



**UFSM**

**Dissertação de Mestrado**

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS  
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS COMERCIAIS  
VAREJISTAS DE SANTA MARIA**

---

**Marcos Daniel Zancan**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS  
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS COMERCIAIS  
VAREJISTAS DE SANTA MARIA**

---

por

**Marcos Daniel Zancan**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,  
Área de Concentração em Qualidade e Produtividade,  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Produção**

Orientador: **Prof. Dr. Ronaldo Hoffmann**

**PPGEP**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS  
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS COMERCIAIS  
VAREJISTAS DE SANTA MARIA**

elaborada por  
**Marcos Daniel Zancan**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia de Produção**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Dr. Ronaldo Hoffmann**  
**PPGEP-UFSM**  
(Presidente/Orientador)

---

**Dra. Janis Elisa Ruppenthal**  
**PPGEP-UFSM**

---

**Dra. Alzenira da Rosa Abaide**  
**PPGEE-UFSM**

**Santa Maria, 15 de agosto de 2007.**

**“Julgue o seu sucesso por aquilo que você  
teve que abrir mão para consegui-lo.”**

(Dalai Lama)

**Dedico esta dissertação à minha família,  
especialmente à minha mãe, pelo incentivo, apoio  
e dedicação durante todos estes anos, sem os  
quais este trabalho não existiria.**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares, especialmente meus pais, Attilio e Dileta, pelo apoio e incentivo na continuidade de meus estudos, renunciando seus sonhos a fim de possibilitar a realização dos meus. Agradeço-lhes pela educação, fundamentada nos princípios da dignidade, respeito e trabalho, bem como por compartilharem comigo todos os momentos, comemorando as conquistas e ajudando a levantar-me quando nos caminhos da vida eu tropecei.

À Rosemari, pela compreensão, respeito, amor e incentivo, compartilhando minhas expectativas e amparando-me em minhas frustrações.

Ao meu orientador, Prof. Ronaldo Hoffmann, não apenas pela confiança, mas principalmente pela amizade, compreensão e profissionalismo com que orientou as atividades no decorrer deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

Ao SEBRAE, bem como ao Prof. Marcelo Freitas da Silva, coordenador do Programa Energia Brasil no CTISM, pela disponibilização dos relatórios das Avaliações de Pontos Críticos.

À Delegada da Receita Estadual de Santa Maria, Carmen Elisabete Bortolotto Peters, pela disponibilização de dados referentes ao cadastro de contribuintes.

Aos colegas e amigos Cláudio Luiz Lemainski e Carlo Castellanelli, pela convivência, conhecimento e atividades compartilhadas, cujas contribuições foram importantes para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação.

À Deus, por tudo.

**RESUMO**  
**Dissertação de Mestrado**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**  
**Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil**

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS  
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS COMERCIAIS  
VAREJISTAS DE SANTA MARIA**

Autor: Marcos Daniel Zancan  
Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Hoffmann  
Data e Local de Defesa: 15 de agosto de 2007, Santa Maria, RS

Este trabalho apresenta o diagnóstico energético das microempresas e empresas de pequeno porte comerciais varejistas de Santa Maria-RS, permitindo identificar os principais fatores de desperdício, o potencial de eficiência energética, bem como seus impactos no consumo total de energia elétrica. Desta forma, o diagnóstico energético possibilita às empresas definirem técnicas de gestão, estratégias e ações de eficiência energética, bem como determinar a magnitude dos resultados das ações de eficiência energética propostas. A metodologia utilizada baseou-se numa análise expositiva, a partir de uma pesquisa exploratória nos relatórios técnicos das Avaliações de Pontos Críticos do Programa Energia Brasil, realizado em Santa Maria, no decorrer do ano de 2003 e início de 2004. Os dados foram abordados quantitativamente, através de métodos estatísticos, cujos resultados representam toda a população de empresas em estudo. Os resultados mostram o potencial de eficiência energética separado em tópicos técnicos (contas e fornecimento, motores elétricos, ar condicionado, iluminação, refrigeração e outros equipamentos), bem como o potencial de eficiência energética total. Dentre os tópicos técnicos, a iluminação apresentou o maior potencial, seguida pela refrigeração, em ambas as categorias de empresa. A análise conjunta, de todos os tópicos, para toda a população de microempresas e empresas de pequeno porte em estudo, identificou elevados índices de desperdício, atingindo 13,5% nas microempresas e 11,6% nas empresas de pequeno porte. Estes percentuais representaram um desperdício de 13 milhões de kWh/ano, equivalentes a 4,7 milhões de R\$/ano. Constatou-se também que o tempo de retorno dos investimentos para a eficiência energética é bastante reduzido, atingindo 7,1 meses para as microempresas e 8,2 meses para as empresas de pequeno porte. Estes dados apresentam a magnitude do desperdício de energia elétrica nas empresas em estudo, bem como a grande contribuição que estas podem oferecer para um uso mais eficiente e inteligente da energia elétrica. Para as empresas, a eficiência energética é uma importante aliada na redução dos custos de produção, bem como aumento da qualidade e produtividade de seus produtos e/ou serviços. Isso favorece sua competitividade, garantindo sua sobrevivência no mercado. Entretanto, as microempresas e empresas de pequeno porte possuem baixo conhecimento sobre energia elétrica, comprometendo a gestão deste insumo, o que as faz conviver pacificamente com o desperdício.

**Palavras chave:** eficiência energética; microempresas e empresas de pequeno porte; comércio varejista.

**ABSTRACT**  
**Master Dissertation**  
**Post-Graduation Course in Production Engineering**  
**Federal University of Santa Maria, RS, Brazil**

**ENERGETIC EFICIENTIZATION POTENTIAL OF MICRO  
AND SMALL RETAIL COMERCIAL COMPANIES FROM  
SANTA MARIA**

Author: Marcos Daniel Zancan  
Advisor: Dr. Ronaldo Hoffmann  
Date and Place: August, 15<sup>th</sup>, 2007, Santa Maria, RS, Brazil

This dissertation presents the energetic diagnostic of micro and small retail companies from Santa Maria-RS, allowing to identify the most important reasons of waste, energetic efficientization potential, as well as its impacts on the total electric power consumption. Therefore, energetic diagnostic allows the companies to define administration techniques, strategies and efficientization actions, as well as to determine the magnitude of the proposed actions results. Methodology used was based on expositive analysis from an exploratory research of technical reports from Critical Points Evaluation of the “Energia Brasil” Program, held in Santa Maria, during the year of 2003 and beginning of 2004. Data was quantitatively broached, from statistic methods, whose results represent all the companies population on study. The results show the efficientization potential separated on technical topics (accounts and supplies, electric motors, air conditioning, artificial lighting, cooling and other equipments), as well as the total efficientization potential. Among the technical topics, artificial lighting has shown the biggest potential, followed by cooling, on both company types. The entire analysis, of all topics, for all the population of micro and small retail companies on study, identified high waste levels, reaching 13,5% for micro companies and 11,6% for small companies. These percentages represented a waste of electric power in excess of 13 millions of kWh/year, equivalent to 4,7 millions of R\$/year. It was also verified that the investment return time for the energetic efficientization is low, reaching 7,1 months on micro companies and 8,2 months on small companies. This data shows the extend of the waste of electric power for the companies under this study as well as the large contribution that they can offer for a more efficient and smart employ of the electric power. For the companies, energetic efficientization is an important allied on the cost reduction of production as well as to the increase of quality and productivity of their products and/or services. This helps their competitiveness, allowing their survival in the market. Therefore, micro and small companies have little knowledge about electric power, harming its administration, what makes them live peacefully with wastefulness.

**Key words:** energetic efficientization; micro companies and small companies; retail trade.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 2.1</b>	Estrutura da OIE no Brasil no ano de 2005.....	23
<b>FIGURA 2.2</b>	Estrutura da oferta de energia no mundo no ano de 2003.....	24
<b>FIGURA 2.3</b>	Evolução e projeção do consumo de energia no mundo, 1980-2030.....	24
<b>FIGURA 2.4</b>	Evolução do crescimento populacional e da OIE no Brasil, 2000-2005.....	25
<b>FIGURA 2.5</b>	Mapa com representação simplificada do SIN.....	26
<b>FIGURA 2.6</b>	Percentual de participação dos combustíveis na geração térmica em 2005.....	28
<b>FIGURA 2.7</b>	Evolução da geração hidrelétrica e termelétrica de 2001 a 2005.....	28
<b>FIGURA 2.8</b>	Evolução do uso de combustíveis na geração termelétrica de 2001 a 2005.....	29
<b>FIGURA 2.9</b>	Operação básica de uma central hidrelétrica.....	30
<b>FIGURA 2.10</b>	Central hidrelétrica Itaipu Binacional.....	31
<b>FIGURA 2.11</b>	Operação básica de uma central termelétrica.....	32
<b>FIGURA 2.12</b>	Central nuclear de Angra dos Reis.....	33
<b>FIGURA 2.13</b>	Central termelétrica Presidente Médice da CGTEE.....	34
<b>FIGURA 2.14</b>	Vista parcial de uma subestação rebaixadora.....	35
<b>FIGURA 2.15</b>	Etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.....	37
<b>FIGURA 2.16</b>	Consumo percentual de energia elétrica por segmento.....	38
<b>FIGURA 2.17</b>	Distribuição do consumo de energia nos segmentos industrial, residencial e comercial/serviços.....	38
<b>FIGURA 2.18</b>	Características da curva de carga diária de um consumidor genérico.....	39
<b>FIGURA 2.19</b>	Variação percentual do número de empresas brasileiras 2006/2002.....	44
<b>FIGURA 2.20</b>	Radar energético do formulário de auto-avaliação.....	49
<b>FIGURA 2.21</b>	Janela principal da planilha eletrônica da avaliação de pontos críticos.....	50
<b>FIGURA 4.1</b>	Diagrama de Yshikawa.....	56
<b>FIGURA 4.2</b>	Redução de custos e investimentos médios nas ME em cada tópico técnico.....	69

<b>FIGURA 4.3</b>	Redução de custos e investimentos médios nas EPP em cada tópico técnico.....	69
<b>FIGURA 4.4</b>	Tempo de retorno e representatividade média nas ME em cada tópico técnico.....	70
<b>FIGURA 4.5</b>	Tempo de retorno e representatividade média nas EPP em cada tópico técnico.....	70
<b>FIGURA 4.6</b>	Potencial de eficientização energética total.....	71
<b>FIGURA 4.7</b>	Relação entre empresas existentes e possíveis de serem incrementadas.....	72
<b>FIGURA 4.8</b>	Redução de custos e investimentos totais nas ME para cada tópico técnico.....	73
<b>FIGURA 4.9</b>	Redução de custos e investimentos totais nas EPP para cada tópico técnico.....	73
<b>FIGURA 4.10</b>	Ordem de prioridade nas ações de eficientização energética nas ME.....	74
<b>FIGURA 4.11</b>	Ordem de prioridade nas ações de eficientização energética nas EPP.....	74

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 2.1</b>	Número de empresas formais no Brasil em 2002.....	43
<b>TABELA 2.2</b>	Número de pessoas ocupadas em empresas formais no Brasil em 2002..	43
<b>TABELA 2.3</b>	Rendimento médio anual do trabalhador em 2002.....	43
<b>TABELA 2.4</b>	Módulos do curso de eficiência energética.....	49
<b>TABELA 4.1</b>	Potencial de efficientização médio por correção do FP.....	57
<b>TABELA 4.2</b>	Potencial de efficientização médio por substituição de motores.....	59
<b>TABELA 4.3</b>	Potencial de efficientização médio por redução do uso de motores.....	60
<b>TABELA 4.4</b>	Potencial de efficientização médio por redução do uso de ar condicionado.....	61
<b>TABELA 4.5</b>	Potencial de efficientização médio por substituição de lâmpadas e/ou sistema.....	63
<b>TABELA 4.6</b>	Potencial de efficientização médio por redução do uso de iluminação.....	64
<b>TABELA 4.7</b>	Potencial de efficientização médio por substituição em refrigeração.....	65
<b>TABELA 4.8</b>	Potencial de efficientização médio por redução do uso de refrigeração....	66
<b>TABELA 4.9</b>	Potencial de efficientização médio por redução do uso de outros equipamentos.....	67
<b>TABELA 4.10</b>	Potencial de efficientização médio global.....	68

## **LISTA DE QUADROS**

<b>QUADRO 2.1</b>	Capacidade instalada da matriz de energia elétrica brasileira.....	27
<b>QUADRO 2.2</b>	Classificação das MPE.....	42
<b>QUADRO 3.1</b>	Quantidade de ME e EPP de Santa Maria em 2003 por setor de atuação....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Acondicion.	Acondicionamento
AGERGS	Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APC	Avaliação de Pontos Críticos
Armazenam.	Armazenamento
Btu	British thermal unit (Unidade térmica britânica)
CA	Corrente Alternada
CAE RS	Código de Atividade Econômica do Rio Grande do Sul
CC	Corrente Contínua
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEP	Controle Estatístico do Processo
CERTEL	Cooperativa Regional de Eletrificação Teutônia Ltda.
CGTEE	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CPNSP	Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
CTISM	Colégio Técnico Industrial de Santa Maria
EPP	Empresas de Pequeno Porte
Equipam.	Equipamentos
FC	Fuel Cells (Células de Combustível)
FDR	Faturamento de Demanda Reativa
FER	Faturamento de Energia Reativa
FP	Fator de Potência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ME	Microempresas
MME	Ministério de Minas e Energia
MPE	Micro e Pequenas Empresas

MPME	Micro, Pequenas e Médias Empresas
NBR	Norma Brasileira
OIE	Oferta Interna de Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PEM	Proton Exchange Membrane (Membrana de troca de prótons)
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PWR	Pressurized Water Reactor (Reator de água pressurizada)
Recondicion.	Recondicionamento
rpm	rotação por minuto
RS	Rio Grande do Sul
SCP	Secretaria da Coordenação e Planejamento do Rio Grande do Sul
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEFAZ	Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul
SEMC	Secretaria de Energia, Minas e Comunicações
SIN	Sistema Elétrico Nacional
SRF	Secretaria da Receita Federal
tep	tonelada equivalente de petróleo
UFES	Universidade Federal de Santa Maria
UPF	Unidade Padrão Fiscal

## **LISTA DE APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A</b>	Principais Fontes Alternativas de Energia.....	83
-------------------	--	----

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO A</b>	Modelo do Relatório de Avaliação de Pontos Críticos.....	91
<b>ANEXO B</b>	Manual do Agente de Energia.....	98

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	19
1.1.1	Geral.....	19
1.1.2	Específicos.....	19
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	20
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b> .....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
<b>2.1</b>	<b>Energia</b> .....	22
<b>2.2</b>	<b>Matriz Energética Brasileira</b> .....	23
<b>2.3</b>	<b>Sistema Elétrico Nacional</b> .....	26
2.3.1	Geração.....	29
2.3.1.1	Centrais Hidrelétricas.....	30
2.3.1.2	Centrais Termelétricas.....	32
2.3.2	Transmissão.....	34
2.3.3	Distribuição.....	36
2.3.4	Utilização.....	37
<b>2.4</b>	<b>Faturamento de Energia Elétrica</b> .....	38
2.4.1	Classificação dos Consumidores e Estrutura Tarifária.....	38
2.4.2	Ultrapassagem de Demanda.....	40
2.4.3	Energia e Demanda Reativas Excedentes.....	40
<b>2.5</b>	<b>Micro e Pequenas Empresas</b> .....	41
<b>2.6</b>	<b>Eficientização Energética</b> .....	45
<b>2.7</b>	<b>O Programa Energia Brasil</b> .....	48
<b>2.8</b>	<b>Ferramentas da Qualidade</b> .....	51
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	52
<b>3.1</b>	<b>Delimitação da População</b> .....	52
<b>3.2</b>	<b>Seleção da Amostra e Técnica Probabilística</b> .....	53
<b>3.3</b>	<b>Tabulação e Análise dos Dados</b> .....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	56

<b>4.1</b>	<b>Contas e Fornecimento</b> .....	57
4.1.1	Fatura de Energia Elétrica.....	58
<b>4.2</b>	<b>Motores Elétricos</b> .....	58
4.2.1	Potencial por Substituição.....	58
4.2.2	Potencial por Redução de Horas Utilizadas.....	59
<b>4.3</b>	<b>Ar Condicionado</b> .....	60
4.3.1	Potencial por Substituição.....	60
4.3.2	Potencial por Redução de Horas Utilizadas.....	61
<b>4.4</b>	<b>Iluminação</b> .....	62
4.4.1	Potencial por Substituição.....	62
4.4.2	Potencial por Redução de Horas Utilizadas.....	64
<b>4.5</b>	<b>Refrigeração</b> .....	65
4.5.1	Potencial por Substituição.....	65
4.5.2	Potencial por Redução de Horas Utilizadas.....	65
<b>4.6</b>	<b>Outros Equipamentos</b> .....	67
4.6.1	Potencial por Substituição.....	67
4.6.2	Potencial por Redução de Horas Utilizadas.....	67
<b>4.7</b>	<b>Potencial de Eficientização Energética Médio Global</b> .....	68
<b>4.8</b>	<b>Potencial de Eficientização Energética Total</b> .....	71
<b>4.9</b>	<b>Priorização das Ações de Eficientização</b> .....	72
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	75
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		77
<b>APÊNDICE</b> .....		82
<b>APÊNDICE A – Principais Fontes Alternativas de Energia</b> .....		82
<b>ANEXOS</b> .....		91
<b>ANEXO A – Modelo do Relatório de Avaliação de Pontos Críticos</b> .....		91
<b>ANEXO B – Manual do Agente de Energia</b> .....		98

# INTRODUÇÃO

---

O rápido avanço tecnológico evidenciado nas últimas décadas, especialmente a partir da segunda guerra mundial, tem proporcionado uma constante modernização industrial, resultando em um aumento contínuo da produção, bem como na melhoria da qualidade de vida da população. Entretanto, essa evolução tem exigido uma demanda crescente de energia, acelerando o esgotamento dos recursos naturais, com conseqüente aumento dos impactos ambientais.

No atual estágio de desenvolvimento, a modalidade elétrica de energia ocupa lugar de destaque na matriz energética brasileira, em função do consumo atual e da crescente demanda por parte da sociedade. Este aumento da demanda se deve principalmente à versatilidade da energia elétrica, transformando-se facilmente em outras modalidades energéticas, bem como pelo fácil transporte e menores perdas em seus processos de geração, transmissão e distribuição.

Visando suprir a demanda de energia elétrica, minimizar perdas, e amenizar os impactos ambientais, investimentos em pesquisas estão crescendo progressivamente, desenvolvendo tecnologias de geração e conversão cada vez mais eficientes e menos poluentes. Entretanto, contrapondo-se com todos os investimentos em tecnologia, nos deparamos com perdas energéticas excessivas no processo de consumo, que atenuam grande parte dos avanços tecnológicos em geração e conversão. Além disso, o desperdício de energia elétrica afeta diretamente a sustentabilidade dos empreendimentos, aumentando custos, reduzindo sua produtividade e competitividade, e, muitas vezes, inviabilizando economicamente o negócio.

Desta forma, além de contribuir para com o desenvolvimento sustentável, o uso eficiente da energia elétrica é questão de sobrevivência para muitos empreendimentos, em especial microempresas e empresas de pequeno porte. Entretanto, a falta de conhecimento tem inviabilizado a gestão deste insumo, favorecendo a manutenção ou aumento do desperdício, e, conseqüentemente, contribuindo para o fracasso de muitos negócios, em função do aumento do custo de produção.

Entende-se gestão da energia elétrica como um conjunto de técnicas, metas e ações visando seu uso eficiente e racional. Através de medidas técnicas é possível otimizar a operação de equipamentos, reduzindo o consumo de energia, porém sem comprometer seu desempenho. Por outro lado, medidas educativas são fundamentais para conscientizar os usuários de suas responsabilidades na conservação dos recursos energéticos, bem como dos benefícios de sua gestão.

Para analisar a viabilidade técnica e econômica destas ações, é preciso, inicialmente, determinar a forma como a energia está sendo utilizada, procedimento este chamado de diagnóstico energético, permitindo propor soluções que aumentem a eficiência dos sistemas analisados, bem como calcular os respectivos potenciais de conservação considerados. (COSTA, 2004, p. 12).

Assim, o diagnóstico energético é ferramenta fundamental para a identificação dos principais fatores de desperdício, permitindo às empresas definir técnicas de gestão, estratégias e ações de efficientização, além de determinar a magnitude dos resultados das ações propostas. Com isso, o desperdício pode ser convertido em lucros, bem como no aumento da produtividade e competitividade das empresas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Esta pesquisa tem como objetivo elaborar o diagnóstico energético das microempresas e empresas de pequeno porte comerciais varejistas do município de Santa Maria-RS, levantando os principais fatores de desperdício, seus potenciais de efficientização energética, e o impacto desta no consumo total de energia elétrica.

### **1.1.2 Específicos**

- Identificar os principais fatores de desperdício de energia elétrica, bem como suas representatividades nas microempresas e empresas de pequeno porte em estudo;
- Avaliar, quantitativamente, a contribuição de cada fator de desperdício na redução do consumo de energia elétrica, bem como os investimentos necessários para esta redução;

- Determinar o potencial de eficiência energética médio global, considerando a ação conjunta de todos os potenciais de eficiência;
- Comparar as microempresas e empresas de pequeno porte em relação às amplitudes de seus potenciais de eficiência;
- Determinar o potencial de eficiência energética total, considerando a aplicabilidade das ações em todas as empresas em estudo;
- Definir a ordem de prioridade das ações de eficiência, tanto para as microempresas como para as empresas de pequeno porte.

## 1.2 Justificativa

A crescente demanda de energia vem provocando preocupações mundiais quanto à sustentabilidade de nosso planeta. A matriz energética mundial, bem como a brasileira são fortemente dependentes de fontes não renováveis. No que se refere à modalidade elétrica de energia, o Brasil apresenta os maiores índices de geração renovável do mundo. Entretanto, o aumento exagerado da demanda, bem como a dependência de fatores climáticos, tornou o sistema elétrico nacional bastante vulnerável, como ficou evidente na crise energética em 2001.

Desta forma, a busca por novas tecnologias de geração de energia elétrica, bem como aperfeiçoamento das existentes, tornou-se uma constante em centros de pesquisa. Por outro lado, a etapa de utilização da energia continua apresentando graves problemas de eficiência, justificando a necessidade de mais pesquisas nesta área. Para Mello (2006), a precária avaliação técnica e financeira das economias potenciais é uma das barreiras para projetos de eficiência energética.

A procura exagerada por fontes energéticas, mesmo que renováveis, tem aumentado consideravelmente os impactos ambientais. Assim, é necessário harmonizar a relação entre a sociedade e o meio-ambiente, iniciando por medidas para eliminação do desperdício. Neste aspecto, a eficiência energética possui papel fundamental na busca da sustentabilidade do planeta, bem como das microempresas e empresas de pequeno porte.

Fundamentado no diagnóstico energético, o presente trabalho apresenta o cenário da utilização de energia elétrica nas microempresas e empresas de pequeno porte em estudo, fornecendo subsídios técnicos para a implementação de estratégias globais de eficiência, bem como planos de gestão.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho é composto de cinco capítulos. O primeiro apresenta os fundamentos, objetivos, justificativa e estruturação da pesquisa.

No segundo capítulo consta a revisão bibliográfica, onde, primeiramente, contextualiza-se o insumo energia na vida do homem. Na seqüência, é apresentada a matriz energética brasileira, comparando-a com a mundial. Dentre os diversos insumos que compõe a matriz energética brasileira, é destacada a energia elétrica, bem como o sistema elétrico nacional, definindo e caracterizando suas etapas, desde a geração até a utilização final. Na utilização de energia elétrica, maior enfoque é dado às microempresas e empresas de pequeno porte, diferenciando-as e caracterizando-as. Finalizando o capítulo, aborda-se o faturamento de energia elétrica, a efficientização energética, o Programa Energia Brasil e as ferramentas da qualidade.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada nesta pesquisa.

No quarto capítulo são abordados e discutidos os principais fatores de desperdício, bem como os resultados das ações de efficientização.

Por fim, o quinto capítulo é composto pelas considerações finais, conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

## 2.1 Energia

A energia, muito além de insumo produtivo, é grandeza fundamental para a existência e manutenção da vida. Todas as nossas atividades diárias envolvem energia, desde o simples ato de respirar, até a execução de tarefas mais pesadas. Fisicamente, energia é a capacidade de realizar trabalho. Entende-se por trabalho um processo de transformação. Assim, o princípio da conservação de energia define que “*a energia não pode ser criada nem destruída, somente transformada*”. Em função destas transformações, a energia pode se apresentar sob as mais diferentes formas.

Desde os primórdios, o homem utiliza a energia química dos alimentos para a manutenção de suas funções vitais, bem como na realização de trabalho através de seus músculos. Em busca da sobrevivência, o homem evoluiu, e foi descobrindo outras formas de energia disponíveis no planeta, utilizando-as em seu benefício, atendendo assim suas necessidades. Estas fontes de energia obtidas diretamente da natureza são denominadas fontes primárias, podendo ser fósseis (carvão, petróleo, gás natural) e não-fósseis (hidráulica, eólica, solar, biomassa, nuclear). As fontes secundárias (gasolina, diesel, álcool, eletricidade) são aquelas obtidas a partir de fontes primárias, através de um processo de transformação.

As fontes primárias de energia classificam-se em não-renováveis e renováveis. Consideram-se fontes não-renováveis aquelas passíveis de esgotar devido à elevada velocidade de utilização em relação ao tempo necessário para sua formação, tais como os derivados de petróleo, combustíveis radioativos, gás natural, etc. Já as fontes renováveis são aquelas cuja reposição pela natureza é mais rápida que a sua utilização, tais como a energia solar, hidráulica, eólica e a biomassa, desde que com correto manejo.

Tendo em vista o princípio da conservação de energia, no caso da maioria das fontes renováveis, a reposição ocorre através da transferência de energia do sol para a terra, diretamente (solar) ou indiretamente, através dos diversos processos naturais que a energia

solar desencadeia, tais como o ciclo hidrológico, o processo de fotossíntese, formação de ventos, etc. Baseado neste mesmo princípio, conclui-se que as fontes primárias fósseis armazenam energia oriunda do sol. Desta forma, diretamente ou indiretamente, a energia solar está presente em praticamente todas as formas de energia disponíveis no planeta.

Entretanto, em sua utilização final, tanto a energia de fontes primárias como secundárias precisa ser transformada, de forma a atender diretamente às necessidades da sociedade. Assim, através de processos e equipamentos de conversão, é possível fornecer à sociedade calor, luz, movimento, som, imagem, etc.

## 2.2 Matriz Energética Brasileira

Segundo o Balanço Energético Nacional 2006, do Ministério de Minas e Energia (MME, 2006), a oferta interna de energia (OIE<sup>1</sup>) total no Brasil atingiu, em 2005, 218,6 milhões de tep, sendo que, deste total, 97,7 milhões de tep (44,7%), correspondem à OIE renovável, composta de biomassa<sup>2</sup> e hidráulica e eletricidade<sup>3</sup>, conforme a Figura 2.1.

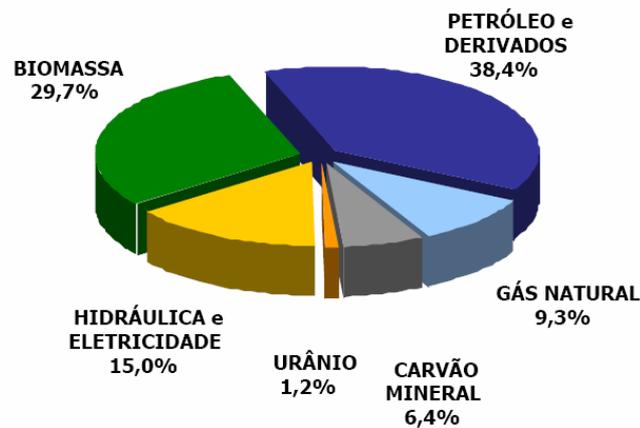


Figura 2.1 – Estrutura da OIE no Brasil no ano de 2005  
Fonte: MME (2006)

A proporção da OIE renovável no Brasil (44,7% em 2005) é das mais altas do mundo, contrastando significativamente com a média mundial (13,3% em 2003), conforme a Figura 2.2. Isto coloca o Brasil numa situação energeticamente privilegiada, se comparado a grande maioria dos países, fortemente dependentes de fontes não-renováveis.

