

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Jorge Lúcio da Silva**

**A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MANAUS ATRAVÉS  
DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EM CLIMATIZAÇÃO INDUSTRIAL.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**BELEM - PA  
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MANAUS ATRAVÉS  
DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CLIMATIZAÇÃO INDUSTRIAL.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica com ênfase em Processos Industriais.

**Jorge Lúcio da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. José Augusto Lima Barreiro**

**BÉLEM - PA  
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**JORGE LÚCIO DA SILVA**

**TÍTULO: A Redução do Consumo de Energia Elétrica em Manaus através de Medidas de Eficiência Energética em Climatização Industrial.**

**DEFESA DO MESTRADO**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Elétrica na Área de Concentração em Processos Industriais do Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará – ITEC - UFPA.**

Belém-PA, 28 de Fevereiro de 2011.

---

Prof. José Antonio de Souza Silva, Dr.  
Coordenador do CMPPI

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Augusto Lima Barreiros  
Orientador - UFPA

---

Prof. Dr. Sandro Dimy Barbosa Bitar  
UFAM

---

Prof. Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira  
UFPA

---

---

## DEDICATÓRIA

---

---

Ao meu Senhor Jesus por Ele ser a razão de todas as minhas vitórias.

Ao meu pai por ter me ensinado sempre a ser sincero com as pessoas e buscar sempre o caminho da verdade.

À minha mãe por ter me ensinado que a família é a maior riqueza e o maior bem que podemos ter.

Aos meus sogros Maria de Nazaré e Florêncio Sampaio que me receberam em sua família como um verdadeiro filho.

A minha esposa Maria Elizabete, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, aconselhando-me e dando-me força para nunca desanimar, sendo comigo e estando sempre ao meu lado nos bons e maus momentos.

Aos meus filhos, Jéssica Souza da Silva e Florêncio Sampaio de Souza Neto, mostrando-me sempre o lado bom de suas juventudes.

Aos meus irmãos que sempre estão presente em minha vida.

---

---

## **AGRADECIMENTOS**

---

---

Ao meu Deus a quem sempre me proporcionou todas as coisas maravilhosas da minha vida, a quem recorri nos momentos mais difíceis de minha carreira. Ao meu Senhor e salvador agradeço todas as minhas vitórias.

Em particular a minha sogra Sra. Maria de Nazaré, depois de minha mãe foi a mulher que verdadeiramente me tomou como filho e deu-me os melhores conselhos para poder prosseguir como verdadeiro profissional, uma mulher que nunca deixou-me desanimar pois sempre estava ao meu lado ajudando-me a caminhar. Uma mulher forte e guerreira a quem devo metade de tudo aquilo que hoje conquistei ao longo de minha carreira.

Ao Sr. Raimundo Furukawa, um grande amigo desde os tempos bons da faculdade, e com os seus trabalhos desenvolvidos na área de engenharia no Pólo Industrial de Manaus, e pela sua contribuição inestimável na orientação deste trabalho que foi desenvolvido dentro de uma indústria do Pólo Indústria de Manaus.

Ao Prof. Ms. Jandecy Cabral Leite, pela orientação e dedicação aos colegas que sempre o procuram, um amigo e um grande camarada.

Um agradecimento em especial ao Prof. Dr. Francisco Beraldo Herrera Fernandez, que nos momentos mais importantes da construção deste trabalho esteve ao meu lado orientando-me e até mesmo abrindo mão de algum tempo para esta ajudando-me. O Prof. Dr. Herrera é muito mais que um orientador é um amigo de verdade nas horas precisas.

---

---

## RESUMO

---

---

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a redução do consumo de energia elétrica em uma indústria do Pólo Industrial de Manaus (PIM), através da utilização de otimização de eficiência energética (EE) com base em modelos de comparação com o consumo de energia elétrica consumida pelo PIM. O estudo baseou-se de acordo com as regras industriais de controle técnico-climático estabelecidos em normas nacionais. Ele também mede a EE, uma vez que foi utilizado por meio da substituição do ar condicionado estilo janela de baixa eficiência, por equipamentos de alta performance. A utilização de cargas térmicas estimadas, resultou na aplicação de medidas elétricas, onde foram obtidos através da avaliação de EE que permitiu encontrar mecanismos das variáveis lingüísticas que pudesse solucionar e aprimorar as capacidades dos condicionadores de ar onde eles, controlados simultaneamente à temperatura, umidade, movimento e a purificação do ar em locais fechados dentro da Indústria Brasileira de Televisão (IBT). Para minimizar os custos, foram feitas uma análise de ações programadas com os cálculos de ferramentas através de inferência que forneceram os seguintes resultados: Controle das fontes externas de calor ou frio, verificação das perdas nas tubulações e perdas também nos ambientes, ajustar a temperatura de conforto térmico, como o ambiente e a utilização do sistema, e utilização de sistema de controle para otimizar o uso do equipamento, banco de termo acumulação de gelo ou água que EE medidas permitiram que ser quantificado o seu consumo e de poupança para reduzir a demanda de eletricidade em seus impactos reais da empresa. Sendo assim, os resultados permitiram uma redução de custos na ordem de R\$ 14.299,73 (Quatorze mil, duzentos e noventa e nove reais, setenta e três centavos) nos oito meses estudado representando um percentual de 7.32% de economia para a empresa no seu consumo energético perfazendo um custo de R\$ 1.787,46 (Hum mil, setecentos e oitenta e sete reais, quarenta e seis centavos) mês, mostrando um resultado satisfatório dentro dos custos estabelecidos pela IBT.

**Palavras-Chave:** Política energética, Conforto térmico, Energia elétrica.

---

---

## ABSTRACT

---

---

The dissertation has as objective that is to evaluate the consumption of industrial electric industries in the Pole of Manaus – AM (PIM), through using the electric optimizing efficient energy with (EE), with based models comparison in the consumption of electricity consumed by the PIM. The study was based in accordance with national rules of industrial climate control technical standards established. It also measures the (EE) since it was used through replacement of the air conditioners window style of low efficiency, for equipments of high performance. The use of estimated thermal loads resulted in the application of electrical measurements, in which were obtained by evaluating the EE that allowed us to find mechanisms of linguistic variables that solved and enhance the capabilities of air conditioners, where they controlled both simultaneously the temperature, humidity, movement, and the purification of indoor air with in the Brazilian Television industry (IBT) To minimize the costs, we made analysis of programmed actions with calculation by tools through inference that provided the followings results: Control of the external sources of hot or cold, and verification of losses in the pipes and also losses in the environments, and adjust the temperature of thermal comfort, Such as environment and system utilization, and utilization control system for optimum use of equipment with thermo bank accumulation of ice or water which (EE) Measures have to be quantified of their consumption and savings to reduce electricity demand In their actual impacts of the company. Being so the results permitted a reduction of saving cost near about R\$ 14.299,73 in actual eight months studied and representing a percentage of 7.32% savings for the company in its energy consumption amounting to a cost of R \$ 1,787.46 a month showing real satisfactory outcome within the costs set by the IBT.

**Keywords:** Energy, Thermal Comfort, Electricity.

---

---

## SUMÁRIO

---

---

Dedicatória  
Agradecimentos  
Resumo  
Abstract  
Sumário  
Lista de Tabelas  
Lista de Figuras  
Lista de Siglas

<b>Capítulo 1: Introdução</b>	15
1.1 Considerações Iniciais	15
1.2 Identificação e Justificativa do Estudo	19
1.3 Objetivo	21
1.3.1 Objetivo Geral	21
1.3.2 Objetivo Específico	21
1.4 Metodologia Adotada	21
1.4.1 Metodologia utilizada considerando a substituição de condicionadores de ar de baixa eficiência por equipamentos de alta eficiência.	22
1.4.2 Metodologia utilizada nas prospecções considerando a climatização de um ambiente da fábrica.	23
1.5 Estrutura dos Capítulos.	23
<b>Capítulo 2: Revisão de Literatura</b>	25
2.1. Introdução	25
2.2 A evolução histórica da Eficiência Energética no Mundo	25
2.3 Descrição do INMETRO e PROCEL	30
2.4 Inmetro	30
2.5 Procel	30
2.6 Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE	33
2.7 Etiquetagem de Eficiência Energética	33
2.8 Processo de Etiquetagem	34
2.9 Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.	40
2.9.1 Sistema de Iluminação	43
2.9.2 Divisão de Circuitos	43
2.9.3 Contribuição da Luz Natural	44
2.9.4 Desligamento Automático do Sistema de Iluminação	44
2.9.5 Procedimentos de Determinação da Eficiência	44
2.9.6 Determinação do Nível de Iluminância de Projeto	45
2.9.7 Sistema de Condicionamento de Ar	46
<b>Capítulo 3: Sistema Elétrico de Manaus</b>	52
3.1 Introdução	52
3.2 Sistema de Geração de energia para Manaus	53
3.2.1 Linha 138 KV	54



3.2.2	Linha em 230 KV	54
3.2.3	Premissas Recomendadas para o Sistema de Distribuição de Energia.	55
3.3	Abastecimento de Energia Elétrica para a cidade de Manaus	55
3.3.1	Sistema com maior capacidade para a Região Metropolitana de Manaus.	57
3.3.2	Sistema de Transmissão em 230KV e distribuição em 138KV.	57
3.4	Plano de Obras para a Região Metropolitana de Manaus.	60
3.5	Conjuntura Econômica que envolve o Pólo Industrial de Manaus.	62
3.5.1	Carga de energia elétrica do PIM.	69
<b>Capítulo 4:</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>72</b>
4.1	Perfil da Empresa	72
4.2	Levantamento de dados da Empresa	75
4.2.1	Consumo de Demanda Contratada	76
4.2.2	Refrigeração e Ar Condicionado	78
4.2.3	O gerenciamento de energia	79
4.2.4	Torres de resfriamento da empresa	80
4.2.5	Temperatura do bulbo úmido do ar (Psicrômetro).	82
4.2.6	Temperatura de entrada e de saída da água de condensação de torre.	83
4.2.7	Vazão de água de condensação	83
4.2.8	Variáveis de processo e especificação da torre de resfriamento.	84
4.2.9	Aspectos operacionais da torre de resfriamento.	85
<b>Capítulo 5:</b>	<b>Medidas de Eficiência Energética</b>	<b>88</b>
5.1	Caracterização do Piso da Indústria IBT	88
5.2	Caracterização das Luminárias da Indústria IBT	90
5.3	Caracterização dos Aparelhos Condicionadores de Ar da Indústria IBT.	92
5.4	Análise e Discussões dos Resultados	95
5.4.1	Consumo de energia e Demanda Contratada da Indústria Brasileira de Televisores – IBT.	96
5.5	Conclusões	103
<b>Capítulo 6:</b>	<b>Conclusão, Recomendações para Trabalhos Futuros</b>	<b>105</b>
6.1	Conclusão	105
6.2	Recomendações	106
	Referências	108
	Anexos	121
	Apêndices	136

---

---

## LISTA DE FIGURAS

---

---

<b>Figura 2.1:</b>	Estrutura do Sistema Elétrico de Manaus	27
<b>Figura 2.2:</b>	Selo PROCEL de Economia de Energia	32
<b>Figura 2.3:</b>	Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, neste caso, apresentando níveis de eficiência A	36
<b>Figura 2.4:</b>	Fluxograma presente no RAC resumido os procedimentos de obtenção da autorização de uso da ENCE	37
<b>Figura 2.5:</b>	Selo de Eficiência Energética – Energia (Elétrica)	38
<b>Figura 2.6:</b>	Mapa de Zoneamento Bioclimático Brasileiro	39
<b>Figura 3.1:</b>	Configuração recomendada para atendimento à região metropolitana de Manaus.	54
<b>Figura 3.2:</b>	Demanda Máxima Coincidente do Sistema Manaus em MW	56
<b>Figura 3.3:</b>	Configuração Final – Sistema Integrado Nacional.	58
<b>Figura 3.4:</b>	Configuração Final da Alternativa 1 Atualizada.	59
<b>Figura 3.5:</b>	Configuração Final com apenas uma única SE Cariri 230 KV	59
<b>Figura 3.6:</b>	Indicadores Conjunturais da Indústria (AM)	63
<b>Figura 3.7:</b>	Consumo Industrial - GWh	63
<b>Figura 3.8:</b>	Evolução do Consumo - GWh	65
<b>Figura 3.9:</b>	Evolução de Carga - GWh	65
<b>Figura 3.10:</b>	Evolução do Consumo de Energia em GWh	67
<b>Figura 3.11:</b>	Consumo Médio de Energia Residencial (KWh/mês)	68
<b>Figura 3.12:</b>	Estrutura de Consumo Manaus Energia	68
<b>Figura 3.13:</b>	Estrutura de Consumo Manaus Energia	69
<b>Figura 3.14:</b>	Evolução de Carga Própria de Energia em GWh	71
<b>Figura 3.15:</b>	Classes de Consumo de Energia 3º trimestre de 2009	137
<b>Figura 3.16:</b>	Sistemas Isolados Comportamento de Carga Própria (GWh)	138
<b>Figura 3.17:</b>	Carga de Energia 1º trimestre de 2009	139
<b>Figura 3.18:</b>	Carga de Energia – Ceam (GWh)	140
<b>Figura 3.19:</b>	Carga de Energia – Eletronorte (GWh)	141
<b>Figura 4.1:</b>	Indústria Brasileira de Televisores	73
<b>Figura 4.2:</b>	Linha de Automação de TV	74
<b>Figura 4.3:</b>	Linha de Revisão e Controle de CQ.	74
<b>Figura 4.4:</b>	Economia e Redução de Demanda na Ponta	76
<b>Figura 4.5:</b>	Consumo de Demanda	78
<b>Figura 4.6:</b>	Torre de Resfriamento à água	81
<b>Figura 4.7:</b>	Painel de Controle da Torre de resfriamento	82
<b>Figura 4.8:</b>	Condutores de Ventilação da Torre de Resfriamento	86
<b>Figura 4.9:</b>	Tubulação de Controle dos Fluidos de Pressão da Torre de Resfriamento	86
<b>Figura 5.1:</b>	Transmissão de Calor para o ambiente interno da fábrica	89
<b>Figura 5.2:</b>	Luminária Industrial Trifósforo Indução 200W	91
<b>Figura 5.3:</b>	Luminárias do tipo Fluorescentes 4W LD T10	92
<b>Figura 5.4:</b>	Ventilador que resfria a água para a Torre de Resfriamento	93
<b>Figura 5.5:</b>	Condicionador de Ar Innovair Elite	93
<b>Figura 5.6:</b>	Forro PVC	95
<b>Figura 5.7:</b>	Controle Consumo de Energia em KWh – 07:00h.	97
<b>Figura 5.8:</b>	Controle Consumo de Energia em KWh – 16:30h.	97
<b>Figura 5.9:</b>	Controle Consumo de Energia em KVARh – 07:00h	99
<b>Figura 5.10:</b>	Controle Consumo de Energia em KVARh – 16:30h	99

<b>Figura 5.11:</b> Consumo de Leitura Mensal	101
<b>Figura 5.12:</b> Demanda Medida	103
<b>Figura 5.13:</b> Consumo de Leitura Anterior – Anexo VIII	129
<b>Figura 5.14:</b> Consumo de Leitura Atual – Anexo VIII	129
<b>Figura 5.15:</b> Consumo de Leitura Total – Anexo IX	130
<b>Figura 5.16:</b> Demanda Anterior – Anexo IX	130
<b>Figura 5.17:</b> Demanda Atual – Anexo X	131
<b>Figura 5.18:</b> Demanda Total – Anexo X	131
<b>Figura 5.19:</b> Potência Reativa Anterior – Anexo XI	132
<b>Figura 5.20:</b> Potência Reativa Atual – Anexo XI	132
<b>Figura 5.21:</b> Consumo Medido – Anexo XII	133
<b>Figura 5.22:</b> Consumo Cobrado – Anexo XII	133
<b>Figura 5.23:</b> Fator de Consumo – Anexo XIII	134
<b>Figura 5.24:</b> Demanda Medida – Anexo XIII	134
<b>Figura 5.25:</b> Demanda Cobrada – Anexo XIV	135
<b>Figura 5.26:</b> Fator de Demanda – Anexo XIV	135

---

---

## LISTA DE TABELAS

---

---

<b>Tabela 2.1:</b>	Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)	42
<b>Tabela 2.2:</b>	Classificação Geral	43
<b>Tabela 2.3:</b>	Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação para o nível de eficiência pretendido	45
<b>Tabela 2.4:</b>	Extraída NBR 5413 – Fatores determinantes de iluminância desejada	46
<b>Tabela 2.5:</b>	Tabela do INMETRO – Condicionador de ar	47
<b>Tabela 2.6:</b>	Tabela do INMETRO – Condicionador de ar Split	47
<b>Tabela 2.7:</b>	Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação nos níveis A e B.	49
<b>Tabela 2.8:</b>	Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação nos níveis A e B.	49
<b>Tabela 2.9:</b>	Eficiência mínima de torres de resfriamento e condensadores para classificação nos níveis A e B.	50
<b>Tabela 2.10:</b>	Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível D.	50
<b>Tabela 2.11:</b>	Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação no nível D.	51
<b>Tabela 3.1:</b>	Sistema de Geração de Energia – 138 KV	60
<b>Tabela 3.2:</b>	Sistema de Geração de Energia – 230 KV	60
<b>Tabela 3.3:</b>	Resumo do Plano de Ação Manaus e Interior	61
<b>Tabela 3.4:</b>	Classes de Consumo – 3º Trimestre de 2009	64
<b>Tabela 3.5:</b>	Sistemas Isolados	66
<b>Tabela 3.6:</b>	Carga de Energia Elétrica do PIM – 1º Trimestre	69
<b>Tabela 3.7:</b>	Carga de Energia Elétrica do PIM	70
<b>Tabela 4.1:</b>	Economia de Energia e Redução de Demanda na Ponta	75
<b>Tabela 4.2:</b>	Valores do Consumo de Demanda Contratada	77
<b>Tabela 5.1:</b>	Especificação Manta Térmica	89
<b>Tabela 5.2:</b>	Dados específicos do Piso Paviflex (SMARTFLOOR)	90
<b>Tabela 5.3:</b>	Dados Específicos Luminárias	91
<b>Tabela 5.4:</b>	Dados específicos das Luminárias do tipo Fluorescentes	92
<b>Tabela 5.5:</b>	Dados específicos do Condicionador de Ar Inovair	94
<b>Tabela 5.6:</b>	Dados específicos do Forro PVC	95
<b>Tabela 5.7:</b>	Consumo de Energia em KWh	96
<b>Tabela 5.8:</b>	Consumo de Energia em KVARh	98
<b>Tabela 5.9:</b>	Controle de Leitura de Consumo de Energia	100
<b>Tabela 5.10:</b>	Consumo Mensal de Leitura	101
<b>Tabela 5.11:</b>	Demanda Medida	102

---

---

**LISTA DE SIGLAS**

---

---

<b>PIM</b>	Pólo Industrial de Manaus	15
<b>GLD</b>	Gerenciamento pelo Lado da Demanda	15
<b>DSB</b>	Demand Side Bidding	16
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética.	16
<b>ESCOs</b>	Energy Service Companies.	17
<b>ERB</b>	Energia Requerida Bruta.	20
<b>PBE</b>	Programa Brasileiro de Etiquetagem.	24
<b>CNAEE</b>	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica.	25
<b>CHESF</b>	Companhia Hidroelétrica do São Francisco.	26
<b>GCPS</b>	Grupo Coordenador de Planejamento Setorial dos Sistemas Elétricos.	28
<b>GCOI</b>	Grupo Coordenador de Operação Interligada.	28
<b>CONAMA</b>	Conselho de Meio Ambiente do Setor Elétrico.	28
<b>GCCE</b>	Grupo Coordenador para a Conservação de Eletricidade.	28
<b>ABRACE</b>	Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia.	28
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.	30
<b>INPM</b>	Instituto Nacional de Pesos e Medidas	30
<b>CONMETRO</b>	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.	30
<b>SINMETRO</b>	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.	30
<b>PROCEL</b>	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.	30
<b>RGR</b>	Reserva Global de Reversão.	31
<b>GEF</b>	Global Environment Facility.	31
<b>BIRD</b>	Banco Mundial.	31
<b>ENCE</b>	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.	32
<b>MDIC</b>	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.	33
<b>ABINEE</b>	Associação Brasileira da Indústria Elétrica Eletrônica.	33
<b>MME</b>	Ministério das Minas e Energia.	33
<b>CONPET</b>	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural.	33
<b>CGIEE</b>	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética.	34
<b>RTQ-C</b>	Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais.	34
<b>RAC-C</b>	Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais.	34
<b>Lab EEE</b>	Laboratório de Eficiência Energética.	35
<b>CEPEL</b>	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica.	35
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional.	52
<b>GTSEM</b>	Grupo de Trabalho do Sistema Elétrico de Manaus.	52
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica.	52
<b>MESA</b>	Manaus Energia S/A.	52
<b>PESEM</b>	Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico de Manaus.	53
<b>BEU</b>	Balanco de Energia Útil.	78
<b>PNDU</b>	Programa da Nações Unidas para o Desenvolvimento.	79

<b>PGE</b>	Programa de Gestão Energética.	79
<b>PCE</b>	Planejamento Corporativo de Energia.	79
<b>CICE</b>	Comissão Interna de Conservação de Energia.	79

---

---

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

---

---

Com a intenção de sugerir um cenário propício tanto à eficiência energética como à economia de energia no âmbito de uma indústria do PIM traçou-se um planejamento, que se enquadra no escopo desta dissertação. O presente capítulo propõe a utilização da ferramenta denominada Planejamento Integrado de Recursos a ser utilizada na elaboração do planejamento sobre a eficiência energética a ser utilizada na forma de um sistema isolado dentro do ambiente fabril. Com a aplicação desta ferramenta é dada ênfase aos usos finais, à eficiência energética, à questão ambiental e à decisão participativa de todos os atores afetados (REIS *et al.*, 2005).

