

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
RECURSOS DA AMAZÔNIA
PPG - ENGRAM**

JOÃO RICARDO DE SOUZA MELO

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS INDUSTRIAIS DE
MANAUS**

Manaus
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
RECURSOS DA AMAZÔNIA
PPG - ENGRAM**

JOÃO RICARDO DE SOUZA MELO

**POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS
MICRO E PEQUENAS EMPRESAS INDUSTRIAIS DE
MANAUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos da Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Recursos da Amazônia na área de concentração Energia.

Orientador: Prof. Dr. José de Castro Correia

Manaus
2011

POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS INDUSTRIAIS DE MANAUS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos da Amazônia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Recursos da Amazônia na área de concentração Energia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Castro Correia
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. João Edgar Chaves Filho
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Willamy Moreira Frota
Universidade Federal do Amazonas

Dedicatória.

**Aos meus pais, Francisco Feitoza e Maria Cleide,
pelo amor e pelo incentivo.**

**A meu avô João Custodio de Melo (*in memoriam*),
pelo exemplo de vida deixado.**

**Ao meu porto seguro e bem mais precioso: minha
família – Gisele e João Vinícius - pelo amor e apoio,
incansável e inigualável.**

AGRADECIMENTOS

Muitas foram às pessoas que me deram apoio e auxílio, direta ou indiretamente na consecução deste objetivo, nem todas aqui expressamente mencionadas, mas nem por isso menos importante.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me destinado tal dom de possuir condições físicas, mentais e materiais de atingir os objetivos a que tenho me proposto.

Por reconhecer o pilar central desse dom, agradeço e tenho orgulho das pessoas as quais fui confiado nessa existência, meus pais Francisco Feitoza e Maria Cleide, a quem credito uma formação exemplar dentro das suas limitações.

Especificamente quanto a esse mestrado, gostaria de agradecer, sob uma ordem quase cronológica da minha participação neste curso:

Ao orientador deste trabalho, Prof. José de Castro Correia, por sua postura serena e pragmática, que muito contribuiu para melhorar a objetividade e a clareza da abordagem realizada nessa dissertação.

Às Prof^{as}. Consuelo Frota e Elizabeth Cartaxo, à frente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia dos Recursos da Amazônia – PP-ENGRAM, aqui representando igualmente os demais servidores e professores do curso.

Ao coordenador do Centro Geral de Serviços Tecnológicos da Fucapi – Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica, Marcelo de Moraes Steinhagen, por possibilitar a minha participação no programa de mestrado.

À Dr. Isa Assef dos Santos, Diretora Presidente da Fucapi – Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica, pela oportunidade que concede aos funcionários de melhorar os seus conhecimentos para agregar valor intelectual à instituição.

Ao SEBRAE-AM por ter disponibilizado as informações do Censo Empresarial de 2010.

A todos meus amigos e colegas de mestrado pela convivência amigável, divertida e construtiva. Em especial, agradeço ao apoio dos queridos Arianne Araújo Gomes, Arnilson Jorge da Silva Damasceno, Ranieri Viana Lima, Tayanna Mara Freitas da Cunha e Whylker Moreira Frota.

RESUMO

Este trabalho de pesquisa apresenta o cenário do uso final da energia elétrica do setor industrial das micro e pequenas empresas da cidade de Manaus, permitindo identificar os principais fatores de desperdício, o potencial de eficiência energética por uso final de utilização da energia elétrica. A metodologia do trabalho baseou-se numa análise expositiva, a partir de uma pesquisa exploratória, realizada *in loco* nas Micro e Pequenas Empresas, utilizando formulários em formas de planilhas para coleta de dados. Os dados foram qualitativamente e quantitativamente, através de métodos estatísticos, cujos resultados representam toda a população das empresas pesquisadas. Os resultados revelam o potencial de eficiência energética por uso final de energia elétrica (ar condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos) e também por correção do fator de potência, bem como o potencial total para as MEs e PEs e total do setor pesquisado. O potencial de eficiência energética médio global do setor pesquisado apresentou um desperdício médio de 17,9% para PEs e 57,8% para as MEs. Através da comparação dos dados das PEs e MEs, constatou-se que os segmentos estudados das PEs e MEs apresentam características muito semelhantes quanto a sua operacionalidade, entretanto, devido à diferença de porte entre os segmentos foi possível verificar que o maior segmento estudado, o qual é o de panificação, as PEs utilizam uma grande quantidade de energia elétrica no uso final com ar condicionado em relação às MEs. Estes dados apresentam a magnitude do desperdício de energia elétrica nas empresas estudadas, bem como a grande contribuição que estas podem oferecer para um uso mais eficiente e inteligente da energia elétrica.

Palavras chaves: eficiência energética; microempresas e pequenas empresas; cidade de Manaus.

ABSTRACT

This paper work presents the energy final use scenario of electrical energy in the industrial sector of micro and small companies in the city of Manaus, making it possible to allowing the identification of the main wasting factors, the energy efficiency potential per final use of electric energy. The methodology of this work was based upon expositive analyses, from an exploratory research, which was made *in loco* in the Micro and Small Companies, by using application forms made as spreadsheets in order to collect the data. The data was analyzed in terms of quality and quantity, through statistic methods, whose results represent all the population of the researched companies. The results show the efficiency potential for the final use of electrical energy (air conditioning, lightening, refrigeration, electrical engines and other equipments) as well as the correction factor for the MEs and PEs and the total sector researched. The average global efficiency potential of researched sector presented average waste of 17,9% for PEs and 57,8% for MEs. Through the comparisons of the PEs and MEs data, it was found that the studied segments of PEs and MEs present very similar characteristics related to operationality, however, due to the difference of size between the segments, it was possible to find that the biggest segment, which is the bakery segment, the PEs use a great amount of electrical energy in the final use, with air conditioning, when compared to the MEs. This data presents the magnitude of electrical energy waste, as well as the great contribution that they can offer for a more efficient and intelligent use of electrical energy.

Key words: energetic efficiency, micro and small companies, Manaus city.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agencia Nacional do Petróleo
ANSI	American National Standards Institute
BEN	Balanço Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
BSI	British Standards Institute
BTU	British Thermal Unit
CONPET	Programa de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e Gás
Natural	
CONSERVE	Programa de Conservação de Energia no Setor Industrial
EER	Energy Efficiency Rate
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
ESCO's	Empresas de Serviço Conservação de Energia
EUA	Estados Unidos da América
FHO	Fatores Humanos Organizacionais
GEs	Grandes Empresas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
LED	Lighting Emmitted Diodes
LFCs	Lâmpadas Fluorescentes Compactas

LI	Lâmpadas Incandescentes
ME	Micro Empresas
MME	Ministério de Minas e Energia
MPE	Micro e Pequenas Empresas
NBR	Normas Brasileiras
ONS	Operador Nacional do Sistema
PCE	Planejamento Corporativo de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PDCA	Plan, do, check and act
PE	Pequenas Empresas
PGE	Programa de Gestão Energética
PIE	Produtores Independentes de Energia
PIM	Polo Industrial de Manaus
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresa
SIN	Sistema Integrado Nacional
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UTE	Usina Termoelétrica
UHE	Usina Hidrelétrica
ZFM	Zona Franca de Manaus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxo do Processo de Geração de Energia Elétrica Apartir da Queima do Carvão Mineral.....	5
Figura 2 - Sistema de Transmissão 2009-2012.....	7
Figura 3 - Princípio de Aproveitamento de Energia das Quedas d'aguas para Geração de Energia Elétrica	13
Figura 4 - Usina Hidrelétrica (UHE).....	15
Figura 5 - Fluxograma de Três Tipos de Usinas Termelétricas; a Vapor (Rankine), a Gás (Brayton) e Ciclo Combinado.....	17
Figura 6 - O Caminho da Energia Elétrica até o Consumidor.....	19
Figura 7 - Perdas por Região.....	23
Figura 8 - Triângulo de Potência.....	28
Figura 9 - Conta de Energia de um Consumidor do Grupo A.....	31
Figura 10 - Selo Procel de Economia de Energia e Etiqueta de Eficiencia Energética	44
Figura 11- Evolução do Processo de Gestão Estratégica de Energia.....	50
Figura 12- Seguência Metodológica.....	55
Figura 13 - Metodologia da Pesquisa Aplicada no Trabalho.....	56
Figura 14 - Universo da Pesquisa do Censo SEBRAE – AM 2010.....	58
Figura 15- Amperímetro Digital Minipa, Modelo ET- 3200 A.....	66
Figura 16 - Diagrama de um Uso Final De Energia Elétrica com Finalidade de Iluminação...72	
Figura 17 - Luminárias Convencional e Refexiva.....	77
Figura 18 - Luminárias Convencional e Refexiva.....	78
Figura 19 - Rendimentos Nominais Mínimos para o Recebimento do Selo Procel - Linha Padrão.....	84

Figura 20 - Rendimentos Nominais Mínimos para o Recebimento do Selo Procel - Linha Alto Redimento.....	84
Figura 21 - Foto do Sistema de Iluminação de uma das Empresas da Pesquisa.....	96
Figura 22 - Foto do Sistema de Iluminação de uma das Empresas da Pesquisa.....	96
Figura 23 - Foto do Ar condicionado de uma das Empresas da Pesquisa.....	97
Figura 24 - Foto dos Equipamentos de Refrigeração Comercial de uma das Empresas da Pesquisa.....	99
Figura 25- Foto de um Motor Elétrico de uma das Empresas da Pesquisa.....	100
Figura 26- Foto de um Motor Elétrico de uma das Empresas da Pesquisa.....	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Matriz Elétrica Brasileira.....	7
Gráfico 2 - Fontes de Geração na Capacidade Instalada.....	11
Gráfico 3 - Estrutura da Oferta Interna Segundo a Natureza da Fonte Primária de Geração no Brasil.....	21
Gráfico 4 - Composição Setorial do Consumo de Eletricidade.....	21
Gráfico 5 - Consumo de Energia na Cidade de Manaus por Classes de Consumidores.....	22
Gráfico 6 - Consumo por Uso Final de Energia Elétrica no Setor Industrial.....	40
Gráfico 7 - Setores de Atuação das MPEs da Cidade de Manaus.....	57
Gráfico 8 - Setores de Atuação das MPEs Formais da Cidade de Manaus.....	59
Gráfico 9- Pequenas Empresas da Cidade de Manaus por Segmentos.....	60
Gráfico 10 - Micro Empresas Industriais da Cidade de Manaus por Segmentos.....	61
Gráfico 11 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento de Panificação- PEs.....	86
Gráfico 12 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Metal Mecânica.....	88
Gráfico 13 - Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro- PEs.....	89
Gráfico 14 - Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Plástico - PEs.....	91
Gráfico 15 - Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro- PEs.....	93
Gráfico 16 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento de Panificação- MEs.....	108
Gráfico 17 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Metal Mecânica-MEs.....	110

Gráfico 18 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro - MEs.....	111
Gráfico 19 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica das Microempresas da Cidade de Manaus.....	112
Gráfico 20 - Consumo Médio Mensal do Segmento de Panificação das MEs e PEs.....	119
Gráfico 21 - Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento de Panificação das MEs e PEs.....	119
Gráfico 22 - Consumo Médio Mensal do Segmento Metal Mecânica das MEs e PEs.....	120
Gráfico 23 - Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento Metal Mecânica das MEs e PEs.....	121
Gráfico 24 - Consumo Médio Mensal do Segmento Moveleiro das MEs e PEs.....	121
Gráfico 25 - Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento Moveleiro das MEs e PEs.....	122
Gráfico 26 - Consumo Médio Mensal Global das MEs e PEs.....	122
Gráfico 27 - Consumo Médio Mensal Global por Uso Final das MEs e PEs.....	123
Gráfico 28 - Potencial de Eficientização Global das MEs e Pes.....	124
Gráfico 29 - Impacto das Ações de Eficientização na Fatura de Energia Elétrica das PEs ..	126
Gráfico 30 - Impacto das Ações de Eficientização na Fatura de Energia Elétrica das MEs ..	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade Instalada do SIN.....	12
Tabela 2 - Classificação do Porte das Empresas pelo SEBRAE.....	33
Tabela 3 - Pequenas Empresas Pesquisadas Por Segmentos	60
Tabela 4 - Micro Empresas Pesquisadas Por Segmentos.....	61
Tabela 5 - Estratos Populacionais, Segundo Tipo de Empresa e Segmento.....	62
Tabela 6 - Amostragem Estratificada Proporcional, Segundo Tipo de Empresa e Segmento..	64
Tabela 7 - Comparativo de Potências Entre LFCs e LIs.....	74
Tabela 8 - Sensores de Presença: Potenciais de Conservação.....	76
Tabela 9 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento de Panificação – Pequenas Empresas.....	85
Tabela 10 - Demanda Média, Fator De Potência e Fator De Carga, Estratificada da Pesquisa do Segmento de Panificação – Pequenas Empresas.....	86
Tabela 11 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Pequenas Empresas.....	87
Tabela 12 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Pequenas Empresas.....	88
Tabela 13 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Moveleiro – Pequenas Empresas.....	89
Tabela 14 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Moveleiro – Pequenas Empresas.....	90
Tabela 15 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Plástico – Pequenas Empresas.....	90
Tabela 16 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Plástico – Pequenas Empresas.....	92
Tabela 17 - Consumo Médio Global das Pequenas Empresas Industriais da Cidade de Manaus.....	93
Tabela 18 - Medidas Descritivas para o Consumo Global das Pequenas Empresas Industriais.....	94

Tabela 19 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga das Pequenas Empresas Industriais da Cidade de Manaus.....	94
Tabela 20- Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência.....	102
Tabela 21- Potencial de Eficientização Médio por Substituição.....	103
Tabela 22- Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Luminárias.....	104
Tabela 23- Potencial de Eficientização Médio por Troca de Motores Elétricos.....	106
Tabela 24- Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas.....	106
Tabela 25 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento de Panificação – Microempresas.....	108
Tabela 26 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Microempresas.....	109
Tabela 27 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Moveleiro – Microempresas.....	110
Tabela 28 - Consumo Médio Global das Microempresas Industriais da Cidade de Manaus.....	113
Tabela 29- Potencial de Eficientização Médio por Substituição.....	115
Tabela 30- Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Luminárias mais Eficientes e Reatores Eletromecânicos por Eletrônicos.....	116
Tabela 31- Potencial de Eficientização Médio por Troca de Motores Elétricos.....	117
Tabela 32- Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas.....	118
Tabela 33 - Potencial de Eficientização Médio Global das PEs, MEs e Total (MEs +PEs).....	123

SUMÁRIO

Dedicatória	iii
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
SUMÁRIO	xv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Geral.....	2
1.1.2 Específicos.....	2
1.2 Estrutura do trabalho	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Energia	4
2.2 Matriz Elétrica Nacional	6
2.2.1 O Cenário Elétrico do Amazonas e Manaus.....	8
2.3 Sistema Elétrico Nacional	10
2.3.1 Geração.....	12
2.3.2 Transmissão	17
2.3.3 Distribuição.....	18
2.3.4 Utilização.....	20
2.4 Perdas no Sistema Elétrico de Distribuição	22
2.5 Faturamentos de Energia Elétrica	24
2.5.1 Utrapassagem de Demanda.....	27
2.5.2 Energia e Demandas Reativas Excedentes	27

2.5.3 Fator de Carga.....	29
2.5.4 Contas de Energia Elétrica	30
2.6 Micro e Pequenas Empresas	31
2.6.1 Classificação e Regulamentação das MPÉs no Brasil	33
2.6.2 Caracterização das Micro e Pequenas Empresas	33
2.7 Eficiência Energética.....	34
2.7.1 Eficiência Energética e Meio Ambiente.....	35
2.7.2 Barreiras para o Uso Eficiente de Energia.....	36
2.7.3 Barreiras para Uso Eficiente de Energia nas Micro e Pequenas Empresas.....	39
2.7.4 Perfil de Utilização de Energia no Setor Industrial.....	40
2.8 Principais Programas de Conservação de Energia no Brasil	43
2.9 Gestão da Energia	45
2.9.1 Evolução da Gestão da Energia em Países Desenvolvidos e no Brasil.....	46
2.9.2 A Gestão Estratégica de Energia.....	49
2.9.3 A Gestão da Energia e Seus Indicadores	50
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	54
3.1 Tipologia da Pesquisa.....	55
3.2 Delimitação da Pesquisa.....	57
3.3 População e Tamanho da Amostra.....	58
3.4 Coleta de Dados.....	64
3.5 Tabulações e Análise dos Dados	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1 Sistemas de Ar condicionado	68
4.1.1 A Eficiência de Sistema de Ar condicionado	69
4.2 Iluminação	72
4.2.1 Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação	73
4.3 Refrigeração Comercial	78
4.3.1 Eficiência Energética em Refrigeração Comercial	81
4.4 Eficiência Energética em Motores Elétricos de Indução	82
4.5 Resultados dos Dados das PEs Industriais da Cidade de Manaus	85
4.5.1 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento de Panificação.....	85
4.5.2 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Metal Mecânica	87
4.5.3 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Moveleiro	89
4.5.4 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Plástico	90
4.5.5 Resultado Global dos Dados das PEs Industriais da Cidade de Manaus	92
4.5.6 Potencial de Conservação no Uso Final - Iluminação	95
4.5.7 Potencial de Conservação no Uso Final – Ar condicionado	96

4.5.8 Potencial de Conservação no Uso Final- Refrigeração	98
4.5.9 Potencial de Conservação no Uso Final-Motores Elétricos	99
4.6 Potencial de Eficientização Energética Médio Global para as PEs	101
4.6.1 Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência.....	101
4.6.2 Potencial de Eficientização Médio por Troca de Ar condicionado	102
4.6.3 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Lâmpadas e/ou Sistemas	104
4.6.4 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Motores Elétricos.....	105
4.6.5 Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas	106
4.7 Resultados dos Dados das MEs Industriais da Cidade de Manaus	107
4.7.1 Resultados dos Dados das Microempresas Industriais do Segmento de Panificação ...	107
4.7.2 Resultados dos Dados das MEs Industriais do Segmento de Metal Mecânica.....	109
4.7.3 Resultados dos Dados das MEs Industriais do Segmento Moveleiro	110
4.7.4 Resultado Global dos Dados das MEs Industriais da Cidade de Manaus	111
4.7.5 Potencial de Conservação no Uso Final-Iluminação	114
4.7.6 Potencial de Conservação no Uso Final- Ar condicionado	114
4.7.7 Potencial de Conservação no Uso Final- Refrigeração	114
4.7.8 Potencial de Conservação no Uso Final- Motores Elétricos	114
4.8 Potencial de Eficientização Energética Médio Global para as MEs.....	114
4.8.1 Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência.....	114
4.8.2 Potencial de Eficientização Médio por Troca de Ar condicionado	115
4.8.3 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Lâmpadas e/ou Sistemas	116
4.8.4 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Motores Elétricos.....	117
4.8.5 Potencial de Eficientização Médio Global das MEs	118
4.8.6 Comparação do Consumo de Energia Elétrica e do Uso Final Entre os Segmentos das MEs e PEs.	119
4.8.7 Comparação Global do Consumo Médio Mensal e dos Pontencial de Eficientização entre as MEs e PEs.....	122
4.8.8 Priorização das Ações de Eficientização.	125
CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
APÊNDICE	138
APÊNDICE A - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas <i>In Loco</i>	138
APÊNDICE B - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas <i>In Loco</i>	138
APÊNDICE C - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas <i>In Loco</i>	139
APÊNDICE D - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas <i>In Loco</i>	140

APÊNDICE E - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas *In Loco* 141
APÊNDICE F - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas *In Loco* 142

1 INTRODUÇÃO

Como resultado das crises do petróleo nas décadas de 70 e 80, os países procuraram reduzir a dependência do óleo importado. Ainda hoje, a segurança energética mantém-se como fator crítico no debate internacional. Além disso, as questões ambientais surgiram como preocupações crescentes em todos os países. As emissões de gases do efeito estufa provenientes do setor energético, por exemplo, ilustram os desafios adicionados para a sustentabilidade ambiental do setor.

A economia de energia que seguiu após as crises energéticas mostrou que o crescimento econômico pode ser desacoplado do uso de energia, assim como as emissões de CO₂. Além disso, percebeu-se que o custo de economizar um determinado montante de energia é menor que produzir este mesmo montante.

Em todos os processos que utilizam a energia elétrica, essa passa a ser parte dos custos de qualquer produto ou serviço realizado com sua contribuição. Sendo assim, controlar os gastos com energia elétrica em toda a organização é primordial para melhorar a competitividade e sustentabilidade ambiental da empresa diante do mercado.

No setor industrial brasileiro, grande parte das ações institucionais foi voltada para eficiência energética nas indústrias de maior porte. Também foram criados programas para atender as necessidades das micro e pequenas indústrias, contudo sempre tiveram menos recursos ou foram mal orientados. Por outro lado no Brasil as micro e pequenas empresas são a vasta maioria e contribuem com elevado consumo de energia elétrica.

O uso eficiente da energia elétrica nas empresas é necessário para redução de custos. Desta forma, a realização de um diagnóstico, que mostre como a energia elétrica é utilizada em relação ao seu uso final é de grande importância para propor soluções que visam conservar e potencializar o uso desta energia.

Assim, o diagnóstico do uso de energia elétrica é um procedimento que permite identificar o uso final da energia elétrica e a eficiência dos sistemas analisados, bem como calcular os respectivos potenciais de conservação dos usos finais considerados. Conhecendo esses potenciais, é possível analisar a viabilidade econômica das soluções propostas, devendo ser adotadas as que apresentarem maiores vantagens técnicas e econômicas.

Desta forma, este trabalho pretende contribuir com o uso racional e eficiente de energia elétrica nas micro e pequenas empresas do setor industrial do município de Manaus apresentando o cenário do uso final da energia elétrica no setor pesquisado e os principais fatores de desperdícios, seus potenciais de efficientização e os impactos do consumo total de energia.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Elaborar o cenário do uso final da energia elétrica do setor industrial das micro e pequenas empresas do município de Manaus, levantando os principais fatores de desperdícios, seus potenciais de efficientização e os impactos do consumo total de energia elétrica.

1.1.2 Específicos

- Desagregar o consumo final de energia elétrica por uso final;
- Identificar os principais fatores de desperdícios de energia elétrica, bem como sua representatividade nas micro e pequenas empresas em estudo;
- Avaliar quantitativamente a contribuição de cada fator de desperdícios na redução de consumo de energia elétrica;
- Determinar o potencial de efficientização da energia elétrica, médio e global, considerando a ação conjunta de todos os potenciais de efficientização;
- Determinar o potencial de efficientização da energia elétrica total, considerando a aplicabilidade das ações nas empresas estudadas;

- Definir a ordem de prioridades das ações de efficientização da energia elétrica, tanto para as microempresas como para as empresas de pequeno porte;
- Comparar as micro e pequenas empresas em relação às amplitudes dos seus potenciais de efficientização.

1.2 Estrutura do trabalho

O trabalho é apresentado em quatro capítulos. Na introdução realiza-se a contextualização da energia, apresentando os aspectos relevantes sobre a utilização da energia, os impactos sobre o meio ambiente, os custos nas empresas, o objetivo geral, específicos e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é feita uma revisão bibliográfica sobre os temas abordados no trabalho como: Energia, Conservação de energia, Matriz elétrica Nacional, Matriz elétrica de Manaus, Sistemas Elétrico Nacional, Faturamento de energia elétrica, Classificação dos consumidores, Perdas no sistema elétrico de distribuição, Estrutura tarifária, Micro e Pequenas Empresas, Eficiência energética no setor industrial, Principais programas de conservação de energia no Brasil e Gestão Energética.

O capítulo 3 trata da metodologia utilizada na confecção do trabalho, apresentando-se a área de estudo, delimitação da população, seleção da amostra, procedimentos da pesquisa de campo, tabulações e análise dos dados.

Dando prosseguimento, o capítulo 4 traz os resultados e discussões sobre a caracterização do cenário da pesquisa, através de dados sócio-econômicos e energéticos.

Por fim, a partir dos resultados observados, realizam-se as conclusões da dissertação e as recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Energia

A energia é um insumo primário para a subsistência do homem, praticamente utilizada em todas as atividades da sociedade moderna, produzindo bens e serviços, substituindo o trabalho humano ou fornecendo conforto.

Existem várias definições para a energia, podendo ser citadas: capacidade de produzir trabalho, ou de produzir mudanças (CENGEL E BOLES, 1998). Uma definição completa, segundo Radovic (2009), considera a energia uma propriedade da matéria que pode ser convertida em trabalho, calor ou radiação.

A energia está associada à capacidade de produção de trabalho dos músculos humanos e também, a uma grande variedades de fontes de energia, que são usualmente clasificadas como fontes renováveis (e.g., biomassa e energia hídrica) e não renováveis (e.g., petróleo e gás natural).

Com o advento da Revolução Industrial, no século XVIII, as fontes energéticas não renováveis passaram a ser intensamente empregadas, substituindo as fontes renováveis até então empregadas em larga escala, tais como a energia hidráulica (moinho d'água) e a energia eólica (moinho de vento) (HÉMERY et al., 1993). A partir de então a agressão antropogênica ao meio ambiente se intensificou, devido o continuo aumento populacional e da demanda crescente de bens e serviços, principalmente nos países desenvolvidos (GOLDEMBERG, 1998).

As fontes de energia se caracterizam por apresentar uma disponibilidade natural de energia, mas que, em raras situações se apresenta diretamente na forma como pode ser utilizada. Em geral, no uso da energia, são necessárias transformações ou conversões de uma forma de energia em outra.

A energia na forma direta, como é provida pela natureza, é definida como energia primária. As principais fontes de energia primária são: hidrelétricas, o petróleo, o gás natural, o carvão mineral, o minério de urânio, os resíduos (vegetais e animais), a energia eólica e a energia solar.

Outra definição importante é a da energia secundária, a qual é o resultado dos diferentes centros de transformação, tendo como destino os diversos setores de consumo ou, eventualmente, outro centro de transformação. A energia final, por sua vez, é definida como a energia na forma como é recebida pelo usuário, nos diferentes setores, seja na forma primária, seja na forma secundária.

A energia final apenas representa a forma em que a energia é comercializada. Nos setores de consumo ainda é necessário converter a energia final para o atendimento das necessidades de iluminação, força motriz, calor de processo etc. A energia na forma em que é demandada pelos consumidores recebe o nome de energia útil.

A Figura 1 exemplifica os conceitos apresentados para um processo de geração de energia elétrica partir da queima de carvão mineral e posterior utilização final sob a forma de iluminação.

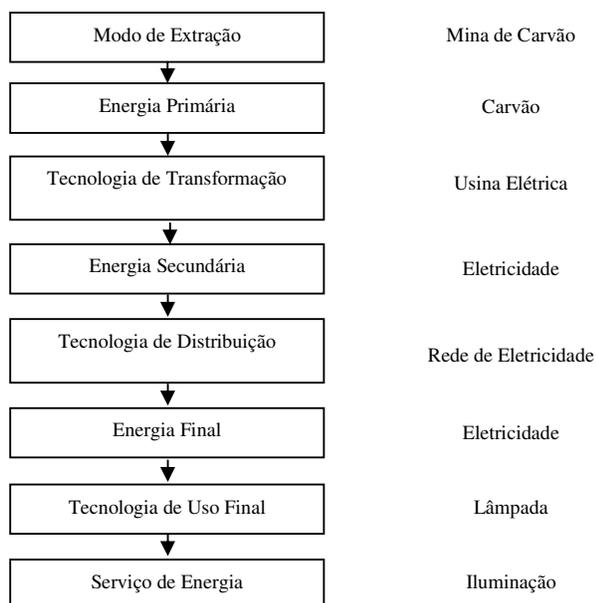


Figura 1 - Fluxo do Processo de Geração de Energia Elétrica Apartir da Queima do Carvão Mineral.
Fonte: Saidel e Fadiga, 2005.

2.2 Matriz Elétrica Nacional

O Brasil dispõe de um vasto potencial hídrico, em torno de 260GW, que pode ser utilizado para geração de energia elétrica (ANEEL, 2005b). Isso configura uma vantagem competitiva indiscutível, uma vez que a geração de energia elétrica utilizando recursos hídricos é uma das formas mais baratas e eficientes de produzir eletricidade, além de ser, reconhecidamente, um dos processos que apresenta o menor nível de poluição atmosférica (impacto ambiental) durante a operação (ANEEL, 2005b).

O Setor Elétrico Brasileiro possui características únicas que o diferencia de qualquer outro no mundo. Esse aspecto contribui para a dificuldade na consolidação de um ambiente competitivo advindo de uma base de produção hídrica, sistema de transmissão ainda em franca expansão e de dimensões continentais, além da concentração excessiva de carga em algumas regiões do país em contraste com outras de desenvolvimento ainda incipiente.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (MME), a geração hidráulica correspondeu, em 2008, a cerca de 85,5% da produção de energia no Brasil, com a geração térmica, sob as diferentes formas (gás natural, óleo diesel, carvão, nuclear e biomassa) situando-se em valores da ordem de 14%. No Gráfico 1, pode-se observar a matriz elétrica brasileira que, apesar de possuir forte dependência da geração hidráulica têm-se diversificado ao longo dos anos.

Em função das características do parque gerador brasileiro a operação otimizada do sistema exige que o despacho seja realizado de forma centralizada e coordenada, pois a grande maioria dos reservatórios de água das usinas hidráulicas é utilizada de forma planejada para que se possa obter o máximo proveito da diversidade pluviométrica e complementaridade das diferentes bacias hidrográficas existentes, o que somente poderá ocorrer se suportado por um sistema de transmissão robusto e confiável.

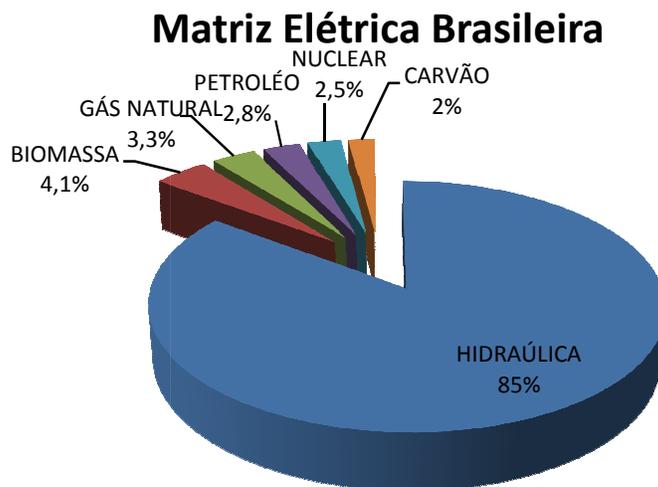


Gráfico 1 - Matriz Elétrica Brasileira.
Fonte: ANEEL, 2008.

A Figura 2, a seguir, apresenta o sistema de transmissão considerando o horizonte 2009-2012.

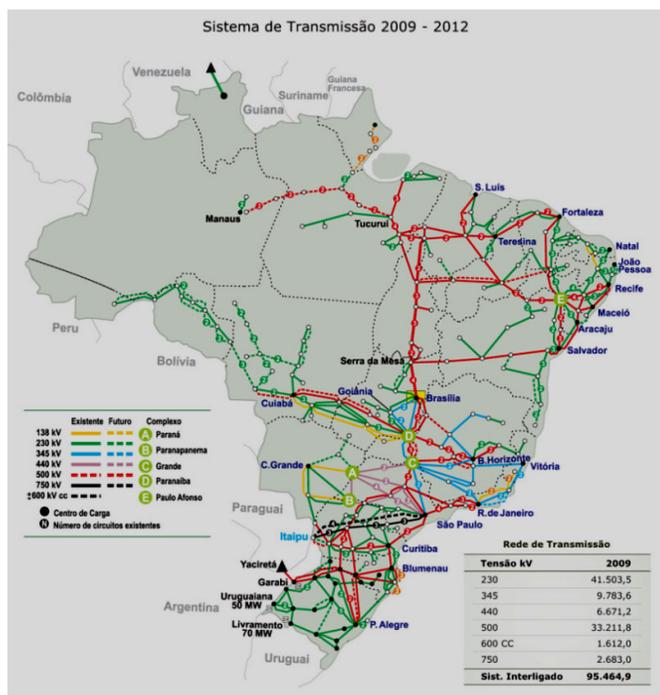


Figura 2 - Sistema de Transmissão 2009-2012.
Fonte: ONS, 2010.

Segundo dados consolidados da ANEEL, o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) possuía, em 2009, uma malha de transmissão de 95.464,9 km de linhas de transmissão com tensão acima de 230 kV, com um crescimento médio de 3,1% ao ano, atendendo um mercado de aproximadamente 61,5 milhões de unidades consumidoras, atingindo cerca de 99% da população brasileira, consolidando a energia elétrica como o segmento de infraestrutura mais universalizado do país (ANEEL, 2009).

2.2.1 O Cenário Elétrico do Amazonas e Manaus

O Estado do Amazonas, por estar localizado na Amazônia, enfrenta sempre as grandes distâncias e a baixa densidade demográfica. Essas condições geográficas e ambientais despontam como fatores que dificultam o suprimento de energia no estado. Diferentemente das outras regiões do país, que são atendidas pelo Sistema Elétrico Interligado, de base eminentemente hídrica, esta região é suprida predominantemente por sistemas isolados. Estes são assim chamados por não estarem interligados à rede de transmissão nacional.

Nos Sistemas Isolados a principal forma de suprimento de energia elétrica para populações das sedes municipais, exceto algumas capitais dos estados, tem sido a geração térmica usando óleo Diesel. Nas comunidades dispersas predominam os sistemas motor-gerador a Diesel, geralmente doado às comunidades pelas prefeituras municipais.

Com aproximadamente 50% (IBGE, 2000) da população do Amazonas, Manaus é a capital e a cidade com maior concentração da população total do estado, o que gera problemas diversos, como o surgimento de favelas, aumento da criminalidade, além de problemas de infra-estrutura, como falta de água encanada e de rede de esgoto, especialmente nas invasões periféricas da cidade. De forma oposta, o interior do estado foi esvaziando-se nos últimos anos, devido à Zona Franca de Manaus (ZFM), criada pelo Decreto nº 288, de 28 de fevereiro de 1967 (SUFRAMA, 2005).

