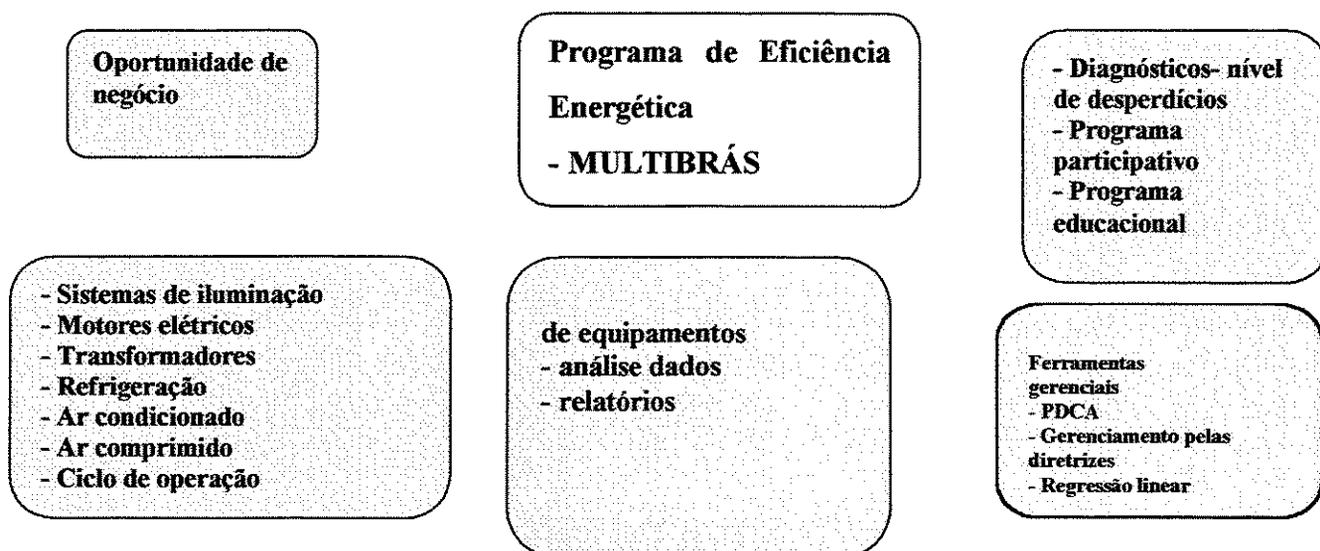


Figura 4.4 - Programa de Conservação de Energia da Empresa Multibrás – Joinville-SC

Soares *et al.* (2000) estimaram que, em 2000, a economia de energia alcançada era de 3.734 MWh/ano, o que representava 4,6% do consumo total da Multibrás em 1999, ou 24% do consumo das áreas contempladas pelo programa. Em termos financeiros, a economia anual representava R\$ 294.245,00, ou 5,3% do custo anual com energia elétrica. O investimento total tinha sido R\$ 476.000,00 e, na média, o tempo de retorno foi de 25 meses.

Em função do caráter ambiental dado ao programa, os mesmos autores fizeram uma avaliação das emissões evitadas de dióxido de carbono em um período de 10 anos, associadas aos resultados alcançados na redução do consumo de energia elétrica. Dependendo do cenário de expansão da capacidade de geração elétrica no país, as emissões evitadas variam de 2.710 t/ano a 6.574 t/ano.

#### 4.8.3 Programa de uso eficiente de energia na Fibra Du Pont, em Americana – SP

O programa está organizado em três grupos de trabalho, um para cada área industrial, sendo cada um composto por 8 pessoas (o coordenador, o líder, e mais seis componentes não pertencentes às áreas analisadas). Os participantes recebem remuneração em função da redução de custo alcançada. O grupo realiza auditorias internas e os objetivos do programa são vistos de forma mais ampla, ou seja, sob os aspectos técnico (energético), financeiro e ambiental (Cândido, 2002).

A alta administração da empresa, ao entender a oportunidade de redução do consumo de energia elétrica, definiu em 2000 o objetivo de reduzir em 3% o consumo de energia em 2002 (300.000 kWh/mês), em relação ao consumo de energia de 2000. A execução do programa não tem barreiras financeiras, desde que sejam comprovadas as viabilidades técnica, financeira (retorno em até três anos) e ambiental.

Uma ferramenta da qualidade para trabalho em equipe, conhecida com MASP – Método de Análise e Solução de Problemas, foi utilizada. A técnica de *brainstorming* foi empregada em reuniões, com 30 participantes selecionados. Nessas reuniões, foram apresentadas setenta e quatro idéias, que foram então alocadas em um diagrama de Ishikawa (diagrama de causa e efeito, mencionado anteriormente).

A esquematização de um diagrama de Ishikawa é feita na Figura 4.5. As causas são quase sempre identificadas em cinco grupos, conhecidos como 5M: mão de obra, métodos, materiais, máquinas e meio ambiente. No caso do programa aqui reportado, a partir da aplicação do diagrama foram identificadas as causas (barreiras) mais prováveis. Partiu-se então para o planejamento de um plano de ação.

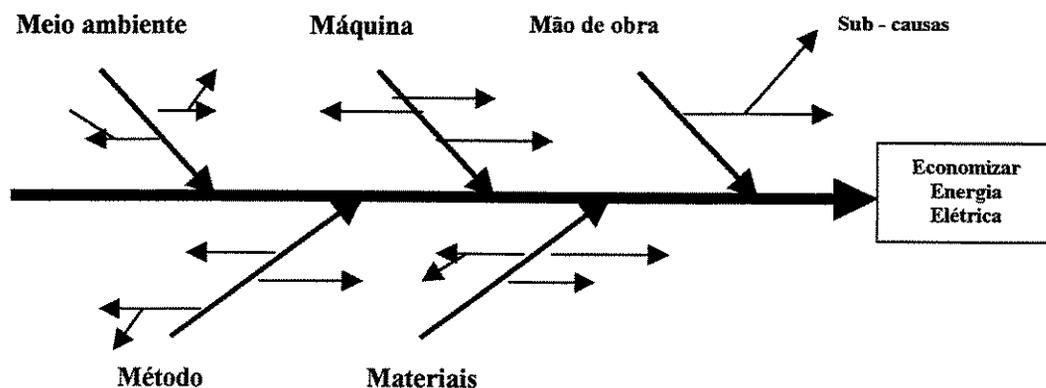


Figura 4.5. Diagrama de Ishikawa aplicado a um programa de gestão do uso da energia

A organização do plano de ação baseia-se na técnica W5H2, permitindo identificar claramente o responsável, qual a ação, onde e quando deve ser realizada, por que, de que forma e o custo associado. O foco do trabalho foram postos nos sistemas de iluminação, nos motores elétricos acima de 10 cv, nos pontos de perda do sistema elétrico, nos compressores e nas caldeiras elétricas.

Na indústria, os compressores de ar são conjuntos centrífugos acionados por motores elétricos. Anteriormente, quando um estava em operação o outro ficava ligado, mas com a válvula de alívio aberta. Atualmente existe um sistema de supervisão que registra informações de pressão, corrente elétrica, vibração e temperatura do equipamento. Através de um PLC as informações são processadas e o software toma as decisões de operação, inclusive a transferência automática de um compressor para outro. Agora, o compressor que não está no processo fica desligado. O sistema de supervisão custou cerca de R\$ 34.000,00 e o investimento foi recuperado em menos de 2 meses, consideradas a confiabilidade do sistema e o menor consumo de energia elétrica.

A maior parte das lâmpadas utilizadas é de 40 Watts, com reatores convencionais. Lâmpadas econômicas com reatores eletrônicos também são utilizadas. No levantamento realizado foram identificadas 3.400 lâmpadas econômicas (32 Watts) e 8.552 lâmpadas de 40 Watts que poderiam ser substituídas. Em um primeiro momento foram substituídas 726 lâmpadas. Acredita-se que em 3 anos todas as lâmpadas de 40 Watts poderão ser substituídas, representando uma economia de cerca de 400.000 kWh/ano, equivalente a R\$ 24.000,00/mês.

Para que se reduzam perdas, é feita análise termográfica de alguns painéis elétricos considerados de máxima importância. Na implantação desse programa de manutenção preditiva ficou comprovado que o trabalho de prevenção aumenta o tempo de vida do equipamento e reduz o custo de energia elétrica.

Está sendo avaliado o custo de implantação e a economia associada à substituição das caldeiras elétricas por caldeiras a gás natural ou óleo combustível. Quanto aos motores elétricos de maior potência, está sendo avaliada a substituição de alguns motores convencionais por motores de alto rendimento.

No conjunto, no ano de 2001 as economias de energia elétrica proporcionaram uma redução de despesas equivalente a R\$ 322.567,00 por ano, sendo prevista uma economia pouco maior em

2002. Quando o programa começou, a meta era viabilizar uma economia de R\$ 180.000,00 por ano.

## Capítulo 5

### Pólos de Pequenas e Médias Indústrias Analisados

#### 5.1 Introdução

Os EUA foram o primeiro país a definir pequenas empresas, conforme Filion<sup>1</sup> apud Pinheiro (1996). A primeira definição oficial e legal foi dada pelo *Selective Service Act*, de 1948, estabelecendo que para uma entidade ser considerada pequena empresa deveria atender aos seguintes critérios:

- ter posição não dominante no segmento de comércio ou indústria do qual faz parte;
- ter número de empregados não superior a 500;
- ter proprietário e ser operada de forma independente.

A definição de pequena empresa depende do agente que estabelece os critérios e dos propósitos da definição. Nos EUA, por exemplo, a *Small Business Administration* – SBA (SBA, 1999) define critérios para efeito de elegibilidade das empresas na obtenção de empréstimos da própria SBA, bem como para efeito de licitações feitas pelo governo federal. Em 1984 a SBA publicou um conjunto revisado de critérios, alguns dos quais enunciados em termos do número de empregados e outros estabelecidos em volume de vendas. Nesse caso, os critérios para a maioria dos setores industriais são definidos quanto ao faturamento anual. Como se observa na Tabela 5.1, US\$ 3,5 milhões, ou 500 empregados, é o limite superior para grande parte das atividades.

---

<sup>1</sup> Filion, L.J. Free Trade: The Need for a Definition of Small Business. Apud. Pinheiro, M. Gestão e Desempenho das Empresas de Pequeno Porte: Uma Abordagem Conceitual e Empírica. São Paulo: FEA/USP, 1996, Mestrado.

Tabela 5.1 Alguns critérios definidos pela SBA para pequenas empresas

Ramo de atividade	Vendas anuais ou número de empregados
Agências de propaganda	US\$ 3,5 milhões
Minas de cobre	500 empregados
Agências de emprego	US\$ 3,5 milhões
Loja de móveis	US\$ 3,5 milhões
Agentes de seguro, corretores e serviços	US\$ 3,5 milhões
Fabricação de vasilhames de metal	1.000 empregados
Revendedoras de trailers	US\$ 6,5 milhões
Jornais e gráficas	500 empregados
Avícolas	500 empregados
Oficinas de conserto de rádio e televisor	US\$ 3,5 milhões
Emissoras de rádio	US\$ 3,5 milhões

Fonte: *Standard Industrial Classification Codes and Size Standards*, Code of Federal Regulations, Title 13, Section 121.601, 1992. Extraído do livro *Administração de Pequenas Empresas*, Longenecker *et al.*, Makron Books, 1998.

Conforme a SBA, a vasta maioria das 4 milhões de empresas norte-americanas pode ser considerada pequena. Noventa e oito por cento tem menos de cem empregados. Para ilustrar, apresenta-se na Tabela 5.2 o número de estabelecimentos em diversos ramos de atividade nos EUA, de onde é possível concluir que a grande maioria corresponde a pequenas empresas.

Tabela 5.2 Número de empreendimentos por porte e atividade principal, EUA, 1988.

Setor	Número de empresas	Número de empregados	
		Menos que 100	100 ou mais
Total de empresas	4.004.743	3.910.798	93.945
Agricultura	115.206	114.330	876
Mineração	32.560	31.818	742
Construção	559.139	554.123	5.016
Manufatura	371.148	347.860	23.288
Transporte, comunicações, utilidades públicas	145.879	141.316	4.563
Comércio atacadista	426.106	420.395	5.711
Comércio varejista	1.067.298	1.053.170	14.128
Financeiras, seguradoras, imobiliárias	300.785	293.681	7.104
Serviços	986.622	954.105	32.517

Fonte: *The State of Small Business: a report of the President transmitted to the Congress 1991* (Washington: U.S. Government Printing Office, 1991), pp 80-81. Extraído do livro *Administração de Pequenas Empresas*, Longenecker *et al.*, Makron Books, 1998.

## 5.2 Classificação das Micro, Pequenas e Médias Empresas no Brasil

No Brasil, as micro, pequenas e médias empresas – MPME – também representam cerca de 98% do total de empresas existentes, geram 60% dos empregos e participam com 43% da renda total dos setores industrial, comercial e de serviços. Por outro lado, as MPME respondem por cerca de somente 2% do total das exportações do país (BNDES, 2002). Como pode ser visto na Tabela 5.3, apenas as micro empresas brasileiras correspondem a mais de 50% do total das empresas do país.

Tabela 5.3 Número de empresas e de micro empresas no Brasil – 1990 a 1999

Ano	Empresas (A)	Micro empresas (B)	B/A (%)
1990	526.757	342.853	65,09
1991	498.493	327.681	65,73
1992	430.665	283.976	65,94
1993	497.204	239.139	48,10
1994	511.772	193.946	37,90
1995	519.487	245.064	47,17
1996	482.692	242.412	50,22
1997	533.221	239.459	44,91
1998	467.128	287.423	61,53
1999	475.005	267.525	56,32

Fonte: SEBRAE (2002)

Também no Brasil existem vários critérios para definição de pequenas empresas, sendo utilizados critérios quantitativos, qualitativos ou uma combinação de ambos. O critério quantitativo corresponde ao emprego de indicadores tais como: número de empregados, valor de faturamento, valor imobilizado dos ativos, capital social, patrimônio líquido, lucro etc.

Os critérios qualitativos são mais complexos mas apresentam uma informação mais real da empresa. Os indicadores sugeridos são: estrutura da administração (em geral familiar e centralizada), especialização organizacional, ausência de organização com estrutura financeira adequada, dificuldade na obtenção de créditos (normalmente essas empresas encontram dificuldade de acesso a financiamentos), condições de participação e domínio do mercado em termos de concorrência, produtos comercializados, condições de aquisição de insumos e matérias-primas (não conseguem negociar uma margem de preço, adquirem pouca quantidade),

nível tecnológico, independência de grupos empresariais. Na prática, o critério mais utilizado é o quantitativo devido à várias vantagens:

- simplicidade;
- clareza;
- possibilitam análises comparativas;
- ser de uso corrente por órgãos públicos e privados.

Entretanto, as várias instituições divergem com respeito aos indicadores e à ordem de grandeza desses. Para o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, o conceito deve ser amplo, em função, por exemplo, da região, do ramo de atividade e da forma jurídica. Porém, para fins estatísticos o SEBRAE emprega o critério do número de funcionários em função do ramo de atividade. Na Tabela 5.4 apresenta-se a estatística de empresas brasileiras, divulgada em 1998 pelo SEBRAE, segundo seus critérios.

Tabela 5.4 Distribuição percentual das empresas industriais, comerciais e de serviços por porte e setor – Brasil, 1994

Setor	Participação	ME (1)	PE (2)	MDE (3)	GE (4)	Total
Indústria	17,00	85,26	11,11	2,96	0,67	100,00
Comércio	56,00	93,16	6,04	0,48	0,32	100,00
Serviços	27,00	87,18	10,25	1,24	1,33	100,00
Total	100,00	90,17	8,06	1,12	0,65	100,00

Fonte: SEBRAE, elaborado com dados do IBGE de 1994

(1) ME (Microempresa): na indústria, até 19 empregados, e no comércio/serviços, até 9 empregados;  
(2) PE (Pequena Empresa): na indústria, de 20 a 99 empregados, e no comércio/serviços, de 10 a 49 empregados;  
(3) MDE (Média Empresa): na indústria, de 100 a 499, e no comércio/serviços, de 50 a 99 empregados;  
(4) GE (Grande Empresa): na indústria, acima de 500 empregados, e no comércio/serviços, mais de 99 empregados.

Para o Governo Federal a classificação de micro ou pequena empresa é feita de acordo com a Lei 9.317, de 05/12/1996, segundo o faturamento (a unidade utilizada é a UFIR – Unidades Fiscais de Referência), seguindo os seguintes critérios (SEBRAE, 1999):

- a) micro empresa é a pessoa jurídica com receita bruta anual igual ou inferior ao valor nominal de 250.000 UFIR, ou qualquer outro indicador de atualização monetária que venha a substituí-lo, preservando-se nesse caso a proporção com o valor do limite estabelecido;

- b) empresa de pequeno porte é a pessoa jurídica que, não enquadrada como micro empresa, tiver receita bruta igual ou inferior a 700.000 UFIR, ou qualquer outro indicador de atualização monetária que venha substituí-lo, preservando-se a proporção com o valor do limite estabelecido.

Já no Estado de São Paulo, o indicador utilizado para classificação das empresas é o faturamento anual baseado no valor da UFESP<sup>2</sup>- Unidade Fiscal do Estado de São Paulo (SEBRAE – São Paulo, 2003):

- a) micro empresas são aquelas com faturamento anual inferior a 10.000 UFESP;
- b) pequenas empresas são aquelas com faturamento entre 10.000 e 100.000 UFESP.

Para o Banco Nacional de Desenvolvimento Social – BNDES a classificação das empresas é definida pela receita operacional bruta, segundo os seguintes critérios (BNDES, 2003):

- a) micro empresas são aquelas que têm receita operacional bruta anual<sup>3</sup>, ou anualizada, até R\$ 1.200 mil;
- b) pequenas empresas são aquelas que têm receita operacional bruta anual, ou anualizada, superior a R\$ 1.200 mil e inferior ou igual a R\$ 10.500 mil;
- c) médias empresas são aquelas que têm receita operacional bruta anual, ou anualizada, superior a R\$ 10.500 mil e inferior ou igual a R\$ 60 milhões;
- d) grandes empresas são aquelas que têm receita operacional bruta anual, ou anualizada, superior a R\$ 60 milhões.

Por sua vez, o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística classifica as empresas de acordo com o número de pessoas ocupadas no setor. É o mesmo critério que o SEBRAE utiliza (IBGE, 2002).

Essa diversidade de critérios utilizados pelas instituições, principalmente pelas que regulamentam e tributam as MPME, causam complicações para os empreendedores já que as empresas recebem incentivos dos governos segundo critérios distintos. Frequentemente uma

---

<sup>2</sup> 1 UFESP = R\$ 11,49, em Junho de 2003.

<sup>3</sup> Considera-se receita operacional bruta anual a receita auferida no ano-calendário, isto é, o produto da venda de bens e serviços pelo preço dos serviços prestados e o resultado nas operações, não incluídas as vendas canceladas e os descontos incondicionais concedidos.

micro empresa, para fins de Imposto de Renda, não se enquadra nos limites de isenção do Imposto Sobre Serviços (ISS) e/ou do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), ou seja, a empresa é considerada micro empresa para o governo federal, mas não para o governo estadual.