São relatadas a seguir considerações feitas por especialistas em planejamento energético quanto à relevância da avaliação integrada das ações do aumento da eficiência energética e da conservação da energia, e que, para atingir este objetivo, é de fundamental importância o uso do Planejamento Integrado de Recursos – PIR em conjunto com programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD. Em seguida destacam-se as justificativas que motivaram a realização deste trabalho e seus principais objetivos. Finaliza-se com a descrição da estruturação do desenvolvimento dos capítulos desta dissertação.

### 1.1. Considerações Iniciais.

O novo modelo do Setor Elétrico Brasileiro, concebido inicialmente pelo Instituto de Cidadania (2002), que serviu de base ao promulgado recentemente, previa a implantação de "uma política de uso racional e eficiente de energia, reestruturando-se o Programa de Conservação de Energia Elétrica - Procel, da Eletrobrás, disponibilizando mais energia para consumo graças ao uso mais eficiente".

Esta abordagem genérica recebeu críticas que apontavam para a necessidade de definição explícita de mecanismos de eficiência energética (SCHAEFFER, 2004). Entre as propostas que apareceram para uma maior concretização da melhoria de eficiência, durante o processo de discussão do modelo, estava a de que "blocos de energia conservada" pudessem ser negociados, à semelhança das energias alternativas - eólica, solar, biomassa e PCH

(SCHAEFFER, 2004), que têm uma parcela garantida de geração contratada (MME, 2003,) através de um processo de leilão.

Szklo e Geller (2006) elencaram quatro políticas principais para aumentar a conservação de energia no Brasil:

- Criar uma nova agência de eficiência energética;
- Incorporar práticas de ofertas de energia pelo lado da demanda à expansão do setor e medidas de eficiência energética como opção de planejamento;
- Incrementar a aplicação da Lei de Eficiência Energética;
- Adotar códigos de energia para os novos prédios comerciais;

A oferta de energia pela demanda envolveria uma requisição de projetos (local de aplicação, medida, custo, redução estimada, vida útil e incentivo requerido), sua qualificação, implementação e posterior verificação. Outras propostas têm aparecido (WWF-BRASIL, 2006; GELLER, 2006) sugerindo a implantação do leilão de eficiência energética. Experiências internacionais já existem de venda de energia e demanda pelo consumidor, o chamado DSB - demand side bidding. O DSB existe nos EUA desde 1987, onde "35 companhias de eletricidade assinaram contratos de longo prazo com ESCOs<sup>1</sup> e consumidores para explorar potenciais de redução de demanda e energia por preços determinados" (GOLDMAN e KITO, 1995). Segundo estes autores, os contratos são pagos segundo a performance verificada e surgiram como forma de ampliar a execução de programas de GLD (gerenciamento pelo lado da demanda).

A idéia acabou não saindo na edição inicial do modelo, que veio à luz em 2004 (BRASIL, 2004), em vista das dificuldades que continha e das prioridades estabelecidas em função da conjuntura de então, com folga de oferta de energia no sistema elétrico. Agora ela volta à tona, com as dificuldades de expansão no longo prazo, trazida por proposta de Geller (2006), que motivou a discussão do tema em um workshop promovido pela EPE, em dezembro de 2006 (EPE, 2006e). Segundo ele, "o DSB funciona, mas não é simples", ou seja, vários pontos precisam ser bem definidos para que apresente bons resultados. Como o modelo do setor elétrico brasileiro seleciona os projetos de nova geração com maior atratividade através de

---

<sup>1</sup> ESCOs – Energy Service Companies empresa tipicamente prestadora dos serviços de eficiência energética.



leilões, inclusive de energias alternativas (PCH, eólica e biomassa), por que não incluir a eficiência energética, como uma fonte virtual?

Visto desta forma, o leilão teria o papel de explorar uma parte do potencial de eficiência energética diretamente, eliminando barreiras ao mercado de ESCOs ou até mesmo explorando outras oportunidades, como discutido nesta dissertação. Outra opção seria utilizá-lo como forma de selecionar medidas que buscassem atender a uma meta obrigatória de redução de consumo estabelecida para distribuidoras de energia elétrica ou até mesmo indústrias. Esta obrigatoriedade garantiria a redução da meta fixada, enquanto o leilão buscaria o melhor preço para a sociedade - um mercado de eficiência energética pode se desenvolver a partir da compra e venda destas reduções de energia, em um mecanismo hoje conhecido como Certificados Brancos. Ambas as formas, entretanto, exigem uma concepção correta do leilão, ações prévias que garantam sua adequação e uma estrutura institucional que lhe dê suporte e estabeleça um sistema adequado de medição e verificação de forma que, para todos os agentes, haja confiança na energia realmente retirada do sistema.

O Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico brasileiro enfatiza o planejamento de longo prazo e o uso de leilões para seleção dos projetos de menor custo para expansão do sistema. Estabelecer leilões de "energia virtual", a um custo menor que a energia real, além da vantagem econômica, tem também vantagem ambiental, pelo impacto evitado, e social, pois a indústria de eficiência energética gera serviços. Estabelecer um modelo adequado, que incentive os potenciais agentes à participação, e onde haja confiabilidade na energia economizada através de ações de medição e verificação que sejam por todos aceitas (como o é a energia gerada por novas usinas) pode ser um excelente instrumento (mas não o único) de incrementar a eficiência no uso da energia no Brasil.

Várias medidas podem se constituir em "usinas virtuais", retirando energia do sistema: entre elas, "pacotes" de energia conservada poderiam ser formados pela agregação de medidas implementadas em várias fábricas, por exemplo, pelo uso de força motriz. Fabricantes de equipamentos poderiam lançar no mercado produtos com tecnologia que incorporasse maior eficiência energética, cujo investimento necessário seria pago com a energia economizada vendida através do leilão.

Grandes consumidores de energia elétrica poderiam vender a energia economizada em melhorias em seus processos.

Jannuzzi e Swisher (1997) também definem Planejamento Integrado de Recursos como sendo um processo de planejamento que “Combina opções de tecnologia de oferta de eletricidade e de melhorias de eficiência energética, incluindo opções de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD), para prover serviços de energia a menores custos (incluindo custos sociais e ambientais)”.

Camargo (1996) explica que a questão energética precisa trilhar novos caminhos para que possa incorporar ao planejamento do setor elétrico a nova realidade social, econômica e política do país, principalmente no que tange à busca do uso mais eficiente da energia. Desta forma o emprego de programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), integra efetivamente o consumidor ao processo de utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

Jannuzzi e Swisher (1997) comentam que “O dramático aumento do preço do petróleo dos anos 70, combinado com os aumentos das taxas internacionais de juros, repentinamente terminaram com a era de energia barata, levando a um questionamento do modelo de desenvolvimento adotado até então.” Esses fatos começaram a exigir que o atendimento das necessidades de energia elétrica das populações dos países fosse feito de maneira mais barata e com menor impacto ambiental.

Campos (2004) enquadraria a utilização de condicionadores de ar de alta eficiência considerada nesta tese, no programa de GLD denominado de “Melhora de performance de equipamentos com a possibilidade da utilização de equipamentos de alta eficiência energética”, que poderia reduzir o valor das contas de energia elétrica dos consumidores e disponibilizar mais energia para outros serviços.

Frota (2004) comenta que a atual sistemática de planejamento adotada no setor elétrico para os sistemas isolados, notadamente na Amazônia, não consegue responder às reais necessidades energéticas regionais, em função de falhas estruturais no planejamento, pois o mesmo não prevê uma integração com os planejamentos em âmbito nacional, estadual e municipal. Ao justificar esta afirmação Frota (2004) observa que historicamente todos os planos estruturais e conjunturais do setor elétrico sempre foram elaborados pelo próprio setor, com pouca integração

com o planejamento nacional, o que tem contribuído fortemente para a atual e grave situação dos sistemas isolados. Justifica ainda que o conceito de Planejamento Integrado de Recursos – PIR, contemplando um processo que permite a interação dos diversos agentes envolvidos, a busca da otimização permanente dos recursos disponíveis, a difusão de fontes renováveis e a conservação de energia, seria bem vindo nos sistemas isolados.

Goldenberg (2008) comenta que o Plano Nacional de Energia – 2030 (PNE-2030) recentemente lançado pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, faz hipóteses sobre o crescimento econômico e tenta derivar daí as quantidades de energia que serão necessárias para sustentar este crescimento, desconsiderando que é possível haver crescimento econômico utilizando menos energia. O mesmo autor julga inadequado o fato de que este procedimento ignora dois fatores que outros países consideram de importância fundamental: que o bem estar da população não se mede apenas pelo crescimento econômico, e, que a utilização mais eficiente da energia pode conduzir aos mesmos efeitos que se desejam, com menos consumo.

Seria de suma importância a implementação de ações enérgicas e contínuas das concessionárias dos sistemas isolados da Região Norte no sentido de reduzir os elevados índices de perdas globais que ocorrem principalmente dentro do parque fabril de uma indústria no Pólo Industrial de Manaus, nestes sistemas (que poderiam ser enquadradas como medidas de eficiência energética), pois permitiria a disponibilização de mais energia elétrica para o atendimento dos respectivos mercados energéticos, postergando-se, como consequência, na construção de novas usinas, novas subestações e linhas de transmissão.

## 1.2. Identificação e Justificativa do Estudo

A cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, tem uma população de aproximadamente 2.217.163 (Dois milhões, Duzentos e dezessete mil, cento e sessenta e três) habitantes em 2009 – conforme dados divulgados pelo Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico – IBGE. O ano de 2008 se caracterizou pelo surgimento da crise mundial que afetou os mercados financeiros mundiais, o que levou a uma retração em certos setores da economia brasileira, principalmente, pela

redução na oferta de crédito tanto para consumo como para o setor produtivo. No Amazonas, o PIM (de onde são oriundos os maiores clientes da Manaus Energia), apresentou desempenho satisfatório, obtendo um faturamento recorde da ordem de US\$ 30,128 bilhões. Esse resultado deve se principalmente ao desempenho do PIM, até outubro, pois a partir de novembro o setor passou a apresentar um desempenho inferior ao esperado, já sob os efeitos da crise internacional.

Em março de 2008, houve a incorporação da Companhia Energética do Amazonas (CEAM) pela Manaus Energia, que por sua vez, passou a deter toda a concessão de energia elétrica para a capital e o interior do estado. Em Manaus, nos últimos anos os investimentos federais ficaram aquém das necessidades de expansão do parque de geração e distribuição, situando-se na contramão do crescimento da cidade. Os efeitos da falta de reaparelhamento da malha produtiva fizeram-se sentir na qualidade dos serviços às classes de consumo, repercutindo com mais visibilidade, na Residencial e na Industrial.

No ano de 2008 a Manaus Energia registrou um resultado positivo de R\$ 198.845.000 (Cento e novena e oito milhões, oitocentos e quarenta e cinco mil reais), apresentando um valor para despesas operacionais da ordem de R\$ 596.472.000 (Quinhentos e novena e seis milhões, quatrocentos e setenta e dois reais) e uma Receita Operacional de R\$ 1.370.661.000 (Hum bilhão, trezentos e setenta milhões, seiscentos e sessenta e um mil reais).

A estrutura de mercado do Sistema Manaus, capital, é predominantemente liderado pela classe Industrial, que responde com 43% do consumo do Sistema, secundado de longe pela classe Residencial com 23%, e Comercial com 19%, em terceiro lugar. Essa característica se deve à pujança de cerca das 550 indústrias que compõem o PIM. O Fator de Carga que mede o nível de aproveitamento da capacidade das instalações elétricas (geração e distribuição) na qual atingiu em 2008 o índice de 72,6%, com um pico de 83% em setembro.

Segundo dados fornecidos pela Amazonas Energia o crescimento da energia requerida bruta (ERB) cresceu 6,3% em relação ao registrado em 2007 que foi de 6,0%. O consumo de energia registrado em 2007 foi de 6.184.935 MWh. Esse valor evidencia a geração média de 515.411 MWh/mês, para um consumo de energia de 3.727.300 MWh acumulado do ano, atingindo 4,6% de crescimento do mercado do Sistema Manaus.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a redução do consumo de energia elétrica conseqüente da aplicação de medidas de eficiência energética em climatização industrial em uma empresa do PIM, através do emprego de medidas de conservação de energia elétrica tais como: utilização de condicionadores de ar do tipo *split* de alta eficiência e a redução da carga térmica nos recintos internos das edificações.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar na Indústria – IBT em estudo com orientações de diversos meios com o intuito de apresentar um projeto que mostrassem as menores cargas térmicas de seus ambientes internos (parque fabril).
- Investigar os ambientes onde foram instalados os condicionadores de ar do tipo split de alta eficiência, o que permitiu a obtenção do menor consumo de energia elétrica ao longo de todo o trabalho desenvolvido na área de produção da Indústria – IBT.
- Desenvolver um trabalho no qual possa motivar as empresa do PIM a buscar formas ou novas tecnologias que possam ser aplicadas nas construções de suas instalações, na qual possam estar dentro das normas da ABNT vigentes.
- Avaliar as medidas de conservação de energia aqui estudadas e sugeridas, na melhoria do conforto térmico ambiental e na conservação de energia elétrica, em climatização da área de produção da indústria IBT. Com esse propósito, serão realizadas projeções de energia/demanda industrial para avaliar os impactos das medidas propostas.

#### 1.4 Metodologia adotada

Serão apresentadas as metodologias adotadas para avaliar as estimativas dos consumos, demandas e economias de energia elétrica alcançadas tanto pela substituição de equipamentos de baixa eficiência por equipamentos de alta

eficiência, como das decorrentes das aplicações de medidas de eficiência energética no parque fabril de uma indústria do PIM.

Foram elaborados projetos para os consumos de energia e demandas de energia elétrica dos condicionadores de ar de 9.000, 10.000 e 12.000Btu/h do tipo split equipamentos que representam 94% do parque de condicionadores de ar, de baixa e de alta eficiência do setor industrial da cidade de Manaus, bem como as respectivas economias ao ser comparadas com outros tipos de refrigeração que são utilizados no PIM.

Em seguida adotou-se o mesmo procedimento prospectivo mencionado acima para calcular os consumos, demandas e economias de energia elétrica, no mesmo período de 2008 a 2012, para climatizar as dependências ocupadas por parte do setor administrativo da indústria nas quais foi simulada a implementação de medidas de eficiência energética, tais como: substituição de condicionadores de ar de baixa eficiência por equipamentos de alta eficiência, pintura das paredes e coberturas com cor clara e colocação de isolamento térmico no forro dos setores selecionados.

#### *1.4.1 Metodologia utilizada considerando a substituição de condicionadores de ar de baixa eficiência por equipamentos de alta eficiência.*

Trabalhou uma suposição hipoteticamente de que todos os condicionadores de ar do tipo *split* com capacidade de refrigeração de 13.000 Btus/h existentes no setor industrial do sistema Manaus era composto por equipamentos de baixa eficiência. Estes equipamentos foram logo substituídos por equipamentos de alta eficiência, e, obtidos um resultado fantástico nos consumos, e nas demandas e as economias resultantes dessas substituições ao longo do período compreendido entre Março de 2010 e Junho de 2010.

Supôs-se ainda que parâmetros tais como o índice de posse dos equipamentos de condicionamento de ar e a penetração no mercado desses condicionadores nas empresas do pólo industrial de Manaus são de 96%, onde permaneceria inalterado até o presente ano.

#### *1.4.2 Metodologia utilizada nas prospecções considerando a climatização da empresa com duas características construtivas diferentes.*

Escolheu-se uma empresa do pólo industrial de Manaus para realizar um estudo de caso que permitisse, por simulação, a determinação das estimativas de carga térmica de um de seus recintos internos ao serem variadas as características construtivas da condição das Paredes cor médias; Forro de madeira; Ático fechado; Telhado cor média e isolado com EPS.

Foi feita a suposição de que o número de empresas que seria acrescentado ao setor industrial da cidade corresponderia ao crescimento do número de consumidores de energia elétrica da cidade de Manaus. Este valor multiplicado por 0,45 (Cartaxo, 2004d), que é o índice de posse dos condicionadores de ar da marca split para a climatização de apenas um ambiente selecionado dentro do parque fabril da respectiva empresa em estudo na qual forneceria o quantitativo de condicionadores de ar na presente simulação. Determinado o total de condicionadores de ar, poderão ser obtidos os consumos de energia e as demandas para cada dependência da empresa com determinada característica específica, ao longo do período de 2010 a 2018.

As estimativas das cargas térmicas da empresa adotada para o estudo de caso foram obtidas a partir do emprego de uma simulação utilizado na cidade de Manaus por projetistas de sistemas de climatização e técnicos da própria empresa. De posse das referidas estimativas, foi possível especificar os condicionadores de ar do tipo split de baixa e de alta eficiência, que seriam utilizados na climatização dos ambientes escolhidos para a simulação e estudo do consumo de energia, portanto determinar as demandas e os consumos de energia elétrica despendidos na climatização em diversas características construtivas simuladas.

### 1.5 Estrutura dos Capítulos.

**Capítulo 1** – Neste capítulo serão abordados alguns assuntos sobre o planejamento energético dos sistemas isolados brasileiros, usados na Cidade de Manaus onde descrevem-se a justificativa, o objetivo e a estrutura da dissertação.

**Capítulo 2** – Neste capítulo será trabalho toda a revisão bibliográfica da evolução dos programas de eficiência energética usados na climatização industrial como para

edificações, suas implantações no mundo e no Brasil. Descrevem-se a seguir o PROCEL, o INMETRO e o Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE. Apresenta-se também a legislação brasileira específica. Apresentam-se também a metodologia empregada para a realização da presente dissertação.

**Capítulo 3** – Será feita uma análise do crescimento da demanda e dos respectivos custos associados à geração de energia elétrica dentro do parque fabril da IBT. Onde será exposta de forma sucinta uma descrição do sistema de distribuição de energia elétrica existente na cidade de Manaus.

Discrimina-se a participação de cada setor da empresa no consumo da demanda total do sistema elétrico em referência, tendo como fonte específica os anos de 2008 e 2009, dando-se enfoque e destaque especial às características intrínsecas do setor industrial. Calculam-se os consumos de combustível e as demandas de energia elétrica baseadas nos dados do Mercado Ciclo 2008.

**Capítulo 4** - Neste capítulo é elaborada uma caracterização da climatização da empresa de uma forma bem eficaz. Apresentam-se os resultados das simulações dos ambientes selecionados em uma indústria do PIM considerada no estudo de caso realizado pelo projeto desenvolvido em seu interior, procura-se, com o intuito de atingir o menor consumo de energia elétrica, compatibilizar a menor carga térmica com a opção da utilização de condicionador de ar do tipo split eficiente, para climatizar estes ambientes. Comparam-se também os parâmetros térmicos da indústria em estudo com os parâmetros estabelecidos pela NBR15220.

**Capítulo 5** - Neste capítulo, o foco principal do trabalho, é mostrar as medidas de eficiência energética que foram executadas dentro da empresa IBT, no que diz respeito ao ambiente fabril e na parte administrativa foram feitas várias mudanças, tais feitos tiveram grande importância, pois obteve uma redução no consumo de energia elétrica, essas medidas executadas serão demonstradas e especificadas cada uma nas prospecções a seguir. Próximo capítulo constam os resultados.

**Capítulo 6** - Conclusões e Recomendações para Trabalhos Futuros, Referências, Anexos e Apêndices.



---

---

## CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

---

---

### 2.1. Introdução.

Neste capítulo a seguir será feita uma revisão da literatura, visando melhoria e a importância da implantação de políticas públicas, dentro das normas e padrões de eficiência energética, principalmente aqueles relacionados à eficiência energética dos eletrodomésticos e das edificações, para a redução do consumo de energia elétrica na climatização dos recintos internos de uma empresa do pólo industrial de uma empresa do PIM.

Descrevem-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem, do INMETRO, do PROCEL e normas brasileiras de eficiência energética. Faz-se uma avaliação do código de obras do município de Manaus com relação às normas vigentes e são expostas as metodologias utilizadas na presente dissertação.