<sup>1</sup> Representa a energia que se disponibiliza para ser transformada, distribuída e consumida, incluindo as perdas.

<sup>2</sup> Inclui lenha, carvão vegetal, produtos da cana de açúcar, e outras fontes renováveis (solar, eólica, etc.).

<sup>3</sup> Gerada em hidrelétricas.

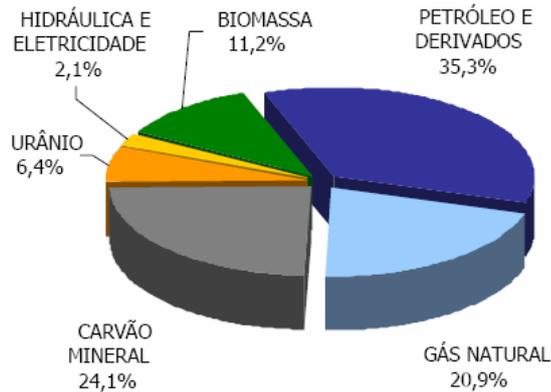


Figura 2.2 – Estrutura da oferta de energia no mundo no ano de 2003  
Fonte: MME (2006)

No mundo, a participação das fontes renováveis (hidráulica, biomassa, solar, eólica e geotérmica) na oferta interna de energia pouco se alterou nas últimas três décadas. Passou de cerca de 12,8% em 1973 para 13,3% em 2003, um crescimento de apenas 3,9%. A biomassa segue sendo a fonte de energia renovável mais utilizada no mundo (MME, 2006, p. 18).

A Figura 2.3 apresenta a evolução mundial do consumo de energia, bem como uma projeção de consumo até o ano 2030.

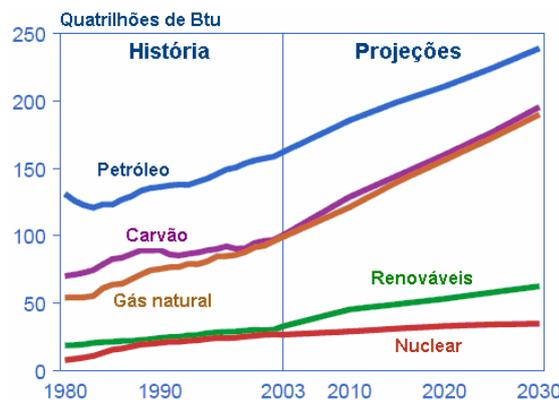


Figura 2.3 – Evolução e projeção do consumo de energia no mundo, 1980-2030  
Fonte: Adaptado de U. S. DEPARTMENT OF ENERGY (2006)

Observa-se, na projeção mundial, uma elevada dependência de fontes não-renováveis de energia (petróleo, carvão e gás natural) para os próximos anos, recursos estes finitos no planeta, o que acelera consideravelmente o seu esgotamento. De acordo com Weigmann (2004, p. 40) “as reservas de combustíveis fósseis brasileiras não tem grandes proporções. As de petróleo estão previstas para abastecer o consumo dos próximos 22 anos”.

Agravando ainda mais esta situação, além do crescimento populacional, que automaticamente requer mais insumos energéticos, o homem moderno está demandando cada vez mais energia para o atendimento de suas necessidades.

Em 34 anos, a população brasileira praticamente dobrou em relação aos 90 milhões de habitantes da década de 1970 e, somente entre 2000 e 2004, aumentou em 10 milhões de pessoas. Em 2050, seremos 259,8 milhões de brasileiros e nossa expectativa de vida, ao nascer, será de 81,3 anos, a mesma dos japoneses, hoje (IBGE, 2004).

A Figura 2.4 apresenta um comparativo entre o crescimento populacional brasileiro e o crescimento da OIE, para os últimos seis anos. Esta comparação evidencia um aumento considerável da demanda per capita de energia no Brasil, com um crescimento de 6,65% no período de 2000 a 2005.

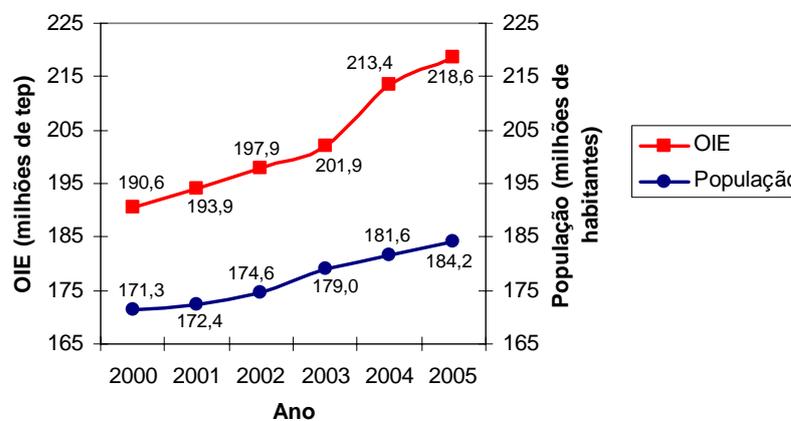


Figura 2.4 – Evolução do crescimento populacional e da OIE no Brasil, 2000-2005 (elaboração própria a partir de MME (2003), MME (2005) e MME (2006))

Fundamentando-se nos dados acima se conclui que, num futuro não muito distante, a escassez de recursos energéticos será inevitável. Assim, urge a necessidade de investimentos em fontes alternativas de energia renováveis, bem como na melhoria da eficiência dos processos de conversão, instalações e equipamentos de utilização final dos insumos energéticos, reduzindo assim o desperdício de energia, aumentando sua disponibilidade e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Para que se possa viabilizar um desenvolvimento sustentável, alguns procedimentos permitiriam equacionar a economia como um subsistema equilibrado, em harmonia com a natureza e a sociedade, não utilizando os recursos renováveis a uma taxa superior a sua capacidade de regeneração, não despejando na natureza mais resíduos do que a sua capacidade de absorção, reduzindo os estoques de capital natural, oriundos da utilização dos recursos não-renováveis, compensando com o aumento de capital de recursos renováveis e, principalmente, reconhecendo que a queda na qualidade de vida e a degradação do capital natural estão associados à queda da produtividade econômica. Dessa maneira, o relacionamento entre a Economia, a Sociedade e a Natureza, evoluiria no tempo para uma abordagem integrada, holística, entre estes atores que possibilitam a vida humana sobre a terra (COLUSSO, 2003, p. 163 e 164).



Conforme o Banco de Informações da Geração 2006, da ANEEL (2006a), a matriz de energia elétrica brasileira, excluindo-se a importação, possui capacidade instalada total de 96,18 GW. Destes, 73,28 GW correspondem à capacidade das hidrelétricas, conforme mostra o Quadro 2.1, relativo a setembro de 2006.

Tipo de Geração	Capacidade Instalada		%	Total		%	
	Nº de Usinas	Potência (kW)		Nº de Usinas	Potência (kW)		
<b>Hidro</b>	619	73.278.710	70,22	619	73.278.710	<b>70,22</b>	
<b>Gás</b>	Natural	74	9.888.408	9,48	101	10.826.156	<b>10,37</b>
	Processo	27	937.748	0,90			
<b>Petróleo</b>	Óleo Diesel	553	3.626.331	3,47	572	4.875.681	<b>4,67</b>
	Óleo Residual	19	1.249.350	1,20			
<b>Biomassa</b>	Bagaçõ de Cana	227	2.626.675	2,52	269	3.648.554	<b>3,50</b>
	Licor Negro	13	782.617	0,75			
	Madeira	25	212.832	0,20			
	Biogás	2	20.030	0,02			
	Casca de Arroz	2	6.400	0,01			
<b>Nuclear</b>	2	2.007.000	1,92	2	2.007.000	<b>1,92</b>	
<b>Carvão Mineral</b>	7	1.415.000	1,36	7	1.415.000	<b>1,36</b>	
<b>Eólica</b>	13	136.850	0,13	13	136.850	<b>0,13</b>	
<b>Importação</b>	Paraguai		5.650.000	5,46		8.170.000	<b>7,83</b>
	Argentina		2.250.000	2,17			
	Venezuela		200.000	0,19			
	Uruguai		70.000	0,07			
<b>Total</b>	<b>1.583</b>	<b>104.357.951</b>	<b>100</b>	<b>1.583</b>	<b>104.357.951</b>	<b>100</b>	

Fonte: Adaptado de ANEEL (2006a)

### Quadro 2.1 – Capacidade instalada da matriz de energia elétrica brasileira

A Resolução da ANEEL N° 351, de 11 de novembro de 1998, em seu artigo 1°, resolve:

Autorizar o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, com sede na cidade de Brasília, Distrito Federal, registrado no Cartório do 2º Ofício do Registro Civil de Pessoas Jurídicas sob os N°s 23128 e 23129, a executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados, conforme previsto no art. 25 do Decreto N° 2.655, de 2 de julho de 1998, e no art. 13 da Lei N° 9.648, de 27 de maio de 1998 (ANEEL, 1998, p. 1).

Segundo o ONS (2006), a produção de energia elétrica do SIN é predominantemente hidráulica totalizando 92,45%<sup>4</sup> da geração no ano de 2005. O SIN permite a integração eletroenergética entre as diferentes regiões do país. Os intercâmbios inter-regionais permitem o fluxo de energia bidirecional entre as regiões, maximizando a geração hidráulica e

<sup>4</sup> Incluindo a importação do Paraguai correspondente à geração de Itaipu Binacional.

controlando o nível dos reservatórios, de forma a manter os níveis mínimos e também evitar a perda de potencial hidráulico nos vertedouros. A geração complementar é predominantemente térmica, totalizando 7,55% da geração em 2005. A geração térmica divide-se em convencional (gás natural, carvão e óleo combustível) e nuclear, cujas proporções em 2005 são apresentadas na Figura 2.6.

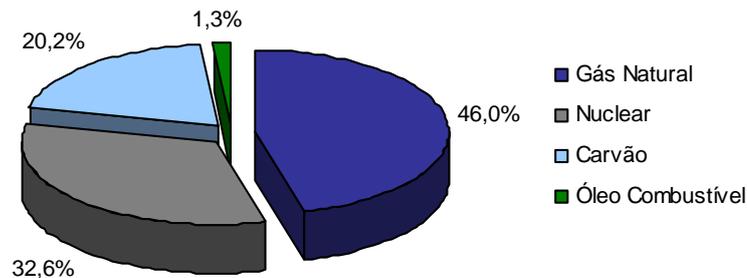


Figura 2.6 – Percentual de participação dos combustíveis na geração térmica em 2005 (elaboração própria a partir de ONS (2006))

O mercado de energia elétrica experimenta um crescimento da ordem de 4,5% ao ano, devendo ultrapassar a casa dos 100 mil MW em 2008. O planejamento governamental de médio prazo prevê a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 6 a 7 bilhões/ano para expansão da matriz energética brasileira, em atendimento à demanda do mercado consumidor (ANEEL, 2006b).

Este crescimento da demanda de energia elétrica no Brasil pode ser constatado através da análise evolutiva da energia gerada pelo SIN, onde se verifica um aumento de 22,81% no período de 2001 a 2005, conforme a Figura 2.7.

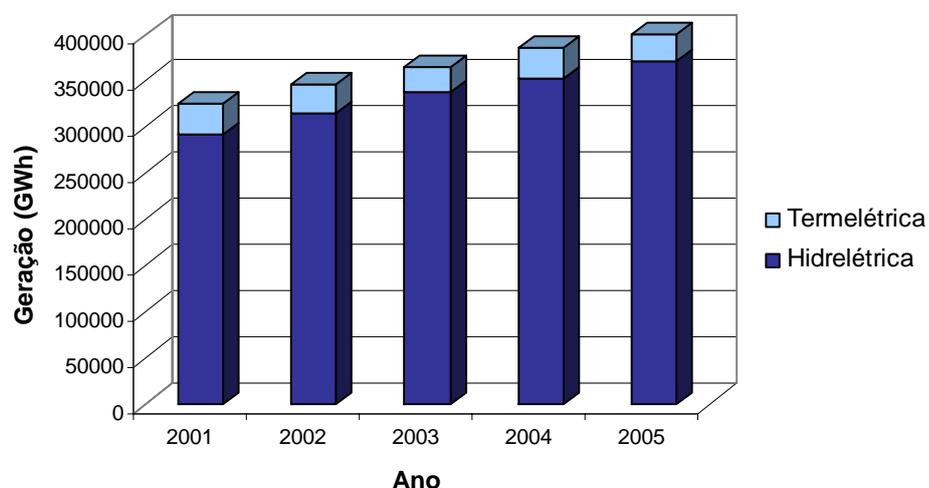


Figura 2.7 – Evolução da geração hidrelétrica e termelétrica de 2001 a 2005 (elaboração própria a partir do ONS (2006))

Observa-se na Figura 2.7 que o aumento da demanda de energia elétrica no Brasil é compensado pelo incremento da geração hídrica, mantendo assim a geração térmica praticamente constante. Entretanto, o uso dos principais combustíveis para a geração térmica vêm se alterando nos últimos anos, conforme mostra a Figura 2.8.

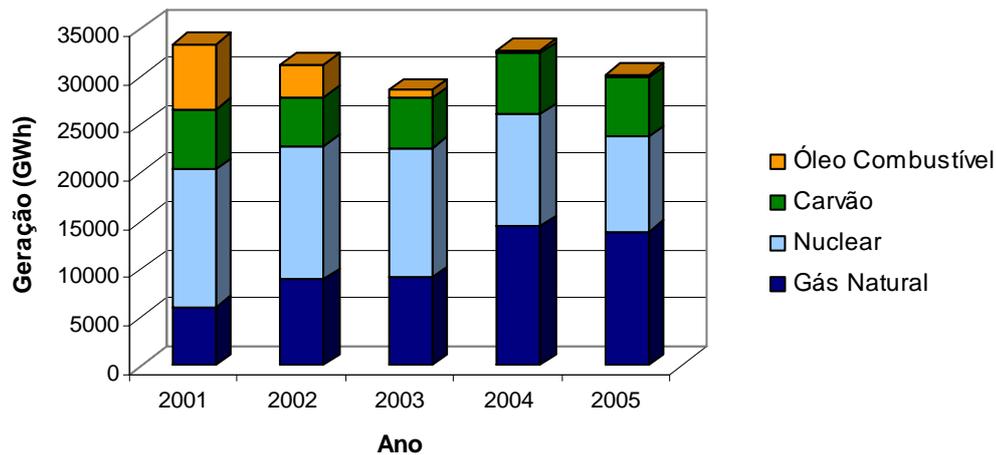


Figura 2.8 – Evolução do uso de combustíveis na geração termelétrica de 2001 a 2005 (elaboração própria a partir do ONS (2006))

O sistema elétrico nacional está organizado em quatro etapas fundamentais: geração, transmissão, distribuição e utilização.

### 2.3.1 Geração

A energia elétrica é uma modalidade de energia obtida a partir da transformação da energia de fontes primárias disponíveis no planeta.

Em toda conversão de energia existem perdas que influenciam diretamente o rendimento do processo. Além disso, subprodutos indesejáveis são obtidos na geração de energia, como por exemplo calor, fumaça, poluição visual, alagamento de áreas, lixo radioativo, ruído, entre outros. Esse fato físico faz com que não seja possível a produção de energia elétrica sem nenhum impacto ao meio ambiente (COLUSSO, 2003, p. 43).

Desta forma, além dos impactos ambientais decorrentes do processo de geração de energia, as perdas do processo aceleram a escassez dos combustíveis fósseis e exigem um aumento da potência instalada, tanto das fontes renováveis como não-renováveis, exigindo investimentos cada vez maiores.

Portanto, o planejamento e a regulação da oferta de energia devem buscar formas de suprimento energético compatíveis com as potencialidades energéticas e as necessidades socioeconômicas nacionais e regionais. É preciso que cada fonte ou recurso energético seja estrategicamente aproveitado, visando à maximização dos benefícios proporcionados e a minimização dos impactos negativos ao meio-ambiente e à sociedade (FRANCISCATTO, 2005, p. 18 e 19).

Existem várias formas de geração de energia elétrica, mas quando se trata de quantidades para consumo de uma sociedade, as opções diminuem. A seguir serão discutidas as centrais hidrelétricas e termelétricas, fontes tradicionais que compõem a base do sistema elétrico brasileiro. No Apêndice A serão discutidas as principais fontes alternativas de energia, as quais apresentam reduzidos impactos ambientais.

### 2.3.1.1 Centrais Hidrelétricas

As hidrelétricas constituem as fontes renováveis de produção de energia elétrica mais utilizadas no Brasil. Para a produção de energia, as hidrelétricas aproveitam o potencial hídrico de uma determinada região, convertendo energia potencial gravitacional em energia elétrica, conforme a Figura 2.9. A água das chuvas é armazenada em reservatórios de capacidade variável, transferindo energia potencial hidráulica à turbina, que fornece energia cinética ao eixo do gerador. Este, através dos fenômenos eletromagnéticos, converte a energia cinética em energia elétrica de corrente alternada (CA) ou contínua (CC), dependendo do tipo de gerador.



Figura 2.9 – Operação básica de uma central hidrelétrica

Conforme Reis (2003), as hidrelétricas são geralmente classificadas quanto à utilização das vazões naturais, potência, forma de captação de água e sua função no sistema. Quanto à utilização das vazões naturais temos: (i) usina a fio d'água, com pequena capacidade de armazenamento, utilizando, muitas vezes, a própria vazão natural do rio; (ii) usina com reservatório de acumulação, de tamanho suficiente para acumular água no período de chuvas para utilização no período de estiagens e (iii) usina reversível, com capacidade para atender a demanda máxima, porém com reposição da água utilizada, através de bombeamento com energia de outras usinas em horários de baixa demanda. Quanto à potência das centrais, temos: (i) micro (até 100 kW); (ii) mini (de 100 a 1.000 kW); (iii) pequenas (de 1.000 a

30.000 kW); (iv) médias (de 30.000 a 100.000 kW) e (v) grandes (acima de 100.000 kW). Quanto à forma de captação temos: (i) usina de desvio e (ii) usina de leito de rio. Quanto à função no sistema, temos: (i) operação na base, suprindo a base da curva de carga; (ii) operação flutuante e (iii) operação na ponta, suprindo a ponta da curva de carga.

As principais vantagens da utilização de hidrelétricas são: (i) é uma fonte de energia renovável que aproveita o ciclo hidrológico; (ii) apresenta o menor custo de geração entre as demais fontes, em virtude de utilizar como matéria-prima a água das chuvas; (iii) possui grande potencial de geração, dependendo da vazão dos rios e do volume do reservatório; (iv) não produz nenhum resíduo poluente no processo de geração, caracterizando-se como uma fonte de geração limpa e (v) apresenta elevada vida útil com reduzida manutenção.

Entretanto, a operação de uma central hidrelétrica também envolve desvantagens, tais como: (i) necessidade de elevados investimentos na construção das centrais; (ii) os reservatórios alagam áreas agriculturáveis, ocasionando desapropriações e gastos com indenizações; (iii) a putrefação do material orgânico submerso ocasiona a emissão de metano à atmosfera; (iv) o alagamento provoca alterações da flora, fauna e climáticas na região de instalação das usinas; (v) os melhores potenciais hídricos encontram-se em regiões distantes dos grandes centros de consumo, aumentando as perdas de energia e necessitando investimentos em transmissão e (vi) a geração é dependente de fatores climáticos, como a regularidade das chuvas.

A Figura 2.10 apresenta a vista aérea da central hidrelétrica binacional de Itaipu.



Figura 2.10 – Central hidrelétrica Itaipu Binacional  
Fonte: ITAIPU BINACIONAL (2006)

A redução gradativa de grandes aproveitamentos hidráulicos ainda não explorados, associada aos danos ambientais destes aproveitamentos e à crescente demanda de energia

elétrica, tem incentivado a instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). A operação básica de uma PCH é a mesma de qualquer central hidrelétrica, conforme apresentado na Figura 2.9. Entretanto, segundo Farret (1999), sua construção requer menores investimentos e apresenta menores impactos ambientais, devido ao reduzido ou inexistente volume do reservatório, além de constituir uma geração descentralizada e mais próxima dos centros de consumo.

### 2.3.1.2 Centrais Termelétricas

O princípio de operação das centrais termelétricas consiste na conversão de energia térmica em energia elétrica. A produção de energia térmica ocorre através da liberação da energia química dos combustíveis pelo processo de combustão, ou através da liberação da energia nuclear de combustíveis radioativos pela fissão nuclear. As termelétricas que operam utilizando a energia química são chamadas de centrais termelétricas convencionais, enquanto as que operam utilizando a energia nuclear são chamadas de centrais nucleares. As energias químicas e nucleares, através dos respectivos processos de combustão e fissão nuclear, são convertidas em energia térmica que, em caldeiras, produzem vapor. Este, em expansão, realiza um trabalho mecânico na turbina, fornecendo energia cinética ao eixo do gerador, que, através dos fenômenos eletromagnéticos, converte a energia cinética em energia elétrica CA ou CC, dependendo do tipo de gerador, conforme a Figura 2.11.

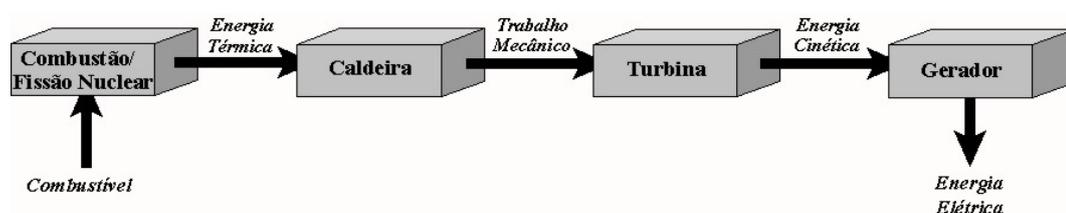


Figura 2.11 – Operação básica de uma central termelétrica

Os combustíveis mais usados em centrais termelétricas convencionais são os derivados de petróleo, carvão mineral e gás natural. Já as centrais nucleares utilizam elementos radiativos como o urânio, tório e plutônio. A utilização destes combustíveis caracteriza as centrais termelétricas convencionais e nucleares como fontes não renováveis de energia, devido ao longo tempo necessário para a reposição destes elementos pela natureza.

Entretanto, segundo Reis (2003), existem centrais termelétricas convencionais que utilizam combustível renovável, como a biomassa, caracterizando-se como fontes de energia

elétrica renováveis, desde que manejada adequadamente. A biomassa é aproveitada através do etanol, bagaço de cana, carvão vegetal, óleo vegetal e lenha, entre outros. No Brasil, os elementos mais importantes para a biomassa são o bagaço de cana, em função da grande produção de álcool combustível; a madeira, através do manejo de florestas, e o aproveitamento do lixo urbano, com diversos projetos em andamento.

As principais vantagens da utilização de termelétricas são: (i) complementa a geração hidráulica; (ii) possibilita a geração descentralizada e próxima aos centros de consumo e (iii) curto tempo de implementação das centrais. Já as desvantagens são: (i) elevado custo de geração, principalmente nas centrais nucleares, em função dos custos com combustíveis e segurança; (ii) queima de combustíveis fósseis, com emissão de gás carbônico e óxidos de nitrogênio e enxofre, no caso das termelétricas convencionais, e produção de lixo radioativo, no caso das centrais nucleares; (iii) contribuição para o efeito estufa e (iv) menor durabilidade e maior manutenção, principalmente nas centrais à diesel.

A Figura 2.12 apresenta a vista aérea parcial da central nuclear de Angra dos Reis-RJ, da Eletronuclear, composta por três unidades (Angra 1, 2 e 3) que utilizam como combustível o urânio. Segundo a Eletronuclear (2006), o reator utilizado para a fissão nuclear utiliza o sistema PWR (Pressurized Water Reactor)<sup>5</sup>, universalmente reconhecido como o mais seguro.



Figura 2.12 – Central nuclear de Angra dos Reis  
Fonte: ELETRONUCLEAR (2006)

A Figura 2.13 apresenta a vista aérea da central termelétrica Presidente Médice, convencional à carvão mineral, da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), em fase de expansão, no município de Candiota-RS.

---

<sup>5</sup> Reator de água pressurizada.



Figura 2.13 – Central termelétrica Presidente Médice da CGTEE

Fonte: CGTEE (2006)

Reis (2003) salienta que as termelétricas convencionais a biomassa não produzem óxidos de nitrogênio e enxofre, e o gás carbônico emitido para a atmosfera é absorvido no processo de fotossíntese, apresentando balanço zero de emissões.

Para Hoffmann (1999), uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, através da combustão em fornos, caldeiras, etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão eficientes, como a gaseificação e a pirólise.

### 2.3.2 Transmissão

Os dados apresentados anteriormente mostraram que o sistema de geração de energia elétrica no Brasil é basicamente hidrotérmico, com forte predominância de hidrelétricas, que em sua grande maioria, encontram-se distantes dos grandes centros de consumo. Ainda, a grande extensão do território brasileiro, associada à irregularidade pluviométrica nas diferentes regiões do país, tornou necessária a interligação do sistema elétrico brasileiro, através de linhas de transmissão de alta tensão. Tecnicamente, o emprego de alta tensão reduz as perdas de energia por aquecimento dos condutores (Efeito Joule), em função da redução da corrente elétrica, permitindo ainda aumentar a capacidade de transmissão de energia dos mesmos.

Tradicionalmente, o sistema de transmissão é dividido em redes de transmissão e subtransmissão, em razão do nível de desagregação do mercado consumidor. A rede primária é responsável pela transmissão de grandes “blocos” de energia, visando ao suprimento de grandes centros consumidores e à alimentação de eventuais consumidores de grande porte. A rede secundária – subtransmissão – é basicamente uma extensão da transmissão, objetivando o atendimento de pequenas cidades e consumidores industriais de grande porte. A subtransmissão faz a realocação dos grandes blocos de energia – recebidos de subestações de transmissão – entre as subestações de distribuição (ELETROBRÁS, 2002 apud ANEEL, 2005, p. 10).

As principais linhas de transmissão do SIN empregam tensões de 230 a 750 kV. O sistema de subtransmissão geralmente emprega tensões menores, tipicamente 138 e 69 kV. No SIN, a transformação entre níveis de tensões é feita em subestações, através de transformadores de potência.

A tensão de geração, na grande maioria das centrais, é na ordem de alguns kV, devido às limitações de isolamento elétrica dos geradores. Entretanto, esta tensão é muito baixa para a transmissão, acarretando elevadas perdas e exigindo superdimensionamento das linhas, devido às elevadas correntes elétricas e esforços mecânicos. Desta forma, muito próximo às centrais geradoras, uma subestação eleva a tensão de geração para níveis técnicos compatíveis com os níveis de energia a serem transmitidos. Esta subestação é denominada elevadora. Nos entroncamentos das linhas de transmissão, bem como nas proximidades dos centros de consumo, a elevada tensão de transmissão é reduzida, constituindo as linhas de subtransmissão e redes de distribuição. Neste caso são utilizadas subestações rebaixadoras, com funcionamento inverso ao das subestações elevadoras.

A Figura 2.14 apresenta a vista parcial de uma subestação rebaixadora do sistema de subtransmissão da Cooperativa Regional de Eletrificação Teutônia Ltda. (CERTEL), reduzindo a tensão de 69 para 13,8 kV.



Figura 2.14 – Vista parcial de uma subestação rebaixadora  
Fonte: AGERGS (2001)

### 2.3.3 Distribuição

Apesar das linhas de transmissão e subtransmissão transportarem energia a longas distâncias com significativa redução de perdas, as altas tensões envolvidas não oferecem a segurança necessária e viabilidade financeira para adentrar nos centros urbanos, distribuindo energia às unidades consumidoras. Desta forma, próximo aos centros de consumo, subestações rebaixadoras reduzem a tensão para níveis mais seguros, constituindo a rede de distribuição de média tensão, também chamada de distribuição primária, geralmente nas tensões de 13,8 ou 23,1 kV. Na grande maioria das subestações rebaixadoras, a distribuição primária é feita através de vários circuitos alimentadores, que atendem regiões e/ou bairros específicos.