O critério que será adotado neste trabalho é o quantitativo, devido às vantagens já apontadas. Dentro do critério quantitativo, o indicador que será adotado é o número de funcionários, combinado com o setor da empresa. Ou seja, será utilizado o mesmo critério adotado pelo IBGE e pelo SEBRAE, que é também adotado pela maioria dos autores que escrevem sobre o assunto. Portanto, a adoção deste critério facilita a obtenção de dados estatísticos, a comparação com outros estudos e a obtenção de informações nas empresas que serão estudadas neste trabalho. Para efeito de esclarecimento, o critério adotado é reproduzido na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 Critério adotado para classificação das empresas

<b>Classificação</b>	<b>Nº de funcionários – indústria</b>	<b>Nº de funcionários – comércio/serviços</b>
Micro	0-19	0-9
Pequena	20-99	10-49
Média	100-499	50-99
Grande	acima de 500	acima de 100
Fonte: SEBRAE – nacional (1999)		

### 5.3 Micro e Médias Empresas e Clusterização

A partir dos anos 1980, devido à inovação, alguns conglomerados de pequenas empresas italianas passaram a ser muito mais competitivos. A razão é que essas empresas passaram a se organizar em “distritos industriais”, ou “*clusters*” (Bianchi *et al.*, 1997). *Clusters* referem-se a grupos de pequenas e médias empresas, localizadas em uma região geográfica e engajadas na mesma variedade de produtos, que se tornam mais competitivas e dinâmicas tecnologicamente. No *cluster* há nível ótimo de cooperação e competição (Humphrey e Schmitz, 2000). Com a *clusterização* é mais fácil introduzir novos procedimentos tecnológicos e administrativos, e otimizar as relações intra e inter-empresas.

Embora pareça contraditório, em um *cluster* efetivo o ambiente é, ao mesmo tempo, altamente competitivo e cooperativo. A competição surge entre empresas que atuam em um mesmo mercado, enquanto a cooperação surge nas atividades que são compartilhadas entre as empresas. Exemplificando, a cooperação entre os competidores pode ocorrer na busca de serviços públicos, na criação de novos mercados, no investimento em infra-estrutura, e na promoção dos produtos do *cluster*. Em geral, existe cooperação entre as empresas em aspectos nos quais pode-se obter ganhos mútuos, como no desenvolvimento de novas tecnologias, na redução de fretes e em questões organizacionais (ABICALÇADOS, 2002).

A obtenção de vantagens competitivas na organização de grupos de MPME em *clusters* deve-se a três fatores: especialização, cooperação e flexibilidade. A especialização é crucial para o sucesso dos distritos, pois os recursos das MPME são limitados. A especialização pode também ajudar no controle da qualidade. A cooperação ajuda as empresas a serem mais flexíveis quanto ao volume da produção, quando de oscilações da demanda, além de permitir maior flexibilidade na produção de produtos. Por exemplo, as indústrias podem produzir produtos com uma única marca (Bianchi *et al*, 1997).

Em 1995, na Itália, havia 199 distritos industriais organizados como *clusters*, englobando, por exemplo, os setores têxtil, de confecção, cerâmico, alimentício (de queijos), instrumentos musicais, moveleiro, de utensílios de cozinha (e.g., facas e panelas) e de óculos (ISTAT, 1995). No caso da Itália, há forte presença do governo para facilitar a cooperação entre as empresas e as instituições (Campbell *et al*, 1991).

Além do conjunto de empresas produtoras, em geral os *clusters* englobam outros agentes importantes para a produção, incluindo, por exemplo, fornecedores de componentes e de maquinário, de serviços e de infra-estrutura especializada. Os *clusters* algumas vezes também se estendem verticalmente na cadeia, até os consumidores, e horizontalmente com a manufatura de produtos complementares. Finalmente, à estrutura de muitos *clusters* também se juntam instituições tais como universidades, agências de padronização, escolas técnicas e associações de classe, que promovem treinamento, disseminam informação, promovem pesquisa e fornecem suporte técnico (Porter, 1998<sup>a</sup>).

A organização de um *cluster* pode possibilitar aumento da produtividade, direcionar a inovação e estimular a formação de novos negócios. Um *cluster* pode possibilitar a cada membro os benefícios da produção em escala, sem sacrifício de sua flexibilidade (FIESP/CIESP, 2002).

Por outro lado, a concentração geográfica das indústrias permite às empresas condições mais adequadas na busca de insumos e de mão de obra especializada, além de facilitar o acesso e a troca de informações.

Entre muitos outros autores, Becattini (1990) e Porter (1998) enfatizam que a *clusterização* favorece a inovação e ajuda as empresas a competirem globalmente. Em muitos casos as MPME têm limitados recursos financeiros e humanos e não possuem ferramentas de suporte de gerenciamento. Individualmente, não conseguem resolver problemas relacionados ao marketing, ao *design*, à engenharia, à inovação tecnológica, etc. Assim, a forma organizacional via *cluster* traz várias vantagens (Mezgár *et al.*, 2000):

- produtos com tecnologia mais avançada podem ser produzidos;
- podem ser obtidos grandes volumes de manufatura;
- flutuações da demanda podem ser melhor administradas;
- os custos da inovação tecnológica e da re-engenharia de processos podem ser distribuídos entre as empresas.

#### **5.4 Pólos Industriais no Estado de São Paulo**

Alguns – ou vários – dos pólos industriais do Estado de São Paulo, formados por micro, pequenas e médias empresas, teriam condições de se organizar como *clusters* e, mais importante, teriam muito a ganhar se assim o fizessem. Entre os pólos industriais paulistas, três foram escolhidos para a análise mais descritiva que é apresentada a seguir, e que é completada com a análise dos aspectos energéticos feita no Capítulo 6. Neste trabalho foram escolhidos o pólo produtor de calçados do município de Franca, o pólo têxtil da região de Americana – que inclui Americana e as vizinhas cidades de Nova Odessa, Santa Bárbara e Sumaré, e o pólo de cerâmica artística de Porto Ferreira. A escolha desses pólos deve-se aos seguintes fatores:

- à grande concentração de MPME em cada pólo;
- à estrutura, em geral, familiar das várias indústrias;
- à importância de cada pólo em relação à atividade econômica do(s) município(s) e da região.

Além do acima exposto, os seguintes aspectos também foram considerados:

- embora todos os três pólos tenham potencialidade para se transformar em *clusters*, segundo os conceitos anteriormente apresentados, apenas um deles – o de Porto Ferreira – tem avançado nessa direção. Quanto aos pólos de Americana e Franca, os mesmos são apenas aglomerações geográficas de empresas, com atividades produtivas e comerciais comuns. Há, também, forte concorrência entre elas e baixíssimo nível de cooperação;
- todos os três pólos sofrem acirrada concorrência no mercado interno e dois deles (o de calçados e o têxtil) enfrentam grande concorrência internacional, desde a abertura da economia brasileira, no início dos anos 1990s.
- assim, todos os três pólos precisam estar preparados para rápida e contínua modernização, embora tenham dificuldades para conseguir tal objetivo. As MPME desses pólos, em geral, têm baixo nível de organização, têm baixa capacidade de desenvolvimento tecnológico, e precisam de apoio gerencial e econômico-financeiro.

A seguir faremos a apresentação desses três pólos industriais e breve análise da situação organizacional de cada pólo industrial.

#### **5.4.1 Empresas Calçadistas**

A cadeia coureiro-calçadista representa um dos segmentos mais importantes da economia brasileira, tanto em função da geração de 550 mil empregos diretos quanto pelo volume de produção, que é capaz de atender o mercado interno e permite exportações. Em 2001, o setor confirmou a tendência de crescimento dos anos anteriores e produziu 610 milhões de pares de calçados – em 1997, 544 milhões de pares –, além de também confirmar a tendência de crescimento das exportações, com 171 milhões de pares de calçados – em 1997, 142 milhões de pares. Também tem havido tendência de decréscimo das importações, com cerca de 6 milhões de pares de calçados – em 1997, 19 milhões de pares de calçados (ABICALÇADOS, 2002).

Esse segmento foi beneficiado por barreiras de mercado durante muito tempo mas, após o advento do Plano Real, passou a sofrer forte concorrência de produtos importados, principalmente daqueles produzidos em países asiáticos. No Brasil, a cadeia é constituída por aproximadamente 450 curtumes, seis mil fábricas de calçados, 110 fabricantes de máquinas e

componentes, 1.100 produtores de componentes para calçados e 2.300 empresas fabricantes de artefatos de couro (ABICALÇADOS, 2002).

As atividades do segmento no Brasil tiveram início no Rio Grande do Sul, no século XIX, com o surgimento dos primeiros curtumes implantados por italianos e alemães.

Só o segmento calçadista gerou em 1999 em torno de 210 mil empregos e tem capacidade instalada de 600 milhões de pares/ano, sendo aproximadamente 70% destinado ao mercado interno e 30% à exportação. O faturamento em 1999 foi de US\$ 8 bilhões. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de calçados, com 4,7% de participação no mercado mundial. A China, em 1998, foi o maior produtor, com 50,3%, seguida da Índia, com 6,2% (ABICALÇADOS, 2002).

As indústrias calçadistas estão presentes em quase todos os estados brasileiros, mas há presença marcante, caracterizando a existência de pólos industriais, nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará. O Rio Grande do Sul é o maior pólo produtor de calçados do Brasil, com cerca de 4 mil fábricas de calçados. O Vale dos Sinos é responsável por aproximadamente 40% da produção nacional e 75% das exportações. É um dos maiores pólos especializados em calçados femininos. Na região destaca-se o Centro Tecnológico do Couro, Calçados e Afins – a CTCCA –, que é uma instituição de pesquisa e de ensino tecnológico.

Para efeito de análise, o mercado de calçados pode ser dividido em três classes – A, B e C. A classe A é a dos calçados com preço FOB<sup>4</sup> em torno de US\$ 20,00/par e que concorrem em qualidade, *design* e outras inovações (que diferenciam o produto), com os produzidos na Itália, Alemanha, Espanha e França. A classe B é a dos calçados intermediários, que são sobretudo produzidos em França, tendo concorrência nos calçados produzidos em Portugal, Espanha, Bulgária, Polônia, México, Vietnã e Índia<sup>5</sup>. Na classe C o preço FOB do produto gira em torno de US\$ 5,00/par e a concorrência é dos produtos manufaturados nos países emergentes da Ásia (Fernandes e Rebelo, 1999).

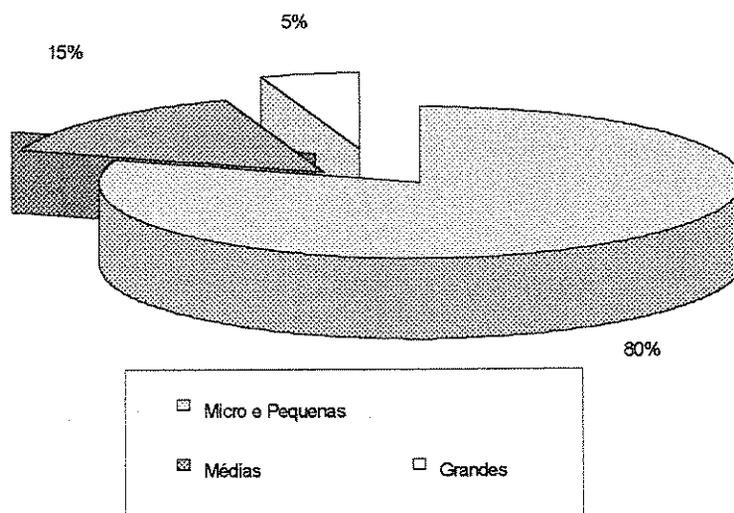
Os principais pólos produtores de calçados no Brasil são: Vale dos Sinos (RS); Franca (masculinos), Birigui (infantis) e Jaú (femininos) (SP); Belo Horizonte e Nova Serrana (MG); Fortaleza (CE); Campina Grande e João Pessoa (PB); e Salvador (BA).

---

<sup>4</sup> FOB Free on board – livre de frete.

<sup>5</sup> Os dois últimos países com investimento italiano.

**O pólo de Franca** – Franca é o principal pólo produtor de calçados masculinos de couro no Brasil. Esse aglomerado de indústrias calçadistas é constituído por 500 empresas, das quais 360 têm mais de 5 funcionários<sup>6</sup>. Além da indústria calçadista, Franca possui 20 curtumes, o que faz com que o setor coureiro-calçadista responda por 42,5% do PIB da região, ou 0,26% do PIB do estado de São Paulo, gerando 15.000 empregos formais e algo em torno de 12.000 informais (FIESP/CIESP, 2002). Cerca de 95% das indústrias calçadistas da região são MPME<sup>7</sup>, de acordo com o levantamento realizado pelo Sindicato das Indústrias Calçadistas. Esses resultados são apresentados na Figura 5.1. Com efeito, uma característica marcante do setor calçadista da região de Franca é a alta concentração da produção em um pequeno número de empresas, pois apenas 6% delas respondem por 57% da produção (FIESP/CIESP, 2002).



Fonte: Sindicato das Indústrias de Calçados de Franca (2001)

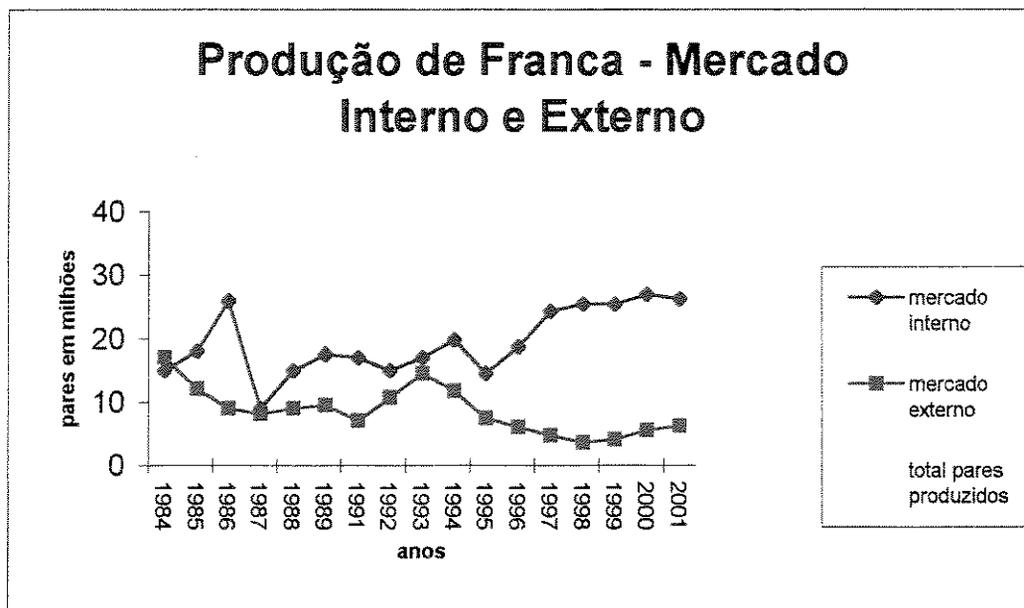
Figura 5.1: Empresas calçadistas de Franca, por porte

Em 2001 foram produzidos, em Franca, 32,5 milhões de pares, ou seja, 5% da produção nacional. A pouca participação na produção nacional é devido à produção de calçados da classe B, manufaturado com costura manual, de maior valor agregado. Naquele ano o pólo contribuiu

<sup>6</sup> Muitas dessas micro empresas não são cadastradas como consumidores industriais e pagam tarifa elétrica mais cara, enquanto consumidores residenciais.

<sup>7</sup> Classificação do Sindicato da Indústria de Calçados de Franca: micro, até 50 funcionários, pequena, de 50 a 250 funcionários, média, de 250 a 500 funcionários e grande com mais de 500 funcionários (SEBRAE, 2002).

com cerca de 4% das exportações totais de calçados. Na Figura 5.2 são apresentadas informações sobre a evolução da produção e das exportações no período 1984-2001.



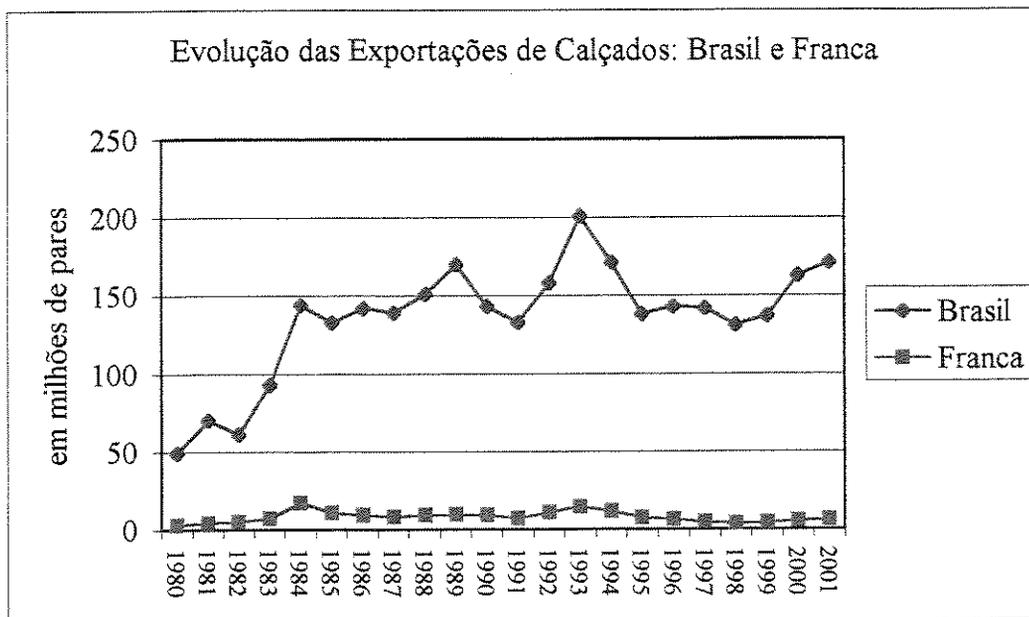
Fonte: ABICALÇADOS (2002)

Figura 5.2 Evolução da produção de calçados em Franca – mercado interno e externo

O pólo possui uma tradição exportadora, embora sua participação no mercado internacional venha decrescendo nos últimos anos. A tendência de decréscimo na participação no mercado internacional de calçados, do Brasil e do pólo de Franca, pode ser observada na Figura 5.3. Com as dificuldades impostas pela abertura do mercado e a valorização do Real, a receita com a exportação de calçados produzidos em Franca passou de uma média de US\$ 145 milhões, no período 1987/93, com máximo de US\$ 228 milhões em 1993, para apenas US\$ 69,4 milhões no ano de 1998. O decréscimo da participação brasileira nas exportações de calçados resultou em maior ocupação do mercado internacional por parte dos países emergentes (países asiáticos e México) e por Espanha e Portugal. Como pode ser visto na Figura 5.4, que ilustra os resultados para o ano de 1998, há forte concentração das exportações brasileiras para os Estados Unidos (68,4% do faturamento), o que é um fator de alto risco.