### 2.2. A evolução histórica da Eficiência Energética no mundo.

O setor energético brasileiro teve início, no final do século XIX, com o advento da República, foi marcado por uma estrutura descentralizada, com dois modelos de atuação: empresas municipais, para desenvolvimento da iluminação e transporte públicos, e grandes investidores internacionais, destacando-se a Light nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (TOLMASQUIM *et al*, 2002).

Porém, ao longo de toda essa trajetória houve a necessidade de grandes investimentos para que novas oportunidades de economia de escala provocassem a centralização do mercado. Além disso, o Código de Águas de 1934 federalizou a poder concedente.

A primeira crise do setor foi à falta de investimentos e a grande dificuldade de importação, parque industrial nacional incipiente (LEITE, 1997) ocorreu à época da II Grande Guerra, quando foi criado o CNAEE (Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica) para geri-la.

Houve desatendimento da demanda e racionamento em São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito Federal e Rio Grande do Sul (LEITE, 1997). Após a guerra, alguns estados intervieram no setor, já que o então governo (Marechal Eurico Dutra) não

priorizava o setor de infra-estrutura (TOLMASQUIM *et al*, 2002). Nesta época, ainda quase todo o parque gerador era privado.

A intervenção do Estado no Setor Elétrico iniciou-se de forma mais incisiva com a atuação da CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco, criada em 1945), a partir de 1949. Os governos de Getúlio Vargas (1951-1954) e Juscelino Kubitschek de Oliveira (1956-1961) concentraram esforços no setor de infra-estrutura, com intervenção do Estado, criando as bases do desenvolvimento industrial brasileiro.

Acreditavam que o papel do Estado era fazer grandes obras, prover a chamada indústria de base e assim impulsionar o desenvolvimento do País como um todo. Em 1957, nasce em São Paulo a indústria automobilística nacional, que marca o ingresso do Brasil na era industrial moderna, causando um enorme desenvolvimento econômico financeiro no País.

A base de todo o desenvolvimento era dado pela presença do Estado no setor de infra-estrutura, as multinacionais na indústria de transformação, inclusive equipamentos, e as companhias nacionais nos bens de apoio onde o setor de autopeças teve uma forte influência no desenvolvimento econômico do País e seus produtos finais.

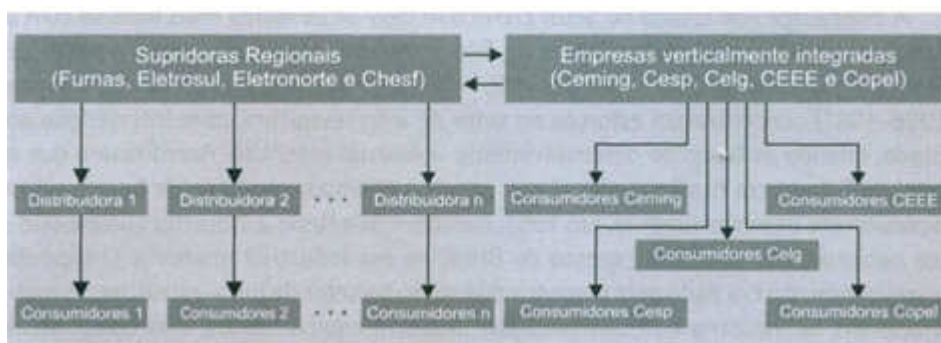
Neste mesmo momento houve também um grande racionamento de energia na década de 50 (Belo Horizonte, 1959, e na área da Light, 1953/54, com uma "enorme quantidade de grupos diesel-elétricos instalados pelos próprios consumidores") e ganhou "consistência a concepção de que um sistema nacional de desenvolvimento do setor de energia elétrica deveria fundar-se em uma visão de longo prazo" (10 anos) e "na convicção de que os projetos [...] deviam ser comparados em função do seu potencial intrínseco de contribuir para a produção de energia elétrica com um baixo custo" (LEITE, 1997). Fizeram-se estudos sistemáticos a partir da década de 60 e "abandonavam-se projetos isolados de usinas para adotar uma proposta de planejamento integrado".

Em 1961, no governo de Jânio Quadros, foi criada a Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras (na qual seu projeto tramitava no Congresso Nacional há 7 anos). A Eletrobrás passa a ser a empresa holding das estatais do setor energético,

incluindo a Chesf e Furnas, com a função de agente financiador, administrando o Fundo Federal de Eletrificação.

A partir de 1964, nos governos militares, a Eletrobrás foi assumindo mais funções e o setor de energia começou a se organizar de forma centralizada, com a estrutura que se manteria até a década de 90. Nesta organização, a Eletrobrás tinha as funções de planejamento, financiamento e coordenação que respondia pelos segmentos de geração e transmissão de energia elétrica, através de suas quatro subsidiárias regionais que são: Eletronorte, na Região Norte, Chesf, no Nordeste, Furnas, Sudeste e Centro-Oeste e Eletrosul, na Região Sul.

As empresas distribuidoras, como monopólios naturais em cada estado, passaram a pertencer a estes centros de fornecimento de energia elétrica, sob a égide da Eletrobrás, com a estatização de muitas empresas, processo que findou em 1979, com a aquisição do Grupo Light, já no fim do governo do General Ernesto Geisel. Algumas empresas regionais detinham um quinhão de geração e transmissão de energia - Gomes (1998) propõe o esquema da Figura 2.1 para a estrutura do Setor.



**Figura 2.1:** Estrutura do Sistema Elétrico Brasileiro  
**Fonte:** Gomes (1998).

Segundo Mello (2000), "com a intervenção estatal e com vistas a promover o desenvolvimento econômico do país, houve um grande avanço no setor industrial, na qual se definiu um grande salto na infra-estrutura energética de todo país. De 1945 a 1995, a capacidade instalada passou de 1.342 MW a 55.512 MW, sendo 50.687 MW em mais de 200 hidrelétricas, 89 delas com potência acima de 10 MW".

Além da presença da empresa estatal, começava a criar um modelo na qual se caracterizava por "elevados níveis de coordenação e hierarquização entre os

agentes" (ROSA *et al*, 1998). O planejamento, feito em longo prazo (10, 15 anos), como o exigem as usinas hidroelétricas, era feito pelo GCPS (Grupo Coordenador de Planejamento Setorial dos Sistemas Elétricos), a operação definida de modo centralizado pelo GCOI (Grupo Coordenador de Operação Interligada), quatro subsidiárias da Eletrobrás.

Havia também o CONAMA (Conselho de Meio Ambiente do Setor Elétrico), para adequação às normas ambientais e o GCCE (Grupo Coordenador para a Conservação de Eletricidade), para implantação das medidas de eficiência energética definidas pelo Procel. A sociedade brasileira participava através de vários grupos atuantes, entre os quais a ABRACE (Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia), na qual se representa os grandes consumidores industriais. O Estado, portanto, além de ter a posse dos ativos, realizava concessões nas demais áreas, controlava a operação do sistema de energia elétrica e regulava os preços e serviços e ainda elaborava um planejamento de expansão determinativo na qual deveriam ser seguidos por todos os investidores e consumidores de energia elétrica do país.

Como todas as formas de administrar era centralizado no Estado este modelo começou a apresentar problemas ao final dos anos 70 (TOLMASQUIM *et al*, 2002), com o uso pelo Governo das empresas do setor elétrico na política econômica do país: por um lado, usando o seu poder de captação de empréstimos estrangeiros, na qual estes investimentos que eram adquiridos de outros países não eram se quer demandados para o setor elétrico, e por outro lado, usando as tarifas de eletricidade como controle da inflação.

Houve a crise do setor petrolífero nos anos de 1973 e 1979, onde fizeram com que o país buscasse uma maneira de reduzir a sua dependência nos recurso oriundo de outros investidores de fora do país, havendo então o incentivo ao maior uso de energia elétrica pela indústria. Foram feitos novos investimentos no setor elétrico brasileiro para incentivar aos estabelecimentos das indústrias eletro intensivo, pois as hidrelétricas construídas proporcionavam sobras ao sistema elétrico. Além deste quadro e a crise fiscal do Estado levaram a uma deterioração do setor, financeiro e técnico, como conseqüência formando um pano de fundo adequado às propostas de mudanças estruturais no setor de energia elétrica, onde

se tornaram freqüentes no mundo após a implantação de modelos liberais na Inglaterra e em outros países.

Em 1989 o então eleito presidente Fernando Collor de Mello, lançou uma proposta de maior liberalização de mercado, que então predominava no mundo após o fim da União Soviética. Na década de 90, portanto, uma série de mudanças atingiu o setor de energia elétrica, com a retirada em medidas proporcionais do Estado começando assim um processo em todo o país chamado de privatização.

Isto, porém, não foi feito de forma sistemática, causando uma série de problemas que culminaram com o déficit de energia elétrica de 2001 e o racionamento. Esta reforma representou uma alteração profunda no setor, como comenta (CHACAPUZ 2006).

A economia brasileira sofreu importantes transformações na década de 1990 em decorrência das reformas que promoveram a abertura comercial, a liberalização do fluxo de capitais e a redução da presença do Estado como produtor de bens e serviços. Tais reformas ganharam suporte político mais sólido e impulso adicional, com a estabilização monetária alcançada em 1994 que encerrou um longo período de alta inflação.

A opção pelas reformas liberais representou uma mudança completa em relação às políticas desenvolvimentistas que fomentaram o processo de industrialização do país durante quase meio século, mediante grandes investimentos públicos na indústria de base e na infra-estrutura.

Ao seguir o caminho da liberalização, a exemplo da maioria dos países latino-americanos, o Brasil buscou ajustar sua economia ao novo cenário internacional, caracterizado pelo movimento cada vez mais intenso de fluxo de capitais e outros fenômenos associados ao chamado processo de globalização, como o acirramento da concorrência e a maior integração dos mercados nacionais. A privatização reduziu em muito o papel do setor produtivo estatal, um dos principais suportes da base de todo esse desenvolvimentista estava modelado na década de e consolidado no regime militar.

2.3. Descrição do INMETRO, PROCEL e Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), são alguns dos órgãos criados para gerenciar os programas responsáveis pela condução das políticas públicas de eficiência energética nos estados e municípios bem como de uma forma geral em todo o Brasil.

#### 2.4. Inmetro

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), foi criado pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973 (BRASIL, 1973). Coube-lhe a missão de substituir o então Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), ampliando significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira, fortalecendo principalmente as empresas nacionais e aumentando a sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços. O INMETRO é uma instituição federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), colegiado interministerial que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

#### 2.5. Procel

Tendo como principal objetivo o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, é a conservação de energia elétrica tanto do lado da oferta como do lado da demanda, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços, eliminando os desperdícios e reduzindo os custos e investimentos dos setores energéticos, avaliando os impactos ambientais e incentivando a criação de novos empregos. O PROCEL foi criado em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, e é administrado por uma Secretaria Executiva subordinada à ELETROBRÁS. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em programa de governo, tendo sido aumentada sua abrangência e responsabilidade em todo o país.

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) promove a racionalização do consumo de energia elétrica, para combater o desperdício e reduzir os custos e os investimentos setoriais, aumentando a eficiência energética. Criado pelo governo federal, em 1985, é executado pela Eletrobrás, com recursos da empresa, da Reserva Global de Reversão (RGR) e de entidades internacionais.

Os investimentos descritos aqui são dados oriundos da Amazonas Eletrobrás que em 22 anos de existência, junto com o Procel ajudou a economizar 28,5 milhões de MWh, consumo equivalente a 16,3 milhões de residências e à energia gerada por uma hidrelétrica de capacidade instalada de 6.841MW, que teria um custo aproximado de R\$ 19,9 bilhões. Para atingir esse resultado, o investimento realizado foi de R\$ 1 bilhão, proveniente da Reserva Global de Reversão (R\$ 628 milhões), Eletrobrás (R\$ 359 milhões) e Programa de Eficiência Energética (R\$ 37,5 milhões), iniciativa que uniu o Global Environment Facility (GEF), do Banco Mundial (Bird), e a Eletrobrás.

Instituído em 1993, o Selo Procel de Economia de Energia indica ao consumidor, no ato da compra, os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. O objetivo é estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.

Também desde 1993, o programa promove o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, conhecido como Prêmio Procel, que reconhece o empenho e os resultados obtidos pelos agentes atuantes no combate ao desperdício de energia. Concedido anualmente, o Prêmio Procel visa estimular a sociedade a programar ações que efetivamente reduzam o consumo de energia elétrica.

O Procel conta com os seguintes subprogramas:

- Procel Avaliação (Resultados das Ações de Eficiência Energética);
- Procel Edifica (Eficiência Energética em Edificações);
- Procel Educação (Informação e Cidadania);
- Procel EPP (Eficiência Energética nos Prédios Públicos);
- Procel GEM (Gestão Energética Municipal);
- Procel Indústria (Eficiência Energética Industrial);

- Procel Info (Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética);
- Procel Marketing (Conscientização e Informação);
- Procel Reluz (Eficiência Energética na Iluminação Pública);
- Procel Sanear (Eficiência Energética no Saneamento Ambiental);
- Procel Selo (Eficiência Energética em Equipamentos)

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) tem a missão de informar a eficiência energética de alguns produtos segundo padrões brasileiros e/ou internacionais específicos, e verificar se a medição dessa eficiência está sendo feita pelo fabricante de forma contínua e segundo parâmetros e valores de ensaios de aferição e controle pré-estabelecidos; para ser contemplado com o Selo PROCEL, o equipamento é submetido a testes de desempenho em ensaios específicos realizados em laboratórios idôneos indicados pelo PROCEL.

A adesão dos fabricantes ao Selo PROCEL é voluntária; o PROCEL ainda estabelece metas de conservação de energia que são levadas em conta no planejamento do setor elétrico. Dentre essas metas, destacam-se: a redução de perdas técnicas das concessionárias, a racionalização do uso da energia elétrica e o aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos.

Segue na Figura 2.2 como modelo do selo PROCEL de eficiência energética.



**Figura 3.2:** Selo PROCEL de Economia de Energia  
**Fonte:** Procel (2010).



## 2.6. Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE

O Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selos para equipamentos energeticamente eficientes são de caráter voluntário, e tem como objetivo o sucesso na área de eficiência energética, onde conta sempre com a parceria do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

A etiquetagem no Brasil teve início na década de 1980, logo depois da segunda grande crise do petróleo, quando teve-se a idéia de criar o primeiro programa de etiquetagem, para a medição da eficiência energética dos veículos movidos à gasolina e a álcool, pelo INMETRO – CONPET.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, que promove a eficiência de equipamentos por meio de etiquetagem é decorrente de um acordo de cooperação firmado em 1984 pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE, com a intervenção do Ministério das Minas e Energia – MME.

Um programa totalmente desenvolvido com a participação voluntária dos fabricantes que atuam através de etiquetas informativas, contando principalmente com a parceria da ELETROBRÁS através de seu Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, e da PETROBRÁS, através do Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET. Além do mais, o PBE tem muito incentivado na melhoria contínua do desempenho dos equipamentos e estimula a competitividade do mercado consumidor.

## 2.7. Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações.

A etiquetagem e a inspeção foram definidas como mecanismos de avaliação da conformidade para classificação do nível de eficiência energética de edifícios após um processo que se iniciou em 2001 com a promulgação da Lei nº. 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL, 2001a). Em seguida, o Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001 (BRASIL, 2001b) regulamentou a Lei estabelecendo “níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos

consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas”.

Apontou também a necessidade de “indicadores técnicos e regulamentação específica” para níveis de eficiência energética no país. O Decreto criou o “Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE” e, especificamente para edificações, o “Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País” – GT- Edificações - para regulamentar e elaborar procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações construídas no Brasil visando ao uso racional da energia elétrica (BRASIL, 2001b).

O GT- Edificações criou, no final de 2005, a Secretaria Técnica de Edificações - STE com competência para discutir as questões técnicas envolvendo os indicadores de eficiência energética. Quando da criação da ST, a Eletrobrás / Procel já havia lançado o Programa Procel Edifica.

Desde 2003, através dele, já vinha sendo organizada a estrutura necessária para viabilizar as exigências do Decreto. Em 2005, o Inmetro foi incluído no processo através da criação da CT Edificações, a Comissão Técnica onde é discutido e definido o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

O Procel Edifica: Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações visa construir as bases necessárias para racionalizar o consumo de energia nas edificações no Brasil. Em uma de suas linhas de ação – Subsídios à Regulamentação são determinados os parâmetros referenciais para verificação do nível de eficiência energética de edificações.

## 2.8. Processo de Etiquetagem

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é obtida através de avaliação dos requisitos contidos no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) para o edifício usando o método descrito no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C). A etiquetagem do edifício é voluntária e aplicável a edifícios com área útil superior a 500 m<sup>2</sup> ou atendidos por alta tensão (grupo tarifário A). Pode ser fornecida

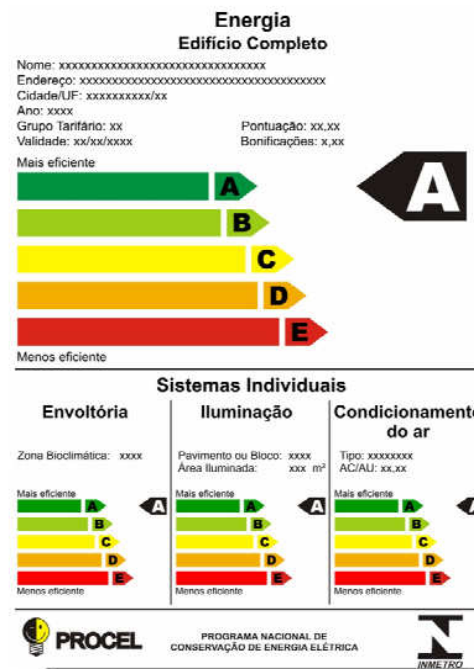
uma etiqueta para o edifício completo ou para parte deste. Ela é dita parcial quando referente à envoltória ou combinando a envoltória com um dos outros dois sistemas iluminação ou condicionamento de ar.

O RTQ-C apresenta os critérios para classificação completa do nível de eficiência energética do edifício através de classificações parciais da envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Uma equação pondera estes sistemas através de pesos estabelecidos no regulamento e permite somar à pontuação final bonificações que podem ser adquiridas com inovações tecnológicas, uso de energias renováveis, cogeração ou com a racionalização no consumo de água.

As exigências contidas no RTQ-C devem ser avaliadas por um laboratório de inspeção designado ou acreditado pelo Inmetro, de forma que este verifique as características projetadas e construídas do edifício para indicar qual o nível de eficiência alcançado por este. Este é o conteúdo do RAC-C, onde duas etapas de avaliação, de projeto e do edifício construído, compõem o processo.

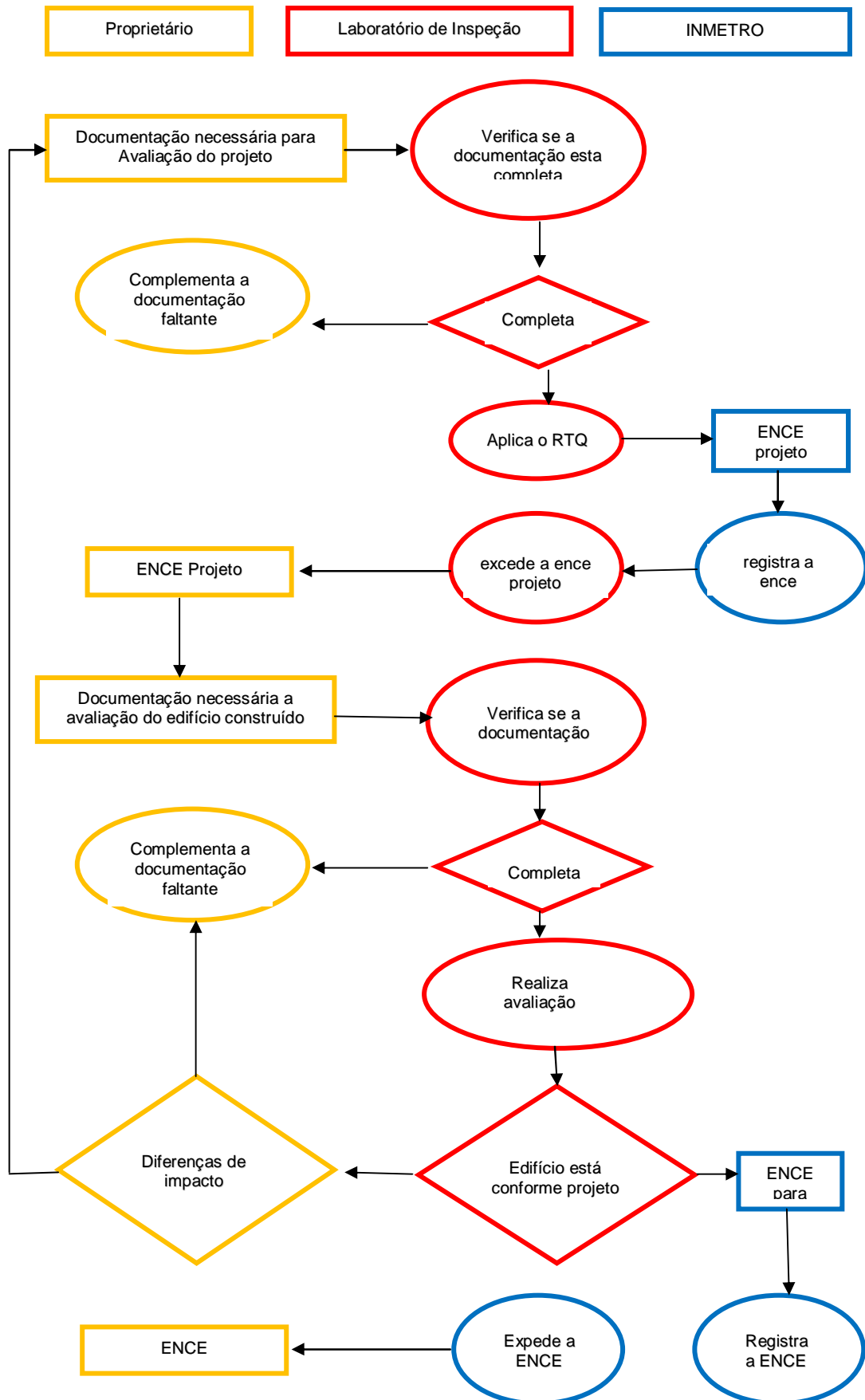
O RAC-C apresenta os métodos de avaliação, os procedimentos para submissão para avaliação, direitos e deveres dos envolvidos, o modelo da ENCE (Figura 4), a lista de documentos que devem ser encaminhados, modelos de formulários para preenchimento, dentre outros.