Manaus é o principal centro econômico-industrial do Amazonas, sendo responsável por mais de 80% da arrecadação do Estado, cerca de 82% do produto interno bruto(PIB) estadual e respondendo, ainda, por cerca de 70% da produção industrial da região. Esta tamanha disparidade em relação ao restante do Estado mostra que a economia Manauense é sustentada quase que exclusivamente pela ZFM (SUFRAMA, 2005).

O mercado do Estado do Amazonas de energia elétrica é o maior Sistema Isolado do mundo, sendo atendido pela Eletrobrás Amazonas Energia, que é uma empresa de distribuição de energia elétrica da Eletrobrás, que nasceu em 2009 da fusão da antiga Manaus Energia S/A com a Companhia Energética do Amazonas (ELETROBRÁS, 2010).

O sistema elétrico do município de Manaus totalizava, em 2009, uma capacidade efetiva de geração de 1.2297,5 MW, distribuídos em unidades geradoras da Amazonas Energia e os Produtores Independentes de Energia (PIEs), onde está distribuído da seguinte forma (ELETROBRÁS AMAZONAS ENERGIA, 2009):

- Amazonas Energia: parque hidrotérmico, distribuídas em duas termelétricas, UTE de Aparecida e UTE de Mauá com a incorporação das plantas A, B, D e W da EL Passo e uma hidrelétrica (UHE Balbina);
- CGE: constituído por duas usinas termelétricas (Cidade Nova, Flores e São José);
- Geradora de Energia do Amazonas S/A;
- Companhia Energética Manauara;
- Rio Amazonas Energia S/A;
- Breitener Tambaqui S/A;
- Breitener Jaraqui S/A.

2.3 Sistema Elétrico Nacional

No século passado, com o crescimento tecnológico, a sociedade vem se tornando extremamente dependente da energia elétrica, tanto no setor industrial, que tem seus sistemas de produção melhorados e automatizados, quanto no setor residencial, com utilização cada vez maior de facilidades e aparelhos que consomem uma quantidade expressiva de energia elétrica.

A elevada e crescente procura por energia elétrica faz com que os sistemas responsáveis pela geração e transmissão assumam grandes compromissos com a sociedade, tornando-se imprescindível um bom gerenciamento dos recursos utilizados na obtenção da eletricidade, a fim de garantir que toda a demanda seja suprida com confiabilidade e a baixos custos.

O Sistema Elétrico Nacional é composto pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) e pelos Sistemas Isolados, localizados, principalmente no norte do Brasil. Conforme a ANEEL (2008), os sistemas isolados cobrem quase 50% do território brasileiro e consomem aproximadamente 3% da energia elétrica utilizada no país.

Atualmente, o SIN abrange as regiões Sul, Sudeste, Centro-oeste, Nordeste e parte da região Norte e os Sistemas Isolados estão localizados basicamente na região Amazônica. O SIN, por sua vez é um sistema hidrotérmico de grande porte, com mais de 100GW de potência instalada, sendo que 69,2% da geração de energia elétrica é fonte hídrica, conforme pode-se observar no Gráfico 2.

A operação do SIN é realizada de forma centralizada pela Operadora Nacional do Sistema (ONS), que visa garantir a segurança operativa do sistema e a otimização na utilização dos recursos eletroenergéticos. A operação centralizada do SIN procura atender aos requisitos da carga, considerando as condições técnicas e econômicas para despacho das usinas, as necessidades de energia dos agentes de consumo, os mecanismos de segurança

operativa, as restrições de transmissão, o custo do déficit de energia e as interligações internacionais (ONS, 2008).

O SIN, para atender o mercado, depende fortemente dos níveis de armazenamento dos reservatórios, das afluências das usinas hidroelétricas e da disponibilidade de geração térmica complementar ao parque hidrelétrico existente.

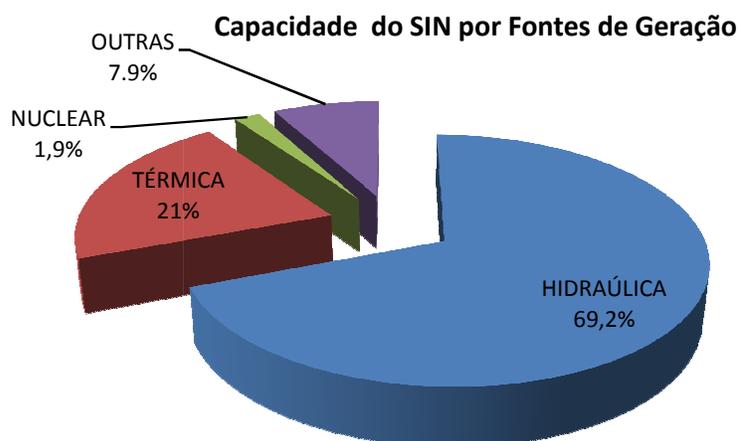


Gráfico 2 - Fontes de Geração na Capacidade Instalada.
Fonte: ANEEL, 2008.

A capacidade instalada no SIN no final de 2008 era de 102.623 MW, excluindo a parcela de energia elétrica que vai para o Paraguai, via Itaipu, segundo o Banco de Informações de Geração disponibilizado pela ANEEL.

Segundo a ANEEL (2008), está previsto para os próximos anos a adição de mais 37GW na capacidade de geração, dos quais 53% em geração hidraúlica, 38,6% em geração térmica e 7,5% em geração eólica. O aumento nas outras fontes é devido a exigências ambientais para construção de usinas hidroelétricas.

A Tabela 1 apresenta a capacidade instalada por fonte de geração, destacando a parcela de Itaipu (50 Hz) disponível para o Brasil.

Tabela 1 - Capacidade Instalada do SIN

Capacidade Instalada do SIN (MW)		
Hidráulica	74.901	69,2%
Térmica	22.758	21,0%
Nuclear	2.007	1,9%
PCH	2.466	2,3%
Eólica	338	0,3%
Outras	153	0,1%
SubTotal	102.623	
Itaipu 50 Hz (Paraguai)	5.650	5,2%
TOTAL	108.273	100%

Fonte: ANEEL, 2008.

2.3.1 Geração

Os sistemas de geração de energia elétrica podem ser classificados de acordo com as fontes primárias de energia que utilizam. De uma forma geral estas fontes podem ser renováveis, como no caso da energia eólica, hidráulica ou oriunda da biomassa; ou podem ser não-renováveis, como no caso da energia térmica (de centrais térmicas), sendo a fonte de energia oriunda de derivados do petróleo ou ainda de origem nuclear. Dependendo do tipo da fonte de energia primária, podem envolver ainda recursos adicionais para transporte, armazenamento, reciclagem, ou ainda a eliminação de resíduos não desejáveis resultantes do processamento da fonte primária de energia. No entanto, qualquer que seja a fonte primária utilizada, sempre haverá algum impacto ao meio ambiente.

Apesar de existirem vários sistemas de geração de energia elétrica, em se tratando de quantidades para consumo da sociedade, as opções diminuem. A seguir será discutida a geração de energia elétrica a partir das centrais hidroelétricas e térmicas, que são fontes tradicionais que compõem a base do Sistema Elétrico Nacional.

2.3.1.1 Centrais Hidrelétricas

A predominância de fontes hidráulicas no parque gerador do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) faz com que tanto o planejamento quanto a operação tenham algumas características peculiares, sobretudo no que diz respeito à fonte primária utilizada, a água, que tem uma disponibilidade bastante irregular em sua forma natural. Para reduzir o efeito dessa irregularidade, várias usinas contam com grandes reservatórios de acumulação, denominados reservatórios de regulação plurianual, os quais têm o objetivo de “amortecer” as variações anuais das aflúências. Estes devem elevar as vazões nos períodos de seca e reduzi-las, através do armazenamento, nas estações chuvosas, tornando a distribuição de água disponível para geração ao longo do ano a mais uniforme possível.

Uma usina hidrelétrica funciona com base no princípio do aproveitamento da energia potencial das águas dos rios, transformando essa energia em eletricidade, como se pode observar na Figura 3.

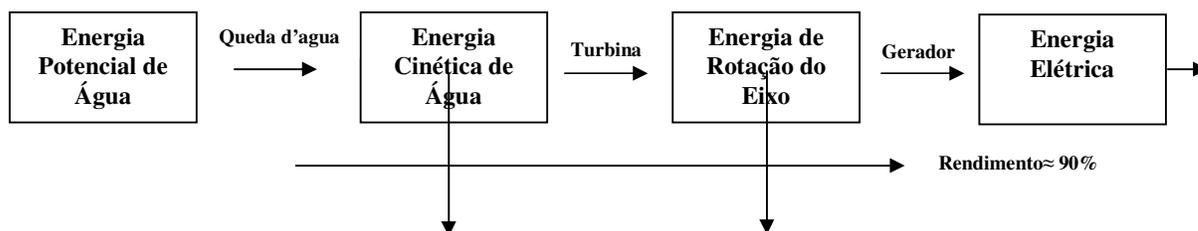


Figura 3 - Princípio de Aproveitamento de Energia das Quedas d'água para Geração de Energia Elétrica
Fonte: Rosa, L.P, 1985.

A energia potencial da queda d'água transforma-se em energia cinética. Esta quantidade de energia é suficiente para o acionamento do eixo da turbina, que está acoplada a um gerador de energia elétrica. O rendimento desse processo de transformação pode chegar a 90%, e quando comparado com a eficiência das centrais térmicas, é bastante elevado.

As centrais hidroelétricas são classificadas, quanto à forma de captação, em centrais de derivação ou desvio e centrais de represamento. Nas centrais de represamento, muitos dos

componentes de centrais hidrelétricas podem ser suprimidos de modo a simplificar o aproveitamento, reduzindo seus custos. Também são classificadas, quanto à potência, em microcentrais, minicentrais, pequenas centrais, médias e grandes, cujas potências limites são respectivamente, 100, 1000, 30000, 100000, e maiores de 100000 kW (De acordo com a portaria ANEEL 394 de 4/12/1998). Outra classificação é quanto às dimensões de queda em baixíssima queda, baixa queda, média queda e alta queda, cujas cotas limites são respectivamente: 10, 50, 250, e maiores que 250 metros. Por fim, podem ser classificadas, também, quanto à forma de utilização das vazões naturais, em centrais a fio d'água e centrais com regularização diária, semanal, anual e plurianual, bem como, em função dentro do sistema interligado, em centrais de base, flutuantes e de ponta. Sendo que esta última classificação não se restringe a centrais hidráulicas.

As usinas hidrelétricas, Figura 4, são basicamente formadas por barragem, sistema de adução, casa de força e vertedouro, que apresentam as seguintes funções segundo Tolmasquim (2005):

- **Barragem** – Armazenar água para gerar energia nos períodos de cheia e formação da queda d'água quando não houver desnível adequado para geração. O acúmulo desta água forma o reservatório que pode propiciar o controle das vazões naturais dos rios afluentes, condição esta estratégica na geração de energia.
- **Sistema de adução** – Captar a água do reservatório através de canais, túneis ou condutos metálicos, e conduzi-la até as turbinas que estão na casa de força.
- **Casa de Força** – É onde estão as turbinas que, através da água vinda do sistema de adução, transformam a energia cinética em mecânica, e o gerador transforma a energia mecânica em eletricidade. A água, após passar pelas

turbinas sai no canal de fuga, posteriormente voltando ao leito do rio, seguindo seu curso normal.

- **Vertedouro** – Controlar o escoamento e medição das vazões, liberar o excesso do fluxo d'água que não pode ser armazenado no reservatório e absorvido pela geração da hidrelétrica, conseqüentemente garantindo a integridade da barragem devido a vazões máximas.



Figura 4 - Usina Hidrelétrica (UHE).
Fonte: Adaptado de Empresa de Geração.

2.3.1.2 Centrais Termelétricas

A geração da usina termelétrica se baseia na transformação da energia térmica em energia mecânica, e desta, em energia elétrica. A produção de energia térmica pode acontecer pela combustão de combustíveis fósseis, que aproveita a energia química de suas ligações moleculares, ou pela fissão nuclear dos combustíveis radioativos, que transforma matéria em energia. Neste último caso a usina é chamada de termonuclear ou somente nuclear.

Os combustíveis utilizados nas centrais termelétricas são o petróleo e seus derivados, gás natural, gases provenientes da biomassa, como biodigestores, bagaço de cana, além de outros gases de origem mineral. Já as usinas nucleares utilizam como combustíveis elementos

pesados, como o urânio, o plutônio e o tório, entre outros. A energia é produzida por um processo de fissão, no qual se libera calor.

O processo de geração de uma Usina Termoelétrica (UTE) de grande porte começa com o aquecimento de um fluido que, ao entrar na turbina, se expande realizando trabalho e fazendo-a girar. Este movimento de rotação é transmitido para o eixo de um gerador elétrico acoplado ao da turbina, que transforma energia mecânica em eletricidade. O aquecimento do fluido de trabalho pode acontecer por combustão externa, onde o combustível aquece uma unidade de geração de vapor e não entra em contato com o fluido, ou a partir de combustão interna que se efetua sobre uma mistura de ar e combustível, constituindo um fluido de trabalho que será o conjunto de gases provenientes dessa combustão.

As usinas que utilizam exclusivamente uma unidade de geração de vapor são conhecidas como termelétricas a vapor, que se baseiam no Ciclo Rankine, operando com eficiência muito baixa (25 a 30%) em relação aos padrões atuais, e podem utilizar diversos tipos de combustíveis, como óleo combustível, óleo diesel, carvão, gás natural e biomassa. Até os anos 90, a geração térmica do Sistema Interligado Nacional provinha totalmente destes tipos de usinas, movidas a carvão e a óleo combustível, conhecidas como termelétricas convencionais (TOLMASQUIM, 2005).

Para que uma térmica possa funcionar com um sistema de combustão interna, é necessário que o seu combustível seja limpo, como o gás natural. As usinas que geram energia a partir de uma turbina a gás baseiam-se no Ciclo Brayton, de eficiência um pouco superior a das termelétricas a vapor devido a um maior pico de temperatura, 1260°C contra 540°C no Ciclo Rankine.

Outro tipo de tecnologia de geração térmica de uso relativamente recente é a do ciclo combinado, onde os dois tipos previamente descritos são acoplados. Isto é, os gases de

exaustão da turbina a gás transferem calor para o gerador de vapor. A Figura 5 apresenta um esquema simplificado do funcionamento destes três tipos de usina.

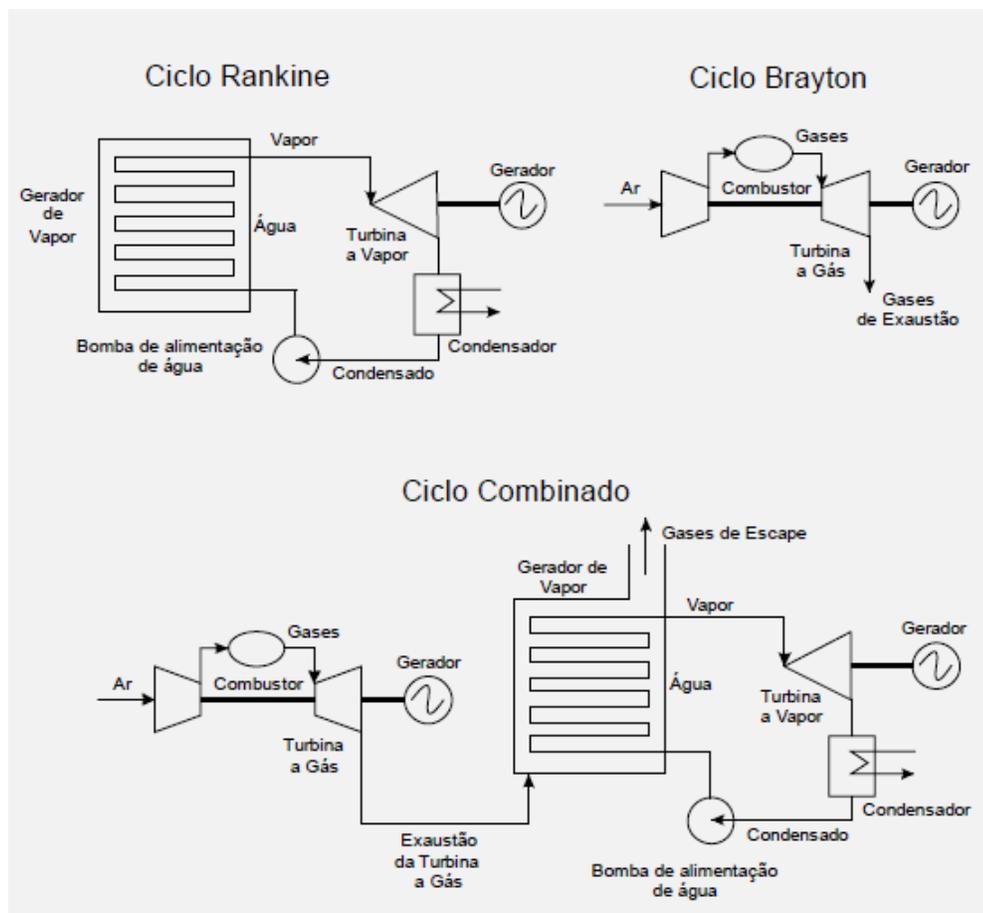


Figura 5 - Fluxograma de Três Tipos de Usinas Termelétricas; a Vapor (Rankine), a Gás (Brayton) e Ciclo Combinado.
Fonte: Tolmasquim, 2005.

2.3.2 Transmissão

Devido à grande extensão do território brasileiro e da predominância de geração hidroelétrica, um sistema de transmissão confiável e robusto é importante para o atendimento energético do país. O sistema de transmissão de energia elétrica brasileiro serve para a distribuição espacial da energia gerada, conectando as usinas geradoras às subestações de distribuição e, também, interligar as diferentes bacias hidrográficas.

Para transmissão da energia elétrica gerada pelos sistemas de geração é necessário a elevação da tensão, de modo a evitar perdas excessivas de energia. A energia transmitida sofre perdas devido ao aquecimento dos condutores e irradiação eletromagnética. As perdas devido ao aquecimento dos condutores são proporcionais a $R.I^2$, onde R é a resistência própria do condutor e I o módulo da corrente elétrica que circula pela linha de transmissão. Como a potência transmitida é proporcional a V.I, para se transportar uma determinada potência, com tensões elevadas requer uma intensidade menor de corrente, quando comparada a situações de tensões inferiores, diminuindo as perdas. Assim, a energia elétrica gerada passa por uma subestação elevadora, que faz a transformação de tensão a níveis mais adequados a transmissão.

Conforme Resolução ANEEL n°. 67/ 2004, as instalações de transmissão concebidas em tensões de até 750 kV, para interligação entre os grandes centros de carga e de produção, destinam-se à formação da Rede Básica do SIN, fundamentalmente caracterizada pelo nível de tensão igual ou superior a 230 kV. Também enquadram-se na transmissão as demais instalações de transmissão, que são as linhas disponibilizadas às concessionárias ou permissionárias de distribuição e às centrais de geração. As instalações de distribuição são exploradas por uma concessionária ou permissionária de distribuição, vinculadas à prestação de serviço público. A distribuição é responsável pelo suprimento dos centros urbanos, de médias a baixas tensões de fornecimento, entre 69 kV e 127 V.

2.3.3 Distribuição

Um sistema de distribuição de energia elétrica é definido, tecnicamente, como uma rede física de transmissão de baixa voltagem, conectada a linhas de transmissão de alta voltagem ou diretamente a plantas geradoras. O sistema de distribuição representa o varejo do mercado regulado e cativo de energia elétrica, fazendo a interface entre a concessionária e os consumidores (IBID., p. 59).

Segundo Creder (1991), a distribuição corresponde à parte do sistema elétrico já dentro dos centros de utilização (cidades, bairros e indústrias). Conforme Figura 6, a distribuição começa na subestação abaixadora onde a tensão da linha de transmissão é reduzida para valores padronizados nas redes de distribuição primária (ex. 13,8 kV e 34,5 kV). Das subestações de distribuição primária partem as redes de distribuição de alta tensão e destas, através dos transformadores AT/BT, às redes de distribuição secundária ou de baixa tensão, ou seja, as redes com tensão de utilização trifásica (ex. 220/127 V) e monofásica (ex. 254/127 V).

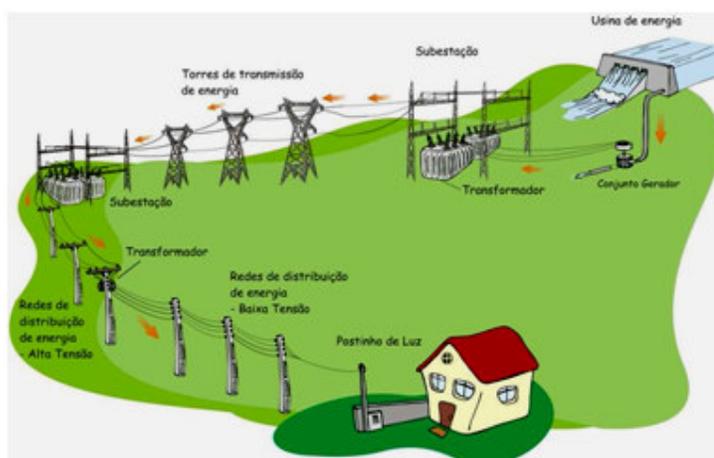


Figura 6 - O Caminho da Energia Elétrica até o Consumidor.
Fonte: Adaptado do Site da Companhia Paranaense de Energia, 2010.

As redes de distribuição dentro dos centros urbanos podem ser aéreas ou subterrâneas. Nas redes aéreas, os transformadores podem ser montados em postes ou em subestações abrigadas, nas redes subterrâneas os transformadores devem ser montados em câmaras subterrâneas ou em pedestais. A entrada de energia dos consumidores finais é denominada de ramal de entrada ou ramal de ligação (aérea ou subterrânea).

2.3.4 Utilização

Segundo o Balanço Energético Nacional (2009), a geração de energia elétrica no Brasil, em centrais de serviço público e autoprodutores, atingiu 463,1 TWh em 2008. Permanece como principal a contribuição de centrais de serviço público, com 89,0% da geração total. Nestas, a principal fonte é a energia hidráulica, que apresentou queda de 1,4% na comparação com 2007. A geração pública a partir de combustíveis fósseis elevou-se em 63,2%, com aumento expressivo na geração a partir do gás natural (116,6%) e da energia nuclear (13,1%).

Já as importações líquidas de 42,9 TWh, somadas à geração interna, permitiram uma oferta interna de energia elétrica de 505,3 TWh, montante 4,5% superior a 2007. O consumo final total cresceu 3,9%, enquanto as perdas nos sistemas elétricos aumentaram 8,1%.

Observa-se, no Gráfico 3, que o Brasil apresenta uma matriz de geração de origem predominantemente renovável, sendo que a geração interna hidráulica responde por montante superior a 70% da oferta. Somando-se às importações, que essencialmente também são de origem renovável, pode-se afirmar que aproximadamente 85% da eletricidade no Brasil é de origem de fontes renováveis.

Uma parte considerável dos custos de produção em uma indústria são advindos do consumo de energia elétrica. O uso adequado e eficiente dessa energia deve se fazer presente no planejamento das indústrias. Muito tem sido abordado sobre os programas de eficiência energética. No entanto, pouco se conhece sobre como tais programas podem reduzir os custos e melhorar a produtividade de uma indústria.

O estado do Amazonas possui 679.718 consumidores ativos, distribuídos pelas classes residencial, industrial, comercial, rural, poder público, serviço público e outros. Na capital, a Amazonas Energia atende 442.815 consumidores ativos, entre eles as indústrias do Polo Industrial de Manaus (PIM). No ano de 2009, o fornecimento de energia apresentou um

decréscimo da ordem de -1,85%, basicamente em função da queda de -11,33% no consumo da classe industrial, devido à crise da bolsa Americana (ELETROBRÁS AMAZONAS ENERGIA, 2009).

Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte Primária

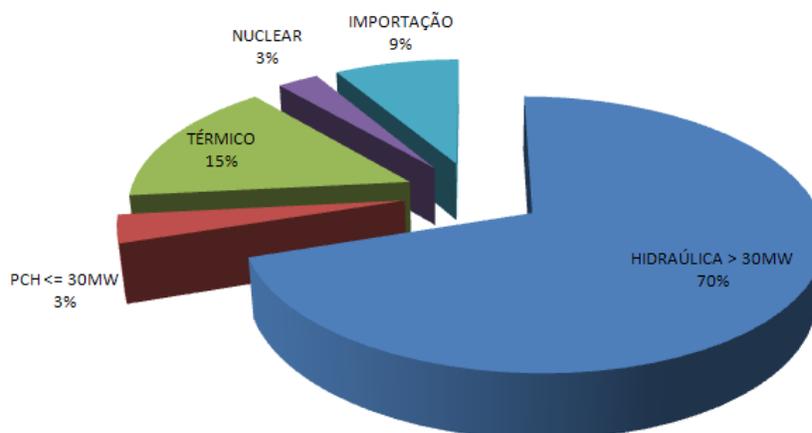


Gráfico 3 - Estrutura da Oferta Interna Segundo a Natureza da Fonte Primária de Geração no Brasil.
Fonte: BEN, 2009.

Observa-se no Gráfico 4 que no território nacional as indústrias correspondem por 46% do consumo total de energia elétrica (BEN, 2009).

Composição Setorial do Consumo de Eletricidade no Brasil

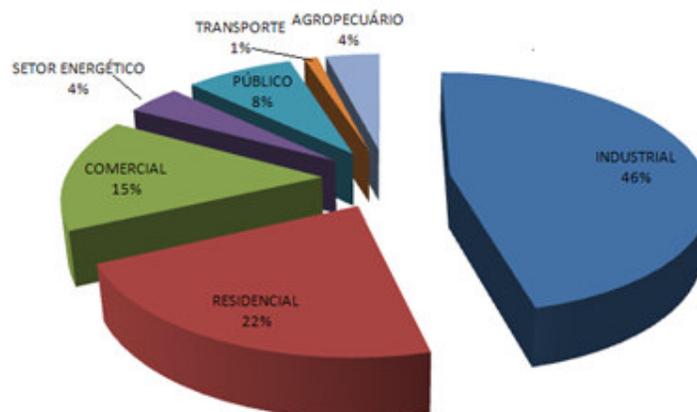


Gráfico 4 - Composição Setorial do Consumo de Eletricidade.
Fonte: BEN, 2009.

Observa-se no Gráfico 5 a configuração da estrutura de participação das principais classes de consumo da cidade de Manaus, com destaque para a expressiva representatividade da classe industrial, que manteve sua participação sobre o total do consumo em 39,19%, decorrente do desempenho das indústrias que compõem o PIM. A classe “Outras” diz respeito ao consumo das classes rural, poder público, iluminação pública, serviços públicos e consumo próprio, correspondendo a 16,16% do consumo total. Ressalta-se que essa estrutura de consumo da Amazonas Energia é totalmente diferente das estruturas de consumo apresentadas nas demais concessionárias dos Sistemas Isolados da Região Norte do Brasil, nos quais ainda é predominante o consumo da classe residencial.

Composição Setorial do Consumo de Eletricidade na Cidade de Manaus

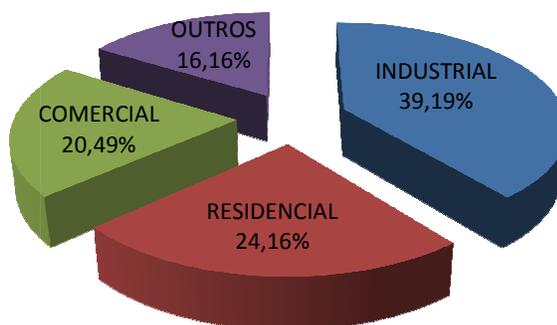


Gráfico 5 - Consumo de Energia na Cidade de Manaus por Classes de Consumidores.
Fonte: Eletrobrás Amazonas Energia, 2009.

2.4 Perdas no Sistema Elétrico de Distribuição

Em sistemas de distribuição de energia elétrica ocorrem algumas perdas de energia. Essas perdas são divididas em dois tipos: as técnicas, que são decorrentes da interação da corrente elétrica e de seus campos eletromagnéticos com o meio físico de transporte de energia, e as não técnicas ou comerciais referentes à energia entregue, porém não faturada

pela concessionária de energia. Essa última origina-se tanto de erros de faturamento da distribuidora como de ações dos consumidores através de fraudes em medidores ou ligações clandestinas.

Os grandes reflexos nas tarifas cobradas dos consumidores finais devido ao impacto na receita das empresas gerada pelo problema das perdas no Brasil vêm demandando especial atenção da ANEEL e das concessionárias de energia, na busca de soluções para equacioná-lo.

Na Figura 7 observa-se que as perdas na distribuição e não-técnicas são elevadas na região Norte do país.

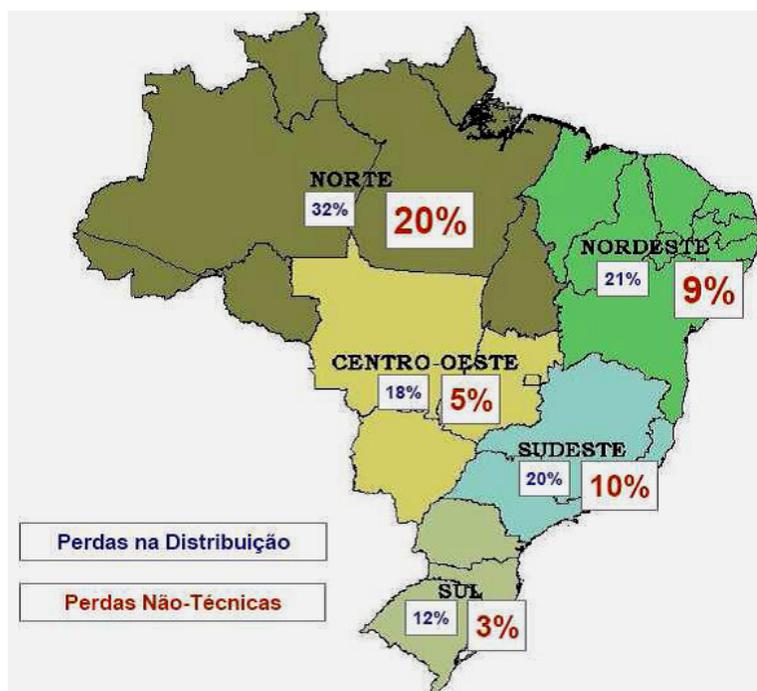


Figura 7- Perdas Por Região

Fonte: BRACIER / CEB Seminário Internacional sobre Perdas em Sistemas de Distribuição (2010)

As perdas não técnicas de energia elétrica são um grande desafio, não só no Brasil como também em outros países em desenvolvimento. Os elevados índices de perdas de energia elétrica se devem, dentre outros motivos, ao baixo nível de renda da população brasileira e às tarifas relativamente elevadas, associados à impunidade no que diz respeito à corrupção e à fraude. No Brasil, em 2007 as perdas globais no setor atingiram 17,3%

(71.285GWh) da energia consumida no país (BEN,2008). Em geral, nas concessionárias de distribuição as perdas globais variam desde 6% a 32% da energia comprada e as perdas comerciais atingem até 25%.

Segundo a ANEEL, seu último levantamento, realizado em maio de 2011, apontou que a região Norte possui o maior índice em consumo irregular de energia elétrica. Esse índice de perdas é 20% da energia distribuída, o que gera um prejuízo de R\$ 8,1 bilhões para as distribuidoras de energia elétrica. Também, o levantamento esclarece que o prejuízo não foi só das empresas, uma vez que o valor apurado inclui os impostos que deixaram de ser arrecadados pelo Estado.

O levantamento apresenta que o Sudeste aparece em segundo lugar, com perda de 10%, seguido de Nordeste (9%), Centro-Oeste (5%) e Sul (3%). A ANEEL considera consumo irregular – ou perdas não técnicas – os erros de medição, deficiências no processo de faturamento, falta de medidor, fraudes e os furtos de energia, comumente chamados de “gatos”.

Nesse cenário, a Eletrobras Amazonas Energia aparece no topo do ranking das distribuidoras com as maiores perdas de energia elétrica do país, com um índice de 42% na capital e 33% no interior, principalmente causadas pelo roubo ou furto, como ligações clandestinas e fraudes no sistema.

2.5 Faturamentos de Energia Elétrica

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEEL), por meio da Resolução nº456, de 29 de novembro de 2000, estabelece as condições de fornecimento de energia elétrica que devem ser seguidas pelas concessionárias e pelos consumidores (ANEEL, 2000).

As tarifas de energia elétrica são definidas com base na demanda de potência e no consumo de energia (ANEEL, 2008). A primeira é medida em quilowatt e corresponde à média da potência elétrica requerida num intervalo de tempo e é faturada pelo maior valor

obtido durante o período de fornecimento, usualmente trinta dias. O segundo é medido em megawatt-hora e corresponde ao valor acumulado de potência elétrica consumida ao longo de um período, comumente de trinta dias. As tarifas de demanda de potência são fixadas em reais por quilowatt (R\$/kW) e as de consumo de energia elétrica em reais por megawatt-hora (R\$/MWh). A demanda de potência não é cobrada de todos os consumidores, variando de acordo com a estrutura tarifária dos mesmos.

A ANEEL define como estrutura tarifária o conjunto de tarifas aplicadas, de acordo com as modalidades de fornecimento, às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência.

No Brasil, as tarifas de energia elétrica são estruturadas com base em dois grupos de consumidores. O Grupo “A”, composto de unidades consumidoras ligadas à rede de alta tensão, com fornecimento igual ou superior a 2,3 kV, ou abaixo desta, mas atendidas por sistema subterrâneo de distribuição.

Sua estruturação tarifária é binômica (descrita como um conjunto de tarifas de fornecimento dado tanto pelo consumo de energia elétrica ativa como pela demanda faturável), e subdivide-se, segundo o nível de tensão, em:

- Subgrupo A1, com tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- Subgrupo A2, com tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- Subgrupo A3, com tensão de fornecimento de 69 kV;
- Subgrupo A3a, com tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- Subgrupo A4, com tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- Subgrupo AS, com tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, atendidas por sistema de distribuição subterrâneo (caráter opcional).

O Grupo “B” faz parte os consumidores atendidos em baixa tensão, inferior a 2,3 kV, ou acima desta para alguns casos excepcionais especificados na própria resolução. Este grupo

tem estruturação tarifária monômnia (dada somente por custos em relação ao consumo de energia elétrica ativa), e é subdividido, conforme o tipo de consumidor, em:

- Subgrupo B1, residencial e residencial de baixa renda;
- Subgrupo B2, rural, cooperativa de eletrificação rural e serviço público de irrigação;
- Subgrupo B3, demais classes;
- Subgrupo B4, iluminação pública.