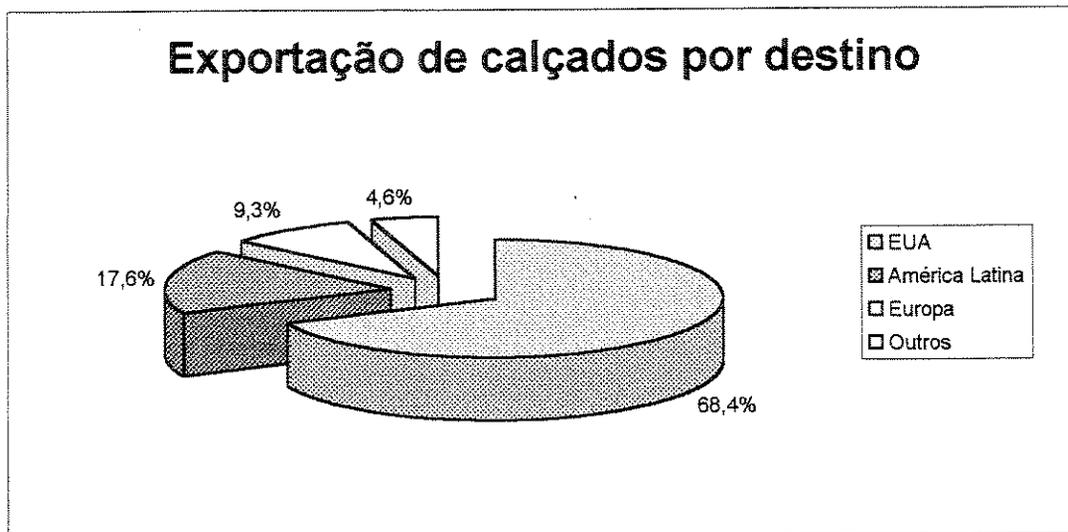
A maioria das empresas do pólo de Franca fabrica produtos com maior valor adicionado, anteriormente identificados, como sendo da classe B, deixando a faixa mais baixa do mercado

aos novos pólos. Essa opção gerencial trouxe e traz benefícios ao pólo, mas obriga um constante esforço de aprendizado para que se mantenha a competitividade nos mercados externos, muito mais exigentes. Também há que observar que a concorrência dos importados é muito acirrada.



Fonte: ABICALÇADOS (2002)

Figura 5.3 Participação do Brasil e de Franca no comércio internacional de calçados



Fonte: ABICALÇADOS(2002)

Figura 5.4 Exportação de calçados por destino- 2001

Em função da concentração das exportações e da alta exposição da indústria de Franca à competitividade, é necessário um esforço constante voltado à modernização tecnológica e administrativa. No entanto, há indicações, como as apresentadas abaixo, de que as indústrias do pólo são pouco eficientes e pouco inovadoras (Fernandes e Rebelo, 1999):

- somente 27% das empresas do pólo adotam práticas de manutenção preventiva;
- apenas 37% das empresas do pólo adotam as ferramentas 5S de qualidade, enquanto apenas 10% implantaram programas de qualidade total e somente duas empresas têm seus programas de qualidade certificados pela ISO 9000. Essa é uma forte barreira à exportação;
- há baixa capacidade de inovação e o desenvolvimento tecnológico não é uma preocupação do setor. O segmento calçadista de Franca utiliza equipamentos e metodologias gerenciais ultrapassados tecnologicamente em relação a concorrentes internos (e.g., Vale do Sinos) e externos (e.g., *cluster* da Itália).

No segmento calçadista não há grandes diferenças nos processos de fabricação e os produtos são de uma certa forma semelhantes, havendo maior competitividade. Com a mecanização da produção não é mais necessário treinamento de mão de obra no momento das contratações. O diferencial na produção está na modelagem dos calçados, ou seja, as novidades em termos de *design*, normalmente tendendo ao *design* italiano.

Nota-se que o segmento calçadista de Franca apresenta várias características que permitiriam a configuração de um *cluster*:

- Produtos semelhantes;
- Concentração geográfica;
- Semelhanças do processo de produção;
- Existência de fornecedores no próprio pólo;
- Vasta maioria de MPME;
- Especialização da mão de obra.

No entanto para esse aglomerado se tornar um *cluster* outras características precisariam ser atendidas, como (Fernandes e Rebelo, 1999):

- A existência de cooperação entre as empresas do pólo;

- Negociações organizadas, em bloco, com os fornecedores;
- Maior articulação entre as empresas;
- Existência de convênios/parcerias entre os atores do aglomerado;
- Maior eficiência tecnológica e administrativa.

No Brasil, o segmento calçadista não trabalha com indicadores de competitividade, tais como índice de desperdício de couro, índice de consumo de insumos e avaliação dos custos de produção. Tampouco existem estatísticas, mesmo que agregadas, que permitam a comparação internacional. No que diz respeito à energia, por exemplo, sabe-se que o consumo específico<sup>8</sup> de energia elétrica no setor calçadista brasileiro é alto em relação aos concorrentes internacionais: no Brasil é estimado em 1,02 kWh/par de sapato, segundo Bocausius (2000), enquanto na França o consumo específico é a metade desse valor (FIERGS, 2000).

Em termos energéticos, o processo de fabricação de calçados consome basicamente energia elétrica, e a totalidade das indústrias de Franca depende da concessionária local. Somente as empresas que fabricam solado de borracha precisam de vapor e possuem caldeiras a lenha e óleo. Já os curtumes utilizam vapor no processo de curtimento de peles e possuem caldeiras a óleo.

O setor industrial na cidade de Franca foi responsável, em 1997, por cerca de 30% do consumo total de energia elétrica, conforme pode ser observado na Tabela 5.6. A participação do setor industrial caiu no período 1980-1997. Mais especificamente, conforme cálculos a partir do estudo realizado por Bocausius (2000), o segmento calçadista foi responsável em 1998 por cerca de 27% do consumo do setor industrial. Na Tabela 5.7 apresenta-se a estimativa feita.

Tabela 5.6 Consumo de energia elétrica (MWh) no município de Franca no período 1980-1998

Setor	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1997	%	1998	%
Residencial	45.568	39	71.206	42	109.455	47	152.280	49	171.651	50	175.964	50
Rural	2.961	3	4.428	3	6.237	3	6.772	2	6.248	2	6.186	2
Industrial	52.781	45	70.357	42	84.214	36	103.992	33	108.797	31	108.299	30
Serviço e outros	14.931	13	22.263	13	31.159	13	49.662	16	59.657	17	63.458	18
<b>Total</b>	<b>116.241</b>		<b>168.254</b>		<b>155.275</b>		<b>302.706</b>		<b>346.353</b>		<b>353.907</b>	

Fonte: CPFL (2000)/SEADE (2003)

<sup>8</sup> Quanto de energia elétrica se necessita para produzir um par de sapato. Informação, na média, encontrada para as empresas do setor no Vale dos Sinos.

Embora se trate de uma estimativa, a tendência observada na Tabela 5.7 pode ser explicada pelos seguintes fatores (Benedetti, 2002):

- terceirização da produção – várias empresas reduziram a mão de obra na operação de pesponto (costura do sapato), repassando a tarefa para pequenas “bancas de pesponto”<sup>9</sup>, o que explica em grande parte o marcante aumento no consumo no setor residencial;
- aumento da eficiência dos equipamentos – nas indústrias calçadistas há a tendência de emprego de equipamentos mais eficientes: e.g., balancins (para corte do couro), fornos para secagem, máquinas de costura, etc.;
- mudança de calçado de solado de couro para solado de borracha, com operações mais simples. As empresas de calçados de Franca normalmente não produzem sola de borracha;
- migração de várias fábricas – várias indústrias se deslocaram de Franca para outras regiões do país, como o Nordeste e Minas Gerais, onde o custo da mão de obra é inferior;
- fechamento de algumas grandes empresas calçadistas – algumas empresas existentes no município, como Vulcabrás, M2000, Calçados Guaraldo, Pestalozzi, Paragon, Alpargatas, Terra etc., encerraram suas atividades nos anos 1990 e 2000;
- diversificação do parque industrial – unidades industriais de outros segmentos, como indústria de confecções e de perfumes, foram instaladas no município.

Tabela 5.7 Estimativa de consumo de energia elétrica (MWh) na indústria calçadista de Franca

	Pares de calçados produzidos (milhões)	Consumo das indústrias de calçados	Consumo do setor industrial	% do segmento
1985	30	30.600	70.357	43,49
1990	27	27.540	84.214	32,70
1995	22	22.440	103.992	21,58
1997	29	29.580	108.797	27,19
1998	29	29.580	108.299	27,31

Nota: Na estimativa foi considerado como consumo específico de energia elétrica 1,02 kWh/par e 2,37 kWh/m<sup>2</sup> de couro beneficiado (Bocausius, 2000). O valor do consumo específico empregado na avaliação é uma média para as indústrias brasileiras; o consumo deve ser maior na produção de um calçado diferenciado.

<sup>9</sup> Bancas de pesponto são pequenas empresas, normalmente montadas em residências ou pequenos barracões, que realizam trabalho de costura manual, antes realizado pela indústria calçadista.

Embora a eletricidade seja insumo essencial à produção e o segmento calçadista represente muito em relação ao consumo total na região, não tem havido grande esforço com vistas à racionalização de seu uso. Por exemplo, em 2001, quando da crise de abastecimento elétrico, cerca de 90% das indústrias calçadistas de Franca não atingiram as metas estabelecidas pela Comissão de Gestão pela Crise de Energia (Sindicato das Industrias de Calçados de Franca, 2002) e não pagaram a multa devido ao comércio de energia excedente, com a intermediação do Sindicato das Indústrias de Calçados de Franca.

Do ponto de vista ambiental, um problema histórico é a queima de resíduos industriais de couro nas caldeiras, o que era feito até 1988. Naquele ano, após análise feita pela CETESB, constatou-se que a queima do couro produzia cromo hexavalente<sup>10</sup>, e a prática foi suspensa. No presente, está em desenvolvimento projeto de pesquisa para extrair o cromo do couro. Atualmente esse resíduo está sendo jogado no aterro sanitário municipal, cuja capacidade de disposição está quase no limite. A indústria calçadista gera cerca de 100 toneladas de resíduo industrial por dia, dos quais cerca de 60 a 65 toneladas são de retalhos de couro (não aproveitados na indústria de calçado). Uma alternativa seria a utilização de tanino para o curtimento do couro, em substituição ao processo usual, que utiliza sulfato de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) para bloquear as ações de microorganismos na pele e evitar a putrefação, além da sal ( $\text{NaCl}$ ) para curtimento do couro (Jacinto, 2002). Entretanto, o processo com tanino tem maior custo.

#### **5.4.2 Pólo têxtil brasileiro**

Os primeiros estabelecimentos industriais para a produção de fios e tecidos foram instalados no século XIX, na Bahia. Mais tarde, outros estabelecimentos industriais têxteis surgiram em São Paulo, Rio de Janeiro, Blumenau, Recife, Nova Friburgo, Natal, Belo Horizonte, Juiz de Fora, Passos, Americana e outras cidades. No estado de São Paulo, um dos mais tradicionais pólos têxteis está localizado no entorno da cidade de Americana.

Conforme dados do censo industrial de 2002, a indústria têxtil brasileira tem 9.388 estabelecimentos, empregando 529.949 pessoas (IBGE, 2002). Em termos energéticos, de acordo com o Balanço Energético Nacional – BEN –, em 2001 o segmento têxtil respondeu por 2,6% do

---

<sup>10</sup> O processo de curtimento com sal implica a aplicação de cromo trivalente à peça, que se transforma em cromo hexavalente durante a combustão (Jacinto, 2002).

consumo total energético do setor industrial, com predominância da energia elétrica, do óleo combustível, do gás natural e da lenha (BEN, 2002).

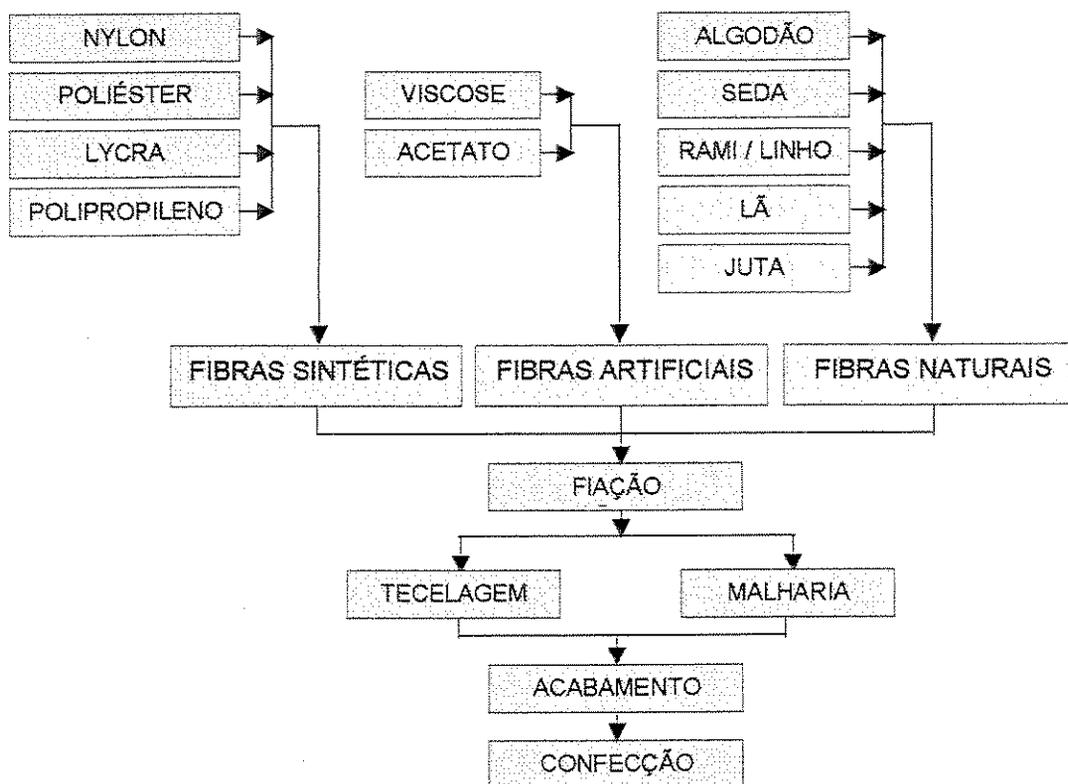
O segmento têxtil é altamente dependente de investimentos e, portanto, se caracteriza por intensiva utilização de capital. Para que se mantenha competitivo em termos econômicos e quanto à qualidade, principalmente a nível internacional, são necessárias pesquisas e freqüente modernização dos equipamentos. Mais recentemente, o segmento tem se caracterizado pelo intenso uso de maquinários que empregam recursos avançados em microeletrônica e em mecânica de precisão. O rígido controle da velocidade de operação das máquinas e a climatização adequada dos ambientes industriais são outras exigências que merecem destaque.

A indústria têxtil pode ser subdividida nos ramos de fibras naturais e de fibras químicas (artificiais e sintéticas). As fibras artificiais são compostas de misturas de resíduos de algodão (borra do processo) e derivados do petróleo. Já as fibras sintéticas são totalmente derivadas do petróleo (e.g., o nylon). No Brasil, há um pequeno número de produtores de fibras químicas, todas elas grandes produtores mundiais.

A produção brasileira de fibras sintéticas atende principalmente ao mercado interno, enquanto que a produção de fibras artificiais e naturais é também direcionada ao mercado externo.

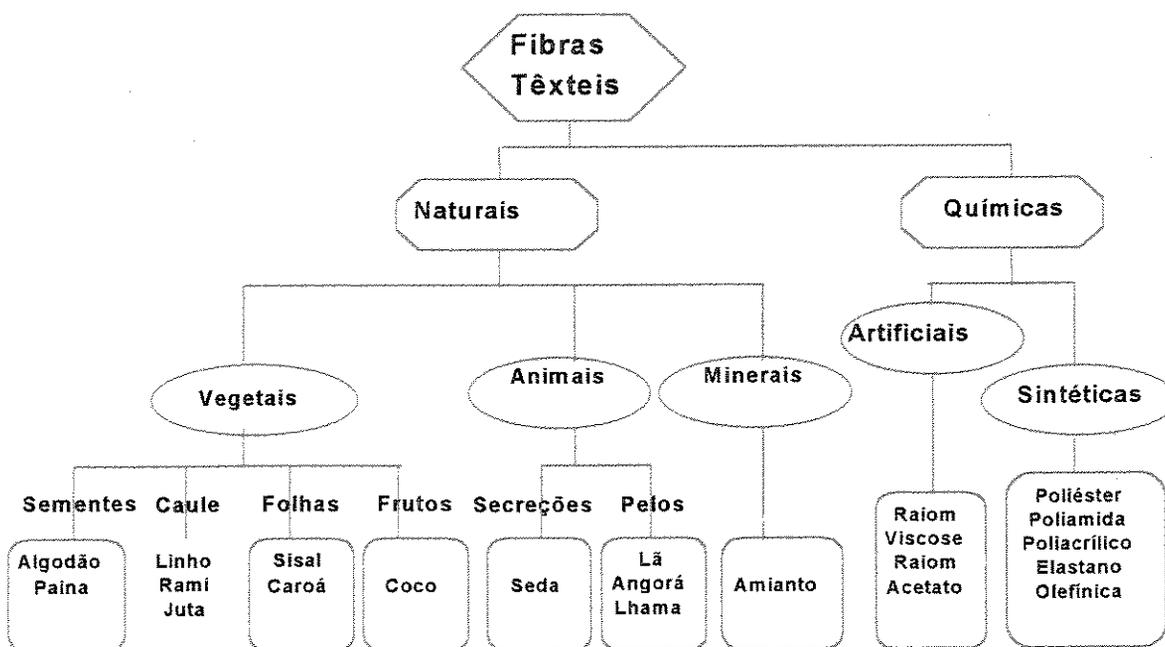
Na Figura 5.5 apresenta-se a estrutura básica do segmento têxtil, desde a produção de fibras até a etapa de confecção. Já na Figura 5.6 é apresentada a classificação das fibras têxteis, conforme a ABRAFAS, entidade brasileira que congrega as empresas fabricantes de fibras artificiais e sintéticas.

**Pólo de tecelagem plana de fibras artificiais e sintéticas em Americana e Região** – Do pólo têxtil de Americana fazem parte as indústrias localizadas nas cidades de Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara D'Oeste e Sumaré. O pólo é responsável por 85% da produção nacional de tecidos de fibras artificiais e sintéticas (SINDITEC, 2002). O pólo têxtil é constituído por cinco fiações (todas empresas multinacionais), sendo três de fibras artificiais e sintéticas e duas de fibras naturais (algodão), 725 indústrias de tecelagens e 50 indústrias de acabamento de tecidos (tinturarias e estamparias) (SINDITEC, 2002).