A tensão de distribuição primária atende os seguintes critérios: ser suficientemente baixa para fins de viabilidade financeira e segurança na utilização e manutenção, e ser suficientemente alta a fim de manter reduzidas as perdas no transporte, desde a subestação até os centros de consumo. Desta forma, seu valor não é compatível com os padrões de utilização em equipamentos elétricos e eletrônicos, devendo ser novamente rebaixada. Este rebaixamento é feito através de transformadores de distribuição, dispostos muito próximos às unidades consumidoras, sendo geralmente fixos aos postes da rede. A partir destes transformadores constitui-se a rede de distribuição de baixa tensão, também chamada de distribuição secundária, geralmente nas tensões comerciais de 127, 220, 380 e/ou 440 V.

Segundo ANEEL (2006c), a distribuição de energia no Brasil é feita através de empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas, definindo concessionária como “agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição ou transmissão ou geração de energia elétrica”. Já as Resoluções Normativas da ANEEL N° 213, de 6 de março de 2006 e N° 205, de 22 de dezembro de 2005 definem, respectivamente, as empresas permissionárias e autorizadas:

Permissionária: a cooperativa de eletrificação rural cujas atividades tenham sido regularizadas nos termos do art. 23 da Lei 9.074/95 e da Resolução ANEEL N° 012/02, e que tenha firmado o respectivo Contrato de Permissão para distribuição de energia elétrica a público indistinto, em área de atuação delimitada, com atendimento amplo e não discriminatório das diversas classes e subclasses de consumidores (ANEEL, 2006d, p. 1).

Autorizada: a cooperativa de eletrificação rural que não preenche os requisitos para regularização como permissionária e que venha a ter o respectivo ato de outorga convalidado ou que receba autorização específica do Poder Concedente para operação de instalações de energia elétrica, de uso privativo de seus associados, cujas cargas se destinem ao desenvolvimento de atividade predominantemente rural. (ANEEL, 2005b, p. 2).

A partir de 1997, a distribuição de energia no Estado passou a ser feita por três grandes concessionárias em três grandes áreas: Norte-Nordeste – RGE; Sul-Sudeste – CEEE e Centro-Oeste – AES Sul. Alguns municípios, no entanto, contam com serviços prestados por cooperativas de eletrificação e pequenas concessionárias independentes (SCP, 2006).

A maioria das unidades consumidoras está conectada na rede de distribuição secundária, cujos níveis de tensão são compatíveis com os de utilização. Estes consumidores são classificados de baixa tensão. Entretanto, consumidores de maior porte, geralmente estão conectados na rede de distribuição primária, necessitando de um transformador próprio para rebaixamento da tensão. Estes consumidores são classificados de alta tensão. A Figura 2.15 mostra, de forma simplificada, as etapas de geração, transmissão e distribuição de energia.

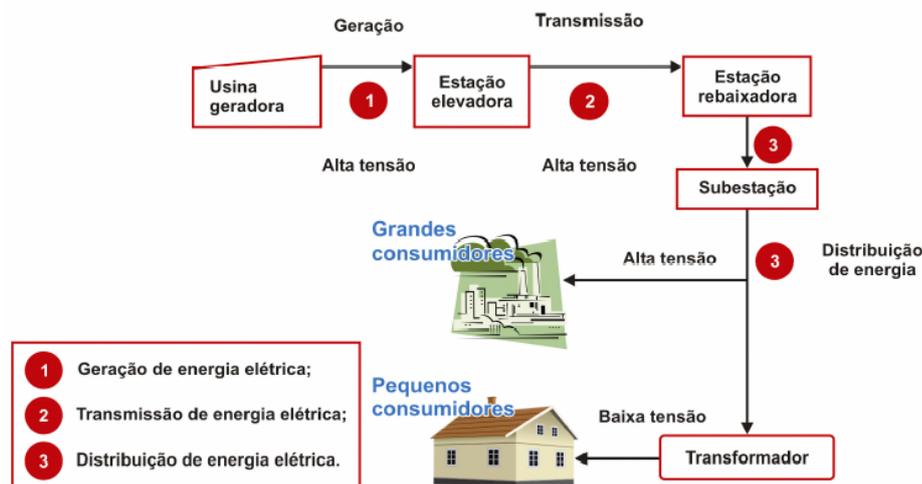


Figura 2.15 – Etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica  
Fonte: CPNSP (2005)

### 2.3.4 Utilização

Uma vez gerada, transmitida e distribuída, a energia elétrica encontra-se disponível para a utilização pelos consumidores. Entretanto, a grande maioria das necessidades energéticas envolve outras modalidades de energia. Desta forma, em sua utilização final, a energia precisa ser transformada novamente, através dos mais diversos equipamentos, resultando em energia mecânica, térmica, luminosa, sonora, etc. A transformação e utilização destas energias caracterizam o consumo de energia elétrica.

A Resolução 456, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2000), em seu artigo 2º, define consumidor de energia elétrica:

Consumidor: pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar a concessionária o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos da ANEEL, assim vinculando-se aos contratos de fornecimento, de uso e de conexão ou de adesão, conforme cada caso (ANEEL, 2000, p. 2).

Desta forma, o consumo de energia elétrica engloba os segmentos industrial, residencial, comercial, público/rural e outros, cujos percentuais são mostrados na Figura 2.16.

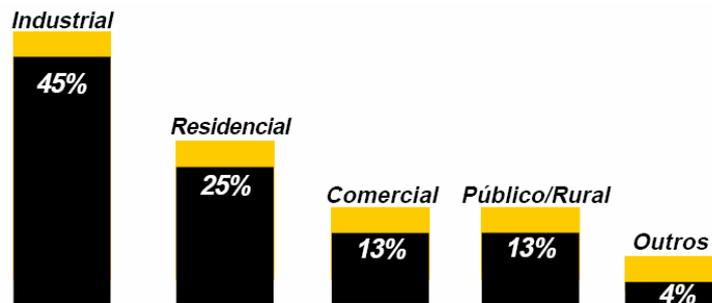


Figura 2.16 – Consumo percentual de energia elétrica por segmento  
Fonte: SEBRAE (2003)

Nota-se o destaque dos setores industrial e residencial no consumo de energia no Brasil. No setor industrial, este consumo está relacionado aos sistemas produtivos, principalmente na conversão em energia mecânica através de motores elétricos. Já no setor residencial, o consumo está relacionado principalmente ao conforto, conforme percentuais apresentados na Figura 2.17.

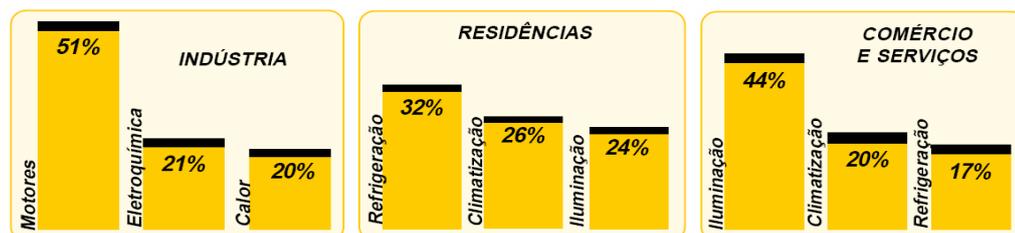


Figura 2.17 – Distribuição do consumo de energia nos segmentos industrial, residencial e comercial/serviços  
Fonte: SEBRAE (2003)

## 2.4 Faturamento de Energia Elétrica

### 2.4.1 Classificação dos Consumidores e Estrutura Tarifária

A Resolução 456 (ANEEL, 2000) define dois grupos de consumidores de energia elétrica. Pertencem ao grupo A os consumidores com tensão de fornecimento igual ou

superior a 2,3 kV. Já os consumidores do grupo B são aqueles com tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV. São condições para um consumidor classificar-se como grupo A apresentar carga instalada superior a 75 kVA e contratar demanda igual ou superior a 30 kW.

As estruturas tarifárias atualmente empregadas para consumidores do grupo A são a convencional e horo-sazonal. A estrutura tarifária convencional caracteriza-se pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Já a estrutura horo-sazonal caracteriza-se pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, especificadas como tarifas verde e azul. A tarifa verde aplica tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como uma única tarifa de demanda de potência. A tarifa azul aplica tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.

O horário de ponta adotado pelas concessionárias de energia para a aplicação das tarifas do grupo A corresponde ao período de três horas consecutivas, entre as 17 e as 22 horas, em função do seu máximo fornecimento de energia. A Figura 2.18 apresenta as características da curva de carga diária de um consumidor genérico.

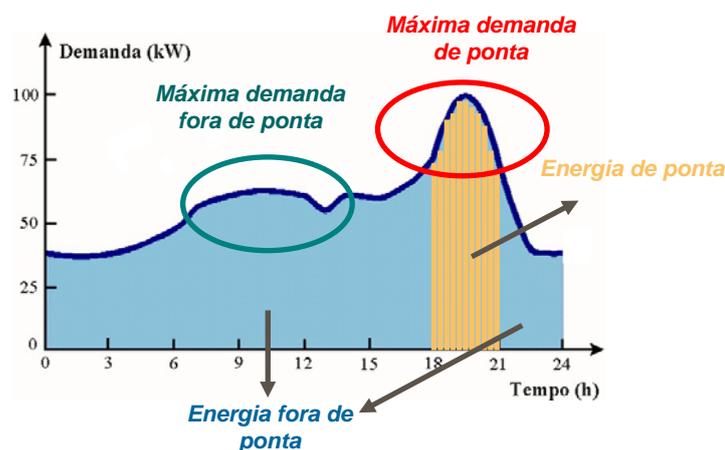


Figura 2.18 – Características da curva de carga diária de um consumidor genérico  
Fonte: ZANCAN (2006)

Por estabelecer um custo de energia bastante alto no horário de ponta e bastante baixo no horário fora de ponta, bem como um único valor de demanda contratada, a tarifa horo-sazonal verde do grupo A é a que pode proporcionar uma maior redução de custos, desde que a unidade consumidora não opere no horário de ponta.

Para os consumidores do grupo B, a estrutura tarifária atualmente empregada é a convencional, com aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica diferenciadas por categorias e independentes dos horários de utilização do dia e dos períodos do ano, não apresentando tarifação de demanda. Nesta estrutura tarifária não há preocupação com o momento de utilização da energia, mas seus custos finais, por kWh, são superiores aos da horo-sazonal verde do grupo A.

#### 2.4.2 Ultrapassagem de Demanda

Os consumidores enquadrados no grupo A deverão, para fins de faturamento, contratar demanda de potência, cujo valor mínimo é de 30 kW. A ultrapassagem desta demanda contratada, além dos limites estabelecidos na Resolução 456, acarretará a cobrança de tarifa de ultrapassagem, a qual poderá atingir até três vezes o valor da tarifa normal.

#### 2.4.3 Energia e Demanda Reativas Excedentes

De acordo com a Resolução 456 (ANEEL, 2000), todos os consumidores do grupo A estão sujeitos aos faturamentos de energia reativa excedente e demanda reativa excedente. Já os consumidores do grupo B, por não possuírem contrato de demanda, estão sujeitos apenas ao faturamento de energia reativa excedente.

O faturamento de energia reativa excedente (FER) está diretamente relacionado com o Fator de Potência (FP) de uma instalação, que por definição, é a relação entre a potência ativa e a potência aparente desta instalação. Desta forma, o FP mede o aproveitamento da potência total de um circuito na produção de trabalho. Como a potência aparente é igual à soma vetorial das potências ativa e reativa, podemos concluir que quanto maior a potência reativa, menor será o fator de potência.

Nos circuitos elétricos das unidades consumidoras, o baixo fator de potência geralmente está associado à energia reativa de seus equipamentos indutivos, tais como motores, transformadores, reatores para lâmpadas fluorescentes, etc. Isto acarreta um aumento da corrente elétrica e, conseqüentemente, das perdas de energia e quedas de tensão em suas instalações, bem como nas instalações da concessionária. Em função disso, a Resolução 456 limita o FP em 0,92, a fim de reduzir perdas de energia, ampliar a capacidade de transmissão e distribuição do sistema elétrico e também dos circuitos internos das unidades consumidoras.

Desta forma, consumidores com FP abaixo de 0,92 estão sujeitos à cobrança proporcional à energia reativa excedente.

O faturamento de demanda reativa excedente (FDR) também está relacionado ao FP, uma vez que a energia reativa excedente está diretamente atrelada à demanda de energia reativa. Esta não é definida no contrato de fornecimento, porém seu valor é determinado indiretamente através da demanda de potência contratada e do limite mínimo para o FP. Assim, todos os consumidores com FP abaixo de 0,92 pagarão, além de FER, também FDR, nos mesmos moldes da ultrapassagem de demanda de potência.

## **2.5 Micro e Pequenas Empresas (MPE)**

A adoção de critérios para a definição de tamanho de empresa constitui importante fator de apoio às micro e pequenas empresas, permitindo que as firmas classificadas dentro dos limites estabelecidos possam usufruir os benefícios e incentivos previstos nas legislações que dispõem sobre o tratamento diferenciado ao segmento, e que buscam alcançar objetivos prioritários de políticas públicas, como o aumento das exportações, a geração de emprego e renda, a diminuição da informalidade dos pequenos negócios, entre outras (SEBRAE, 2007).

Entretanto, não existe critério único para classificação das MPE. No aspecto legal, a Lei N° 9.841 de 5 de outubro de 1999 (BRASIL, 1999), institui o Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, dispondo sobre o tratamento diferenciado, simplificado e favorecido previsto nos artigos 170 e 179 da Constituição Federal. O Decreto Federal N° 5.028, de 31 de março de 2004 (BRASIL, 2004), atualiza a Lei N° 9.841, especificamente no que tange aos valores da receita bruta anual, que definem as MPE e estabelecem o enquadramento das Microempresas (ME) e das Empresas de Pequeno Porte (EPP). Atualmente estes critérios vêm sendo adotados em diversos programas de crédito do Governo Federal. Já SEBRAE (2005), em seus estudos e programas de apoio, utiliza o número de funcionários como critério de classificação.

No aspecto tributário, os Governos Federal e Estadual possuem legislação própria para enquadramentos das MPE. No âmbito federal, a Lei N° 9.317, de 5 de dezembro de 1996 institui o SIMPLES (Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte). Já no Estado do Rio Grande do Sul, a Lei N° 10.045, de 29 de dezembro de 1993, alterada pela Lei N° 12.410, de 22 de dezembro de 2005, institui o SIMPLES GAÚCHO e estabelece tratamento diferenciado às microempresas, aos microprodutores rurais e às empresas de pequeno porte. A utilização de critérios diferenciados decorre do fato de que a finalidade e os objetivos das instituições que promovem seu

enquadramento são distintos. O Quadro 2.2 mostra a classificação do estatuto da ME e da EPP, das legislações tributárias federal e estadual, bem como a adotada pelo SEBRAE.

<i>ENQUADRAMENTO</i>	<i>RECEITA BRUTA ANUAL</i>			
	<i>Microempresa</i>		<i>Empresas de Pequeno Porte</i>	
<b>ESTATUTO</b>	até R\$ 433.755,14		de R\$ 433.755,15 a R\$ 2.133.222,00	
<b>LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA FEDERAL (SIMPLES)</b>	até R\$ 240.000,00		de R\$ 240.000,01 a R\$ 2.400.000,00	
<b>LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA ESTADUAL (SIMPLES GAÚCHO)</b>	Até 25.200 UPF (R\$ 251.750,52 em 2007)		De 25.200 UPF a 250.000 UPF (R\$ 251.750,53 a R\$ 2.497.525,00 em 2007)	
<b>SEBRAE</b>	<i>Área</i>	<i>Pessoas Ocupadas</i>	<i>Área</i>	<i>Pessoas Ocupadas</i>
	Indústria	até 19	Indústria	de 20 a 99
	Comércio e Serviços	até 9	Comércio e Serviços	de 10 a 49

Fonte: BRASIL (2004), BRASIL (2006), RS (1993), RS (2005), SRF (2007), SEFAZ (2007) e SEBRAE (2005)

### **Quadro 2.2 – Classificação das MPE**

A partir de 1º de julho de 2007 entrou em pleno vigor a Lei Complementar N° 123, de 14 de dezembro de 2006, instituindo o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. De acordo com SEBRAE (2007a), o Estatuto Nacional “vai unificar os impostos federais, estaduais e municipais para essas empresas e, na maioria dos casos, reduzirá a carga tributária”. A receita bruta anual vigente no novo estatuto integra as legislações tributárias federal e estadual, cujos valores permanecem os mesmos da legislação tributária federal (SIMPLES) do Quadro 2.2.

Em relação ao Brasil, SEBRAE (2005, p. 11), afirma que “em conjunto, as micro e pequenas empresas responderam, em 2002, por 99,2% do número total de empresas formais, por 57,2% dos empregos totais e por 26,0% da massa salarial”. Os percentuais complementares correspondem às médias e grandes empresas.

De acordo com SEBRAE (2005), as médias empresas são aquelas que, na indústria, tenham de 100 a 499 pessoas ocupadas, e no comércio e serviços, de 50 a 99 pessoas ocupadas. Já as grandes empresas são aquelas que, na indústria, tenham acima de 500 pessoas ocupadas, e no comércio e serviços, acima de 100 pessoas ocupadas. A Tabela 2.1 mostra o número de empresas formais no Brasil, por porte<sup>6</sup> e setor de atividade, no ano de 2002.

<sup>6</sup> Conforme enquadramento do SEBRAE.

**Tabela 2.1 – Número de empresas formais no Brasil em 2002**

Setor	Micro		Pequenas		Médias		Grandes		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Indústria	439.013	90,7	37.227	7,7	6.548	1,4	1.430	0,3	484.218	100,0
Construção	116.287	91,9	8.282	6,5	1.694	1,3	221	0,2	126.484	100,0
Comércio	2.337.889	95,4	105.891	4,3	4.862	0,2	2.846	0,1	2.451.488	100,0
Serviços	1.712.418	92,3	122.609	6,6	10.548	0,6	10.605	0,6	1.856.180	100,0
<b>Total</b>	<b>4.605.607</b>	<b>93,6</b>	<b>274.009</b>	<b>5,6</b>	<b>23.652</b>	<b>0,5</b>	<b>15.102</b>	<b>0,3</b>	<b>4.918.370</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Adaptado de IBGE [2003] apud SEBRAE (2005)

A Tabela 2.2 mostra o número de pessoas ocupadas nas empresas formais no Brasil, por porte<sup>6</sup> e setor de atividade, no ano de 2002. Observa-se nesta tabela que a quantidade de pessoas ocupadas apenas nas ME ultrapassa o de pessoas ocupadas nas grandes empresas. Isto demonstra o grande potencial de oferta de trabalho por parte das ME, que atingiu, em 2002 aproximadamente dez milhões de empregos.

**Tabela 2.2 – Número de pessoas ocupadas em empresas formais no Brasil em 2002**

Setor	Micro		Pequenas		Médias		Grandes		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Indústria	1.571.608	23,7	1.471.254	22,2	1.322.673	20,0	2.256.721	34,1	6.622.256	100,0
Construção	356.660	27,3	339.777	26,0	327.135	25,0	284.005	21,7	1.307.577	100,0
Comércio	4.664.545	58,9	1.772.233	22,3	327.443	4,2	1.161.426	14,6	7.925.647	100,0
Serviços	3.374.388	28,8	2.206.611	18,8	722.852	6,2	5.402.593	46,2	11.706.444	100,0
<b>Total</b>	<b>9.967.201</b>	<b>36,2</b>	<b>5.789.875</b>	<b>21,0</b>	<b>2.700.103</b>	<b>9,8</b>	<b>9.104.745</b>	<b>33,0</b>	<b>27.561.924</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Adaptado de IBGE [2003] apud SEBRAE (2005)

A Tabela 2.3 mostra o rendimento médio anual<sup>7</sup> do trabalhador em empresas formais no Brasil, por porte<sup>6</sup> e setor de atividade, no ano de 2002. Nota-se nesta tabela um aumento gradual do rendimento médio anual em função do porte da empresa, bem como os baixos salários pagos pelas ME e EPP, em relação às médias e grandes empresas.

**Tabela 2.3 – Rendimento médio anual do trabalhador em 2002**

Setor	Micro	Pequenas	Médias	Grandes	Total
	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
Indústria	3.493	6.823	11.916	18.749	11.114
Construção	3.306	6.381	8.143	10.943	6.973
Comércio	1.651	4.959	7.519	9.677	3.809
Serviços	2.308	5.840	9.101	14.015	8.796
<b>Total</b>	<b>2.223</b>	<b>5.852</b>	<b>10.172</b>	<b>14.539</b>	<b>7.833</b>

Fonte: Adaptado de IBGE [2003] apud SEBRAE (2005)

<sup>7</sup> Valores constantes em R\$ 1,00 de 2002.

Já a Figura 2.19 mostra a variação percentual do número de empresas brasileiras, por porte e setor, em relação aos anos 2002/1996. Nota-se, no intervalo de seis anos, um acelerado crescimento da quantidade de MPE no Brasil, em todos os segmentos, especialmente no setor de serviços, atingindo 83,3% de crescimento das ME e 56,2% de crescimento das EPP. Entretanto, as MPE apresentam elevada taxa de mortalidade. De acordo com SEBRAE (2004), 49,4% das MPE fecham até o segundo ano após a abertura, 56,4% fecham até o terceiro ano, e 59,9% fecham até o quarto ano.

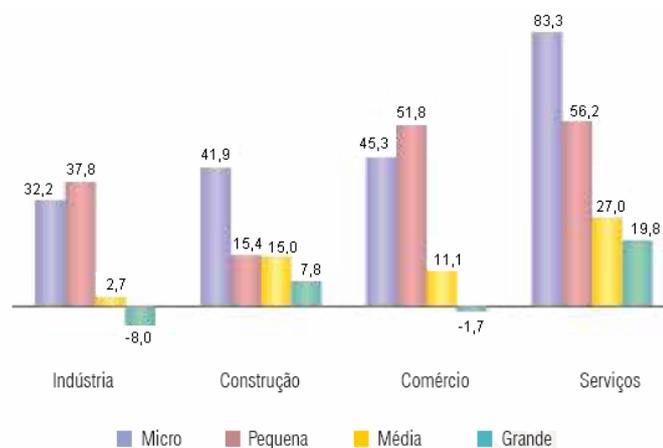


Figura 2.19 – Variação percentual do número de empresas brasileiras – 2006/2002  
Fonte: SEBRAE (2005)

São características das Micro e Pequenas Empresas: baixa intensidade de capital; altas taxas de natalidade e de mortalidade; demografia elevada; forte presença de proprietários; sócios e membros da família como mão-de-obra ocupada nos negócios; poder decisório centralizado; estreito vínculo entre os proprietários e as empresas, não se distinguindo, principalmente em termos contábeis e financeiros, pessoa física e jurídica; registros contábeis pouco adequados; contratação direta de mão-de-obra; utilização de mão-de-obra não qualificada ou semiquificada; baixo investimento em inovação tecnológica; maior dificuldade de acesso ao financiamento de capital de giro; e relação de complementaridade e subordinação com empresas de grande porte (IBGE, 2003, p. 20 apud RIBEIRO, 2006, p. 31).

Neste contexto, observa-se que as MPE apresentam carência de informações técnicas, especialmente relacionadas ao insumo energia elétrica, inviabilizando a gestão deste insumo e ocasionando desperdício de energia, redução dos lucros, perda de competitividade e qualidade em seus produtos, redução da produtividade da empresa, e conseqüentemente, maiores dificuldades de sobrevivência. Estes fatores, associados aos dados apresentados anteriormente, demonstram a importância dos pequenos negócios no Brasil, bem como a grande contribuição que os mesmos podem oferecer para um uso mais eficiente e inteligente da energia elétrica.

## 2.6 Eficientização Energética

Analisando o sistema elétrico nacional, percebe-se que a grandeza energia sofre várias transformações. Primeiramente na geração, transformando-se de diversas modalidades em energia elétrica. Após, sendo transmitida e distribuída, produzindo efeitos eletromagnéticos, bem como aquecimento de condutores e equipamentos, e finalmente, na utilização, transformando-se de energia elétrica em diversas outras modalidades. Desta forma, pode-se concluir que a modalidade elétrica de energia é empregada fundamentalmente no processo de transporte, desde a geração até a utilização, pois se constitui na modalidade energética com menores perdas, elevada versatilidade e maior viabilidade econômica neste processo.

A Lei da Conservação de Energia (Primeiro Princípio da Termodinâmica) estabelece que, em qualquer processo de conversão, a energia total antes da conversão é igual à energia total depois da conversão, isto é, a energia não é criada nem destruída. Entretanto, é fisicamente impossível produzir equipamentos de conversão e sistemas de transmissão 100% eficientes, isto é, sem perdas no processo (limite imposto pelo Segundo Princípio da Termodinâmica). Entende-se perdas como uma parcela de energia transformada, porém impossível de ser aproveitada, em função das características técnicas dos equipamentos, que ocasionam também aquecimentos indesejados, reduzindo o rendimento do processo.

No contexto do sistema elétrico nacional, estas perdas estão presentes na oferta e demanda de energia elétrica. As perdas na oferta envolvem a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, às quais são de responsabilidade das empresas envolvidas no setor. Segundo MME (2005), as perdas na oferta de energia totalizaram, no ano de 2004, 15,4%. Já as perdas na demanda envolvem a utilização da energia elétrica, envolvendo aspectos de planejamento, projeto, execução, operação e manutenção dos usos finais de energia, cuja responsabilidade cabe aos consumidores.

A crise energética ocorrida no Brasil em 2001 exigiu por parte do governo a criação da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, através da medida provisória N° 2.198-5 de 24 de agosto de 2001. Esta, na seqüência, formulou o Decreto N° 4.131, de 14 de fevereiro de 2002, dispondo sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal, bem como a Resolução N° 8, de 25 de maio de 2001, especificando diretrizes para os regimes especiais de tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica e fixação de metas de consumo. Isto alavancou um processo de adequação dos usos finais de energia em todos os setores e segmentos consumidores.

É preciso, a qualquer custo, otimizar o uso da energia, da água e da matéria-prima como forma de manutenção da biodiversidade do planeta, com a manutenção da qualidade dos mananciais, do solo e do ar, mediante conservação e uso parcimonioso das fontes de energia não renováveis (ZANCAN, 2006).

Ao contrário do racionamento de energia, que envolve necessariamente a redução do consumo e conseqüentemente da produção e lucratividade, o uso eficiente e inteligente da energia elétrica envolve um conjunto integrado de ações que possibilite a melhoria do processo de utilização e consumo de energia, transformando resultados em lucros, mantendo a qualidade dos produtos e serviços, e garantindo o conforto e a segurança.

A conservação da energia elétrica leva à exploração racional dos recursos naturais. Isso significa que, conservar energia elétrica ou combater seu desperdício é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente. Desta forma, a energia conservada, por exemplo, na iluminação eficiente ou no motor bem dimensionado, pode ser utilizada para iluminar uma escola ou atender um hospital, sem ser jogada fora. É importante compreender o conceito de conservação de energia elétrica. Conservar energia elétrica quer dizer melhorar a maneira de utilizar a energia, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. Significa diminuir o consumo, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços (ELETROBRÁS, 2006).

O uso racional não significa deixar de usar a energia quando dela se necessita, ou seja, manter ambientes mal iluminados, deixar de usar refrigeração ou aquecimento, mas sim modificar processos para evitar desperdícios, realizar ajustagens de máquinas para melhorar a sua eficiência energética, melhorar os projetos arquitetônicos para utilizar iluminação natural – o que agrada muito mais os usuários dos ambientes, aumentando inclusive a produtividade das pessoas –, melhorar o isolamento térmico em ambientes aquecidos ou refrigerados para evitar perdas, entre outras possíveis medidas de economia (COLUSSO, 2003, p. 139).

No Brasil, o principal programa de efficientização energética é o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), criado em dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Conforme Eletrobrás (2006), o objetivo do PROCEL é “a conservação da energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços, reduzindo os impactos ambientais e fomentando a criação de empregos”.

Segundo Weigmann (2004, p. 42), “A economia de energia pode acontecer através de medidas zeladoras, adequações em equipamentos e processos, melhoria no desempenho de equipamentos e redução de perdas”. As medidas zeladoras relacionam-se diretamente à instalação, operação e manutenção de equipamentos, envolvendo a questão educacional do usuário, não necessitando de investimentos expressivos. As adequações em equipamentos necessitam investimentos iniciais, entretanto estes são compensados pela economia de energia

proporcionada. O desempenho de equipamentos, bem como redução de perdas, envolve medidas de verificação e controle das condições de operação dos equipamentos, mantendo-os sempre no regime de operação mais eficiente.