Para o Grupo “A”, existem duas estruturas tarifárias possíveis:

- Estrutura Tarifária Convencional, cujas tarifas de consumo de energia e demanda de potência são independentes das horas de utilização no dia e dos períodos do ano (Tarifa Convencional);
- Estrutura Tarifária Horo-sazonal, na qual as tarifas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência variam segundo as horas de utilização no dia e os períodos do ano, especificada abaixo:
 - Tarifa Azul, cujo custo de consumo de energia é diferenciado nas horas de utilização no dia e nos períodos do ano, e a tarifa de demanda varia de acordo com as horas de utilização no dia;
 - Tarifa Verde, com variação de tarifa de consumo de energia elétrica diferenciada ao longo do dia e dos períodos do ano, e custo de demanda de potência único.

Para a aplicação das tarifas horo-sazonais, ficam caracterizados:

- Horário de Ponta: intervalo de três horas diárias consecutivas, definido pela concessionária entre 17 e 22 horas, exceto para fins de semana e feriados nacionais;
- Horário Fora de Ponta: período composto de horas diárias consecutivas, complementar ao anterior;
- Período Seco: faixa de sete meses consecutivos, abrangendo maio a novembro;
- Período Úmido: compreende cinco meses, entre dezembro a abril do ano seguinte.

No horário de ponta as tarifas de consumo de energia e demanda de potência são mais elevadas do que as do horário fora de ponta, e no período seco são um pouco mais altas em relação ao período úmido.

2.5.1 Ultrapassagem de Demanda

A **demanda** é um valor médio das potências ativas ou reativas solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação, na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo determinado.

A **demanda contratada** é a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária de energia elétrica, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixado no contrato de fornecimento, e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento.

A **demanda de ultrapassagem** é a parcela de demanda medida que excede a demanda contratada. As empresas estabelecem, contratualmente, um determinado valor de demanda junto à concessionária de energia elétrica. A Resolução N° 456 da ANEEL estabelece uma Tarifa de Ultrapassagem de valor equivalente a três vezes o valor da Tarifa Normal de Demanda, para as empresas que excederem acima de 10% a Demanda Contratada.

2.5.2 Energia e Demandas Reativas Excedentes

Conforme Andrade (1993) a energia elétrica alternada, sob o ponto de vista conceitual, é formada pela composição de dois fasores que representam as grandezas elétricas fundamentais:

Energia ativa: nos processos produtivos que utilizam a energia elétrica, somente esta forma de energia é responsável pela transformação em energia mecânica, térmica e luminosa.

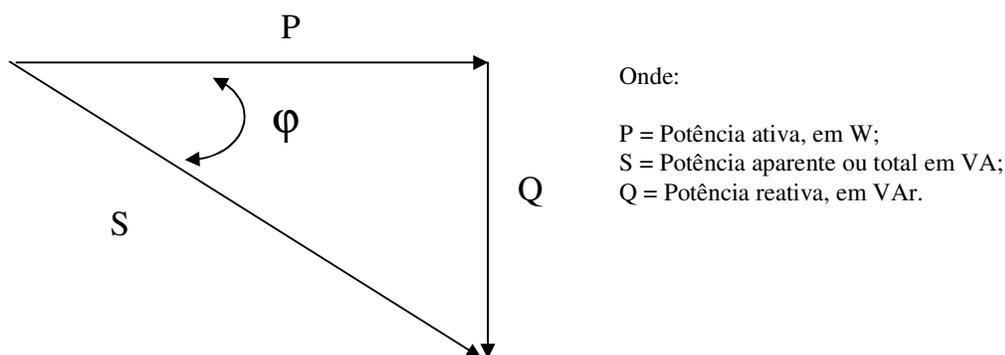
Energia reativa: é o componente responsável pela formação dos campos eletromagnéticos, necessários ao funcionamento de certos equipamentos, como motores, transformadores, reatores, capacitores, lâmpadas fluorescentes, fornos de indução, etc. Esta componente não produz trabalho.

A energia elétrica reativa é caracterizada como um “problema necessário”, pois determinados tipos de equipamentos elétricos requerem, para viabilizar a realização de trabalho, esta forma de energia. Um motor elétrico, por exemplo, quando em operação sem carga, consome quase que exclusivamente energia reativa. Este consumo mantém-se praticamente constante nas diversas condições de carregamento do motor.

A composição vetorial da energia elétrica ativa e reativa produz como resultante a energia elétrica aparente (ou total), que é a responsável pelo dimensionamento dos sistemas elétricos trifásicos equilibrados. Essa composição vetorial pode ser obtida através da soma vetorial gráfica, ou triângulo de potência, entre as potências ativa e reativa, (ver Figura 8).

No triângulo de potências observa-se que, mantendo constante o valor da potência ativa, isto é, para um determinado volume de trabalho requerido, quanto menor for a potência reativa, menor será a potência aparente solicitada pela unidade consumidora.

Figura 8 - Triângulo de potência.



Sendo os valores ativos responsáveis pela realização do trabalho e os valores aparentes resultados do total de energia elétrica requisitada do gerador ou sistema de suprimento, conclui-se que a situação ideal é aquela em que a componente ativa é igual à componente aparente, ou seja, toda energia gerada e transmitida àquela unidade consumidora é convertida em trabalho, não havendo consumo de energia reativa.

Para medir o desempenho de uma instalação elétrica, em termos de energia reativa, utiliza-se a relação entre as componentes ativa e aparente, buscando-se conhecer a eficiência na utilização da energia posta à disposição do consumidor, ou seja, que parcela da energia total está sendo transformada em trabalho. Tradicionalmente esta relação se denomina fator de potência.

Do triângulo de potência tem-se:

$$\text{Fator de Potência (FP)} = \frac{\text{Potência ativa (Watt)}}{\text{Potência aparente (Volt Ampere)}}$$

Esta relação é controlada por regulação, Resolução 456/00 da ANEEL, e requer que o fator de potência situe em valores superiores a 0,92, caracterizando uma eficiência produtiva da ordem de 92%. Desta forma, com fator de potência abaixo de 0,92 estão sujeitas a cobrança proporcional à energia reativa excedente.

O faturamento de demanda reativa excedente também está relacionado ao fator de potência, uma vez que a energia reativa excedente está diretamente atrelada à demanda de energia reativa. Assim, todas as empresas com o fator de potencia abaixo de 0,92 pagarão, além do faturamento de energia reativa, também o faturamento de demanda reativa nos mesmo moldes da utrapassagem de demanda de potência.

2.5.3 Fator de Carga

Segundo Silva (2011) fator de carga é um indicador que aponta a relação entre o consumo de energia elétrica e a demanda de potência máxima multiplicada pelo número de horas em um determinado espaço de tempo, demonstrando como a unidade consumidora utiliza a energia elétrica disponibilizada pela concessionária. Quanto mais próximo de 1, maior a regularidade no uso da energia elétrica. Dependendo das características de consumo e

da modalidade da tarifação contratada, baixos valores de fator de carga apontam para uma possível redução de custos (mudança de modalidade tarifária) (AVAREZ, 1998).

2.5.4 Contas de Energia Elétrica

As contas de energia elétrica expedidas pelas concessionárias fornecem informações importantes sobre o uso da energia elétrica da instalação sob análise, constituindo uma fonte de dados confiável e de fácil acesso.

As principais informações geralmente disponíveis em contas de energia elétrica são:

- Consumo de energia ativa [kWh];
- Consumo de energia reativa [kVarh];
- Demanda registrada [kW];
- Demanda faturada [kW];
- Fator de carga;
- Valor da fatura [R\$].

Dependendo da modalidade tarifária, a conta de energia elétrica pode fornecer, também, informações segmentadas em horários do dia (ponta e fora de ponta) e em períodos do ano (seco e úmido).

Observa-se que as informações disponíveis em contas de energia elétrica são calculadas para um período de aproximadamente 30 dias, não podendo ser inferior sobre o comportamento diário. Por outro lado, a série histórica das últimas faturas permite analisar a evolução do consumo e demanda de energia elétrica da instalação, permitindo, inclusive, estimar os valores de contratos mais adequados para os períodos futuros.

A Figura 9 apresenta um exemplo de conta de energia elétrica de um consumidor.

Emissão	Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Data Próxima Leitura	Dias de Consumo	Apresentação	Mês Faturado		
15/04/2009	10/03/2009	07/04/2009	07/05/2009	28	17/04/2009	04/2009		
Cod. Fat.	Classe	Ligação	Poste	Forma Faturamento	Motivo FD	Número FD		
2.1.8.4	Industrial	Alta Tensao	G 4 13 961	Normal				
Consumo	Medidor	Leit. Atual	Leit. Anterior	Constante	NPL	Cons. Medido	Cons. Faturado	Dem. Ctda:
	1008900041	6556	6344	4800,00000	4	1017600	1017600	2350
Demanda	Reativa	8900041	6857	6800	4800,00000	4	2606	2606
								Fator Potência: 96,57
								Fator Carga: 53,49
Histórico kWh	Composição da Tarifa	Itens Faturados						
03/2009 830400		Consumo	1.017.600 kWh a 0,278413					
02/2009 1075200		Demanda	2.350 kW a 38,706654					
01/2009 1113600		Demanda - Ultrap.	256 kW a 116,120000					
12/2008 1166400		Contribuição de Iluminação Pública (COSIP)						
11/2008 1276800								
10/2008 1233600								
09/2008 1209600								
08/2008 1156800	Tarifa sem impostos							
07/2008 1118400	Energia R\$/MWh 208,81							
06/2008 1022400	Demanda R\$/kW 29,03							
05/2008 835200								
04/2008 830400								

Figura 9 - Conta de Energia de um Consumidor do Grupo A.
Fonte: Manaus Energia, 2009.

2.6 Micro e Pequenas Empresas

As Micro e Pequenas Empresas (MPEs) surgiram na Europa há mais de 500 anos, com as primeiras oficinas de artesões. Suas localizações eram próximas das regiões de intenso comércio, como portos ou feiras comerciais, onde os produtos confeccionados pelos artesões podiam ser vendidos. Porém, não apresentavam um setor específico de atuação, uma vez que produziam e comercializavam uma grande variedade de produtos, como, por exemplo, ferraduras, caixas, roupas e armas. Ainda nesta época, já existiam empresas que prestavam pequenos serviços de carregamento de navios, transportes de pessoas, consertos de equipamentos, entre outros. Era o embrião das MPEs que começava a surgir (SOIFER, 2002).

As MPEs, apesar de terem surgido há mais de cinco séculos, só começaram a demonstrar sua real importância econômica e social nos últimos 100 anos. Devido à grande urbanização ocorrida até 1930 e à rápida industrialização, auxiliada por fatores como a eletrificação, telefonia e tecnologias inovadoras para a época, fizeram com que as empresas de base familiar experimentassem uma grande expansão. Muitas destas microempresas cresciam, aperfeiçoavam-se e tornavam-se Grandes Empresas (GEs), como foi o caso da sueca *Scania*, que se originou de uma micro-oficina de carroças num vilarejo próximo de Estocolmo. Outros

exemplos de GEs que tiveram suas origens nas MPEs podem ser citados, como é o caso das montadoras *Ford, Renault, Peugeot*, etc. (SOIFER, 2002).

No Brasil, o surgimento das MPEs também foi baseado nas empresas de base familiar. Logo após a Primeira Guerra Mundial, o fluxo migratório e imigratório aumentaram muito e, com isso, grandes levas de artesões e mestres se deslocaram para as grandes cidades brasileiras. Para sobreviver, montavam junto de seus familiares pequenos negócios, onde passavam a desenvolver seus ofícios. A maior parte destes mestres e artesões focava seus esforços na confecção de produtos que substituíssem os importados e fossem acessíveis a grande parte da população, mesmo não possuindo a qualidade dos importados. Assim, focalizando um nicho de mercado antes inexplorado pelos demais empresários da época, muitos mestres e artesões conseguiram tornar-se micro e pequenos empresários (SOIFER, 2002).

Nos anos 70 começaram a surgir as MPEs do setor de tecnologia de informação, que hoje representam uma importante parcela deste tipo de empresa. Algumas das maiores empresas de informática do mundo, como a *Microsoft*, a *Dell Computers*, a *Gateway*, a *Intel* e a *Apple*, se originaram de MPEs. Esta última, por exemplo, tinha 12 empregados em 1976 e apenas seis anos mais tarde já contava com 5.000 funcionários (TETHER, 1999).

As MPEs continuaram a crescer atingindo um alto nível de importância e criando uma grande dependência do país em relação ao seu desempenho. Hoje, no contexto econômico, elas permitem uma grande geração de renda e conseqüente arrecadação de impostos aos cofres públicos. No contexto social, as MPEs empregam cerca de 41,43% da população economicamente ativa (IBGE, 2010), gerando empregos e melhores condições de vida para uma grande parcela da população brasileira.

2.6.1 Classificação e Regulamentação das MPEs no Brasil

O critério mais utilizado e com maior citação na literatura corresponde ao utilizado pelo SEBRAE (2002), que classifica o porte das empresas segundo o número de funcionários empregados. A Tabela 2 apresenta tal critério.

Tabela 2 - Classificação do Porte das Empresas pelo SEBRAE.

Classificação	Setor Industrial	Setor de Serviço
Microempresa (ME)	Até 19 empregados	Até 9 empregados
Pequena Empresa(PE)	De 20 a 99 empregados	De 10 a 49 empregados

Fonte: SEBRAE, 2002.

Já o estatuto da MPEs, lei complementar nº123, de 14 de dezembro de 2006, no art 3º, apresenta os parametros abaixo para a classificação:

- a) **Microempresa:** é a firma mercantil e individual que tiver receita bruta anual igual ou inferior a R\$ 240.000,00 (Duzentos e Quarenta Mil Reais);
- b) **Empresa de pequeno porte:** é a firma mercantil e individual que não se enquadrar como microempresa e tiver receita bruta anual superior a R\$ 2.400.000,00 (Dois Milhões e Quatrocentos Mil Reais).

2.6.2 Caracterização das Micro e Pequenas Empresas

No Brasil as MPEs são um dois pilares de sustentação da economia, tanto pela sua grande capacidade de gerar empregos como pelo número de estabelecimentos existentes no país.

Segundo o IBGE (2005), os pequenos negócios no Brasil correspondem a aproximadamente 20% do Produto Interno Bruto (PIB). Durante o primeiro semestre do ano de 2005, o faturamento acumulado das MPEs foi de R\$ 113,6 bilhões. Assim, é possível observar que as MPEs são de grande importância para a economia brasileira.

Segundo o SEBRAE (2005), no ano de 2002 havia no Brasil 4.918.370 empresas formais nos setores da indústria, construção, comércio e serviços. O conjunto das micro e

pequenas empresas alcançavam 99,2% desse total. Nesse mesmo ano, as empresas formais empregavam 27.561.924 de pessoas, representando 42% da população economicamente ativa no meio urbano, das quais 57% estavam empregadas em micro e pequenas empresas, totalizando 15.757.076 pessoas. As MPEs também foram responsáveis pela distribuição de R\$ 56 Bilhões, que representa 26% de toda a massa salarial das empresas.

Cabe reassaltar, também, que cada vez mais se depara com um discurso mundial enfatizando a importância das MPEs como as geradoras de oportunidades, mesmo em conjuntura de recessão. A esse fato, um dos fatores que ressalta esta importância é sua grande participação em termos de número de estabelecimentos, geração de empregos e investimentos.

2.7 Eficiência Energética

Em sistemas de conversão de energia (KOSOW, 1986) o conceito de eficiência energética está ligado à minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil, que realiza trabalho.

O conceito apresentado pela International Energy Agency (IEA, 2007) de eficiência energética é a obtenção de serviços energéticos, como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, como gás natural, carvão ou eletricidade. É análogo ao apresentado por Raskin et al(2002), que utiliza o termo “atividade” para relacionar o uso de energia, ou melhor, a necessidade de sua redução.

A Conservação de Energia Elétrica está relacionada com o uso racional, ou seja, promover a eficiência e evitar o desperdício. “A conservação de energia baseada nos conceitos de eficiência energética não ocasiona a redução do conforto dos usuários. A ação de conservar energia tem o objetivo de eliminar desperdício através do uso racional dos insumos energéticos, com o alto rendimento dos diversos sistemas de uso final dos mesmos” (ELETROBRÁS, 2008). Essa ação, por outro lado, também reduz os custos e os investimentos setoriais.

Segundo Sola, Xavier e Kovaleski (2006), o tema eficiência energética estende-se, basicamente, por quatro dimensões: legal, ambiental, tecnológica, e socioeconômica e financeira. Na “dimensão legal” destaca-se a importância tanto dos Estados como do Governo Federal nas questões disciplinadoras do setor energético. Os aspectos de uso eficiente de energia têm implicações diretas na “dimensão ambiental” e isso fica evidente com a preocupação da comunidade nacional e internacional quanto à sustentabilidade e os impactos ambientais da utilização das fontes energéticas. Na “dimensão tecnológica” destaca-se a importância da inovação tecnológica para a obtenção da eficiência energética. A “dimensão socioeconômica e financeira” enfatiza a importância da otimização dos recursos econômicos e financeiros na produção de bens e serviços, bem como oportunidade para geração de emprego e renda.

2.7.1 Eficiência Energética e Meio Ambiente

Segundo Goldemberg (1998), a maioria dos problemas ambientais estão relacionados com a geração de energia. Neste momento, quando se fala em geração de energia, não se está falando só de energia elétrica e sim de todo e qualquer processo de transformação que, realizado pelo trabalho, produz benefício ao homem.

De acordo com a primeira e segunda lei da termodinâmica, a energia não pode ser criada e nem destruída, apenas transformada, e o calor flui sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio. Essas leis indicam que, ao converter a energia com a intenção de utilizá-la, transforma-se a mesma para um estado mais dissociado, onde se tem mais dificuldade de aproveitá-la novamente e, conseqüentemente, causando impactos ao meio ambiente, devido ao aumento do grau de entropia do material.

Segundo Theis (1996), toda a energia do planeta provém do sol, menos os recursos não renováveis, como os combustíveis fósseis, que tiveram origem na fotossíntese ocorrida a vários milhões de anos. Devido o crescimento exponencial das grandes transformações de

energia que utilizam os combustíveis fósseis, essas sofrem grandes perdas e, conseqüentemente, geram resíduos, o que tem afetado o equilíbrio do planeta pelas alterações climáticas. Esse processo é comprovado pela segunda lei da termodinâmica.

A busca por uma melhor qualidade de vida leva o homem a um consumo de energia cada vez maior, o qual leva a humanidade a causar danos ambientais, principalmente em países com indústrias de transformação. Por mais eficiente que seja o processo, o meio ambiente é afetado. Então, resta reduzir a necessidade de ampliar a oferta de energia através do bom uso que já está disponível, pois se for possível aumentar o consumo sem aumentar a capacidade instalada de geração elevar-se-á a eficiência energética.

Hoje, o grande desafio do homem é conservar a qualidade de vida e diminuir o custo ambiental. Para isso, propõe-se a conservação de energia sem perda da qualidade de vida e da quantidade de produtos ou serviços. Evidentemente, a conservação de energia não se mostra como uma fonte infinita de disponibilização de energia, mas pode ofertar tempo hábil para se planejar adequadamente a expansão dos sistemas energéticos.

2.7.2 Barreiras para o Uso Eficiente de Energia

Com o aumento crescente dos custos da geração de energia elétrica e as oscilações do preço do barril do petróleo no Mercado mundial, essa necessidade cada vez maior de atender a demandas cada vez maiores no país formam uma equação de difícil solução. De um lado verifica-se o acesso cada vez mais limitado a financiamentos. Por outro lado registram-se crescentes impactos sócio-ambientais causados pela construção e operação de novos empreendimentos energéticos, gerando fortes pressões para a mudança de ótica no planejamento energético.

Como o Brasil é um país de dimensões continentais, com estágios variados de desenvolvimento tecnológico em suas diferentes regiões, um primeiro desafio é a disseminação das técnicas de efficientização energética através de uma estrutura de rede que

adote programas de efficientização energética e combata o desperdício de energia nos diferentes segmentos da sociedade, de modo a torná-la conhecida do público mais amplo.

O reconhecimento e a validação dos resultados físicos e econômicos obtidos pela utilização mais eficiente da energia, desenvolvida em programas de conservação, tanto pelos organismos internacionais, como pelas concessionárias de energia nacionais, colocam-se igualmente como mais um desafio a ser atingido.

Segundo Martins (1999) e Reis (2000) são apontadas, a seguir, as barreiras e desafios para o combate ao desperdício de energia elétrica, envolvendo as abordagens da inovação tecnológica para o desenvolvimento mais acentuado dos conceitos e práticas da eficiência energética no Brasil. Pode-se apontar alguns aspectos relevantes relativos quanto às barreiras para os programas e práticas de eficiência energética:

- Custo mais elevado de novas tecnologias, conjuntamente com as indeterminações que estas acarretam;
- A falta de investimentos para avanços tecnológicos superiores aos atuais estágios em que se encontram os cenários da indústria de energia elétrica e seus mercados consequentes;
- Desconhecimento das vantagens econômicas e ambientais da conservação e uso racional da energia em inúmeros setores da atividade produtiva;
- Elevados custos iniciais de implantação de fontes alternativas de energia e eficiência energética, com possíveis mudanças tecnológicas;
- Os custos de produção mais elevados para a fabricação e manutenção de equipamentos energo-eficientes;
- Carência de informações sobre as melhores tecnologias e os custos-benefícios a elas associados para os consumidores finais;

- A conscientização de consumidores que percebem o assunto como algo de pouca prioridade, por ser a despesa com energia de pequeno valor dentro do orçamento fixo;
- A difícil avaliação dos resultados econômicos alcançados pelos consumidores finais, seja pela dificuldade de se calcular os ganhos, ou seja pela falta de percepção dos reais benefícios previstos;
- A existência escassa de equipamentos energo-eficientes ou de serviços especializados, associados aos valores elevados destes produtos e serviços, limitando a sua aquisição pela maior parcela da população;
- A adequada sintonia das políticas energéticas governamentais no planejamento do futuro do setor, visando à regulamentação da prestação de serviços de eficiência energética e definição de critérios para equipamentos e processos mais eficientes, através de pesquisas na área e criação de centros certificadores;
- Dificuldade de obtenção de recursos financeiros em condições atrativas (taxas de juros, carência, prazo de amortização, garantias, dentre outras), onde os agentes financeiros não estão acostumados com a avaliação deste tipo de projeto;
- Quase inexistência de uma cultura de combate ao desperdício no país, de um modo geral, e mais especificamente, do desperdício de água e energia elétrica;
- Inexistência, ou quase inexistência, na maioria dos estados brasileiros, de estrutura para lidar com a área de eficiência energética.

As barreiras ao uso racional de energia podem vir a ser superadas através de políticas energéticas adequadas, que orientem a tomada de decisão dos agentes públicos e privados na direção considerada ótima, do ponto de vista sócio-econômico, exigindo para isso, a

intervenção direta do setor público, por exemplo, para financiar conjuntamente a pesquisas de alto risco e longo prazo, cujos resultados não podem ser apropriados por um único agente.

2.7.3 Barreiras para Uso Eficiente de Energia nas Micro e Pequenas Empresas

Segundo Yoshino e Souza (2003), como seria de esperar, a importância dada pelas indústrias às questões energéticas e às ações voltadas à racionalização do uso da energia é maior nas indústrias de grande porte e nas indústrias que o custo da energia impacta sobre os custos de produção. Segundo o mesmo autor, a situação mais comum nas MPEs é a desinformação quanto às oportunidades de aumento da eficiência energética no uso final de energia e quanto ao potencial que existe em uma dada indústria. Isso é considerado na literatura como uma barreira associada à falta de informação.

Quanto à racionalização do uso de energia nas MPEs, existem, também, barreiras técnicas associadas ao porte e à baixa capacitação tecnológica das indústrias, pois as barreiras técnicas nas MPEs se caracterizam pela falta de mão de obra qualificada e quanto à oferta relativamente limitada de equipamentos mais eficientes. Como as MPEs não podem ter especialistas, a alternativa é, quando necessário, a contratação de um consultor. Isso é muito difícil nas MPEs, pois além de envolver custos, existe desconfiança e receio quanto aos resultados a serem obtidos.

As barreiras institucionais afetam indiretamente as MPEs em função do desconhecimento da realidade dessas indústrias, e conseqüentemente, da concepção de programas de racionalização do uso final de energia que, em regra geral, são inadequados para o conjunto das micro e pequenas empresas. Segundo Painuly et al (1996), os programas institucionais de uso racional de energia requerem ampla organização e a definição de subprogramas adequados para o público alvo.

Quanto às barreiras econômicas e financeiras, a racionalização do uso final de energia nas MPEs é reduzida em função dos baixos preços e tarifas, pois sabe-se que quando os

preços de energia não se refletem os custos reais do abastecimento energético, menor é a motivação dos consumidores para investir no aumento da eficiência do seu uso de energia (WORRELL et al, 2001).

2.7.4 Perfil de Utilização de Energia no Setor Industrial

Segundo o BEN (2009) o setor industrial é o maior consumidor de toda a energia elétrica produzida, utilizando 46%. O uso residencial vem a seguir, com um consumo de 22% e o uso comercial com 15%. Os restantes 17% distribuem-se entre setor rural, iluminação pública, órgãos do governo e outros.

A distribuição do consumo por uso final de eletricidade no setor industrial pode ser vista através do Gráfico 6.

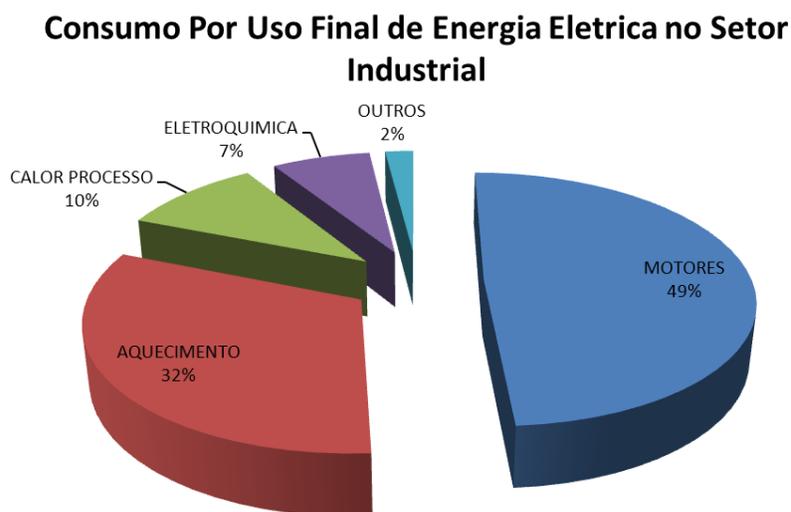


Gráfico 6 - Consumo por Uso Final de Energia Elétrica no Setor Industrial.
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1996.

Observa-se no Gráfico 6 que os motores elétricos são os maiores consumidores de energia elétrica, com 49% do consumo. Pois, de acordo com Bortoni e Santos (2001), nos ambientes industriais, os motores elétricos representam de 50 a 70% das cargas industriais, de modo que estes representam um grande potencial de conservação de energia.

A seguir serão abordados alguns sistemas e equipamentos de maior relevância no uso final de energia elétrica na indústria:

Embora Bortoni e Santos (2001) afirmem que os motores de indução trifásicos, de uma forma geral, sejam máquinas intrinsecamente eficientes, estes constituem-se de um grande potencial para a conservação de energia em função da grande quantidade de motores instalados e da aplicação ineficiente dos mesmos na indústria.

Já os sistemas de iluminação no setor industrial, representam 1% de toda energia elétrica consumida. Segundo Yamachita e Haddad (2001), a iluminação excessiva é comum no Brasil. Uma combinação de lâmpadas, reatores e refletores eficientes, associados a hábitos saudáveis na sua utilização, podem ser aplicados para reduzir o consumo de energia elétrica. Como regra básica, a utilização de um sistema de iluminação eficiente consiste em utilizar apenas a luz necessária para cada atividade a ser desenvolvida.

Almeida (1995) e Padilla (2001) recomendam a exploração da iluminação natural, sempre que possível, de forma a reduzir o consumo de energia elétrica. Porém, esta obtenção de eficiência é sempre de menor custo em novas construções. Em construções já existentes, o aproveitamento da iluminação natural pode gerar um alto custo inicial.

A refrigeração no setor industrial, a exemplo dos condicionadores de ar, tem como uso final a refrigeração de alguma substância ou meio. Os componentes básicos destes equipamentos não diferem entre si. Há, contudo, um predomínio dos condicionadores de ar sobre a refrigeração industrial, comparando-se o número de unidades instaladas e o volume de vendas.

Este predomínio, em termos de número de equipamentos instalados, faz com que o condicionador de ar, de acordo com Pirani et al (2001), seja o maior responsável pelos picos de demanda de energia elétrica em instalações industriais. No período vespertino, quando o condicionador de ar torna-se necessário para manter temperaturas confortáveis, este aumento

de demanda de energia soma-se àquela já causada pela iluminação, equipamentos, computadores e outros usuários.

Já as cargas representadas pelas bombas de fluxo e ventiladores das instalações industriais possuem, de acordo com Viana (2001), um ponto de melhor funcionamento para uma determinada vazão, altura e rotação, em que suas perdas inerentes do melhor escoamento são mínimas. Porém, a maioria das instalações industriais exige da bomba ou do ventilador a operação fora deste ponto de melhor funcionamento, principalmente em função da necessidade de variação da vazão.

A utilização eficiente da energia térmica em fornos ou caldeiras promove além da redução de custos e do desperdício de energia, uma série de vantagens ambientais, principalmente em função de que, conforme Martins (2001), cerca de 53% da energia total consumida pela indústria advém de combustíveis, sendo o restante suprido pela energia elétrica.

Nos sistemas pneumáticos, as principais causas do desperdícios, são encontradas em vazamentos. Em muitos casos a geração de ar comprimido em pressão superior a necessária força o compressor a trabalhar além do necessário, haja vista que a pressão é rebaixada nos pontos de utilização. A diminuição da pressão de ar na geração contribui para a eficiência energética do sistema (BEYENE, 2005).

Ormer (2003) ressalta que a energia pneumática é mais cara do que se pensa. Para cada 8 HP de energia elétrica converte-se em 1 HP de trabalho com o ar comprimido, de forma que os compressores de ar acionados por motores elétricos usam uma surpreendente quantidade de energia durante os anos em que eles estão em operação. Não é incomum o custo anual de operação de um compressor igualar-se ao seu preço de compra inicial.

2.8 Principais Programas de Conservação de Energia no Brasil

O início das atividades brasileiras no campo da conservação de energia poderia datar do programa CONSERVE criado no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio em 1981.

Seu objetivo inicial era promover a conservação de energia na indústria, desenvolver produtos e processos eficientes e estimular a substituição de energéticos importados por equivalentes alternativos nacionais. Para tanto, oferecia diagnósticos energéticos gratuitos às indústrias interessadas. Além disso, o CONSERVE ainda oferecia através do BNDES, financiamento a ações de conservação identificadas através das auditorias.

Em 30 de dezembro de 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), pela portaria Inteministerial nº1877. O PROCEL foi instituído com a “finalidade de integrar as ações que visem a conservação de energia elétrica no Brasil, dentro de uma visão abrangente e coordenada, maximizando seus resultados e promovendo um amplo espectro de novas iniciativas, avaliada à luz de um rigoroso teste de oportunidades, prioridade e economicidade” (PROCEL, 1988).

Dentre as ações tomadas está à criação do SELO PROCEL que foi instituído pelo Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993, cujo objetivo é orientar o consumidor no ato da compra, quanto aos produtos que apresentem melhores índices de eficiência energética dentro de cada categoria e, conseqüentemente, estimular a fabricação de produtos mais eficientes (PROCEL, 2010).

Os primeiros equipamentos a receberem o Selo PROCEL foram os *freezers* e refrigeradores, em 1995. Posteriormente as lâmpadas fluorescentes compactas e circulares, reatores eletromagnéticos, condicionadores de ar, motores, coletores solares térmicos e reservatórios térmicos também receberam o Selo PROCEL.

Devido às grandes dificuldades de realizar-se medidas e estimativas para a avaliação de desempenho energético de milhões de equipamentos instalados por todo o país, que gera

incertezas nos resultados obtidos, o PROCEL vem atuando em parceria com as universidades brasileiras, instituições nacionais e iniciativa privada em pesquisas de mercado para o desenvolvimento de metodologias de avaliação dos impactos energéticos do Programa Selo PROCEL.

No Brasil os rótulos de Eficiência Energética são usados de forma voluntária desde 1989. No ano de 2001 o governo brasileiro introduziu uma legislação de padrões de mínima eficiência que passou a ser obrigatória para os equipamentos elétricos adquirirem a Etiqueta de Eficiência Energética ou Selo PROCEL, conforme mostra a Figura 10 (QUEIROZ et.al, 2007).

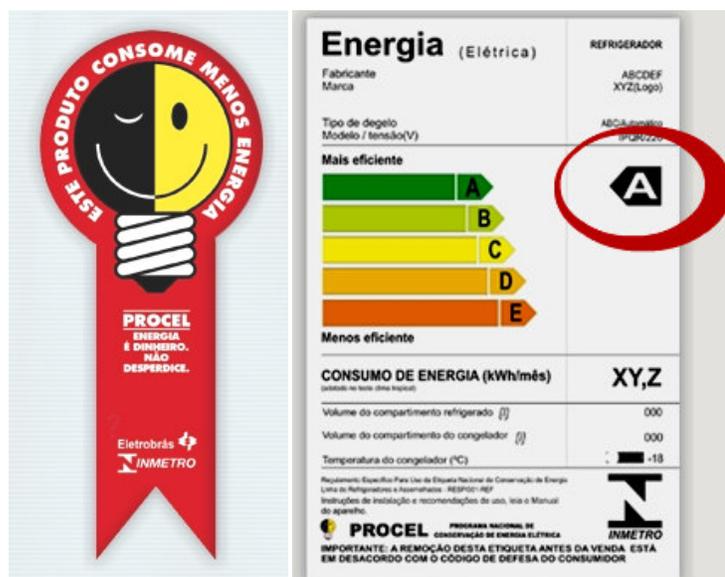


Figura 10 - Selo Procel de Economia de Energia e Etiqueta de Eficiência Energética.
Fonte: PROCEL, 2009.