Fonte: SINDICTEC (2002)

Figura 5.5. Estrutura do segmento têxtil



Fonte: SINDITEC (2002)

Figura 5.6 Classificação das fibras têxteis segundo sua origem

Uma característica importante do pólo é a presença dominante de pequenas e médias empresas, principalmente das indústrias de tecelagem e tinturaria. O destino da produção têxtil desse pólo é sobretudo o mercado interno. Conforme o SINDITEC, cerca de 90% das tecelagens dessa região paulista são pequenas e médias empresas (Girardi, 2002).

Os produtores do pólo de Americana atuam no mercado de fibras artificiais e sintéticas, mercado no qual a concorrência é bem maior do que no mercado de fibras naturais. Os países emergentes da Ásia, por exemplo, são especialistas em fibras têxteis sintéticas. No início dos anos 1990 houve uma profunda crise no pólo têxtil de Americana, a partir do início das importações de tecidos dos países asiáticos que chegavam ao Brasil com preços bem abaixo dos custos de produção do produto nacional similar. Entre 1991 e 1995 as importações de tecidos cresceram 1.324% (Girardi, 2002).

Além da concorrência asiática, outro importante fator para a crise vivida pelas tecelagens da região de Americana foi a barreira protecionista ao fabricante nacional de máquinas têxteis, que impediu por anos a importação de teares. Assim, o setor ficou defasado tecnologicamente.

As barreiras protecionistas adotadas antes de 1990 não contribuíram para o desenvolvimento das empresas do pólo que, acomodadas, deram pouca atenção às práticas de gestão e às inovações tecnológicas. Quando da redução das barreiras à importação, na primeira metade dos anos 1990, as empresas não estavam preparadas para a competição. Por outro lado, quando possível a resposta das indústrias foi uma combinação de adaptações tecnológicas (troca de teares) e a adoção de novos métodos de gestão. Em vez de maximizar a produção, a meta passou a ser a busca da produtividade, da qualidade e a redução dos custos (Andrade *et al.*, 2001).

Gradativamente as antigas máquinas nacionais (lançadeiras) estão sendo substituídas por teares de última geração, como os teares de pinça, jato de ar e jato d'água, a maior parte adquiridos com financiamentos do BNDES (Girardi, 2002). Praticamente não existe mais fabricação de teares no Brasil e os teares de pinça são importados da Itália, Japão, Suíça e Alemanha. Para que se tenha uma idéia do esforço de modernização da produção no pólo têxtil de Americana, na Tabela 5.8 são apresentadas as compras de teares no final da década de 1990.

Ainda para caracterizar a evolução tecnológica das indústrias do pólo, deve-se observar que em 1992 havia cerca de 30.000 teares de lançadeira, que são puramente mecânicos. Em 2001 estimava-se a existência de apenas 20 desses teares em todo o pólo. Os teares mecânicos foram

vendidos para a indústria têxtil da região Nordeste do país e estão sendo utilizados pelas rendeiras na execução de trabalho artesanal (Girardi, 2002).

Tabela 5.8 Aquisição de teares pelo pólo Americana/Nova Odessa/Santa Bárbara/Sumaré

Teares/modelo	Rotação (rpm)	Até 1995	1996	1997	1998	1999	2000
Lançadeira	90						---
Pinça nacional		4.029	600	250	170	50	140
Pinça importada	750 a 900	748	150	300	420	350	10
Jato de ar	1.000 a 1.200	264	200	120	90	90	150
Jato de água	1.000 a 1.200	464	300	250	440	440	---
Projétil (Sulzer)		209	100	100	50	50	---
Totais		5.714	1.350	1.020	1.200	800	500

Fonte: SINDITEC (2002)

Apesar dos investimentos em equipamentos e o conseqüente aumento da competitividade e da produtividade, as indústrias do pólo têxtil de Americana continuam sendo ameaçadas devido ao segmento em que atuam – o de fibras artificiais. Os países asiáticos têm alta capacidade de produção, sendo que suas unidades fabris estão dentro de pólos petroquímicos.

A eletricidade é insumo vital no processo de tecelagem e, também, é muito importante nas tinturarias. As indústrias do pólo não são auto produtores e, em grande parte, compram energia elétrica da concessionária local. Quanto ao consumo de combustível, principalmente utilizado na geração de vapor, algumas indústrias, principalmente grandes tinturarias, passaram a utilizar gás natural em substituição aos óleos combustíveis. Como mostra a Figura 5.7, o pólo têxtil de Americana está na área de concessão de gás natural da COMGAS e o gasoduto Brasil-Bolívia passa muito próximo do pólo.

Sabe-se que as micro, pequenas e médias indústrias do pólo têxtil da região de Americana não têm maiores preocupações quanto ao uso de energia e, dentre as empresas pesquisadas, nenhuma tinha à época programas de racionalização de seu uso. Tal aspecto será discutido em mais detalhes no Capítulo 6.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de mapa da CSPE (2002)

Nota: Alguns pólos de pequenas e médias indústrias em São Paulo: têxtil: Americana e região; calçados infantis: Birigui; calçados masculinos e tênis: Franca; calçados femininos: Jau; jóias e bijuterias: Limeira; móveis: Mirassol; cerâmica: Cordeirópolis, Mogi Guaçu, Pedreira e Porto Ferreira.

Figura 5.7 Gasodutos, áreas de concessão de gás natural e pólos industriais em São Paulo

Estima-se que a incidência do custo da energia sobre os da produção representa em 7 e 10% do total (Girardi, 2002; Príncipe, 2002). Entre as empresas, diferenças na incidência da energia sobre os custos de produção podem ser explicadas pelos seguintes fatores:

- o consumo de vapor nas indústrias que só têm tecelagens é menor em relação ao das tinturarias. As tinturarias possuem equipamentos, como as ramas, que servem para secar e termofixar o tecido. A idade dos equipamentos também afeta o consumo de energia, já que ramas mais antigas, por exemplo, são menos eficientes;
- existem diferenças de consumo entre os equipamentos, como os vários tipos de teares. Várias empresas utilizam teares de jato de água, alguns teares de jato de ar e de pinça. Esses três teares possuem inversores de frequência e controle automatizado;
- indústrias mais antigas ocupam instalações de grandes dimensões, sub utilizadas. Antes, grandes barracões eram ocupados por muitos teares (de lançadeira, obsoletos) que foram substituídos por poucos teares modernos, ocupando pouco espaço.

O consumo de eletricidade por parte do setor industrial na região de Americana, em 1997, representou 75% do consumo total, o que é um indicador da importância que deveria ser dada ao

gerenciamento energético, particularmente o elétrico, nas indústrias, em geral, e nas unidades do pólo têxtil, em especial. Na Tabela 5.9 são apresentados dados do consumo de eletricidade na região de Americana, em alguns anos do período 1980-1997.

Tabela 5.9 Estrutura do consumo de eletricidade (MWh) nos municípios de Americana, Sumaré, Santa Bárbara D'Oeste e Nova Odessa no período 1980-1998

Setor	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1997	%	1998	%
Residencial	89.234	11	148.431	12	245.604	15	309.406	17	362.523	18	350.558	17
Rural	8091	1	10.786	1	13.700	1	12.370	1	12.526	1	11.717	1
Industrial	667.746	84	1.049.826	84	1.280.413	80	1.423.309	77	1.507.992	75	1.564.913	76
Serviço e outros	30.045	3	43.654	3	64.136	5	92.961	5	121.573	6	135.790	6
<b>Total</b>	<b>795.116</b>		<b>1.252.697</b>		<b>1.603.853</b>		<b>1.838.046</b>		<b>2.004.614</b>		<b>2.062.978</b>	

Fonte: CPFL (2000)/SEADE (2003)

Este pólo têxtil também apresenta várias características que permitiriam a configuração de um *cluster*, tais como:

- Semelhança dos produtos e dos processo de produção;
- Concentração geográfica;
- Proximidade dos grandes fornecedores de fibras;
- Vasta maioria de MPME;
- Especialização da mão de obra.

No entanto, também para este aglomerado algumas características de um *cluster* ainda não são atendidas:

- Não há cooperação entre as empresas do pólo. Aliás, notou-se pelas visitas e entrevistas que, dos três pólos analisados, este é o em que existe menor cooperação entre empresas;
- Não há articulação nas negociações com os fornecedores;
- Não existem convênios / parcerias entre os atores (empresas / sindicato / universidades ou agências de padronização) para troca de informações, desenvolvimento mercadológico e tecnológico do aglomerado;
- Não existência de convênios/parcerias entre os atores do aglomerado;
- Existe grande competição entre as empresas.

### 5.4.3 Pólo cerâmico de Porto Ferreira

Cerâmicas são definidas como material inorgânico não metálico. A palavra cerâmica deriva do grego *Karamos*, que significa fogo da terra (Briggs, 1995). A indústria cerâmica está difundida em vários países, com concentração de indústrias no Reino Unido (Stoke-on-Trent, Burslem, Hanley, Stoke, Fenton), na Alemanha (Bavária e Rhineland), na Itália (Emilia-Romagna), na França (Limoges), e nos Estados Unidos (East Liverpool, Ohio). A existência de um pólo cerâmico é determinada pela disponibilidade de matéria prima e de energia (Warren *et al*, 2000).

Conforme dados do Censo Industrial 2000, o segmento cerâmico brasileiro é formado por 4.476 estabelecimentos industriais, empregando 135.791 pessoas (IBGE, 2002). Em termos energéticos, conforme o Balanço Energético Nacional de 2001, o consumo do segmento cerâmico representou 3,9% do consumo total energético do setor industrial, com uso predominante da lenha, energia elétrica, óleo combustível, GLP e gás natural (BEN, 2001).

O pólo de Porto Ferreira contava no início dos anos 2000 com 100 indústrias de cerâmica artística e 39 de cerâmica vermelha (fabricantes de telhas, tijolos, lajotas, entre outras) e empregava cerca de 800 pessoas. O segmento de cerâmica artística no município de Porto Ferreira é formado apenas por pequenas empresas<sup>11</sup>, todas familiares, sendo que a maior tem menos de 100 funcionários. Para ilustrar a tendência de concentração verificada no pólo, nos últimos anos, deve-se notar que no período 1986-1988 havia mais de 300 empresas cadastradas na prefeitura.

A produção de cerâmica artística é intensiva em mão de obra, já que a produção em si é essencialmente artesanal. Estima-se que só essa atividade gere entre 5 e 6 mil empregos diretos no Brasil e, adicionalmente, mais 15 a 20% empregos indiretos. Pesquisa realizada em 2001 pelo sindicato patronal de Porto Ferreira, indica que a produção no pólo é da ordem de 3 milhões de peças por mês, com faturamento em torno de R\$ 2,5 milhões mensais.

A produção de cerâmica artística pode ser classificada em artística, propriamente, artesanal e contemporânea:

- cerâmica artística: no Brasil, estima-se que haja cerca de 200 empresas, na sua vasta maioria micro ou pequena empresas, que têm estrutura empresarial simples e origem

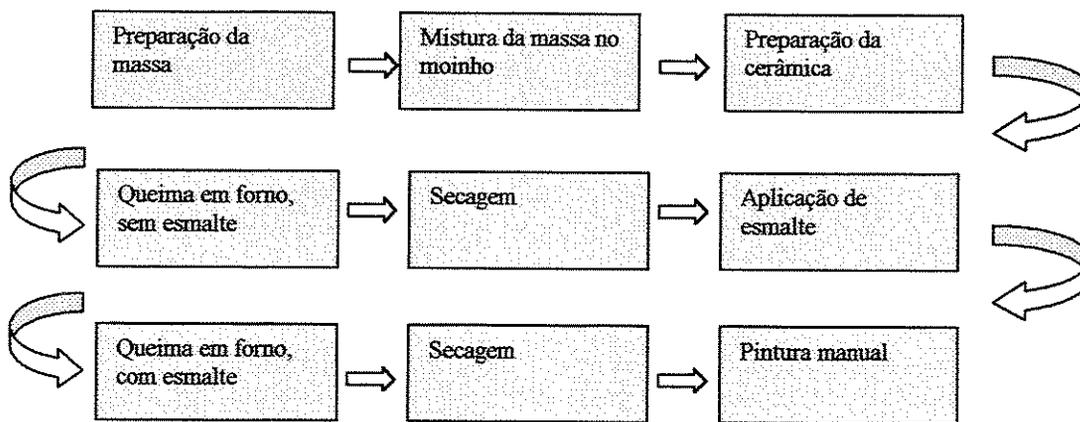
---

<sup>11</sup> Conforme a classificação adotada pelo SEBRAE.

familiar. Estão concentradas nas cidades de Porto Ferreira e Pedreira, no estado de São Paulo, e na cidade de Campo Largo, no estado do Paraná;

- cerâmica artesanal: o segmento compreende os sub grupos de cerâmica indígena e cerâmica popular. A produção desse último está concentrada em algumas regiões do país, tais como Apiaí (SP), Santa Catarina (a chamada cerâmica açoriana, de origem Portuguesa), Minas Gerais, no Vale do Jequinhonha, Pernambuco, no alto do Moura, e Pará, em Icoracy (com a produção de cerâmica marajoara e tapajônica);
- cerâmica contemporânea: neste segmento progressos foram notados, com o emprego de designers, melhoria da qualidade das peças a partir do emprego de matérias-primas mais adequadas e emprego de modernas técnicas de fabricação. Algumas dessas empresas conseguem exportar (cerca de US\$ 200 mil/mês).

O processo de produção da cerâmica artística envolve poucos processos, como mistura da massa no moinho, a queima da cerâmica – inicialmente sem esmalte, e a secagem. Após a queima, a cerâmica é esmaltada e retorna ao forno. Finalmente, há a etapa de pintura, que é feita manualmente. A Figura 5.8 esquematiza o processo de produção de cerâmica artística.



Fonte: elaborado pelo autor, com informações de visitas

Figura 5.8 Processo de fabricação de cerâmica artística

No processo produtivo a energia elétrica é utilizada em iluminação e no acionamento de motores. Nas visitas feitas às indústrias do pólo de Porto Ferreira constatou-se que para a mistura da matéria prima é utilizado moinho, que é acionado por um motor de 7,5 HP (o mesmo

equipamento é utilizado em todas as empresas visitadas). O tracionamento dos carros que carregam a carga nos fornos contínuos é feito por motores de 1,5 cv. Já para a secagem são utilizados ventiladores convencionais, de teto (Burgina, 2002; Carniatto, 2002).

Os gastos com energia representam de 7% a 20% dos custos totais de produção, dependendo do tipo de indústria. Entre outros fatores, boa parte dessa variação pode ser explicada pela organização do processo, que tanto pode ser contínuo ou intermitente, e que depende da forma de operação dos fornos (Bera, 2002).

Recentemente, o pólo cerâmico de Porto Ferreira começou a se organizar como um *cluster*. O Sindicato empresarial buscou parceria e cooperação da Universidade Federal de São Carlos e do SEBRAE, e conseguiu apoio da FAPESP. Assim, estão sendo desenvolvidos três projetos<sup>12</sup> PATME (Anexo A), um deles voltado à melhoria do *design* dos produtos, outro ao desenvolvimento de fornos a GLP e um terceiro voltado ao desenvolvimento de nova massa cerâmica. As razões para o desenvolvimento dessa nova massa são (Mazzoti, 2002, Mesquita, 2001):

- esgotamento das reservas de argila de São Simão, utilizada na massa atual, que é o único local no Brasil onde essa matéria prima é encontrada. Estão sendo testadas argilas de Suzano – SP e Minas Gerais;
- eliminação de trincas das peças, e conseqüente diminuição dos rejeitos (estimados em 5% do total da produção). Os resíduos das peças já queimadas não são reciclados, sendo dispostos em aterro;
- eliminação ou redução das manchas de silicato.

Nas visitas feitas às indústrias do pólo de Porto Ferreira nenhum programa voltado à racionalização do uso da energia nas indústrias foi identificado. Entretanto, o setor industrial, em geral, e o segmento cerâmico, em particular, respondem por cerca de 70% do consumo total de energia elétrica na cidade, conforme se observa dos dados apresentados na Tabela 5.10.

Dos três casos analisados, o pólo de cerâmica artística é o que apresenta as maiores características de um *cluster*, pois além dos pontos anteriormente mencionados para os pólos de Franca e da região de Americana, há também grande cooperação entre as empresas:

Tabela 5.10 Estrutura do consumo de eletricidade (MWh) em Porto Ferreira no período 1980-1998

Setor	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1997	%	1998	%
Residencial	8.363	14	11.569	7	17.235	13	23.070	14	26.571	16	28.033	15
Rural	5.053	9	9.758	6	12.436	10	15.875	10	19.043	11	19.163	10
Industrial	41.306	70	139.486	85	94.300	73	119.228	72	113.776	68	128.343	70
Serviço e outros	2.494	4	3.152	2	4.740	4	6.531	4	8.194	5	9.031	5
Total	59.196		163.965		128.711		164.704		167.584		184.570	

Fonte: CPFL (2000)/SEADE (2003)

- no equacionamento do problema de suprimento de matéria prima;
- no desenvolvimento de estudos para melhoria do *design* das porcelanas, o que é feito em parceria com o Centro Cerâmico Brasileiro;
- na melhoria da eficiência de fornos elétricos intermitentes e troca desses por fornos contínuos elétricos ou a GLP, o que é feito em parceria com a Universidade de São Paulo;
- na comercialização e no marketing, que é desenvolvido pelo Sindicato da Indústrias Cerâmicas de Porto Ferreira;
- além de uma grande articulação para a clusterização no pólo através da influência do SINDICER (Sindicato das indústrias Cerâmicas);

Nestes três casos houve parceria com o SEBRAE e os projetos têm financiamento do FINAME e da FAPESP.

<sup>12</sup> Inclusive com a contratação de um pesquisador doutor, como bolsista.

## **Capítulo 6**

### **Barreiras ao Uso Racional de Energia nas Micro, Pequenas e Médias Indústrias**

#### **6.1 Introdução**

As barreiras mais comuns ao uso racional da energia foram preliminarmente identificadas e analisadas no capítulo 2. Neste capítulo são analisadas as barreiras à racionalização do uso da energia em micro, pequenas e médias empresas – MPME. Para tanto, foram feitas visitas e entrevistas às indústrias dos três pólos descritos no Capítulo 5, ou seja, o pólo produtor de calçados de Franca, o de produtos têxteis da região de Americana e o de cerâmica artística, de Porto Ferreira.