Conforme SEBRAE (2003a), os tipos de medidas e atitudes mais comuns nas empresas, para eliminar o desperdício e otimizar os processos, são medidas de concepção, medidas corretivas e medidas preventivas.

As **medidas de concepção** do projeto da planta industrial/comercial buscam otimizar o investimento inicial para o desenvolvimento de um empreendimento, processo ou produto. Evitam o dimensionamento exagerado de máquinas, matéria-prima, recursos humanos e instalações, minimizando gastos com energia, água e insumos em geral. As **medidas corretivas** têm uma abordagem convencional: tratam de corrigir o problema causador de desperdício quando este ocorre e é detectado. Estas medidas se aplicam durante o processo de produção ou de prestação de serviços, com investimentos que minimizam despesas com energia. As **medidas preventivas** ou **inteligentes** buscam minimizar os custos com desperdícios: trata-se de agir antes que o problema ocorra (SEBRAE, 2003a, p. 31).

O aumento da demanda de energia agrava ainda mais os impactos ambientais, prejudicando o desenvolvimento sustentável. Entretanto, os avanços tecnológicos, principalmente nas áreas de eletrônica e automação industrial, têm criado ferramentas eficientes para o aumento da eficiência de equipamentos, bem como o controle das condições ideais de operação dos mesmos.

A engenharia de produção é responsável pelo planejamento, desenvolvimento e implantação de projetos que visam controlar e melhorar a qualidade de vida da sociedade. Com a implantação dos sistemas de qualidade nas empresas, o seu conceito deve ser estendido a todas as atividades, pois a eficiência energética dos processos e sistemas utilizados na produção de bens e na prestação de serviços constitui-se um marco fundamental e imprescindível na busca da gestão da qualidade orientada para o meio ambiente através da adoção da norma ISO 14000 (COSTA, 2004, p. 17).

De acordo com SEBRAE (2003a), para o Brasil, a efficientização energética contribui para: (i) otimização de investimentos no setor elétrico; (ii) redução de custos para o país, consumidores e empresas; (iii) redução de impactos ambientais e (iv) induzir a modernização do país e das empresas. Já nas empresas, a efficientização contribui para: (i) eliminar desperdícios e reduzir custos; (ii) otimizar o desempenho de equipamentos com o mínimo de consumo; (iii) demonstrar atitude lógica e consciente na utilização do insumo energia; (iv) sustentabilidade do negócio; (v) viabilidade econômica do negócio; (vi) ganhos de marketing; (vii) redução dos custos de produção; (viii) aumento da produtividade e (ix) melhoria do ambiente de trabalho e segurança.

## 2.7 O Programa Energia Brasil

Visando conter a crise no abastecimento de energia em 2001, o Governo Federal, por meio da Câmara de Gestão de Energia, em parceria com instituições públicas e privadas, instituiu o Programa Energia Brasil para Micro, Pequenas e Médias Empresas (MPME), com o objetivo de gerenciar as mais diversas possibilidades do uso racional e produtivo de energia.

Estima-se que o potencial de economia das MPME possa ser de até 30%, o que equivale ao abastecimento de 30 cidades de porte médio. Isso poderá ocorrer mediante a adoção de medidas que permitam o uso eficiente de energia por esse segmento, possibilitando ao contingente dessas empresas reduzir R\$ 5,7 bilhões nas suas despesas anuais. Ademais, a eficiência energética poderá levar as MPME a conquistarem níveis de custo de produção que as possibilitem competir com empresas estrangeiras (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2006).

O programa Energia Brasil desenvolveu-se em quatro etapas. No Estado do Rio Grande do Sul, especialmente na região central, a implementação das três primeiras etapas foi feita através de uma parceria entre o SEBRAE e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), através do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM), no decorrer dos anos de 2003 e 2004. É importante salientar que estas três primeiras etapas não acarretaram ônus para as empresas participantes, uma vez que foram desenvolvidas com recursos do Governo Federal.

Na primeira etapa, de caráter motivacional, efetuou-se uma auto-avaliação junto a um grande número de MPME, buscando informações quanto ao comportamento praticado pela empresa referente ao uso de energia, permitindo identificar seus pontos críticos, além de verificar o potencial de otimização do uso de energia nas referidas empresas. Para a auto-avaliação, a empresa preencheu um formulário composto de doze itens com quatro perguntas cada, respondendo SIM ou NÃO. Cada resposta SIM vale 25 pontos no item correspondente, permitindo à empresa analisar sua situação energética em cada item, através da montagem do radar energético, conforme a Figura 2.20.

A segunda etapa foi composta de cursos de Eficiência Energética, instrumento educacional do Programa Energia Brasil, fornecendo aos participantes instrumentos capazes de tornar os processos de produção de bens e serviços mais eficientes, nos segmentos de indústria, comércio, serviços e agricultura. Os cursos, que poderiam ser de 8 ou 16 horas, foram divididos em quatro módulos, conforme a Tabela 2.4. Participaram destes cursos empresários e seus funcionários, em turmas organizadas pelo SEBRAE em conjunto com associações industriais, comerciais e prefeituras, em diversos municípios da região.

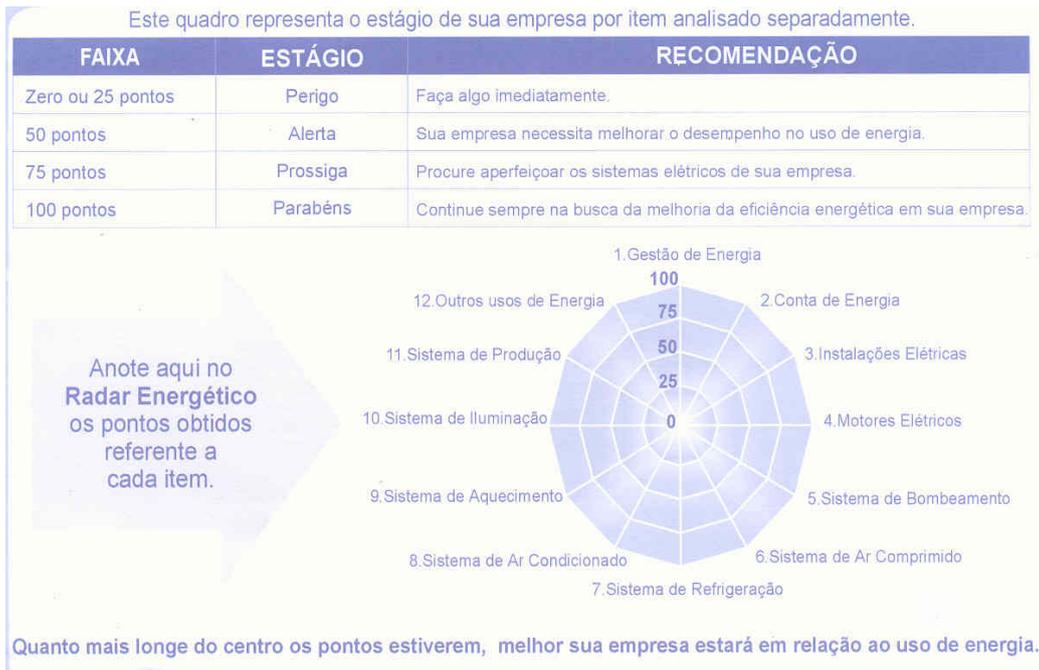


Figura 2.20 – Radar energético do formulário de auto-avaliação  
Fonte: BRASIL, [2002]

Tabela 2.4 – Módulos do curso de eficiência energética

MÓDULO	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia a favor da empresa;</li> <li>• Competitividade;</li> <li>• Conceito do uso eficiente e inteligente de energia.</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontes de energia;</li> <li>• Matriz energética;</li> <li>• Por que economizar?</li> <li>• Vantagens e benefícios da economia de insumos energéticos;</li> <li>• Principais causas do desperdício de energia;</li> <li>• Estrutura de perdas nos equipamentos.</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de mudança;</li> <li>• Conceitos básicos de energia;</li> <li>• Classificação dos consumidores;</li> <li>• Parâmetros elétricos.</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão e administração de energia;</li> <li>• Comissão interna de conservação de energia – CICE;</li> <li>• Medidas de inteligência energética;</li> <li>• Desenvolvimento tecnológico;</li> <li>• Boas práticas do uso de energia.</li> </ul>

Fonte: BRASIL [2002a]

A terceira etapa foi a Avaliação de Pontos Críticos (APC). Nesta etapa várias empresas foram visitadas por um agente de energia, com capacitação e conhecimento técnico necessário para analisar qualitativamente e quantitativamente, de forma simplificada, suas instalações e equipamentos. Os dados coletados foram inseridos numa planilha eletrônica

(Figura 2.21), permitindo ao agente de energia diagnosticar os pontos críticos, propondo adequações e calculando o potencial de economia.



Figura 2.21 – Janela principal da planilha eletrônica da avaliação de pontos críticos  
Fonte: BRASIL (2003)

A presente ferramenta, construída sobre planilhas eletrônicas constitui-se de um modelo de trabalho desenvolvido por engenheiros especializados e com larga experiência no tema, resumindo os principais assuntos abordados em estudos de eficiência energética e que podem ser alvo de avaliações sem medições aprofundadas ou cálculos complexos. Para os temas onde as medições e ensaios de engenharia são absolutamente necessários às conclusões recomenda-se a etapa seguinte do ENERGIA BRASIL constituída da Consultoria em Eficiência Energética. Portanto, indica-se o uso desta ferramenta onde é aplicável e como referência para o trabalho a ser desenvolvido, não constituindo-se em obrigatoriedade para o mesmo (BRASIL, 2003).

Conforme a planilha da Figura 2.21, a abordagem da APC foi constituída dos seguintes tópicos: (i) contas e fornecimento; (ii) motores elétricos; (iii) ar condicionado; (iv) iluminação; (v) refrigeração e (vi) outros equipamentos. Para o tópico contas e fornecimento, verificou-se o potencial de economia através da adequação de parâmetros elétricos. Já para os demais tópicos, verificou-se o potencial de economia através da substituição de equipamentos, redução de horas de utilização e adequação qualitativa. Após isto, a planilha eletrônica gerou um relatório técnico, que foi enviado para cada empresa, com as principais ações recomendadas, os custos de sua implantação, bem como a taxa de retorno do investimento.

A quarta etapa, de consultoria em eficiência energética, teve como finalidade auxiliar na solução dos problemas levantados na APC, através de análises e simulações mais específicas. Para esta etapa, o Governo Federal disponibilizou às empresas interessadas, recursos para financiar investimentos e capital de giro, através de diversas linhas de crédito.

## 2.8 Ferramentas da Qualidade

De acordo com Oliveira (1996) apud Loureiro (2003), buscando facilitar os estudos dos profissionais da qualidade, Kaoro Ishikawa, em 1968, organizou um conjunto de ferramentas de natureza gráfica e estatística, denominadas “as sete ferramentas do controle da qualidade”. Atualmente outras já foram incorporadas a elas, sendo amplamente utilizadas nas diversas áreas de conhecimento, e mostraram eficiência quando aplicadas às questões relacionadas à qualidade. As sete ferramentas atuais são:

- Diagrama de Ishikawa – Também conhecido como diagrama de causa-efeito ou espinha de peixe. Instrumento que visa a análise do processo. Procura identificar as causas que levam o processo a obter um determinado resultado, o efeito. Há a necessidade de identificação dos principais integrantes do processo em análise e que podem causar o efeito, tais como mão-de-obra, equipamentos, avaliações, medidas, métodos, procedimentos.
- Histograma – É um instrumento de base estatística. Os histogramas descrevem as frequências com que variam os processos e a forma que assume a distribuição dos dados da população como um todo. A função do histograma é determinar a curva de frequência de ocorrências de cada medida ou cada intervalo.
- Gráficos de Controle – Estes gráficos são o principal instrumento do CEP (controle Estatístico do Processo). São estabelecidos limites superiores e inferiores. Estes limites são especificações estabelecidas para um determinado processo, dentro das quais medidas estatísticas associadas a uma população são plotadas. Desta forma, consegue-se visualizar, através de uma linha central, a evolução histórica e a tendência futura do processo.
- Folhas de Checagem – São elaboradas conforme a necessidade do usuário. Em geral servem para verificar os defeitos relativos a uma operação.
- Fluxograma – Este instrumento da qualidade retrata o fluxo de operações que compõem um processo. Através da estruturação do fluxo pode se ter uma visão global do processo do objeto de produção em análise.
- Diagrama de Dispersão – Ferramenta que evidencia facilmente a relação causa e efeito pela utilização de um sistema cartesiano.
- Diagrama de Pareto – Técnica de análise de causas, baseado nos princípios desenvolvidos pelo economista Vilfredo Pareto. Segundo estes princípios, apenas uma minoria da população detém maior parte da renda. Juran transportou-os para a área da qualidade onde, analogamente, os principais efeitos são derivados de um número pequeno de causas (OLIVEIRA, 2006).

## **METODOLOGIA**

---

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta dissertação foi uma análise expositiva a partir de uma pesquisa exploratória no banco de dados das APC da região central do Estado do Rio Grande do Sul, realizadas pelo Programa Energia Brasil, numa parceria entre o SEBRAE e o CTISM/UFSM, no decorrer do ano de 2003 e início do ano de 2004. Em função das características dos dados das APC, utilizou-se uma abordagem quantitativa de um estudo de caso exploratório, baseado na amostragem de uma determinada população. A utilização de métodos estatísticos garantiu que os resultados representam toda a população. Utilizou-se, como referência, o ano de 2003. A estabilidade econômica, associada à inexistência de alterações significativas no cenário energético brasileiro dos últimos três anos, tornam os resultados desta pesquisa válidos para os dias atuais.

### **3.1 Delimitação da População**

O Programa Energia Brasil foi direcionado para micro, pequenas e médias empresas de todo o Brasil. Entretanto, nesta pesquisa propôs-se uma abordagem direcionada às ME e EPP do município de Santa Maria-RS. A opção por ME e EPP se deve ao fato de estas representarem a grande maioria das empresas brasileiras, bem como da mão-de-obra empregada, além de possuírem elevadas taxas de mortalidade e carência de informações técnicas a respeito do insumo energia elétrica, conforme dados apresentados anteriormente. Já o município de Santa Maria representa um pólo regional no centro do Estado do Rio Grande do Sul, com influências educacionais, econômicas e sociais em diversos municípios da região.

Para classificar a população acima definida, tornou-se necessário optar por um dos enquadramentos apresentados anteriormente no Quadro 2.2. A escolha do enquadramento levou em conta a possibilidade de classificação das empresas que compõe o banco de dados das APC.

Apesar de o SEBRAE, em suas pesquisas, enquadrar as empresas através do número de pessoas ocupadas, os relatórios das APC não informam este enquadramento, tampouco o

número de pessoas ocupadas. Ainda, o banco de empresas cadastradas no SEBRAE de Santa Maria refere-se àquelas que já solicitaram os serviços do SEBRAE, não correspondendo à totalidade de empresas. Desta forma optou-se pelo enquadramento da Legislação Tributária Estadual, à qual todas as empresas estão obrigatoriamente vinculadas, possibilitando assim o acesso aos seus dados cadastrais, bem como suas classificações.

De acordo com a Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul (SEFAZ, 2007a), no Ano Base de 2003, havia em Santa Maria 3072 ME, 3050 EPP e 1200 empresas de classificação Geral, totalizando 7322 empresas cadastradas. Em relação às ME e EPP, o Quadro 3.1 mostra a quantidade estratificada em função do setor de atuação.

SETOR DE ATUAÇÃO		ME		EPP	
		Quantidade	%	Quantidade	%
INDÚSTRIA	Extrativa Mineral	1	0,03	14	0,46
	De Transformação	208	6,77	317	10,39
	De Beneficiamento	19	0,62	72	2,36
	De Montagem	5	0,16	8	0,26
	De Acondicion. e Recondicion.	8	0,26	2	0,07
COMÉRCIO	Atacadista	54	1,76	353	11,57
	Varejista	2767	90,07	2276	74,62
SERVIÇOS E OUTROS		10	0,33	8	0,26
TOTAL		3072	100	3050	100

Fonte: Adaptado de SEFAZ (2007a)

### Quadro 3.1 – Quantidade de ME e EPP de Santa Maria em 2003 por setor de atuação

Observa-se no quadro acima que a grande maioria das ME e EPP, com cadastro ativo na SEFAZ em 2003, pertenciam ao setor de comércio varejista. Em função deste destaque, optou-se neste trabalho limitar a população em estudo às ME e EPP de comércio varejista do município de Santa Maria-RS.

### 3.2 Seleção da Amostra e Técnica Probabilística

Esta pesquisa baseia-se nas APC, cujos dados já foram coletados, processados e originaram relatórios técnicos da situação energética de cada empresa. Desta forma, parte-se de uma amostra previamente definida, cuja forma de coleta necessita ser investigada, a fim de definir a técnica probabilística aplicável e o erro amostral. De acordo com a Coordenação do

Projeto Energia Brasil no CTISM, a equipe de agentes de energia cumpriam metas quantitativas mensais de APC, distribuindo-se aleatoriamente em Santa Maria, localizando e avaliando as empresas ao acaso.

Desta forma, em função do método de coleta, pode-se definir a técnica probabilística aplicável como Amostragem Aleatória Simples. Entretanto, a possibilidade de estratificação das amostras, permite utilizar nesta pesquisa a técnica probabilística de Amostragem Estratificada.

Para a seleção e estratificação da amostra, primeiramente foram separados do banco de dados os arquivos de APC correspondentes ao município de Santa Maria. Na seqüência, utilizando o número de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), disponível para cada APC, efetuou-se uma pesquisa individual junto ao Cadastro de Contribuintes da SEFAZ. Esta pesquisa foi realizada diretamente no *site* da Secretaria da Fazenda (SEFAZ, 2007b), e forneceu a situação cadastral da empresa, seu enquadramento, bem como o Código de Atividade Econômica do Rio Grande do Sul (CAE RS). Com estes dados, foi possível estratificar a amostra em ME e EPP, ambas de comércio varejista, resultando em 119 amostras de ME e 111 amostras de EPP.

Uma vez definida a população, a amostra, bem como a técnica probabilística empregada, tornou-se possível determinar o erro amostral, que pode ser definido como a diferença entre o valor que a estatística pode acusar e o verdadeiro valor do parâmetro que se deseja estimar. De acordo com LOPES (2007), para esta técnica probabilística, a amostra mínima pode ser determinada pela seguinte equação:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}$$

onde  $n$  é a amostra mínima;  $Z_{\alpha/2}$  é a distribuição normal padrão;  $\hat{p}$  é o percentual estimado;  $\hat{q}$  é o complemento de  $\hat{p}$  ( $\hat{q} = 1 - \hat{p}$ );  $N$  é a população;  $e$  é o erro amostral e  $\alpha$  é o nível de significância.

Considerando  $n = 230$ ;  $Z_{\alpha/2} = 1,96$ ;  $\hat{p} = 0,5$ ;  $N = 5043$  e  $\alpha = 0,05$ , obteve-se um erro amostral  $e = 6,3\%$ . Este erro é considerado aceitável em função das características dos dados avaliados, bem como da intenção desta pesquisa.

### 3.3 Tabulação e Análise dos Dados

As APC são compostas de arquivos individuais por empresa, obtidos através de um programa elaborado no *software* Microsoft Excel, constituindo-se em uma planilha eletrônica para processamento e análise de dados técnicos relativos à eficiência energética. Como produto final, a planilha gerou relatórios individuais de diagnóstico energético, conforme Anexo A.

A fim de permitir a análise estatística dos dados que compõe os relatórios individuais, suas informações foram transferidas e tabuladas em uma nova planilha do *software* Microsoft Excel, o qual possui diversos recursos estatísticos e gráficos. Esta análise de dados permitiu elaborar o diagnóstico energético da população considerada, e fundamentou-se nos mesmos tópicos técnicos das APC: “Contas e Fornecimento”, “Motores Elétricos”, “Ar Condicionado”, “Iluminação”, “Refrigeração” e “Outros Equipamentos”. Para cada tópico, abordou-se o potencial por substituição de equipamentos e/ou sistemas e o potencial por redução de horas utilizadas.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão detalhados os tópicos técnicos de análise das APC, discutindo e contextualizando com os resultados do diagnóstico energético das ME e EPP em estudo. O diagnóstico energético permite determinar o potencial de efficientização energética em cada tópico técnico, bem como o potencial de efficientização energética global.

Para uma melhor interpretação dos resultados deste capítulo, é importante diferenciar perdas e potencial de efficientização. Entende-se perdas como uma parcela de energia transformada, porém impossível de ser aproveitada, em função das características técnicas das instalações e equipamentos. Assim, é impossível sua eliminação, e os custos de redução tendem ao infinito quando queremos perdas tendendo a zero. Já o potencial de efficientização limita-se ao custo-benefício das ações de redução de perdas, observando as condições operacionais, técnicas e de segurança das instalações e equipamentos, calculando o tempo de retorno dos investimentos bem como sua viabilidade, fazendo uso do bom senso e respeitando os limites técnicos aceitáveis de perdas, buscando sempre a redução do desperdício. Salienta-se que as APC seguiram as orientações técnicas do Manual do Agente de Energia (Anexo B).

Aplicando-se as ferramentas da qualidade na análise dos dados das APC, identificou-se os principais fatores de desperdício de energia elétrica, conforme Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efeito) da Figura 4.1.

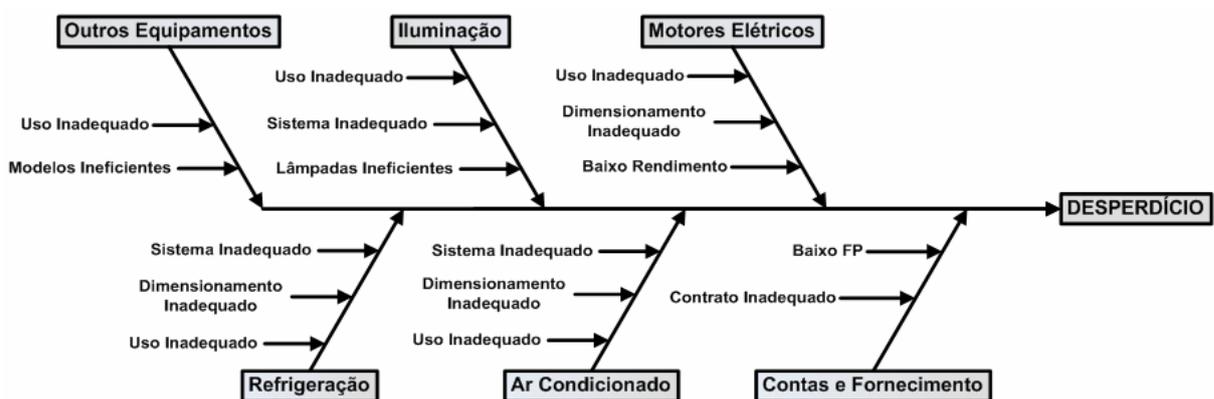


Figura 4.1 – Diagrama de Ishikawa

#### 4.1 Contas e Fornecimento

De acordo com a Resolução 456 (ANEEL, 2000), o enquadramento no grupo A permite às empresas optarem por uma tarifa de energia compatível com suas características de consumo, ou readequarem estas características a fim de reduzir custos. Entretanto, as ME e EPP possuem porte geralmente inferior ao necessário para atender as condições desta classificação. Este é o caso das ME e EPP comerciais varejistas de Santa Maria, onde todas as amostras são de empresas classificadas no grupo B, sem condições de reclassificação para o grupo A. Assim, o potencial de efficientização energética destas empresas por reclassificação tarifária pode ser desprezado.

Por outro lado, estima-se que 10% das ME e 9,9% das EPP em estudo apresentam problema de eficiência relacionados ao FER. O desconhecimento dos motivos desta cobrança, bem como das formas de eliminação, fazem com que as empresas convivam com este problema.

De acordo com IBGE (2003) apud RIBEIRO (2006), é característica das ME e EPP apresentar baixo investimento em inovação tecnológica. Entretanto, em relação ao FER, a solução é simples e fundamenta-se na análise dos equipamentos causadores do baixo FP, buscando formas de correção, que incluem substituição, otimização de uso e também instalação de equipamentos auxiliares, denominados bancos de capacitores. A Tabela 4.1 apresenta o potencial de efficientização médio, através da correção do FP, das empresas com FER.

**Tabela 4.1 – Potencial de efficientização médio por correção do FP**

<i>ESTRATO</i>	<i>FER (R\$/ano)</i>	<i>Redução Anual</i>		<i>Investimentos</i>	
		<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	665,85	665,85	9,7	500,00	9,0
<b>EPP</b>	630,27	630,27	4,2	329,09	6,2

Os dados da Tabela 4.1 mostram que é possível eliminar totalmente o FER, reduzindo significativamente a fatura de energia elétrica. O tempo de retorno do investimento é baixo se comparado à durabilidade das ações e equipamentos instalados para este fim.

Conforme SEBRAE (2003), além da vantagem econômica, a correção do FP libera a capacidade elétrica no sistema de distribuição de energia, eleva os níveis de tensão e reduz as perdas de energia por aquecimento de condutores.

Apesar da proximidade dos valores do FER das ME e EPP, a representatividade da multa na fatura das ME é maior do que para as EPP. Isto se deve ao fato de que as ME consomem, em média, menos energia elétrica que as EPP. Assim, proporcionalmente ao consumo, o problema do FER é mais acentuado nas ME.

#### 4.1.1 Fatura de Energia Elétrica

Segundo ANEEL (2000), a fatura mensal de energia elétrica, das empresas classificadas no grupo B, é composta dos seguintes itens: (i) tarifa de consumo de energia elétrica; (ii) FER, se houver; (iii) impostos e (iv) multa e juros por atraso de pagamento.

Os dados das APC, no que se referem à fatura de energia elétrica, foram coletados a partir da média das doze últimas faturas, a fim de evitar erros ocasionados por oscilações de consumo. Desconsideraram-se as multas e juros por atraso de pagamento. Através da análise destes dados, estimou-se que o consumo médio mensal das ME, no período considerado nesta pesquisa, foi de 1520,7 kWh, resultando numa fatura média mensal de R\$ 534,10. Já o consumo médio mensal das EPP foi de 2173,2 kWh, resultando numa fatura média mensal de R\$ 754,41.

## 4.2 Motores Elétricos

Este tópico técnico aborda o potencial de efficientização energética em motores elétricos para uso geral, excluindo-se aqueles integrantes de aparelhos e sistemas de condicionamento de ar e refrigeração.

#### 4.2.1 Potencial por Substituição

O potencial de efficientização por substituição de motores elétricos fundamenta-se na análise do rendimento e do carregamento do motor. O rendimento do motor está diretamente relacionado às suas perdas, e mede a eficiência do motor na conversão de energia elétrica em energia cinética. Assim, quanto maior as perdas na conversão, menor o rendimento do motor, o que aumenta o desperdício. Já o carregamento está relacionado com o dimensionamento do motor, isto é, o aproveitamento de sua potência nominal na realização de trabalho.

Motores antigos ou modelos *standard* possuem perdas maiores que os atuais motores de alto rendimento, reduzindo a eficiência energética dos mesmos. Assim, a substituição por

motores de alto rendimento mantém a potência mecânica no eixo do motor, porém reduz o consumo de energia elétrica.

Em relação ao carregamento, motores superdimensionados apresentam eficiência inferior se comparado à motores corretamente dimensionados. Isto é, consomem mais energia elétrica para realizar um mesmo trabalho. Além do mais, o superdimensionamento de motores reduz seu FP, contribuindo para o pagamento de FER.

Desta forma, a substituição de motores representa uma alternativa para a efficientização energética. Entretanto, seu custo benefício deve ser cuidadosamente analisado. Uma análise técnica das condições do motor permitirá optar pela substituição imediata por um novo equipamento, substituição compulsória por defeito, ou até mesmo uma readequação dos motores já existentes na empresa.

Em relação à população em estudo, estima-se que 3,3% das ME e 1,8% das EPP apresentam potencial de efficientização por substituição de motores. Esta baixa representatividade se deve às características da atividade de comércio varejista, com reduzida utilização de motores elétricos. A Tabela 4.2 apresenta o potencial de efficientização médio, através da substituição de motores, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.2 – Potencial de efficientização médio por substituição de motores**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	2114	684,10	10,6	545	9,5
<b>EPP</b>	800	303,24	5,5	342	13,5

Os dados da Tabela 4.2 evidenciam um maior potencial de efficientização nas ME, com expressiva redução na fatura de energia elétrica. Para Ramos (2006), o redimensionamento de motores de baixo carregamento possui rápido retorno de investimentos, tornando-se um projeto bastante atraente, uma vez que sua vida útil é de 15 anos. Entretanto, a baixa representatividade nas ME e EPP, torna o potencial de efficientização por substituição de motores de pouca significância no comércio varejista.