Considerando que o processo inicia-se neste 1º semestre de 2010, os procedimentos laboratoriais ainda estão em andamento. O Laboratório de Eficiência Energética (Lab EEE) da UFSC desenvolveu uma metodologia de avaliação dos edifícios que foi designado pelo Inmetro, juntamente com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) do Sistema Eletrobrás, para realizar as primeiras avaliações enquanto trabalha paralelamente na capacitação de outros laboratórios no país como um todo.



**Figura 2.2:** Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, neste caso, apresentando níveis de eficiência A.  
**Fonte:** Procel (2010)

Dado início o processo de etiquetagem, o proprietário deverá encaminhar ao laboratório de inspeção o pedido de avaliação, juntamente com os documentos exigidos, como projetos e memoriais. Esta etapa é obrigatória mesmo para todos os já construídos, pois é na etapa de avaliação de projeto que é identificado o nível de eficiência energética através dos métodos prescritivos ou de simulação. Cumpridos todos estes requisitos, o proprietário obtém uma autorização para uso da ENCE relacionada ao projeto. Depois de construído e fornecido o alvará de ocupação, é solicitada a inspeção no edifício onde é verificado se as características que constaram no projeto de origem foram corretamente atendidas. Uma atualização do projeto de acordo com o que foi construído pode ser realizada antes da inspeção, durante a entrega dos documentos. A inspeção é realizada através de amostragem dos ambientes e componentes, inclui medições de dimensões (como janelas e os próprios ambientes) e de propriedades (como das fachadas quando amostras não tiverem sido fornecidas na etapa de avaliação de projeto). Onde também serão verificados os materiais e equipamentos utilizados, como conferência do tipo de vidro e das lâmpadas/reactores/luminárias especificados na etapa de avaliação de projeto como é mostrado na figura a seguir:



**Figura 2.4:** Fluxograma presente no RAC resumindo os procedimentos de obtenção da autorização de uso da ENCE.

**Fonte:** Eletrobrás (2010).

Cerca de 20 laboratórios<sup>2</sup> do país estão em processo de capacitação para avaliação dos parâmetros do RTQ-C e aplicação do RAC-C. O primeiro curso de avaliação pelo método prescritivo do RTQ-C foi ministrado em maio de 2009 na Eletrobrás e espera-se que, até o final do corrente ano, outros cursos de capacitação serão ministrados. Além deste, devem ser oferecidos cursos de capacitação no método de simulação e de aplicação do RAC-C.

Percebe-se também uma necessidade de divulgação do conhecimento para outros setores da construção civil. Dois cursos informativos foram ministrados no ano de 2008 no âmbito do convênio UFSC-LabEEE / Eletrobrás-Procel. Espera-se que os membros dos laboratórios das universidades que participaram desses cursos de capacitação venham a ser multiplicadores dos conhecimentos adquiridos em suas regiões de atuação e que todo o conhecimento adquirido por estes profissionais sejam repassados para as outras unidades de todo o país.

<b>Energia</b> (Elétrica)		
Nome	XXXXXXXX	
Endereço	YYYYYYY	
Cidade/UF	ZZZZZ/ZZ	
Validade	20/07/2012	
Grupo Tarifário	A4	
Mais eficiente		
Menos eficiente		
<b>PONTUAÇÃO ALCANÇADA</b>		<b>XY,Z</b>
Eficiência Iluminação		B
Eficiência Condicionamento de ar		A
Eficiência Envolvente	A	
Incentivos	0	
		
<small>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR.</small>		

**Figura 2.5:** Selo Eficiência Energética - Energia (Elétrica)  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

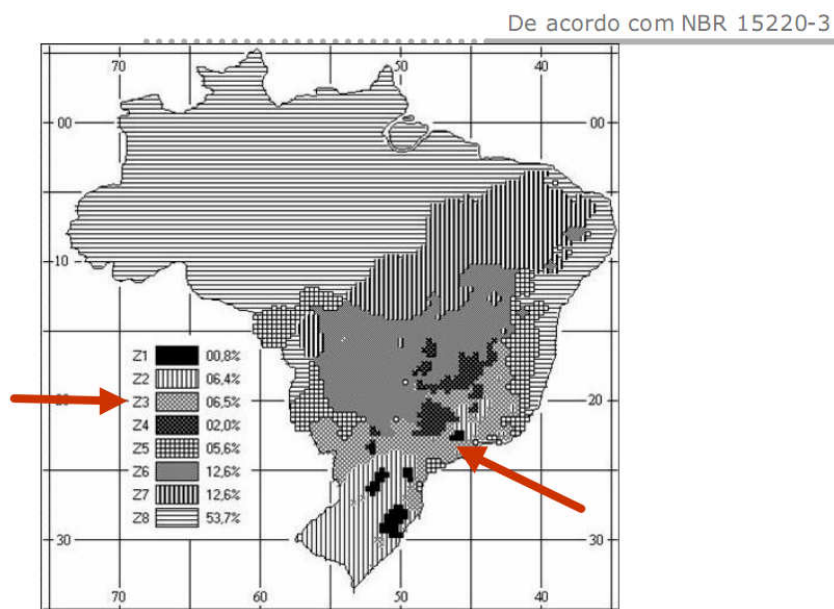
1- A Norma NBR15220 (ABNT, 2005) sobre o desempenho térmico para edificações, dá definições, métodos de cálculo e estabelece o zoneamento

<sup>2</sup> Parte deles são laboratórios integrantes da Rede de Eficiência Energética em Edificações (Rede EEE) do Procel e parte são laboratórios já acreditados pelo Inmetro para avaliações de produtos.

bioclimático brasileiro, fornecendo diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social nas diversas regiões brasileiras;

2- A Norma NBR15575 (ABNT, 2008) sobre o desempenho mínimo para edificações habitacionais de até 5 pavimentos, estabelece o desempenho em uso esperado das edificações, independente da tecnologia com a qual sejam construídas. Esta norma considera as exigências dos usuários em tópicos tais como: segurança, higiene, conforto e durabilidade; a NBR15575 define também um desempenho térmico mínimo esperado.

A Norma NBR15220, entre outros parâmetros, divide o território brasileiro em oito zonas climáticas relativamente homogêneas, e para cada uma destas zonas formula um conjunto de recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo que otimizam o desempenho térmico das edificações; Manaus está inserida na Zona 8 do zoneamento climático instituído pela citada norma. A NBR15575 estabelece três níveis de classificação de desempenho: nível “M” (Mínimo), nível “I” (Intermediário) e nível “S” (Superior) No caso do desempenho térmico, são consideradas as características bioclimáticas definidas pela norma NBR15220 e certos critérios de desempenho térmico para condições de verão.



**Figura 2.6:** Mapa Zoneamento Bioclimático Brasileiro  
**Fonte:** Amazonas Energia (2010).

## 2.9. Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

A presente regulamentação especifica requisitos técnicos bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, serviços e públicos quanto à eficiência energética. É de caráter voluntário para edificações novas e existentes, e passará a ter caráter obrigatório para edificações novas no prazo máximo de cinco anos a partir da data de entrada toda a documentação exigida para certificação do processo de etiquetagem da edificação.

Os edifícios submetidos a esta regulamentação devem atender a todas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - vigentes e aplicáveis.

A concessão da etiqueta será realizada nas diferentes fases do edifício:

- projeto de nova edificação;
- edificação concluída, após o Habite-se;
- edificação existente, após a reforma com vista à melhoria da eficiência energética.

A etiqueta será dividida em quatro partes: sistema de iluminação, condicionamento de ar, envoltória e a edificação como um todo.

Esta regulamentação aplica-se para edifícios com área total útil mínima de 500 m<sup>2</sup> e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV (subgrupos A1, A2, A3, A3a, A4 e AS), incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados. Edifícios de uso misto, tanto de uso residencial e comercial, como de uso residencial e de serviços ou de uso residencial e público, devem ter suas parcelas não residenciais avaliadas separadamente caso estas, exclusivamente, ultrapasse 500 m<sup>2</sup>.

A etiquetagem de eficiência energética para edifícios deve atender aos requisitos relativos à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, à eficiência do sistema de condicionamento do ar e ao desempenho da envoltória. Além destes, há uma opção alternativa de classificação através da simulação computacional do desempenho termo-energético de um modelo do edifício proposto para ser etiquetado.



A presente regulamentação específica apresenta três níveis de classificação de eficiência de edificações, dividida nesses três requisitos, conforme as metodologias descritas abaixo:

- Sistema de Iluminação;
- Sistema de Condicionamento de Ar.

Todos os requisitos têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Em determinados edifícios existem parcelas que podem ter o sistema de iluminação, o sistema de condicionamento do ar e a envoltória avaliados, porém separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um destes itens, A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Nestes casos, as parcelas a serem classificadas devem ser:

- Para classificação do sistema de iluminação, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas;
- Para classificação do sistema de condicionamento de ar, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas;
- Para classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa.

Para obter desta classificação geral do edifício, as classificações por requisitos devem ser avaliadas uma a uma, resultando numa classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada requisito, e de acordo com a pontuação final, onde será obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

O nível de classificação de cada requisito equivale a um número de pontos correspondentes, conforme sua distribuição na tabela a seguir:

**Tabela 2.1:** Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

**Fonte:** Procel (2010).

No caso de edifícios que não possuem áreas condicionadas, deve-se observar o seguinte requisito para uma análise da envoltória dessas áreas:

- áreas de curta permanência, tais como circulação: depósitos e banheiros: (não são consideradas para análise da envoltória);
- áreas de longa permanência, tais como lojas: escritórios e áreas de trabalho: (é obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante 95% das horas ocupadas).

Portanto, a classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos através da Equação.1:

$$PT = 0,30 \cdot EqNumDP + 0,40 \cdot \left\{ \left[ EqNumCA \frac{AC}{AU} \right] + \left[ \left( 1 \cdot \frac{AC}{AU} \right) \cdot 5 \right] \right\} + 0,30 \cdot \left\{ \left[ EqNumEnv \frac{AC}{AU} \right] + \left[ \left( 1 \cdot \frac{AC}{AU} \right) \cdot 5 \right] \right\} \quad \text{Equação. 1}$$

Onde,

EqNumDPI é o equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla:

DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA é o equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

AC - é a área de piso dos ambientes condicionados;

Au - é a área útil;

EqNumEnv é o equivalente numérico da envoltória.

O número de pontos obtidos na equação acima irá definir a classificação geral da edificação:

**Tabela 2.1:** Classificação Geral

PT	Classificação Final
$\geq 4,5$ a 5	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

Fonte: Procel (2010).

### 2.9.1. Sistema de Iluminação.

Para efeito de classificação do sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada, deverão ser respeitados os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme os requisitos abaixo:

- a. Nível A – o controle do sistema de iluminação deve atender às características estabelecidas pela Divisão dos circuitos;
- b. Nível B – o controle do sistema de iluminação deve atender a, pelo menos, as características estabelecidas pela Divisão de luz natural;
- c. Nível C – o controle do sistema de iluminação deve atender a, pelo menos, as características do Desligamento automático do sistema de iluminação.

### 2.9.2. Divisão dos circuitos

Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Cada controle manual deve ser facilmente acessível e localizado de tal forma que o ocupante possa ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado. Para ambientes maiores do que 250 m<sup>2</sup>, cada dispositivo de controle instalado devem controlar:

- uma área de até 250 m<sup>2</sup> para ambientes até 1000 m<sup>2</sup>;
- uma área de até 1000 m<sup>2</sup> para ambientes maiores do que 1000 m<sup>2</sup>.

### 2.9.3. *Contribuição da luz natural*

Ambientes com janela voltada para o ambiente externo ou voltada para átrio não coberto ou de cobertura translúcida; e com mais de uma fileira de luminárias paralelas à(s) janela(s), devem possuir um controle instalado, manual ou automático, para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à janela de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.

### 2.9.4. *Desligamento automático do sistema de iluminação*

O sistema de iluminação interna de ambientes maiores que 250 m<sup>2</sup> deverá possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação. Este dispositivo de controle automático deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

- um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário pré-determinado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2500 m<sup>2</sup>;
- um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes;
- um sinal de um outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

### 2.9.5. *Procedimento de determinação da eficiência*

Escopo: Estabelece o limite de potência de iluminação interna para cada ambiente da edificação. Os níveis de eficiência para a potência de iluminação variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Aplica-se aos espaços internos dos edifícios. Depois de encontrados os níveis de eficiência para cada ambiente separadamente, seus equivalentes numéricos (Tabela 2.3) devem ser ponderados com as áreas de cada ambiente para estimar o equivalente numérico sinal do sistema de iluminação e, portanto, o nível de eficiência do sistema de iluminação do edifício.

Para determinar o índice de ambiente de cada ambiente da edificação usa-se a Eq. 2:

$$K = \frac{C \cdot L}{h \cdot (C + L)} \quad \text{Equação. 2}$$

onde:

K é o índice de ambiente (adimensional);

C é o comprimento total do ambiente (m);

L é a largura total do ambiente (m);

h é a altura média entre a superfície de trabalho e o plano das luminárias no teto.

**Tabela 2.2:** Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação para o nível de eficiência pretendido

Índice de ambiente K	Densidade de Potência de Iluminação W/m <sup>2</sup> /100/ux (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação W/m <sup>2</sup> /100/ux (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação W/m <sup>2</sup> /100/ux (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação W/m <sup>2</sup> /100/ux (Nível D)
0,60	2,84	4,77	5,37	6,92
0,80	2,43	3,86	4,32	5,57
1,00	2,34	3,38	3,77	4,86
1,25	2,12	3,00	3,34	4,31
1,50	1,91	2,79	3,11	4,01
2,00	1,88	2,53	2,77	3,57
2,50	1,88	2,38	2,57	3,31
3,00	1,74	2,31	2,46	3,17
4,00	1,74	2,16	2,33	3,00
5,00	1,71	1,91	2,24	2,89

Fonte: Procel, (2010)

Obs.: Foram adotadas as seguintes refletâncias do ambiente: Teto = 70%; Parede = 50%; Piso = 10%.

### 2.9.6. Determinação do nível de iluminância de projeto

Determinar o nível de iluminação necessário para cada ambiente através do uso da NBR 5413 – Iluminância de Interiores. Da Tabela 2.4 (Tabela 2.4 da NBR 5413) constam os valores de iluminância por classe de tarefas visuais. O uso adequado de iluminância específica é determinado por três fatores, de acordo com a

Tabela 2.4 (Tabela 2.4 da Norma de Iluminância: a idade, a velocidade e precisão e a refletância do fundo da tarefa).

**Tabela 2.3:** Extraída da NBR 5413 Fatores determinantes de iluminância desejada

Características do observador e da tarefa	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e Precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

**Fonte:** Eletrobrás – NBR 5413 (2010)

No caso desta regulamentação, para efeito da etiquetagem, a soma destes três fatores deve ser igual a -2 ou -3 para que a iluminância inferior do grupo seja adotada. Em casos especiais onde a idade do observador for superior a 55 anos ou a velocidade e precisão da tarefa for crítica ou importante, adotam-se medidas locais para atender à maior exigência, por exemplo, iluminação de tarefa e aumento da refletância do fundo. Na documentação para a entrada com o pedido de etiquetagem, deve-se demonstrar os valores selecionados, indicando a tarefa com o respectivo nível de precisão e refletância do fundo.

### 2.9.7. Sistema de Condicionamento de Ar

Para obter os níveis de eficiência A, condicionadores de ar do tipo Split devem estar sombreados permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência. Para efeito de etiquetagem, é obrigatório que os edifícios condicionados artificialmente possuam sistemas de condicionamento de ar com eficiência conhecida. Condicionadores de ar de uso doméstico, do tipo janela, e Condicionadores de ar, tipo Split com eficiência avaliada pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem PBE/INMETRO e de acordo com as normas brasileiras de condicionadores de ar domésticos e condicionadores usados em ambiente fabril.

No caso de haver mais de um sistema independente de condicionamento de ar no edifício, os níveis de eficiência de cada sistema independente devem ser encontrados e seus equivalentes numéricos ponderados pelas áreas dos ambientes

atendidos por seu respectivo sistema, a fim de estimar o equivalente numérico final até envolvendo todos os sistemas de condicionamento de ar e, portanto, o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar do edifício. Quando a área condicionada apresentar carga térmica superior a 350 kW deve-se adotar um sistema de condicionamento de ar central ou provar que sistemas individuais consomem menos energia para as condições de uso previstas para a edificação.

**Tabela 2.4:** Tabela do INMETRO – Condicionador de ar

ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia												Critérios 2006	
Selo PROCEL de Economia de Energia													
Condicionador de Ar												Data 08/11/2006	
Classes	Coeficiente de Eficiência Energética (W/W)												Total de modelos por classes
	Categoria 1 59.495 kJ/h ≤ 9.000 BTU/h			Categoria 2 9.496 a 14.769 9.001 a 13.999			Categoria 3 14.770 a 21.099 14.000 a 19.999			Categoria 4 ≥ 21.100 ≥ 20.000			
<b>A</b>	2,91	33	66%	3,02	24	60%	2,87	7	38,9%	2,82	1	8,3%	65
<b>B</b>	2,68	6	12%	2,78	11	27,5%	2,70	6	33,3%	2,62	6	50%	29
<b>C</b>	2,42	0	0%	2,56	2	5%	2,54	3	16,7%	2,44	0	0%	5
<b>D</b>	2,27	0	0%	2,35	0	0%	2,39	2	11,1%	2,27	2	16,7%	4
<b>E</b>	<2,27	11	22%	<2,35	3	7,5%	<2,39	0	0%	<2,27	3	25%	17

Fonte: INMETRO (2010)

A tabela 2.6 foi extraída da página eletrônica do INMETRO ([www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)), mostrando os índices de eficiência para condicionadores de ar tipo Split.

**Tabela 2.5:** Tabela do INMETRO – Condicionador de ar Split

ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia												Critérios 2006	
Selo PROCEL de Economia de Energia													
CONDICIONADOR DE AR SPLIT												Data atualização 8/11/2006	
Classes	Coeficiente de eficiência energética (W/W)						Total de modelos por classe						
<b>A</b>			CEE>		2,94		112				37,5%		
<b>B</b>	2,76		<CEE≤		2,94		109				39,8%		
<b>C</b>	2,58		<CEE≤		2,76		49				16,4%		
<b>D</b>	2,39		<CEE≤		2,58		17				5,7%		
<b>E</b>			CEE≤		2,39		2				0,7%		

Fonte: INMETRO (2010).

Sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO os sistemas e aparelhos não enquadrados serão classificados de acordo com os níveis e requisitos a seguir:

- ✓ Nível A: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados, os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência de acordo os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência do sistema de condicionamento de ar;
- ✓ Nível B: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados, os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados e os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência exigidos;
- ✓ Nível C: os condicionadores de ar devem atender todos os requisitos mínimos de eficiência energética apresentados, os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência exigida, os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência exigida;
- ✓ Nível D: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentado e os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência energética;
- ✓ Nível E: quando o sistema não se enquadrar nos níveis acima.