No total, foram realizadas 33 entrevistas à indústrias, sindicatos patronais, associações comerciais e industriais, prefeituras, ao SEBRAE, à FIESP/CIESP, ao SENAI de Franca, ao IPT – Núcleo Tecnológico de Couro Calçados e Afins de Franca, à ABESCO e a consultores independentes. Antes das entrevistas foi preparado um roteiro, que foi seguido, na medida do possível, em cada uma das entrevistas realizadas. As entrevistas foram previamente agendadas e feitas sem a apresentação de um questionário. Nas conversas realizadas o objetivo central foi a obtenção de informações sobre experiências anteriores e a percepção das empresas quanto ao uso racional da energia. Foram feitas perguntas sobre a organização das MPME, condições de acesso a financiamento, relação das empresas com as ESCO, prioridades de investimento das empresas, conhecimento sobre informações técnicas, capacitação técnica dos empregados, etc. Não foi dado tratamento estatístico às respostas devido a natureza qualitativa do roteiro elaborado.

A partir das entrevistas foi feita a identificação das barreiras ao uso racional da energia nas MPME. Os comentários correspondentes são apresentados neste capítulo, a partir do item 6.3, de acordo com a classificação de barreiras usualmente encontrada na bibliografia.

A análise feita neste capítulo é subsidiada pela informação apresentada nos Capítulos 4 e 5, nos quais, respectivamente, buscou-se estabelecer um paralelo entre os programas de gestão do uso da energia e os programas de gestão da qualidade e do meio ambiente, mais bem aceitos e mais usuais nas indústrias, e a organização das MPME em *clusters*.

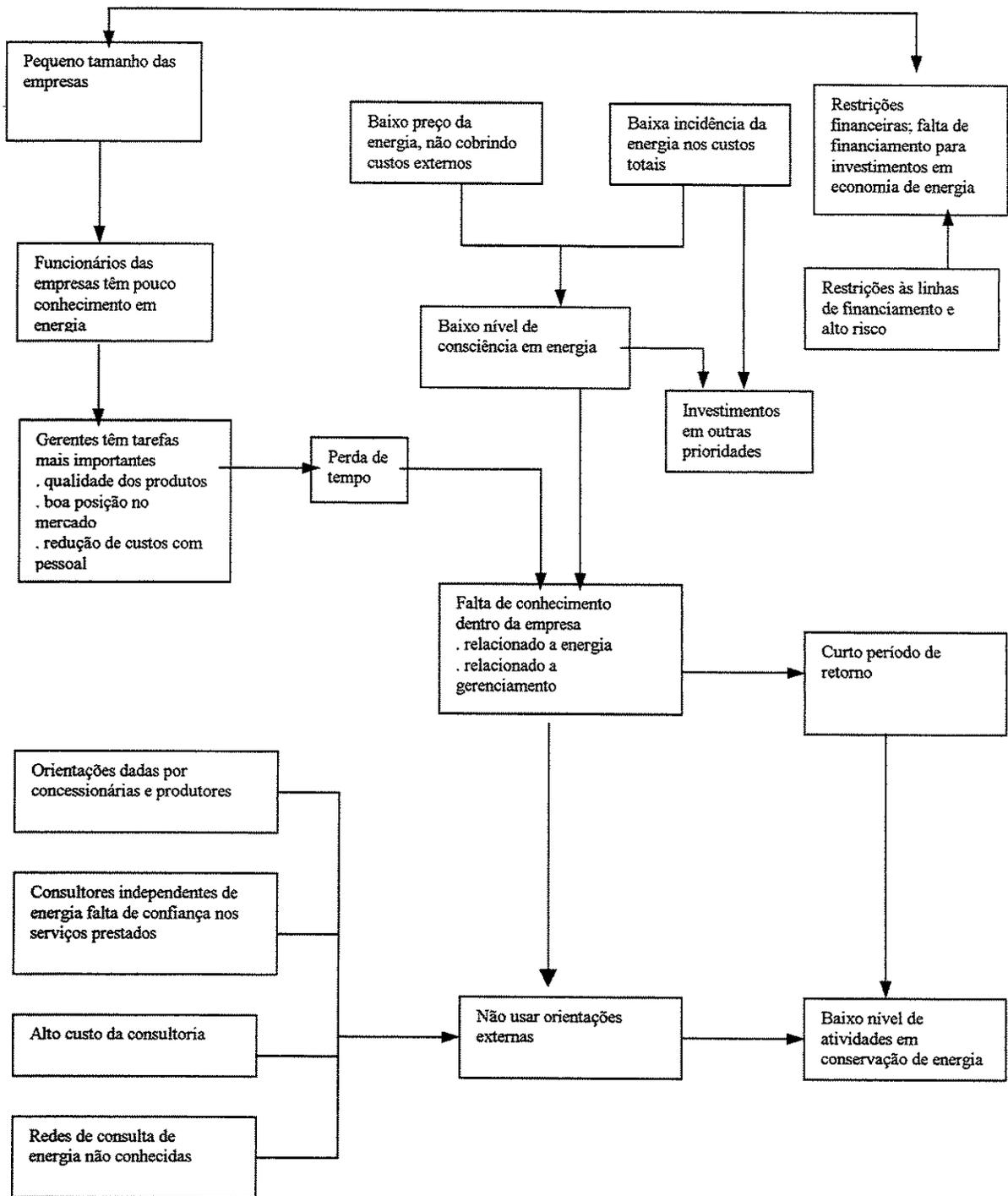
As barreiras identificadas nas entrevistas coincidem com as que são apresentadas por Gruber e Brand (1991) ao relatar o caso de pequenas e médias empresas na Alemanha. A Figura 6.1 sumariza as barreiras reportadas por aqueles autores. A análise específica das principais barreiras à racionalização do uso da energia nos três pólos aqui estudados é também subsidiada por outros dois trabalhos que trataram do mesmo tema no caso das MPME da Alemanha e Dinamarca (InterSEE – Programme Joule III, 1998; e Togeby *et al.*, 1997).

## **6.2 Tendência Comportamental das Empresas**

Em 1998 a União Européia publicou um relatório de Casos de Sucesso na Implementação de Eficiência Energética, nos setores Industrial, Comercial e de Serviços (InterSEE – Programme Joule III, 1998). Outra importante referência no mesmo tema é o estudo desenvolvido por Togeby *et al.* (1997). Os dois estudos sobre pequenas e médias empresas – PMEs (abaixo de 500 funcionários) foram desenvolvidos para identificar os fatores culturais e institucionais que motivaram o sucesso de programas de uso racional de energia. Esses estudos estão baseados em empresas alemãs e dinamarquesas. Os custos de energia nessas empresas são inferiores a 3% dos custos totais de produção. Os dois estudos fazem parte do programa Joule III e o projeto InterSEE foi desenvolvido com apoio da Comissão Européia.

Conforme esses estudos, em todos os casos bem sucedidos de desenvolvimento de programas de racionalização do uso da energia alguns elementos comuns podem ser identificados:

- Os fatores de motivação incluem a busca de uma melhor imagem, o atendimento de normas e de procedimentos legais (ambientais, trabalhistas, etc.), o atendimento de pressões dos consumidores, e a redução de custos do processo;



Fonte : Gruber e Brand. (1991)

Figura 6.1 Barreiras para ações voltadas à racionalização do uso da energia

- A existência de redes de cooperação para coleta de informações e o melhor desenvolvimento dos sistemas de gerenciamento, através da cooperação entre empresas, organizações técnicas, universidades e apoio das concessionárias de energia elétrica;
- A atitude empreendedora da liderança das empresas, que tem forte influência na cultura organizacional e na motivação dos funcionários;
- A organização das ações voltadas à racionalização do uso da energia seguindo a lógica dos programas de gestão da qualidade e do meio ambiente.

No projeto InterSEE foi estudada a influência de oito fatores na implementação de medidas de efficientização do uso da energia nas PMEs. Em cada empresa analisada os fatores abaixo listados foram qualitativamente classificados de acordo com sua importância:

1. Existência de orientação estratégica e de comprometimento da diretoria (no conjunto, os resultados variam de baixa para alta importância);
2. Entendimento de que há forte relação entre energia e meio ambiente (os resultados variam do entendimento de que há e de que não há relação);
3. Existência de conhecimento técnico interno à empresa (baixo para alto);
4. Existência na própria empresa de mão de obra qualificada (baixo para alto);
5. Percepção dos benefícios da racionalização do uso da energia (pequena a grande);
6. Envolvimento ativo da alta direção com as ações de efficientização energética (nenhum a alto);
7. Busca de informações fora do âmbito da empresa (baixo para alto);
8. Dependência de apoio financeiro externo (baixo para alto).

Os resultados da pesquisa feita quanto aos oito fatores acima permitiram a classificação de todas as empresas analisadas em quatro grupos, abaixo descritos:

Grupo I – Corresponde às empresas que apresentam alto grau de desenvolvimento do ponto de vista organizacional e têm capacidade interna de condução dos programas de gestão do uso de energia. Em geral, as empresas apresentam alta lucratividade em seus negócios. Também, de forma geral, essas empresas já tinham tido experiência com outros programas de gestão (e.g., qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho);

Grupo II – Corresponde às empresas nas quais a decisão para execução das atividades é imposta pelos proprietários ou pela diretoria, sendo que essas decisões não são tecnicamente fundamentadas. Normalmente essas empresas priorizam as atividades de produção e de vendas;

Grupo III – Corresponde às empresas que têm suficiente capacidade técnica para implementar os programas de gestão, embora não tenham experiência anterior. Frequentemente a posição da diretoria é de aceitar as sugestões do pessoal técnico. Em geral, as pessoas mais importantes da direção têm conhecimento dos processos internos e bons contatos externos;

Grupo IV – Corresponde às empresas principiantes, ou seja, empresas que apresentam baixa capacitação técnica e organizacional para a condução dos programas de gestão do uso da energia. Esse tipo de empresa normalmente só executa os projetos de maior rentabilidade e depende mais dos estímulos externos.

Segundo resultados da pesquisa, as empresas desses quatro grupos também reagem de forma diferenciada aos vários instrumentos de fomento à racionalização do uso da energia. Na Tabela 6.1 são mostrados os impactos potenciais de diferentes medidas em função dos grupos de classificação das empresas.

Tabela 6.1 Influência de vários instrumentos de fomento nos diferentes tipos de empresas

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Auditorias (parcialmente financiadas)	-	+++	+	+++
Subsídios para investimentos	+	+	++	+
Existência de redes de informação	+	+++	++	++
Taxas adicionais (e.g., CO2/energia)	+	+	++	+
Financiamento por terceiros	++	+++	+	++
Importância da gestão ambiental	++	+++	+	-
Projetos de demonstração	+	++	++	++
Treinamento (e.g., workshops)	+	++	+	+
Motivação interna à empresa	+++	++	+	-
Informações externas (e.g., revistas)	+	++	++	+
Nota: +++ impacto grande, ++ impacto médio, + impacto baixo, - nenhum impacto				
Fonte: Togeby <i>et. al.</i> (1997)				

Todas as empresas analisadas no projeto InterSEE tiveram relativo sucesso na implantação de programas de gestão do uso da energia. De acordo com o estudo, a influência dos instrumentos de fomento seria maior nas empresas dos Grupos II e IV (comparativamente, maior para as empresas do grupo II), em princípio devido a sua menor capacitação técnica e financeira. Por

outro lado, para as empresas dos Grupos I e III os instrumentos de fomento teriam menor influência devido a maior capacitação técnica de seus diretores e funcionários, além da maior disponibilidade de capital (principalmente as do grupo I).

No âmbito do projeto realizado, e com base nos resultados obtidos, Togeby *et al.* (1997) sugeriram as seguintes medidas para estimular o uso racional de energia nas MPME:

- aumentar os níveis de conscientização dos dirigentes das empresas, bem como o de informação sobre os processos, através de auditorias energéticas, planos de monitoramento, definição e acompanhamento de indicadores do consumo de energia;
- aumentar a sinergia entre os programas de gestão do uso da energia e de gestão ambiental, uma vez que nos casos de sucesso tal relação foi observada;
- organização de redes, promovendo a cooperação das MPME com agentes externos, ponto que foi identificado como de grande importância nos projetos bem sucedidos. Projetos de demonstração e a divulgação de casos bem sucedidos são exemplos do que pode ser feito.

Como seria de esperar, a importância dada pelas indústrias quanto às questões energéticas e às ações voltadas à racionalização do uso da energia é maior nas indústrias de maior porte e naquelas em que a incidência do custo de energia sobre os custos de produção é maior. Tais conclusões, para MPME da Alemanha, foram mostradas graficamente por Gruber *et al.* (1991), conforme pode-se observar na Figura 6.2.

Nas visitas e entrevistas realizadas neste estudo, junto a MPME dos pólos industriais de Americana e Franca, não foram encontradas empresas com as características descritas por Togeby *et al.* (1997), e que foram classificadas nos quatro grupos anteriormente descritos. Do ponto de vista organizacional, apenas grandes empresas (multinacionais) têm as características descritas. Nesses dois pólos, algumas médias empresas possuem engenheiros qualificados e já até realizaram estudos de racionalização, mas as medidas analisadas não foram implementadas.

Nas MPME desses dois pólos, o empresariado tem uma visão mais imediatista, com foco na produção e no mercado, e questões mais estratégicas, como os programas de gestão da qualidade e do uso de energia, dificilmente são priorizadas. A estrutura organizacional das MPME nestes pólos é semelhante, sendo a administração normalmente familiar e não participativa.

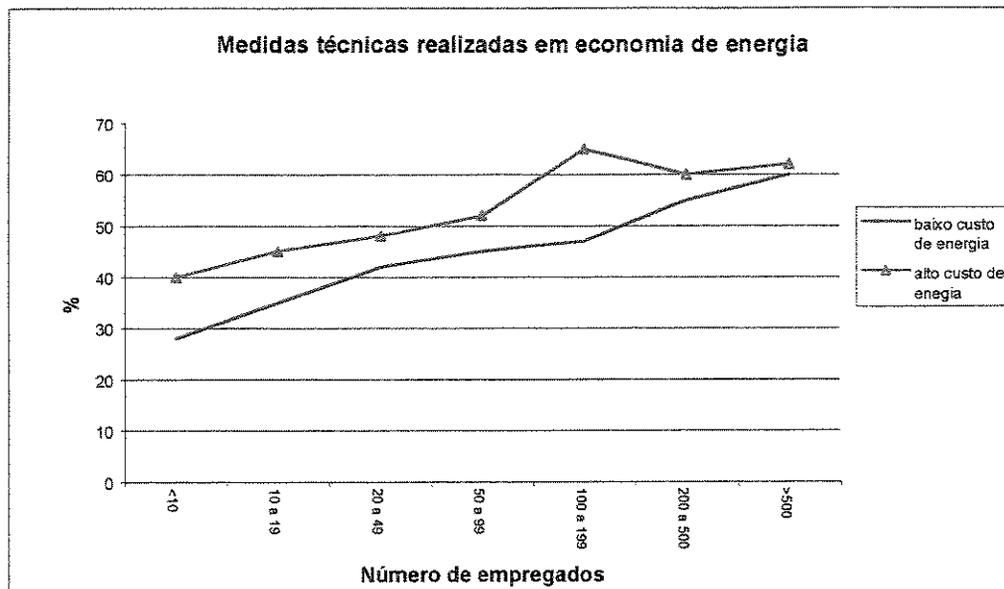


Figura 6.2 Medidas técnicas realizadas em economia de energia por indústria alemãs

Ao contrário, as MPME do pólo de Porto Ferreira apresentam características mais próximas das indústrias classificadas por Togeby *et al.* (1997) como sendo do Grupo IV. As empresas em si não apresentam grande capacidade organizacional, mas têm apresentado evolução em função do início do processo de clusterização, que é liderado pelo sindicato patronal local. O sindicato é o agente catalisador e disseminador de informações, visando o aumento da competitividade do pólo. Nas indústrias cerâmicas da região, inclusive, observa-se alguma preocupação com as questões ambientais.

### 6.3 Barreiras Associadas à Falta de Informação

Como comentado no item 2.2, esta é uma das principais barreiras à racionalização do uso da energia. Na oportunidade, foi comentado que as barreiras associadas à desinformação incluem o desconhecimento sobre o consumo físico e sobre a incidência da energia nos custos de produção, o desconhecimento quanto ao potencial de racionalização, quanto às alternativas tecnológicas e financeiras, às vantagens e desvantagens de cada alternativa, etc. Evidentemente, por falta de informação muitas oportunidades de racionalização do uso da energia são perdidas ou mal aproveitadas (DeCannio, 1993).

Pode-se constatar nas visitas que as indústrias dos três pólos analisados neste trabalho carecem de informações sobre os diferentes aspectos do uso eficiente de energia. Entretanto, pode-se afirmar que não há desinformação quanto ao consumo físico, mas sim, em muitos casos, despreocupação. Já quanto à incidência da energia sobre os custos da produção, conforme comentado no capítulo anterior, algumas indústrias dos pólos têxtil e de cerâmica artística têm essa estimativa com algum grau de precisão. Por exemplo, foi visto que no pólo têxtil a incidência da energia total varia entre 7 e 10% dos custos totais, enquanto no pólo cerâmico a incidência varia entre 7 e 20%, ou seja, em muitos casos a energia é um item de custo bastante significativo, ao menos o suficiente para justificar ações concretas para a racionalização de seu uso. Quanto ao pólo de Franca, não há preocupação porque a incidência da energia nos custos de produção não chega a 1%. Entretanto, é evidente que a energia elétrica é um insumo essencial à produção.

Entretanto, apesar de em muitos casos a energia ser um item de custo importante, pode-se dizer que não há nas MPME visitadas adequada conscientização quanto ao suprimento e à racionalização do uso da energia, mesmo após a grave crise de abastecimento elétrico de 2001. Nas pequenas indústrias a preocupação central está invariavelmente posta em questões imediatas relativas à produção e na defesa de sua participação no mercado.

A baixa conscientização das MPME quanto às questões energéticas foi constatada nas visitas feitas às indústrias dos três pólos analisados. Entre as indústrias visitadas, nenhuma tinha em funcionamento, por exemplo, um programa de racionalização do uso da energia elétrica, mesmo após o racionamento imposto pelo governo brasileiro em 2001. É importante notar que poucas empresas têm em operação equipamentos mais eficientes, como motores elétricos mais eficientes, mas a instalação desses equipamentos não se deu no âmbito de um programa estruturado e contínuo de racionalização.

Cabe observar que no que diz respeito especificamente aos motores elétricos é comum nas indústrias, e principalmente na MPME, a não preocupação com o correto dimensionamento e escolha desses equipamentos, que respondem por fração substancial do consumo de eletricidade nas indústrias visitadas<sup>1,2</sup>.

---

<sup>1</sup> No Brasil, no setor industrial, estima-se que o acionamento de motores responda por 50% do consumo de energia elétrica.

A situação mais comum nas MPME é a desinformação quanto às oportunidades de aumento da eficiência no uso da energia e quanto ao potencial que existe em uma dada indústria. Isso pode ser constatado junto à alta gerência e proprietários das indústrias dos três pólos analisados neste trabalho. Na bibliografia (e.g., Reddy *et al.* 1998) faz-se menção ao fato de que a desinformação é a explicação mais comum para o não emprego de tecnologias energeticamente mais eficientes.