#### 4.2.2 Potencial por Redução de Horas Utilizadas

O potencial de efficientização por redução de horas utilizadas consiste na análise da possibilidade de redução do uso do motor, com carga normal ou por operação em vazio. Com

esta análise busca-se identificar vícios na utilização do equipamento, quer seja por má operação ou por utilização ineficiente. Desta forma, torna-se possível otimizar a utilização do motor, reduzindo seu tempo de operação e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica.

Assim como no potencial por substituição, a representatividade da população em estudo com potencial por redução de horas utilizadas é muito baixa, com uma estimativa de 1,7% nas ME e 0,9% nas EPP. A Tabela 4.3 apresenta o potencial de efficientização médio, através da redução de horas utilizadas, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.3 – Potencial de efficientização médio por redução do uso de motores**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	536	192,32	3,7	0	0
<b>EPP</b>	240	101,51	1,7	0	0

Os dados da Tabela 4.3 mostram que o retorno das ações para redução de horas de utilização de motores é imediato, sem a necessidade de investimentos, uma vez que as ações para este potencial envolvem medidas puramente educativas. Entretanto, assim como no potencial por substituição, o potencial por redução de horas utilizadas é de baixa significância nas ME e EPP em estudo.

### **4.3 Ar Condicionado**

#### **4.3.1 Potencial por Substituição**

O potencial de efficientização por substituição de sistemas e/ou equipamentos de ar condicionado consiste na avaliação da carga térmica do ambiente onde o equipamento está instalado. A carga térmica depende, entre outros itens, do tamanho do ambiente, da quantidade de usuários, de sua orientação solar e dos tipos de parede, piso e teto, permitindo escolher o sistema de condicionamento de ar adequado, bem como dimensioná-lo corretamente.

Sistemas inadequados, ou mal dimensionados, reduzem o rendimento do processo. Assim, a substituição por sistemas e equipamentos compatíveis com o ambiente e com a carga térmica, otimiza o funcionamento dos mesmos, aumentando o conforto térmico e reduzindo o consumo de energia elétrica.

De acordo com SEBRAE (2003b), “o conforto térmico não significa, necessariamente, utilizar energia de modo demasiado, mas adequar o equipamento ao uso que se pretende ter. Desta forma, além de economizar energia, pode-se até aumentar a vida útil do aparelho”.

Em relação à população em estudo, estima-se que o potencial de efficientização por substituição de sistemas e/ou equipamentos de ar condicionado seja nulo, tanto para as ME como para as EPP. Isto se deve, basicamente, à baixa utilização de equipamentos de ar condicionado pelas ME e EPP, e também pela inviabilidade de substituição dos equipamentos existentes, em função do grau de utilização e das características dos ambientes.

#### 4.3.2 Potencial por Redução de Horas Utilizadas

Este potencial está fundamentado na possibilidade de redução do tempo de uso dos equipamentos de ar condicionado, sem redução do conforto térmico. Para tanto, busca-se identificar perdas térmicas na operação dos equipamentos. Estas perdas podem ser causadas por má instalação, mau uso e/ou falta de manutenção do equipamento, obstrução da circulação de ar, insolação no equipamento e/ou no ambiente, presença de fontes quentes, etc.

Sabendo-se que a energia consumida é diretamente proporcional à potência e ao tempo de uso do equipamento, seu funcionamento deve ser otimizado, evitando o uso desnecessário, ajustando corretamente a temperatura, e principalmente respeitando suas características técnicas e operacionais. Desta forma, torna-se possível reduzir o desperdício, bem como o consumo de energia, sem perder a qualidade do sistema de condicionamento de ar.

Da mesma forma que no potencial por substituição, o potencial por redução de horas de utilização de equipamentos de ar condicionado é de baixa significância, em função de que 0% das ME e apenas 3,6% das EPP amostradas apresentaram esta possibilidade de efficientização. A Tabela 4.4 apresenta o potencial de efficientização médio, através da redução de horas utilizadas, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.4 – Potencial de efficientização médio por redução do uso de ar condicionado**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	0	0	0	0	0
<b>EPP</b>	655,75	235,14	3,2	0	0

É importante salientar que o potencial de efficientização por redução do tempo de uso de equipamentos de ar condicionado possui impacto imediato na redução da fatura de energia,

sem necessidade de investimentos. Entretanto, na população em estudo, a baixa representatividade de empresas com este potencial torna-o praticamente desprezível.

#### **4.4 Iluminação**

De acordo com SEBRAE (2003b), a iluminação é responsável por boa parte do consumo de energia elétrica, podendo chegar, nas empresas comerciais e de serviços, a 80% do consumo total.

A NBR 5413 (ABNT, 1992) estabelece os valores de iluminância médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino esporte e outras. Desta forma, a efficientização parte do princípio de que a iluminância deve ser compatível com as características e necessidades das atividades desenvolvidas no estabelecimento. Iluminâncias inferiores ao estabelecido na NBR 5413 implicam em menor potência das lâmpadas e equipamentos auxiliares, com conseqüente economia de energia elétrica. Entretanto, iluminação deficiente constitui-se em um risco ergonômico para as pessoas que trabalham nestes ambientes, prejudicando o desenvolvimento de suas atividades. Desta forma, a redução da iluminância para valores abaixo dos estabelecidos em norma não caracteriza um potencial de efficientização, mas sim uma economia de energia à custa da perda da qualidade de iluminação, bem como da segurança e saúde dos trabalhadores.

##### **4.4.1 Potencial por Substituição**

O potencial de efficientização por substituição de lâmpadas, equipamentos auxiliares e/ou luminárias fundamenta-se na avaliação luminotécnica dos ambientes, análise da compatibilidade e eficiência do sistema de iluminação empregado, possibilidade de readequação dos componentes e/ou substituição do sistema, avaliação do custo-benefício das ações de efficientização, bem como na determinação do tempo de retorno dos investimentos.

Existem diversos tipos de lâmpadas, separadas pelo grupo das incandescentes e de descarga elétrica (fluorescentes, vapor de sódio, vapor de mercúrio, mista, etc.), com características próprias relativas à iluminância, reprodução de cores, eficiência, vida útil, fator de potência, equipamentos auxiliares, etc. Assim, a opção pelo tipo de lâmpada e/ou equipamentos auxiliares adequados parte das necessidades de iluminação do ambiente,

buscando sempre a eficiência energética, a fim de atender as normas vigentes com o menor consumo de energia elétrica possível.

Para Weigmann (2004), “o surgimento de novos tipos de lâmpadas, reatores e luminárias faz com que excelentes resultados sejam obtidos com maior economia”.

De acordo com Moreira (1999), a eficiência energética em iluminação também está diretamente relacionada ao tipo de luminária utilizada, à qual recebe o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas e modifica sua distribuição espacial, direcionando-o para as áreas de trabalho, aumentando assim a iluminância do local. Desta forma, a simples substituição, limpeza e/ou manutenção de luminárias pode aumentar significativamente a iluminância do ambiente, com um mesmo consumo de energia elétrica.

Salienta-se que nas APC, o potencial por substituição de lâmpadas utilizou como critério manter ou até mesmo aumentar os níveis de iluminância, uma vez que a medição de iluminância, bem como a possibilidade de diminuição de lâmpadas ficou a cargo da etapa de consultoria posterior. Desta forma, em virtude da amostragem, estima-se que 95,7% das ME e 97,3% das EPP em estudo apresentam possibilidade de efficientização em iluminação por substituição. A Tabela 4.5 apresenta o potencial de efficientização médio, através da substituição de lâmpadas e/ou sistema de iluminação, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.5 – Potencial de efficientização médio por substituição de lâmpadas e/ou sistema**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	819,75	277,32	4,6	353,73	15,3
<b>EPP</b>	1428,03	486,43	6,6	578,43	14,2

Os dados da Tabela 4.5 mostram que este potencial de efficientização apresenta uma influência razoável na redução da fatura de energia, com tempo de retorno de investimentos baixo, se comparado com a durabilidade das ações e equipamentos substituídos. Entretanto, o destaque deste potencial de efficientização se deve, principalmente, pela elevada aplicabilidade nas ME e EPP em estudo, atingindo-as quase que na totalidade. Desta forma, o potencial de efficientização por substituição de lâmpadas, equipamentos auxiliares e/ou luminárias é o que apresenta maior índice global de efficientização energética, cujas ações ocasionam um grande impacto no consumo global de energia elétrica pela população em estudo.

Observa-se também que o potencial por substituição é proporcional ao porte da empresa. Desta forma, a redução no consumo e a redução percentual da fatura de energia são

maiores nas EPP, exigindo, conseqüentemente, maiores investimentos. Isto se deve ao fato de que o maior porte das EPP, se comparado às ME, torna mais flexíveis e viáveis as ações de efficientização por substituição, permitindo assim a obtenção de melhores resultados.

#### 4.4.2 Potencial por Redução de Horas Utilizadas

Este potencial consiste na redução do tempo de uso dos equipamentos de iluminação artificial, sem prejuízo na qualidade da iluminação, bem como das atividades desenvolvidas no ambiente. Para isto, busca-se otimizar o funcionamento da iluminação artificial, através de medidas educativas e preventivas. Estas medidas envolvem um conjunto de ações visando um maior aproveitamento da iluminação natural, acionamento independente das lâmpadas por segmentação de circuitos, permitindo iluminação gradual e/ou localizada, e, principalmente, o desligamento dos equipamentos quando não há necessidade de seu uso.

De acordo com SEBRAE (2003c), a aplicação destas medidas de efficientização energética depende da formação de uma consciência coletiva dentro da empresa, através do comprometimento de seus dirigentes, bem como do treinamento dos empregados.

Para as empresas em estudo, estima-se que 7,5% das ME e 8,1% das EPP apresentam este potencial de efficientização. A Tabela 4.6 apresenta o potencial de efficientização médio, através da redução de horas utilizadas em iluminação, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.6 – Potencial de efficientização médio por redução do uso de iluminação**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	701,50	225,51	3,7	0	0
<b>EPP</b>	1609,00	568,01	4,9	0	0

Da mesma forma que para os demais potenciais por redução do tempo de uso, os dados da Tabela 4.6 mostram que o potencial de efficientização por redução de horas utilizadas em iluminação também possui impacto imediato na redução da fatura de energia, sem a exigência de investimentos. Entretanto, apesar dos percentuais de redução da fatura serem consideráveis, a aplicabilidade deste potencial nas ME e EPP é baixa. Isto ocorre principalmente devido às suas limitadas possibilidades de aplicação, em função do porte e das características estruturais e operacionais das ME e EPP, fazendo convergir as ações de efficientização para o potencial por substituição de lâmpadas e/ou sistema de iluminação.

## 4.5 Refrigeração

### 4.5.1 Potencial por Substituição

O potencial de eficiência por substituição de sistemas e/ou equipamentos de refrigeração consiste na avaliação do sistema de refrigeração empregado, bem como no dimensionamento de seus equipamentos. Do mesmo modo que nos sistemas de ar condicionado, sistemas de refrigeração inadequados, bem como mal dimensionados reduzem o rendimento do processo. Desta forma, a escolha de um sistema de refrigeração compatível com a faixa de temperatura necessária, bem como com a quantidade e tipo de exposição dos produtos, reduz a perda térmica, e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica.

Em relação à população em estudo, estima-se que o potencial de eficiência por substituição de sistemas e/ou equipamentos de refrigeração apresenta representatividade nula nas ME e de apenas 2,7% nas EPP. Esta baixa representatividade se deve, principalmente, ao baixo custo-benefício das ações de substituição, bem como à reduzida flexibilidade destas ações, em função do pequeno porte das empresas. A Tabela 4.7 apresenta o potencial de eficiência médio, através da substituição de sistemas e/ou equipamentos de refrigeração, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.7 – Potencial de eficiência médio por substituição em refrigeração**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	0	0	0	0	0
<b>EPP</b>	8134,33	2590,00	16,3	2973,33	13,7

Os dados da Tabela 4.7 mostram que o percentual de redução da fatura de energia das EPP é elevado, se comparado aos demais potenciais. Entretanto, os investimentos em substituição de sistemas e/ou equipamentos de refrigeração também são elevados, sendo viáveis apenas em empresas de maior porte e com maior atuação em produtos refrigerados, justificando assim a baixa representatividade deste potencial de eficiência nas ME e EPP.

### 4.5.2 Potencial por Redução de Horas Utilizadas

Este potencial consiste na redução do tempo de uso dos equipamentos de refrigeração, sem perda de qualidade neste processo. Para isso, torna-se necessário identificar as perdas

térmicas na operação destes equipamentos, visando eliminar o desperdício e reduzir o tempo de operação dos mesmos. Da mesma forma que em sistemas de ar condicionado, as perdas térmicas em sistemas de refrigeração podem ser causadas por má instalação, mau uso e/ou falta de manutenção do equipamento.

De acordo com SEBRAE (2003b), excesso de gelo no evaporador, ajuste inadequado do termostato, má vedação das portas e/ou janelas, obstrução da circulação de ar no condensador e operação de equipamentos com reduzida quantidade de produtos, entre outros, fazem com que o tempo de operação dos equipamentos de refrigeração seja maior, a fim de manter os produtos refrigerados e compensar as perdas térmicas.

Assim, a redução do tempo de funcionamento dos equipamentos de refrigeração, através da redução do desperdício, tem influência direta na redução da tarifa de energia, constituindo-se em uma importante medida de efficientização energética. Portanto, torna-se necessário otimizar o funcionamento dos equipamentos, aproveitando sua capacidade máxima, evitando o uso de equipamentos com poucos produtos, ajustando o termostato regularmente em função do clima e das necessidades de refrigeração, eliminando a perda térmica nas vedações de portas e/ou janelas, fazendo o degelo regularmente e também mantendo desobstruído o condensador, a fim de facilitar a transferência do calor dos produtos para o ambiente externo.

Ao contrário do potencial por substituição de sistemas e/ou equipamentos de refrigeração, o potencial por redução de horas utilizadas possui considerável representatividade nas empresas em estudo. Estima-se que 27,7% das ME e 28,8% das EPP apresentam este potencial de efficientização. A Tabela 4.8 apresenta o potencial de efficientização médio, através da redução de horas utilizadas em refrigeração, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.8 – Potencial de efficientização médio por redução do uso de refrigeração**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	2163,35	727,17	11,4	0	0
<b>EPP</b>	1832,71	625,49	7,83	0	0

Os dados da Tabela 4.8 mostram que o percentual de redução da fatura de energia elétrica é elevado, tanto para as ME como para as EPP. Ainda, levando em conta a considerável representatividade de empresas com este potencial, bem como a inexistência de

investimentos, confirma-se a importância das ações de otimização do funcionamento de sistemas e equipamentos de refrigeração para a redução do desperdício de energia elétrica.

#### 4.6 Outros Equipamentos

Nas APC, considerou-se “Outros Equipamentos” como todos aqueles que consumissem energia elétrica, mas não fizessem parte dos tópicos técnicos analisados previamente, tais como chuveiros elétricos, televisores, rádios, computadores, balanças, etc. A expectativa de baixa representatividade destes equipamentos nas ME e EPP, não justificou a criação de tópicos técnicos individuais, sendo estes, então, analisados em conjunto.

##### 4.6.1 Potencial por Substituição

Este potencial consiste na substituição dos referidos equipamentos, buscando modelos mais eficientes e adequados às necessidades da empresa. Entretanto, conforme expectativa, a representatividade destes equipamentos no consumo de energia elétrica é muito baixa, fazendo com que este potencial de efficientização tenha representatividade praticamente nula nas ME e EPP em estudo.

##### 4.6.2 Potencial por Redução de Horas Utilizadas

Este potencial fundamenta-se na otimização do tempo de uso dos referidos equipamentos. Através de medidas puramente educativas, busca-se conscientizar os usuários de que os equipamentos devem permanecer ligados somente durante a sua utilização, devendo ser desligados quando não estiverem em uso.

Para as empresas em estudo, através dos dados das APC, estima-se que 9,2% das ME e 15,3% das EPP apresentam este potencial de efficientização. A Tabela 4.9 mostra o potencial de efficientização médio, através da redução de horas utilizadas em outros equipamentos, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.9 – Potencial de efficientização médio por redução do uso de outros equipam.**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	422,00	147,56	2,4	0	0
<b>EPP</b>	649,11	230,02	2,27	0	0

Os dados da Tabela 4.9 mostram que o percentual de redução da fatura é baixo neste potencial de efficientização. Entretanto, a proporção de empresas com este potencial deve ser considerada, uma vez que os investimentos são nulos. Assim, mesmo que com baixa redução na fatura, este potencial não deve ser desprezado, pois o retorno das ações é imediato e, cumulativamente com as outras ações, contribuí para a efficientização energética global.

#### 4.7 Potencial de Efficientização Energética Médio Global

Uma vez apresentados os potenciais de efficientização energética em cada tópico técnico, torna-se possível analisar o potencial de efficientização energética global das ME e EPP comerciais varejistas de Santa Maria-RS. Através desta análise, estima-se que em 96,6% das ME e em 98,1% das EPP existe potencial para efficientização energética. A Tabela 4.10 apresenta o potencial de efficientização médio global, das empresas com esta possibilidade.

**Tabela 4.10 – Potencial de efficientização médio global**

<i>ESTRATO</i>	<i>Redução Anual</i>			<i>Investimentos</i>	
	<i>kWh/ano</i>	<i>R\$/ano</i>	<i>% da fatura</i>	<i>R\$</i>	<i>Retorno (meses)</i>
<b>ME</b>	2384,14	875,33	13,5	523,50	7,1
<b>EPP</b>	2989,92	1060,41	11,6	725,40	8,2

Os dados da Tabela 4.10 mostram que, tanto para as ME como para as EPP, a redução anual de custos, bem como o percentual de redução da fatura de energia é alto, uma vez que o desperdício atingiu 13,5% nas ME e 11,6% nas EPP. Estes valores são muito próximos dos apresentados pelo PROCEL, para empresas comerciais brasileiras em 2006.

De toda a energia consumida no setor comercial desperdiça-se aproximadamente 14%, o equivalente a 5,8 bilhões de kWh. [...] Existem muitas “vias de desperdício” de energia na economia brasileira: seja por hábitos inadequados de consumo, utilização de aparelhos ineficientes ou falta de conhecimento técnico (ELETROBRÁS, 2007).

Ainda, observa-se que os potenciais de efficientização energética dos tópicos técnicos, em conjunto, tornam o tempo de retorno dos investimentos bastante baixo. Isto se deve principalmente, às diversas ações de efficientização para redução do tempo de uso de equipamentos e sistemas, às quais apresentam considerável potencial de efficientização, com investimentos praticamente desprezíveis.

As Figuras 4.2 e 4.3 mostram a redução de custos e investimentos médios em cada tópico técnico, respectivamente nas ME e EPP, permitindo comparar os resultados de cada ação de efficientização. Nesta comparação deve-se considerar que os dados médios de cada tópico técnico correspondem à média das empresas que apresentam o correspondente potencial de efficientização, não constituindo a média de toda a população.

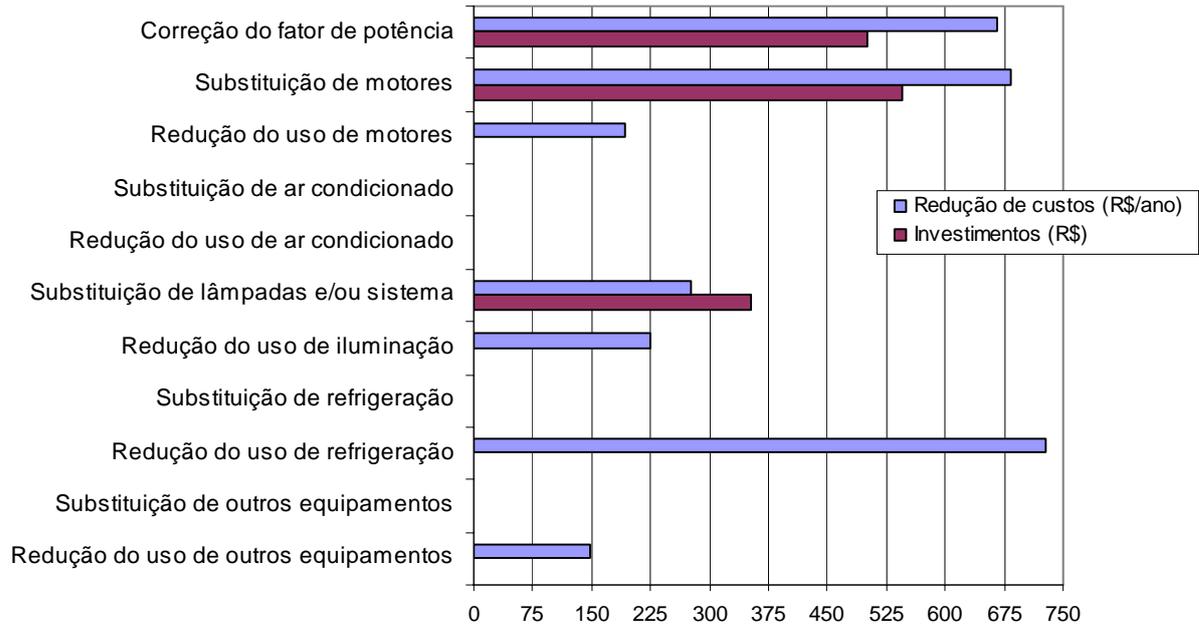


Figura 4.2 – Redução de custos e investimentos médios nas ME em cada tópico técnico

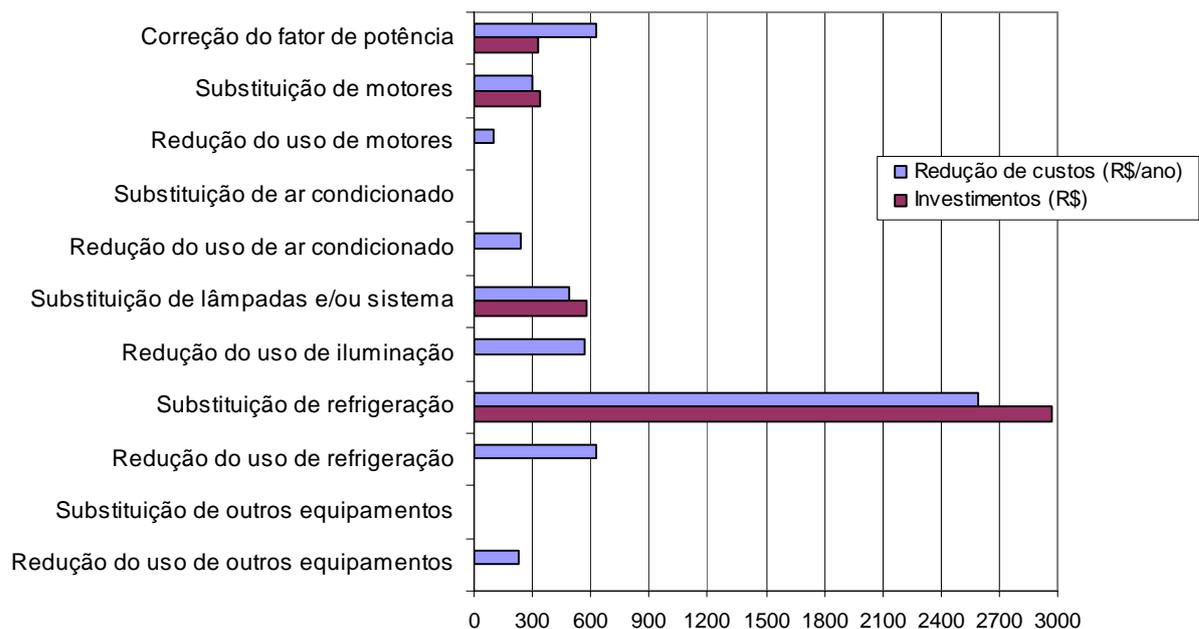


Figura 4.3 – Redução de custos e investimentos médios nas EPP em cada tópico técnico

As Figuras 4.4 e 4.5 mostram o tempo de retorno e a representatividade média em cada tópico técnico, respectivamente nas ME e EPP. O tempo de retorno está atrelado à redução de custos e aos investimentos. Já a representatividade indica, dentre o universo das ME e EPP, o percentual de empresas que apresentam potencial de eficiência no referido tópico técnico.

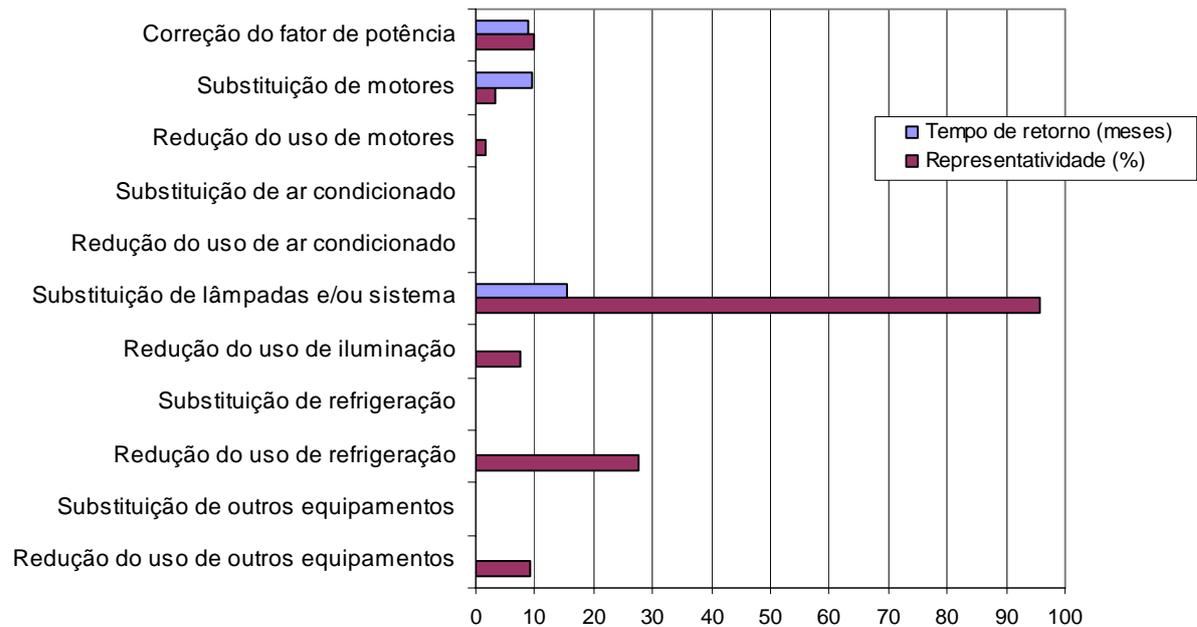


Figura 4.4 – Tempo de retorno e representatividade média nas ME em cada tópico técnico

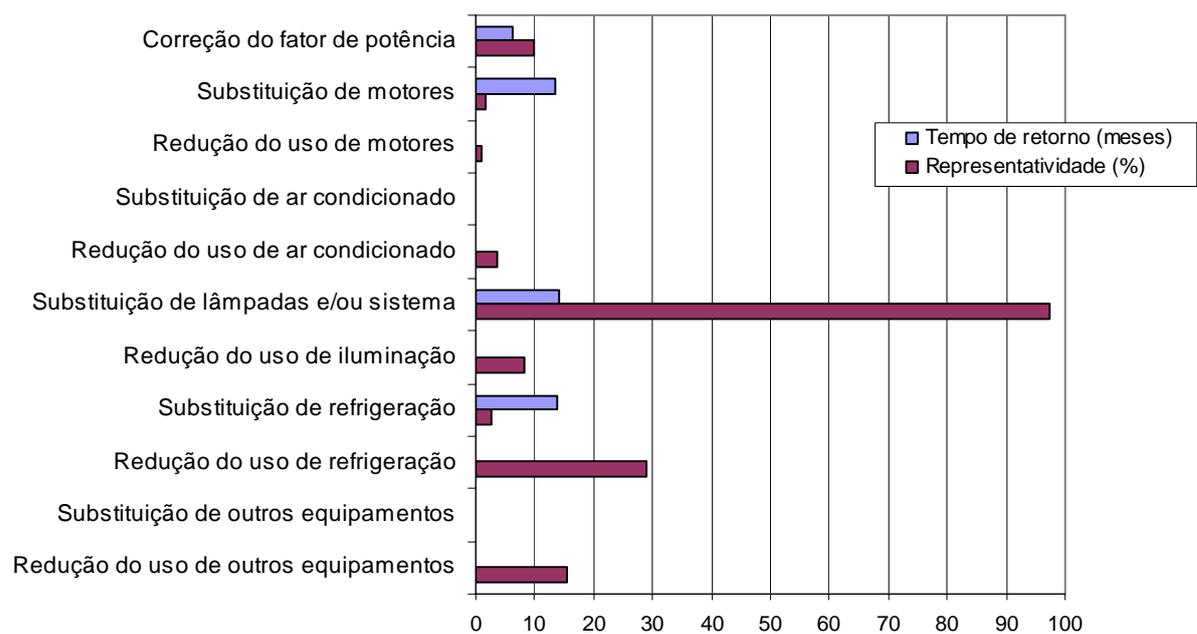


Figura 4.5 – Tempo de retorno e representatividade média nas EPP em cada tópico técnico

#### 4.8 Potencial de Eficientização Energética Total

Conhecendo-se a população de ME e EPP, a representatividade global, bem como o potencial de eficientização médio global, é possível estimar o potencial de eficientização energética total das empresas ME e EPP em estudo. Estatisticamente, estima-se que 2672,92 ME e 2232,75 EPP apresentam possibilidade de eficientização, cujos dados médios foram apresentados na Tabela 4.10. A Figura 4.6 apresenta dados relativos ao potencial de eficientização energética total das ME e EPP de comércio varejista de Santa Maria-RS.