**Tabela 2.6:** Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação nos níveis A e B.

Tipos de Equipamentos	Capacidade	Tipo de Aquecimento	Subcategoria Ou Condição de Classificação	Eficiência Mínima	Procedimento de teste		
Condicionadores de ar resfriados a ar	< 19 KW	Todos	Split	3,52 SCOP	ARI 210/240		
			Unitário	3,52 SCOP			
	≥ 19 KW e < 40 KW	Resistência Elétrica	Split e Unitário	3,02 COP	ARI 340/360		
			Outros	Split e Unitário		2,96 COP	
	≥ 40 KW e < 70 KW	Resistência Elétrica	Split e Unitário	2,84 COP			
			Outros	Split e Unitário		2,78 COP	
	≥ 70 KW e < 223 KW	Resistência Elétrica	Split e Unitário	2,78 COP 2,84 IPLV			
			Outros	Split e Unitário		2,72 COP 2,78 IPLV	
	≥ 223 KW	Resistência Elétrica	Split e Unitário	2,70 COP 2,75 IPLV			
			Outros	Split e Unitário		2,64 COP 2,69 IPLV	
	Condicionadores de ar resfriados a água	< 19 KW	Todos	Split e Unitário		3,35 COP	ARI 210/240
				Split e Unitário		3,37 COP	ARI 340/360
≥ 19 KW e < 40 KW		Resistência Elétrica	Split e Unitário	3,31 COPO			
			Outros	Split e Unitário		3,22 COP	
≥ 40 KW e < 70 KW		Resistência Elétrica	Split e Unitário	3,16 COP			
			Outros	Split e Unitário	2,70 COP 3,02 IPLV		
≥ 70 KW		Resistência Elétrica	Split e Unitário	2,64 COP 2,96 IPLV			
			Outros	Split e Unitário			

Fonte: ASHRAE (2010).

**Tabela 2.7:** Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação nos níveis A e B.

Tipo de Aquecimento	Capacidade	Eficiência Mínima	Procedimento de teste
Condensação a ar, com condensador	Todas	2,80 COP 3,05 IPLV	ARI 550/590
Condensação a ar, sem condensador	Todas	3,10 COP 3,45 IPLV	
Condensação a água (compressor alternativo)	Todas	4,20 COP 5,05 IPLV	
Condensação a água (Compressor do tipo parafuso e scroll)	< 528 KW	4,45 COP 5,20 IPLV	
	≥ 528 KW e < 1.055 kw	4,90 COP 5,60 IPLV	
	≥ 1.055KW	5,50 COP 6,15 IPLV	
Condensação a água (Compressor cembrífugo)	< 528 KW	5,00 COP 5,25 IPLV	
	≥ 528 KW e < 1.055 kw	5,55 COP 5,90 IPLV	
	≥ 1.055 KW	6,10 COP 6,40 IPLV	

Fonte: ASHRE (2010).

**Tabela 2.8:** Eficiência mínima de torres de resfriamento e condensadores para classificação nos níveis A e B.

Tipo de Equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Desempenho requerido	Procedimento de teste
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída = 29 °C TBU do ar externo = 24 °C	≥ 3,23 Vs.KW	CTI ATC-105
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída = 29 °C TBU do ar externo = 24 °C	≥ 1,7 Vs. KW	CTI ATC-105
Condensadores resfriados a ar	Temperatura de condensação = 52 °C Fluido de teste R-22 Temperatura de entrada do gás = 88 °C Sub-resfriamento = 8 °C TBS na entrada = 35 °C	≥ 69 COP	ARI 460

Fonte: ASHRAE (2010).

**Tabela 2.9:** Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível D.

Tipos de Equipamentos	Capacidade	Tipo de Aquecimento	Subcategoria Ou Condição de Classificação	Eficiência Mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar resfriados a ar (no modo de resfriamento)	< 19 KW	Resistência elétrica	Split unitário	8,4 EER 7,4 IPLV	ARI 210-81 ARI 240-81 ARI 210/240-84
		Outros	Split Unitário	8,9 SEER 8,6 SEER	
	≥ 19 KW e < 40 KW	Todos	Split e unitário	8,3 EER 7,3 IPLV	
Condicionadores de ar resfriados a ar (no modo de aquecimento)	< 19 KW	Resistência elétrica	Split unitário	2,8 COP	
		Outros	Split unitário	6,4 HSPF	
	≥ 19 KW e < 40 KW	Todos	Split unitário	2,8 COP	
Condicionadores de ar resfriados a água	< 19 KW	Todos	Unitário	9,0 EER 8,0 IPLV	ARI 360-86 CTI 201-86
	≥ 19 KW e < 40 KW	Todos	Unitário	9,5 EER	
	≥ 40 KW	Todos	Unitário	9,4 EER 8,5 IPLV	

Fonte: ASHRAE (2010).

**Tabela 2.10:** Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação no nível D.

Tipo de Aquecimento	Capacidade	Eficiência Mínima	Procedimento de teste
Condensação a ar, com condensador	< 528 KW	2,60 COP 2,60 IPLV	ARI 550-86 ARI 590-86 CTI 201-86
	≥ 528 KW	2,40 COP 2,40 IPLV	
Condensação a ar, sem condensador	Todas	3,00 COP 3,00 IPLV	
Condensação a água (Compressor do tipo parafuso e scroll)	< 528 KW	3,70 COP 3,80 IPLV	
	≥ 528 KW e < 1.055 kw	3,70 COP 3,80 IPLV	

**Fonte:** ASHRE (2010).

As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia de aceitação geral pelos profissionais da área, como por exemplo, o ASHRAE Handbook of Fundamentals (ASHRAE, 2005).

Os controles do sistema de condicionamento de ar devem impedir o re-aquecimento ou qualquer outra forma de aquecimento e resfriamento simultâneo para controle de umidade. Onde equipamentos distintos para aquecimento e resfriamento servem a uma mesma zona, os termostatos devem ser interconectados para impedir o aquecimento e resfriamento simultâneo, esses controles podem acionar e desativar o sistema sob diferentes condições de rotina de operação, para sete tipos de dias diferentes por semana; capazes de reter a programação e ajustes durante a falta de energia por pelo menos 10 horas; incluindo um controle manual que permita a operação temporária do sistema por até duas horas.

---

---

## **CAPÍTULO 3: SISTEMA ELÉTRICO DA CIDADE DE MANAUS**

---

---

### **3.1. Introdução**

O fornecimento de energia elétrica ao estado do Amazonas, capital e interior, tem-se mostrado problemático ao longo dos últimos anos. O sistema elétrico de toda a região de Manaus opera isolado do SIN (Sistema Interligado Nacional), contando com apenas uma geração hidráulica de porte (UHE Balbina, 250 MW), sendo a maior parte da energia suprida por usinas térmicas a óleo. Prevê-se a normalização completa do atendimento à região metropolitana de Manaus a partir de 2012, ano para o qual está prevista a conexão desse sistema ao SIN, através de duas linhas de transmissão em 500 kV Tucuruí - Manaus.

Visando a melhoria do atendimento no curto prazo à cidade de Manaus, importante pólo industrial, e a preparação do sistema local para a conexão com o SIN, o Ministério de Minas e Energia criou o Grupo de Trabalho do Sistema Elétrico de Manaus – GTSEM, com a finalidade de propor medidas para assegurar que o suprimento seja satisfatório de energia àquele sistema isolado até a sua integração ao SIN. O GTSEM é composto pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Eletrobrás, Petrobrás e pela empresa Manaus Energia S/A (MESA), depois passou a chamar-se Amazonas Energia.

Em 12/09/2008, o GTSEM publicou o documento “Atendimento a Manaus e o Interior – Plano de Ação 2008/2009” (ANEEL, 2006), que propõe uma série de medidas visando eliminar a situação de emergência do sistema elétrico para a cidade de Manaus e o interior de todo o estado.

Estudos anteriores também já recomendaram reforços ao sistema da região, conforme relacionados nas referências (ANEEL, 2010) a (ANEEL, 2005). Dentre eles, o mais recente, “Programa de Expansão de Referência 2008-2017 - Atualização do Relatório EPEP-RE-2.005/08”, de agosto de 2008.

### 3.2. Sistema de Geração de Energia para Manaus

As altas taxas de crescimento do consumo de energia elétrica, decorrentes do acelerado desenvolvimento do PIM, as diversas soluções propostas e não efetivadas, vêm deteriorando o sistema elétrico de atendimento à região metropolitana de Manaus. É fácil observar que a região metropolitana de Manaus é detentora de um pólo industrial de grande porte, sendo o maior responsável pelo desenvolvimento sócio-econômico da região de Manaus. É necessário que se faça importância, para que sejam tomadas medidas rápidas e eficientes de forma a corrigir a situação crítica do fornecimento de energia a que está submetida a capital do estado do Amazonas.

Diante das análises de estudos considerados sobre pesquisas em diversos relatórios sobre a região metropolitana de Manaus, conclui-se que, uma solução de curto prazo, deve-se dotar um sistema de atendimento a Manaus de uma rede de distribuição em 138 kV, em virtude do esgotamento do sistema existente em 69 kV, além da constatação da superação, por nível de curto-circuito, de diversos equipamentos desse sistema.

Com a previsão de conexão do sistema regional ao SIN em início de 2012, conclui-se também que a antecipação de instalações de 230 kV, atendendo às necessidades urgentes da região e já preparando o sistema para a futura interligação, que será apropriada.

De urgência identifica-se a execução de estudos bem mais detalhados, considerando a evolução do sistema regional, novas ofertas de energia, novos equipamentos e a interligação com o SIN através do tronco em 500 kV Tucuruí – Macapá – Manaus, que devem ser iniciados com a maior brevidade.

Com base nos estudos realizados nas análises dos relatórios de Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico de Manaus-PESEM, recomendamos que fossem implementadas as instalações descritas abaixo. A Figura 3.1 apresenta o diagrama unifilar esquemático da configuração correspondente conforme fornecimento do esquema cedido pelo Manaus energia.

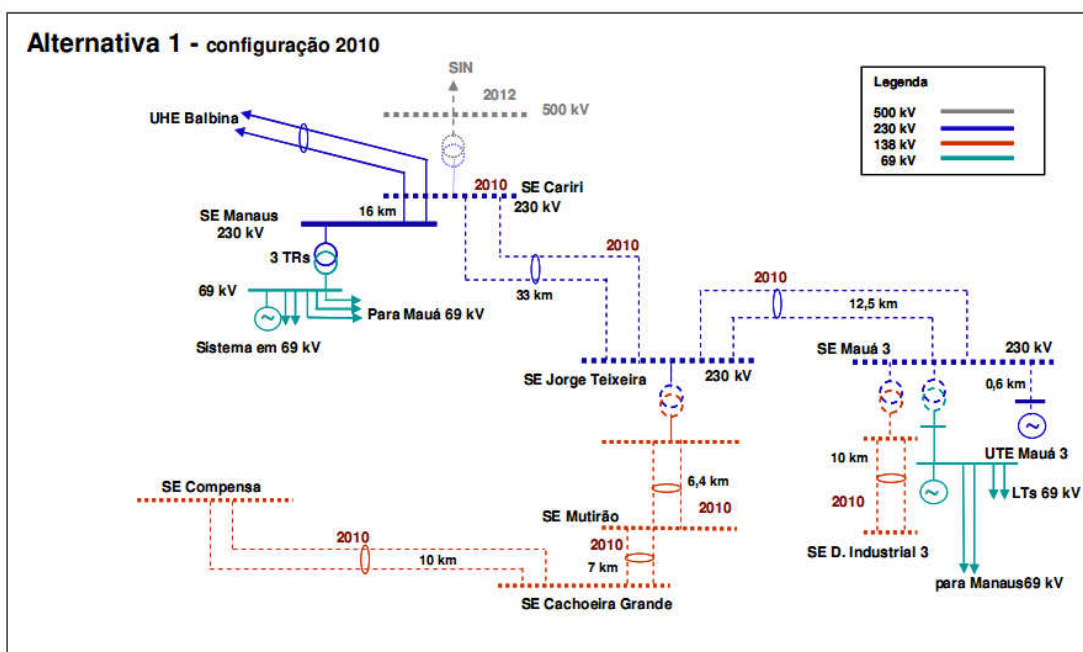
### 3.2.1 Linhas em 138 kV:

- Mauá 3 – Distrito Industrial 3 - circuito duplo (CD) – 10 km;
- Jorge Teixeira – Mutirão – CD – 6,4 km;
- Mutirão – Cachoeira Grande – CD – 7 km;
- Cachoeira Grande – Compensa – CD – 10 km;

### 3.2.2. Linhas em 230 kV:

- Cariri – Jorge Teixeira – CD – 33 km
- Jorge Teixeira – Mauá 3 – CD – 12,5 km;

O detalhamento das instalações recomendadas nos níveis de 138 kV e 230 kV, incluindo as subestações associadas, são estudos realizados de acordo com os relatórios apresentados durante as falhas de necessidade do aumento de geração e consumo de energia para a região metropolitana de Manaus, baseados no aumento proporcional do parque industrial da Zona Franca de Manaus.



**Figura 3.1:** Configuração recomendada para atendimento à região metropolitana de Manaus (2010).

**Fonte:** Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás (2010)

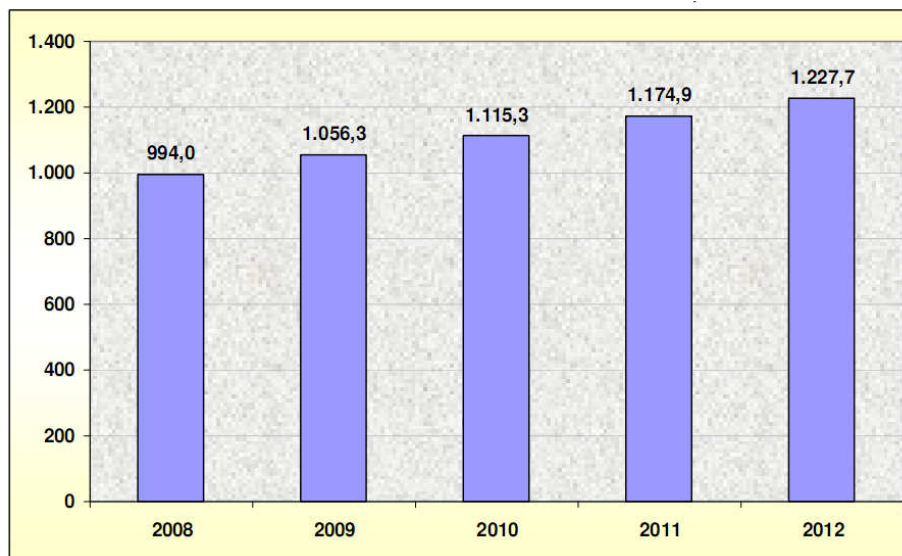
Recomenda-se que as obras previstas para o reforço do sistema em 69 kV sejam efetivamente implementadas, visto que foram consideradas como premissa para a análise desenvolvida de acordo com a necessidade de cada região e, portanto, todas as conclusões resultantes dependem de sua realização. Recomenda-se, ainda, a execução imediata de estudos específicos para a determinação da solução estrutural de melhor desempenho técnico-econômico e que possam está em total consonância com o planejamento setorial de longo prazo. Tais estudos devem considerar como ano inicial da análise o período imediatamente posterior ao da implementação das obras recomendadas acima, de um horizonte recomendado pelo menos 15 anos.

### *3.2.3. Premissas Recomendadas para o Sistema de Distribuição de Energia*

- Considerar implantadas as obras referentes ao sistema de distribuição em 69 kV recomendadas em estudos anteriores, indicados nas referências (ANEEL 2010) a (ANEEL 2005);
- Limitar a expansão do sistema em 69 kV e 13,8 kV existente devido ao seu esgotamento evidente e a inviabilidade técnica- econômica de sua expansão. Em outras palavras, considerar, para ampliação da malha existente, um novo sistema em 138 kV e 230 kV, de modo que a demanda de carga e a geração da rede de 69 kV sejam mantidas sem alteração, e que o crescimento do mercado seja atendido pelas novas subestações, linhas de transmissão e novas usinas instaladas no sistema de 138 kV e 230 kV;
- Considerar que o sistema regional será conectado ao SIN a partir do início de 2012.

### **3.3. Abastecimento de Energia Elétrica para a Cidade de Manaus**

Apresenta-se o aumento de demanda máxima coincidente do sistema Manaus, em MW, conforme mostra o respectivo gráfico abaixo na qual se caracteriza o mercado para o ano 2012 considerado para o sistema Manaus, de acordo com a Nota Técnica DMSE / SEE/MME Nº 016/2008 – Assunto: “Avaliação do Abastecimento de Energia Elétrica à Cidade de Manaus - Período 2008 a 2012”.



**Figura 3.2:** Demanda Máxima Coincidente do Sistema Manaus em MW  
**Fonte:** Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás ( 2010 ).

Todas as informações referentes à disponibilidade de geração de energia para a cidade de Manaus no período 2008 a 2012 foram extraídas da Nota Técnica DMSE/SEE/MME Nº 016/2008 – Assunto: “Avaliação do Abastecimento de Energia Elétrica para a Cidade de Manaus - Período 2008 a 2012”, cujas tabelas estão apresentadas no ANEXO 1.

Segundo estudos realizados de acordo com os relatórios elaborados pela Manaus Energia hoje (Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás) foram apresentados os diagnósticos possíveis no Plano de Ação do GTSEM, como está contido na referência (ANEEL, 2006), foram identificadas necessidades urgentes de aumento de oferta de energia elétrica e de garantia de implementação de novo programas energéticos para maiores soluções recomendadas em estudos anteriores, cujos planos de obras ainda não foram viabilizados, de forma a atender com um mínimo de qualidade o mercado consumidor previsto para o período a partir de 2008 à 2012.

Tais relatórios identificaram, ainda, problemas gerados por sobrecarga no sistema de distribuição de energia elétrica no sistema de Manaus, tanto em linhas como em transformadores, além de um elevadíssimo percentual de perdas elétricas e comerciais. Novas ações devem ser tomadas no sentido de instalar medidores e equipamentos específicos para redução desses níveis de perdas durante a geração e transmissão do fluxo energético de Manaus. Sendo assim, há que se adequar o sistema elétrico da região Metropolitana de Manaus para uma futura conexão com o



Sistema Interligado Nacional, prevista para início do ano de 2012, por meio de duas linhas de transmissão em 500 kV provenientes de Tucuruí.

### *3.3.1. Sistema com maior capacidade para a Região Metropolitana de Manaus.*

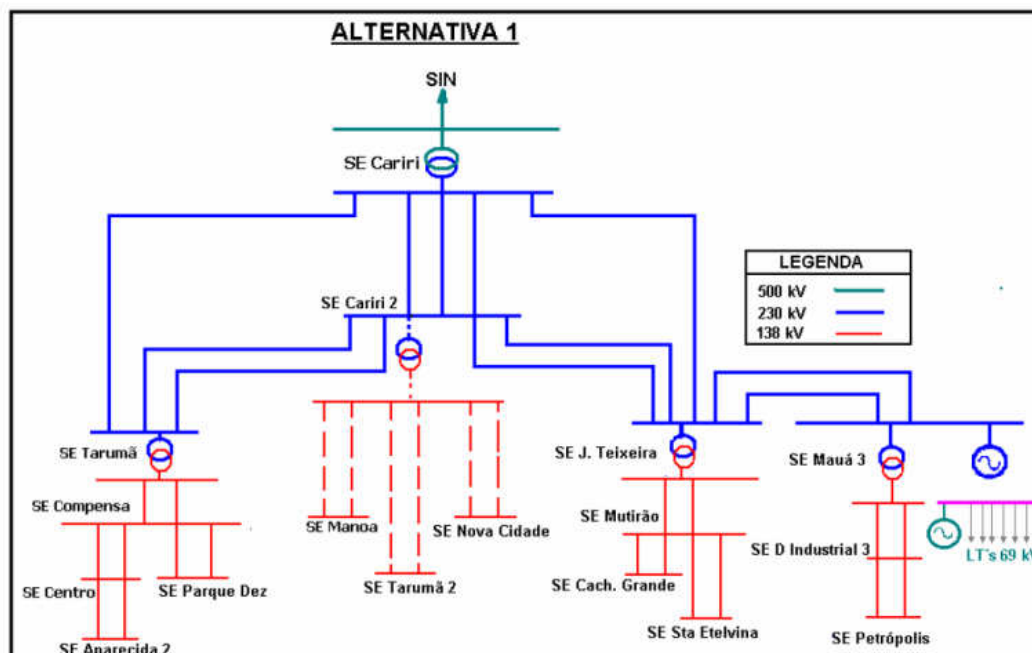
Uma das principais metas do sistema Eletrobrás tem como objetivo a criação de um sistema de maior capacidade de geração de energia para a cidade de Manaus, em tensão superior a 69 kV, conforme citadas na referência (ANEEL, 2010) tendo como base de expansão três alternativas com tensão de distribuição em 138 kV, alimentadas por um arco de transmissão em 230 kV ou 138 kV. Vale ressaltar que todas as alternativas mostradas a seguir estão contidas no Plano de Expansão, considerado como ponto de origem a subestação de Cariri 500/230 kV, licitada no Leilão 004/2008, que foi realizado em 27 de junho de 2008, arrematada pelo Consórcio do Estado do Amazonas, no qual a Eletronorte tem uma participação de 30%, e com data prevista para entrar em operação no início de 2012. Essa subestação (SE) será o ponto de conexão da região com o Sistema Interligado Nacional. Devemos destacar que, de acordo com o leilão realizado, a localização da subestação (SE) Cariri não corresponde àquela considerada nos estudos realizados para a sua aquisição, e quase que se confunde com a localização prevista para a subestação (SE) de Cariri 2.