O PROCEL, ligado à Eletrobrás, tem tido uma atuação importante junto aos prédios públicos, através do decreto federal 3.330, sancionado pelo presidente Fernando Henrique Cardoso. Este decreto obriga esses prédios a conseguirem 20% de economia no consumo total de energia até 2002. O PROCEL tem atuado também, ainda que mais modestamente, nos setores industriais e comerciais. As concessionárias privatizadas são obrigadas a investir 1% por ano em eficiência energética, pela própria lei de concessão.

Em 1991 foi lançado o CONPET, um programa para a racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural, gerenciado pela Petrobrás. Atualmente ele possui subprogramas na área de transporte, etiquetagem e ações educacionais. “O CONPET na escola”, subprograma na área educacional, trabalha com o terceiro e quarto ciclo no ensino fundamental. O objetivo é criar uma geração futura consciente da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Assim como o PROCEL, o programa visa capacitar os professores para que eles multipliquem as informações entre os alunos. Há, também, um subprograma educacional voltado para o ensino técnico, que além de capacitar professores, realiza palestras para alunos.

O Procel executa, também, ações de marketing, onde se destacam o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, com diversas categorias - Transportes, Setor Energético, Imprensa, Micro e Pequenas Empresas e Indústria.

Em 2001, por meio da Câmara de Gestão de Energia, o Governo Federal, em parceria com instituições públicas e privadas, instituiu o Programa Energia Brasil para as MPEs, com a finalidade de gerenciar as mais diversas possibilidades do uso racional e produtividade de energia.

2.9 Gestão da Energia

Embora o termo gestão seja largamente utilizado, nem sempre é aplicado de maneira coerente e em inúmeras oportunidades. Este termo é definido somente como sendo parte de processos cotidianos, algumas vezes até associado a membros ou líderes de equipes e administradores. Algumas definições podem ser encontradas para o tema, como Ferreira e Ferreira (1994), que define que gerir energia consiste em conhecer os consumos energéticos (por que, como, onde e quando se consome energia), contabilizar e seguir a evolução dos consumos de energia, dispor de dados para a tomada de decisão, agir para otimizar e controlar o resultado das ações e investimentos realizados.

Em Saidel (2005), a gestão é conceituada da seguinte forma: A gestão de energia pode ser conceituada como um conjunto de fundamentos, técnicas e ferramentas de ordenamento e conservação de energia, visando seu aproveitamento ótimo em bases sustentáveis, viabilizando estratégias de solução de problemas sócio-ambientais presentes e futuros, minimizando a ocorrência de conflitos e sustentabilizando as atividades econômicas, conservando simultaneamente os ecossistemas envolvidos.

Sendo assim, a gestão pode ser definida de inúmeras maneiras, levando em consideração os objetivos a alcançar. No entanto, pode-se, de forma geral, apresentá-la como sendo o conjunto de informações e experiências extraídas de processos, ferramentas, participação pessoal e atividades correlatas (experiência pessoal), com contribuições de intuição e criatividade, que indicam ou subsidiam determinada equipe, departamento ou instituição a agir visando o benefício global, seja ele institucional, financeiro ou social.

2.9.1 Evolução da Gestão da Energia em Países Desenvolvidos e no Brasil

O maior crescimento econômico do planeta tem implicado em aumento ao acesso à energia comercial nos países em desenvolvimento e intensificado seu uso nos países desenvolvidos, incorrendo numa crescente urbanização e industrialização sem precedentes na história mundial, mediante a intensificação dos padrões de consumo intensivo de energia.

Entre as décadas de setenta e noventa, países desenvolvidos energo-dependentes, intensificaram ações no sentido de incentivar as empresas a promover medidas de efficientização das instalações, principalmente nas empresas que tinham grande impacto no consumo energético. Estas ações foram focadas basicamente em melhorias técnicas de equipamentos e instalações e tinham a finalidade de ampliar a disponibilidade de energia mediante o uso da técnica de “auditoria energética”. Ao longo da evolução deste processo de auditoria, observou-se que a efetividade destas ações era maior quando existia um maior

planejamento e coordenações destas ações, permitindo a evolução das auditorias energéticas para o primeiro sistema de gestão de energia.

Atualmente, países desenvolvidos como EUA, Canadá e Austrália incentivam a gestão de energia nas empresas mediante a disponibilização de várias ferramentas que auxiliam na implantação da gestão energética em uma empresa, integrando as dimensões tecnológica, organizacional e comportamental, permitindo o Planejamento Corporativo de Energia – PCE (GARCIA, 2008). O Departamento de Energia dos EUA, em cooperação com grandes empresas do setor privado energo-intensivo americano, examinaram aspectos gerenciais e organizacionais de empresas que implantaram programas de Gestão Energética (BENNETT, 2006).

O American National Standards Institute – ANSI foi o primeiro instituto normatizador do mundo a publicar um modelo específico para a gestão de energia com abordagem por processos, embasado no processo de melhoria contínua (PDCA), nos moldes do sistema ISO 9001 e ISO 14001 (BROWN, 2002).

Na época do racionamento de energia elétrica, no início do ano 2001, o cenário de incerteza na oferta e a grande perspectiva de aumento no preço dos energéticos contribuíram para que muitos grupos industriais investissem em medidas de eficiência e auto-suficiência energética, visando garantir a disponibilidade de energia para seus processos e perceberam que podiam reduzir seus custos produtivos e melhorar sua produtividade.

O governo e os grandes grupos industriais brasileiros observaram que ações pontuais de eficiência energética nas instalações industriais eram insuficientes para promover uma economia efetiva dos gastos energéticos e adotaram procedimentos e métodos em seus programas de energia visando promover a gestão energética motivados, principalmente, pela redução de custos decorrentes do mercado competitivo, pelas incertezas da disponibilidade energética e por restrições ambientais. Desta forma, com o amadurecimento do conceito de

análise e diagnóstico, foi introduzida a metodologia de auditoria energética. Nesta metodologia é proposta a utilização de ferramentas que auxiliam no diagnóstico, avaliação do desperdício e na elaboração de estudos de eficiência energética focados nas questões técnicas e operacionais, permitindo expressivos ganhos energéticos nas indústrias, reduzindo os desperdícios, aumentando a eficiência de suas instalações e implementando ações que permitam a gestão energética (HADDAD et ali., 2006; HADDAD et ali., 2007, MONTEIRO e ROCHA, 2005).

No ano de 2003 o Programa GERBI, promovido pelo governo Canadense, trouxe ao Brasil a experiência do Programa de Gestão Energética - PGE, mediante palestras e workshops para a divulgação de várias ferramentas que auxiliam na implantação da gestão energética nas empresas, integrando as dimensões tecnológica, organizacional e comportamental (GARCIA, 2008).

Em 2005, o Governo Federal, por intermédio do PROCEL, em convênio com a Efficientia/Fupai e apoio do PNUD, lançou um guia técnico intitulado de “Gestão Energética”, com o objetivo de incentivar as empresas que desejem obter redução dos seus custos com energia a implantar, como uma primeira iniciativa no caminho do uso racional da energia. O guia é baseado na metodologia da “Auditoria Energética” e propões o uso de algumas ferramentas padronizadas como: (HADDAD et ali., 2006; HADDAD et ali., 2007, ELETROBRAS e FUPAI/EFFICIENTIA, 2005, MONTEIRO e ROCHA, 2005).

- Diagnóstico Energético;
- Auto-Avaliação dos Pontos de Desperdício de Energia;
- Estudo de Otimização Energética.

Os atuais modelos de gestão de energia propostos nos países desenvolvidos prevêm a criação de uma estrutura dedicada para tratar a gestão de energia das grandes empresas de forma corporativa, fundamentando suas estruturas de gestão em modelos clássicos de

administração, pautados nos ciclos de melhoria contínua, amplamente difundidos nos conceitos de qualidade total. Neste sentido a ANSI, ABNT e BSI instituíram no ano de 2008 um projeto para a publicação de uma norma nos moldes da ISO 9000 e ISO 14000 com previsão de ser publicada no ano de 2010 e que deverá ser denominada de ISO 50001. Segundo estes institutos normatizadores, esta norma, se aceita, deverá influenciar 60% de todo uso de energia no mundo e permitirá a intensificação da promoção da gestão de energia em plantas industriais e grandes organizações no mundo todo (ABNT, 2008).

2.9.2 A Gestão Estratégica de Energia

A gestão estratégica de energia vem evoluindo desde a proposta inicial feita por Brown, no ano de 2000, por meio da ANSI, mediante a elaboração de uma norma chamada de MSE 2000, desenvolvida nos moldes da ISO 9000 e ISO 14000, com o propósito de normatizar e padronizar um sistema de gestão de energia baseado no processo de melhoria contínua – PDCA.

No ano de 2003, o Governo americano, em parceria com grandes empresas dos EUA, desenvolveram um guia para direcionar ações de empresas americanas que desejassem implementar seus próprios sistemas de gestão de energia. Este documento foi elaborado durante o (*The Conference Board*) no ano de 2002, uma conferência feita pelo Departamento de Energia dos EUA, em cooperação com grandes empresas do setor privado energointensivo americano para examinar aspectos gerenciais e organizacionais de empresas que implantaram programas de Gestão Energética e estabelecer casos-referência de sucesso para implantar as melhores práticas, criando um sistema de gestão corporativa que servisse de modelo para incentivar a promoção do uso racional de energia nas empresas americanas (BENNETT, 2008).

No Brasil, as primeiras iniciativas do Governo só foram publicadas no ano de 2005, com o apoio da Eletrobrás, por meio do PROCEL Educação, utilizando uma metodologia

“Auditoria Energética”, bastante utilizada nas décadas de 1970 e 1980 nos EUA. No ano de 2008, a ANSI e a ABNT, estabeleceram o projeto de normatização denominado de Projeto Comitê 242 – ISO 50001. Este comitê está elaborando uma norma, nos moldes das ISO 9000 e ISO 14000, para estabelecer requisitos para Gestão de Energia que, segunda a ABNT, deverá influenciar 60% de todo o uso de energia no mundo e proverá a gestão de energia em plantas industriais e grandes organizações mundiais (ABNT, 2008).

Na Figura 11 é apresentada a evolução do processo de gestão estratégica de energia em desenvolvimento atualmente e a tendência de normatização mundial, prevista para 2010.

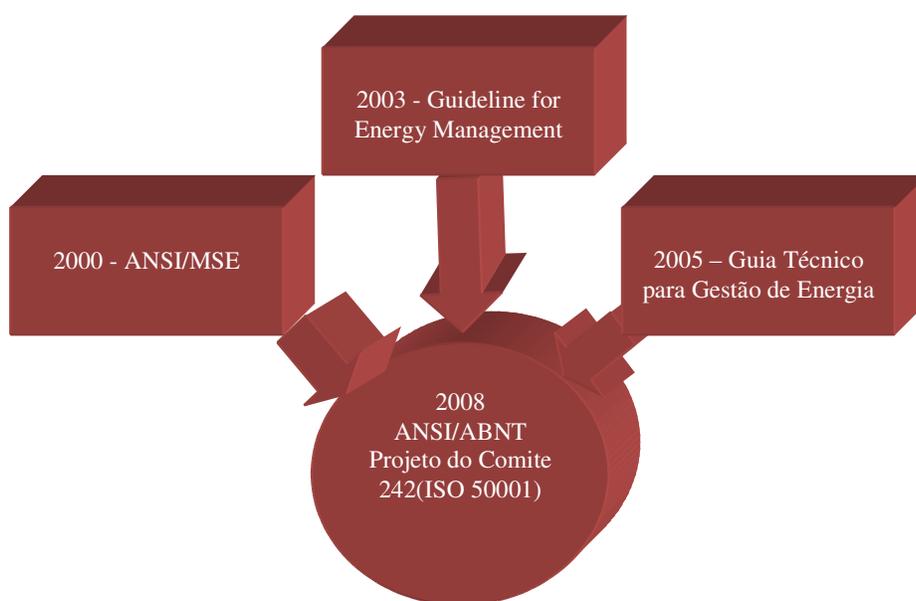


Figura 11 - Evolução do Processo de Gestão Estratégica de Energia.
Fonte: Elaboração Própria.

2.9.3 A Gestão da Energia e Seus Indicadores

O termo gestão é definido com o ato de gerir, ou seja, gerenciar e administrar, e vem sendo utilizado em vários segmentos de ramos de atividade diferenciados, como sendo a forma ou metodologia para melhorar processos e organizar procedimentos de maneira a obter

o menor custo e a melhor qualidade de produtos e serviços. São associadas a este termo varias técnicas e ferramentas para auxiliar as decisões dos responsáveis pela gestão.

Na área de utilização de energia elétrica, definição de gestão está diretamente ligada ao uso eficiente e, geralmente, as ferramentas utilizadas no processo de busca e manutenção da eficiência no uso da energia são aquelas que fornecem informações essenciais para fundamentar as decisões dos gestores, como, por exemplo, as de gerenciamento de consumo, que criam históricos de consumo de energia da unidade em relação à utilização e os usos finais da eletricidade, gerando relatórios e gráficos, utilizados para o acompanhamento e verificação: das eficiências, das iniciativas aplicadas às unidades monitoradas e identificação de comportamentos de uso. Outra ferramenta importante é da gestão das faturas, emitidas pelas concessionárias, permissionárias ou comercializadoras de energia, que além de criar o histórico de consumo da unidade com as informações dos períodos de faturamento, são importantes para a gestão financeira, evitando multas por atrasos de pagamentos e, eventualmente, corrigindo falhas de cobranças.

As informações provenientes das ferramentas de apoio ou a partir de levantamentos nas unidades podem ser utilizadas para gerar indicadores que em diversos ramos de atividades são utilizados como referencia para auxiliar na identificação de potenciais de economia e tendências de mudança no comportamento. Pode-se citar vários exemplos de utilização de indicadores, como na economia de um país, crescimento populacional, custo por produção e vários outros. Com a energia elétrica acontece de forma semelhante. Vários indicadores energéticos são utilizados para verificar e controlar os gastos com este insumo, visando à eficiência.

Schipper et. al. (2001), em um trabalho de comparação de vários segmentos de uso de energia em vários países, com relação á emissão de CO₂, define que os indicadores da energia descrevem as ligações entre o uso da energia e a atividades humanas em uma estrutura

desagregada. São essencialmente medidas do consumo de energia e dos fatores subjacentes que dirigem esse consumo. Cita, ainda, que as relações de energia consumida por unidade de uma dada atividade são utilizadas a fim de detectar as mudanças na eficiência da energia e que o cálculo das intensidades da energia desagregada requer dados detalhados da atividade realizada.

Os indicadores de consumo ou indicadores energéticos são os resultados do cruzamento de informações físicas ou administrativas, com as grandezas elétricas medidas/registradas ou custos/gastos da energia de determinado país, região, ramo de atividade, unidade ou uso final.

Os indicadores podem ser definidos e classificados de várias formas, como ANEEL/ANP (1999, P.246), que define os indicadores, baseados em alguns critérios, como sendo “... instrumentos de comunicação de informações quantitativas sobre a sustentabilidade de sistemas energéticos para tomadores de decisão e o grande público...”.

Segundo Ferreira e Ferreira (1994), os indicadores são estabelecidos através de relações e de variáveis que podem ser usadas ao nível macro e micro com o objetivo de monitorar as variações e desvios na eficiência dos sistemas e, classifica-os como macros indicadores, nos casos em que são utilizados dados de um país, região, ramo de atividade ou uso final e micros indicadores, nos casos de aplicações em edifícios, indústrias ou residenciais. Neste mesmo trabalho, os indicadores são separados, ainda, em dois grandes grupos, sendo os descritivos, que caracterizam a situação de eficiência energética sem procurar a justificativa para as suas alterações ou desvios e os explicativos, que explicam as razões pelas quais se deram variações ou desvios nos indicadores descritivos.

De forma geral, os indicadores podem ser classificados em dois grandes grupos, os indicadores globais e específicos, levando em consideração as informações físicas das unidades ou setores a serem caracterizados. Porém, há, também, os indicadores financeiros

que podem ser associados aos globais e específicos, demonstrando os custos de acordo com a utilização da energia elétrica.

Alguns indicadores mais simples podem ser extraídos das faturas de energia ou de uma medição paralela, especialmente nos casos de atendimento em tensão de distribuição secundária, pois são submetidos à tarifação do tipo monômnia, em que obtêm apenas os valores de consumo. Outros podem ser encontrados em estudos e trabalhos realizados, como Favato (2005) e Alvarez (1998).

Ainda Favato (2005), outros indicadores são utilizados para comparar a demanda máxima dos períodos verificados, em que, aliados às informações de ocupação e funcionamento das unidades, auxilia na avaliação dos contratos e futuros projetos de novas instalações.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia é uma preocupação estratégica, instrumental e fundamental para qualquer trabalho de pesquisa científica, a qual cuida dos procedimentos, das ferramentas e dos caminhos. A metodologia envolve entender, inicialmente, os elementos da pesquisa (DEMO, 1985) e segundo Cooper e Schindler (2003) o estudo da metodologia de pesquisa possibilita habilidades necessárias para resolver problemas e desafios de um ambiente de tomada de decisão.

A pesquisa é um conjunto de atividades orientadas para a busca de um determinado conhecimento e deve ser realizada de modo sistemático, utilizando-se para isto um método próprio e técnicas específicas (RUDIO, 2001).

Segundo Gil (1991, p.32), a pesquisa é a busca do novo conhecimento em geral, ou novas verdades sobre um fato. No mundo científico é uma investigação que pretende contribuir para o progresso da ciência ou procedimento racional e sistemático que visa proporcionar respostas a problemas propostos.

Esse trabalho de pesquisa foi realizado com o objetivo de apresentar o cenário do uso final da energia elétrica do setor industrial das MPEs do município de Manaus, o qual se utilizou de técnicas apropriadas para: o levantamento da amostra, a coleta de dados, a elaboração e interpretação dos resultados.

O processo de construção metodológico deste trabalho está calçado em quatro etapas principais, de acordo com a Figura 12.



Figura 12 - Sequência Metodológica.

3.1 Tipologia da Pesquisa

A presente pesquisa, do ponto de vista de sua natureza, classifica-se como pesquisa aplicada, pois o trabalho é direcionado para gerar conhecimento através de uma aplicação prática, dirigido para uma solução de problemas específicos, conforme Silva e Menezes (2005) e do ponto de vista da abordagem do problema, esse trabalho de pesquisa classifica-se como quantitativo e qualitativo, pois segundo as autoras, os dados em que se baseiam as análises e conclusões são dados numéricos e requerem o uso de recursos e de técnicas estatísticas, nesse caso, a pesquisa é definida como quantitativa. De acordo com o estudo de Richardson (1999), a abordagem qualitativa justifica-se por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social. O aspecto qualitativo pode estar presente até mesmo nas informações colhidas por estudos essencialmente quantitativos, onde somente deixam de ser qualitativos quando as informações são quantificadas.

Fica claro que esta pesquisa procura utilizar as duas abordagens. Em um primeiro momento, a abordagem qualitativa caracteriza-se pelos dados coletados nas empresas, os

quais foram obtidos por meio de vistas de coletas de dados *in loco* nas dependências das indústrias e em um segundo momento, esses dados foram quantificados e analisados.

Do ponto de vista dos objetivos a pesquisa se caracteriza como exploratória descritiva, pois na concepção de Gil (2002, p. 43), a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever características de determinada população, ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis. Segundo o mesmo autor, a exploratória visa proporcionar uma visão geral de um determinado fato, com vistas a torná-lo mais explícito. Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado e outras ferramentas que explicitem o problema.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, o estudo de caso é o mais apropriado para a análise, pois foram realizados os diagnósticos técnicos em vários locais de diferentes ramos de atividades, onde serão classificados e analisados os dados de cada local pesquisado.

A Figura 13 define de maneira resumida a metodologia da pesquisa a ser aplicada.

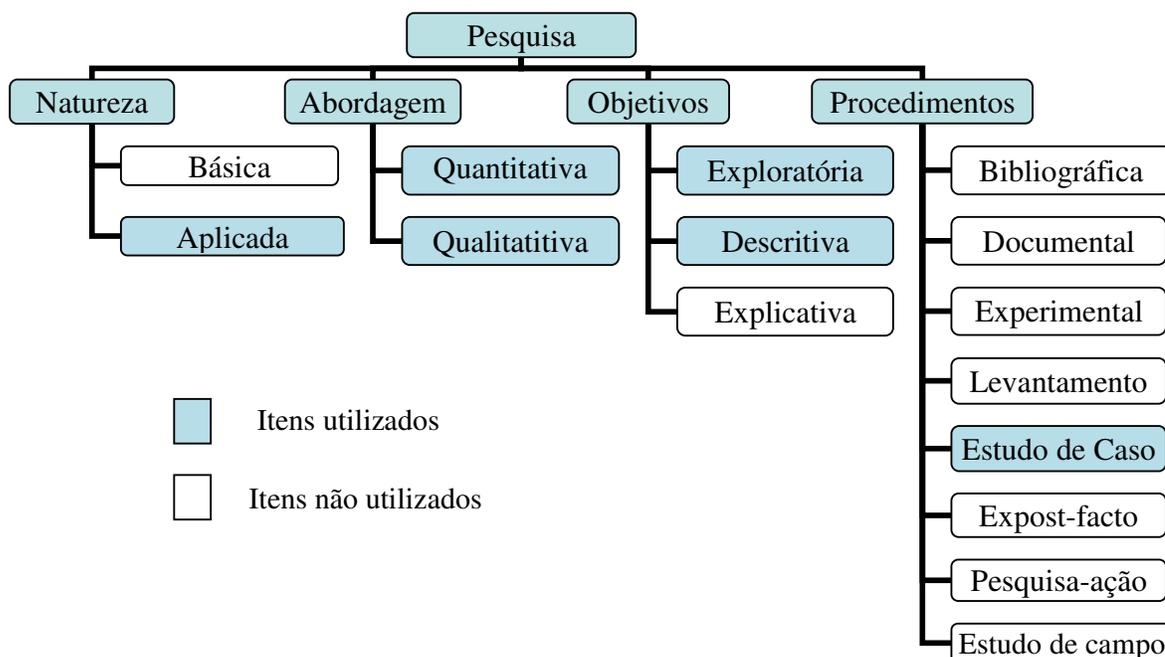


Figura 13 - Metodologia da Pesquisa Aplicada no Trabalho.

3.2 Delimitação da Pesquisa

Para Marconi e Lakatos (2003, p. 162), delimitar a pesquisa é “estabelecer limites para a investigação, podendo a pesquisa ser limitada em relação ao assunto, à extensão e a uma série de fatores, como meios humanos, econômicos e de exigüidade de prazo, que podem restringir o seu campo de ação”.

Essa pesquisa ficou restrita às MPes formais do setor industrial da cidade de Manaus, em função do tempo, dos recursos disponíveis e o tamanho da equipe para a execução do trabalho de campo, pois o censo SEBRAE-AM (2010) abrange todas as MPes, tanto formais quanto informais, conforme Gráfico 7 e todos os bairros da cidade de Manaus, conforme Figura 14.

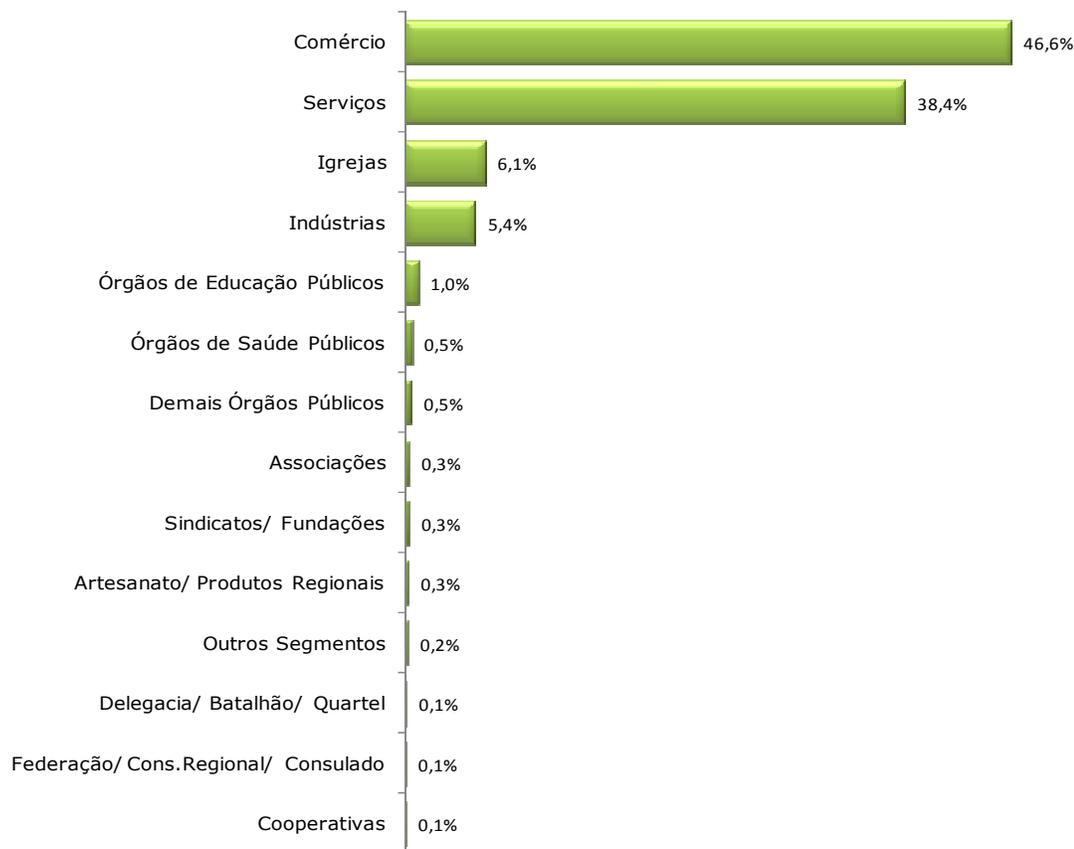


Gráfico 7 - Setores de Atuação das MPes da Cidade de Manaus.
Fonte: Censo SEBRAE-AM, 2010.

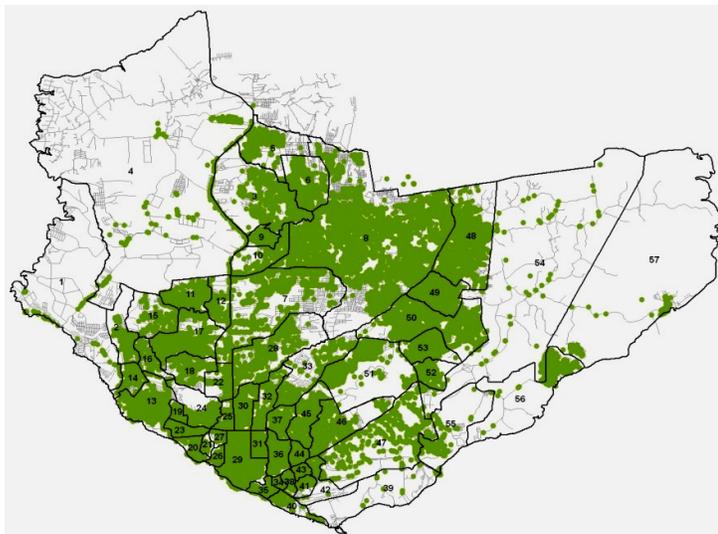


Figura 14 - Universo da Pesquisa do Censo SEBRAE-AM.
Fonte: Censo SEBRAE-AM, 2010.

3.3 População e Tamanho da Amostra

Segundo Bussab e Morettin (2005), população é o conjunto de todos os elementos ou resultados sob investigação e amostra é qualquer subconjunto da população. Ainda, para Fonseca e Martins (1996), a população consiste num conjunto de indivíduos ou objetos que apresentam pelo menos uma característica em comum. Para os mesmos autores, a amostra seria uma parte da população que é dita como base de estudo quando houver uma impossibilidade do tratamento de todos os elementos da população. A população pode ser finita ou infinita.

Para se estabelecer a amostra, tomou-se como base o processo de amostragem apresentado por Lakatos e Marconi, (1991) que envolve dois grandes grupos: o probabilista e o não-probabilista.

PROBABILÍSTICA – baseia-se na escolha aleatória dos pesquisados de forma que cada membro da população tenha a mesma probabilidade de ser escolhido. Para isso, utilizam-se vários tipos de técnicas de amostragem como, por exemplo: Amostragem Aleatória Simples, Amostragem Aleatória Sistemática, Amostragem Estratificada Proporcional e etc.

NÃO-PROBABILÍSTICA – não fazendo uso de uma forma aleatória de seleção, não pode ser objeto de certos tipos de tratamentos estatísticos, o que diminui a possibilidade de inferir, para todos, os resultados obtidos para a amostra (LAKATOS e MARCONI, p. 224, 1991)

Para esse trabalho de pesquisa considerou-se amostragem probabilística. Como população objeto do estudo, todas as MEs e PEs industriais formais da cidade de Manaus, que correspondem segundo Censo SEBRAE-AM (2010) a 7%, conforme o Gráfico 8, que em números corresponde 547 MPes formais do setor industrial, divididas em 362 microempresas e 185 pequenas empresas.

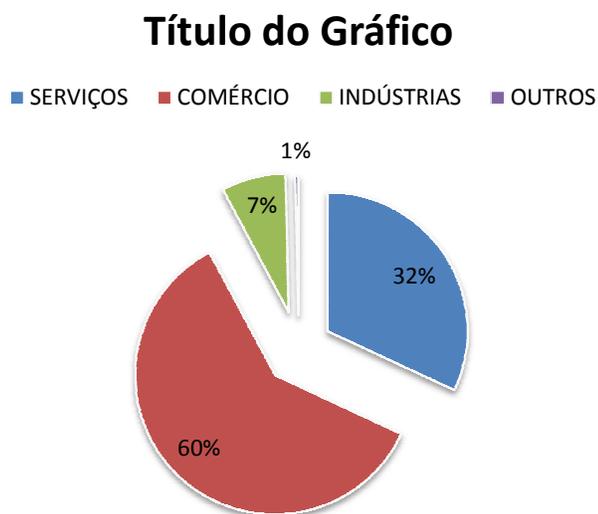


Gráfico 8 - Setores de Atuação das MPes Formais da Cidade de Manaus.
Fonte: Censo SEBRAE-AM, 2010.

As pequenas empresas foram classificadas em segmentos, conforme Gráfico 9. Pode-se observar no Gráfico 9 que o maior segmento é o de panificação com 30%, seguido do Metal Mecânica com 15%.

Pequenas Empresas Por Segmentos

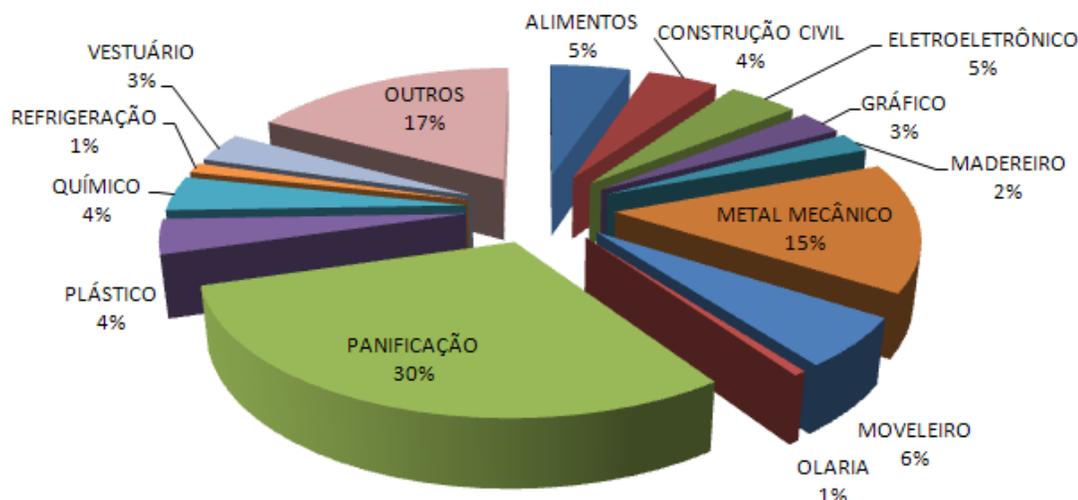


Gráfico 9 - Pequenas Empresas da Cidade de Manaus Por Segmentos.
Fonte: Adaptado do Censo SEBRAE-AM, 2010.

Para essa pesquisa foi escolhida como população somente as pequenas empresas que fazem parte dos segmentos de panificação, metal mecânica, plástico e moveleiro, por possuírem empresas com perfil maior de consumo de energia elétrica, pelo fato de utilizarem equipamentos como fornos elétricos, máquinas injetoras, serras elétricas, máquinas de solda, tornos etc. Estas empresas representam 55% do setor industrial das pequenas empresas, que em quantidade, correspondem a 96 empresas distribuídas conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Pequenas Empresas Por Segmento.

SEGMENTO	Nº DE EMPRESAS
Panificação	53
Metal Mecânico	26
Plástico	7
Moveleiro	10
TOTAL	96

Fonte: Adaptado do Censo SEBRAE-AM, 2010.

Da mesma forma, as 262 microempresas foram classificadas em segmentos conforme observa-se no Gráfico 10. O gráfico mostra que o maior segmento é o de panificação, com 35%, seguido do Metal Mecânico com 16%.

Da mesma forma, para essa pesquisa foram utilizados os mesmo critérios utilizados para as pequenas empresas e os segmentos escolhidos foram de panificação, metal mecânico e moveleiro. Estas representam 61% do setor industrial das microempresas, que em quantidades correspondem a 224 empresas, estão distribuídas conforme a Tabela 4.