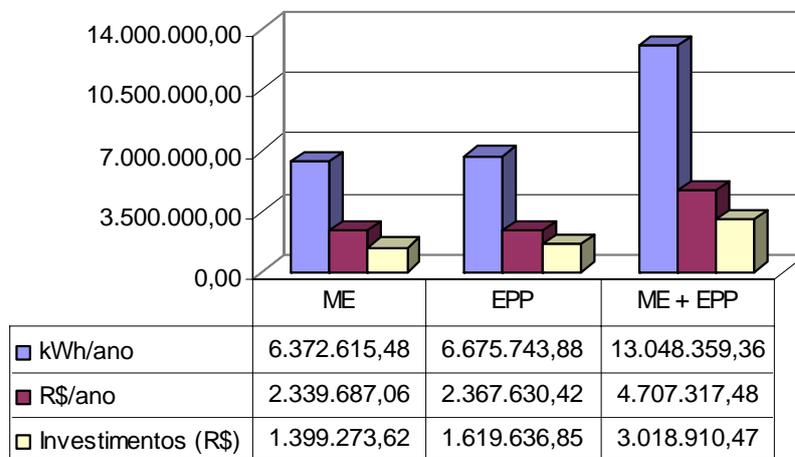


Figura 4.6 – Potencial de eficientização energética total

Observa-se na Figura 4.6 que as ações de eficientização energética, se efetuadas em conjunto para toda a população, acarretariam uma elevada redução no consumo de energia elétrica, bem como nas despesas para este fim. Nota-se também que os investimentos para eficientização apresentam baixo tempo de retorno, justificando a implementação das ações de eficientização propostas.

É importante salientar que, com a implementação das ações de eficientização energética, o consumo de energia elétrica total das empresas em estudo irá diminuir consideravelmente. Isto aumentará a disponibilidade de energia elétrica, sem a necessidade de investimentos em novas unidades geradoras, otimizando o uso do insumo energia elétrica e contribuindo para a redução dos impactos ambientais. Este aumento da disponibilidade permite incrementar a quantidade de empresas existentes, mantendo a mesma oferta de energia elétrica. A Figura 4.7 apresenta a relação entre a quantidade de ME e EPP existentes e possíveis de serem incrementadas, considerando-se o consumo médio anual de 2003.

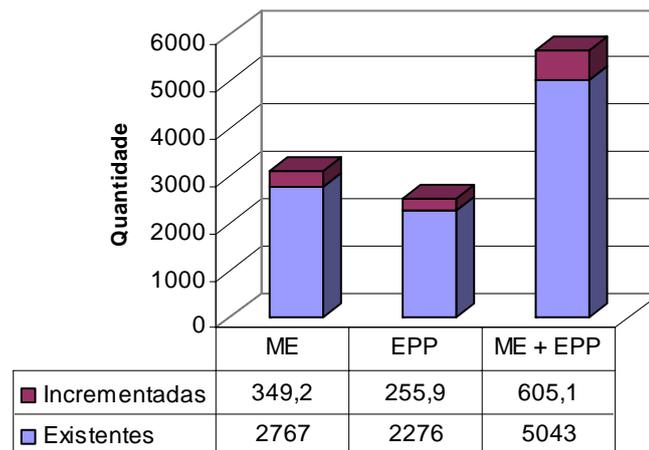


Figura 4.7 – Relação entre empresas existentes e possíveis de serem incrementadas

Com a eficiência energética, a redução de despesas com energia elétrica nas ME e EPP poderá ser convertida em novos investimentos, aumento dos lucros, bem como aumento de salários e/ou novas contratações, com influências diretas na sobrevivência das empresas. De acordo com a Lei N° 10.699, de 09 de julho de 2003, o salário mínimo vigente no período de execução das APC era de R\$ 240,00. Desta forma, pode-se estimar que a eficiência energética nas ME e EPP de comércio varejista disponibilizariam, decorrido o tempo de retorno dos investimentos, apenas no município de Santa Maria, 1634,4 salários mínimos por mês.

#### 4.9 Priorização das Ações de Eficiência

O potencial de eficiência energética total constitui-se do somatório de todas as ações de eficiência definidas em cada tópico técnico. A prioridade destas ações depende da amplitude das reduções, bem como dos investimentos, e varia de empresa para empresa, em função de suas características.

Assim, visando contribuir com estratégias globais de eficiência energética, envolvendo toda a população de ME e EPP de comércio varejista de Santa Maria, as prioridades foram definidas com base no potencial de eficiência energética total. Considerando que o potencial de eficiência envolve um conjunto de ações tecnicamente e financeiramente viáveis, empregou-se como critério para priorização, o montante de redução de custos (R\$/ano) em cada tópico técnico, de toda a população. As Figuras 4.8 e 4.9 mostram, em ordem decrescente, o montante de redução de custos e os investimentos totais, em cada tópico técnico, respectivamente nas ME e EPP.

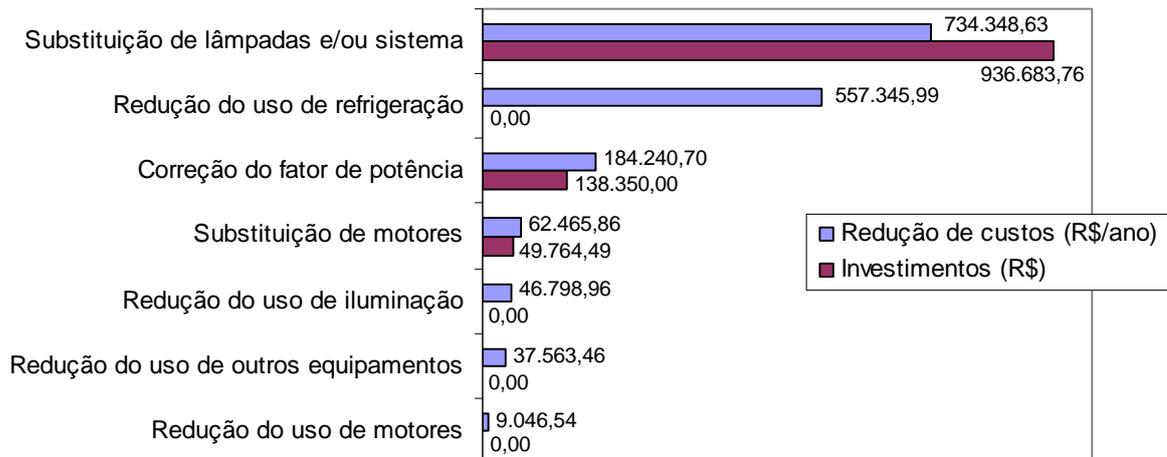


Figura 4.8 – Redução de custos e investimentos totais nas ME para cada tópico técnico

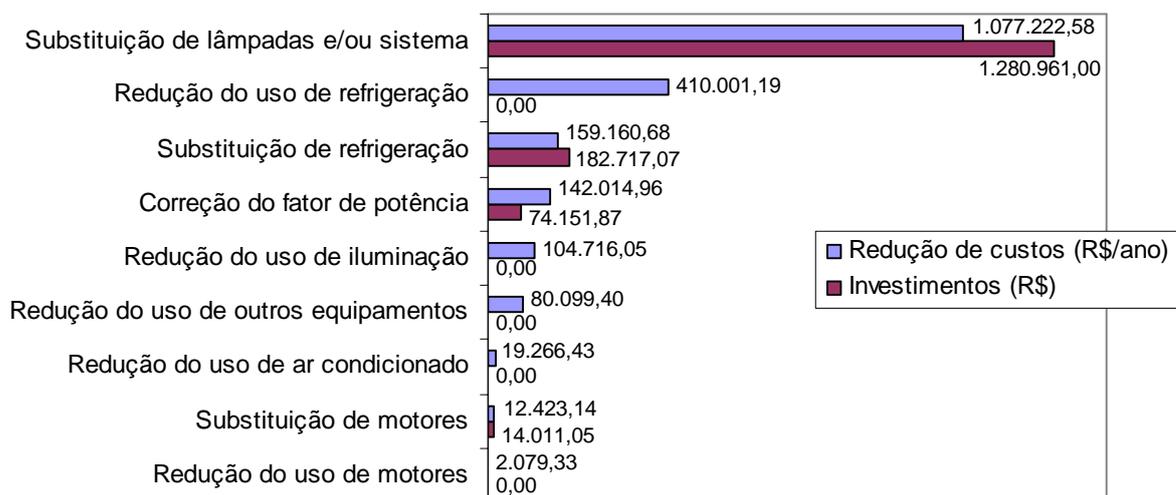


Figura 4.9 – Redução de custos e investimentos totais nas EPP para cada tópico técnico

As Figuras 4.8 e 4.9 permitem comparar as amplitudes da redução total de custos, com os investimentos necessários em eficiência. Observa-se também que um pequeno número de ações produz a maior parte dos resultados, isto é, o maior montante de redução de custos.

O Diagrama de Pareto é uma das sete ferramentas da qualidade, cuja finalidade é identificar a ordem de prioridade das ações, através da amplitude de seus resultados, comparando percentualmente com o resultado final. As Figuras 4.10 e 4.11 mostram, através do Diagrama de Pareto, a ordem de prioridade das ações de eficiência energética, respectivamente nas ME e EPP, considerando como critério de priorização a redução anual de custos.

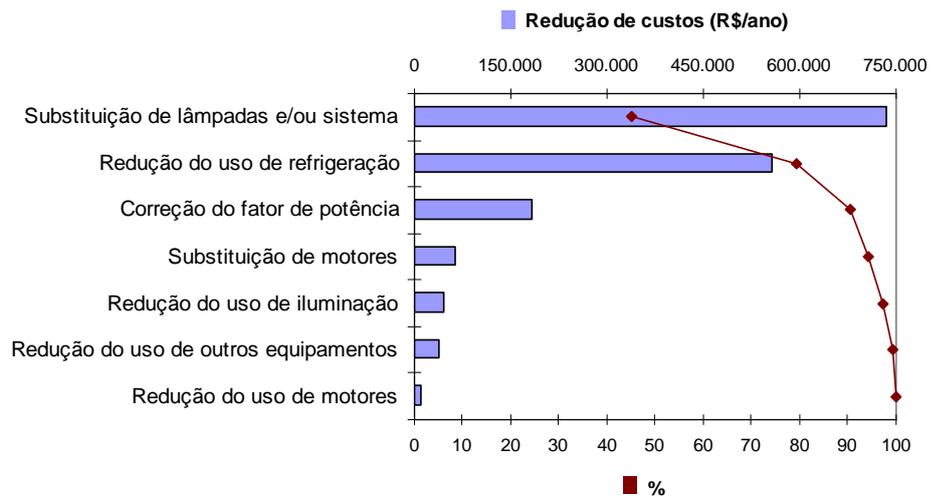


Figura 4.10 – Ordem de prioridade nas ações de eficiência energética nas ME

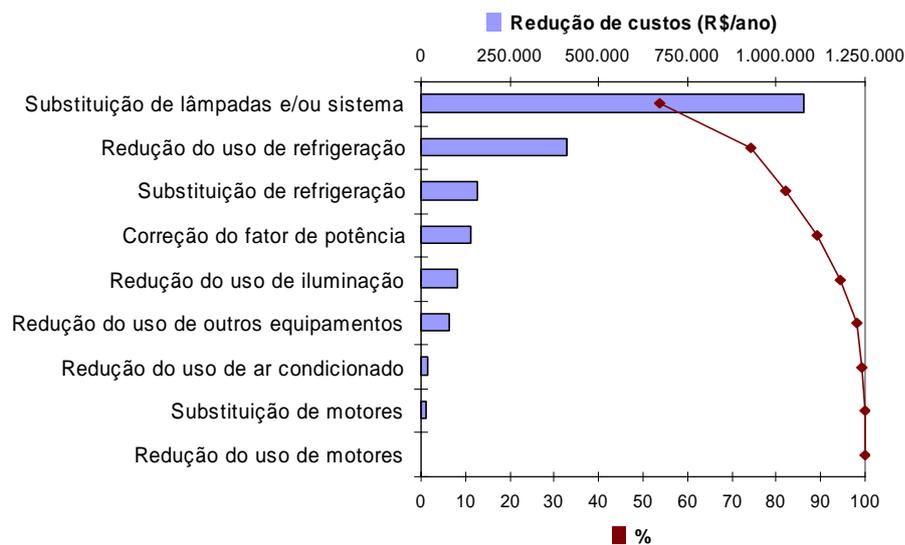


Figura 4.11 – Ordem de prioridade nas ações de eficiência energética nas EPP

Observa-se nas Figuras 4.10 e 4.11 que a ação prioritária, tanto para as ME como para as EPP, está fundamentada na substituição de lâmpadas e/ou sistema, com elevado potencial de eficiência energética, distinguindo-se consideravelmente dos demais tópicos. O segundo lugar na ordem de prioridades também é comum às ME e EPP, e está relacionado ao potencial por redução do uso de refrigeração. Já a partir do terceiro lugar surgem algumas divergências, porém o montante de redução de custos é menos representativo. Em terceiro lugar destaca-se a correção do fator de potência para as ME e substituição de refrigeração para as EPP. Nota-se que o potencial por substituição de refrigeração é nulo nas ME. Esta divergência está relacionada à viabilidade financeira das ações deste potencial, às quais dependem diretamente do porte das empresas.

## CONCLUSÃO

---

Os resultados desta dissertação mostraram a magnitude do desperdício de energia elétrica nas ME e EPP em estudo. Na verdade, as perdas reais são ainda maiores, uma vez que os percentuais de desperdício apresentados baseiam-se em ações de efficientização tecnicamente e financeiramente viáveis, respeitadas as perdas técnicas, bem como desprezadas as ações de baixo custo-benefício.

O principal fator de desperdício, tanto para as ME como para as EPP, são os sistemas de iluminação inadequados, com uma representatividade de 95,7% nas ME e de 97,3% nas EPP. Em segundo lugar está o mau uso dos sistemas de refrigeração, com uma representatividade de 27,7% nas ME e 28,8% nas EPP. Já em terceiro lugar está, para as ME, o FER, com uma representatividade de 10%, e para as EPP, os sistemas de refrigeração inadequados, com uma representatividade de 2,7%.

Com a avaliação quantitativa dos fatores de desperdício, identificaram-se os potenciais de efficientização em cada tópico técnico, relacionando a redução do consumo com os investimentos necessários. Apesar da redução média de custos com energia, através da substituição de lâmpadas e/ou sistema, ser inferior a de outras ações, a sua alta representatividade nas ME e EPP lhe tornou o maior potencial de efficientização. Porém, a justificativa maior para a efficientização energética está no reduzido tempo de retorno dos investimentos, cujo limite atingiu 15,3 meses no potencial por substituição de lâmpadas e/ou sistema das ME. Este valor é baixo, se comparado à durabilidade desta ação. Isto comprova o baixo conhecimento das empresas sobre o insumo energia elétrica, fazendo-as conviver pacificamente com o desperdício.

O potencial de efficientização médio global apresentou o desperdício médio das empresas em estudo, que atingiu 13,5% nas ME e 11,6% nas EPP. A representatividade de empresas com potencial de efficientização global é elevado, correspondendo à 96,6% das ME e 98,1% das EPP. Os investimentos globais apresentaram baixo tempo de retorno, estimado em 7,1 meses nas ME e 8,2 meses nas EPP.

Através da comparação dos dados das ME e EPP, constatou-se que estas apresentam características muito semelhantes quanto a sua operacionabilidade, levando-as a compartilhar tópicos com maiores índices de desperdício. Entretanto, devido à diferença de porte entre as mesmas, constataram-se divergências quanto a algumas ações de efficientização energética de menor magnitude, tais como o FER, e a substituição de motores elétricos e de equipamentos de refrigeração.

A análise do potencial de efficientização energética total mostrou que as ações de efficientização possuem reflexo muito além das faturas de energia elétrica, com impactos expressivos no sistema elétrico nacional. Tais ações, apenas no município de Santa Maria, em ME e EPP comerciais varejistas, contribuem para a disponibilidade de 13,04 GWh/ano de energia elétrica no sistema, permitindo o atendimento de novas unidades consumidoras sem alterar a matriz energética. Esta energia equivale a 1,79 meses/ano de geração da usina hidrelétrica de Jaguari-RS, com sua potência máxima de 10 MW. As reduções nas faturas de energia totalizaram mais de 4,7 milhões de R\$/ano. Entretanto, a efficientização não busca reduzir o faturamento das concessionárias de energia, mas sim permitir que estas possam atender novos clientes sem a necessidade de investimentos em adequações e ampliações de suas redes de distribuição.

As elevadas taxas de crescimento populacional, associadas ao contínuo aumento das necessidades energéticas per capita, tornam emergenciais ações visando o uso inteligente e racional dos insumos energéticos, em especial a energia elétrica. Em face desta realidade, a priorização das ações de efficientização visa orientar ME, EPP, e agentes de efficientização energética, quanto à definição de estratégias de efficientização, bem como planos de gestão, buscando a maximização dos resultados.

Para qualquer empreendimento, a efficientização energética é uma importante aliada na redução de custos de produção, bem como aumento da produtividade e qualidade dos produtos. A redução da fatura de energia, através da eliminação do desperdício, constitui-se em lucros, permitindo aumentar a rentabilidade do negócio, com os mesmos índices de produção. Com isso, as empresas podem tornar-se mais competitivas, garantindo sua sobrevivência e sua posição no mercado.

Tendo em vista que o maior causador dos atuais índices de desperdício é a falta de gestão, ocasionada, principalmente, pelo desconhecimento, sugere-se, como continuidade deste trabalho, o desenvolvimento de ferramentas educacionais e de gestão, visando o rompimento deste paradigma em torno do insumo energia elétrica.

## BIBLIOGRAFIA

---

AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO RIO GRANDE DO SUL, AGERGS. **Relatório de análise técnica: cooperativa regional de eletrificação Teutônia Ltda.** Santa Maria, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. A agência. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 22 set. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** 2ª Edição. Brasília, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Banco de informações da geração. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 29 set. 2006a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Informações do setor elétrico. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 03 out. 2006b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Legislação. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 10 out. 2006c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução N° 205, de 22 de dezembro de 2005b. Estabelece os procedimentos e as condições gerais para o enquadramento de cooperativas de eletrificação rural como permissionária de serviço público de distribuição de energia elétrica, bem como para operação de instalações de distribuição de energia elétrica de uso privativo, em área rural, aprova o modelo de contrato de permissão, e dá outras providências.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução N° 213, de 06 de março de 2006d. Altera a redação de dispositivos da Resolução normativa n° 205, de 22 de dezembro de 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução N° 351, de 11 de novembro de 1998. Autoriza o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS a executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL. Resolução N° 456, de 29 de novembro de 2000. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.

ALDABÓ, R. **Célula combustível a hidrogênio: fonte de energia da nova era.** São Paulo-SP. Ed. Artliber, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 5413 - Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Decreto N° 4.131, de 14 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal.

BRASIL. Decreto N° 9.841, de 31 de março de 2004. Altera os valores limites fixados nos incisos I e II do art. 2° da Lei n° 9841 de 5 de outubro de 1999, que institui o estatuto da microempresa e da empresa de pequeno porte.

BRASIL. Lei Complementar N° 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o estatuto nacional da microempresa e da empresa de pequeno porte; altera dispositivos das Leis N°s 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei N° 5.452, de 1° de 1943, da Lei N° 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar N° 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis N°s 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999.

BRASIL. Lei N° 9.317, de 5 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o regime tributário das microempresas e das empresas de pequeno porte, institui o sistema integrado de pagamento de impostos e contribuições das microempresas e das empresas de pequeno porte - SIMPLES e dá outras providências.

BRASIL. Lei N° 9.841, de 5 de outubro de 1999. Institui o estatuto da microempresa e da empresa de pequeno porte, dispendo sobre o tratamento jurídico diferenciado, simplificado e favorecido previsto nos arts. 170 e 179 da constituição federal.

BRASIL. Medida Provisória N° 2.198-5, de 24 de agosto de 2001. Cria e instala a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, do Conselho de Governo, estabelece diretrizes para programas de enfrentamento da crise de energia elétrica e dá outras providências.

BRASIL. Resolução N° 8, de 25 de maio de 2001. Especifica diretrizes para os regimes especiais de tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica e fixação de metas de consumo.

BRASIL. Secretaria Geral da Presidência da República/SEBRAE. **Curso de eficiência energética nas micro, pequenas e médias empresas: Manual do instrutor**. [2002a].

BRASIL. Secretaria Geral da Presidência da República/SEBRAE. **Eficiência energética nas micro, pequenas e médias empresas: Auto-avaliação**. [2002].

BRASIL. Secretaria Geral da Presidência da República/SEBRAE. **Planilha eletrônica da avaliação de pontos críticos: Manual do agente de energia**. V. 2003/08.B. 2003.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO, CRESESB. Cadastro de projetos. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em 08 out. 2006.

COLUSSO, P. R. **A eficiência energética, a informação e a qualidade total da energia elétrica no modelo em desregulamentação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSM, Santa Maria, 2003.

COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO, CPNSP. **Eletricidade Básica**. São Paulo, 2005.

COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA, CGTEE. Projetos de expansão. Disponível em <<http://www.cgtee.gov.br>>. Acesso em 07 out. 2006.

CORRÊA, J. M. et al. **An analysis of the dynamic performance of proton exchange membrane fuel cells using an electrochemical model**. Proceeding of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the IEEE – IECON’01. Denver, Colorado – USA. 29/nov to 02/dec of 2001. p. 141-146.

COSTA, P. R. **Eficiência energética em sistemas de iluminação: caso do hospital universitário de santa maria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSM, Santa Maria, 2004.

ELETROBRÁS. PROCEL. Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em 13 dez. 2006.

ELETROBRÁS. PROCEL/Área de atuação. Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em 25 jul. 2007.

ELETRONUCLEAR. Energia nuclear. Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em 07 out. 2006.

FARRET, F.A. **Fontes alternativas de energia**. Santa Maria-RS. Editora UFSM, 1999.

FRANCISCATTO, A. **Energia eólica e solar fotovoltaica no contexto de universalização e diversificação da matriz de geração brasileira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSM, Santa Maria, 2005.

GASNET. Novidades. Disponível em <<http://www.gasnet.com.br>>. Acesso em 09 out. 2006.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Notícias. Disponível em <<http://www.estado.rs.gov.br>>. Acesso em 23 nov. 2006.

HOFFMANN, R. **Método avaliativo da geração regionalizada de energia, em potências inferiores a 1MW e a partir da gestão dos resíduos da biomassa: o caso da casca de arroz**. Promec/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Recursos. Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Notícias. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 21 set. 2006.

ITAIPU BINACIONAL. A empresa. Disponível em <<http://www.itaipu.gov.br>>. Acesso em 06 out. 2006.

LOPES, L. F. D. **Estatística e qualidade e produtividade: cálculos.** Disponível em <<http://www.felipelopes.com>>. Acesso 25 mar. 2007.

LOUREIRO, G. M. **Estratégia para utilização de ferramentas da qualidade no serviço público: uma proposta para melhoria no processo de atendimento aos consumidores no PROCON-SC.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

MELLO, E. B. **PROESCO – Programa de apoio a projetos de eficiência energética.** 3º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e Cogeração de Energia. São Paulo, SP, 2006. Disponível em [metodoeventos.com.br](http://metodoeventos.com.br).

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, MME. **Balanco energético nacional – BEN 2006.** Brasília, Brasil, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, MME. **Balanco energético nacional – BEN 2003.** Brasília, Brasil, 2003.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, MME. **Balanco energético nacional – BEN 2005.** Brasília, Brasil, 2005.

MOREIRA, V. A. **Iluminação elétrica.** São Paulo-SP. Ed. Edgard Blücher Ltda., 1999.

OLIVEIRA, S. E. et al. **Utilização conjunta do método UP’ (Unidade de Produção – UEP’) com o diagrama de pareto para identificar as oportunidades de melhoria dos processos de fabricação – um estudo na agroindústria de abate de frango.** Periódico Custos e Agronegócios. V. 2, N. 2, Jul/Dez 2006.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, ONS, Dados relevantes 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005. Disponível em <<http://www.ons.com.br>>. Acesso em 02 out. 2006.

RAMOS, M. C. E. S. et al. **Metodologia para avaliação e otimização de motores elétricos de indução visando a eficientização e conservação de energia no âmbito industrial brasileiro: estudo de caso.** 3º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e Cogeração de Energia. São Paulo, SP, 2006. Disponível em [metodoeventos.com.br](http://metodoeventos.com.br).

REIS, L.B.D. **Geração de energia elétrica.** Barueri-SP. Ed. Manole, 2003.

RIBEIRO, L. E. **Medida dos requisitos para sobrevivência de micro e pequenas empresas.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Taubaté, 2006.

RIO GRANDE DO SUL, RS. Lei N° 10.045, de 29 de dezembro de 1993. Estabelece tratamento diferenciado às microempresas, aos microprodutores rurais e às empresas de pequeno porte e dá outras providências.

RIO GRANDE DO SUL, RS. Lei nº 12.410, de 22 de dezembro de 2005. Institui o SIMPLES GAÚCHO, introduz modificações no art. 1º, "caput", no art. 2º, modifica os incisos I, "b", II, "c" e III, "b" e o § 1º, acrescenta um novo § 3º, renumerando o § 3º existente que passa a ser o § 4º, e acrescenta os §§ 5º e 6º, modifica o art. 3º, o art. 4º, § 1º, "b" e o art. 9º, acrescenta o art. 9º-A, modifica o art. 11, I, o Capítulo IV, o art. 14, o art. 15, "caput" e I, no art. 16, modifica o "caput" e revoga os §§ 1º e 2º, modifica o art. 17, "caput", no art. 19, renumera o parágrafo único e acrescenta o § 2º, modifica o art. 20 e revoga os arts. 31, 33 e 34 e o Anexo, todos da Lei N. 10.045, de 29 de dezembro de 1993, e dá outras providências.

SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL, SCP. Atlas socioeconômico do RS. Disponível em <<http://www.scp.rs.gov.br>>. Acesso em 11 out. 2006.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, SEFAZ. Consulta Contribuinte RS. Disponível em <<http://www.sefaz.rs.gov.br>>. Acesso de 12 a 16 mar. 2007b.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, SEFAZ. Indicadores Econômicos. Disponível em <<http://www.sefaz.rs.gov.br>>. Acesso em 23 fev. 2007.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, SEFAZ. Ofício Delegacia da Receita Estadual – 8ª DEFAZ. Encaminha dados solicitados. Santa Maria, 17 abr. 2007a.

SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL, SRF. Simples. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br>>. Acesso em 22 fev. 2007.