Chama também a atenção o fato de que estudos anteriores sobre a racionalização do uso da energia em determinados segmentos industriais não são de conhecimento das empresas. Em particular, em nenhuma das indústrias visitadas dos pólos têxtil e cerâmico, as pessoas consultadas declararam conhecer os Manuais de Recomendações – Conservação de Energia na Indústria Cerâmica (Ikeda *et al.*, 1980) e Conservação de Energia na Indústria Têxtil (Lajolo *et al.*, 1982), publicados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Esses manuais de recomendações foram feitos na primeira metade dos anos 1980s, por solicitação da Secretaria de Economia e Planejamento do Governo Federal – SEPLAN, com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, visando a difusão de informações sobre a racionalização do uso da energia – sobretudo combustíveis, em diferentes segmentos industriais. Os manuais apresentam ferramental teórico e prático para a avaliação do potencial de racionalização em indústrias típicas, estudos de caso e recomendações para a implantação de programas.

Como visto anteriormente, recomenda-se a difusão de informações para que a barreira associada à desinformação seja superada. Evidentemente, um dos problemas está no fato de que a informação não é adequadamente difundida entre o público alvo. Entretanto, o simples acesso à informação não resolve o problema, pois é preciso que haja qualificação para que a informação técnica seja absorvida. Cabe notar que os textos disponíveis são, muitas vezes, pouco didáticos. Este é um problema para as MPME que, em geral, têm quadros reduzidos e com nível de qualificação insatisfatório nas questões energéticas, conforme constatado nos três pólos visitados.

A questão da disseminação de informações e da transferência de tecnologia nas MPME, sobretudo nos países em desenvolvimento, é analisada por Eyre (1997) e TERI (1997). Por outro lado, Gruber *et al.* (1991) comentam que este é um problema também das MPME da Alemanha. Uma alternativa para que os problemas de acesso e de assimilação de informações sejam

---

<sup>2</sup> Segundo Geller *et al.* (1998), motores elétricos de alta eficiência eram cerca de 40% mais caros do que os motores-padrão vendidos no Brasil, o que inibe seu uso. O alto consumo elétrico no acionamento de motores é também

contornados está na organização de *clusters* de MPME. Assim, como se observa nos *clusters* existentes no exterior, tecnologias de uso eficiente de energia poderiam ser transferidas com maior facilidade. Os *clusters* favorecem a disseminação da informação entre as empresas, como dito anteriormente.

É importante notar que, em geral, as MPME também têm pouca informação sobre oportunidades de melhoria de seus produtos e de melhoria da eficiência na produção. Assim, a energia é apenas um dos aspectos de um problema mais amplo (Worrel *et al.*, 2001).

Os resultados do estudo de Togeby *et al* (1997) (ver Tabela 6.1.) sugerem que projetos de demonstração podem ter impacto positivo nas MPME. Nas visitas e entrevistas realizadas junto às indústrias dos três pólos a realização de projetos de demonstração foi citada como uma ação necessária (Girardi, 2002; Bennedetti, 2002; Mazzoti, 2002). Nas entrevistas foi dito que as indústrias têm dificuldade de acesso à informação sobre tecnologias mais eficientes e que o intercâmbio de informações entre as indústrias é precário. Tal quadro é menos crítico no pólo cerâmico de Porto Ferreira, exatamente onde existe o embrião de um *cluster*. A respeito, também vale comentar que o PROCEL realizou, no Estado do Rio de Janeiro, projetos de demonstração de tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético em cerâmicas, padarias e recauchutadoras de pneu (PROCEL, 2002).

A respeito do acima comentado, cabe citar que nas visitas os entrevistados mencionaram que uma das barreiras por eles identificadas é a falta de confiança que têm em novas tecnologias, presumivelmente mais eficientes. Como a eficiência energética não é uma prioridade, a tendência é manter os equipamentos que já estão em operação.

#### **6.4 Barreiras Técnicas**

Desde um ponto de vista mais geral, existem fortes evidências de que as MPME, em vários países, são tradicionalmente menos eficientes quanto ao uso de recursos (World Bank apud Worrel *et al.*, 2001; Dasgupta, 2000). Por outro lado, há vários exemplos de MPME inovadoras e competitivas, mesmo quando comparadas com concorrentes externos.

---

explicado pela prática usual de superdimensionamento e pela precariedade da manutenção.

Do ponto de vista ambiental é evidente que há menor investimento por parte dessas empresas em tecnologias de produção mais limpa. As ações para mitigar impactos ambientais globais (e.g., redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa) não são frequentes nas pequenas indústrias. As empresas possuem outras prioridades, há dificuldade financeiras e os riscos tecnológicos associados à questão ambiental são significativos (Berkel e Bouma apud Worrell, 2001). Embora para uma pequena indústria, individualmente, ações voltadas à minimização dos riscos ambientais possam ser proibitivas, as mesmas são perfeitamente factíveis para um grupo de indústrias, ou *cluster*. Um exemplo típico é o das estações de tratamento de efluentes líquidos, que teriam menor custo e, possivelmente, maior eficiência se fossem de maior porte e atendessem às várias indústrias.

Quanto a racionalização do uso da energia nas MPME, existem também barreiras técnicas associadas ao porte e à baixa capacitação tecnológica das indústrias. No capítulo 2 foram resgatadas informações da bibliografia que caracterizam as barreiras técnicas na falta de mão de obra qualificada, no temor quanto à necessidade de transformações e quanto à oferta relativamente limitada de equipamentos mais eficientes. Alguns desses aspectos já foram comentados no item anterior, no que diz respeito às MPME, quando foram citadas as dificuldades de assimilação da informação técnica disponível e a baixa qualificação dos empregados para seleção e incorporação de novas tecnologias.

Pode-se constatar nas visitas que as MPME dos três pólos analisados não têm, de forma geral, pessoal qualificado em energia e não têm informação sobre ações possíveis para racionalização do uso da energia. Apenas poucas PMEs visitadas possuem engenheiros em seus quadros. Por outro lado, as poucas pessoas qualificadas não podem priorizar as ações de racionalização do uso da energia, pois têm outras prioridades e pouco tempo para dedicar ao assunto.

Quanto a pouca atenção dada ao treinamento, é importante notar que as MPME são, na sua vasta maioria, empresas familiares, nas quais há grande dificuldade para a ascensão técnica e gerencial dos empregados. Do ponto de vista gerencial, essas empresas têm culturas “Fordista” e “Taylorista”, ou seja, centralizam as decisões em vez de praticar a gestão participativa, priorizam ações paliativas, como a inspeção e a supervisão de cada operação, em vez do emprego de metodologias para controlar os processos, tais como as metodologias e ferramentas da qualidade,

citadas no capítulo 4. Basicamente objetivam o lucro, e não a satisfação do cliente, e têm foco no curto prazo e não na melhoria contínua.

Como as MPME não podem ter especialistas, a alternativa é, quando necessário, a contratação de um consultor. E isso também é difícil em empresas familiares muito fechadas pois, além dos custos envolvidos, há a desconfiança quanto aos resultados e o receio quanto à abertura de informações da indústria. Das empresas visitadas, algumas contrataram consultores autônomos<sup>3</sup> somente durante a crise de abastecimento elétrico de 2001. Não se tem notícia da contratação de consultores por parte das empresas dos pólos de Americana e Franca antes de 2001. Já no pólo de Porto Ferreira, mais organizado, houve essa preocupação mesmo antes do racionamento.

Cabe notar também que há certa dúvida quanto à competência técnica de algumas ESCO, o que tende a reforçar o descrédito de parte dos dirigentes das MPME. Com efeito, nas visitas às indústrias dos três pólos industriais também não foi identificado um caso sequer de implementação dos chamados “contratos de performance de energia” com as ESCO. No pólo calçadista de Franca, durante o racionamento, houve apenas consultas à ABESCO.

Quanto à limitação técnica do pessoal, os próprios executivos das MPME normalmente atuam simultaneamente em diferentes áreas (e.g., marketing, vendas, contato com fornecedores, etc.) e alegam não ter tempo para buscar novas tecnologias e assimilar novas metodologias organizacionais. Comprovando o que é citado na bibliografia (Geber apud Lewis e Moore, 1995), alguns executivos das indústrias visitadas afirmaram não ter motivação (motivação financeira, para a empresa), pois não enxergam vantagens em buscar inovações tecnológicas e reorganizar o trabalho, além de tais ações demandarem tempo no treinamento dos empregados.

Mesmo não tendo pessoas qualificadas, as indústrias relutam em contratar consultoria especializada. A oferta de serviços de auditoria energética parcialmente subsidiados – ou até totalmente gratuitos – poderia trazer resultados positivos.

---

<sup>3</sup> Muitas vezes, ex-empregados e aposentados das concessionárias elétricas privatizadas, cuja mão de obra tem custo inferior ao das ESCOS.

## 6.5 Barreiras Institucionais

As chamadas barreiras institucionais afetam indiretamente às MPME, em função do desconhecimento da realidade dessas indústrias e, conseqüentemente, da concepção de programas de racionalização do uso da energia que, regra geral, são inadequados para o conjunto das pequenas empresas. Segundo Painuly *et al.* (1996), os programas institucionais de uso racional de energia requerem ampla organização e a definição de sub-programas (e.g., para financiamento, para difusão de informação, etc.) adequados para o público alvo. Da mesma forma, Jannuzzi e Swisher (1997) lembram que os órgãos do Governo e as agências reguladoras também carecem de pessoal qualificado, que realmente entenda as empresas objeto dos programas. As MPME possuem particularidades em relação às grandes empresas, que normalmente são os alvos preferenciais dos programas governamentais.

As grandes empresas<sup>4</sup> têm pessoal qualificado e normalmente têm um sistema minimamente organizado de gestão das atividades de racionalização do uso da energia. Assim, os agentes dos programas institucionais identificam claramente seus interlocutores e têm mais facilidade para o repasse de informações. Isso normalmente não ocorre nas MPME, além de serem essas bem mais numerosas.

A diversidade de instituições e de programas dedicados e voltados à racionalização do uso da energia, bem como a curta vida útil de muitos deles, dificultam o estabelecimento de uma referência por parte das MPME. Como as instituições e programas se sucedem, e muitas vezes se superpõem, não há solução de continuidade e não se acumula conhecimento pelo aprendizado. A experiência internacional aponta o sucesso da manutenção das instituições e da continuidade das ações. Por exemplo, na Espanha, o IDAE – *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energia* – atua há vários anos no fomento de programas de efficientização do uso da energia. Já nos EUA, o *Industrial Assessment Center (IAC) Program* é mantido pelo *Office of Industrial Technologies (OIT)*, do US Department of Energy (DOE), através do qual as empresas recebem recomendações sobre medidas de economia de energia, são promovidos seminários para executivos, produzidos e distribuídos softwares e são realizados estudos de caso (Tonn e Martin, 2000). Na mesma linha está o programa Inglês *Best Practices Programm*, descrito no capítulo 4.

---

<sup>4</sup> Como a Fibra Du Pont, de Americana (Cândido, 2002), visitada ao longo desta pesquisa.

As concessionárias de energia elétrica poderiam suprir parte das deficiências das MPME e de suas necessidades quanto à informação, mas as concessionárias, em geral, não priorizam as indústrias de menor porte. Nas visitas feitas nas MPME foi frequente o comentário de que as indústrias não recebem o apoio esperado das concessionárias elétricas, que os empresários entendem estarem apenas interessadas no seu faturamento no curto prazo (Mazzoti, 2002; Gera, 2002). Com efeito, sabe-se que os “contratos de performance de energia” das concessionárias de energia elétrica estão direcionados para os grandes consumidores, uma vez que as concessionárias buscam as melhores oportunidades do ponto de vista econômico e têm interesse em manter um bom relacionamento com os grandes consumidores.

Do ponto de vista das políticas energéticas, é sabido que o uso racional de energia é assunto de menor importância entre questões que, em seu conjunto, não têm sido tratadas com a devida importância por parte do poder público. A chamada Lei de Eficiência Energética, por exemplo, só recentemente foi aprovada, após uma década de tramitação no Congresso Federal, tendo sido regulamentada em Dezembro de 2001. Nos EUA, Canadá e Japão, por exemplo, há a vários anos um dispositivo legal que define padrões mínimos de eficiência para vários tipos de equipamentos (Haddad *et al.* 1999). No Brasil, a primeira ação da regulamentação será aplicada aos motores trifásicos de até 250 cv.

## **6.6 Barreiras Econômicas e Financeiras**

Sabe-se que quando os preços de energia não refletem os custos reais do abastecimento energético, menor é a motivação dos consumidores para investir no aumento da eficiência do uso de energia (Worrell *et al.*, 2001). Nos três pólos analisados neste trabalho, como na maioria das indústrias brasileiras, a motivação para a racionalização do uso da energia é reduzida em função dos baixos preços e tarifas. No caso da eletricidade, no Brasil, há ainda o agravante de uma política de redução das tarifas industriais em relação à tarifa dos consumidores de baixa tensão.

Na bibliografia é destacado que as incertezas acerca dos preços futuros dos energéticos, especialmente no curto prazo, também constitui importante barreira à racionalização do uso da energia (Velthuisen apud Worrel *et al.*, 2001). As incertezas conduzem à percepção de risco,

inibindo os investimentos e aumentando a remuneração exigida para o capital investido (Hasset e Metcalf, 1993; Sanstad e Howarth, 1995).

Anteriormente foi comentado que nas empresas do pólo calçadista a energia tem pouca representatividade nos custos totais – a participação é estimada em apenas 0,2% a 1% dos custos de produção – reduzindo a motivação das empresas. Nos pólos têxtil e cerâmico a incidência da energia nos custos de produção é maior – 7 a 20%, mas outras barreiras impedem a racionalização do uso da energia.

A maioria das empresas dos três pólos analisados tem baixa capacidade de investir com recursos próprios. Por outro lado, pode-se constatar que as MPME dos três pólos têm restrições para acesso a linhas de crédito. A respeito, Eyre (1997) comenta que o custo do financiamento às pequenas empresas é, regra geral, muito caro, impondo barreiras à racionalização do uso da energia.

O estudo feito por Faria (1998) também destaca a importância do acesso às linhas de financiamento. No caso dos investimentos em racionalização do uso da energia as condições de financiamento precisam ser bastante favoráveis, uma vez que os industriais têm expectativa de retornos no curto prazo. Por exemplo, nas entrevistas realizadas no presente estudo foi observado que as maiores empresas consideram que o retorno precisa ser verificado em menos de três anos para que as medidas de racionalização do uso da energia sejam implantadas. No caso das pequenas indústrias, o retorno precisa ser inferior a um ano.

Em 2002 havia linhas de financiamento do BNDES para apoio à eficiência energética em micro e pequenas empresas, mas as empresas consultadas alegaram desconhecimento, restrições ao acesso ou condições desfavoráveis.

Mesmo havendo linhas de financiamento específicas, as MPME visitadas declararam preferir reservar sua capacidade de endividamento para a obtenção de recursos voltados à expansão do mercado, principalmente voltados à exportação. Quando há escassez de capital ou restrições ao endividamento, as empresas priorizam seus investimentos nos projetos mais necessários no curto prazo, nos projetos relacionados à principal atividade da empresa, nos projetos de menor risco, os de menor custo e mais rápido retorno (DeCannio, 1993).

Normalmente os equipamentos mais eficientes são mais caros. A restrição de acesso ao capital pode implicar a compra de equipamentos industriais de segunda mão, resultando maior consumo de energia e, potencialmente, maiores problemas ambientais (Gruber e Brand, 1991;

Sturm *et al.* apud Worrel *et al.*, 2001). Pode-se dizer que nas MPME dos três pólos analisados essa é uma prática relativamente comum.

É interessante notar que, em que pese a importância dada às restrições de financiamento enquanto barreira à racionalização do uso do energia, dois estudos feitos junto às MPME indicam que o subsídio a esses investimentos têm impacto reduzido, como mostram Gruber e Brand (1991), no caso da Alemanha, e Faria (1998), para as indústrias brasileiras (a respeito, ver Tabela 6.1).

### **6.7 Barreiras Organizacionais**

A implementação de programas voltados à racionalização do uso da energia requer uma capacidade organizacional por parte das indústrias, para que suas etapas possam ser executadas satisfatoriamente (e.g., a coleta e o processamento de informações, a divulgação das metas e a mobilização do conjunto de empregados, a implementação de medidas, a verificação dos resultados alcançados, etc.). Por uma série de razões já comentadas neste trabalho, associadas, por exemplo, à falta de capacitação técnica, restrições de tempo, limitação de recursos financeiros, etc., as pequenas empresas têm dificuldade de superar, internamente, as chamadas barreiras organizacionais (Gruber e Brand, 1991).

Ilustrando o comentário sobre a baixa capacidade de organização, os mesmos autores comentam que as MPME alemãs não tomam suas decisões em energia baseadas na análise. O empirismo é uma marca dessas empresas. Tal aspecto pode ser constatado nas várias empresas visitadas neste trabalho.

Em um âmbito mais geral, para o conjunto de pequenas empresas em uma dada região, a organização dos pólos industriais também é difícil, como pode ser verificado nas visitas feitas. As principais razões apontadas pelos empresários visitados são:

- o individualismo de uma fração significativa de empresários;
- a pequena penetração, nas empresas, dos sindicatos patronais, o que é particularmente verdadeiro nos pólos da região de Americana e de Franca. No caso de Porto Ferreira, a liderança do sindicato empresarial local tem sido decisiva na implementação dos projetos comentadas no capítulo 5;

- a mistura, no mesmo segmento, de grandes empresas com MPME, o que se verifica nos pólos de Americana e Franca. Conforme informações obtidas nas visitas, tal fato inibe a organização das indústrias menores e o início do processo de *clusterização*. Comprovando a hipótese levantada, o pólo de Porto Ferreira é formado somente por pequenas empresas<sup>5</sup>.

Internamente, a organização das pequenas empresas para a solução dos problemas energéticos poderia aproveitar a estrutura e o conhecimento adquirido nos programas de gestão da qualidade, relativamente difundidos nas MPME. As metodologias dos programas TQM poderiam ser empregadas nos programas de gestão do uso da energia, conforme mencionado no capítulo 4.

Além disso, o treinamento e a reciclagem do corpo gerencial podem permitir avanços organizacionais nas pequenas empresas. Da mesma forma que nos programas de gestão da qualidade e de gestão ambiental, o desenvolvimento da consciência dos empregados é um passo fundamental para a adequada gestão do uso da energia, o que requer um esforço adicional de treinamento.

## **6.8 Falta de Visão Empreendedora**

Na bibliografia consultada não foi encontrada uma referência explícita à barreira associada à falta de uma visão empreendedora nas MPME. Entretanto, em alguns trabalhos (e.g., Togeby *et al.*, 1997) é destacada a importância dos tomadores de decisão na implementação de programas de racionalização do uso da energia em MPME.

Nas várias visitas realizadas neste projeto ficou claro que grande parte dos tomadores de decisão das MPME (seus proprietários e dirigentes) não tem o que pode se chamar de visão empreendedora. Na definição apresentada por Longenecker *et al.* (1998), o empreendedor é aquele que toma iniciativas, que tem gosto pela inovação e que tem disposição para assumir riscos calculados. Na mesma linha, Drucker (1998) afirma que os empreendedores de sucesso estão pessoalmente empenhados na prática sistemática da inovação. Segundo o autor, a inovação é a característica específica do empreendedorismo.