Desta forma, os comprimentos estimados para as linhas de transmissão de energia conforme os esquemas cedidos pela Manaus Energia Hoje (Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás) que sairiam da SE Cariri 2 para a subestação (SE) do Jorge Teixeira onde deverão ser revistos, assim como o da linha entre as subestações de (SEs) Santa Etelvina e do Tarumã. Nos estudos desenvolvidos nas referências (ANAEEEL, 2010), foi selecionada a Alternativa 1, descrita a seguir, que apresentou o melhor resultado do sistema de distribuição de energia para Manaus e suas vantagens para o desenvolvimento técnico-econômico.

### *3.3.2. Sistema de Transmissão em 230 kV e distribuição em 138 kV.*

O esquema da alternativa contempla um sistema em 230 kV partindo da SE Cariri, formando inicialmente o eixo Cariri – Jorge Teixeira – Mauá e, posteriormente, Cariri - Tarumã. As subestações Jorge Teixeira, Mauá e Tarumã são pontos de transformação 230/138 kV, a partir dos quais sairá uma malha de distribuição em 138 kV para reforçar o atendimento de toda à região metropolitana de Manaus. A

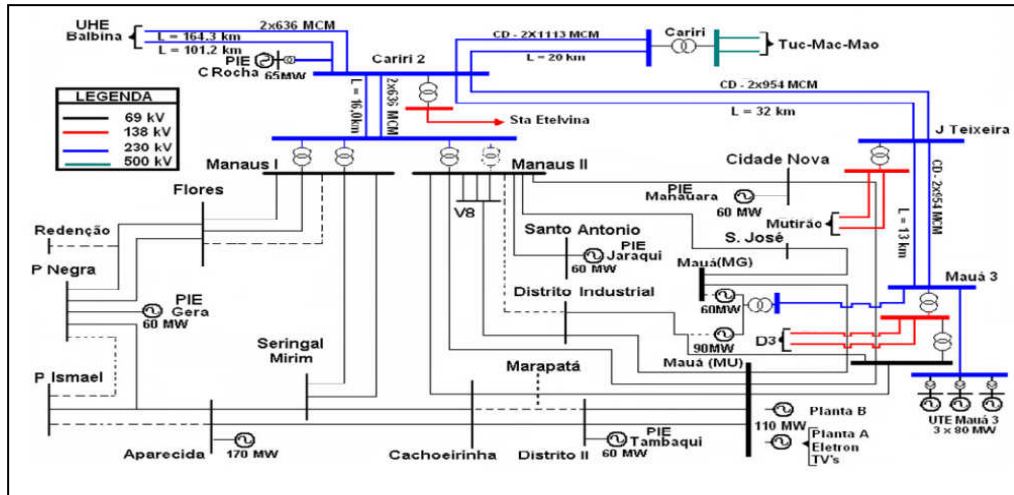
Figura 3.3 apresenta o diagrama esquemático da alternativa, conforme proposto na referência (ANEEL, 2010).



**Figura 3.3:** Configuração Final - Sistema Interligado Nacional  
**Fonte:** Amazonas Energia - Sistema Eletrobrás ( 2010 )

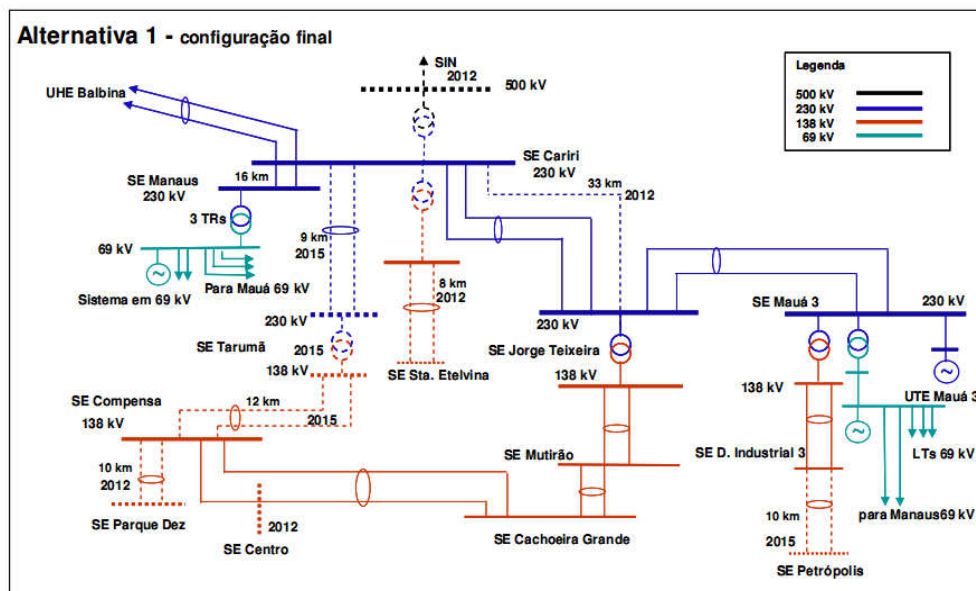
Nesta análise de desempenho desta alternativa, desenvolvida no “Sistema Elétrico de Manaus – Programa de Expansão de Referência 2008-20178, tendo como prioridades as adequações no sistema em 230 kV para atender os requisitos da conexão Sistema Interligado Nacional - SIN e integração do sistema de distribuição de energia existente na Região Metropolitana de Manaus, uma vez que foi prevista uma nova configuração de transmissão de energia da SE Cariri 2.

Com esta nova configuração, estão previstos novos bays para o seccionamento das duas linhas de transmissão em 230 kV provenientes da Usina Hidrelétrica de Balbina (UHE), além da expansão do sistema em 230 kV descrito acima. A Figura 3.4 apresenta o diagrama esquemático da Alternativa 1 atualizada.



**Figura 3.4:** Configuração Final da Alternativa 1 Atualizada  
**Fonte:** Amazonas Energia ( 2010 ).

Todas estas Informações são recentes quanto às coordenadas da SE Cariri, provenientes da revisão do relatório “Interligação Tucuruí – Macapá – Manaus – R3, estudos socioambientais – julho de 2004”, mostram que as distâncias entre as futuras SEs Cariri e Cariri 2 são bem menores do que as adotadas, o que levou a considerar a implantação de uma única SE Cariri 230 kV. Dessa forma, a configuração final da alternativa é apresentada como mostra a figura abaixo.



**Figura 3.5:** Configuração Final com apenas uma única SE Cariri 230 KV  
**Fonte:** Amazonas Energia (2010).

### 3.4 Plano de Obras para a Região Metropolitana de Manaus

De acordo com as obras recomendadas no Plano de Ação do GTSEM como mostra as tabelas a seguir, algumas necessidades serão supridas de acordo com estes conjuntos de obras a serem executadas para a Região Metropolitana de Manaus, conjunto que será o mínimo necessário para atender a toda a cidade de Manaus no curto prazo (2010 a 2012) dentro dos padrões aceitáveis de qualidade.

Tais obras fazem parte de um conjunto de Obras mais abrangente, definido no “Sistema Elétrico de Manaus – Programa de Expansão de Referência 2008-20178.

**Tabela 3.1:** Sistema de Geração de Energia – 138 KV

PROGRAMA DE OBRAS - SISTEMA 138 KV		
Subestação	Descrição	Previsão
SE Mutirão	Construção da subestação com 3 TRs 138/13,8 kV - 40 MVA	2010
SE Cachoeira Grande	Construção da subestação com 2 TRs 138/13,8 kV - 40 MVA	2010
SE Compensa	Construção da subestação com 2 TRs 138/13,8 kV - 40 MVA	2010
SE Mauá Três	Construção da subestação com 2 TRs 138/69 kV - 150 MVA	2010
SE Distrito Industrial Três	Construção da subestação com 2 TRs 138/13,8 kV - 40 MVA	2010
LINHAS DE TRANSMISSÃO	Descrição	Previsão
LT 138 kV Mauá Três - Distrito Três	CD - 2x795 MCM - 10,0 km	2010
LT 138 kV Jorge Teixeira - Mutirão	CD - 2x795 MCM - 6,4 km	2010
LT 138 kV Mutirão - Cachoeira Grande	CD - 2x795 MCM - 7,0 km	2010
LT 138 kV Cachoeira Grande - Compensa	CD - 2x795 MCM - 10,0 km	2010

Fonte: Amazonas Energia (2010).

**Tabela 3.2:** Sistema de Geração de Energia – 230 KV

PROGRAMA DE OBRAS - SISTEMA 230 KV		
Subestação	Descrição	Previsão
SE Jorge Teixeira	Construção da subestação com 2 TRs 230/138 kV - 150 MVA	2010
SE Mauá 3	Construção da subestação com 3 TRs 230/138 kV - 150 MVA	2010
SE Cariri	Construção da subestação seccionadora	2010
LINHAS DE TRANSMISSÃO	Descrição	Previsão
LT 230 kV Mauá Três - Jorge Teixeira	CD - 2x954 MCM - 12,5 km	2010
LT 230 kV Jorge Teixeira - Cariri Dois	CD - 2x954 MCM - 33 km	2010

Fonte: Amazonas Energia (2010).

Em 2 de setembro de 2008 ocorreu a primeira reunião desse Grupo de Trabalho para discutir o Plano de Ação do Sistema Elétrico de Manaus. Na ocasião, a Diretoria da ELETROBRÁS fez uma apresentação da situação atual de emergência do atendimento a Manaus e ao interior do Estado do Amazonas, tanto pelo lado da geração quanto da transmissão, da subtransmissão e da distribuição.

O Plano contempla ações desenvolvidas até dezembro/2008, algumas contratadas em regime de emergência, ações a serem efetivadas até o final de 2009 e, ainda, ações a serem desenvolvidas por terceiros para o ano de 2010.

**Tabela 3.3:** Resumo do Plano de Ação Manaus e Interior

Resumo do Plano de Ação Manaus e Interior	Valor Previsto – R\$		
	até dez/2008	2009	TOTAL
1 – Recuperar unidades geradoras indisponíveis	19.330.000	25.258.000	44.588.000
2 – Aumentar geração para evitar racionamento	30.213.855	148.951.388	179.165.243
3 – Melhorar a confiabilidade da Geração	61.200.000	-	61.200.000
4 – Atender emergências no Sistema de Transmissão	22.057.089	149.394.720	171.451.809
5 – Atender emergências na Rede de Distribuição	50.591.410	185.798.644	236.390.053
<b>TOTAL</b>	<b>183.392.254</b>	<b>509.402.752</b>	<b>692.795.106</b>
<b>Manaus</b>	<b>159.634.454</b>	<b>403.002.685</b>	<b>562.637.139</b>
<b>Interior</b>	<b>23.757.900</b>	<b>106.400.067</b>	<b>130.157.967</b>

**Fonte:** Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás (2010).

A Lei 1.654 de 28 de julho de 1952 (BRASIL, 1952), define os termos do acordo e a constituição legal da empresa de eletricidade de Manaus. A companhia, no início de suas operações, foi obrigada a retirar todo o sistema elétrico de distribuição obsoleto existente, e substituí-lo por um novo. A empresa levou anos para conseguir uma razoável densidade de cargas, aumento do consumo por consumidor e a melhoria do fator de carga, (ALKMIN,1997).

A Usina Termelétrica 1 da Companhia de Eletricidade de Manaus – CEM, que passou a chamar-se de Manaus Energia e hoje com novo nome Amazonas Energia – Sistema Eletrobrás começou suas operações 1962.

Deve-se ressaltar que não foram obtidos registros oficiais do Sistema Manaus pois neste anos as dificuldades de registro de dados eram realizados de forma muito lenta e a prioridade era tornar o sistema energético de Manaus mais eficiente, para o período de 1962 à 1970.

Esclarece-se, portanto, que os dados relativos ao período de 1962 a 1979, foram obtidos através de depoimentos de alguns operadores que participaram do comissionamento e da operação das unidades geradoras da Usina Termelétrica 1. A Manaus Energia S.A. - MESA dispõe desses dados somente a partir de 1980.

### 3.5 Conjuntura Econômica que envolve o Pólo Industrial de Manaus (PIM)

O aumento do investimento pode ser apontado como o principal responsável pelo crescimento da economia no terceiro trimestre. Espera-se um comportamento idêntico ao verificado no segundo trimestre, isto é, com crescimento do PIB em torno de 2,0% em relação ao terceiro trimestre de 2008.

Regionalmente, de acordo com as informações da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, o faturamento do PIM cresceu 12,9% em agosto, na comparação com o faturamento de julho de 2009.

No oitavo mês do ano, as empresas incentivadas do PIM totalizaram US\$ 2.439 bilhões contra US\$ 2,159 bilhões de julho. É o quinto crescimento consecutivo na comparação mensal desde abril, segundo os Indicadores de Desempenho do PIM.

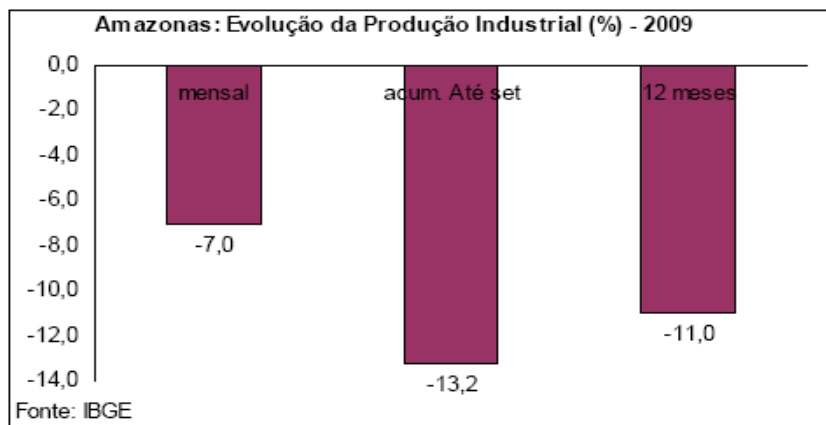
O PIM faturou em setembro US\$ 2,6 bilhões, o que representa 6,8% de aumento sobre o faturamento do mês anterior (US\$ 2,4 bilhões). No período de janeiro a setembro deste ano, o faturamento acumulado chegou a US\$ 17,5 bilhões, significando uma queda de 27,0% na comparação com o mesmo período de 2008.

Em reais, o faturamento alcançado no mês de setembro foi de R\$ 4,8 bilhões e, no acumulado dos nove primeiros meses do ano, totalizou R\$ 35,8 bilhões – diminuição de 11,2% na comparação com o volume faturado nos nove primeiros meses do ano passado.

As exportações totalizaram US\$ 81,9 milhões no mês de setembro, o que equivale a um crescimento de 30,5% em relação a agosto. Foi o melhor resultado das vendas externas do PIM desde novembro do ano passado.

Na Figura 3.6, é apresentada a evolução do comportamento da economia do PIM em comparação com o mesmo mês do ano anterior, além dos resultados acumulados ao longo de 2009 e nos últimos doze meses.

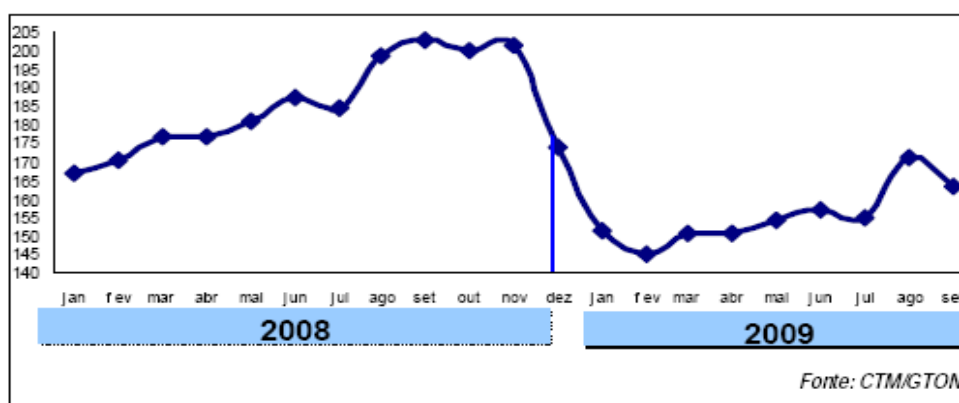




**Figura 3.6.:** – Indicadores Conjunturais da Indústria (AM)  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

Consumo do PIM no 3º trimestre de 2009, o consumo de energia elétrica dos Sistemas Não Interligados apresentou crescimento de apenas 1,0%, em comparação ao mesmo período de 2008, atingindo o valor de 2.185 GWh. Com este resultado, a taxa acumulada no ano ficou em 1,0% e a de 12 meses, em 2,2%. Estes resultados se devem, principalmente, à queda de 11,0% do consumo Industrial, no ano, em função do baixo desempenho apresentado, sobretudo, pelas indústrias de Manaus.

A Figura 3.7 é apresentada a evolução do consumo industrial ao longo dos meses de 2008 e nos meses verificados de 2009. O comportamento da curva demonstra uma forte queda no mês de dezembro de 2008, seguindo até fevereiro. A partir de março, observam-se sinais de recuperação. Essa trajetória ilustra os efeitos da política anticíclica do governo sobre a produção do PIM, que teve como objetivo atenuar os efeitos da crise internacional.



**Figura 3.7:** Consumo Industrial – GWh  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

A Classe Comercial apresentou crescimento de 6,3% no 3º trimestre de 2009, atingindo 449 GWh. Entre os Sistemas que contribuíram para esse resultado, destacam-se a Amazonas Energia – Sistema da Capital e CERON, que cresceram, respectivamente, 7,0% e 8,4%. Nesse mesmo período, a Classe Rural cresceu 4,9% e a Classe Outros, 2,8%, conforme é apresentado na Tabela 3.4.(Ver apêndice A).

**Tabela 3.4 – Classes de Consumo - 3º Trimestre de 2009**

<b>Classes de Consumo - 3º trimestre de 2009</b>		
<b>Classes de Cnsumo</b>	<b>3º Trim. 2009</b>	<b>Cresc. %</b>
Consumo Total	2.185,40	1,0
Residencial	750,2	6,0
Industrial	500,4	11,0
Comercial	449,2	6,3
Rural	70,8	4,9

**Fonte:** CTMrGTON (2010).

A Classe Residencial, depois da Comercial, foi a que mais contribuiu para o aumento do consumo total desses sistemas. No 3º trimestre, atingiu um consumo de 750 GWh, crescendo 6,0% em comparação ao mesmo período de 2008.

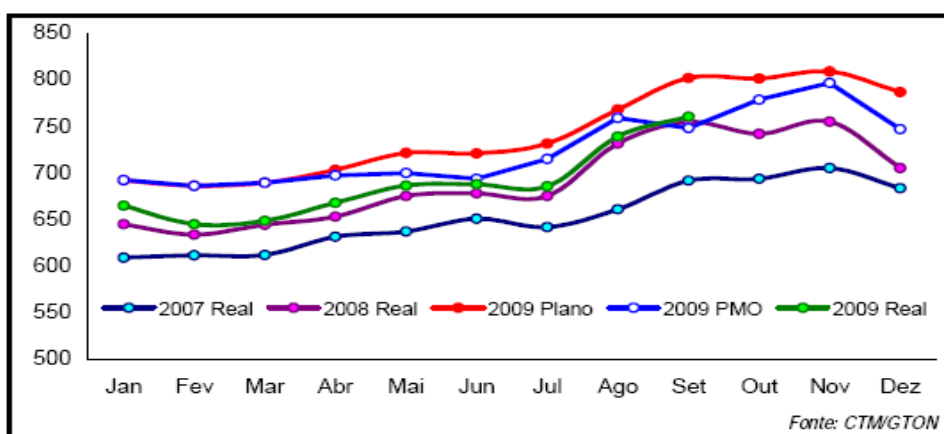
Dentre as empresas que mais contribuíram para o crescimento desta classe, estão: CERON (9,1%), Amazonas Energia – Sistema Interior (15,0%) e CEA (10,8%). No período de janeiro a setembro, as residências elevaram o consumo de eletricidade em 5,7%, fechando em 12 meses com a taxa de 5,9%.

A carga de energia elétrica dos Sistemas Não Interligados, no 3º trimestre de 2009, foi de 3.712 GWh, realizando um crescimento de 6,9% em relação ao mesmo período de 2008.

Dentre as empresas que apresentaram maior crescimento na carga de energia, vale destacar: CER (17,6%) e Boa Vista Energia (13,3%). Vale destacar os decréscimos ocorridos nas cargas da Celpa (- 5,6%) e da Cemat (-49,0%), devido à integração de localidades ao SIN. No acumulado do ano, até setembro, o crescimento do consumo de energia foi da ordem de 5,8%.