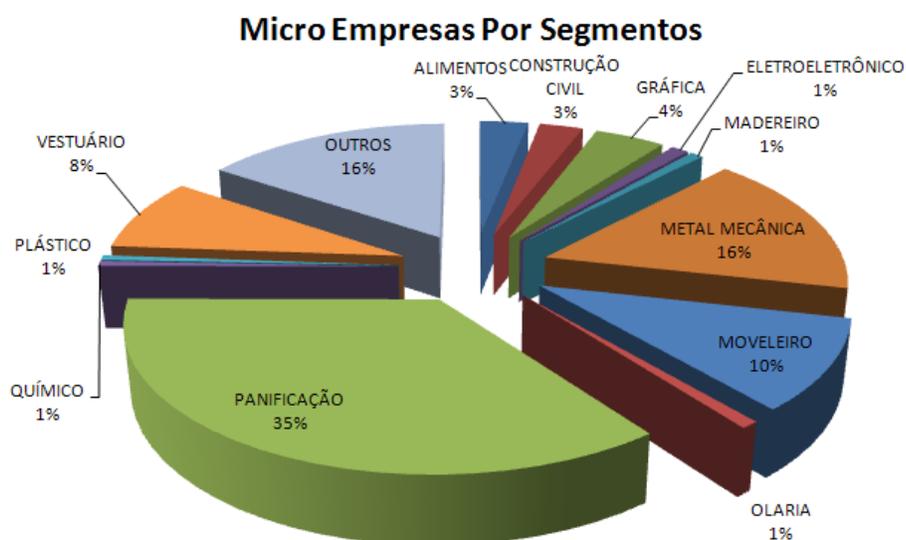


Gráfico 10 - Microempresas Industriais da Cidade de Manaus Por Segmentos.
Fonte: Adaptado do Censo SEBRAE-AM, 2010.

Tabela 4 - Microempresas Por Segmento.

SEGMENTO	Nº DE EMPRESAS
Panificação	128
Metal Mecânico	59
Moveleiro	37
TOTAL	224

Fonte: Adaptado do Censo SEBRAE-AM (2010)

Definida a população, utilizou-se a amostragem estratificada que segundo Bolfarine e Bussab (2005), consiste na divisão de uma população em grupos (chamados estratos) segundo

alguma(s) característica(s) conhecida(s) na população sob estudo e de cada um desses estratos são selecionados amostras em proporções convenientes. Como a população em estudo é muito heterogênea, torna-se impossível definir uma amostragem aleatória simples sem reposição da população toda com uma precisão razoável. Uma saída para esse problema é dividir a população em subpopulações internamente mais homogêneas, ou seja, grupos com variâncias σ^2 pequenas que diminuirão o erro amostral global (erro devido ao processo amostral).

Além disso, a estratificação foi feita com alocação proporcional, isto é, a amostra é distribuída proporcionalmente ao tamanho dos estratos. Este procedimento é muitas vezes, chamado de amostragem “representativa” (BOLFARINE e BUSSAB, 2005). Mas, chama-se apenas de Amostragem Estratificada Proporcional. Para Arango (2005, p.385), essa alocação deve ser feita da seguinte maneira: Divide-se o número de elementos do estrato pelo tamanho de elementos da população, estes resultados irão denominar (K_1, K_2, \dots, K_j) , em seguida aplica-se a regra abaixo:

$$n_1 = K_1 \cdot N, n_2 = K_2 \cdot N, \dots, n_j = K_j \cdot N$$

A soma desses ‘ni’ (tamanho de cada estrato) corresponde ao total de elementos da população. Com base nesses ‘ni’, dividi-se a amostra proporcionalmente.

Na Tabela 5, a estratificação feita da população (cálculo dos ‘ni’), segundo tipo de empresa e segundo segmento das mesmas:

Tabela 5- Estratos Populacionais, Segundo Tipo de Empresa e Segmento.

Segmento	Pequena		Microempresas		Total	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Panificação	53	55	128	57	181	112
Metal Mecânico	26	27	59	26	85	53
Plástico	7	7	0	0	7	7
Moveleiro	10	10	37	17	47	27
Total	96	30	224	70	320	100

Estabelecida a proporção de cada estrato, definiu-se o tamanho da amostra, segundo a fórmula:

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

onde:

Z_{α} abscissa da normal padrão (para construção do intervalo de confiança) é o valor tabelado da distribuição Normal, dado um coeficiente de significância α ;

\hat{p} estimativa para a proporção de uma variável qualitativa ($\hat{q} = 1 - \hat{p}$);

N tamanho da população;

$d = \frac{\mathcal{E}}{Z_{\alpha}}$ erro amostral expresso em decimais (máxima diferença que o investigador admite suportar);

\mathcal{E} é o erro amostral.

Essa fórmula foi usada com o objetivo de maximizar o tamanho da amostra.

Como não se conhece P , a verdadeira proporção populacional, pode-se usar o fato de que $p(1-p) \leq 1/4$, para todo P (BUSSAB & MORETTIN, 2005). Ou seja, o valor que maximiza a expressão (1) é $p = 1/2$. Assim, fixando um erro amostral \mathcal{E} igual a 8%, um coeficiente de significância α igual a 20%, tem que:

$$n = \frac{(1,28)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 320}{(0,003897)^2 \cdot (320 - 1) + (1,28)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 54$$

Definida a dimensão da amostra, foi possível alocar proporcionalmente em cada estrato a quantidade de empresas que deverão ser visitadas, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 - Amostragem Estratificada Proporcional, Segundo Tipo de Empresa e Segmento.

Segmento	Pequena		Microempresas		Total	
	%	Amostra	%	Amostra	%	Amostra
Panificação	55	9	57	22	112	31
Metal mecânico	27	4	26	10	53	14
Plástico	7	1	0	0	7	1
Moveleiro	10	2	17	6	27	8
Total	30	16	70	38	100	54

Deverão ser visitadas 16 pequenas empresas (30% da amostra) e 38 microempresas (70% da amostra), de um total de 54 empresas (total amostral). Das 16 pequenas empresas, 9 deverão ser do segmento de panificação (55% do total da amostra para pequenas empresas), 4 do metal mecânica (27% do total da amostra para pequenas empresas), 1 do plástico (7% do total da amostra para pequenas empresas) e 2 do moveleiro (10% do total da amostra para pequenas empresas). Do total de 38 microempresas, deverão ser visitadas 22 do segmento de panificação (57% do total da amostra para microempresas), 10 do metal mecânica (26% do total da amostra para microempresas), nenhuma do plástico, pois esse segmento não possui esse tipo de empresa e 6 do moveleiro (17% do total da amostra para microempresas).

Dessa maneira, a amostra foi representativa para cada tipo de empresa e para cada segmento, garantindo a inferência das análises amostrais para a população.

Para o sorteio aleatório das empresas definidas para cada estrato, utilizou-se o pacote Excel (a função =ALEATÓRIOENTRE).

3.4 Coleta de Dados

O processo de coleta de dados foi realizado por meio de observações livres, *in loco*, nas MPEs selecionadas do segmento industrial da cidade de Manaus, conforme Tabelas 3 e 4, individualmente pelo pesquisador, utilizando o diagnóstico energético que de acordo com Krause (2002) é um trabalho realizado por um profissional ou por empresa especializada em uso eficiente de energia. Estes trabalhos contemplam a avaliação de todos os sistemas consumidores de energia elétrica existentes em uma unidade consumidora. São avaliadas as

condições de operação de motores, sistemas de iluminação, transformadores, elevadores e sistemas de condicionadores de ar, entre outros. Esta análise visa observar as condições de operação, a fim de identificar pontos de desperdício de energia ou cuja utilização pode ser racionalizada.

Contudo, para que o diagnóstico energético seja feito de forma organizada, torna-se necessário um roteiro de atividades com etapas bem estruturadas. As literaturas técnicas pesquisadas não apresentam um modelo a ser seguido. Entretanto, identificam-se nas literaturas pesquisadas ações fundamentais que são utilizadas nos trabalhos de diagnóstico energético realizados por consultor ou técnico. São elas:

- Visita as instalações;
- Levantamento de dados;
- Vistorias dos ambientes;
- Entrevistas com os usuários;
- Análise dos dados;
- Alternativa para diminuir o desperdício;
- Análise de viabilidade econômica.

Para a realização dos diagnósticos energéticos das empresas visitadas foram elaboradas planilhas, conforme apêndice A, B, C, D, E e F, os quais foram preenchidos *in loco* pelo pesquisador. As planilhas serviram para obter informações das contas de energia elétrica, dos consumos de energia elétrica com: motores, ar condicionados, refrigeração, iluminação e outros equipamentos. Também foi utilizado um alicate Amperímetro Digital do fabricante Minipa, modelo ET- 3200A, conforme Figura 15, para auxiliar nas medições das cargas elétricas em campo.

Também foram utilizados na coleta de dados os registros fotográficos de todas as situações críticas apontadas em máquinas/equipamentos durante a visita *in loco*. Como exemplo:

- Fotografar as condições dos ar condicionados;
- Fotografar as condições dos principais motores elétricos;
- Fotografar as condições do sistema de refrigeração;
- Fotografar as condições dos equipamentos de iluminação.

As fotografias serviram de suporte para as conclusões técnicas posteriores.



Figura 15- Amperímetro Digital Minipa, Modelo ET- 3200 A.

3.5 Tabulações e Análise dos Dados

A tabulação dos dados da pesquisa de campo foi realizada através de tabelas dinâmicas elaboradas no *software Microsoft Excel 2007*, as quais processam os dados e analisam- os relativos às informações coletadas em campo. Como produto final, as planilhas geraram vários relatórios e gráficos individuais relativos ao consumo de energia elétrica de cada setor pesquisado, desagregando o uso final com ar condicionado, iluminação, motor elétrico, refrigeração e outros equipamentos, bem como as seguintes informações: demanda de energia elétrica, fator de potência e fator de carga.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a parte teórica sobre os usos finais da energia elétrica e as tecnologias e métodos atuais para obtenção de eficiência energética na utilização final da energia elétrica estudada nessa pesquisa.

Também, o capítulo detalha os tópicos técnicos e analisa os dados coletados em campo, que debate e contextualiza os resultados dos dados sobre o uso final da energia elétrica nas Micro e Pequenas Empresas Industriais da cidade de Manaus.

Os dados coletados sobre o uso final da energia elétrica tornará possível determinar o cenário do uso final da energia elétrica nos setores pesquisados, bem como o potencial técnico de efficientização no uso da energia elétrica em cada uso final e, também, o potencial por segmento e global.

Para uma melhor interpretação dos resultados deste capítulo é importante diferenciar perdas técnicas de potencial de efficientização. Conceitua-se perdas técnicas, as perdas que ocorrem no sistema por características físicas dos equipamentos, como perdas por efeito Joule, por exemplo. Assim é impossível sua eliminação e os custos de redução tendem ao infinito quando se quer perdas tendendo a zero. Já o potencial de efficientização limita-se ao custo versus benefício das reduções de perdas, observando as condições operacionais técnicas e de segurança das instalações e equipamentos elétricos, calculando o tempo de retorno dos investimentos, bem como sua viabilidade, fazendo o uso do bom senso e respeitando os limites técnicos aceitáveis de perdas, buscando sempre a redução do desperdício (ALVAREZ, 1998).

Com o término do trabalho de levantamento de dados foram organizadas todas as informações, com o intuito de direcionar os estudos posteriores. Foram realizadas as análises para a determinação do potencial de conservação dos segmentos pesquisados. Para isso, torna-se necessário conhecer o seu perfil de consumo total e de consumo desagregado, ou seja,

deve-se construir a matriz energética (energia elétrica) das instalações. A matriz energética agrega os usos finais por grupos de equipamentos com características semelhantes e seus respectivos consumos totais. A partir desta, se constrói um gráfico de consumo percentual por uso final.

4.1 Sistemas de Ar condicionado

O sistema de ar condicionado tem a função de controle das condições climáticas dos ambientes. Esse controle abrange monitoração e ajuste da temperatura, umidade, pureza e fluxo de ar insuflado. Geralmente, o sistema de ar condicionado é utilizado para proporcionar conforto aos usuários da instalação, podendo ser utilizado para conservar alguns tipos de ambiente sob rigorosas características climáticas, como, por exemplo, hospitais e centro de computação.

Segundo ASHRAE (*Advancing HVAC&R serve humanity and promotr a sustainable word*)(2010) , as funções de um Ar condicionado é realizar o processo de tratamento do ar de modo a controlar simultaneamente a temperatura, a umidade, a movimentação e a pureza do ar para atender às necessidades do recinto condicionado.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6401) descreve que Ar condicionado, qualquer que seja a finalidade a que se destine, implica preliminarmente a limitação entre os seguintes valores preestabelecidos das grandezas discriminadas, representativos das condições que devem coexistir nos recintos, no período de tempo em que se considera a aplicação do processo:

- a) Temperatura do ar no termômetro de bulbo seco;
- b) Umidade relativa do ar;
- c) Movimentação do ar;
- d) Grau de pureza do ar;
- e) Nível de ruído admissível;
- f) Porcentagem ou volume de renovação de ar.

Os Aparelhos de ar condicionado tipo janela são os mais simples e compactos, possuindo seu uso restringido a pequenos ambientes, que não possuam grandes exigências na qualidade e movimentação de ar ou no nível de ruído. Estes equipamentos possuem controle de temperatura realizado por um termostato, que desliga o compressor quando a temperatura desejada é atingida. São fabricados normalmente com capacidades variando de 7.500 a 30.000 BTU/h ou 2,2 a 8,8 kW, devendo ser instalados em uma parede externa, diretamente no ambiente condicionado (ALVAREZ, 1998).

Condicionadores tipo split são divididos em duas unidades distintas: condensador, que é instalado em uma área externa ao ambiente a ser climatizado e evaporador. Estes últimos podem ser alocados diretamente no ambiente climatizado, ou em uma casa de máquinas, da qual saem dutos de insuflamento que ventitam o ar refrigerado para os ambientes. O condensador bombeia o fluido refrigerante para o evaporador, que refrigera o ar a ser ventilado. Estes equipamentos apresentam um menor nível de ruído, quando comparados com os do tipo janela, e são produzidos com capacidades que variam de 7.500 a 60.000 BTU/h ou 2,2 a 17,6 kW (ALVAREZ, 1998).

4.1.1 A Eficiência de Sistema de Ar condicionado

A eficiência de um sistema de ar condicionado tem ligação com a tecnologia de refrigeração adotada, do dimensionamento do sistema, da manutenção, dos hábitos de uso e das condições de isolamento térmico dos ambientes entre outros.

A taxa de eficiência energética – *ENERGY EFFICIENCY RATE* (EER) –Eq. 1, fornece a relação entre o fluxo de calor retirado do ambiente e a potência elétrica demandada (ALVAREZ, 1998).

Eq.1

$$EER = \frac{\text{Capacidade de Refrigeração} \left(\frac{BTU}{h} \right)}{\text{Demanda Média do Aparelho} \left(\frac{W}{W} \right)}$$

Existem diversas estratégias que proporcionam aumentos significativos na eficiência de sistemas de ar condicionado. Entre elas destacam-se:

- Aplicação de películas reflexivas em vidros de janelas;
- Controle da mistura ar exterior/ar de retorno;
- Uso de luminárias integradas;
- Troca por aparelho mais eficiente.

As películas refletivas reduzem os custos de energia elétrica em até 15% em vidros de janela e o seu custo é baixo. As películas são utilizadas para reduzir a carga térmica devida a incidência de radiação solar em ambientes climatizados.

As películas reflexivas são formadas por folhas adesivas de poliéster metalizado, capazes de bloquear os raios solares que penetram pelas janelas. As películas podem ser aplicadas diretamente na superfície interna dos vidros de paredes e de janelas e têm uma vida útil de 7 a 12 anos (ALVAREZ, 1998).

O potencial de conservação de energia elétrica de sistemas de condicionamento de ar pode ser calculado a partir da comparação entre o consumo real e o consumo esperado para sistemas mais eficientes. O consumo esperado é estimado utilizando-se a capacidade térmica do aparelho, o número de horas de operação, sua eficiência e o número de aparelhos da instalação, conforme mostra a Eq. 2 (ALVAREZ, 1998).

Eq.2

$$\text{Consumo} = \sum_{i=1}^n \frac{C_t \times t}{1000 \times EER} \text{ (kWh)}$$

Onde:

Ct: capacidade térmica dada em $\left(\frac{BTU}{h}\right)$;

t: número de horas de operação;

EER: eficiência dada em $\left(\frac{BTU}{Wh}\right)$.

n: número de aparelhos;

A energia economizada ao utilizar equipamentos mais eficientes pode ser encontrada pela Eq. 3.

Eq. 3

$$\text{Energia economizada} = 3.4 \frac{\text{redução} \times t}{EER} (kWh)$$

Onde:

Redução: redução da demanda média do equipamento, kW;

t: número de horas de operação com demanda reduzida;

EER: eficiência do sistema dada em $\left(\frac{BTU}{Wh}\right)$.

Além da substituição por sistemas mais eficientes, algumas medidas capazes de aumentar a eficácia dos equipamentos atuais são (PROCEL, 2001):

- Implantação de um programa de manutenção periódica, evitando acumulação de sujeiras nas superfícies trocadoras de calor e a obstrução do fluxo de ar de saída dos evaporadores;
- Instalação de proteções que evitem a insolação direta dos condensadores, e a conseqüente elevação da temperatura de condensação do fluido circulante no condensador;

- Instalação de materiais que sejam bons isolantes térmicos nos telhados e paredes da edificação, que reduzem a troca de calor com o meio externo;
- Instalação de persianas exteriores ou brises que realizem o envelopamento da edificação, impedindo sua insolação direta;
- Instalação de juntas de vedação em portas e janelas.

4.2 Iluminação

Segundo Graça (1990), a iluminação é o uso final mais generalizado e onde é mais simples obter economias significativas de energia elétrica, com alto poder de retorno de investimentos, dada a existência de equipamentos com eficiência relativamente alta no mercado.

Segundo Reis (2000), no processo de iluminação elétrica ocorre à conversão de energia elétrica em energia luminosa. O processo pelo qual a eletricidade se transforma em luz, resultando em uma manifestação que alcança os olhos, depende do tipo de sistema empregado.

A Figura 16 apresenta o diagrama de blocos de um uso final de energia elétrica com finalidade de iluminação.

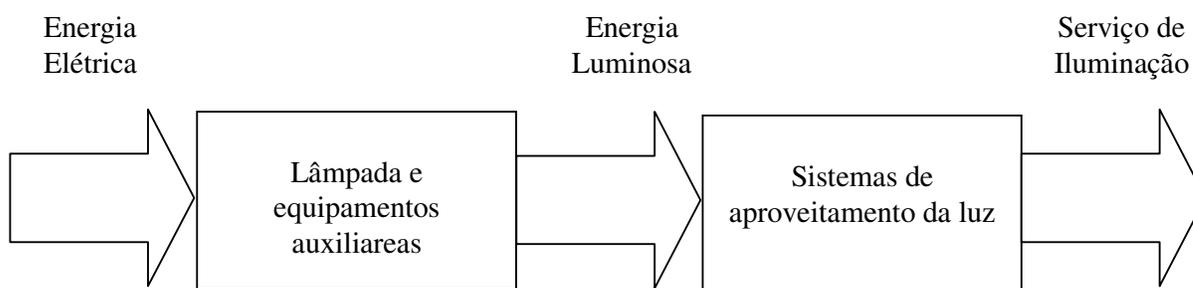


Figura 16 - Diagrama de um Uso Final de Energia Elétrica com Finalidade de Iluminação.

Reis (2000) define que os sistemas de iluminação são compostos por vários componentes. A lâmpada é o elemento no qual a energia elétrica é transformada em energia

radiante. Dependendo do sistema, há componentes que complementam a função da lâmpada. Alguns desses componentes auxiliam e/ou regulam a conversão de eletricidade em luz. Outros são utilizados para adequar as características da luz emitida para o fim que se destina.

Segundo Reis (2000), o elemento principal de um sistema de iluminação é a lâmpada, porque, além de ter vida curta em relação aos outros elementos do sistema, seu desempenho tem características dinâmicas e é influenciado por muitos fatores. A eficiência energética, por exemplo, muda no decorrer do tempo e pode ser afetada pela temperatura do meio ambiente, pela sujeira que pode causar perda de fluxo luminoso e, também, a qualidade da energia elétrica afeta as características da cor e a vida útil da lâmpada.

4.2.1 Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação

Segundo Caddet (1995), a eficiência em sistemas de iluminação pode ser obtida através da minimização de duas variáveis: o tempo de utilização e a potência instalada. O uso da iluminação natural e de sistemas de controle minimiza o tempo de utilização, provendo uma quantidade adequada de luz artificial quando necessária. O uso de equipamentos eficientes e uma manutenção adequada minimizam a potência instalada, aumentando a eficiência do sistema, isto é, a conversão de energia útil em luz visível.

Através de uma sistematização adequada para minimização dessas duas variáveis, segundo Caddet (1995), aproximadamente 2/3 da energia consumida por sistemas ineficientes podem ser economizados.

No setor industrial, a substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas eletrônicas é a medida mais recomendada para redução da potência instalada. Segundo especificações técnicas de fabricantes de lâmpadas comercializadas no Brasil, as lâmpadas fluorescentes compactas possuem potências 70% a 80% inferiores em relação às incandescentes, fornecendo um pacote de luz equivalente e uma vida útil até 15 vezes superior (TEIXEIRA, 2006).

As lâmpadas fluorescentes compactas consomem em torno de 75% a menos de potência ativa em comparação com as lâmpadas incandescentes, para um mesmo fluxo luminoso, conforme Tabela 7. Cabe observar que estes são valores médios, podendo existir variações para mais ou para menos, de acordo com cada fabricante (OSRAM, 1999).

O principal indicador de eficiência energética de fontes luminosas é a eficiência luminosa, dada em lm/W. Embora algumas bibliografias nacionais utilizem o termo eficácia luminosa com o mesmo significado (ABNT, 1992).

De maneira geral, para se obter um projeto luminotécnico eficiente energeticamente deve-se utilizar as lâmpadas de maiores eficiências luminosas. Para a escolha de uma fonte de luz, a eficiência luminosa deve ser ponderada, frente às características de reprodução de cor, temperatura de cor e vida útil da lâmpada, para a melhor adequação às características do ambiente.

Tabela 7 - Comparativo de Potências Entre LFCs e Lis.

Potência - LFC (tensão 127 V)	Potência - lâmpada incandescente
10 Watts	40 Watts
15 Watts	60 Watts
20 Watts	75 Watts
23 Watts	100 Watts
Potência - LFC (tensão 220 V) Potência	Potência - lâmpada incandescente
10 Watts	25 Watts
15 Watts	75 Watts
20 Watts	100 Watts
23 Watts	120 Watts

Fonte: OSRAM, 2009.

As eficiências luminosas variam conforme o tipo de lâmpada, sendo que as incandescentes são as menos eficientes (10 a 15 lm/W) e as lâmpadas de sódio, as mais eficientes (80 a 140 lm/W). A eficiência luminosa das lâmpadas fluorescentes tubulares varia conforme o tipo de pó fluorescente utilizado. As com pó comum possuem eficiência luminosa de 55 a 75 lm/W enquanto que para aquelas com pó trifósforo a eficiência aumenta para 75 a 90 lm/W (OSRAM, 1999).

Outro componente que contribui para a eficiência dos sistemas de iluminação são reatores. A principal vantagem dos reatores eletrônicos em relação aos eletromagnéticos é a economia de energia devido ao aumento da eficiência da lâmpada (alimentada em alta frequência) e do conversor/inversor (pela flexibilidade e elevada eficiência intrínseca dos circuitos eletrônicos). Alguns autores estimam que esta economia de energia pode-se alcançar 30% e que, além da economia indireta de energia, as luminárias com reatores eletrônicos aquecem menos em virtude da menor potência dissipada, proporcionando uma redução considerável na carga térmica do sistema de ar condicionado (ROCHA, 1991).

A alimentação em alta frequência reduz a oscilação do fluxo luminoso na lâmpada e elimina quase por completo o efeito estroboscópico. Em alta frequência, este efeito praticamente desaparece devido à inércia do revestimento de fósforo das lâmpadas fluorescentes, que não consegue mais acompanhar as variações de excitação impostas pela frequência de operação.

Também, a eficiência em alta frequência implica corrente menor pela lâmpada, cuja vida útil, conseqüentemente, passa a ser mais longa e é estimada em 50% (ROCHA, 1991).

Outra maneira de reduzir o consumo de energia em um sistema de iluminação é a utilização de detectores de presença, que é um dispositivo que detecta a movimentação de usuários em ambientes monitorados. Após determinado tempo, geralmente programável, sem detectar a movimentação de usuários, o sensor de presença desliga as luminárias do ambiente, simulando o hábito de uso de um usuário consciente da necessidade de uso racional e eficiente de energia elétrica.

Existem basicamente dois tipos de sensores, conforme o mecanismo de detecção: sensíveis à radiação infravermelha e sensíveis ao ultra-som. Os primeiros são mais comuns no mercado.

Sensores sensíveis à radiação infravermelha detectam a movimentação entre franjas de visões verticais e horizontais geradas por uma lente facetada colocada na frente do semiconductor sensível à radiação infravermelha. Quando algum usuário move-se entre duas franjas adjacentes, o sensor gera um sinal elétrico que é enviado a um circuito de controle que acende ou mantém aceso as luminárias controladas.

As franjas aumentam suas espessuras com o afastamento do sensor, já que existe uma divergência de uma lente de pequenas dimensões. Isso ocasiona a diminuição da sensibilidade em relação a alguma movimentação que possa ocorrer no ambiente.

Já um sensor sensível ao ultra-som emite e monitora ondas sonoras com frequência entre 25 e 40 kHz. As ondas emitidas são refletidas nos usuários, objeto, mobília, paredes, teto e piso do ambiente: As ondas refletidas sofrem alterações que são detectadas pelo dispositivo, acendendo ou mantendo acesas as luminárias controladas (ALVAREZ, 1998)

Os resultados obtidos com a instalação de sensores de presença são significativos, e o potencial de conservação de energia proporcionado com a instalação desse dispositivo é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Sensores de Presença: Potenciais de Conservação.

Aplicação	Potencial de conservação (%)
Escritórios	20 – 50
Banheiros	30 – 75
Corredores	30 – 40
Áreas de estoque	45 – 65
Salas de reuniões	45 – 65
Salas de conferências	45 – 65
Depósitos	50 – 75

Fonte: Alvarez, 1998.

É importante esclarecer a influência que a eficiência desse tipo de controle sofre pela frequência de usuários nos ambientes monitorados. Se um ambiente é bastante movimentado, o sistema de iluminação é acionado frequentemente, reduzindo o tempo de permanência no estado desligado, podendo, portanto, tornar inviável a instalação desse mecanismo.

A luminária é outro componente do sistema de iluminação que contribui para eficiência energética. Segundo Cervelin (2002), a eficiência de uma luminária é definida em função da relação entre o fluxo luminoso por ela emitido e o fluxo da lâmpada, onde o resultado varia em função do tipo de luminária, sua estrutura física e a finalidade a que se destina. Quanto maior a eficiência energética, menor será a quantidade de lâmpadas necessárias para conseguir certa iluminância e, portanto, mais econômico será o sistema adotado.

Uma luminária com boa eficiência deve ter pouca interferência com a lâmpada, boa conservação do fluxo luminoso, facilidade de manutenção, correta distribuição luminosa e alto rendimento inicial, conseguindo passar ao ambiente o máximo do fluxo luminoso que a lâmpada emite (CERVELIN, 2002).

Segundo Alvarez (1998), são utilizadas nas luminárias várias partes que influenciam o seu desempenho na distribuição eficiente da luz, tais como: lamelas, difusores, lentes, refletores e louveres.

Com o surgimento de novas tecnologias, luminárias mais eficientes foram desenvolvidas, dotadas de refletores de alumínio (alumínio polido) (Figura17).

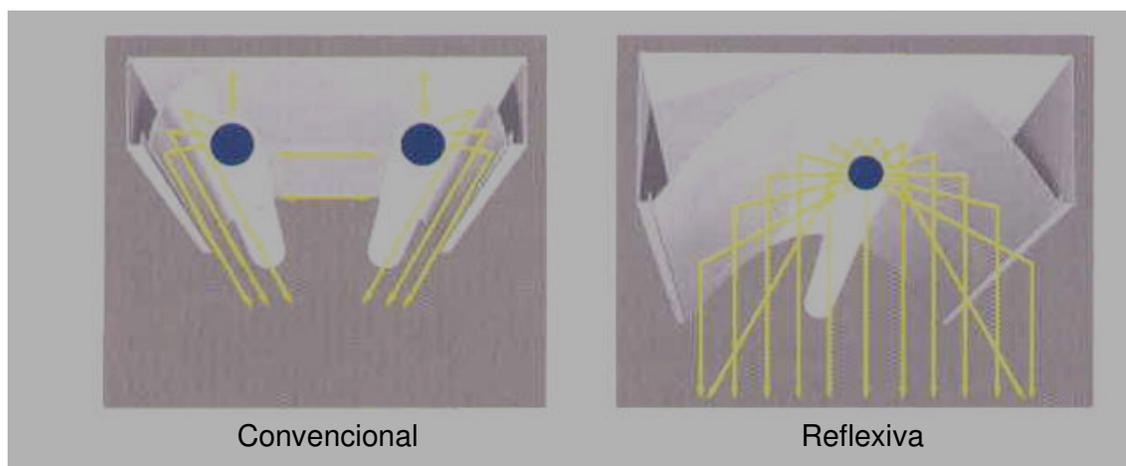


Figura 17 – Luminárias Convencionais e Reflexivas
Fonte: Cervelin, 2002.

Conforme a Figura 18 a superfície espelhada das luminárias reflexivas reduzem as perdas por reflexão, aumentando a eficiência do conjunto.

Segundo Cervelin (2002), a utilização de luminárias de altíssima eficiência, dotadas de fundos reflexivos, possibilita uma redução média de 70% no número de luminárias, ocasionando grande economia de energia elétrica.



Figura 18 – Luminárias Convencionais e Reflexivas
Fonte: Cervelin, 2002.

Também, segundo Caddet (1995), o ciclo de manutenção de limpeza em luminárias é fundamental para manter o índice de conservação de energia. Caso não haja uma rotina de limpeza, fatores como pó acumulado, tipo de luminária, idade dos componentes, entre outros, podem causar perdas que variam de 5% a 30%.

4.3 Refrigeração Comercial

Marchioro (2004) definiu que a refrigeração comercial é todo sistema de frio alimentar destinado a suprir câmaras e expositores frigoríficos destinados à venda direta ao consumidor. Então, pode-se dizer que são sistemas de refrigeração instalados em supermercados, panificadoras, mercearias, lojas de conveniências, etc.

Os alimentos de uma panificadora são altamente perecíveis. Como a cidade de Manaus possui temperaturas elevadas, esse fator intensifica a exigência de uma refrigeração adequada para os alimentos. A refrigeração é fundamental para a manutenção da qualidade dos alimentos em uma panificadora, ou seja, armazenamento e exposição para comercialização, até o momento de sua aquisição.

As panificadoras utilizam equipamentos de resfriamento como *freezers* e geladeiras. Apesar de não possuírem grande potência, são equipamentos ligados o dia todo, num funcionamento cíclico, em que parte do tempo funciona a potência nominal e a outra parte a parada do compressor.

Também, utiliza os equipamentos de refrigeração abertos ao ar ambiente que estão relacionados a diversos problemas técnicos a seguir:

- Imperfeição da barreira térmica determinada pela cortina de ar que facilita o acesso fácil do consumidor ao produto;
- Interação térmica do ar refrigerado do interior do equipamento aberto, com o ar ambiente mais quente e úmido, por via da aspiração através da grelha de retorno do ar para o processo de arrefecimento;
- Perdas de massa de ar arrefecido pela zona inferior da abertura do expositor, resultantes das características de concepção dos equipamentos;
- Necessidades de potências térmicas de refrigeração nominalmente mais elevadas para compensar um *design* desajustado dos equipamentos e também alguma imposição do mercado pela acessibilidade direta do consumidor ao produto;
- Disposição dos equipamentos na loja ou no centro comercial baseada apenas numa lógica visual e de acesso mais imediatos;

- Variabilidade das condições do ar ambiente ao longo do dia em que se processa o mercado da compra de produtos.

Também, de acordo com Faramarzi (1999), a carga/descarga térmica, sensível e latente a que está sujeito um equipamento de refrigeração aberto resulta de vários processos, de que se destacam:

- A infiltração de ar;
- A saída de ar arrefecido do interior do equipamento;
- A transmissão de calor por condução pelas paredes exteriores, resultante da chegada à superfície da energia térmica por radiação, convecção e mesmo condução;
- A radiação térmica;
- A iluminação externa e interna;
- A ventilação do espaço exterior;
- Início da conservação e exposição dos produtos com base na sua temperatura.

Segundo Faramarzi (1999), a infiltração de ar tem influência no desempenho térmico e eficiência energética dos equipamentos, sendo função da velocidade e orientação do ar ambiente. As variações em módulo e direção da velocidade do ar ambiente deve-se à localização das saídas do sistema de condicionamento de ar do estabelecimento, aos fluxos originados por diferenças de pressão de correntes de aberturas ao exterior e também, à perturbação do movimento do ar pela passagem dos consumidores em frente à abertura do equipamento. Qualquer uma destas situações afeta o desempenho da cortina de ar e, conseqüentemente, o desempenho do equipamento.

Outra componente do sistema de refrigeração que afeta o desempenho e a eficiência é o desempenho do compressor, pois segundo Aguiar (2007) os compressores de ar de refrigeração representam 18% da energia consumida pelos sistemas motrizes. Com esses dados, se justifica o estudo de eficiência energética do sistema de compressão de ar industrial, quando submetido à variação de velocidade no motor.

Então, um sistema de refrigeração adequado é fundamental para que haja uma considerável conservação de energia elétrica. Um sistema inadequado ou mal dimensionado ficará mais tempo ligado para atingir a temperatura desejada de determinado produto e com isso, também há risco de diminuir a vida útil do equipamento. Para que o sistema de refrigeração contribua diretamente na conservação de energia elétrica, é fundamental a utilização de algumas normas de construção e ensaios de desempenho para estes produtos.