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E COMUNICAÇÕES, SEMC. Fontes alternativas de energia. Disponível em <<http://www.semc.rs.gov.br>>. Acesso em 08 out. 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Uso inteligente de energia: Conceitos Básicos.** Cuiabá, 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. Estudos e Pesquisas. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em 22 fev. 2007.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Boletim estatístico de micro e pequenas empresas.** 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. Lei Geral da Micro e Pequena Empresa. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em 29 jun. 2007a.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Fatores condicionantes e taxa de mortalidade de empresas no Brasil.** Brasília, 2004.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Uso inteligente de energia: Sensibilização e Conscientização.** Cuiabá, 2003a.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Administrando a energia.** Cuiabá, 2003b.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. **Sensibilização e conscientização.** Cuiabá, 2003c.

SOLETROL. Produtos. Disponível em <<http://www.soletrol.com.br>>. Acesso em 08 out. 2006.

TRAMA COMUNICAÇÃO. Notícias. Disponível em <<http://www.tramacomunicacao.com.br>>. Acesso em 09 out. 2006.

U. S. DEPARTMENT OF ENERGY. **International energy outlook.** Washington, DC, USA, 2006.

WEIGMANN, P. R. **Metodologia para eficiência energética, otimização do consumo e combate ao desperdício de energia através da inserção da cultura empreendedora e fontes de inovação tecnológica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

ZANCAN, M. D. et al. **Utilização de fontes alternativas de energia em supermercados de médio e grande porte visando a auto-suficiência energética no horário de ponta e a redução de impactos ambientais.** XIII SIMPEP, Bauru, SP, 2006.

# APÊNDICE

---

## APÊNDICE A – Principais Fontes Alternativas de Energia

### A.1 Centrais Eólicas

O princípio de funcionamento das centrais eólicas baseia-se na conversão da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Neste processo, a energia cinética dos ventos é transferida ao eixo do gerador através de uma turbina eólica, composta de um rotor e pás coletoras, que conferem ao eixo do rotor uma determinada rotação. Segundo Farret (1999) esta rotação poderá atingir até 500 rotações por minuto (rpm). A geração poderá ser em CA ou CC, entretanto, geradores CA padrões de 60 Hz, de 2 e 4 pólos necessitam, respectivamente, 3600 e 1800 rpm em seu eixo. Para isso, utiliza-se uma transmissão mecânica com multiplicação de velocidade angular entre a turbina e o gerador, geralmente feita através de engrenagens, conforme a Figura A.1.



Figura A.1 – Operação básica de uma central eólica

A instabilidade e imprevisibilidade dos ventos tornam a geração de energia elétrica bastante irregular. Desta forma, em sistemas isolados, utilizam-se dispositivos para o armazenamento da energia, propiciando um fornecimento mais regular às unidades consumidoras. Segundo Reis (2003) e Farret (1999), os principais métodos de armazenamento de energia são as baterias, armazenando energia elétrica em CC, e o armazenamento hidráulico, onde a turbina eólica aciona uma bomba hidráulica. Esta bomba converte a energia cinética dos ventos em energia potencial hidráulica, a qual é armazenada em um reservatório, que de forma regularizada aciona um gerador, produzindo energia elétrica.

Nos últimos anos, as maiores inovações tecnológicas foram a utilização de acionamento direto (sem multiplicador de velocidades), com geradores síncronos e

novos sistemas de controle, que permitem o funcionamento das turbinas em velocidade variável, com qualquer tipo de gerador. A tecnologia atual oferece uma variedade de máquinas, segundo a aplicação ou local de instalação (FRANCISCATTO, 2005, p. 56).

As principais vantagens das centrais eólicas são: (i) baixo custo de geração, uma vez que aproveita a energia dos ventos; (ii) geração de energia não poluente; e (iii) diversificação da matriz energética. As principais desvantagens são: (i) baixa confiabilidade de geração; (ii) geração irregular devido à variação dos ventos; (iii) viabilidade de instalação limitada a algumas regiões com incidência regular de ventos; (iv) danos à fauna e à flora, como desertificação e alteração na rota migratória de pássaros e (v) poluição sonora e visual.

A participação da energia eólica na geração de energia elétrica ainda é praticamente desprezível no Brasil. De acordo com ANEEL (2006a), em setembro de 2006 havia apenas 13 centrais eólicas em operação no país, totalizando uma capacidade instalada de 136,85 MW, o que corresponde a 0,13% da capacidade instalada total. Entretanto, segundo ANEEL (2005), o potencial eólico brasileiro atinge 60.000 MW, o que demonstra a existência de um grande potencial ainda inexplorado.

Conforme o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2006), encontravam-se em construção o Parque Eólico de Osório (Figura A.2), constituído por três complexos (Osório, Sangradouro e Índios), com potência total de 150 MW através de 75 aerogeradores. O primeiro parque foi inaugurado comercialmente no dia 5 de julho de 2006. Os outros dois entraram em funcionamento no início de 2007. Ainda em 2007 iniciarão as obras de mais três parques eólicos no Rio Grande do Sul, localizados nos municípios de Xangri-lá, Imbé e Santa Vitória do Palmar, com potência total de 69 MW.



Figura A.2 – Parque eólico de Osório-RS  
Fonte: SEMC (2006)

## A.2 Centrais Solares

As centrais solares consistem no aproveitamento direto da energia solar irradiada sobre a superfície terrestre. Segundo Farret (1999), o Brasil possui um dos maiores potenciais energéticos solares do mundo, vastamente maior que a maioria dos países do primeiro mundo, ampliando assim as possibilidades deste aproveitamento energético.

De acordo com Reis (2003), a geração de energia elétrica a partir de centrais solares é feita de duas formas distintas: (i) sistemas fotovoltaicos, transformando a energia solar diretamente em energia elétrica e (ii) sistemas termossolares, em que a energia solar é convertida em energia térmica suprindo uma central termelétrica. Ambos os casos utilizam a radiação eletromagnética do sol para produzir, respectivamente, energia elétrica e térmica. Os sistemas fotovoltaicos utilizam painéis que, empregando dispositivos semicondutores, convertem a radiação eletromagnética diretamente em energia elétrica CC. Esta energia é armazenada em baterias, cujo controle de geração e carga é feito através de reguladores de tensão, ou disponibilizada diretamente em CC ou CA, através do emprego de inversores, conforme a Figura A.3.

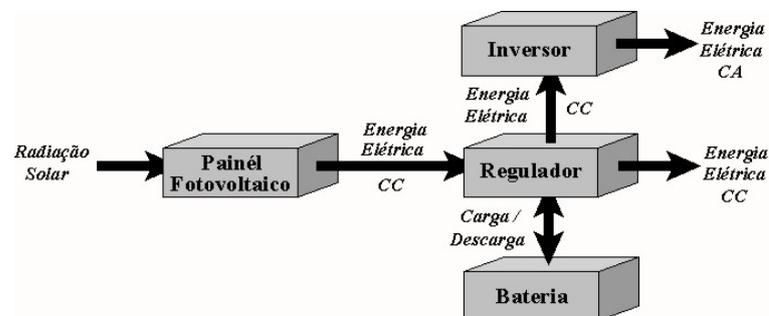


Figura A.3 – Operação básica de um sistema fotovoltaico

A tensão e corrente elétrica de saída do sistema da Figura 2.16 dependem do número de painéis fotovoltaicos interligados, cuja flexibilidade de associação permite a configuração de sistemas desde poucos Watts até MegaWatts, com uso extremamente simples, reduzida manutenção e prolongada vida útil.

O sistema termossolar converte a radiação eletromagnética irradiada pelo sol em energia térmica. Segundo Reis (2003), o processo de conversão é composto por quatro sistemas básicos: coletor, receptor, transporte/armazenamento e conversão elétrica. A função do coletor é captar e concentrar a radiação solar transmitido-a ao receptor, onde é convertida

em energia térmica e transferida a um fluido de trabalho. No sistema de transporte e armazenamento, o fluido é transferido para o sistema de conversão elétrica, onde, em expansão, realiza um trabalho mecânico na turbina, fornecendo energia cinética ao eixo do gerador. Este, por sua vez, disponibiliza em seus terminais energia elétrica CA ou CC, dependendo do tipo de gerador, conforme a Figura A.4.

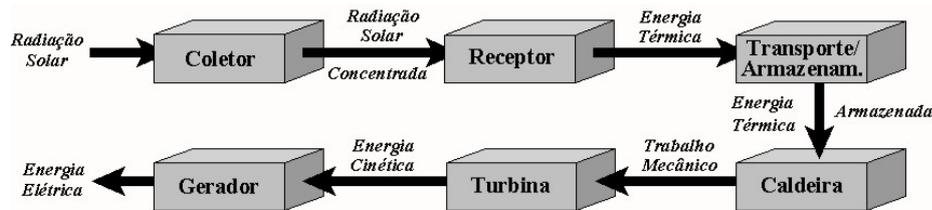


Figura A.4 – Operação básica de um sistema termossolar

É importante salientar o emprego de sistemas de conversão da energia solar direta em energia térmica, aquecendo água para uso doméstico ou industrial, através de chuveiros de passagem e outros sistemas de aquecimento. Para o sistema elétrico brasileiro, esta energia está diretamente relacionada à energia elétrica, uma vez que o aquecimento d'água a partir da energia solar implica na redução do consumo e demanda<sup>8</sup> de energia elétrica para este fim.

As principais vantagens das centrais solares são: (i) baixo custo da energia gerada, uma vez que utiliza a radiação solar como matéria-prima; (ii) geração de energia não poluente; (iii) geração descentralizada e próxima ao consumo; (iv) alto rendimento e baixo custo de instalação, no caso de aquecimento de água para uso doméstico ou industrial e (v) baixa manutenção e elevada vida útil. As desvantagens são: (i) alto custo de instalação e baixo rendimento dos sistemas fotovoltaicos e termossolares; (ii) dependência de fatores climáticos que limitam a radiação solar; (iii) necessidade de grandes áreas ensolaradas para captação da radiação solar.

Recentemente, grandes esforços têm sido direcionados ao aproveitamento da energia solar no Brasil, particularmente por meio de sistemas fotovoltaicos de geração de eletricidade, visando ao atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional. Devidamente contemplados pela nova ótica da política energética nacional, esses projetos têm levado eletricidade a milhares de comunidades e municípios brasileiros (FRANCISCATTO, 2005, p. 60).

<sup>8</sup> Representa a soma das potências de todos os equipamentos utilizados num mesmo intervalo de tempo. Elevados valores de demanda congestionam o sistema elétrico, exigindo novos investimentos, muitas vezes para atender pequenos períodos diários de consumo (horário de pico ou ponta).

A Figura A.5 apresenta exemplos de aproveitamento da energia solar, tanto para produção de energia elétrica, como para aquecimento d'água.



Figura A.5 – Aproveitamentos solares no Brasil

(a) Sistema de eletrificação residencial no Ceará  
Fonte: CRESESB (2006)

(b) Sistema de aquecimento d'água residencial  
Fonte: SOLETROL (2006)

### A.3 Centrais a Células de Combustível

De acordo com Aldabó (2004), as células de combustível (FC – *Fuel Cells*) são dispositivos eletroquímicos constituídos de um eletrólito condutor de íons envolvido por um ânodo e um cátodo porosos, capazes de converter a energia química de reações diretamente em energia elétrica. Para uma FC do tipo PEM (*Proton Exchange Membrane*)<sup>9</sup>, as entradas e saídas do processo são mostradas na Figura A.6, onde a combinação de um combustível (hidrogênio) e um comburente (oxigênio), produz energia elétrica CC, calor e água aproveitáveis. Isto caracteriza a FC como uma fonte de energia não poluente e renovável, desde que o hidrogênio seja produzido a partir de fontes renováveis de energia.

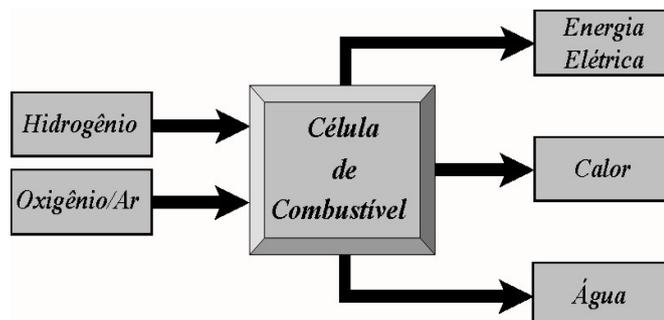


Figura A.6 – Entradas e saídas de uma FC

<sup>9</sup> Membrana de troca de prótons.

A operação normal de uma FC consiste na produção de energia elétrica a partir de reações eletroquímicas de oxidação-redução, ocorridas quando da passagem de hidrogênio através do ânodo e de oxigênio através do cátodo. O ânodo e o cátodo estão interligados eletricamente através de uma carga externa. Ao entrar em contato com o material metálico do ânodo, o hidrogênio cede elétrons para o metal, tornando-se um íon  $H^+$ , concentrando cargas positivas no eletrólito. O mesmo ocorre com o oxigênio no cátodo, que recebe elétrons do material metálico, provindos do ânodo através do circuito externo. A concentração de cargas elétricas negativas no lado do cátodo atrai os íons de hidrogênio do eletrólito, cuja combinação produz água. Para aumentar a velocidade destas reações, utiliza-se um catalisador, geralmente platina, junto ao ânodo e ao cátodo. A Figura A.7 mostra a operação básica de uma FC do tipo PEM, que utiliza uma membrana porosa como eletrólito.

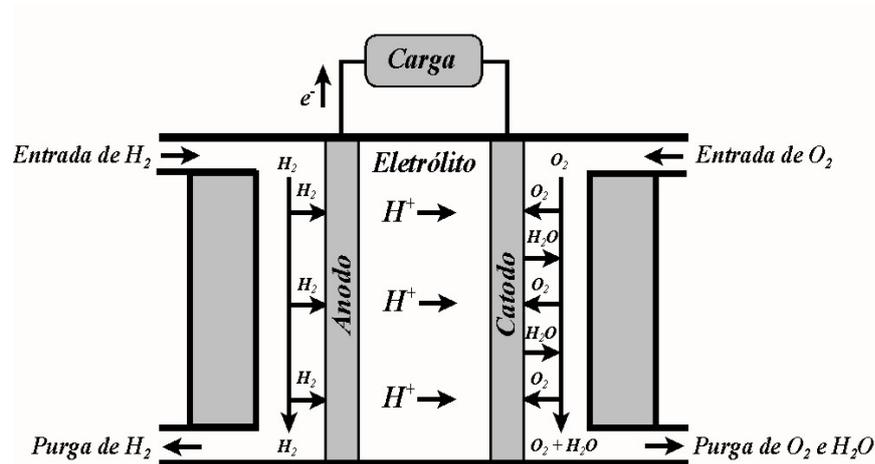


Figura A.7 – Operação básica de uma FC do tipo PEM  
Fonte: Adaptado de ALDABÓ (2004)

Existem várias tecnologias associadas às FC, em função do tipo e características do eletrólito, eletrodos, combustível e comburente, entretanto as FC do tipo PEM têm se mostrado altamente promissoras como candidatas na geração distribuída de energia<sup>10</sup>, devido a sua baixa temperatura de operação, possibilitando partidas rápidas, produção de água como resíduo e a utilização de um polímero sólido como eletrólito, o que reduz as preocupações em relação a sua construção e segurança de operação, além de apresentar elevada densidade de potência.

Segundo Corrêa et al. (2001), a diferença de potencial produzida por uma única célula, em condições normais de funcionamento, varia de 0,5 a 0,9 V. Desta forma, pilhas de células

<sup>10</sup> Geração descentralizada, próxima aos centros de consumo.

de combustível são associadas em série, a fim de se obterem tensões e potências maiores, formando-se assim módulos com potência variando desde centenas de Watts até dezenas ou centenas de Quilowatts. Esta característica de fabricação modular permite que diversos módulos sejam associados em série, aumentando ainda mais a potência da unidade de geração, que poderá chegar até centenas de Megawatts.

Para a operação de uma FC do tipo PEM, pode-se utilizar como comburente, desde que livre de impurezas, o próprio ar, composto de uma mistura de diversos gases, entre eles o oxigênio com uma proporção de 21%. Entretanto, como combustível, necessitamos de hidrogênio o mais puro possível, a fim de não comprometer uma das principais características da célula de combustível, que é a não emissão de poluentes.

As principais vantagens da utilização de FC na geração de energia são: (i) conversão direta da energia eletroquímica em elétrica, sem combustão; (ii) operação silenciosa; (iii) possibilidade de partidas rápidas; (iv) instalação modular e (v) elevada confiabilidade. As principais desvantagens são: (i) elevado custo atual da FC; (ii) dificuldades na aquisição e produção de hidrogênio, devido à baixa demanda atual e (iii) tecnologia importada e de difícil acesso, no caso brasileiro.

Existem muitos métodos para a produção de hidrogênio. Segundo Aldabó (2004), atualmente, aproximadamente 50% da produção mundial é derivada do gás natural através de um processo de reforma a vapor. Este processo extrai os átomos de hidrogênio, deixando como subproduto o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Além do gás natural, outros combustíveis podem ser utilizados no processo de reforma, tais como o carvão, metanol, gasolina e diesel. Já a eletrólise da água consiste em um método de produção de hidrogênio sem a utilização de combustíveis fósseis, cujo princípio de funcionamento baseia-se na decomposição da molécula de água, liberando oxigênio e hidrogênio. A energia necessária pode ser produzida a partir de fontes renováveis como centrais hidrelétricas, solares, eólicas e biomassa, caracterizando o processo de eletrólise como não poluente e renovável.

Segundo GasNet (2006), a distribuidora de energia elétrica AES Eletropaulo investiu R\$ 1,75 milhão em um projeto de FC, que foi executado pela Eletrocell, empresa responsável por montar e desenvolver o protótipo. A central de geração com FC, instalada pela AES Eletropaulo (Figura A.8), possui potência de 50 kW, sendo que a produção de hidrogênio é feita através da reforma de gás natural.



Figura A.8 – Central de geração com FC  
Fonte: TRAMA COMUNICACAO (2006)

O equipamento é uma alternativa inteligente ao uso dos geradores convencionais a diesel. Por ser silenciosa, segura e não-poluente, a célula combustível pode ser instalada em ambientes fechados como hospitais, residências com equipamentos de sobrevivência, centrais de telecomunicações, servidores sensíveis às micro-interrupções e em locais remotos fora da área atendida pela rede de energia elétrica (GASNET, 2006).

# ANEXOS

---

ANEXO A – Modelo do Relatório de Avaliação de Pontos Críticos

	AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS	
V.2003/04ii		Menu

# RELATÓRIO TÉCNICO

Potenciais de Otimização no  
Uso de Energia Elétrica

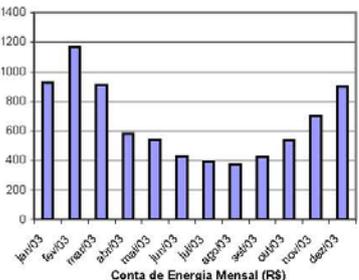
**Empresa: XXXXXX**  
**Santa Maria**

**Endereço: AAAA BBBB**  
**Data: XX/YY/2003**  
**Elaboração: Nnnnnnn Nnnnnnn**

	<b>AValiação DE PONTOS CRÍTICOS</b>	
---	-------------------------------------	---

<b>RELATÓRIO TÉCNICO - I</b>	Empresa: <b>XXXXXX</b>
------------------------------	------------------------

I - CONTA DE ENERGIA & FORNECIMENTO					
Ítem	Parâmetros Elétricos Últimos 12 meses	kW/kWh	R\$		
1	Conta de Energia Anual	19.766	7.883,55		
2	Demanda Contratada				
3	Demanda Registrada (média)				
4	Preço Médio do kWh	-x-	0,40		
5	Consumo e Demanda Reativos Excedentes	-x-	856,70		
6	Ultrapassagens de Demanda	-x-			
7	Fator de Carga (Médio)				
8	Fator de Potência (Médio)	0,82			



Conta de Energia Mensal (R\$)

Ítem	PRINCIPAIS AÇÕES RECOMENDADAS	REDUÇÃO ANUAL			INVESTIMENTOS	
		kWh por ano	R\$ por ano	%	R\$	Retorno (meses)
9	Consultoria e execução em otimização tarifária					
10	Estudo para otimização da demanda contratada					
11	Correção do Fator de Potência		856,70	11,5%	300,00	4
12	Outras ações cf. Relatório					
<b>T O T A L</b> Conta & Fornecimento			856,70	11,5%	300,00	4

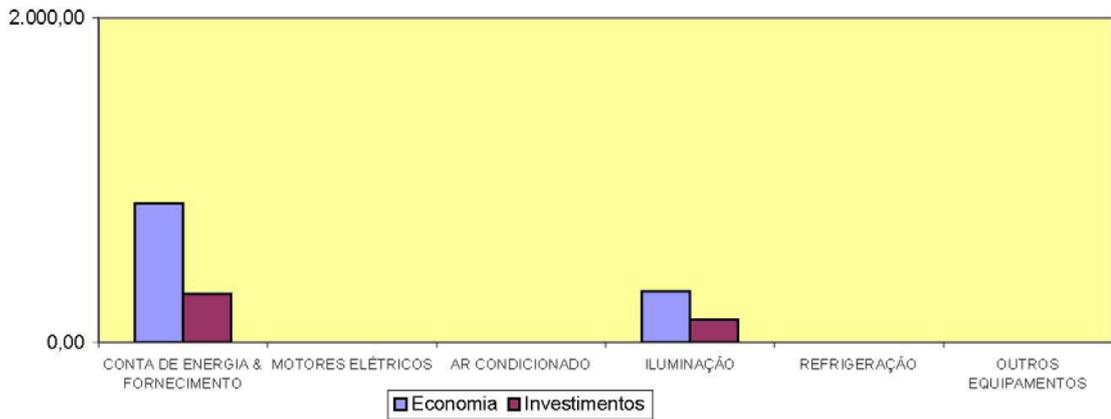
II - USOS FINAIS DA ENERGIA ELÉTRICA		kWh/ano	R\$/ano	%	R\$	meses
<b>A</b>	<b>MOTORES ELÉTRICOS - TOTAL</b>					
13	Economia por substituição de motores					
14	Economia por redução de horas de utilização					
15	Economia por adequação qualitativa					
<b>B</b>	<b>AR CONDICIONADO - TOTAL</b>					
16	Economia por substituição de aparelhos					
17	Economia por redução de horas de utilização					
18	Economia por adequação qualitativa					
<b>C</b>	<b>ILUMINAÇÃO - TOTAL</b>	940	315,82	4,2%	140,00	5
19	Economia por substituição de lâmpadas e sistemas	940	315,82	4,2%	140,00	5
20	Economia por redução de horas de utilização					
21	Economia por adequação qualitativa					
<b>D</b>	<b>REFRIGERAÇÃO - TOTAL</b>					
22	Economia por substituição de equipamentos					
23	Economia por redução de horas de utilização					
24	Economia por adequação qualitativa					
<b>E</b>	<b>OUTROS EQUIPAMENTOS - TOTAL</b>					
25	Economia por substituição de equipamentos					
26	Economia por redução de horas de utilização					
27	Economia por adequação qualitativa					
<b>T O T A L</b> Usos Finais da Energia Elétrica		940	315,82	4,2%	140,00	5

**TOTALIZAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE ECONOMIA DE ENERGIA X INVESTIMENTOS**

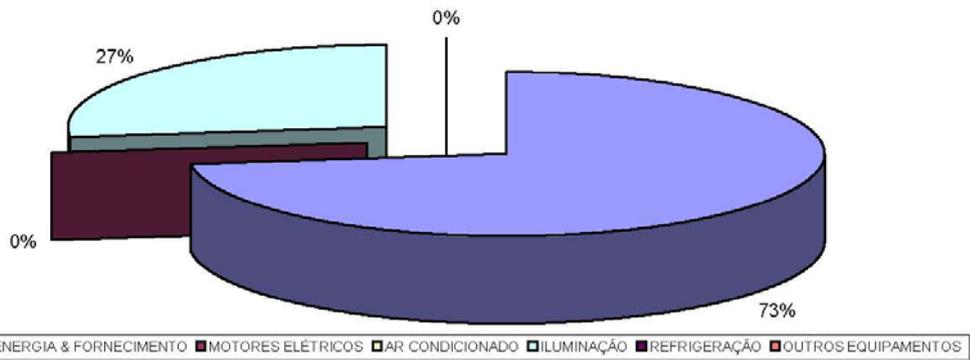
Conta Média Mensal (Atual) R\$	Nova Conta Otimizada Média Mensal R\$	Economia kWh/ano	Economia R\$/ano	Redução %	Investimento Total R\$	Retorno (meses)
<b>R\$621,17</b>	<b>R\$523,46</b>	940	R\$ 1.173	<b>16%</b>	440,00	<b>5</b>

**RELATORIO TECNICO II - GRAFICOS**

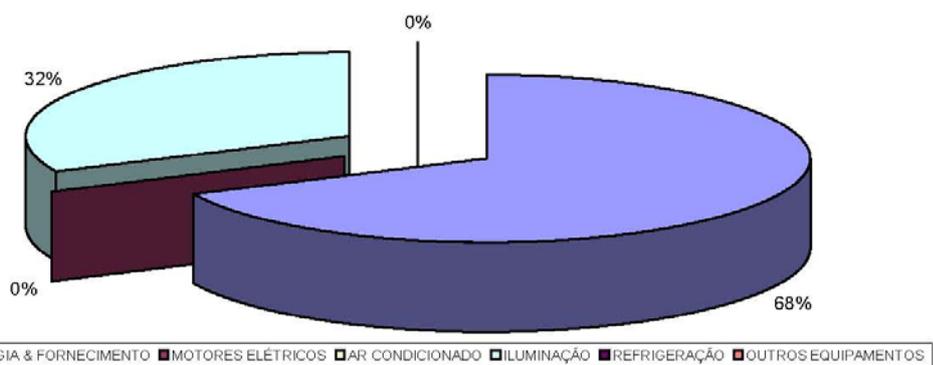
**Economia de Energia Anual X Investimentos**



**ECONOMIA**



**INVESTIMENTOS**



	<b>AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS</b>			
<b>RELATÓRIO TÉCNICO - III</b>				
<b>DESCRIÇÃO DE OPORTUNIDADES E ANÁLISE QUALITATIVA</b>				
<p>A visita foi realizada no dia XX/YY/2003. Prestou informações o Sr. Dddddd Dddddd, gerente. O tempo estava bom e a temperatura estava em torno de 25°C. O principal ramo da empresa é _____ e a rotina no dia era típica.</p> <p><b>Contas e fornecimento</b></p> <p>A empresa não possui subestação transformadora de energia elétrica, sendo abastecida em tensão secundária de 380/220V. O contrato de fornecimento atual contempla a tarifa B3 comercial. Recomenda-se a colocação de capacitores para corrigir o baixo fator de potência. Não tendo sido encontrado outros problemas importantes, recomenda-se apenas manutenção de rotina (revisão anual).</p> <p><b>Motores elétricos</b></p> <p>Os motores encontram-se em boas condições e foram bem dimensionados para seus respectivos usos. Recomenda-se apenas manutenção de rotina. Quando for necessário substituir motores, optar por motores de alto rendimento.</p> <p><b>Ar condicionado</b></p> <p>Devido à empresa não apresentar aparelhos de ar condicionado, não há recomendações a fazer.</p> <p><b>Iluminação</b></p> <p>A empresa é muito bem iluminada e o conjunto teto e paredes apresentam boa refletância luminosa. A luz natural é aproveitada. Recomenda-se a substituição das lâmpadas fluorescentes de 40W por lâmpadas fluorescentes de 32W com reator eletrônico. Também a substituição das lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas irá diminuir o consumo. Quando houver necessidade de substituir reatores, optar por reatores eletrônicos.</p> <p><b>Refrigeração</b></p> <p>Os equipamentos de refrigeração encontram-se em bom estado e os termostatos são posicionados de acordo com a necessidade de cada aparelho e de acordo com a estação do ano. Como não foram encontrados problemas, recomenda-se apenas manutenção de rotina.</p> <p><b>Outros equipamentos</b></p> <p>Verificou-se que os equipamentos encontram-se em bom estado e que são bem utilizados. Como não foram encontrados problemas, recomenda-se apenas manutenção de rotina.</p>				
Local	Técnico Responsável	Coordenador	Responsável Empresa	Págs
<i>Santa Maria</i>	<i>Aaaaaaaa</i>	<i>Bbbbbbb</i>	<i>Cccccccc</i>	
Data de Entrega	ASSINATURA	ASSINATURA	ASSINATURA	Cópia No.