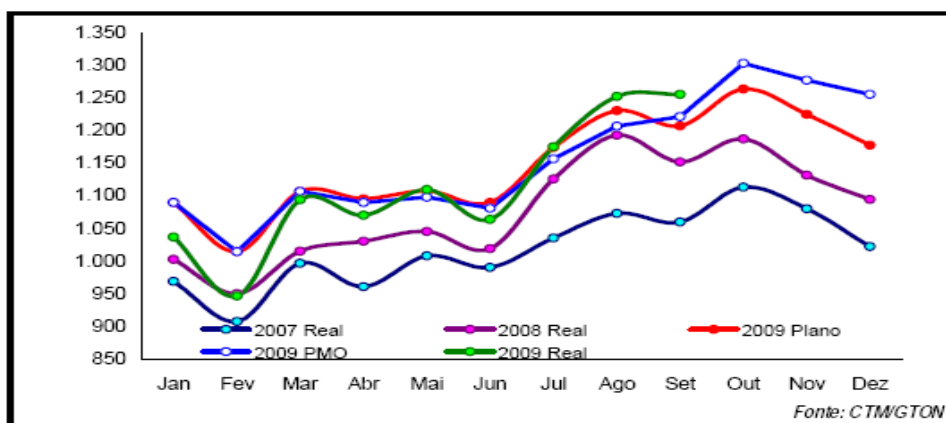


Nos gráficos a seguir, serão exibidas as evoluções do consumo de energia elétrica e da carga de energia, referentes ao Plano de Operação 2009 e ao Programa Mensal de Operação – PMO, realizados em 2007, 2008 e 2009 até setembro. Observa-se que o consumo ao longo do ano apresentou uma curva bem próxima à verificada em 2008, ficando ligeiramente acima. A carga realizada apresentou uma evolução maior, devido ao aumento das perdas.



**Figura 3.8: Evolução do Consumo – GWh**  
Fonte: Eletrobrás (2010).

O Sistema Manaus, da Amazonas Energia, teve forte influência na evolução da curva do consumo e da carga dos Sistemas Não Interligados. No consumo, em função da redução do consumo das indústrias do PIM, e na carga devido ao aumento das perdas.



**Figura 3.9: Evolução de Carga - GWh**  
Fonte: Eletrobrás, (2010).

Na Tabela 3.5, é apresentado o resultado da carga de energia das empresas distribuidoras dos Sistemas Isolados no 3º trimestre de 2009, assim como a taxa de crescimento em relação ao mesmo período do ano anterior. (Ver apêndice B).

**Tabela 3.5: Sistemas Isolados**

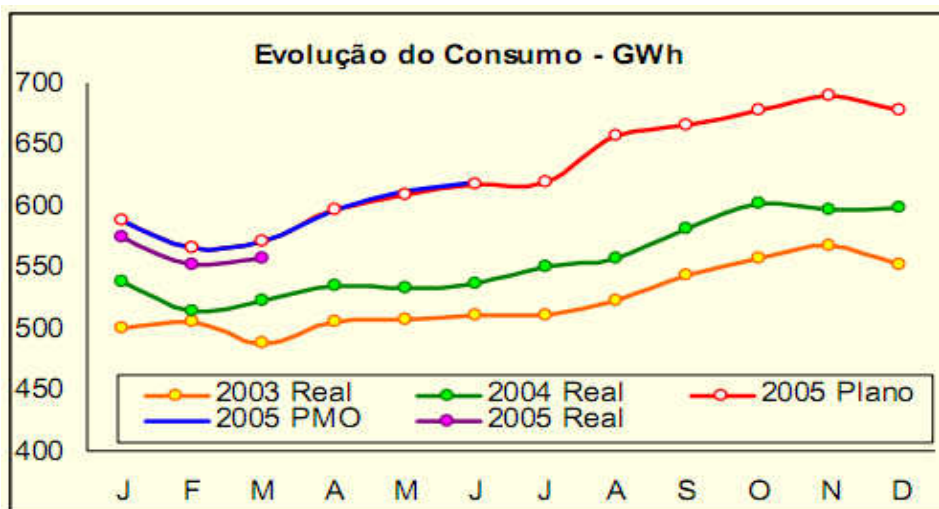
<b>Sistemas Isolados</b>		
<b>Comportamento de Carga Própria (GWh)</b>		
	<b>3º Trim. 2009</b>	<b>Cresc. %</b>
Amazonas Energia - S. Interior	294,90	7,9
Amazonas Energia - S. Capital	1.793,20	6,9
Ceron	739,90	4,8
Eletricidade	217,30	3,9
Boa Vista Energia	153,60	13,3
CER	37,80	17,6
CELPA	93,80	5,6
CEA	304,90	6,8
CEMAT (*)	24,10	49,0
JARI	5,2	8,4
CELPE	2,8	3,8
AMAPARI	29,8	-
<i>(*) Interligações ao SIN de diversas localidades ocorridas em 2008</i>		

Fonte: CTMrGTON (2010).

O consumo de energia elétrica registrado no 1º trimestre de 2005 nos Sistemas Isolados foi da ordem de 1.684 GWh, assinalando um crescimento de 7,0% em relação ao verificado em igual período de 2004.

Com esse resultado, o consumo acumulado nos últimos 12 meses totalizou 6.772 GWh, crescendo 6,6%. No último trimestre, 6.853 novos consumidores foram incorporados aos Sistemas Isolados, representando um incremento de 1,2% em relação a dez/2004, totalizando 1.431.319 (Hum milhão, quatrocentos e trinta e um mil, trezentos e dezenove) consumidores atendidos com energia elétrica, dos quais 83,53% são pertencentes à Classe Residencial.

Na Figura 3.10 é mostrada a evolução do consumo de energia elétrica dos Sistemas isolados. Observa-se que o consumo realizado em 2005 está abaixo do valor previsto.



**Figura 3.10:** Evolução do Consumo de Energia em GWh  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

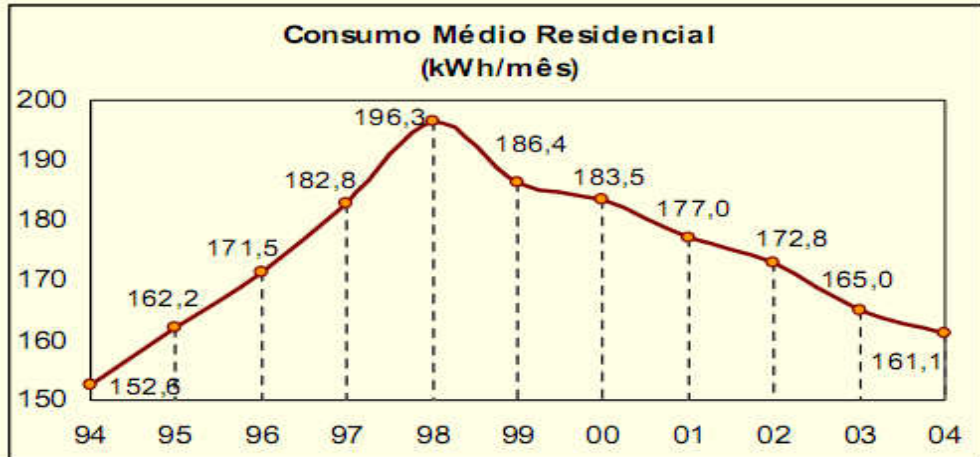
A Classe Industrial, responsável por 25,3% do consumo total dos Sistemas Isolados, apresentou uma taxa de crescimento de 10,3%, no 1º trimestre de 2005, e 12,8%, no acumulado dos últimos 12 meses e, dessa forma, foi a grande responsável pelo desempenho do mercado dos Sistemas Isolados.

O Estado do Amazonas (capital e interior), que participa com 78,6% do que é consumido nesta classe, acusou um aumento no consumo das indústrias em cerca de 10%, no 1º trimestre, e de 12,5%, nos últimos 12 meses, findos em março.

Esse comportamento foi fortemente influenciado pelo bom resultado das indústrias do Pólo Industrial de Manaus, cujo faturamento nos dois primeiros meses de 2005 superou em 30,4% ao verificado em igual período de 2004. O consumo residencial, que detém 34,3% do consumo total, apresentou a menor taxa de crescimento dentre as classes de consumo, 2,8% no 1º trimestre e 2,1% nos últimos 12 meses.

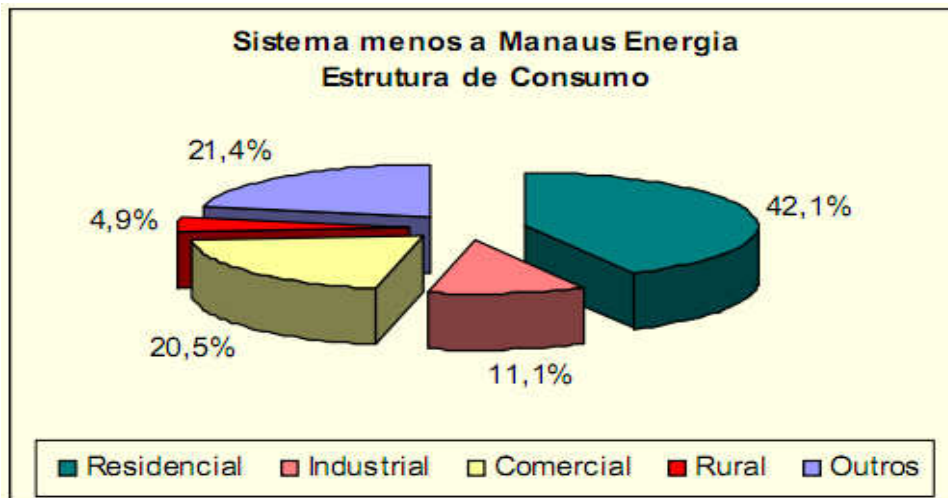
Esse resultado ocorreu na maioria dos estados, principalmente nos estados de Rondônia e do Amazonas, cujas residências apresentaram, no trimestre, variações no consumo de energia de 2,0% e -1,6%, respectivamente. Por outro lado, as parcelas dos mercados atendidos por Sistemas Isolados no Pará e Mato Grosso continuam apresentando resultados superiores à média 12,5% e 7,0%, respectivamente, no trimestre em referência. O desempenho que vem ocorrendo nesta classe de consumo fica mais perceptível quando se observa a evolução do consumo médio residencial, que, ao longo dos últimos anos, vem mantendo uma

trajetória decrescente, tendo atingido em 2004 o valor de 161 KWh/mês, próximo ao verificado no ano de 1995 (162 KWh/mês). Na Figura 3.11 é mostrada a evolução do consumo por consumidor residencial. Observa-se que, ao longo dos anos analisados, esse indicador apresentou uma forte tendência de decrescimento.



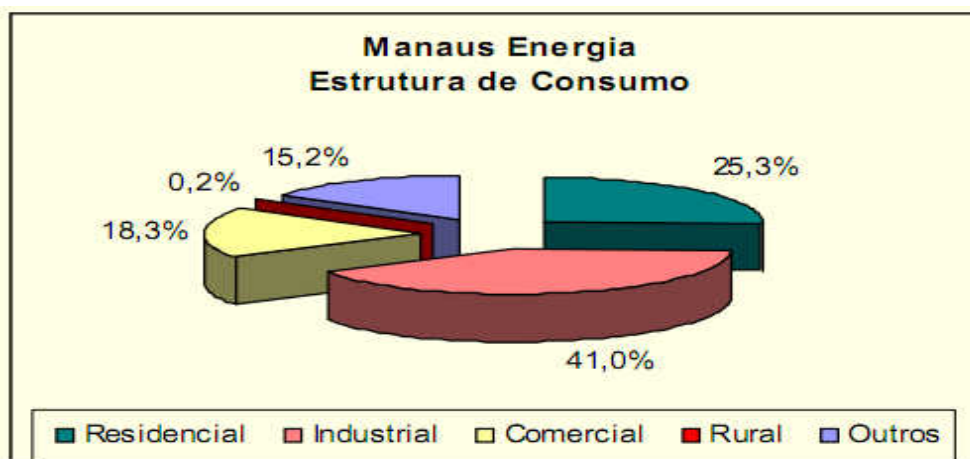
**Figura 3.11:** Consumo Médio de Energia Residencial (KWh/mês)  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

A classe de consumo comercial, 19,5%, apresentou, nos últimos 12 meses, incremento de 5,6% e de 7,4% no 1º trimestre de 2005. Através das Figuras 3.12 e Figura 3.12, pode-se verificar a relação percentual entre o consumo da Manaus Energia - ME e o dos Sistemas Isolados, excluindo destes a participação da Manaus Energia.



**Figura 3.12:** Estrutura de Consumo Manaus Energia  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

Podemos constatar que, na área de concessão da Manaus Energia - ME, devido ao PIM, predomina a classe industrial, tal como ocorre no caso dos Sistemas interligados, enquanto no caso do restante dos Sistemas Isolados predomina a classe residencial.



**Figura 3.13:** Estrutura de Consumo Manaus Energia  
Fonte: Eletrobrás (2010).

### 3.5.1 Carga de energia elétrica do PIM

A carga própria de energia elétrica, no período em referência, foi de 2.536 GWh, 6,8% acima do valor verificado no 1º trimestre de 2004. Considerando os últimos 12 meses, o montante registrado foi de 10.314 GWh, superando em 7,2% o valor ocorrido nos 12 meses anteriores. (Ver apêndice C).

**Tabela 3.6:** Carga de Energia Elétrica do PIM

	Carga de Energia			
	1º Trimestre		12 meses Acumulados	
	2005	Crec. %	Abr/04 a Mar/05	Cresc. %
Carga Total	2.536	6,8%	10.314	7,2
Consumo				
Total	1.684	7,0%	6.772	6,6
Residencial	578	3,0%	2.301	2,1
Industrial	415	10,3%	1.713	12,8
Comercial	332	7,4%	1.320	5,6

Fonte: Eletrobrás (2010).

Podemos observar que a carga acumulada nos últimos 12 meses vem crescendo num ritmo mais acelerado, quando comparado ao do consumo do mesmo período, o que significa que as perdas continuam crescendo.

Esse fato pode ser explicado, em parte, pela falta de medição em consumidores finais os quais são faturados pelo consumo mínimo, conforme o tipo de ligação e pelos desvios de energia, cuja incidência é maior nas capitais.

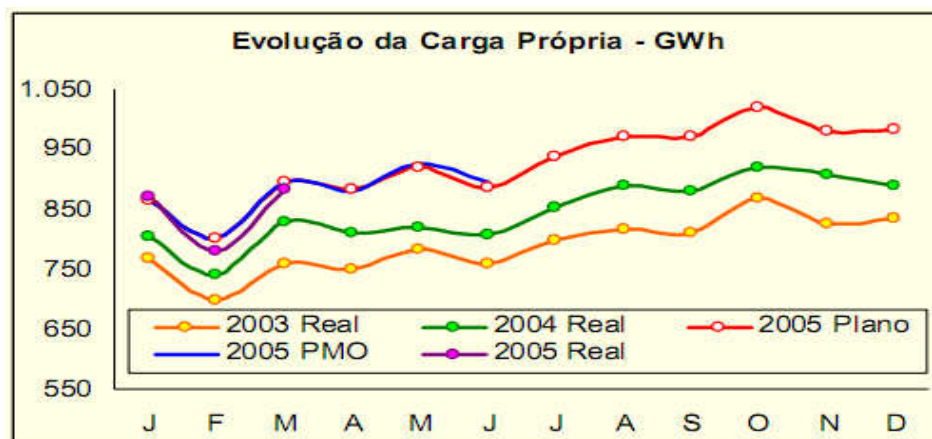
O índice de perdas seguiu a trajetória ascendente verificada ao longo dos últimos anos, tendo passado de 29,5%, em 1999, para 34,4%, em 2004, porém, quando verificado nos últimos 12 meses, podemos observar uma estabilização em 34,4%. Na Tabela 3.7 estão relacionadas as empresas que apresentaram pequena tendência de queda no índice de perdas. (Ver apêndice D e E).

**Tabela 3.7:** Carga de Energia Elétrica do PIM

<b>Carga de Energia</b>			
<b>Empresas</b>	<b>dez/03</b>	<b>dez/04</b>	<b>mar/05</b>
Ceam	45,34	46,99	46,92
Eletronorte	32,85	30,38	29,22
Boa Vista Energia	24,15	23,33	22,58
Cemat	10,91	11,49	10,69
Cemar	39,03	47,92	46,12
Coelba	22,09	20,22	19,49
Enersul	8,69	9,27	7,17

**Fonte:** Eletrobrás (2010).

Normalmente não são mencionadas as perdas do trimestre o que conduziria as conclusões diversas da realidade, a defasagem entre o ciclo de faturamento do consumo e o período de leitura da carga, para períodos menores que 12 meses, gera grandes distorções nos resultados.



**Figura 3.14:** Evolução de Carga Própria de Energia em GWh  
**Fonte:** Eletrobrás (2010).

A Figura 3.10 Evolução de Consumo e a Figura 3.14 Evolução de Carga Própria mostram que o setor industrial é o que mais cresce no consumo de energia isso acontece porque o PIM é o maior consumidor de energia da região metropolitana de Manaus.

---

---

## CAPÍTULO 4: ESTUDO DE CASO

---

---

Neste capítulo foram caracterizados o perfil da empresa bem como o levantamento de dados, o consumo de demanda contratada assim como a Conjectura Econômica que envolve o Pólo Industrial de Manaus mostrando o aumento nos investimentos realizados, caracterizando que o PIM é o principal responsável pelo crescimento econômico da região. De um modo geral cada empresa tem sua parcela de contribuição para o desenvolvimento econômico dentre as quais a IBT destaca-se integrando um modelo de empresa para PIM, trabalho projetos que possam melhorar a qualidade de seus colaboradores em seu ambiente fabril. Onde no Capítulo a seguir serão abordadas as condições de Eficiência Energética para a redução do consumo de energia dentro da indústria IBT.

### 4.1 PERFIL DA EMPRESA

Fundada em 1944 a Indústria Brasileira de Televisores – IBT (antiga Cinal) torna-se uma das mais representadas na distribuição de componentes eletrônicos após anos de sua fundação, na década de 60 mais precisamente em 1965 começa a fabricação de Rádios, Vitrolas e TVs preto e branco e TVs B&W. No ano de 1975 começa a fabricação dos televisores à cores, na qual também foi a primeira empresa a vender TVs á cores no mercado nacional.

Em 1980 a Empresa se especializa na distribuição de eletrônicos de consumo, tendo como produto de lançamento a TV Cinal. No ano de 1991 instala sua Fábrica no Pólo Industrial de Manaus iniciando suas atividades com a produção de TVs, Vídeos cassetes, fornos microondas, rádios e sistemas de som com a marca Emerson.

De 1997 a 2001 a empresa estabelece a *joint venture* com a *Koreana Daewoo Corporation*, fabricando os produtos eletrônicos da marca Cinal. No ano de 2003 há um aumento nas vendas da empresa, pois a mesma passa a ser presente em todo território Brasileiro com o produto Cinal e tendo mais de 500 Postos de Assistência Técnica em o País. No ano de 2006 a Cinal muda de nome para IBT, criando oportunidades no atendimento OEM. O Estudo apresentado relata as ações do gerenciamento de energia relacionados a implantação de um sistema de gestão



energética e medidas de controle para o aumento de eficiência no uso de energia elétrica no parque fabril da Indústria Brasileira de Televisores – IBT, onde está localizada no PIM tendo como a estrutura uma tarifa convencional do sub-grupo A4 com demanda contratada igual a 300KW no horário fora de ponta e no horário de ponta.



**Figura 4.1:** Indústria Brasileira de Televisores - IBT.  
**Fonte:** IBT, ( 2010 ).

Durante o processo de fabricação as linhas são alimentadas por um processo de informatização e automação dos motores que injetam materiais eletrônicos para técnicos fiscalizarem o processo de fabricação.

Durante esta alimentação das linhas são aferidas de 20 em 20 minutos o consumo de energia dos 4 (quatro) motores que fazem com que a produção seja contínua e eficaz como mostra a Figura 4.2. Tal processo de aferição é uma das metas que foram tomadas para a eficaz da redução e desperdício de energia, uma vez que durante o momento da aferição dos motores alimentadores das linhas produtivas é possível a cada momento executar uma nova regulagem e traçar um parâmetro ideal para o seu funcionamento evitando assim que o mesmo funcione forçadamente impedindo danos maiores possíveis.



**Figura 4.2:** Linha de Automação de TV.  
**Fonte:** IBT, ( 2010 ).

Depois que os produtos passam por todo o processo de fabricação os mesmos são direcionados para um nova linha chamada inspeção ou controle de qualidade, é neste processo final onde todos os aparelhos fabricados passam por uma nova inspeção, no qual é analisado todos os itens de eficiência energética, observa-se o consumo de energia de cada aparelho. Tal processo é de suma importância para a empresa, pois a mesma depende dessa inspeção feita em cada produto fabricado em sua linha para que os mesmos recebam os respectivos selos e possam ser distribuídos no mercado consumidor de acordo com as normas padrões de eficiência energética.



**Figura 4.3:** Linha de Revisão e Controle de CQ.  
**Fonte:** IBT, (2010).

## 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DA EMPRESA

Antes mesmo de realizar qualquer atividade que viabilize melhorias dentro do parque fabril de uma empresa é preciso, em primeiro lugar, observar a realidade energética para podermos estabelecer as prioridades e programar projetos que possam melhorar na redução e nas perdas de energia, principalmente realizando um acompanhamento de todos os resultados do processo contínuo da Empresa. Toda esta abordagem é válida para a implantação de novas instalações, em caráter preventivo uma vez que toda e qualquer instalação fabril deve estar de acordo com as normas da ABNT, o que não acontece com algumas empresas do PIM.