4.3.1 Eficiência Energética em Refrigeração Comercial

O consumo de eletricidade dos aparelhos de refrigeração comercial, como já foi explicado anteriormente, depende da temperatura empregada, da capacidade de carga, do isolamento das portas e do desempenho do compressor. O uso incorreto destes equipamentos também interfere no seu consumo de energia. A ação a seguir contribui para a economia de energia nesses equipamentos:

- Não colocar este tipo de equipamento junto de fontes de calor (fornos, fogões), nem em locais com incidência solar direta. Baixando a temperatura ao redor do equipamento em 5°C pode-se atingir uma economia de energia de aproximadamente 30%;
- Não deixar que o gelo se acumule, pois dificulta a transferência de calor entre o evaporador e o interior do frigorífico. O consumo pode aumentar em cerca de 30% se existir uma camada de gelo superior a 5 mm;
- Não colocar comida ainda quente no frigorífico;
- Assegurar a existência de espaço para circulação do ar na parte traseira do refrigerador;
- Limpar a grelha traseira do frigorífico pelo menos uma vez por ano. A acumulação de pó e sujeira dificulta a troca de calor através do condensador;

- Verificação regular do fechamento das portas. Esse procedimento pode ser efetuado deixando uma folha de papel entre a borracha e a porta. Se a folha de papel ficar solta, é porque a porta não fecha convenientemente;
- Ajustar o regulador de temperatura interior de acordo com as necessidades;
- Reduzir o tempo de abertura das portas ao necessário (20% do consumo global dos equipamentos de frio são devidos às aberturas das portas). Esta prática também reduz a acumulação de gelo.

4.4 Eficiência Energética em Motores Elétricos de Indução

Segundo a Eletrobrás (2009) os motores elétricos são responsáveis por 51% do consumo de energia elétrica industrial e o motor de indução trifásico com rotor de gaiola de esquilo é amplamente utilizado na indústria, correspondendo a 75% dos motores existentes no Brasil. Na indústria, devido à utilização de motores de maior porte, este número é seguramente maior. Isso porque os 25% restantes constituem-se de motores menores que 1 cv, monofásicos, com aplicações em equipamentos residenciais como geladeiras, ar condicionado, máquina de lavar, entre outros (GARCIA,2003).

Como o custo da energia vem se tornando cada vez maior, a utilização de motores de alto rendimento (mesmo que com um custo de investimento inicial maior que o custo de um motor padrão) torna-se justificável na maioria dos casos. Esses motores de alto rendimento reduzem os custos com o consumo de energia elétrica, além de proporcionar outros ganhos a sociedade. Com o uso desses motores tem-se uma utilização mais racional dos recursos naturais, conclui Gualberto (2007).

De acordo com Bortoni e Santos (2006), uma boa opção para conservar energia, em se tratando de motores elétricos é a troca de motores existente e a instalação de motores elétricos de alto rendimento, que podem reduzir em até 30% as perdas. Mas, para optar por um motor de alto rendimento tem-se que considerar a realização de um estudo de sua viabilidade

econômica, pois, segundo Silva (2009), nem sempre é viável economicamente. Pode-se citar como exemplo o acionamento de cargas de elevada inércia, com freqüentes acelerações, cujas perdas elétricas decorrente de tais acelerações do motor podem ser maior que as perdas elétricas em operação contínua do motor, inviabilizando sua utilização.

As Figuras 19 e 20 apresentam os rendimentos mínimos para motores de alto rendimento e padronizados, respectivamente, segundo o PROCEL (2010).

Outro fator que contribui para ineficiência da utilização de energia em motores elétricos é a utilização de motores elétricos superdimensionados no setor produtivo, o que costuma ser um caso muito comum na instalação de motores. Adicionalmente exerce uma influência direta na geração de energia reativa, uma vez que a energia reativa requerida por uma máquina está fortemente associada a sua construção, e quando ela opera com potência inferior à nominal a componente reativa permanece associada à capacidade total do equipamento (MOLLO, 2010).

Caso o motor trabalhe com baixos índices de carregamento haverá a diminuição do rendimento a valores insatisfatórios. Segundo a WEG (2010), a faixa de operação para se obter um maior rendimento deve ser entre 75 e 100% da potência nominal.

Também, Moreira (2008) afirma que a manutenção do motor de indução como a lubrificação adequada (nem a mais, nem a menos), ambiente limpo, boas conexões, são fatores que ajudam a melhorar a operação desse equipamento, mas esse ambiente nem sempre é encontrado nas indústrias brasileiras.

Potência (cv)	Rendimento (%)			
	2 pólos	4 pólos	6 pólos	8 pólos
1,0	77,1	79,5	74,5	68,0
1,5	78,6	79,5	75,1	74,5
2,0	81,1	82,5	78,0	79,0
3,0	81,6	83,1	78,6	80,0
4,0	83,0	83,5	83,0	81,3
5,0	85,5	85,1	84,0	83,0
6,0	85,1	86,0	85,5	84,5
7,5	86,5	88,0	86,0	86,0
10,0	87,6	89,0	86,3	87,5
12,5	88,0	88,5	88,0	88,0
15,0	87,8	88,6	89,5	88,5
20,0	89,0	90,2	89,6	89,5
25,0	89,6	90,6	90,3	89,0
30,0	89,6	91,1	91,1	91,0
40,0	90,4	91,8	91,8	91,5
50,0	92,2	92,5	92,0	91,1
60,0	92,5	93,1	92,5	91,5
75,0	92,8	93,1	92,8	92,0
100,0	93,5	93,5	93,1	92,5
125,0	93,7	93,8	93,5	93,5
150,0	93,3	94,1	94,2	93,8
175,0	94,0	94,2	94,2	-
200,0	94,2	94,6	94,2	-
250,0	94,3	94,6	-	-

Figura 19 - Rendimentos Nominais Mínimos para o Recebimento do Selo Procel - Linha Padrão.
Fonte: PROCEL, 2010.

Potência (cv)	Rendimento (%)			
	2 pólos	4 pólos	6 pólos	8 pólos
1,0	80,1	82,6	80,2	74,2
1,5	82,7	81,6	79,0	78,0
2,0	83,7	84,1	83,5	83,4
3,0	85,1	85,1	83,4	84,5
4,0	86,0	86,3	86,3	85,0
5,0	87,6	87,7	87,6	85,6
6,0	88,1	88,7	88,0	86,8
7,5	88,7	89,7	88,5	87,0
10,0	89,6	91,0	89,3	89,5
12,5	89,6	91,0	89,5	89,5
15,0	90,3	91,7	90,6	89,5
20,0	91,1	92,4	90,9	90,5
25,0	91,5	92,5	91,9	90,0
30,0	91,3	93,0	92,5	91,6
40,0	92,0	93,1	93,2	92,0
50,0	92,9	93,1	93,2	92,6
60,0	93,1	93,7	93,7	92,6
75,0	93,1	94,2	93,7	93,5
100,0	93,7	94,6	94,2	93,7
125,0	94,6	94,7	94,3	94,1
150,0	94,6	95,1	95,1	94,2
175,0	94,8	95,1	95,1	-
200,0	95,1	95,1	95,1	-
250,0	95,5	95,5	-	-

Figura 20 - Rendimentos Nominais Mínimos para o Recebimento do Selo Procel - Linha Alto Redimento.
Fonte: PROCEL, 2010.

4.5 Resultados dos Dados das PEs Industriais da Cidade de Manaus

Conforme a amostragem estratificada proporcional da Tabela 6, foram coletados dados de 9 (nove) panificadoras, 4 (quatro) indústrias do segmento metal mecânica, 2 (duas) indústrias do segmento moveleiro e 1 (uma) indústria do segmento plástico da cidade de Manaus. Para a coleta de dados utilizou-se as planilhas dos apêndices A, B, C, D, E e F e as faturas de energia elétrica das empresas pesquisadas.

Com os dados das planilhas dos apêndices foram criadas as Tabelas 10, 12, 14 e 16, através das quais foram elaboradas as matrizes de consumo por uso final de energia elétrica do segmento de panificação, metal mecânica, moveleiro e plástico, que são representadas nos Gráficos 11, 12, 13 e 14, respectivamente.

4.5.1 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento de Panificação

Tabela 9 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento de Panificação– Pequenas Empresas.

Panificadora	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	outros kWh	%
1	18760	13184	70,28	2016	10,75	2938	15,66	622	3,31
2	17920	12255	68,39	1850	10,32	2560	14,29	1255	7,08
3	16665	10520	63,13	1500	9,00	2100	12,60	2545	15,27
4	19741	13600	68,89	1586	8,03	2431	12,31	2124	10,75
5	17404	10950	62,92	1952	11,22	1900	10,92	2602	14,95
6	18696	10700	57,23	2100	11,23	1950	10,43	3946	21,10
7	19311	12958	67,10	1652	8,55	2030	10,51	2671	13,83
8	17520	13150	75,06	1387	7,92	2895	16,52	88	0,50
9	18327	13020	71,04	1756	9,58	3200	17,46	351	1,91
Consumo Média kWh	18260,44	12259,67	67,11	1755,44	9,62	2444,89	13,41	1800,44	9,85

A Tabela 9 apresenta o consumo médio de energia elétrica de cada panificadora pesquisada. Os dados de consumo médio foram extraídos de suas contas de energia elétrica. A Tabela 9 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar condicionado, iluminação, refrigeração e outros equipamentos. Esses dados foram estimados em função das potências elétricas médias de suas cargas e do tempo de utilização mensal coletado *in loco*.

Em outros equipamentos estão incluídos bateadeiras, liquidificadores, computadores, impressoras, microondas e televisores.

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento de Panificação - PEs

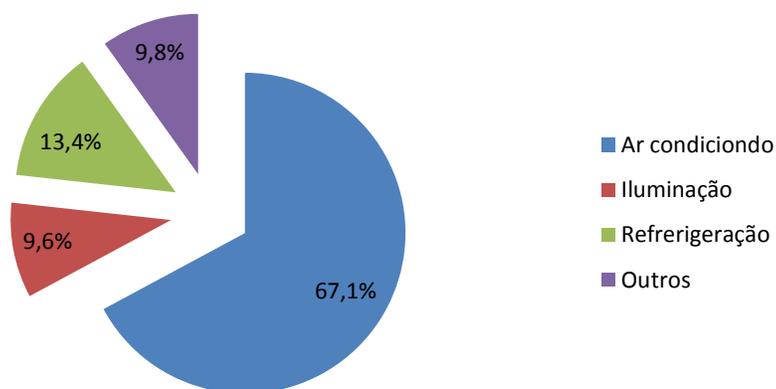


Gráfico 11 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento de Panificação - PEs

Observa-se no Gráfico 11 que o maior consumo desse segmento é o de ar condicionado, com 67,1%, pois as áreas de recepção e acomodação dos clientes são todas refrigeradas. Em seguida tem-se a refrigeração com 13,4%, iluminação com 9,6% e outros com 9,8%.

Tabela 10 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator De Carga, Estratificada da Pesquisa do Segmento de Panificação – Pequenas Empresas.

Panificadora	Demanda Média (kW)	Fator de Potência (%)	Fator de Carga (%)
1	42	90,15	62,55
2	30	93,15	52,20
3	28	93,45	60,58
4	25	99,05	55,88
5	22	97,02	65,55
6	25	99,07	61,46
7	26	98,18	61,88
8	27	95,08	45,55
9	24	92,80	65,88
Média	27,66	96,32	59,91

Observar-se, também, na Tabela 10, que o fator médio de carga de 59,91% indica que a energia elétrica não possui uma regularidade no seu uso.

4.5.2 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Metal Mecânica

Tabela 11 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Pequenas Empresas.

Metal mecânica	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Motores elétricos kWh	%	outros	%
1	2700	275,40	10,20	237,60	8,80	1.566,00	58,00	621,00	23,00
2	1600	176,00	11,00	200,00	12,50	912,00	57,00	312,00	19,50
3	1556	186,72	12,00	202,28	13,00	914,92	58,80	252,07	16,20
4	2200	286,00	13,00	198,00	9,00	1.342,00	61,00	374,00	17,00
Consumo Media kWh	2.014,00	231,03	11,55	209,47	10,82	1.183,732	58,7	389,76	18,92

A Tabela 11 apresenta o consumo médio de energia elétrica de cada indústria do segmento metal mecânica. Esses dados foram extraídos de suas contas de energia elétrica. A Tabela 11 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos. Esses dados foram estimados em função das potências elétricas médias de suas cargas, e do tempo de utilização mensal, coletado *in loco*. Em outros equipamentos estão incluídos computadores, impressoras, *modem* e ventiladores.

Observa-se no Gráfico 12 que o maior consumo desse segmento é com motores elétricos, correspondendo 48,9%. Isso já era esperado, pois a maioria dos equipamentos opera com motores elétricos, como exemplo: prensas, tornos, fresas, lixadeiras, furadeiras e etc. Em segundo vem a iluminação, com 20,2%, em seguida o ar condicionado com 17,2% e depois a refrigeração com 11,3%, e outros com 2,3%.

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento Metal Mecânica - PEs

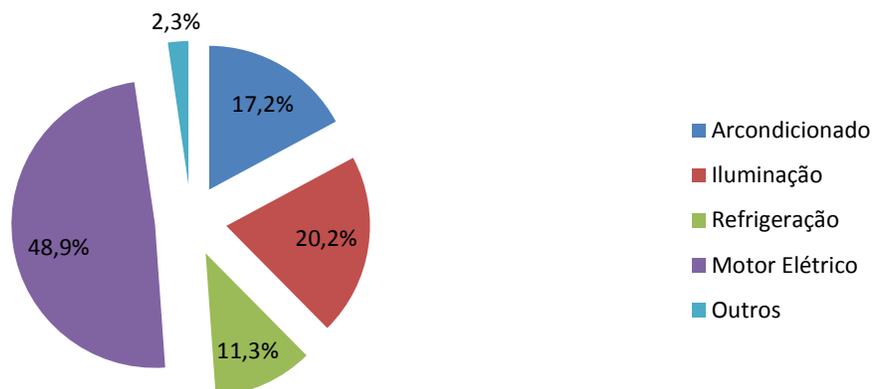


Gráfico 12 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Metal Mecânica - PEs

A Tabela 12 apresenta demanda média, o fator de potência médio e fator de carga média do segmento metal mecânica. Todos os valores foram extraídos de suas contas de energia e de informações da própria concessionária. Pode-se observar na Tabela 12 que somente uma empresa pesquisada possui o fator de potência acima do recomendado pela resolução 416/2000 da ANEEL e do Decreto 479 de 20 de Março de 1992, que é igual a 0,92 enquanto as outras estão abaixo deste valor. Então a média do fator de potência do segmento é de 64,19%. Esse valor está baixo do recomendado e significa que o desperdício com energia reativa no setor é significativo.

Observar-se, também na Tabela 12 que o fator médio de carga do segmento é 56,45%, o que indica que a energia elétrica não possui uma regularidade no seu uso.

Tabela 12 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Pequenas Empresas.

Metal mecânica	Demanda Média kW	Fator de Potência (%)	Fator de Carga (%)
1	15	56,47	55,60
2	12	92,34	60,80
3	13	57,88	54,20
4	12	50,10	55,20
Média	13	64,19	56,45

4.5.3 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Moveleiro

Tabela 13 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Moveleiro – Pequenas Empresas.

Moveleiro	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros	%
1	750	92,75	12,37	152,31	20,31	105,44	14,06	393,13	52,42	6,34	0,85
2	310	35,65	11,5	57,37	18,50	38,75	12,50	175,30	56,56	2,91	0,94
Consumo Media kWh	530	64,2	11,93	104,84	19,40	72,09	13,28	284,21	54,49	4,62	0,89

A Tabela 13 apresenta o consumo médio de energia elétrica de cada indústria do segmento moveleiro pesquisado. Esses dados foram extraídos de suas contas de energia elétrica. A Tabela 13 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos. Esses dados foram estimados em função das potências médias elétrica de suas cargas e do tempo de utilização mensal, coletado *in loco*. Em outros equipamentos estão incluídos computadores, impressoras, ventiladores e cafeteiras.

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro- PEs

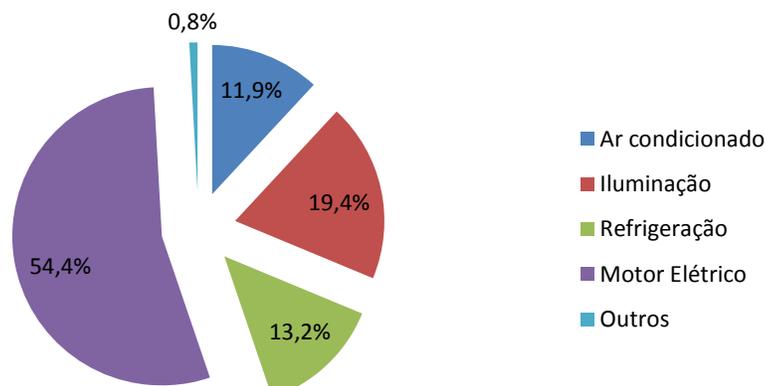


Gráfico 13 - Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro- PEs.

Observa-se no Gráfico 13 que o maior consumo desse segmento é com motores elétricos, com 54,4%, pois a maioria dos equipamentos opera estes com motores. Como

exemplo: esquadrejadeira, torno de madeira, destopadeira, lixadeira, furadeiras, etc. Em segundo vem a iluminação, com 19,4%, seguida da refrigeração com 13,2% , por último, o ar condicionado com 11,9% e outros com 0,8%.

Tabela 14 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Moveleiro– Pequenas Empresas.

Moveleiro	Demanda Média kW	Fotor de Potência (%)	Fator de Carga (%)
1	18	91	58,8
2	17,5	89,5	65,5
Média	17,5	90,5	62,1

A Tabela 14 apresenta a demada média, o fator de potência médio e fator de carga médio do segmento metal mecânica. Todos os valores foram extraídos de suas contas de energia e de informações da própria concessionária. Pode-se observar na Tabela 14, que todas as empresas pesquisadas possuem o fator de potência baixo do que é recomendado pela resolução 416/2000 da ANEEL e do Decreto 479 de 20 de Março de 1992, que é igual a 0,92. Então a média do fator de potência do segmento moveleiro pesquisado é de 90,5%. Esse valor está baixo do recomendado pela resolução 416/200 da ANEEL, o que significa um desperdício com energia reativa.

Observar-se na Tabela 14, que o fator médio de carga do segmento é 62,1% , o que indica que a energia elétrica não possui uma regularidade no seu uso.

4.5.4 Resultados dos Dados das PEs Industriais do Segmento Plástico

Tabela 15 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Plástico– Pequenas Empresas.

Plástico	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros	%
1	230.000	1902,16	0,83	10974,01	4,77	7643,89	3,32	146453,18	63,68	63026,74	27,40
Consumo Media kWh	230.000	1902,16	0,83	10974,01	4,77	7643,89	3,32	146453,18	63,68	63026,74	27,40

A Tabela 15 apresenta o consumo médio de energia elétrica das indústrias do segmento plástico pesquisadas. Esses dados foram extraídos de sua conta de energia elétrica.

A Tabela 15 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar

condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos. Esses dados foram estimados em função das potências médias elétricas de suas cargas e do tempo de utilização mensal, coletado *in loco*. Em outros equipamentos estão incluídos computadores, impressoras, *modem*, servidores, roteadores, *hubs*, cafeteiras e os aquecedores das máquinas de injeção plástica, entre outros.

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento Plástico - PEs

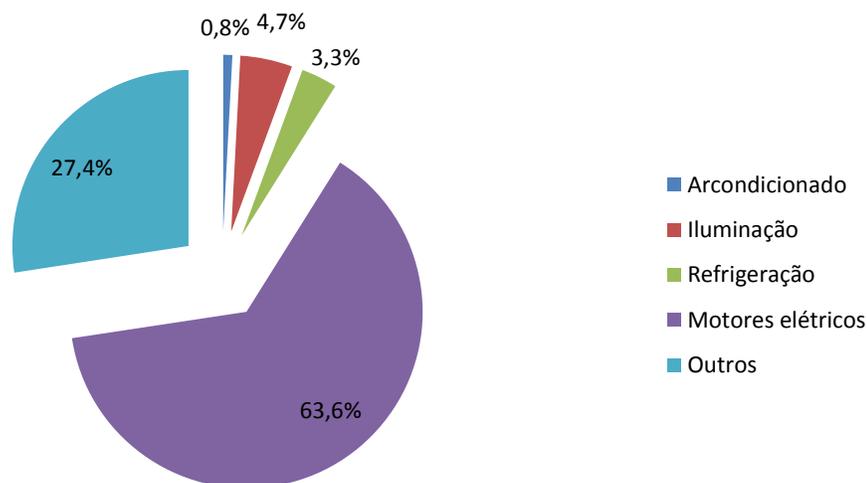


Gráfico 14 - Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Plástico - PEs

Observa-se no Gráfico 14 que o maior consumo desse segmento é com motores elétricos, com 63,6%, pois as maiorias dos equipamentos operam com motores elétricos, como por exemplo, as máquinas injetoras, trituradoras, desumidificadores, etc. Em segundo vem outros com 27,4%. Esse valor apresenta-se grande quando comparado aos outros segmentos pesquisados, devido aos aquecedores das máquinas injetoras e aos desumidificadores de resina que consomem bastante energia em função das resistências elétricas. A iluminação apresenta somente 4,7%, em seguida a refrigeração com 3,3% e depois o ar condicionado com 0,8%.

Tabela 16 – Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga Estratificada da Pesquisa do Segmento Plástico – Pequenas Empresas.

Plástico	Demanda Média kW	Fator de Potência (%)	Fator de Carga (%)
1	460	88,4	50,12
Média	460	88,4	50,12

A Tabela 16 apresenta a demanda média, o fator de potência médio e fator de carga médio do segmento plástico. Todos os valores foram extraídos de suas contas de energia. Pode-se observar na Tabela 16, que a empresa pesquisada possui o fator de potência de 88,4%, que está baixo do recomendado pela resolução 416/2000 da ANEEL e do Decreto 479 de 20 de Março de 1992, que é igual a 0,92. Então a média do fator de potência do segmento é de 88,4%. Esse valor está baixo do recomendado. Isso significa que existe um desperdício significativo com energia reativa no setor pesquisado.

Observar-se na Tabela 16 que o fator de carga médio do segmento é 50,12%, o qual indica que a energia elétrica não possui uma regularidade no seu uso.

4.5.5 Resultado Global dos Dados das PEs Industriais da Cidade de Manaus

A Tabela 17 apresenta o consumo médio de energia elétrica global das pequenas empresas industriais da cidade de Manaus. A Tabela 17 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos. Esses dados foram compilados das 16 pequenas empresa pesquisadas dos segmentos de panificação, metal mecânica, moveleiro e plástico.

Tabela 17 - Consumo Médio Global das Pequenas Empresas Industriais da Cidade de Manaus.

Pequenas Empresas	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros kWh	%
1	18760	13184	70,28	2016	10,75	2938	15,66	-	-	622	3,31
2	17920	12255	68,39	1850	10,32	2560	14,29	-	-	1255	7,08
3	16665	10520	63,13	1500	9,00	2100	12,60	-	-	2545	15,27
4	19741	13600	68,89	1586	8,03	2431	12,31	-	-	2124	10,75
5	17404	10950	62,92	1952	11,22	1900	10,92	-	-	2602	14,95
6	18696	10700	57,23	2100	11,23	1950	10,43	-	-	3946	21,10
7	19311	12958	67,10	1652	8,55	2030	10,51	-	-	2671	13,83
8	17520	13150	75,06	1387	7,92	2895	16,52	-	-	88	0,50
9	18327	13020	71,04	1756	9,58	3200	17,46	-	-	351	1,91
10	2700	462,34	17,12	584,01	21,63	299,30	11,09	1315,29	48,71	39,03	1,72
11	1600	267,52	16,72	323,20	20,20	198,80	12,30	792,00	49,5	20,48	1,28
12	1556	289,41	18,60	300,30	19,3	178,94	11,50	760,88	48,9	26,45	1,70
13	2200	363,00	16,50	440,00	20,00	231,00	10,50	1067,00	48,50	99,00	4,50
14	750	92,75	12,37	152,31	20,31	105,44	14,06	393,13	52,42	6,34	0,85
15	310	35,65	11,5	57,37	18,50	38,75	12,50	175,30	56,56	2,91	0,94
16	230.000	1902,16	0,83	10974,01	4,77	7643,89	3,32	146453,18	63,68	63026,74	27,40
Consumo Media kWh	25216,25	7109,36	43,61	1789,39	13,21	1918,76	12,25	9434,80	23,02	4964,06	7,94

Matriz de Consumo de Energia Elétrica das Pequenas Empresas Industriais da Cidade de Manaus

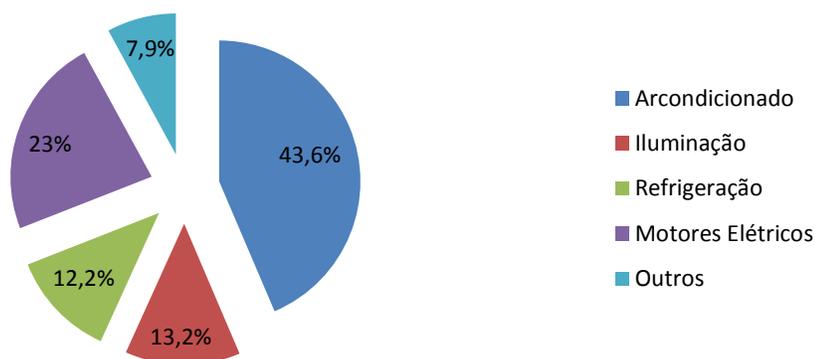


Gráfico 15-Gráfico de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica das Pequenas Empresas da Cidade de Manaus

O Gráfico 15 foi plotado com os dados da Tabela 17, o qual indica que o maior consumo de energia elétrica das pequenas empresas industriais da cidade de Manaus é com ar

condicionado, com 43,6%, em segundo vêm os motores elétricos com 23%, seguido da iluminação com 13,2%, refrigeração com 12,2% e outros com 8%.

Na Tabela 18 têm-se as medidas descritivas para o consumo global das pequenas empresas industriais da cidade de Manaus.

Tabela 18 – Medidas Descritivas para o Consumo Global das Pequenas Empresas Industriais.

Medidas	Ar condicionado	Iluminação	Refrigeração	Motores elétricos	Outros
Média	7.109,36	1.789,39	1.918,76	9.434,80	4.964,06
Desvio padrão	6.109,11	2.558,16	1.921,97	36.540,89	15.536,34
Mediana	10610	1543	1990	792	486,5
Mínimo	35,65	57,37	38,75	175,3	2,91
Máximo	13600	10974,01	7643,89	146453,2	63026,74

A Tabela 18 apresenta alguns dados importantes, como desvio padrão, que está muito fora da média, devido à heterogeneidade dos segmentos pesquisados. Isso pode ser percebido pelos resultados dos valores máximos e mínimos.

Tabela 19 - Demanda Média, Fator de Potência e Fator de Carga das Pequenas Empresas Industriais da Cidade de Manaus.

Pequenas Empresas	Demanda Média kW	Fator de Potência (%)	Fator de Carga (%)
1	42	90,15	62,55
2	30	93,15	52,20
3	28	93,45	60,58
4	25	99,05	55,88
5	22	97,02	65,55
6	25	99,07	61,46
7	26	98,18	61,88
8	27	95,08	45,55
9	24	92,80	65,88
10	15	56,47	55,60
11	12	92,34	60,80
12	13	57,88	54,20
13	12	50,10	55,20
14	18	91	58,8
15	17,5	89,5	65,5
16	460	88,4	50,12
Média	49,78	86,47	58,63

A Tabela 19 apresenta a demanda média, o fator de potência médio e fator de carga médio das pequenas empresas industriais da cidade de Manaus pesquisadas. Pode-se observar na Tabela 19 que a demanda média é 49,78 kW, o fator de potência médio é de 86,47% e o fator de carga é de 58,63%. O fator de potência médio está baixo do recomendado pela resolução 416/2000 da ANEEL e do Decreto 479 de 20 de Março de 1992. Isso significa que existe desperdício significativo com energia reativa no setor pesquisado. Observar-se, também, que o fator de carga médio do segmento é de 58,63%, indicando que a energia elétrica não possui uma regularidade no seu uso no setor pesquisado.

4.5.6 Potencial de Conservação no Uso Final - Iluminação

O potencial de conservação de energia elétrica do uso final de iluminação pode ser estimado através de simulações que consideram a substituição do sistema de iluminação atual por outro de tecnologia mais adequada e eficiente e, também, pela redução de horas utilizadas, através de medidas educativas e utilização de iluminação natural.

Para esse trabalho foram considerados, a fim de estimar o potencial de conservação no uso final de iluminação, somente os pontos principais identificados como potenciais para efficientização da energia elétrica. Durante a pesquisa realizada nas PEs industriais de Manaus foram identificados os seguintes pontos que podem ser trabalhados para melhor uso final da energia elétrica com a iluminação:

- Observou-se que a maioria das pequenas empresas utiliza somente lâmpadas fluorescentes tubulares sem a utilização de luminárias, conforme pode ser observado na Figura 21, e também utiliza de forma ineficiente as lâmpadas fluorescentes compactas, como mostra a Figura 22.
- Observou-se que a maioria das pequenas empresas utiliza reator eletromagnético convencional no seu sistema de iluminação.

- Observou-se que nenhuma das PEs pesquisadas utiliza sensores de presença em seus ambientes.



Figura 21- Foto do Sistema de Iluminação de uma das Empresas da Pesquisa.



Figura 22 - Foto do Sistema de Iluminação de uma das Empresas da Pesquisa.

4.5.7 Potencial de Conservação no Uso Final – Ar condicionado

O potencial de conservação de energia elétrica do uso final de ar condicionado pode ser estimado através de simulações que consideram a substituição de sistemas e/ou equipamentos de ar condicionado por sistemas e equipamentos mais eficientes. Também consiste na análise da carga térmica do ambiente, onde será instalado o sistema. A carga térmica depende, entre outros itens, do tamanho do ambiente, da quantidade de pessoas e

equipamentos, de sua orientação solar e dos tipos de parede, permitindo escolher o sistema de ar condicionado adequado, bem com projetá-lo corretamente. Pode-se, também, utilizar a diminuição do tempo de uso do ar condicionado sem prejudicar o conforto térmico do ambiente.

Durante a realização da pesquisa nas PEs industriais de Manaus foram identificados os seguintes pontos que podem ser trabalhados para melhor uso final da energia elétrica com ar condicionado:

- Observou-se que a maioria das pequenas empresas utiliza ar condicionado de baixa eficiência, como por exemplo, classificado como classe D pelo PROCEL e com idade média dos equipamentos de 6 anos.
- Observou-se que na maioria das PEs os aparelhos de ar condicionado encontravam-se em estado de má conservação em relação à limpeza (sujos) (Figura 23).
- Observou-se que ainda existem PEs que utilizam os ar condicionados tipo de janela (Figura 23), que são menos eficientes que os *Split*.
- Observou-se que no setor de panificação os ar condicionados são utilizados com a regulagem de temperatura, sempre no modo máximo, independente do fluxo de pessoas no estabelecimento.



Figura 23- Foto do Ar condicionado de uma das Empresas da Pesquisa.

4.5.8 Potencial de Conservação no Uso Final- Refrigeração

O potencial de conservação de energia elétrica do uso final de refrigeração pode ser estimado através de simulações que consideram a substituição de equipamentos, mais eficientes. Da mesma maneira que os sistemas de ar condicionados, os sistemas de refrigeração inadequados e mal dimensionados reduzem a eficiência do processo. Desta forma, a escolha de um sistema compatível com a faixa de temperatura necessária, bem como a quantidade e exposição dos produtos, diminuem a perda térmica e, como consequência, o consumo de energia elétrica.

Durante pesquisa realizada nas pequenas empresas industriais de Manaus foram identificados os seguintes pontos que podem ser trabalhados para melhor uso final da energia elétrica com refrigeração comercial:

- Verificou-se que o maior segmento das PEs, que é o de panificação, utiliza os sistemas de refrigeração comercial, como pode ser visto na Figura 24. Esses sistemas têm a função de conservar os alimentos e bebidas que são destinados à venda direta ao consumidor.
- Observou-se que a maioria dos estabelecimentos utiliza de forma ineficiente os espaços internos dos seus sistemas de refrigeração comercial, podendo ser otimizados de forma a diminuir as quantidades desses equipamentos no estabelecimento comercial.



Figura 24- Foto dos Equipamentos de Refrigeração Comercial de uma das Empresas Pesquisada.

4.5.9 Potencial de Conservação no Uso Final-Motores Elétricos

O potencial de conservação de energia elétrica do uso final de motores elétricos pode ser estimado através de simulações que consideram a substituição de motores antigos ou modelos *standard* que possuem perdas maiores que os motores de alto rendimento, devido ao rendimento do motor elétrico ter relação direta com suas perdas. Então, quanto maior a perda na conversão de energia elétrica em energia cinética, menor o rendimento do motor, o que aumenta o desperdício de energia elétrica.

Outra forma para a conservação da energia elétrica é a redução das horas utilizadas com os motores elétricos, que se baseia na avaliação da possibilidade do uso do motor, com carga nominal ou por operação em vazio. Essa avaliação procura identificar vícios na utilização do motor seja por má operação ou por utilização ineficiente. Desta maneira, é possível maximizar a utilização do motor elétrico, diminuindo o seu tempo de operação e, conseqüentemente, o seu consumo de energia elétrica.

Durante pesquisa realizada nas pequenas empresas industriais de Manaus foram identificados os seguintes pontos que podem ser trabalhados para melhor uso final da energia elétrica com motores elétricos:

- Observou-se que a maior parte das pequenas empresas utiliza motores antigos ou modelos *standard*, como mostra a Figura 25.
- Observou-se que na maior parte das pequenas empresas as condições de manutenções e uso dos motores elétricos é precária, conforme mostra a Figura 26, pois há falta de um programa de manutenção que tenha uma rotina de inspeções do motor e suas conexões (elétricas e mecânicas) e vistoria do alinhamento dos acoplamentos motor-carga, a fim de evitar-se perdas de energia e redução de vida útil dos equipamentos devido ao excesso de esforços radiais e axiais.



Figura 25- Foto de um Motor Elétrico de uma das Empresas da Pesquisa.



Figura 26 - Foto de um Motor Elétrico de uma das Empresas da Pesquisa.

4.6 Potencial de Eficientização Energética Médio Global para as PEs

4.6.1 Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência

Para estimar o potencial de eficientização médio por correção do fator de potência foi utilizado o valor médio da Tabela 20, que é de 0,8647 e o valor médio mensal do consumo por mês de energia ativa, que é 25.216,25 kWh, o qual está na Tabela 18. A partir desses dados é possível calcular o valor médio mensal do faturamento total correspondente ao consumo de energia reativa excedente, utilizando a Equação 7. Em seguida utilizou-se a população da amostra, que é de 96 PEs, e multiplicou-se por doze para estimar o valor médio anual do faturamento das PEs com o consumo de energia reativa excedente. Os resultados podem ser observados na Tabela 20.