	<b>AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS</b>	
<b>RELATÓRIO TÉCNICO - IV</b>		
<b>PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES A PARTIR DA ANÁLISE QUALITATIVA</b>		
<b>SETOR OU USO FINAL</b>	<b>AÇÃO RECOMENDADA</b>	
<b>CONTA DE ENERGIA E FORNECIMENTO</b>		
<b>TRANSFORMADORES E SUBESTAÇÃO</b>		
<b>QUADROS, PAINÉIS E CIRCUITOS ALIMENTADORES</b>		
	Não há cabos e conexões superaquecidos.	
	O valor de tensão medido no ponto mais distante, apresentou uma que de apenas 2 Volts.	
	O quadro de distribuição geral necessita de manutenção.	
	O valor de tensão medido no ponto mais distante, apresentou uma que de apenas 2 Volts.	
	Quadros apresentavam temperatura normal.	
	É necessário dividir carga da fase sobrecarregada com outra fase.	
<b>MULTAS E ACRÉSCIMOS SOBRE A CONTA DE ENERGIA</b>		
	Carga origem de baixo FP.	
	Revisar estado dos bancos de capacitores, se existentes.	
<b>MOTORES ELÉTRICOS I</b>		
	Estabelecer programação para manutenção e reaperto das conexões.	

	<b>AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS</b>	
<b>PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES A PARTIR DA ANÁLISE QUALITATIVA</b>		
<b>SETOR OU USO FINAL</b>	<b>AÇÃO RECOMENDADA</b>	
<b>MOTORES ELÉTRICOS II</b>		
<b>AR CONDICIONADO</b>		
	<p>Não possui ar condicionado.</p>	
	<p>Não possui ar condicionado.</p>	
	<p>Não possui ar condicionado.</p>	
<p>Não possui ar condicionado.</p>		
<p>Não possui ar condicionado.</p>		
<b>ILUMINAÇÃO</b>		
	<p>Lâmpadas e luminárias são limpas regularmente.</p>	
	<p>Teto e paredes possuem alta refletância.</p>	
	<p>Há aproveitamento da luz do dia.</p>	
	<p>Não foi encontrada iluminação ligada em áreas desocupadas.</p>	
<p>Não possui iluminação externa.</p>		

	<b>AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS</b>	
<b>PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES A PARTIR DA ANÁLISE QUALITATIVA</b>		
<b>SETOR OU USO FINAL</b>	<b>AÇÃO RECOMENDADA</b>	
<b>REFRIGERAÇÃO</b>	Estabelecer plano regular de manutenção dos equipamentos	
	Apenas manutenção corretiva.	
	Não foi encontrado sinais de vazamento.	
	Isolação dos dutos e portas em boas condições.	
	Ajustar controles para operação racional dos compressores	
	Alguns compressores operam simultaneamente.	
	Estabelecer plano regular de manutenção dos equipamentos	
	Evaporadores e condensadores não estavam sujos e funcionavam normalmente.	
	Não possui balcão frigorífico.	
<b>OUTROS EQUIPAMENTOS</b>	Estabelecer plano regular de manutenção para estes equipamentos	
	Apenas manutenção corretiva.	
	Não possui ar comprimido.	
	Isolação do equipamento de aquecimento em bom estado.	
	Não possui ar comprimido.	

## ANEXO B – Manual do Agente de Energia



# MANUAL DO AGENTE DE ENERGIA

V.2003/04





## AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS



### ANALISANDO A EFICIÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS QUANTO AO CONSUMO DE ENERGIA

A grande oportunidade das empresas obterem ganhos em economia de energia está no dimensionamento, utilização, operação e manutenção de seus equipamentos. Este procedimento é capaz de reduzir os custos, proporciona um aumento da qualidade e da produtividade, melhoria do ambiente de trabalho, redução do impacto ambiental, além de manter o conforto e a segurança da empresa.

Esta avaliação de pontos críticos, permite calcular o preço do kWh consumido na empresa e o potencial de economia de energia em motores elétricos e sistemas de ar condicionado, iluminação, ar condicionado, refrigeração e equipamentos diversos. **Por sua simplicidade de cálculos e abordagens, objetiva tão somente orientar as empresas quanto à potencialidade de economia de energia e redução de custos.** Os resultados devem ser avaliados com critério, eis que obtidos muitas vezes a partir de médias e avaliações superficiais sem a utilização de instrumentos de medição, cálculos e simulações aprofundadas. Tais valores e parâmetros somente poderão ser determinados com exatidão com a realização de um diagnóstico energético detalhado, objeto da fase final do programa através da Consultoria em Eficiência Energética.

#### PRIMEIRA ATIVIDADE

Proceder uma análise dos equipamentos adequando-os para cada atividade específica, calculando o potencial de economia de energia da empresa. A referida análise será realizada, passo a passo, com as devidas orientações.

#### INSTRUÇÕES GERAIS

A presente ferramenta, construída sobre planilhas eletrônicas constitui-se de um modelo de trabalho desenvolvido por engenheiros especializados e com larga experiência no tema, resumindo os principais assuntos abordados em estudos de eficiência energética e que podem ser alvo de avaliações sem medições aprofundadas ou cálculos complexos. Para os temas onde as medições e ensaios de engenharia são absolutamente necessários às conclusões recomenda-se a etapa seguinte do ENERGIA BRASIL constituída da Consultoria em Eficiência Energética. Portanto, indica-se o uso desta ferramenta onde aplicável e como referência para o trabalho a ser desenvolvido, não se constituindo em obrigatoriedade para o mesmo.

Para a obtenção dos resultados pretendidos, é fundamental seguir a seqüência de preenchimento das planilhas de trabalho seguindo a lógica de construção da ferramenta. Caso a opção seja por realizar o trabalho utilizando-se o modelo ressaltamos as seguintes orientações de modo genérico a todas as planilhas:

- 1) Iniciar o trabalho pela planilha "Conta & Fornecimento" sendo o preenchimento desta obrigatório por incluir todos os dados básicos para o trabalho. Além desta, somente a planilha "Relatório" tem preenchimento obrigatório. Recomenda-se preencher o máximo de campos, de onde serão extraídos os parâmetros para análise e cálculos automáticos incluídos. Os dados fundamentais desta planilha são aqueles referentes ao Histórico de Consumo para o qual há um quadro devendo ser inserida a maior quantidade de dados possível. Se não estiverem disponíveis os últimos doze meses, lançar os possíveis, pois a planilha fará o cálculo pelas médias. Além destes, é necessário entrar com os valores de tarifa pagos atualmente pela empresa que podem ser obtidos da última conta de energia, lançando os valores brutos com ICMS incluído.
- 2) Campos coloridos: os campos das planilhas estão destacados em cores. Os campos amarelos devem ser preenchidos enquanto os vermelhos - ou alaranjados - indicam campo com fórmula para cálculo. Para diversas questões de caráter qualitativo há a opção de resposta SIM (S) OU NÃO (N), devendo ser inserida apenas a letra correspondente (maiúscula). Campos para os quais não haja informações devem ser deixados em branco, especialmente aqueles que envolvem cálculos automáticos. Observar que para uma afirmação que está correta a resposta é "S" e para a falsa a resposta é "N".
- 3) Há diversos campos com espaço para textos, indicações e comentários resumidos. Havendo necessidade, incluir folha anexa seguindo o formato geral das planilhas.
- 4) Concentrar os levantamentos em usos finais significativos para a empresa, onde haja bom potencial de redução de gastos. Os usos finais sem potencial podem permanecer em branco sem prejuízo para o Relatório Final.



## AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS



### I – Planilha Contas e Fornecimento

#### ITEM 1

1. – Contas de energia em baixa tensão (BT): avaliar a demanda pela carga instalada conforme regulamentos das concessionárias, considerando fator de diversidade e fator de demanda. Alternativamente, avaliar por medição com amperímetro alicate, solicitando ligação das cargas simulando a situação de máxima demanda. Outra forma é utilizar o somatório encontrado nas diversas planilhas e aplicar o fator de demanda e fator de diversidade. Considera-se entretanto, o método mais prático o que avalia a demanda a partir do fator de carga setorial, conforme descrito no final deste manual, devendo ser verificado em sua consistência.  
(Cf. RIC – Regulamento de Instalações Consumidoras/CEEE).

2. – Preencher os campos de tarifas somente com a tarifa atual (mês corrente e contrato atual do cliente) deixando as demais em branco. Caso seja BT não há necessidade de informar a tarifa.

3. – Informações sobre os geradores de energia existentes somente soa necessárias para avaliação do potencial para troca de tarifa para hora-sazonal.

#### ITEM 2 E ITEM 3

4. – Para estes itens é necessário tomar medidas com amperímetro alicate.

#### ITEM 4

5. – FER e FDR são siglas utilizadas para Consumo e Demanda Reativos Excedentes. Se o fator de potência não for disponível na conta, calcular a partir dos valores informados para kWh e kVArh, utilizando a seguinte equação:

$$FP = \frac{\text{kWh do mês}}{\sqrt{\text{kWh}^2 + \text{kVAr}^2}}$$

- indicar no item 4.1 se a substituição de reatores ou motores pode eliminar o problema de baixo fator de potência.
- avaliar por aproximação a potência do banco de capacitores, se necessário (atenção: valor apenas para referência).

$$\text{kVArh}_{\text{max}} = \sqrt{\text{kWh}^2 \times 0,10803}$$

$$\text{Banco (kVAr)} = \frac{\text{kVArh}_{\text{mês}} - \text{kVArh}_{\text{max}}}{730}$$

Utilizar o maior valor de consumo dos 12 meses onde tinha havido baixo fator de potência ou os valores do mês com o fator de potência mais baixo (calcular para as duas situações). Os  $\text{kVArh}_{\text{max}}$  significam o máximo valor de reativos admissível para a quantidade de kWh ativos. Para o cálculo do banco, diminuir este valor dos kVArh do mês em cálculo.

O cálculo ajusta o FP para o valor de 0,95, considerando um banco fixo ligado de forma permanente.

**ATENÇÃO: ESTA APROXIMAÇÃO NÃO É VÁLIDA PARA CONTAS HORO-SAZONAIS VERDE E AZUL.**

6. – Quadro de Consumo e Demanda: levantar os valores para os últimos 12 meses. Se não estiverem disponíveis todos os valores, completar com os possíveis. Observar que o preenchimento desta tabela é fundamental para os cálculos automáticos nas outras planilhas.

Observar ainda:

- para o Grupo B, somente serão lançados valores para as colunas mês/ano, Consumo Grupo B, Multas e Total;
  - para AT Convencional: mês/ano, Consumo Fora Ponta (total), Demanda e Ultrapassagem Fora Ponta, Multas, Total;
  - para HS Verde: mês/ano, Consumo Ponta e Fora Ponta, Demanda e Ultrapassagem Fora Ponta, Multas, Total;
  - para HS Azul: mês/ano, Consumo Ponta e Fora Ponta, Demanda Ultrapass. Ponta e Fora Ponta, Multas, Total;
- No campo Multas, lançar o somatório dos valores em R\$ indicados nas contas como FER e FDR – ou consumo e demanda reativa excedente – e os valores relativos às ultrapassagens de demanda, não considerando eventuais multas por atrasos de pagamento, nem juros e atualizações.

As médias são válidas mesmo com a tabela incompleta, pois é calculada sobre os valores lançados.



## AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS



### II – MOTORES

#### 1. – Levantamento de Dados

Local, equipamento ou referência: identificar o(s) motores para referência futura;

Quantidade: caso haja motores idênticos com mesmo perfil de carga e utilização mensal, lançar a quantidade;

Potência em CV ou HP: obter da placa de identificação; se não disponível, lançar o valor informado pela empresa;

Potência em kW: calcular o valor pela conversão indicada na planilha;

Carregamento: objetiva ajustar o valor médio de demanda do motor; uma aproximação é lançar Imedido / Inominal.

Lançar o valor encontrado em %;

Horas de Uso Mensal: avaliar a média diária de horas utilizadas e calcular para o mês conforme regime de trabalho;

Preço do kWh: lançar o valor encontrado na planilha "Conta e Fornecimento".

#### 2. – Potencial por substituição de Motores

- completar as colunas referentes às potências nominal e utilizada (Potência em kW x Carregamento). As hipóteses são de substituição de motor "standard" por outro de mesma potência mas de "Alto Rendimento", ou um motor superdimensionado por um adequado à carga, utilizando motores de Alto Rendimento. Observar que devido a dificuldades de ordem técnica, a análise deve focar a substituição de motores convencionais (standard) por modelos de alto rendimento, utilizando-se para tanto as diferenças de rendimento apresentadas nas tabelas dos fabricantes. O valor da potência em kW do novo motor deve ser reduzida na razão inversa dos rendimentos.

- o valor do investimento pode ser avaliado pelo valor integral (troca imediata) ou pela diferença de valor entre os motores (troca compulsória por defeito). Informar claramente a opção adotada no Relatório Técnico.

#### 3. – Potencial por Redução das Horas Trabalhadas

- completar as colunas de potências com as mesmas observações acima. Observar que o estudo em questão é determinar se há possibilidade de redução de uso do motor com carga normal ou por operação em vazio. Neste último caso será necessário avaliar a carga em vazio. Caso não haja elementos, aproximar por 10% da carga nominal do motor.

#### 4. – Avaliação Qualitativa da Operação com Motores

- lançar S(sim) ou N(não) em resposta às perguntas formuladas e indicar no campo próprio quais os equipamentos, circuitos, etc, em questão.

### III - AR CONDICIONADO

#### 1. – Levantamento de Dados

- levantar as potências em BTU e converter para kW(potência média) conforme tabela na mesma planilha;

- avaliar as horas de uso por mês levando em conta a média anual (combinando verão e inverno). Caso haja operação somente no verão, indicar no campo próprio e calcular a média apenas sobre o período.

#### 2. – Potencial por Substituição de aparelhos

- avaliar segundo a carga térmica de cada ambiente. Para tanto é necessário obter as áreas dos mesmos onde haja potencial significativo. Serão necessárias ainda informações sobre a orientação solar e os tipos de teto e forro utilizados. A tabela incluída na planilha indica a potência do aparelho suficiente para o ambiente, considerando uma média dos parâmetros acima.

#### 3. – Potencial por Redução das Horas de utilização

- adotar o mesmo procedimento utilizado nas planilhas anteriores. O desligamento total de algum equipamento pode ser lançado aqui, mantendose os dados originais, sendo que o novo tempo de utilização é zero.

#### 4. – Análise Qualitativa da operação de ar condicionado

-indicar os aparelhos que apresentam os problemas suscitados e sua localização na empresa.



## AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS



### IV – ILUMINAÇÃO

#### 1. – Levantamento de Dados

- levantar quantidade de lâmpadas e sistemas de iluminação conforme potências indicadas. Caso existam potências ou lâmpadas diferentes das sugeridas, substituir os valores e tipos, lembrando de incluir as perdas em reatores.
- a quantidade indica o total existente na empresa ou setor com potencial de economia;

#### 2. – Potencial por Substituição de lâmpadas ou sistemas de iluminação

- especificar o local ou setor da empresa, a quantidade, tipo e potência unitária existentes e os novos. A substituição leva em conta manter os mesmos níveis de iluminamento, restando a questão de diminuição de luminárias e medições de iluminamento à Consultoria posterior.

CASO HAJA REDUÇÃO NA QUANTIDADE DE LUMINÁRIAS: UTILIZAR DUAS LINHAS LANÇANDO NA SEGUNDA LINHA A QUANTIDADE DE LUMINÁRIAS QUE SERÃO SIMPLEMENTE SUBTRAÍDAS, SEM SUBSTITUIÇÃO. COM ISSO TODO O SEU CONSUMO SERÁ LANÇADO COMO ECONOMIA.

#### 3. – Potencial por redução das horas de utilização

- avaliar as possibilidades de desligamento definitivo de lâmpadas (com reatores) ou luminárias ou redução de horas de uso mensal por plano operacional ou segmentação de circuitos com a colocação de interruptores. O desligamento total de luminárias implica manter os dados originais, sendo que o novo tempo de utilização é zero.

#### 4. – Indicar lâmpadas ou sistemas com os problemas referidos, assinalando S ou N na coluna própria.

### V – REFRIGERAÇÃO

#### 1. – Levantamento de Dados

- mesma sistemática utilizada para MOTORES, observando a tabela de potências médias incluída a serem utilizadas na conversão de CV para kW. Observar que neste caso a potência em kW inclui equipamentos periféricos dos compressores como ventiladores, resistências.

#### 2. – Potencial por substituição de equipamentos de refrigeração

- seguir o mesmo modelo das planilhas anteriores;

#### 3. – Potencial por redução de horas de utilização

- seguir o mesmo modelo das planilhas anteriores; o desligamento total de algum equipamento pode ser lançado aqui, mantendo-se os dados originais, sendo que o novo tempo de utilização é zero.

#### 4. – Análise Quantitativa da operação em refrigeração

- seguir o mesmo modelo das planilhas anteriores;

### VI – OUTROS EQUIPAMENTOS

Nesta planilha incluir todos equipamentos não referidos nas anteriores e que possuam um potencial razoável de economia. Aqui será importante a avaliação física do equipamento, em especial isolamentos, vazamentos e aspectos de manutenção entre outros. Devido às dificuldades de diagnóstico simplificado, recomenda-se incluir com cálculo apenas aqueles que disponham de informações suficientes, enquanto que os outros podem ser referidos no Relatório porém sem um cálculo específico de potencial. Nesta planilha podem ser avaliados Ar comprimido, bombas hidráulicas, fornos elétricos, equipamentos de cozinha industrial, aparelhos de solda, transporte vertical e outros.

#### 1. – Levantamento de Dados

- Indicar o equipamento como é conhecido na empresa, quantidade (somente se de mesmo perfil de demanda e consumo), potência nominal se houver uma placa de identificação ou lançar os dados obtidos de catálogo ou ainda por informações da empresa. A potência média deve ser determinada através de uma série de medições com amperímetro alicate. Como estes equipamentos normalmente apresentam variações de demanda significativas, deve-se anotar a corrente e o tempo pelo qual ela permanece, tantas vezes quanto necessário a estabelecer uma série repetitiva (padrão). Com esta série de medidas pode-se calcular a demanda média a ser lançada na planilha:

$$D \text{ médio (kW)} = \frac{I1 \times V \times t1 + I2 \times V \times t2 + \dots + In \times V \times tn}{t1 + t2 + \dots + tn}$$



## AVALIAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS



Observação: caso o equipamento inclua motores, procurar identificá-los avaliando sua participação na demanda média utilizando para os mesmos um fator de redução médio de 25% devidos ao fator de potência (médio=0,85) e um carregamento médio de 90%.

### 2. – Potencial por substituição de equipamentos

- a substituição deverá sempre preservar o serviço prestado - como de resto em todas as outras planilhas - mantendo ou melhorando índices de produtividade com menor consumo de energia. Descrever a proposta de substituição no Relatório Técnico com os detalhes possíveis;

### 3. – Potencial por redução das horas utilizadas

- seguir o mesmo modelo das planilhas anteriores;

### 4. – Análise Quantitativa de Outros Equipamentos - seguir o mesmo modelo das planilhas anteriores;

## VII – RELATÓRIO TÉCNICO

Preencher os dados de capa: nome da empresa, cidade/estado, local e data, e elaboração (agente)

### 1. – Relatório Técnico - Parte I

- itens 1 a 8 e gráfico: são de preenchimento automático, provindo da planilha *Conta & Fornecimento*; os campos em amarelo devem ser preenchidos, em especial a coluna Investimentos, seguindo padronização da coordenação; indicar no corpo do relatório que os valores são comparados incluindo-se o ICMS. Considerando-se os valores sem ICMS o tempo de retorno será aumentado aproximadamente na mesma proporção da alíquota do imposto;

- item 9: potencial por ajuste tarifário - utilizar os gráficos abaixo para avaliar a economia possível;

- item 10: potencial por demanda - lançar valores por ultrapassagem e/ou demanda contratada excessiva;

- item 11: lançamento automático do total de multas por baixo fator de potência; o valor do investimento deve cobrir a instalação de um banco de capacitores (material e mão-de-obra);

- item 12: lançar se existentes outras oportunidades de redução tarifária, vantagens legais ou recuperação de valores cobrados indevidamente;

- itens 13 a 15: campos na cor laranja provêm da planilha *Motores*; amarelos devem ser preenchidos;

- itens 16 a 18: campos na cor laranja provêm da planilha *Ar Condicionado*; amarelos devem ser preenchidos;

- itens 19 a 21: campos na cor laranja provêm da planilha *Iluminação*; amarelos devem ser preenchidos;

- itens 22 a 24: campos na cor laranja provêm da planilha *Refrigeração*; amarelos devem ser preenchidos;

- itens 25 a 27: campos na cor laranja provêm da planilha *Outros Equipamentos*; amarelos devem ser preenchidos; Observar e preencher sempre que possível o campo "Economia por Adequação Qualitativa", onde se procura avaliar os valores decorrentes das medidas de manutenção e eficiência sugeridas no Relatório Técnico - IV.

- a totalização do potencial de redução em kWh, R\$, %, Investimentos e tempo de retorno são automáticos;

**Observar que a soma dos potenciais de economia de energia não contemplam a interatividade entre as ações propostas, traduzindo apenas um número indicativo. A exatidão dos resultados finais, somente poderá ser determinada empiricamente em função da profundidade das medidas implementadas. Observar ainda que o retorno dos investimentos inclui o ICMS. Nas empresas onde haja crédito do mesmo, este retorno deve ser corrigido a maior na mesma proporção do crédito auferido.**

### 2. – Relatório Técnico - Parte II

Os gráficos da pág.3 são montados automaticamente a partir do preenchimento da pág.2;

### 3. – Relatório Técnico - III

- quadro 1: breve descrição da visita à empresa; pessoas que acompanharam e informações gerais sobre a empresa

- quadro 2: descrição das oportunidades levantadas, detalhamento sucinto, indicação de soluções ou ações que levarão aos resultados apresentados. Observar que os dados são indicativos, devendo em muitos casos serem referendados por projetos específicos a partir de consultorias aprofundadas.

### 4. – Relatório Técnico - IV

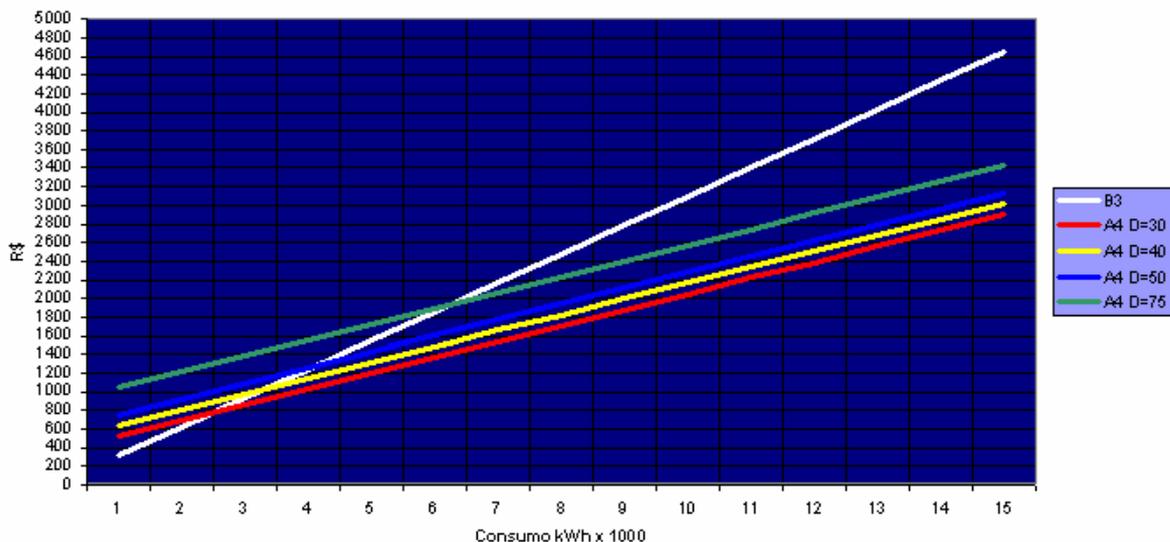
- preenchimento automático com recomendações gerais de ações de manutenção, eficiência e racionalização de uso da energia elétrica, a partir das respostas aos quesitos de análise qualitativa em cada uso final abordado.

**ANÁLISE TARIFÁRIA SIMPLIFICADA**

TARIFA DA DEMANDA **A4-CONVENCIONAL** DE SUA CONCESSIONÁRIA COM ICMS >>> R\$>>>  
 FATOR DE CORREÇÃO PARA O VALOR FINAL DA TABELA ABAIXO - SERÁ>>>

13,000
1,482

**Comparativo B3 X A4 Convencional**



**COMPARATIVO HS VERDE X CONVENCIONAL A4**



<b>AVALIAÇÃO DE OPÇÕES TARIFÁRIAS - CÁLCULO FORMAL</b>							
No final da Planilha Conte & Fornecimento há um quadro para avaliação de potencial de redução da conta de energia por meio de alteração das tarifas praticadas. Uma vez lançados os valores solicitados para cada opção, o resultado é lançado diretamente no Relatório. O método acima feito por comparação gráfica deve ser adotado caso o agente não se sinta seguro nas avaliações necessárias, em especial o cálculo de consumo e demanda para horário de ponta.							
<b>TROCA DE B3 POR A4 CONVENCIONAL</b>	DEMANDA PROJETADA (KW)	Tarifa da Demanda A4-Convencional (R\$/kW)	Tarifa do Consumo A4-Convencional (R\$/kWh)		x		
	50,00	9,13	0,1335		x		
O primeiro caso foca a troca de B3 para A4. Para tanto será necessário projetar a demanda a contratar utilizando um dos métodos já abordados. Sugere-se entretanto a aplicação dos fatores de carga setoriais disponíveis no software Energia Inteligente do Sebrae para aproximar a Demanda da seguinte forma: $D = \text{Consumo Médio Mensal} / (\text{Fator de carga} \times 720)$ . As tarifas são as atuais obtidas diretamente das tabelas da concessionária (www) incluindo-se o ICMS da seguinte forma: $\text{Valor R\$} = \text{tarifa} \times 100 / (100 - \text{aliquota ICMS})$							
<b>TROCA DE A4-CONVENCIONAL POR HORO-SAZONAL VERDE</b>	DEMANDA CONTRATADA (KW)	Tarifa da Demanda HSVerde (R\$/kW)	x	Tarifa do Consumo HSVerde Fora Ponta (R\$/kWh)	Tarifa do Consumo HSVerde Ponta (R\$/kW)	Avaliação do Consumo Médio em Ponta (kWh/MÊS)	x
	50,00	9,00	x	0,08	0,75	1600	x
No segundo trata-se de uma empresa que já está em A4 Convencional e busca-se o potencial em tarifas horosazonais. Para tanto será necessário avaliar quanto do consumo total se dá no horário de ponta. Isto pode ser feito por medição na entrada principal calculando-se uma demanda média. Somada às informações da empresa de quantos dias por mês se dá aquele tipo de consumo após as 18:00 horas. pode-se avaliar o total. Também pode ser aproximado pela redução de pessoal, embora nem sempre seja um indicador confiável.							
As simulações podem ser aplicadas conjuntamente sem problema, sendo que o programa levará ao relatório a opção mais atraente financeiramente. Observe-se que a intenção neste ponto é apenas ao consumidor de baixa tensão a opção em alta tensão Convencional; já para o que está em AT convencional, podem ser apresentadas as opções em HS Verde e Azul, embora no relatório não estará indicado qual das duas opções gera o resultado. Considera-se esta uma medida de resguardo pois a avaliação técnica por consultoria é necessária nestes casos, pois uma opção adotada em bases incertas (informações do cliente) pode gerar prejuízos sérios já que os contratos são de no mínimo um ano.							
<b>TROCA DE A4-CONVENCIONAL POR HORO-SAZONAL AZUL</b>	DEMANDA CONTRATADA (KW)	Tarifa da Demanda HSAzul (R\$/kW)	Tarifa da Demanda Ponta HSAzul (R\$/kW)	Tarifa do Consumo HSAzul Fora Ponta (R\$/kWh)	Tarifa do Consumo HSAzul Ponta (R\$/kWh)	Avaliação do Consumo Médio em Ponta (kWh/MÊS)	Avaliação da Demanda na Ponta (kW)
	50,00	9,00	27	0,08	0,17	1600	30

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)