---

<sup>5</sup> De acordo com a classificação adotada pelo SEBRAE, apresentada no capítulo 5.

Já no início do século XX, Schumpeter (1978) afirmou que a essência do empreendedorismo está na percepção e no aprimoramento das novas oportunidades no âmbito dos negócios. Disse o autor que o empreendedor é o responsável pelo processo de “destruição criativa”, e que é ele quem aciona e mantém em marcha o motor capitalista. O empreendedor concebe novos produtos, busca e desenvolve novos mercados e cria novos métodos de produção, que substituem os métodos menos eficientes e mais caros.

Pode-se entender que a racionalização do uso da energia é uma forma de inovação dos processos produtivos, uma vez que viabiliza a minimização ou eliminação de desperdícios, ganhos de eficiência e a redução de custos. Assim, um tomador de decisão com visão empreendedora, ao buscar oportunidades de racionalização do processo produtivo, identificará na efficientização do uso da energia oportunidades que devem ser aproveitadas. O mesmo raciocínio vale para qualquer outro aspecto relacionado à atividade produtiva, tais como o desenvolvimento de novos produtos, o emprego de novos materiais, a melhoria da qualidade e a minimização dos potenciais impactos ambientais.

Em geral, o empresariado das MPME não é empreendedor. Seu comportamento é tipicamente conservador, não buscando alterações do processo produtivo. Por outro lado, e também de forma geral, esse empresariado tende a copiar as inovações que se mostram bem sucedidas. Tal aspecto pode ser observado durante as entrevistas feitas, de sorte que é possível afirmar ser esse o comportamento típico dos empresários dos três pólos analisados neste trabalho.

Se, por um lado, não é razoável imaginar que todos os empresários tenham condições de ser empreendedores, por outro é possível imaginar que a existência de alguns poucos referenciais empreendedores poderia ser suficiente para motivar os demais tomadores de decisão e catalisar as transformações. Nesse sentido, as ações associadas aos projetos de demonstração e à divulgação de casos de sucesso visam motivar aqueles que não têm informação e/ou iniciativa suficiente.

Por outro lado, alguns autores (e.g., Dolabela, 1999) afirmam ser possível desenvolver nas pessoas o espírito empreendedor. Assim, ações nesse sentido deveriam ser priorizadas pelas instituições e organizações que estão voltadas às MPME.

## **Capítulo 7**

### **Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos**

Existem várias barreiras ao uso racional da energia. Essas barreiras fazem com que os resultados que podem ser efetivamente alcançados sejam menores e, em vários casos, muito menores do que os potenciais técnico e econômico associados. Essas barreiras são clássicas e puderam ser identificadas, como visto no capítulo 2, em grande parte dos programas de racionalização do uso da energia, em diferentes países e em diferentes contextos temporais. Por outro lado, nas micro, pequenas e médias empresas – MPMEs, em função da cultura empresarial existente, da falta de mão de obra qualificada, da falta de prioridade dada às questões energéticas, etc., os resultados desses programas são ainda mais limitados.

Os sistemas de gestão da qualidade total – TQM – e os sistemas de gestão ambiental – SGA – são cada vez mais comuns nas empresas e, em particular, nas indústrias. A organização de sistemas de gestão é bastante similar, independente do objetivo do sistema de gerenciamento. Como mostrado no capítulo 4, as ferramentas desenvolvidas ao longo de vários anos para os programas TQM podem ser bem utilizadas no planejamento, na condução e na avaliação de programas de gestão do uso da energia. Além desse aspecto, os principais objetivos dos programas de gestão do uso da energia – redução dos desperdícios, redução dos custos em energia e aumento da eficiência – são, também, objetivos dos sistemas de gestão da qualidade total.

Por outro lado, dada a forte relação que existe entre energia e meio ambiente, é também lógico que as metas dos programas de gestão do uso da energia estejam incluídas nas metas dos sistemas de gestão ambiental das indústrias.

A forte correlação entre os três sistemas de gestão induz o entendimento que os mesmos deveriam ser organizados de forma a que o alto grau de sinergia entre eles possa ser efetivamente aproveitado. Entretanto, duas questões devem ser analisadas. A primeira diz respeito ao fato que as empresas buscam organizar e certificar seus TQMs e SGAs por imposição do mercado consumidor e/ou das empresas que estão à sua jusante na cadeia produtiva. Por outro lado, o mercado consumidor e/ou as empresas à jusante não cobram resultados específicos na racionalização do uso da energia. Embora os resultados econômicos sejam, em muitos casos, significativos, uma dada empresa tende a priorizar as ações em racionalização do uso da energia só quando há alto grau de conscientização quanto às oportunidades e aos impactos, ou quando há a necessidade – por conta de imposições regulatórias ou racionamentos.

A segunda questão diz respeito ao fato que, no caso específico das MPMEs, os sistemas de gestão da qualidade e ambiental são bem menos difundidos, e a sugestão de organização dos sistemas de racionalização do uso da energia em associação com aqueles carece, pelo menos até o momento atual, de sentido prático.

O estudo feito junto às MPMEs dos três pólos industriais considerados neste trabalho mostrou que a racionalização do uso da energia não é uma prioridade, embora em pelo menos dois pólos – o têxtil e o de cerâmica artística –, a incidência do custo da energia sobre os custos totais de produção seja, na média, significativa. As barreiras identificadas junto às MPMEs visitadas são, essencialmente, as mesmas identificadas em estudos feitos junto à empresas do mesmo porte, localizadas na Alemanha e na Dinamarca. Com relação a aqueles estudos, a diferença é que as empresas analisadas neste estudo se assemelham mais àquelas menos organizadas entre as empresas Européias reportadas na bibliografia.

Um aspecto particularmente importante identificado durante as visitas às MPMEs, embora não haja evidências objetivas para comprova-lo, é de que falta ao conjunto do dirigentes das empresas de menor porte uma postura empreendedora. A análise correspondente foi feita no capítulo 6, a partir da definição de empreendedorismo apresentada por Schumpeter e outros autores. O relativo desinteresse dos empresários por novas oportunidades no âmbito dos negócios e a falta de percepção dos mesmos quanto ao valor social de suas empresas podem explicar, em grande parte, porque mesmo as oportunidades de baixo custo de racionalização do uso da energia não são buscadas.

O que foi identificado no capítulo 6 como falta de postura empreendedora se reflete de uma forma mais ampla junto ao conjunto das empresas considerado neste trabalho. Em síntese, e citando alguns aspectos para exemplificar, a postura do empresariado não é, em geral, pró-ativa no que diz respeito às questões ambientais, à modernização tecnológica e aos ganhos de competitividade. Tal conclusão diz respeito ao conjunto das indústrias estudado nesta dissertação, não podendo ser generalizada. É possível que em pólos industriais de MPMEs mais expostos à concorrência o comportamento seja diferente.

Evidentemente que várias outras barreiras afetam o comportamento do empresariado e influenciam os resultados alcançados. Como foi analisado ao longo do texto, e especificamente para a questão energética, a falta de informação e a falta de qualificação da mão de obra, por exemplo, são barreiras que limitam os resultados.

Ainda quanto à questão do empreendedorismo, também, não é razoável supor que toda a classe empresarial deva e possa ter uma postura empreendedora. E, nesse sentido, o conceito de *cluster* e as bem sucedidas experiências de alguns pólos industriais de MPMEs na Europa sugerem um caminho que deve ser trilhado no Brasil. O conjunto de MPMEs tem muito mais força na solução dos problemas que são comuns, e atingem a todo o conjunto, do que cada empresa individualmente. Da mesma forma, as soluções encontradas para o conjunto de empresas tendem a ser mais robustas e perenes do que aquelas que podem ser obtidas por empresas individuais.

A clusterização dos pólos industriais objeto de estudo neste trabalho poderia permitir o fortalecimento dos pólos e da atividade econômica na região em que eles estão inseridos. Assim, vários problemas de natureza comum poderiam ser convenientemente tratados, sendo o aumento da confiabilidade do suprimento energético e a racionalização do uso da energia apenas dois desses pontos. Outro exemplo está no equacionamento dos problemas ambientais comuns aos pólos industriais homogêneos, como os analisados neste trabalho. Individualmente as MPMEs emitem poucos poluentes, mas em um pólo industrial, com muitas empresas, os impactos podem ser significativos.

A organização dos *clusters* requer a importante contribuição dos governos federal, estadual e/ou municipal, bem como das várias empresas e instituições estatais e das universidades e centros de pesquisa. Algumas poucas experiências bem sucedidas devem ser suficientes para catalisar a formação e a organização de outros *clusters*. No entanto, a

formação de clusters em regiões onde há a presença de algumas grandes empresas tende a ser dificultada.

Voltando à questão específica dos programas de racionalização do uso da energia, é importante comentar que o sucesso dos mesmos requer sua continuidade e a manutenção de suas prioridades. Alguns programas criados no Brasil, no passado, também falharam nesses aspectos. No caso dos programas destinados às MPMEs, é necessário que os mesmos sejam criados e conduzidos tendo-se em conta as especificidades dessas empresas.

A principal sugestão de continuidade dos estudos no tema objeto desta dissertação está voltada ao aprofundamento da análise do processo de formação, desenvolvimento e consolidação dos *clusters*. Nos próximos anos, o equacionamento dos vários problemas das MPMEs, energia entre eles, deve passar pelo desenvolvimento dessa forma de organização empresarial.

## Referências Bibliográficas

- ABICALÇADOS – Associação Brasileira das Indústrias de Calçados. Disponível em <[www.abicalcados.com.br](http://www.abicalcados.com.br)>. Acesso em 20 de Janeiro de 2002.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14000 (Sistema de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso)*, Brasil, ABNT, outubro 1996.
- Acsehrad, H. Sustainability, discourses, and disputes. In: Workshop *Sustainability: non-governmental perspectives*, Rio de Janeiro 1995, pp.128-138.
- Akao, Y. *Quality function deployment; integrating customer requirements into product design* Cambridge: Productivity Press, 1990, 367p.
- Akao, Y. *Desdobramento das diretrizes para o sucesso da TQM*. Porto Alegre: Bookman, 1997, 199p.
- Alcoa – Alcoa Business System, Relatório Técnico, 1996.
- Andrade, J.E.P.A, Correa, A.R., Silva, C.V.G.F. Pólo de tecelagem plana de fibras artificiais e sintéticas da região de Americana. São Paulo: FIESP/CIESP, Fevereiro de 2001.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br) acesso em 10 de março de 2002.
- ANP- Agência Nacional de Petróleo, 1999, [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br).
- ANPROTEC- Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimento de Tecnologias Avançadas, Anais IX Seminário de Parques Tecnológicos e Incubadoras, 1999.
- BEN – Balanço Energético Nacional. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 2002.
- Ballini, N. Entrevista concedida em maio/2002. Calçados Agabê, Franca-SP.
- Barbosa, A. Gerente de Produção Cerâmica Kelly, entrevista em maio 2002, Porto Ferreira-SP.

- Becattini, G. The Marshallian industrial district as a socio-economic notion. in F. Pyke, G. Becattini and W. Sengenberger (eds), *Industrial Districts and Inter-firm Cooperation in Italy*. Geneva International Institute for Labour Studies, ILO: 37-51, 1990.
- Benedetti, C.E.A. Gerente de produção da Calçados Dharma, Franca-SP, 2002.
- Bera, H.O.K. Dados concedidos pelo presidente sindicato da indústria de cerâmica de Porto Ferreira, 2001.
- Berkel, R. van, Bouma, J., Promoting cleaner production investments in developing countries: a status report on key issues and potential strategies. United Nations Environment Programme, Paris, France, 1999.
- Bianchi, P. Miller, L. M. Bertini, S. The Italian experience and possible lessons for emerging countries. *UNIDO*, March 1997.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social. Disponível em <[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)>. Acesso em 16 de Junho de 2003.
- \_\_\_\_\_. Banco Nacional de Desenvolvimento Social. Informações concedidas em 23 de Julho de 2003 através do endereço [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br).
- Bocausius, P. Perfil energético das indústrias do setor coureiro/calçadista no Vale dos Sinos. UNISINOS, 2000.
- Briggs, J. Engineering ceramics in Europe: applications, market and trends. *Financial Times Management Reports*, London: Pearson Professional Ltd., 1995.
- Brown, M. Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, Vol. 29, n. 14, pp. 1197-1207, 2001.
- Brüseke, F. *O Discurso da sustentabilidade. A lógica da decadência: desestruturação sócio-econômica, o problema da economia e o desenvolvimento sustentável*. Belém: CEJUP, 1996: 276-298.
- Burgina, N. Proprietário da Cerâmica Burgina, em Porto Ferreira. Entrevista concedida em Maio 2002.
- Campbell, J.L., Hollingsworth, J.R., Lindberg, L.N., *Governance of the american economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- Campos, V.F. *Controle da qualidade total (no estilo japonês)*. 8ª edição. Belo Horizonte: Editora DG, 1999, 140pp.

- Cândido, J.E. Coordenador de manutenção elétrica. Entrevista na Fibra Dupont, em Americana – SP, em Maio de 2002.
- Carniatto, E. Engenheiro da Cerâmica Jussara, em Porto Ferreira. Entrevista concedida em Maio de 2002.
- Çengel, Y.A., Boles, M.A. *Thermodynamics – an Engineering Approach*. 3<sup>rd</sup> edition, Boston: McGraw-Hill, 1998, 1010p.
- Cheng, L.C. *Quality function deployment: planejamento da qualidade*. Belo Horizonte: UFMG/Fundação Christiano Ottoni, 1995, 261p.
- CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz. Dados de consumo de energia elétrica, Campinas-SP, 2001.
- CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br) acesso em 10 de janeiro de 2002
- CSPE- Comissão de Serviços Públicos de Energia – [www.cspe.sp.gov.br](http://www.cspe.sp.gov.br), 2002
- Crosby, P.B. *Quality is free*. New York: New American Library, 1979, 309p.
- Cudshy, R.D., Dreessen, T.K. *A review of the energy service company (ESCO) industry in the United States*, elaborado para o Industry and Energy Department, The World Bank, Washington D.C., março de 1996; (2) Anais so I Workshop sobre ESCOs no Brasil, Rio de Janeiro, maio de 1995.
- Dasgupta, N. Energy efficiency and environmental improvements in small-scale industries: present initiatives in India are not working. *Energy Policy*, Vol. 27, pp. 789-800, 1999.
- \_\_\_\_\_ Environmental enforcement and small industries in India: reworking the problem in the poverty context, *World Development* vol. 28, no. 5, 2000, pp. 945-967.
- DeCannio, S.J. Barriers within firms to energy-efficient investments. *Energy Policy*, Vol. 21, pp. 906-914, September 1993.
- Deming, W.E. *Qualidade: a revolução na administração*. São Paulo: Marques Saraiva, 1986.
- Dincer, I. Environmental impacts of energy. *Energy Policy*, Vol. 27, pp. 845-854, 1999.
- Dincer, I., Rosen, M.A. Energy, environment and sustainable development. *Applied Energy*, Vol. 64, pp. 427-440, 1999.
- Dolabela, F. *O segredo de Luisa*. São Paulo: Cultura, 1999.
- Drucker, P.F. *Inovação e espírito empreendedor (entrepreneurship) prática e princípios*. São Paulo: Pioneira, 1998.

EEO – Energy Efficiency Office. *Energy Efficiency Best Practice Programme – Effective energy efficiency through total quality management*. Department of the Environment. Disponível em <[www.energy-efficiency.gov.uk](http://www.energy-efficiency.gov.uk)>. Acesso em 2002a.

\_\_\_\_\_ *Energy Efficiency Best Practice Programme – Energy saving by total quality management techniques*. Department of the Environment. Disponível em <[www.energy-efficiency.gov.uk](http://www.energy-efficiency.gov.uk)>. Acesso em 2002b.

\_\_\_\_\_ *Energy Efficiency Best Practice Programme – Monitoring and targeting in the textiles industry*. Department of the Environment. Disponível em <[www.energy-efficiency.gov.uk](http://www.energy-efficiency.gov.uk)>. Acesso em 2002c.

\_\_\_\_\_ *Energy Efficiency Best Practice Programme – Energy saving through quality management*, Department of the Environment. Disponível em <[www.energy-efficiency.gov.uk](http://www.energy-efficiency.gov.uk)>. Acesso em 2002d.

\_\_\_\_\_ *Energy Efficiency Best Practice Programme – Quality circles and energy*. Department of the Environment. Disponível em <[www.energy-efficiency.gov.uk](http://www.energy-efficiency.gov.uk)>. Acesso em 2002e.

Efficientia 98, Rio de Janeiro, 1998, Seminário internacional de combate ao desperdício de energia elétrica.

Eletrobrás 2001, <[www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)>.

Eureka, W.E., Ryan, N.E. *QFD: perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade*. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1993, 105pp.

Eyre, N. Barriers to energy efficiency: more than just market failure. *Energy & Environment*, Vol. 8, n. 1, 1997.

Faria, R.W. Importância do combate ao desperdício de energia no aumento do lucro das empresas de pequeno porte. In: *Efficientia 98*, 1998, Rio de Janeiro, 1998.

FIERGS – Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul. 08 agosto 2000.

FIESP/CIESP – Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. Disponível em <[www.fiesp.org.br](http://www.fiesp.org.br)>. Acesso em 15 de Maio de 2002.

Filion, L.J. *The strategy of successful entrepreneurs in small business: vision, relationships and anticipatory learning*. University of Lancaster, Great Britain (UMI 8919064), 1988, Vol. 1, 695pp e Vol. 2, 665 pp. Phd thesis.

Feigenbaum, A.V. *Controle de qualidade total*. Makron Books, 1994, 205pp.