Eq.7

$$FER = CA \times \left(\frac{FPr}{FPm} - 1 \right) \times TCA$$

Onde:

FER = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia reativa excedente.

FCM=Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia das PEs.

CM= Consumo médio mensal das PEs.

CA = Consumo médio de energia ativa em um mês.

FPr = Fator de potência de referência igual 0,92.

Fpm = Fator de potência indutivo estimado igual 0,8647.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0.30334 R\$/kWh.

FER = R\$ 533,65.

CM =25.216,25 kWh.

População de PEs = 96.

Tabela 20- Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência.

Pequenas Empresas	FCM (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	8.811.760,06	614.764,8	7,0

Observa-se na Tabela 20 que através do aumento do fator de potência para valores maiores ou igual 0,92 pode-se reduzir em 7% o valor da fatura de energia elétrica.

4.6.2 Potencial de Eficientização Médio por Troca de Ar condicionado

Essa estimativa de potencial de eficientização médio por troca de ar condicionado é baseada apenas na substituição por ar condicionado *Split* mais eficientes, de classificação A, pois a maioria dos condicionadores do setor pesquisado tem classificação D de eficiência energética pelo PROCEL. Em função disso, será utilizada a Equação 8 para realizar essa estimativa.

Eq.8

$$\text{Consumo} = \frac{Cm}{ERR} (kWh)$$

Onde:

Cm: Consumo médio por mês do setor pesquisado (kWh);

ERR: eficiência dada em $\left(\frac{W}{W}\right)$;

FEAR = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com ar condicionado.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0.30334 R\$/kWh.

População de PEs = 96.

Para isso foi utilizado o consumo médio do setor com ar condicionado 7.109,36 kWh, e ERR do condicionador *Split* Classe A, que é segundo INMETRO (2011), $ERR > 3,2$.

Substituindo os valores na Equação 8, chega-se a um Consumo = 2.221,67 kWh, reduzindo em aproximadamente 31% o consumo de energia.

Tabela 21- Potencial de Eficientização Médio por Substituição.

Pequenas Empresas	FEAR (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	2.484.349,35	770.148,30	31

Observa-se na Tabela 21 que através da substituição de ar condicionado *Split* de classe A, pode-se reduzir em 31% o valor da fatura de energia elétrica. Esse valor é significativo, pois esse trabalho não leva em consideração o potencial de eficientização por redução de horas utilizadas.

4.6.3 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Lâmpadas e/ou Sistemas

Verificou-se, durante a pesquisa, que as PEs não utilizam um sistema de iluminação eficiente, pois os seus sistemas apresentam deficiências, quanto às luminárias, falta de sensores de presença em locais de pouca utilização e utilização de reatores eletromagnéticos. Então, segundo Caddet (1995), é através da sistematização adequada do sistema de iluminação que se chega a 2/3 da energia consumida por sistema ineficiente.

Para calcular a estimativa do potencial de eficientização desse trabalho levou-se somente em consideração as trocas de luminárias por luminárias mais eficientes e trocas dos reatores eletromagnéticos por eletrônicos e, em função disso, estimou-se somente 15% de economia de energia elétrica.

C_m = Consumo médio com iluminação no setor pesquisado em kWh.

FEI = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com iluminação.

TCA = Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0.30334 R\$/kWh.

População de PEs = 96.

Utilizou-se o consumo médio do setor com iluminação 1.789,39kWh que está na da Tabela 17.

Substituindo os valores na Equação 9. Os resultados estão na Tabela 22.

Eq.9

$$FEI = C_m \times TCA \times 12 \times 96;$$

Tabela 22- Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Luminárias mais Eficientes e Reatores Eletromagnéticos por Eletrônicos.

Pequenas Empresas	FEI (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	625.298,18	93.794,72	15

Com uma economia de energia elétrica de 15% no sistema de iluminação, conforme a Tabela 22 tem-se uma redução anual de aproximadamente R\$ 93.794 na fatura de energia do setor das PEs. Esse valor é significativo, pois esse trabalho não leva em consideração o potencial de efficientização por redução de horas utilizadas.

4.6.4 Potencial de Efficientização Médio por Substituição de Motores Elétricos

Durante a pesquisa verificou-se que a maioria da PEs utiliza motores antigos, tipo *standard*, principalmente o setor moveleiro e metal mecânica. Então, a estimativa do potencial de efficientização será baseada na troca de motores *standard* por motores de alto rendimento. Lara (2009) em seu estudo comparativo de motores *standard* e alto rendimento, demonstrou a possibilidade de obter-se ganhos de rendimento de 2 a 3%.

Assim, será utilizado o valor de 3% para o cálculo do potencial de eficiência com a troca de motores.

C_m = Consumo médio com motores no setor pesquisado (kWh).

FEM = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com motores elétricos.

TCA = Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0,30334 R\$/kWh.

População de PEs = 96.

Utilizou-se o consumo médio do setor com motores elétricos de 9.434,80 kWh que está na Tabela 17. Substituindo os valores acima na Equação 10. Os resultados estão apresentados na Tabela 23.

Eq.10

$$FEM = C_m \times TCA \times 12 \times 96;$$

Tabela 23- Potencial de Eficientização Médio por Troca de Motores Elétricos

Pequenas Empresas	FEM (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	3.296.968,97	98.909,06	3

A Tabela 23 mostra que com a troca de motores *standard*, por motores de alto rendimento, tem-se uma redução anual de aproximadamente R\$ 98.909 na fatura de energia nas PEs.

4.6.5 Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas

Uma vez apresentada à estimativa do potencial de eficientização em cada uso final de energia elétrica, torna-se possível analisar a estimativa do potencial de eficientização médio global das PEs indústrias da cidade de Manaus, conforme pode-se observar na Tabela 24.

Então:

FGM = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia elétrica das PEs.

CMG = Consumo médio global das PEs.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0,30334 R\$/kWh.

População de PEs = 96.

CMG =25.216,25 kWh (Ver Tabela 18);

FGM= TCA X 12 X CMG X 96;

Tabela 24 - Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas

Pequenas Empresas	FGM (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	8.811.760,06	157.616,88	17,9

Este valor estimado de 17,68% está um pouco acima do valor apresentado pelo PROCEL, para as empresas brasileiras no ano de 2006.

4.7 Resultados dos Dados das MEs Industriais da Cidade de Manaus

Utilizaram-se os mesmos procedimentos do **Item 4.6** desse trabalho para as MEs. Foram coletados dados de 22 (vinte e duas) panificadoras, 10 (dez) indústrias do segmento metal mecânica e 6 (seis) indústrias do segmento moveleiro. O segmento plástico não existe MEs.

4.7.1 Resultados dos Dados das Microempresas Industriais do Segmento de Panificação

A Tabela 25 mostra o consumo médio de energia elétrica de cada uso final pesquisado do segmento de panificação das MEs. É importante ressaltar o fato de que em outros equipamentos está incluso o forno elétrico.

Observa-se no Gráfico 16 que o maior consumo desse segmento é outros, com 56,1%, pois a maioria das panificadoras pesquisadas utilizam forno elétrico, ao contrário das panificadoras que são consideradas PEs, que utilizam forno a gás. Outro dado importante é a questão do ar condicionado, pois a maioria das panificadoras não possui ar condicionados nas suas áreas.

Os dados de demandas, fator de potência e fator de carga médio do segmento não puderam ser extraídos das faturas de energia elétrica, pelo fato de que todas as panificadoras estão classificadas como consumidores residenciais.

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento de Panificação - MEs

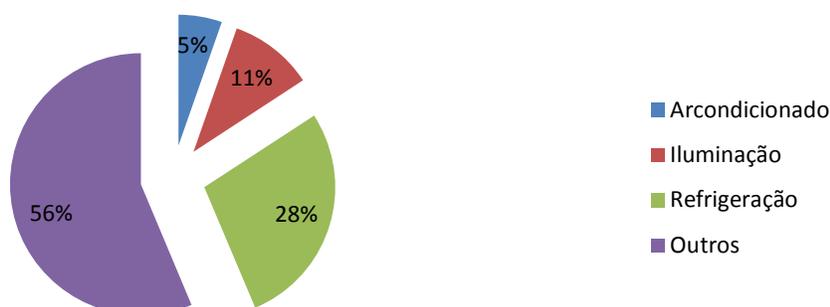


Gráfico 16 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento de Panificação - Microempresa.

Tabela 25 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento de Panificação – Microempresas.

Panificadora	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Outros kWh	%
1	6300	2.617,86	41,53	612,48	9,72	852,30	13,52	2.217,36	41,53
2	1300	-	-	174,20	13,40	540,15	41,55	585,65	45,05
3	3700	-	-	192,40	5,20	1.080,40	29,20	2.427,20	65,60
4	2480	-	-	203,36	8,20	773,76	31,20	1.502,88	60,60
5	3100	-	-	387,50	12,50	933,10	30,10	1.779,40	57,40
6	1100	-	-	82,50	7,50	315,70	28,70	701,80	63,80
7	980	-	-	139,16	14,20	287,14	29,30	553,70	56,50
8	2380	-	-	307,02	12,90	725,90	30,50	1.347,08	56,60
9	1115	-	-	75,82	6,80	395,82	35,50	643,35	57,70
10	6520	2.575,40	39,50	704,16	10,80	834,56	12,80	2.405,88	36,90
11	1620	-	-	186,30	11,50	489,24	30,20	944,46	58,30
12	2020	-	-	228,26	11,30	555,50	27,50	1.236,24	61,20
13	2130	-	-	272,64	12,80	585,75	27,50	1.271,61	59,70
14	5880	2.205,00	37,50	575,06	9,78	829,08	14,10	2.270,85	38,62
15	1450	-	-	75,82	6,80	395,82	35,50	643,35	57,70
16	1520	-	-	159,60	10,50	437,76	28,80	922,64	60,70
17	950	-	-	100,70	10,60	278,35	29,30	570,95	60,10
18	1350	-	-	182,25	13,50	349,65	25,90	818,10	60,60
19	1700	-	-	246,50	14,50	433,5	25,50	1.020,00	60,00
20	1200	-	-	72,00	6,00	318,00	26,50	810,00	67,50
21	1680	-	-	149,52	8,90	529,20	31,50	1.001,28	59,60
22	1380	-	-	172,50	12,50	420,90	30,50	786,6	57,00
Consumo Media kWh	2357,04	336,28	5,38	240,89	10,45	537,19	27,96	1.052,36	56,48

4.7.2 Resultados dos Dados das MEs Industriais do Segmento de Metal Mecânica

A Tabela 26 mostra o consumo médio de energia elétrica de cada uso final pesquisado do segmento de metal mecânica das MEs. Vale ressaltar que em “outros equipamentos” está incluso bebedouro de água e máquinas elétricas de solda. Em todas as MEs pesquisadas, encontrou-se somente um bebedouro. Então, a parte de refrigeração foi desconsiderada, pelo fato do consumo ser insignificante.

Observa-se no Gráfico 17 que o maior consumo do segmento é com motores elétricos, seguido de outros equipamentos, com 15%. Ressalta-se, também, que em outros equipamentos foi considerado o consumo de energia elétrica com a utilização do equipamento de solda elétrica, o qual não foi considerado na PEs, pois as PEs pesquisadas terceirizam essa atividade com MEs.

Os dados de demandas, fator de potência e fator de carga médio do segmento não puderam ser extraídos das faturas de energia elétrica, pelo mesmo motivo das MEs Panificadoras.

Tabela 26 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Metal Mecânica – Microempresas.

Metal mecânica	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros	%
1	801	87,30	10,90	39,24	4,90	503,82	62,90	170,61	21,30
2	1.200	114,00	9,50	72,00	6,00	744,00	62,00	270,00	22,50
3	750	82,50	11,00	45,00	6,00	450,00	60,00	172,50	23,00
4	780	93,60	12,00	78,00	10,0	530,40	68,00	78,00	10,00
5	600	78,00	13,00	45,00	7,50	366,00	61,00	111,00	18,50
6	988	103,74	10,50	79,04	8,00	691,60	70,00	113,62	11,50
7	1.100	132,00	12,00	86,90	7,90	781,00	71,00	100,10	9,10
8	1.500	127,50	8,50	120,00	8,00	1125,00	75,00	127,50	8,50
9	1.350	216,00	16,00	94,50	7,00	918,00	68,00	121,50	9,00
10	560	64,40	11,50	36,40	6,50	386,40	69,00	72,80	13,00
Consumo Média kWh	962,90	109,90	11,49	69,60	7,18	649,62	66,69	133,76	14,64

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento de Metal Mecânica - MEs

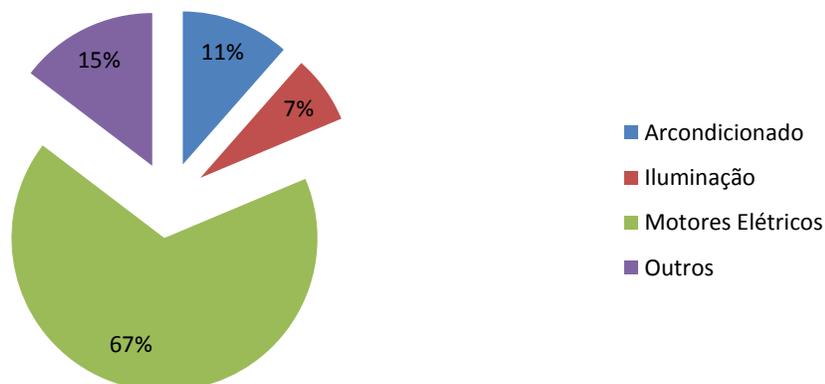


Gráfico 17 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Metal Mecânica- MEs

4.7.3 Resultados dos Dados das MEs Industriais do Segmento Moveleiro

A Tabela 27 mostra o consumo médio de energia elétrica de cada uso final pesquisado do segmento moveleiro das MEs. Observou-se na pesquisa de campo que nenhuma MEs possuía ar condicionado. Outro dado importante desse segmento é que o consumo maior é com motores elétricos como 88%, como pode ser observado no Gráfico 18. Em todas as MEs pesquisadas encontrou-se somente *freezer* e bebedouro de água que foram contabilizado no consumo de refrigeração.

Tabela 27 - Consumo Médio Estratificado da Pesquisa do Segmento Moveleiro– Microempresas.

Moveleiro	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros	%
1	300,00	-	-	24,00	8,00	24,00	8,00	246,00	8,00	6,00	2,00
2	250,00	-	-	5,00	2,00	17,50	7,00	225,00	90,00	2,50	1,00
3	450,00	-	-	0,00	0,00	22,50	5,00	423,00	94,00	4,50	1,00
4	150,00	-	-	7,50	5,00	6,00	4,00	132,00	88,00	4,50	3,00
5	180,00	-	-	9,90	5,50	6,84	3,80	158,80	88,20	4,5	2,5
6	220,00	-	-	13,86	6,30	9,68	4,40	193,20	87,80	3,3	1,5
Consumo Média kWh	258,33	-	-	10,04	4,46	14,42	5,36	229,7	88,33	4,21	1,83

Matriz de Consumo de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro - MEs

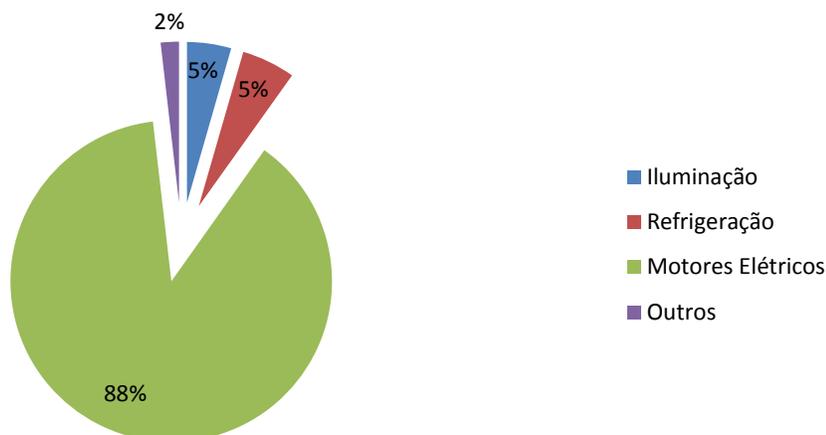


Gráfico 18 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica do Segmento Moveleiro- MEs

Os dados de demandas, fator de potência e fator de carga médio do segmento não puderam ser extraídos das faturas de energia elétrica, pelo mesmo motivo das MEs Panificadoras.

4.7.4 Resultado Global dos Dados das MEs Industriais da Cidade de Manaus

A Tabela 28 apresenta o consumo médio de energia elétrica global das MEs industriais da cidade de Manaus. A Tabela 28 apresenta, também, o consumo estimado de energia elétrica com ar condicionado, iluminação, refrigeração, motores elétricos e outros equipamentos. Esses dados foram compilados das 38(trinta e oito) MEs pesquisadas dos segmentos de panificação, metal mecânica e moveleiro.

O Gráfico 19 foi plotado com os dados da Tabela 28, o qual indica que o maior consumo de energia elétrica das MEs industriais da cidade de Manaus é com motores elétricos, com 30%, em segundo vem refrigeração 17%. Percebe-se no Gráfico 19 que o consumo com ar condicionado é baixo, pois as MEs que fazem parte dos setores moveleiro e de panificação não utilizam aparelhos de ar condicionado nos seus ambientes.

Observar-se no Gráfico 19 que a porcentagem de outros foi a maior com 38%, devido está incluído em outros equipamentos os fornos elétricos (setor de panificação) e solda elétrica (metal mecânica).

Matriz de Consumo de Energia Elétrica das Microempresas Industriais da Cidade de Manaus

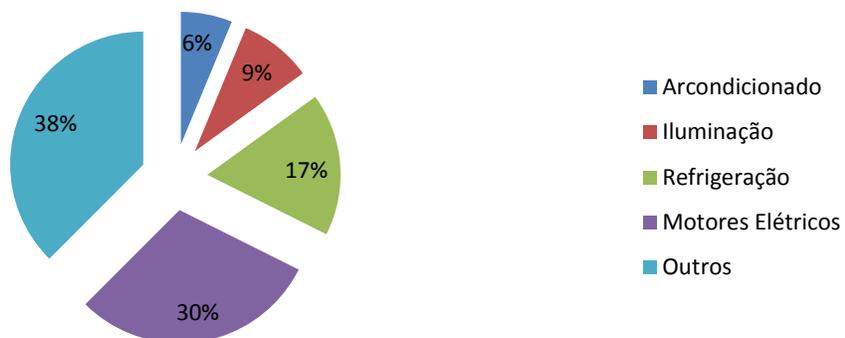


Gráfico 19 - Matriz de Consumo por Uso Final de Energia Elétrica das Microempresas da Cidade de Manaus

Tabela 28 - Consumo Médio Global das Microempresas Industriais da Cidade de Manaus.

Microempresas	Consumo médio kWh	Ar condicionado kWh	%	Iluminação kWh	%	Refrigeração kWh	%	Motores elétricos kWh	%	Outros kWh	%
1	6300	2.617,86	41,53	612,48	9,72	852,30	13,52	-	-	2.217,36	41,53
2	1300	-	-	174,20	13,40	540,15	41,55	-	-	585,65	45,05
3	3700	-	-	192,40	5,20	1.080,40	29,20	-	-	2.427,20	65,60
4	2480	-	-	203,36	8,20	773,76	31,20	-	-	1.502,88	60,60
5	3100	-	-	387,50	12,50	933,10	30,10	-	-	1.779,40	57,40
6	1100	-	-	82,50	7,50	315,70	28,70	-	-	701,80	63,80
7	980	-	-	139,16	14,20	287,14	29,30	-	-	553,70	56,50
8	2380	-	-	307,02	12,90	725,90	30,50	-	-	1.347,08	56,60
9	1115	-	-	75,82	6,80	395,82	35,50	-	-	643,35	57,70
10	6520	2.575,40	39,50	704,16	10,80	834,56	12,80	-	-	2.405,88	36,90
11	1620	-	-	186,30	11,50	489,24	30,20	-	-	944,46	58,30
12	2020	-	-	228,26	11,30	555,50	27,50	-	-	1.236,24	61,20
13	2130	-	-	272,64	12,80	585,75	27,50	-	-	1.271,61	59,70
14	5880	2.205,00	37,50	575,06	9,78	829,08	14,10	-	-	2.270,85	38,62
15	1450	-	-	75,82	6,80	395,82	35,50	-	-	643,35	57,70
16	1520	-	-	159,60	10,50	437,76	28,80	-	-	922,64	60,70
17	950	-	-	100,70	10,60	278,35	29,30	-	-	570,95	60,10
18	1350	-	-	182,25	13,50	349,65	25,90	-	-	818,10	60,60
19	1700	-	-	246,50	14,50	433,5	25,50	-	-	1.020,00	60,00
20	1200	-	-	72,00	6,00	318,00	26,50	-	-	810,00	67,50
21	1680	-	-	149,52	8,90	529,20	31,50	-	-	1.001,28	59,60
22	1380	-	-	172,50	12,50	420,90	30,50	-	-	786,6	57,00
23	801	87,30	10,90	39,24	4,90	-	-	503,82	62,90	170,61	21,30
24	1.200	114,00	9,50	72,00	6,00	-	-	744,00	62,00	270,00	22,50
25	750	82,50	11,00	45,00	6,00	-	-	450,00	60,00	172,50	23,00
26	780	93,60	12,00	78,00	10,0	-	-	530,40	68,00	78,00	10,00
27	600	78,00	13,00	45,00	7,50	-	-	366,00	61,00	111,00	18,50
28	988	103,74	10,50	79,04	8,00	-	-	691,60	70,00	113,62	11,50
29	1.100	132,00	12,00	86,90	7,90	-	-	781,00	71,00	100,10	9,10
30	1.500	127,50	8,50	120,00	8,00	-	-	1125,00	75,00	127,50	8,50
31	1.350	216,00	16,00	94,50	7,00	-	-	918,00	68,00	121,50	9,00
32	560	64,40	11,50	36,40	6,50	-	-	386,40	69,00	72,80	13,00
33	300,00	-	-	24,00	8,00	24,00	8,00	246,00	8,00	6,00	2,00
34	250,00	-	-	5,00	2,00	17,50	7,00	225,00	90,00	2,50	1,00
35	450,00	-	-	0,00	0,00	22,50	5,00	423,00	94,00	4,50	1,00
36	150,00	-	-	7,50	5,00	6,00	4,00	132,00	88,00	4,50	3,00
37	180,00	-	-	9,90	5,50	6,84	3,80	158,80	88,20	4,5	2,5
38	220,00	-	-	13,86	6,30	9,68	4,40	193,20	87,80	3,3	1,5
Consumo Media kWh	1.658,78	223,61	6,14	159,37	8,64	327,58	17,03	207,21	29,55	734,59	36,84

4.7.5 Potencial de Conservação no Uso Final-Iluminação

Para as MEs foram identificados os mesmo pontos das PEs, que podem ser trabalhados para melhorar o uso final da energia elétrica com a iluminação, os quais podem ser vistos no **Item 4.6.6** desse trabalho.

4.7.6 Potencial de Conservação no Uso Final- Ar condicionado

Para as MEs foram identificados os mesmo pontos das PEs que podem ser trabalhados para melhorar o uso final da energia elétrica com ar condicionado, os quais podem ser vistos no **Item 4.6.7** desse trabalho.

4.7.7 Potencial de Conservação no Uso Final- Refrigeração

Para as MEs foram identificados os mesmo pontos das PEs que podem ser trabalhados para melhorar o uso final da energia elétrica com a refrigeração, os quais podem ser vistos no **Item 4.6.8** desse trabalho.

4.7.8 Potencial de Conservação no Uso Final- Motores Elétricos

Para as MEs foram identificados os mesmo pontos das PEs que podem ser trabalhados para melhorar o uso final da energia elétrica com motores elétricos, os quais podem ser vistos no **Item 4.6.9** desse trabalho.

4.8 Potencial de Eficientização Energética Médio Global para as MEs

4.8.1 Potencial de Eficientização Médio por Correção do Fator de Potência

O potencial por correção do fator de potência não pôde ser calculado, devido ao fato de que todas as microempresas estão classificadas como consumidores residenciais.

4.8.2 Potencial de Eficientização Médio por Troca de Ar condicionado

Para o cálculo desse potencial foram utilizados os mesmo critérios utilizados para as PEs que pode ser visto no **Item 4.7.2**.

Eq.8

$$Consumo = \frac{Cm}{ERR} (kWh)$$

Cm: Consumo médio por mês do setor pesquisado (kWh);

EER: eficiência dada em $\left(\frac{W}{W}\right)$;

FEAR = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com ar condicionado.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concessionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual a 0,30334 R\$/kWh.

População de MEs = 224.

Para isso, foi utilizado o consumo médio do setor com ar condicionado 223,61 kWh que está na Tabela 28 e ERR do condicionador Split Classe A, que é segundo INMETRO (2011), EER > 3,2.

Substituindo os valores na Equação 8 chega-se a um Consumo de 4468,79 kWh, reduzindo em aproximadamente 29,4% o valor da fatura de energia elétrica, conforme demonstrado na Tabela 29.

Tabela 29- Potencial de Eficientização Médio por Substituição.

Pequenas Empresas	FEAR (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	182.326,56	53.625,48	29,4

4.8.3 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Lâmpadas e/ou Sistemas

Para calcular a estimativa desse potencial de eficientização utilizou-se os mesmos critérios da PEs, que é uma estimativa de 15% de economia de energia elétrica, com a troca de lâmpadas e reatores mais eficientes.

C_m = Consumo médio com iluminação no setor pesquisado (kWh).

FEI = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com iluminação.

TCA = Tarifa de energia ativa aplicada pela concesssionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0.30334 R\$/kWh.

População de MEs = 224.

Utilizou-se o consumo médio do setor com iluminação 159,37 kWh que está na Tabela 28. Substituindo os valores na Equação 9, os resultados estão na Tabela 30.

Eq.9

$$FEI = C_m \times TCA \times 12 \times 224;$$

Tabela 30- Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Luminárias mais Eficientes e Reatores Eletromecânicos por Eletrônicos.

Pequenas Empresas	FEI (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	129.946,77	19.492,01	15

Com uma economia de energia elétrica de 15% no sistema de iluminação, como pode ser observado na Tabela 30, tem-se uma redução anual de aproximadamente R\$ 19.492 na fatura de energia do setor das MEs.

4.8.4 Potencial de Eficientização Médio por Substituição de Motores Elétricos

Para calcular a estimativa desse potencial de eficientização utilizou-se os mesmos critérios da PEs, baseado nos estudos de Lara (2009) em que faz um comparativo de motores *standard* e alto rendimento e, demonstra a possibilidade de obter-se ganhos de rendimento de 2 a 3% com a troca de motores *standard* por motores de alto rendimento.

Cm= Consumo médio com motores no setor pesquisado (kWh).

FEM = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia com motores elétricos.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concesssionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0,30334 R\$/kWh.

População de MEs = 224.

Utilizou-se o consumo médio do setor com motores elétricos 207,21 kWh que está na Tabela 28. Substituindo os valores na Equação 10. Os resultados estão apresentados na Tabela 31.

Eq.10

$FEM = C_m \times TCA \times 12 \times 224;$

Tabela 31- Potencial de Eficientização Médio por Troca de Motores Elétricos

Pequenas Empresas	FEM (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	168.954,45	5.068,63	3

Observa-se na Tabela 31 que através da troca de motores *standard* por motores de alto rendimento tem-se uma redução anual de R\$ 5.068,68 (cinco mil e sessenta e oito reais e sessenta e oito centavos) na fatura de energia das MEs.

4.8.5 Potencial de Eficientização Médio Global das MEs

Uma vez apresentada à estimativa do potencial de eficientização em cada uso final de energia elétrica, torna-se possível analisar a estimativa do potencial de eficientização médio global das MEs indústrias da cidade de Manaus, conforme observar-se na Tabela 32.

Então:

FGM = Valor do faturamento total correspondente ao consumo de energia elétrica das MEs.

CMG = Consumo médio global das MEs.

TCA= Tarifa de energia ativa aplicada pela concesssionária no mês de janeiro de 2011 ao fornecimento é igual 0,30334 R\$/kWh.

População de MEs = 224 empresas.

CMG =1658,78 kWh (Ver Tabela 29);

FGM= TCA X 12 X CMG X 224;

Tabela 32- Potencial de Eficientização Médio Global das Pequenas Empresas

Pequenas Empresas	FGM (R\$/ano)	Redução anual	
		R\$/ano	% da fatura
	135.253,25	78.186,12	57,8

Este valor estimado de **57,8%** é muito grande em comparação o valor das PEs.

4.8.6 Comparação do Consumo de Energia Elétrica e do Uso Final Entre os Segmentos das MEs e PEs.

4.8.6.1 Comparação entre as MEs e PEs do Segmento de Panificação

Consumo Médio de Energia Elétrica do Segmento Panificação em kWh



Gráfico 20 – Consumo Médio Mensal do Segmento de Panificação das MEs e PEs

Observa-se no Gráfico 20 que o consumo das PEs é mais que o dobro das MEs. Os pontos que podem explicar essa situação é que durante a pesquisa foi observado que as MEs do segmento de panificação, em quase sua totalidade, não utilizam ar condicionado, como pode ser observado no Gráfico 21, pois as dimensões de suas instalações são muito inferiores às das PEs e o poder econômico é muito baixo.

Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica por Uso Final em kWh

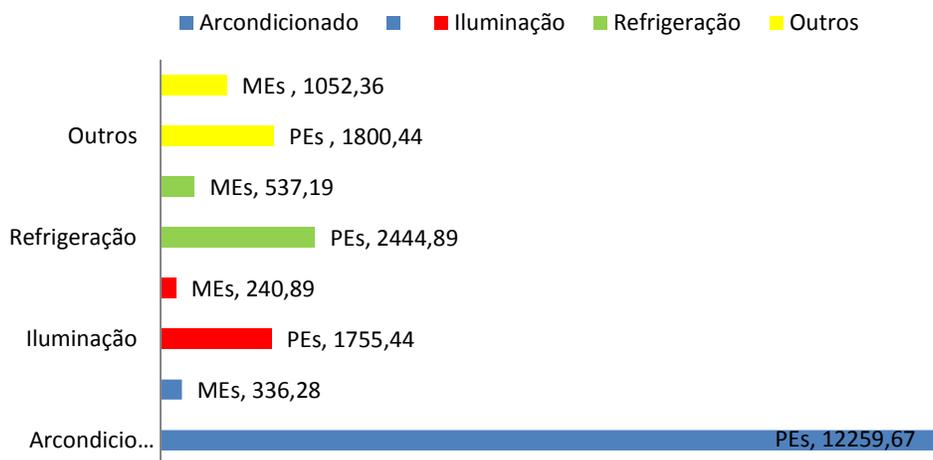


Gráfico 21 – Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento de Panificação das MEs e PEs

O Gráfico 21 evidencia o consumo maior com ar condicionado das pequenas empresas. Nesse mesmo Gráfico pode-se observar que as diferenças com a iluminação e refrigeração são grandes, devido às dimensões maiores das PEs em relação às MEs. Já em outros equipamentos, a diferença não é muito maior, em função que em outros equipamentos das MEs estão inclusos os fornos elétricos, que consomem bastante energia elétrica, enquanto que as PEs utilizam o forno a gás.

4.8.6.2 Comparação Entre as MEs e PEs do Segmento Metal Mecânica.

Comparando o consumo do segmento metal mecânica das MEs e PEs, pode-se observar no Gráfico 22 que o consumo é mais que o dobro das PEs em relação às MEs. Isto ocorre devido ao fato de que as MEs possuem instalações com dimensões tanto de máquinas e tamanhos de áreas muito menores em relação às PEs. Outra observação que se pode fazer desse setor é que as MEs trabalham com uma demanda de serviços menores que PEs, pois foi observado durante as pesquisas de campo que muitas MEs em alguns dias das semanas trabalham em horas reduzidas do dia por falta de demanda de serviços.

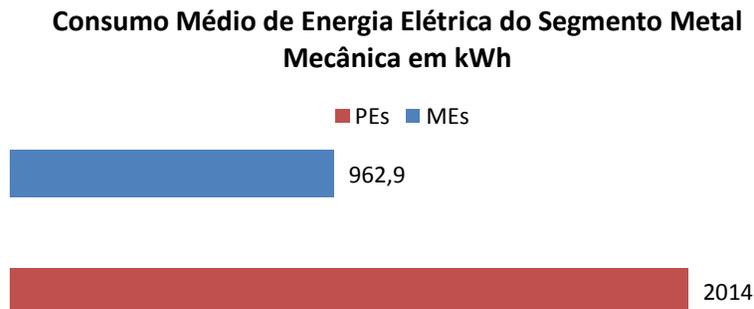


Gráfico 22 – Consumo Médio Mensal do Segmento Metal Mecânica das MEs e PEs

Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica por Uso Final em kWh

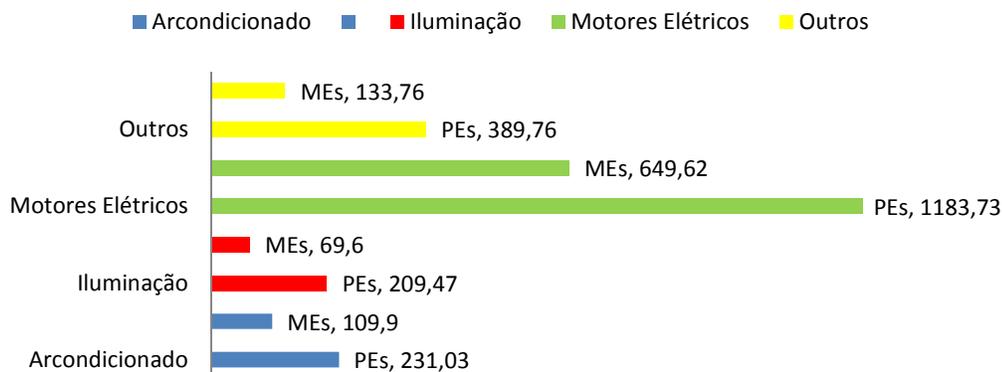


Gráfico 23 – Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento Metal Mecânica das MEs e PEs

Comparando o consumo por uso final entre as MEs e as PEs, pode-se destacar no Gráfico 23 o consumo com motores elétricos, que possui uma grande diferença. Isto ocorre porque a quantidade de máquinas nas PEs são muito maiores que nas MEs e, também, a demanda de serviço é muito maior nas PEs.

4.8.6.3 Comparação Entre as MEs e PEs do Segmento Moveleiro.

Consumo Médio de Energia elétrica do segmento Moveleiro em kWh

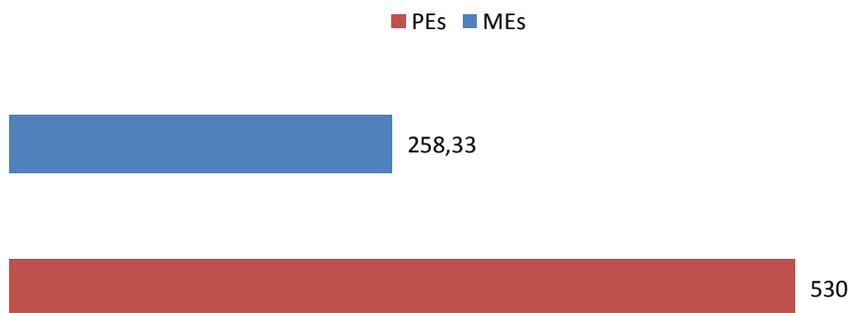


Gráfico 24 – Consumo Médio Mensal do Segmento Moveleiro das MEs e PEs

Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica por Uso Final em kWh

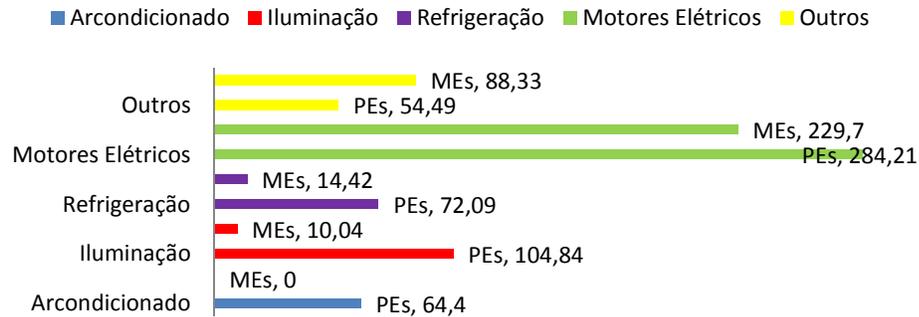


Gráfico 25 – Consumo Médio Mensal por Uso Final do Segmento Moveleiro das MEs e PEs

O Gráfico 24 mostra que o consumo de energia elétrica das PEs do segmento moveleiro é mais que o dobro das MEs, devido ao fato que as MEs não utilizam ar condicionado em suas instalações e, também, não utilizam iluminação pelo fato de operarem em galpões abertos, que não necessitam de iluminação artificial.

O Gráfico 25 também mostra que o consumo de energia elétrica no uso final de motores elétricos não é grande, bem como em outros equipamentos. Porém o consumo maior ficou com as MEs, visto que o consumo com solda elétrica está em “outros” nas MEs.

4.8.7 Comparação Global do Consumo Médio Mensal e dos Pontencial de Eficientização entre as MEs e PEs.

Consumo Médio Mensal Global com Energia Elétrica em kWh

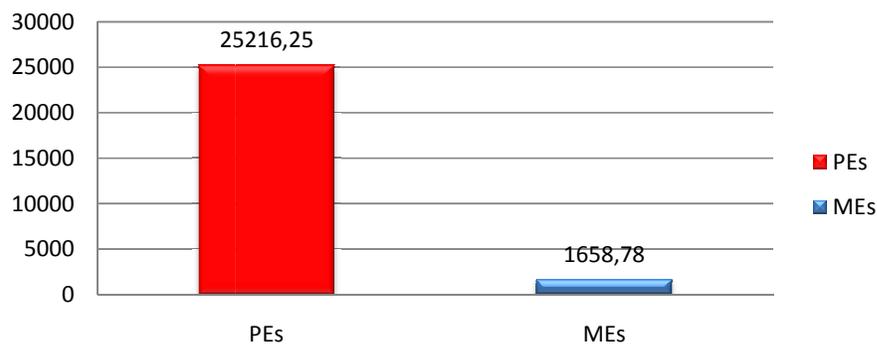


Gráfico 26 – Consumo Médio Mensal Global das MEs e PEs

Consumo Médio Mensal de Energia Elétrica por Uso Final em kWh

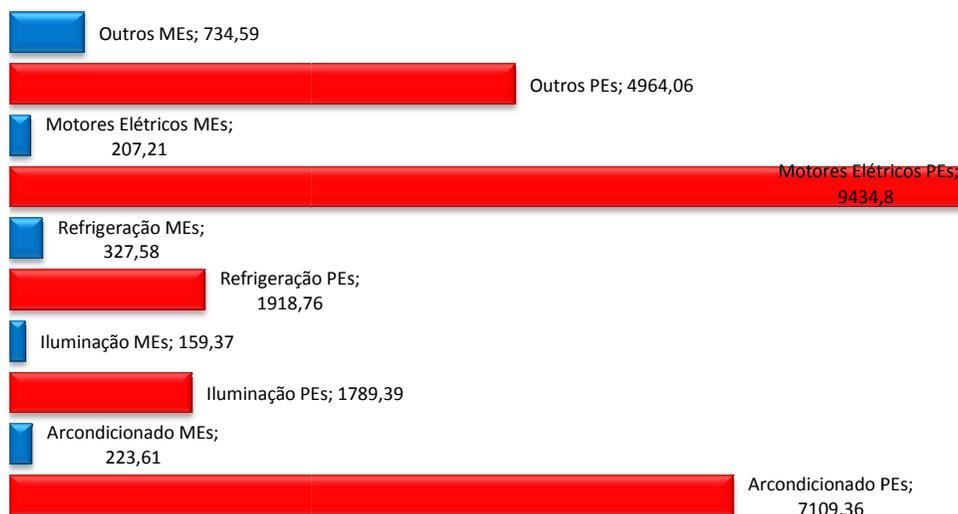


Gráfico 27 – Consumo Médio Mensal Global por Uso Final das MEs e PEs

A comparação global de consumo médio de energia elétrica entre as MEs e as PEs pode ser vista no Gráfico 26. Observa-se que a diferença de consumo é grande, visto que as PEs consomem uma grande quantidade de energia elétrica, em torno de 25.216,25 kWh. Isso se justifica devido o consumo grande das PEs no uso final com ar condicionado, motores elétricos e “outros”, como pode ser observado no Gráfico 27, pois conforme a pesquisa de campo, percebeu-se que as PEs possuem uma estrutura de trabalho organizada em relação às MEs, bem como poder econômico maior de investimentos.

Tabela 33 - Potencial de Eficientização Médio Global das PEs, MEs e Total (MEs +PEs)

RESULTADO	Redução Anual		
	kWh/ Ano	R\$/Ano	% da fatura
PEs	29.049.119,998.	811.760,06	17,9
MEs	445.880,03	135.253,25	57,8
MEs + PEs	29.495.000,02	8.247.013,31	75,7

Conhecendo-se os valores médios globais de redução de energia elétrica (potencial de eficientização médio global), monetários e porcentagem de redução nas faturas de energia das

MEs e PEs, conforme Tabela 33, é possível estimar o potencial de eficiência energética total das MEs e PEs industriais da cidade de Manaus estudadas. Estatisticamente, estima-se que 244 MEs e 96 PEs apresentam possibilidade de eficiência energética. O Gráfico 28 apresenta os dados relativos ao potencial de eficiência energética total das MEs e PEs industriais formais da cidade de Manaus.

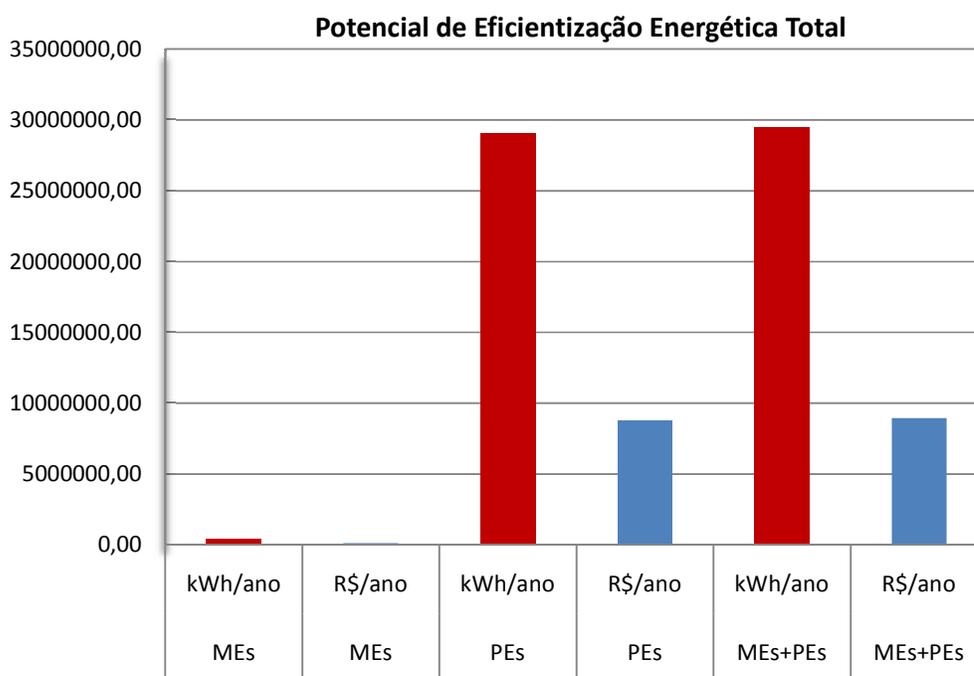


Gráfico 28 – Potencial de Eficiência Global das MEs e PEs Industriais da Cidade de Manaus

Observa-se no Gráfico 28 que as ações de eficiência energética, se efetuadas em conjunto para toda a população estudada das MEs e PEs, acarretariam uma elevada redução no consumo de energia elétrica, bem como despesas para este fim. Nota-se, também, que os maiores ganhos relacionados à redução seriam mais eficazes nas PEs, devido ao fato de que as mesmas têm um consumo médio global maior que as MEs. Porém, como se pode notar na Tabela 33, a redução em relação à economia de energia para as MEs é de 57,8%, enquanto que para as PEs é de 17%.

É importante destacar que, com a implantação das ações de eficiência energética, o consumo de energia elétrica total na MEs e PEs industriais da cidade de Manaus irá diminuir consideravelmente. Isto aumentará a disponibilidade de energia elétrica, sem a necessidade de investimento em novas unidades geradoras de energia elétrica, otimizando este insumo e contribuindo para a redução dos impactos ambientais. Esta disponibilidade maior de energia elétrica permite incrementar a quantidade de consumidores indústrias no mercado, mantendo a mesma oferta de energia elétrica.

Com a eficientização energética, a redução com despesas de energia elétrica nas MEs e PEs poderá ser convertida em novos investimentos, aumento de lucros, bem como aumento de salários ou novas contratações, com uma influência direta na competitividade das empresas.

4.8.8 Priorização das Ações de Eficientização.

O potencial de eficientização energética total constitui-se do somatório de todas as ações de eficientização definidas para as MEs e PEs. A prioridade destas ações depende da amplitude das reduções, bem como os investimentos necessários para a implementação, e varia de empresa para empresa, em função de suas características.

Assim, visando contribuir com as estratégias globais de eficientização energética, envolvendo toda a população de MEs e PEs, as prioridades foram definidas em função do potencial de eficientização energética total. Considerando que o potencial de eficientização 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.

Impacto das ações de eficiência energética na fatura de energia elétrica para as PEs em (R\$/ano)

- Potencial de eficiência energética médio por correção de fator de potência
- Potencial de eficiência energética médio por troca de ar condicionado
- Potencial de eficiência energética médio por substituição de lâmpadas e/ou sistemas
- Potencial de eficiência energética médio por substituição de motores elétricos



Gráfico 29 – Impacto das Ações de Eficiência Energética na Fatura de Energia Elétrica das PEs

Impactos das ações de eficiência energética na fatura de energia elétrica para as MEs em (R\$/ano)

- Potencial de eficiência energética médio por troca de ar condicionado
- Potencial de eficiência energética médio por substituição de lâmpadas e/ou sistemas
- Potencial de eficiência energética médio por substituição de motores elétricos



Gráfico 30 – Impacto das Ações de Eficiência Energética na Fatura de Energia Elétrica das MEs

Os Gráficos 29 e 30 permitem comparar as amplitudes na redução de custos com energia elétrica para PEs e MEs, respectivamente

Os Gráficos 29 e 30 mostram, através do diagrama de Pareto, a ordem de prioridade das ações de eficiência energética, respectivamente nas PEs e MEs, respectivamente,

considerando como critério de priorização a redução anual no custo da fatura de energia elétrica.

Observa-se nos Gráfico 29 e 30 que a ação prioritária, tanto para PEs como para as MEs está fundamentada na troca de ar condicionado mais eficientes, com elevado potencial de efficientização. Em segundo lugar na ordem de prioridade para as PEs é o potencial por correção do fator de potência, enquanto que para as MEs é o potencial por substituição de lâmpadas e/ou sistemas.

Em terceiro na ordem de prioridades, tanto para as PEs como para as MEs, vem o potencial por substituição de motores, que está fundamentado na substituição de motores elétrico *standard* por motores de alto rendimento. Enquanto em quarto lugar, não menos importante para as PEs, está o potencial por troca de lâmpadas e/ou sistemas.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados deste trabalho de pesquisa apresentam a magnitude do desperdício de energia elétrica nas PEs e MEs industriais da cidade de Manaus. Na verdade, as perdas reais ainda são maiores, uma vez que os percentuais de desperdícios estão fundamentados em ações de efficientização técnica viáveis, respeitando as perdas técnicas, bem como desprezando as ações de baixo custo-benefício e não levando em consideração o potencial de redução de horas utilizadas.

O cenário do potencial de efficientização médio global apresentou um desperdício médio de 17,9% para PEs e 57,8% para as MEs. Através da comparação dos dados das PEs e MEs, constatou-se que os segmentos estudados das PEs e MEs apresentam características muito semelhantes quanto a sua operacionalidade. Entretanto, devido à diferença de porte entre os segmentos, foi possível verificar que no maior segmento estudado, no caso o de panificação, as PEs utilizam uma grande quantidade de energia elétrica no uso final com ar condicionado em relação as MEs. Outra característica desse segmento é que as PEs utilizam o forno a gás, enquanto que as MEs utilizam o forno elétrico.

Outro fator importante a destacar-se nesta pesquisa é que as PEs têm um potencial de 7% com a correção de fator de potência. Esse mesmo dado não foi possível coletar na fatura de energia elétrica das MEs, dado que as mesmas estão na classe residencial.

Já o segmento metal mecânico e moveleiro da população das PEs e MEs apresenta um potencial bastante significativo com a troca de motores elétricos *standart* por motores elétricos de alto rendimento. Isso se deve ao fato de que as empresas estudadas neste trabalho possuem motores elétricos antigos, com uma média de 15 anos de fabricação.

Durante a pesquisa percebeu-se que as PEs têm uma melhor estrutura organizacional, que as MEs, pois o nível educacional de seus proprietários é mais elevado.

Outro fator importante para MPEs seriam as linhas de financiamentos para investimento em eficiência energética, visto que os agentes envolvidos nessa questão, que são o Estado, por meio de instituições federais, estaduais e municipais, as *Energy Service Companies* (ESCOs), Confederação Nacional das Indústrias, as concessionárias de energia elétrica, etc., deveriam apresentar políticas públicas que facilitem para MPEs linhas de crédito para investimentos em projetos de eficiência energética, bem como a criação de agências de fomento para essa modalidade.

Com o aumento das taxas de crescimento populacional, associadas ao contínuo aumento das necessidades energéticas *per capita*, tornam emergenciais as ações visando o uso inteligente e racional dos insumos energéticos, em especial a energia elétrica. Em virtude desta realidade, a priorização das ações de efficientização energética visa orientar as MEs e PEs, e os agentes de efficientização energética, quanto ao potencial e a definição estratégica de efficientização, bem como planos de gestão, com o objetivo de maximizar os resultados.

Tendo em vista a possibilidade da continuidade desse trabalho, por futuros estudantes de pós-graduação, fica como sugestões a realização de um estudo para calcular ao valor de investimento e seu tempo de retorno para cada ação de efficientização energética, tanto para PEs como para MEs. Adicionalmente poderiam ser calculados potenciais de emissões evitadas devido à conservação de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, <http://www.abnt.org.br/default.asp>? Resolucao =1280X800, acesso em 12/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6401: Instalações centrais de ar condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro: 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413/NB-57: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 60598-1: Luminárias – Parte 1: Requisitos gerais e ensaios. Rio de Janeiro: 1999.

ANDRADE, Moacyr T.O. A Influência da Energia Reativa no Planejamento do Setor Elétrico e a Necessidade de Consolidação do Período Horário para Avaliação do Fator de Potência das Cargas. Tese de Doutorado: Orientador Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay, Campinas – SP: Unicam. Campinas, 1993.

Advancing HVAC&R serve humanity and promotr a sustainable word-
<http://www.ashrae.com> – 01/2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Eficiência Energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios. Brasília, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. RESOLUÇÃO 456/2000. Brasília, 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª Edição. Brasília, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução nº456, de 29 de novembro de 2000. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10/06/2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília: ANEEL, 2005. 30p. (Cadernos Temáticos ANEEL, 4). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 18/06/2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Acesso e Uso dos Sistemas de Transmissão e de Distribuição - Cadernos Temáticos ANEEL. Brasili, 2005.

AGUIAR, Victor de Paula Brandão. et al. Simulação do Potencial de Eficiência em um Sistema de Ar Comprimido com Acionamento a Velocidade Variável. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Ceará, 2007.

ALMEIDA, M. A. Análise de cenários de conservação de energia elétrica para o Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

- ALVAREZ, A.L.M. Uso racional e eficiente de energia elétrica: Metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalação de ensino e similares. Dissertação (mestrado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- ANDRE, Milici Lara. Eficiência Energética em Edifícios e Equipamentos: Um estudo comparativo entre motores *standard* e de alto desempenho plus usado em edificações. Monografia – Universidade Ahembi Murumbi, 2009.
- ARANGO, H. G. Bioestatística – Teórica e Computacional. editora Guanabara Koogan, 2ª edição. Rio de Janeiro, 2005.
- BENNETT, C. J.; WHITING, M. A. Navigating Energy Management: A Roadmap for Business. The Conference Board, Executive Action Series, nº 160, September/2005, <http://www.energystar.gov/ia/bussiness/industry/navigatingenergymanagement.pdf>, acesso em 2/11/2009.
- BEYENE, A. Energy Efficiency and Industrial Classification. Energy Engineering. [s.l.], v. 102, n. 2, 2005.
- BEUREN, I. M. E outros. Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade. Ed. Atlas. São Paulo, 2003.
- BOLFARINE, Heleno; BUSSAB, Wilton. Elementos de Amostragem. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 2005.
- BORTONI, E. C; SANTOS, A. H. M. Acionamentos com Motores de Indução Trifásicos. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.
- BROWN, M. A. Management System Standard for Energy. ANSI/MSE, 2000, <http://www.energystar.gov/ia/bussiness/industry/navigatingenergymanagement.pdf>, acesso em 2/11/2009.
- BROWN, M. A Management System Standard for Energy. Georgia Tech Energy and Environmental Management Center, 2002, http://www.ase.org/files/1152_file_brownpaper.pdf, acesso em 11/2009.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. Estatística Básica. São Paulo, 2005.
- CADDET Energy Efficiency – Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies. The Netherlands, 1995.
- CENGEL, Y.A.; BOLES, M.A.; Thermodynamics - An Engineering Approach. 3rd edition, McGraw Hill. New York, 1998.
- CERVELIN, Severino. Melhoria da Eficiência Luminosa: estudo de caso do centro federal de educação tecnológica do Paraná - cefet-pr - unidade de Curitiba. Dissertação de mestrado. Departamento de pos-graduação em engenharia de produção. Florianopolis, Santa Catarina, 2002.

COOPER, D.R.; SCHINDLER, P.S. Métodos de Pesquisa em Administração. Bookman, 7a. ed. São Paulo, 2003.

COSTA, D. Defesa do Estado. Centro Brasileiro de Estudos Estratégicos – CEBRES. Rio de Janeiro, 1996.

COSTA, Ricardo Cunha. Indicadores de Sustentabilidade para o Setor Energético Brasileiro, in “Soluções para a Energia no Brasil” Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia e IV Seminário Latino-Americano de Energia, 20-22 de maio de 2002, Volume I. Rio de Janeiro, 189-197p.

Da Silva E.L., Menezes E.M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2005.

DEMO, Pedro. Introdução a Metodologia da Ciência. Atlas. São Paulo, 1985.

ELETRORÁS/AMAZONAS DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A. Relatório de Gestão - Exercício 2009. Disponível em: <<http://www.amazonasenergia.gov.br>>. Acesso em: 06/ 2010.

ELETRORÁS/PROCEL. Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica, 2002.

ELETRORÁS. Regulamento do Selo PROCEL de Economia de Energia. Rio de Janeiro: PROCEL, 2005. Revisão 1. 10p. Disponível em: <<http://www.eletroras.gov.br/elb/procel>>. Acesso em: 02/2009.

ELETRORÁS. PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://http://www.eletroras.com/elb/procel>>. Acesso em: 05/2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. Atendimento á Região Metropolitana de Manaus. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional. Rio de Janeiro, 2009.

FAVATO, L.B. Indicadores de Eficiência Energética em Edifícios da USP: Concepção, Aplicabilidade e Desdobramento Energético – Ambientais Associados. 2005. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo, 2005.

FARAMARZI, R., Efficient display case refrigeration, ASHRAE Journal, vol. 41, n.º 11, November, 1999.

FERREIRA, J.J.; FERREIRA, T.J. Economia e Gestão da Energia. Lisboa: Texto, 1994.

FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. Curso de estatística. 6.ed.,Atlas. São Paulo, 1996.

FREEDONIA. World Commercial Refrigeration Equipment to 2008, The Freedonia Group, Inc., Jan., 2005.

GARCIA, A.G.P. Leilão de Eficiência Energética no Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro – COOPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

GARCIA, Agenor G. P. Impacto da lei de eficiência energética para motores elétricos nopotencial de conservação de energia na indústria. Dissertação de mestrado (COPPE / UFRJ). Rio de Janeiro, 2003.

GELLER, H. S. Revolução Energética – Políticas para um Futuro Sustentável. Ed. Relemu Dumará, 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2003.

GHISI, E. Desenvolvimento de uma Metodologia para Retrofit em Sistemas de Iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina. 1997. Dissertação em Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar um Projeto de Pesquisa. 3.ed., Atlas. São Paulo, 1991.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. Ed: Atlas. São Paulo, 2002.

GRAÇA, Gilena M. G. A Conservação de Energia Elétrica E O Terceiro Mundo. Revista Brasileira de Energia, Vol. 1, N 1, 1990.

GOLDEMBERG, J. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento Primeira Edição, EDUSP, São Paulo, 1998.

GUEDES, Manuel Vaz. O Alternador Síncrono Trifásico – modelização; Apontamentos. Faculdade do Porto – Portugal, 1996.

GUEDES, Manuel Vaz. O Motor de Indução Trifásico – seleção e aplicação. Faculdade do Porto. Portugal, 1994.

HADDAD, J. et al. Eficiência Energética – Teoria e Prática, 1ª Edição, Eletrobrás/PROCEL Educação, UNIFEI, 2007.

HÉMERY, Daniel; BEBIER, Jean Claude; DELÉAGE, Jean-Paul. Uma História da Energia. Editora Universidade de Brasília. Brasília, 1993.

HORDESKI, M. Dictionary of Energy Efficiency Technologies. Lilburn, GA (Estados Unidos): The Fairmont Press, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-2005. Disponível no site: www.ibge.gov.br. Acessado em : 08/2009

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. ECONOMIA – Indústria - Pesquisa Anual - Industrial 2005 - Pessoal Ocupado nas Empresas. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01/ 2010.

- IEA – International Energy Agency. Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency. Paris (França): IEA, 2007.
- IESNA Illuminating Engineering Society of North America. The IESNA Lighting Handbook. Reference & Application. 9th Edition. New York: IESNA, 2000.
- IWASHITA, Juliana. Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação de Interiores: análise de luminárias comerciais. Dissertação de mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, 2004.
- KOSOW, Irving L. Máquinas elétricas e transformadores. Globo. Rio de Janeiro, 1986.
- KOSOW, Inwing L. Máquinas Elétricas e Transformadores. Globo 15ªEd.. Rio de Janeiro, 2005.
- KOTESKI, Marcos A. As Micro e Pequenas Empresas no Contexto Econômico Brasileiro. São Paulo: Revista FAE Business, nº 08, maio de 2004.
- KRAUSE, C. B. et al. Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica. Jose Luiz Pitanga Maia . Rio de Janeiro, 2002.
- MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. Rio de Janeiro: LTC 5ª Ed., 1997.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de Metodologia Científica. Atlas. São Paulo, 1991.
- MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. Atlas. São Paulo, 2003.
- MARTINS, André Ramón Silva, AGUIAR, Sérgio Catão, HADDAD, Jamil et al; Eficiência Energética: integrando usos e reduzindo desperdícios. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; Agência Nacional de Petróleo – ANP, 1999.
- MARQUES, M. Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. 2. ed. Itajubá: EFEI, 2001.
- MARCHIORO, Fernando Sayols. Análise de Técnicas para Redução do Consumo de Energia em Sistemas de Refrigeração para Supermercados. Dissertação em Mestrado. Departamento de Engenharia Mecânica. Pontícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2004.
- MARTIGNONI, Alfonso. Máquinas de Corrente Alternada. São Paulo: Globo 7ªEd., 2005.
- Ministério das Minas e Energia. Balanço Energético Nacional de 2008, ano-base 2007, disponível em www.mme.gov.br, consulta em 20/01/10.
- MOLLO, Mario Neto. Análise dos Movimentos de Inovação Tecnológica e Regulamentação Aplicada a Motores Elétricos para Melhoria da Eficiência Energética no Brasil. Revista engenho, 2009.

MONTEIRO, M. A. G.; ROCHA, L.L.R. Guia Técnica – Gestão Energética, Eletrobrás - FUPAI/EFFICIENTIA, 2005.

MOREIRA, Saulo Gomes. Eficiência Energética em Sistema de Bombeamento Monitorado Via Supervisório. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2008.

NISKIER J.; MACINTYRE A. J. Instalações Elétricas. Rio Janeiro: LTC, 1996.

ORMER, H. V. Opportunities Abound for Saving Energy. *Hydraulics & Pneumatics*. [s.l.], v. 56, n. 2, 2003.

OSRAM. Catálogo Geral 2009/2010. Iluminação geral. Reatores Eletrônicos, 2010. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 05/ 2010.

PADILLA, J. V. Diagnóstico Energético e Redução de Custos com Energia nas Empresas. *Eletricidade Moderna*. São Paulo, v. 29, n. 333, 2001.

PAINULY, J.P.; REDDY, B.S.; Electricity Conservation Programs: Barriers to their Implementation, *Energy Sources*, 1996, 256-267p.

PIRANI, M. J. et al. Refrigeração e Ar condicionado. In: HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S.; MARQUES, M. Conservação de Energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. 2. ed. Itajubá: EFEI, 2001.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Dados contidos na página da internet. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/procel/1.htm>. Acesso em: 26/08/2010.

QUEIROZ, G.C. et.al. Metodologia de Análise de Custo de Ciclo de Vida. SBPE, *Revista Brasileira de Energia*, vol. 13, 2007.

RADOVIC, L.R. Energy and Fuels in Society. Disponível em: www.ems.psu.edu/~radovic/Radovic.html. Acesso em: 11/ 2009.

RASKIN, P. et al. *Great Transition: The Promise and Lure of The Times Ahead*. Boston, MA (Estados Unidos): Stockholm Environment Institute, 2002.

REIS, Lineu Belico; SILVEIRA, Semida (orgs). *Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*, Atlas. São Paulo, 1999.

ROCHA, M. Elementos para Maior Eficiência dos Sistemas de Iluminação, *Revista Eletricidade Moderna*, 1991.

ROSA, L.P. Visão Integrada das Fontes de Energia In: *Economia & Tecnologia da Energia*. Org. La Rovere, E. L. et al. Ed. Marco Zero/FINEP. Rio de Janeiro, 1985.

RUDIO, Franz V. Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica. Petrópolis: Editora Vozes. 2001.

YOSHINO, Rui Tadashi; SOUZA, Regiane Máximo. Barreiras aos Programas de Conservação de Energia no Brasil. Universidade de Franca. São Paulo, Franca, 2003.

SAIDEL, M.A; FAVATO, L.B; MORALES, C. Indicadores Energéticos e Ambientais: ferramenta importante na Gestão da Energia Elétrica. Departamento de Engenharia e Automação Elétrica. Escola Politecnica da Universidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética – CBEE/ABEE. Belorizonte, 2005.

SANTAMOURIS, M. Energy Retrofitting of Office Buildings: Energy Efficiency and Retrofit Measures for Officis. SAVE Programme, Final Report, European Commision, Directorate Generall for Energy, Brussels, 1995

SANTAMOURIS, M. Passive Cooling and Urban, layout, Interin Report, POLIS Reserch Project, European Commision, Directorate Generall for Science, Reserch and development, Available through the author, 1997.

SCHIPPER, Lee. et al. Indicators of Energy use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economy Link. Annual Review of Energy and Environment, 2001.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa. Fatores Condicionantes e Taxa de Mortalidade de Empresas - 2002. Disponível <<http://www.sebrae.gov.br>>. Acesso em: 11/ 2010.

SEBRAE. Onde estão as Micro e Pequenas Empresas no Brasil- 2005. Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/sites/default/files/resultado_mpe_brasil.pdf>. Acessado em: 10/ 2010.

SIEMENS. Mundo em Movimento, Apresentação Motores Elétricos Siemens e a Economia de Energia, 2005. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/>> Acesso em: 01/2010.

SILVA, Marco Antonio. Avaliação de Parâmetros Técnicos e Econômicos na Substituição de Motores de Indução Trifásicos de 1cv a 10 cv. Departamento de engenharia Elétrica. Universidade Federal de Minas Gerais. Belorizonte, 2009.

SILVA, Roberto Perillo Barbosa. Análise do Uso da Energia Elétrica em Instalações Industriais do Segmento de Alimentos e Bebidas. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas- SP, 2011.

SOIFER, Jack. A Grande Pequena Empresa. Qualitymark Editora. Rio de Janeiro, 2002.

SOLA, Antonio Vanderley Herrero; XAVIER, Antonio Augusto de Paula; KOVALESKI, João Luiz. Energy efficiency in production engineering courses. In: Third International Conference on Production Research - Americas' Region 2006 (ICPR-AM06). Proceedings. Curitiba, PR: PUC, Jul/Aug, 2006.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (2005). Estatísticas. Disponível no site: http://www.suframa.gov.br/mzfm_estatisticas.cfm. Acessado em /06/2009.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (2005). Potencialidades Regionais. Disponível no site: <http://www.suframa.gov.br/suf-publicacoes-projpotregionais.cfm>. Acessado em 11/2009.

TETHER, B.S. Small firms, Innovation and employment creation in Britain and Europe: a question of expectations. *Technovation*. vol.20, 2000. pgs 109-113. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/technovation> > Acesso em: 06/2010.

THEIS, Ivo Marcos. Crescimento Econômico e Demanda de Energia no Brasil. Editora da UFSC. Florianópolis, 1990.

TEIXEIRA, Armínio. Iluminação Interior – Fontes luminosas. Porto: FEUP, 2006

TEIXEIRA, Armínio, Iluminação Interior - O Projecto Luminotécnico. Porto: FEUP, 2006.

TOLMASQUIM, M. T. Geração de Energia Elétrica no Brasil. Editora Interciência, COPPE, UFRJ, CENERGIA. Rio de Janeiro, 2005.

VARGAS Júnior; RAUNILLO, Hypolito. Análise do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil: Sistemas de Iluminação e Ar condicionado do Tipo Janela. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

VIANA, A. N. C. Bombas de Fluxo e Ventiladores. In: HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S.; MARQUES, M. (Coord.). Conservação de energia: Eficiência energética de instalações e equipamentos. 2. ed. Itajubá: EFEI, 2001.

WEG Equipamentos Elétricos S/A – Motores. Motores Elétricos: Linhas de Produtos, Características, Especificações, Instalações e Manutenções. Disponível em: <www.weg.com.br> Acesso em: 04/ 2010.

Worrell, E.;Berkel, R; Fengqi, Z; Menke, C; Schaeffer, R; Willians, R. O.Technology Transfer of Energy Efficient technologies in Industry: A review of trends and policy issues. *Energy Policy*, Vol 29. 2001.

YAMACHITA, R. A.; HADDAD, J. Iluminação. In: HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S.; MARQUES, M.Conservação de Energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. 2. ed. Itajubá: EFEI, 2001.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas *In Loco*

Data:		Empresa:	
Ítem	Parâmetros Elétricos Últimos 6 meses	kW/kWh	R\$
1	Conta de Energia Semestral		
2	Demanda Contratada		
3	Demanda Registrada (média)		
4	Preço Médio do kWh		
5	Consumo e Demanda Reativos Excedentes		
6	Ultrapassagens de Demanda		
7	Fator de Carga (Médio)		
8	Fator de Potência (Médio)		

APÊNDICE B - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas *In Loco*

MOTORES ELÉTRICOS				Empresa:		
Localização, equipamento ou referência	Quantidade	Potência CV ou HP	Potência kW	Tipo do motor	Horas de uso/mês	Consumo total kWh
TOTAL						

APÊNDICE E - Planilha Elaborada para ser Peenchida nas Visitas *In Loco*

ILUMINAÇÃO			Empresa:		
Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Quantidade	Potência Total (kW)	Horas de uso/mês	Consumo total kWh
Incandescente					
Fluorescente Compacta com reator					
Fluorescente Tubular com reator					
Mista					
Vapor de Mercúrio com reator					
Vapor de Sódio com reator					
TOTAL					