- Fernandes, R.C., Rebelo, A.M. Diagnóstico do *cluster* couro–calçadista de Franca. Relatório da equipe técnica da FIESP/CIESP, Dezembro de 1999.
- Francisco, L. C. Entrevista concedida em maio 2002, Cerâmica Baytaka, Porto Ferreira-SP
- Garvin, D.A. *Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992, 347p.
- Gazeta Mercantil. Consultoria banca economia de energia, 03 janeiro de 2001.
- Geber, B. Train who to do what? *Training*, pp. 27-34, 1993.
- Geller, H., Jannuzzi, G.M., Schaeffer, R., Tolmasquin, M.T. The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. *Energy Policy*, Vol. 26, n. 11, pp. 859-872, 1998.
- Gera, G. S. Entrevista concedida em maio/2002. Gerente Financeiro da Calçados Democrata. Franca-SP.
- Gilbert, M.J. *Sistema de gerenciamento ambiental – BS 7750/ISO 14001*. São Paulo: IMAM, 1995, 275p.
- Girardi, J. Assessor de diretoria do SINDITEC. Entrevista concedida em 22/05/2002.
- Goldemberg, J. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Editora USP, 1998, 235p.
- Gorini, A.P.F., Correa, A. R., Silva, C. V. G. F. A indústria calçadista de Franca, área de operações industriais, FIESP/CIESP, dezembro/2000.
- Gruber, E., Brand, M. Promoting energy conservation in small- and medium-size companies. *Energy Policy*, Vol. 19, pp. 279-287, 1993.
- Haddad, J., Aguiar, S.C., Martins, A.R.S. *Eficiência energética – integrando usos e reduzindo desperdícios*. Brasília: ANEEL e Rio de Janeiro: ANP, 1999, 432p.
- Hales, R.F. *Quality function deployment as a decision making tool*. ProAction Development Inc., 1999
- Hahn, A. Diretor técnico da Associação Brasileira de ESCO – ABESCO. Entrevista realizada em julho de 2001, na FIESP.
- Harrington, H. J. *Business process improvement strategy for total quality, productivity and competitiveness*. New York: Mc-Graw Hill, 1991, 239p.
- Hasset, K.A., Metcalf, G.E. Energy conservation investment – do consumers discount the future correctly? *Energy Policy*, Vol. 21, pp. 710-716, 1993.
- Helmam, H., Andery, P.R.P. *Análise de falhas: aplicação dos métodos de fmea-fta*. Belo Horizonte: QFCO, 1995, 156p.

- Hémery, D., Debeir, J.C., Deléage, J.P. *Uma história da energia*, Editora Universidade de Brasília, 1993, 441p.
- Herman, R., Ardekani, S.A., Ausubel, J.H. Dematerialization, *Technological forecasting and social change*, Vol. 38, n.3, pp.333-347, 1990.
- Herring, H. Is Britain a third world country? The case of German Refrigerators. *Energy Policy*, Vol. 22, n. 9, pp. 779-787, 1994.
- \_\_\_\_\_ Does energy save energy? The debate and its consequences. *Applied Energy*, Vol. 63, n. 3, pp. 209-226, 1999.
- Hu, D. *Handbook of industrial energy conservation*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1985, 518p.
- Humphrey, J., Schmitz, H. Governance and upgrading: linking industrial cluster and global value chain research. *IDS Working Paper 120*, 2000.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 24 de Julho de 2002.
- IEA – International Energy Agency. *Energy Efficiency Initiative Energy policy analysis*. Vol. 1. Paris: International Energy Agency, 1998a.
- IEA – International Energy Agency. *Energy Efficiency Initiative Country profiles & case studies*. Vol. 2. Paris: International Energy Agency, 1998b.
- IEA – International Energy Agency, [www.iea.org/pubs/studies/files/danish/13-dan1.htm](http://www.iea.org/pubs/studies/files/danish/13-dan1.htm), acesso em 16 agosto de 2002
- Ikeda, S., Lajolo, R.D., Furnari, F., Rossini, M.S. *Conservação de energia na indústria cerâmica – manual de recomendações*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 1980.
- InterSEE – Programme Joule III. *Interdisciplinary analysis of successful implementation of energy efficiency in the industrial, commercial and service sector*. Research funded in part by European Commission in the framework of Non Nuclear Energy, 1998.
- Ishikawa, K.C. *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Campus, 1998, 221p.
- Ishikawa, K. *QFD – Quality function deployment*. Belo Horizonte: FCO/UFMG, 1989, 418p.
- ISTAT – Central Institute of Statistics. *La situazione economica del paese*, Roma, 1995.

- Jacinto, M.A.C. Pesquisador em couro do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, Franca, 2002.
- Jannuzzi, G.M. *Políticas públicas para a eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado*. Campinas: Editora Autores Associados, 2000, 116p.
- Jannuzzi, G.M. consulta home page <[www.fem.unicamp.br/~jannuzzi](http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi)> em 10 de dezembro de 2002.
- Jannuzzi, G.M., Swisher, J.N.P. *Planejamento integrado de recursos energéticos – meio ambiente, conservação de energia e fontes Renováveis*. Campinas: Editora Autores Associados, 1997, 233p.
- Juran, J.M., Gryna, F.M. *Quality control handbook*. New York: McGraw-Hill, 1974, 1734 p.
- Juran, J.M. *Juran na liderança pela qualidade- um guia para executivos*. São Paulo: Pioneira, 1990, 386p.
- Kempton, W., Layne, L.L. The consumer's energy analysis environment. *Energy Policy*, Vol. 22, n. 10, pp. 857-866, 1994.
- Kennedy, W.J., Turner, W.C., Capehart, B.L. *Guide to energy management*. Prentice Hall, 1994, 469p.
- Kume, H. *Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade*. São Paulo: Gente, 1992, 231p.
- Kupfer, J.P. O Hoshin kanri contra o apagão, *Gazeta Mercantil*, 16 de maio de 2001
- Lajolo, R.D., Rossini, M.S., A. Júnior, L., Bryan, N.P. *Conservação de energia na Indústria têxtil – manual de recomendações*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 1982.
- La Rovere, E. L., *Energia atuação e tendências.*, ARPO, 1983, 106p.
- Le Goff, P. *Energetique industrielle*. Vol. 1, Paris: Technique & Documentation, 1979, 413p.
- Lemos, V., Villanova, E.S. Gerente de Recursos Humanos e Qualidade e Engenheiro de Manutenção da Quimican, Franca-SP. Entrevista concedida em Setembro de 2001.
- Lezana, A. G. R. & Tonelli *Novos empreendedores nas escolas técnicas. Módulo 1 – O empreendedor*. São Paulo: Instituto Uniemp, 1996.
- Levine, M.D., Koomey, J. G., Price, L. K., Geller, H., Nadel, S. Electricity and end-use efficiency: experience: experience with technologies, markets, and policies throughout the world. *Energy* 20, 1995, 203-236.

- Lewis, R.E., Moore, N.L. *Linking quality improvement and energy efficiency/waste reduction*. Battelle Memorial Institute, US Department of Energy, 1995.
- Longenecker, J. G. Moore, C. W., Petty, J. W. *Administração de pequenas empresas*. São Paulo: Makron Books, 1998, 868p.
- Mazzotti, V. Diretor proprietário da Cerâmica Mazzotti, em Porto Ferreira. Entrevista concedida em 15/05/2002.
- Mesquita, M. Assessor de diretoria do SINDICER, entrevista concedida em agosto, 2001.
- Mezgár, I., György, L.K., Paganelli, P. Co-operative production planning for small-and medium-sized enterprises. *Productions Economics*, Vol. 64, 2000, pp. 37-48.
- Moore, W.J. *Físico Química*. Vol. 1, tradução da 4a. edição americana, Edgard Blücher Ltda, v.1, 1976, 378p.
- Painuly, J.P. Reddy, B.S. Electricity conservation programs: barriers to their implementation. *Energy Sources*, pp. 256-267, 1996.
- Parfomak, P.W. Falling generation costs, environmental externalities and the economics of electricity conservation. *Energy Policy*, Vol. 25, n. 10, pp. 845-860, 1997.
- Parikh, J.K., Sudhakara, B., Reddy, R., Banerjee, K. DSM survey in India: awareness, barriers and implementability. *Energy Sources*, Vol. 12, n. 10, 1996.
- Pasqua, M.C. *Desenvolvimento de uma sistemática para a padronização e gerenciamento da programação da manutenção de equipamentos e instalações a partir dos conceitos da qualidade*. EESC-USP, São Carlos, 1999, Mestrado.
- PEGN, Pequenas Empresas Grandes Negócios, Programa na TV Globo, apresentado em 14.07.2002
- Petek, J., Glavič, P., Improving the sustainability of regional cleaner production programs. *Resources Conservation & Recycling*, Vol. 29, 2000, pp19-31.
- Piccinini, M. Conservação de energia na indústria – as políticas adotadas na época da crise energética. *Revista do BNDES*, Vol. 1, n 2, p. 153-182, Dezembro 1994.
- Pinheiro, M. *Gestão e desempenho das empresas de pequeno porte: uma abordagem conceitual e empírica*. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 1996, Mestrado.
- Pizzo Jr., A. Entrevista em 08.2001, com sr. Américo, diretor administrativo do Sindicato das Indústrias Calçadistas de Franca.

- Poole, A.D., Hollanda, J.B., Tolmasquim, M.T. *Conservação de energia e emissões de gases do efeito estufa no Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE, novembro de 1998.
- Porter, M. *Clusters and the new economics of competition*. Harvard Business Review, 1998a, pp. 77-90.
- \_\_\_\_\_. *Estratégia competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. São Paulo: Editora Campus, 1998b.
- Prazeres, P.M. *Dicionário de termos da qualidade*. 1ª edição. Editora Atlas, 1996, 52p.
- Príncipe, F. Engenheiro elétrico, consultor contratado pelo SINDITEC. Entrevista concedida em 29/05/2002.
- PROCEL. Disponível em <<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em 15/02/2002.
- \_\_\_\_\_. Programa de Conservação de Energia Elétrica. ELETROBRAS/PROCEL, 10 fev 2002, <[www.eletrobras.gov.br/procel](http://www.eletrobras.gov.br/procel)>.
- Reddy, A.K.N. Barriers to improvements in energy efficiency. *Energy Policy*, Vol. 19, pp. 953-961, 1991.
- Reddy, B.S., Shrestha, R.M. Barriers to the adoption of efficient electricity technologies: a case study of India. *International Journal of Energy Research*, Vol. 22, pp. 257-270, 1998.
- Rees W. Taxing combustion and rehabilitating forests. *Alternatives*, Vol. 2, n. 4, pp.31-35, 1995.
- Reis, M.J.L. *ISO 14000 – gerenciamento ambiental: um novo desafio para a sua competitividade*. Rio de Janeiro: Quality Mark, 1995.
- Relatório da Fibra Dupont, Americana-SP, 2002.
- Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – ciclo 1998/1999, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) , Brasília, 1999.
- Rodrigues, CW. Consultor do SEBRAE. Comunicação pessoal em 04/08/2003.
- Rosen, M. A. The role of energy efficiency in sustainable development, In: Burkhardt HK, editor. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Canadian Conference on Foundations and Applications of General Science Theory: Knowledge Tools for a Sustainable Civilization*. IEEE, Toronto, 8-10 June, 1996, p. 140-148.
- Santos. A.; Entrevista concedida em maio/2002. Calçados Sândalo,. Franca –SP
- Sanstad, A.H., Howarth, R.B. Normal markets, market imperfections and energy efficiency. *Energy Policy*, Vol. 22, pp. 811-818, 1994.

- SBA – Small Business Administration. *The new American evolution: the role and impact of small firms*. Disponível em <[http://www.sba.gov/ADVO/stats/evol\\_pap.html](http://www.sba.gov/ADVO/stats/evol_pap.html)>. Acesso em 21 de Janeiro de 1999.
- Schmdheiny, S. *Mudando o rumo – Uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996.
- Schumpeter, J. A. *The theory of economic developments*. Oxford United Press, 1978.
- SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Disponível em <http://www.seade.gov.br>. Acesso em 16 de Junho de 2003.
- SEBRAE. Informações empresariais – classificação de empresas. Disponível em <[http://www.sebrae.org.br/novo\\_site/portugues/inf\\_empresariais/](http://www.sebrae.org.br/novo_site/portugues/inf_empresariais/)>. Acesso em 07 de Janeiro de 1999.
- \_\_\_\_\_ São Paulo. Disponível em <<http://www.sebraesp.org.br>>. Acesso em 16 de Junho de 2003.
- Silva, H.B. Multibrás Compressores de Joinville-SC, entrevista via telefone, em Janeiro de 2002.
- Silveira, H.N. Entrevista à Gazeta Mercantil, no dia 16 de maio de 2001
- Sindicato das Indústrias de Calçados de Franca, Informações gerais sobre o setor calçadista. Dep. Estatística 23/07/2002. email: [sindifranca@sindifranca.org.br](mailto:sindifranca@sindifranca.org.br)
- SINDICER, dados do Sindicato das Indústrias de Cerâmica <[www.sindicer.com.br](http://www.sindicer.com.br)>. Acesso em 17.06.2002
- SINDITEC – Sindicato das Indústrias de Tecelagem de Americana, Nova Odessa, Santa Bárbara, Santa Bárbara D'Oeste e Sumaré. Disponível em [www.sinditec.com.br](http://www.sinditec.com.br). Acesso em 20 de maio 2001.
- Soares, G.A. Perrone, F.P.D., Silva, H.B. Machado, A.C. Diagnóstico energético na unidade fabril da Multibrás, em Joinville - SC. *Technical Report ADG/DUE*. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, Brasil, 2000.
- Soares, G.A., Perrone, F.P.D., Silva, H.B., Machado, A.C. Energy efficiency and greenhouse gases emissions in the appliance industry: The first Brazilian study case. *XVI SNPTEE-Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, STE II*, 2001.
- Sturm, R., Opheim, K., Kelly-Detwiler, P. *The problem of second-hand industrial equipment: reclaiming a missed opportunity*. International Institute for Energy Conservation, Washington, DC, USA, 1997.

- Sun, J.W., Meristo, T. Measurement of dematerialization/materialization: a case analysis of energy saving and decarbonization in OECD countries, *Technological Forecasting and Social Change* 60, 275-294, 1999.
- Susaki, K. *The new shop floor management*. New York: The Free Press, 1993.
- Tavares, M.; Aplicando o QFD à gestão ambiental, *Banas Ambiental*, 2000
- TERI – Tata Energy Research Institute. *Capacity building for technology transfer in the context of climate change*. New Deli TERI, 1997.
- Tessmer, H. Os desafios da conservação de energia no enfoque da ISO 14000. In: *Anais do V Encontro Nacional de Instalações Elétricas*, São Paulo, 1996.
- Togoby, M., Kraemer, T.P., Gjesse, L., Klok, J. Why do some companies have success with energy efficiency? *Proceedings of the 1997 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*. July 8-11, Saratoga Springs, New York, pp. 311-322, 1997.
- Toledo J.C. Notas de aula na disciplina Planejamento e Controle da Qualidade Total, *Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção*. São Carlos: UFSCar, 1997.
- Tonn, B., Martin, M. Industrial energy efficiency decision making. *Energy Policy*, Vol. 28, pp. 831-843, 2000.
- Trevisan Consultores de Empresas. *Total Quality Management – TQM*. São Paulo: Trevisan Consultores de Empresas, 1994.
- UNEP – United Nations Environment Programme, <[www.unep.org](http://www.unep.org)> acesso em 12 de fevereiro de 2001
- Velthuisen, J.W. *Determinants of investment in energy conservation*. SEO, University of Amsterdam, The Netherlands, 1995.
- Wallner, H. P.; Toward sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters, *Journal of Cleaner Production*, 7 (1999) 49-58.
- Walter, A. *Impacto dos programas de conservação na demanda energética industrial do Estado de São Paulo*. Faculdade de Engenharia de Campinas, UNICAMP, 1987, Mestrado.
- Walter, A. Conservação & uso racional de energia – conceitos e visões. *Apostila da disciplina Demanda e Conservação de Energéticos*, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2000.

- Warren, M.P., Forrester, P.L., Hassard, J.S., Cotton, J.W. Technological Innovation Antecedents in the UK Ceramics Industry. *International Journal of Production Economics*, Vol. 65, 2000, pp. 85-98.
- Weber, L. Some reflections on barriers to the efficient use of energy. *Energy Policy*, Vol. 25, n. 10, pp. 833-835, 1997.
- Wernick, I. K. Dematerialization and secondary materials recovery in the U.S., *Review of Extraction & Processing*, 1994, 39-42p.
- Wernick, I.K., Ausubel, J. H. National materials flows and the environment. *Annu. Review Energy Environment*. 1995, 20, 463-92.
- WEA – World Energy Assessment. *Energy and the challenge of sustainability*. In: Chapter 6: Energy end-use efficiency. New York: World Energy Assessment, 2000.
- Worrel, E., Levine, M., Price, L., Martin, N., Van Den Brock, R., Block, K. Potentials and Policy Implications of Energy and Material Efficiency Improvement. *United Nations Division for Sustainable Development*, New York: United Nations, 1997.
- Worrel, E., Price, L. Policy scenarios for energy efficiency improvement in industry. *Energy Policy*, Vol. 29, pp. 1223-1241, 1999.
- Worrel, E., Berkel, R., Fengqi, Z., Menke, C., Schaeffer, R., Williams, R. O. Technology transfer of energy efficient technologies in industry: a review of trends and policy issues. *Energy Policy*, Vol. 29, pp. 29-43, 2001.
- World Bank. *World development indicators 1998*. Washington: The World Bank, USA, 1998.

## Apêndice A

O PATME – Programa de Apoio Tecnológico às Micro e Pequenas empresas é um mecanismo criado pelo Sebrae e a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) para permitir às MPMEs acessar os conhecimentos existentes no país, por meio de consultorias, visando a elevação do patamar tecnológico das empresas.

A consultoria é prestada por centros tecnológicos, universidades, instituições de pesquisa, escolas técnicas e fundações voltadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Projetos financiados pelo PATME:

- aperfeiçoamento/racionalização de produtos, de equipamentos, de métodos e processos produtivos, de linhas de produção, do design do produto, modelagem e do uso de energia;
- adequação e/ou melhoria de processos produtivos, visando a certificação de produtos e sistemas, em especial pelo ISO 9000, ISO 14000, GMP (Good Manufacturing Practices, ou Boas Práticas de Fabricação) e Tecnologia Limpas;
- projeto para implantação de laboratório de controle de qualidade;
- estudo de viabilidade técnica e econômica do produto ou do processo;
- desenvolvimento de novas tecnologias de produtos e de processos produtivos;
- projetos de inovação tecnológica.

O PATME, conforme o Sebrae, poderá partilhar até 70% dos custos do projeto, ficando o restante sob responsabilidade da(s) empresa(s) assistida.

Fonte: [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)

---

## Apêndice B

### Roteiro para realização das entrevistas junto às MPME

1. Porte da empresa
2. Mercado de atuação
3. Procurar identificar nível técnico dos gestores e diretores da empresa
4. Capacidade de investimento
5. Prioridades da empresa
6. Cultura organizacional
7. Investimento em qualificação dos funcionários, gestores e diretores
8. Regularidade na participação em feiras, seminários, cursos
9. Adotam ferramentas da Qualidade
10. Têm Programas de Qualidade Total
11. Preocupação com questões ambientais
12. Têm preocupação com uso racional de energia
13. Têm Programas de uso racional de energia
14. Preocupação com custos de energia
15. Conhecimento sobre custos de energia
16. Preocupação com outras fontes energéticas
17. Têm redes de informação
18. Liderança na empresa e no pólo
19. Prazo de retorno dos investimentos
20. Clusterização
21. Capacidade empreendedora

22. Penetração do sindicato local
23. Investimento em tecnologias limpas
24. Investimento em tecnologias mais eficientes
25. Informações sobre tecnologias mais eficientes
26. Sugestões de como fazer uso racional de energia
27. Sugestões de programas ao uso racional de energia
28. Informações sobre créditos às MPME
29. Informações sobre uso racional de energia
30. Identificação das barreiras ao uso racional de energia