A Tabela 4.1, estão as especificações dos componentes que foram instalados na área de produção, a implementação dos referidos elementos serviram para que as linhas de produção pudessem ter uma melhor performance.

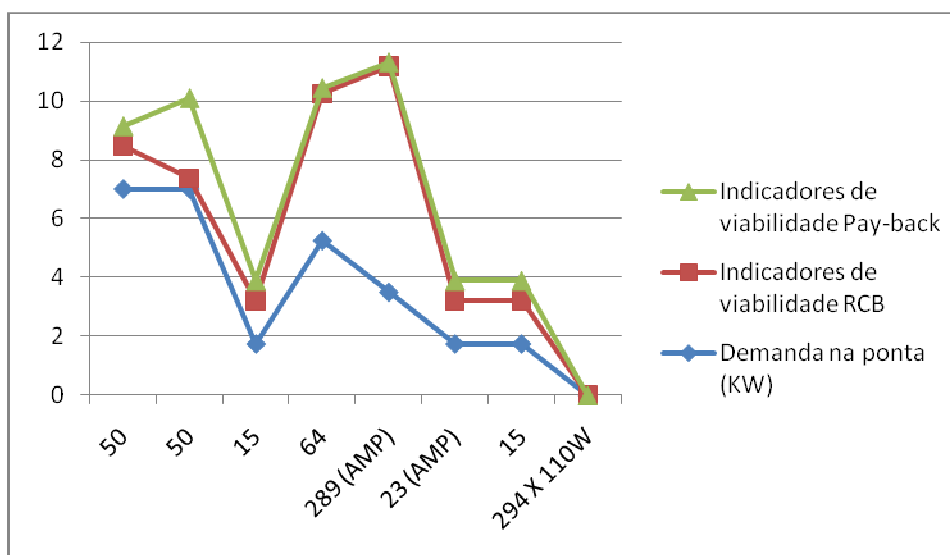
**Tabela 4.1: Economia de Energia e redução de demanda na Ponta**

Item	Medidas	Energia (MWh?ano)	Demanda na ponta (KW)	Indicadores de viabilidade	
				RCB	Pay-back
1	Instalação de controle da carga nos chillers 1 e 2.	50	7	1,47	0,68
2	Instalação de sistema de capacidade nos chillers 1 e 2.	50	7	0,37	2,73
3	Instalação de mantas térmicas nas injetoras.	15	1,75	1,47	0,68
4	Aquisição de compressor com maior capacidade.	64	5,25	5	0,2
5	Torres de resfriamento.	289 (AMP)	3,5	7,69	0,13
6	Poços artesianos.	23 (AMP)	1,75	1,47	0,68
7	Bombas de castelo elevado.	15	1,75	1,47	0,68
8	Redução de 12 para 8 unidades.	294 X 110W	0	0	0

Fonte: IBT (2010).

A Figura 4.4 representa a distribuição de consumo e redução de demanda na ponta, de acordo com a Tabela 4.1 os itens que são referência, são medidas e indicadores que possam levar a fatores de um aumento de consumo de energia, não mais uma vez que se todos estiverem trabalhando dentro de um padrão de configuração na qual todos possam responder ao que se desejam os níveis de consumo podem reduzir bastante. Os itens de 1 ao 8 como está descrito na Tabela 4.1 representa as medidas que foram aplicadas anteriormente na empresa.

Foi pensando principalmente nessa redução de consumo de energia ou desperdício que foram elaboradas metas e medidas de contenção dentro do parque fabril da empresa, cuja meta principal era a economia de energia, como esta representada na Figura 4.4



**Figura 4.4:** Economia e Redução de Demanda na Ponta  
**Fonte:** IBT (2010).

#### 4.2.1 Consumo de demanda contratada

Na Tabela 4.2 vamos observar o consumo de leitura e a demanda contratada, analisando sempre o consumo anterior e o consumo atual, esta leitura tem grande importância durante o processo produtivo. Com a aferição que é feita dos motores que alimentam as linhas de produção têm-se uma base para a demanda que será contratada mensalmente.

O ambiente da fábrica é todo preparado com uma pintura especial para que não haja um acúmulo de calor interno, da mesma forma as luminárias todas atendem aos padrões de eficiência energética para que não haja uma produção de onda de calor emitida pela luminosidade das mesmas.

A climatização da empresa é feita por torres de resfriamento um sistema de água gelada, na qual foi instalado um sistema de controle de carga, permitindo assim um controle maior do resfriamento da água, sendo proporcional à temperatura de retorno da água, na qual houve uma redução imediata no consumo de energia quando havia uma demanda maior de água gelada.

Com a redução do consumo de energia foi feito um estudo sobre as cargas com a intenção de identificar os possíveis equipamentos que poderiam ser desligados nos horários de ponta, sem comprometer o processo de fabricação.

**Tabela 4.2:** Valores do consumo de demanda contratada.

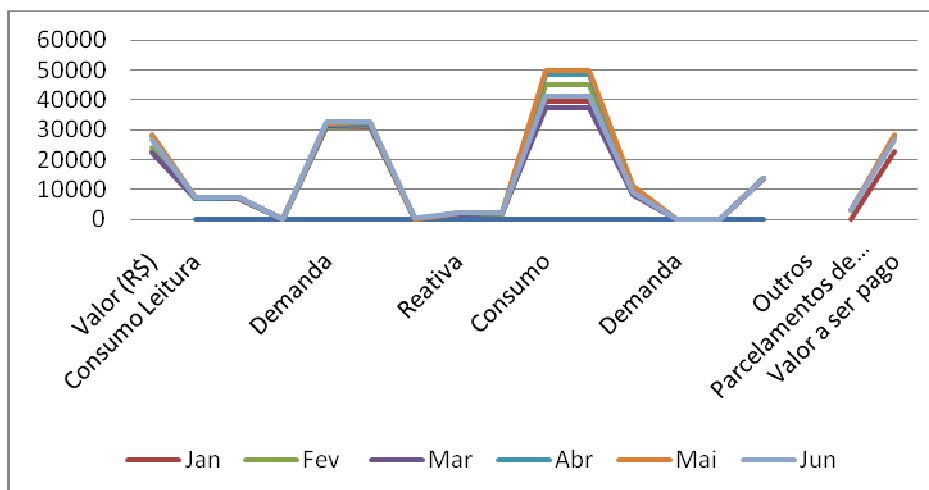
Item	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
Valor (R\$)	<b>22.876,28</b>	<b>24.092,14</b>	<b>22.335,90</b>	<b>28.158,86</b>	<b>28.429,05</b>	<b>26.537,72</b>	
Consumo Leitura	Anterior	6.985	7.051		7.188	7.269	7.352
	Atual	7.051	7.126	7.188	7.289	7.352	7.421
	<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>75</b>	<b>62</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>69</b>
Demanda	Anterior	30.752	31.114	31.445	31.785	32.123	32.459
	Atual	31.114	31.445	31.785	32.123	32.459	32.834
	<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>331</b>	<b>340</b>	<b>338</b>	<b>336</b>	<b>375</b>
Reativa	Anterior	2.033	2.047	2.071	2.087	2.113	2.138
	Atual	2.047	2.071	2.087	2.113	2.138	2.159
Consumo	Medido	39.600	45.000	37.200	48.600	49.800	41.400
	Cobrado	39.600	45.000	37.200	48.600	49.800	41.400
	<b>Fator</b>	<b>8.916,29</b>	<b>10.132,15</b>	<b>8.375,91</b>	<b>10.942,72</b>	<b>11.212,91</b>	<b>9.321,58</b>
Demanda	Medido	217	198	204	202	201	225
	Cobrado	300	300	300	300	300	300
	<b>Fator</b>	<b>13.959,99</b>	<b>13.959,99</b>	<b>13.959,99</b>	<b>13.959,99</b>	<b>13.959,99</b>	<b>13.959,99</b>
Outros							
Parcelamentos de débitos	Ref: ao Mês de Junho			R\$	R\$	R\$	
Valor a ser pago	<b>22.876,28</b>	<b>24.092,14</b>	<b>22.335,90</b>	<b>28.158,86</b>	<b>28.429,05</b>	<b>26.537,72</b>	
				<b>3.256,15</b>	<b>3.256,15</b>	<b>3.256,15</b>	

Fonte: IBT (2010).

Os valores representados na tabela acima estão demonstrados na Figura 4.5, onde as curvas representadas mostram que durante o processo de contratação da demanda foram feitas a cada 20 minutos uma aferição nos motores alimentadores das linhas de produção, na qual com a nova aferição desses motores observou-se uma redução no consumo de energia durante o processo produtivo.

Em determinados momentos o consumo se manteve estável, ou seja, foi possível observar que metas traçadas para manter um padrão de redução de energia fosse alcançado dentro que foi planejado com a nova regulação dos motores de linha.





**Figura 4.5:** Consumo de Demanda  
**Fonte:** IBT (2010).

#### 4.2.2 Refrigeração e Ar Condicionado

O Balanço de Energia Útil - BEU 2005 (MME, 2005) considera neste uso final os sistemas de refrigeração de materiais e produtos (alimentos e bebidas, química, etc.) e condicionamento ambiental, necessário em alguns processos industriais, com adequação de uma ou várias variáveis - temperatura, umidade, pureza do ar, etc., consumindo 7,4% da eletricidade usada em sistemas motrizes na indústria brasileira.

A XEnergy (1998), embora não considere especificamente medidas de eficiência energética para este uso final, relaciona categorias de medidas que podem ser aplicadas a todos os sistemas onde reduzir a energia requerida poderiam ser consideradas medidas para evitar cargas desnecessárias, ou refrigerados à temperatura menor que a exigida, espaços refrigerados com baixo aproveitamento, vedações insuficientes, incluindo portas e cortinas, condensadores próximos a fontes de calor, bem como restrições nas tubulações de fluido refrigerante. Reduzir ou controlar a velocidade do motor: semelhante ao que se considerou para compressores de ar, incluindo bombas e ventiladores auxiliares.

Adequando assim o sistema à sua carga, os sistemas são dimensionados freqüentemente para o pico de carga, sem maiores considerações para carga parcial, o que ocorre sempre com sistemas de refrigeração, em função da variação da temperatura ambiente. Muitas medidas de eficiência energética são aplicáveis: prover vários estágios, desligamento automático, sistemas paralelos. Economias podem variar de 5 a 30% da energia consumida.

Atualizar equipamentos acessórios como bombas, ventiladores, torres de resfriamento, etc., inclusive os controles utilizados são operações de manutenção operando adequadamente, e ajustando as variáveis às condições de momento e mantendo os programas de manutenção, como limpeza de filtros e serpentinas, recomposição da isolamento, recuperação de vazamentos e umidade no refrigerante, ajuste e lubrificação podem trazer reduções substanciais as perdas de energia.

#### *4.2.3 O gerenciamento de energia*

Além das medidas descritas acima, há atividades de gestão da energia que podem trazer maiores economias de energia, mas cujo maior objetivo é garantir o efetivo resultado das medidas implementadas e sua manutenção ao longo da vida útil. O Procel, em convênio com a Efficientia/Fupai e apoio do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), lançou um guia técnico intitulado "Gestão Energética", que prega exatamente que a implantação de um Programa de Gestão Energética (PGE) deve ser a primeira iniciativa ou ação visando à redução de custos com energia em uma empresa.

Existe uma técnica adotada em vários países, denominada PCE - Planejamento Corporativo de Energia, divulgada no Brasil pelo Programa Gerbi - que dispõe de várias ferramentas no sentido de implantar a gestão energética em uma empresa, integrando as dimensões tecnológica, organizacional e comportamental. Na dimensão organizacional, o objetivo é integrar a gestão energética ao dia-a-dia da empresa, tornando-a uma tarefa usual como a administração de materiais e pessoal o é em muitas organizações.

A definição clara de uma equipe responsável e suas atribuições, o envolvimento da alta diretoria, a inserção da atividade na cultura própria da empresa, a definição de uma política energética, são tarefas relacionadas à integração desta dimensão à gestão energética. O Procel considera a formação de uma CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia, como já instituído na administração pública federal, para o gerenciamento da energia.

#### 4.2.4 Torres de resfriamento da empresa

Em muitos processos, há necessidade de remover carga térmica de um dado sistema e usa-se, na maioria dos casos, água como o fluido de resfriamento. Devido à sua crescente escassez e preocupação com o meio ambiente, além de motivos econômicos, a água "quente" que sai desses resfriadores deve ser reaproveitada. Para tanto, ela passa por um outro equipamento que a resfria, em geral uma torre chamada torre de resfriamento evaporativo ("*evaporative cooling tower*"), e retorna ao circuito dos resfriadores de processo.

A água que sai dos resfriadores de processo é alimentada e distribuída no topo da torre de resfriamento, constituída de um enchimento interno para melhor espalhar a água. Ar ambiente insuflado através do enchimento, em contracorrente ou corrente cruzada com água que desce. Por meio desse contato líquido gás, parte da água evapora e ocorre o seu resfriamento. Em uma planta química ou petroquímica, a pressão de operação nos condensadores das colunas de destilação ou nos evaporadores de sistemas de concentração é estabelecida a partir da temperatura da água de resfriamento. Para que os condensadores de produtos voláteis possam operar com água de resfriamento, são necessárias pressões de operação suficientemente elevadas. A temperatura da água de resfriamento é um dado muito importante para o projeto de um condensador de tipo de uma coluna de resfriamento e também para o dimensionamento da própria coluna de destilação.

Variações de temperatura da água de resfriamento influenciam diretamente na operação dos condensadores de topo de uma coluna de água, pois sua destilação é conseqüentemente a operação da própria coluna de água.

Este é um exemplo interessante de como a temperatura da água, de resfriamento é uma informação decisiva não só na operação de uma planta, das estruturas das instalações, mas também na fase de projeto de um equipamento as empresas tem feito um investimento muito alto quando se trata de conforto aos seus funcionários principalmente na parte de climatização, pois um ambiente bem refrigerado aumenta a produtividade dos funcionários e reduz principalmente os acidentes de trabalhos causados pelo calor interno no ambiente de trabalho. (trocador de calor, colunas, reatores).



Na prática, há outros sistemas de resfriamento de água, lagoa de resfriamento (água quente entra num lado da lagoa e após atravessar a sua extensão, sai resfriada no outro lado), torres de resfriamento não evaporativos( usadas em usinas nucleares). Mas o sistema mais comum a torre de resfriamento a ser apresentada nesta dissertação como mostra a figura abaixo.

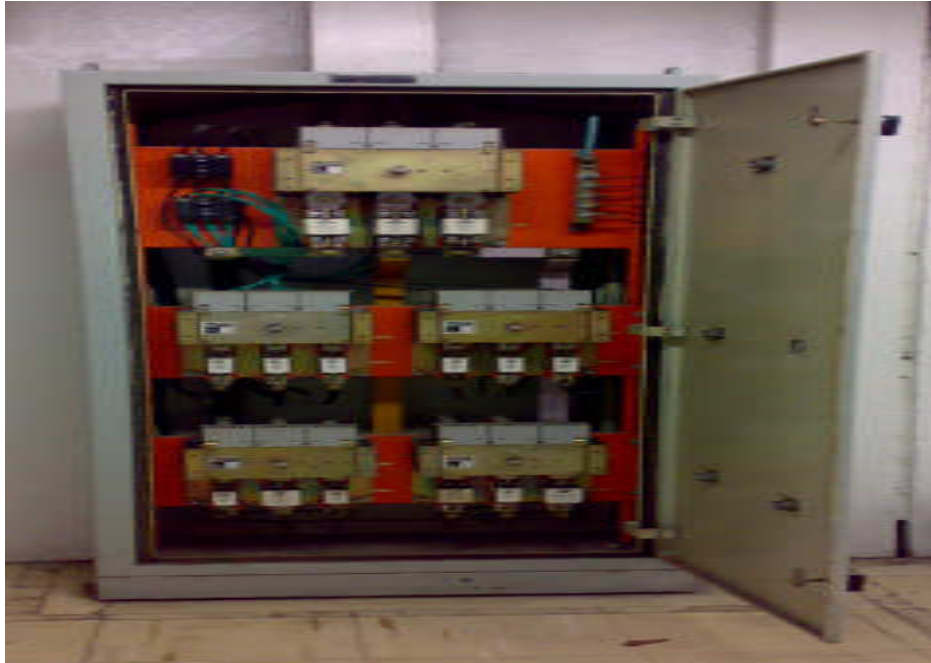


**Figura 4.6:** Torre de resfriamento à água – Condicionador de Ar Hitachi Modelo RP 2014  
**Fonte:** IBT (2010).

Ela é usada não só em processos industriais, mas também em prédios como sistemas Centrais de Condicionadores de Ar. Esta torre de resfriamento é utilizada para a climatização de todo o ambiente da empresa na qual foi preciso encontrar um configuração razoável para o não desperdício de energia, uma vez que por ser um modelo muito antigo tornou-se trabalhoso para encontrar a configuração certa para o seu bom funcionamento.

Esta torre é alimentada por uma corrente de 220 volts em três, com uma frequência de 60 Hz, com um motor condicionado e refrigerado R22, o motor de seu ventilador é de 3,75 Kw com uma pressão de ensaio alta de 22 Kg/m<sup>3</sup> e uma pressão de ensaio baixa de 13 Kg/m<sup>3</sup>. Seu consumo total é de 28,00 Kw e possui um acorrente nominal de 82,72 A, com um fator de potência de 88,8 Capacitância, tendo como corrente de partida 207 A, com um peso total de 680 Kg é um modelo do ano

de 1985. Esta possui ainda um motor de 15 Cv e bomba alimentadora de água com um motor de 15 Cv.



**Figura 4.7:** Painel de controle da Torre de Resfriamento  
**Fonte:** IBT (2010).

Em torres de resfriamento as medições são feitas das seguintes formas:

- Temperatura do bulbo úmido do ar (psicrômetro);
- Temperatura de entrada e de saída da água de condensação na torre;
- Vazão de água de condensação.

#### *4.2.5 Temperatura do bulbo úmido do ar (Psicrômetro)*

A temperatura de bulbo úmido é medida com o bulbo do termômetro envolto com uma gaze umidificada com água, com outros cuidados específicos que não serão descritos aqui. Por definição, é a temperatura atingida, em regime permanente (não de equilíbrio termodinâmico), por uma pequena porção de água, em contato com uma corrente contínua de ar, em condições adiabáticas (só há troca térmica entre o ar e essa massa de água), desprezando-se os efeitos de radiação térmica nessa troca.

A temperatura de bulbo úmido é menor ou no máximo igual em relação à temperatura de bulbo seco. Isso ocorre porque, exposta a uma corrente de ar não

saturado (umidade relativa menor do que 100 %), parte da água presente na gaze evapora e com isso, a temperatura abaixa. Para entender esse fenômeno de resfriamento devido à evaporação, podem-se mencionar dois exemplos quotidianos.

Quando você sai da piscina, tem uma sensação repentina de frio, pois vaporiza parte da água impregnada na sua pele. Quando você toma água guardada numa moringa de barro, ela é mais fresca, pois como o barro é poroso, parte da água armazenada exsuda (transpira) pelas paredes (a superfície externa da moringa parece "suada"), evapora no ar e com isso, resfria a água da moringa.

#### *4.2.6 Temperatura de entrada e de saída da água de condensação na torre.*

Numa torre de resfriamento, a principal contribuição para o resfriamento da água é dada pela evaporação de parte dessa água que recirculação na torre. A evaporação da água transferência de massa da fase líquida (água) para a fase gasosa (ar) - causa o abaixamento da temperatura da água que escoar ao longo da torre de resfriamento.

Isso ocorre porque a água para evaporar precisa de calor latente, e esse calor é retirado da própria água que escoar pela torre. Vale lembrar que a transferência de massa da água para o ar ocorre porque as duas fases em contato tendem a entrar em equilíbrio. A evaporação de parte da água é responsável por aproximadamente 80% do resfriamento da água. A diferença de temperatura entre o ar e a água é responsável pelos outros 20 % do resfriamento.

#### *4.2.7 Vazão de água de condensação.*

As vazões mais altas de ar e água provocam até um determinado limite, uma conversão mais intensa, elevando os coeficientes globais de transferência de calor e massa. O aumento das vazões de ar e água causa um aumento da turbulência, o que favorece a transferência de calor e massa.

No entanto, a partir de um determinado ponto, quando as vazões de água e ar tornam-se muito altas, o contato entre a água e o ar torna-se ineficiente, podendo ocorrer, por exemplo, excessivo arraste de água pela corrente de ar ou a dificuldade de se formar filmes na superfície do recheio que favorecem a transferência de

massa. As vazões de água e ar da torre são limitadas pelo tipo de recheio empregado.

#### *4.2.8 Variáveis de processo e especificação da torre de resfriamento*

O range de uma torre de resfriamento é definido como a diferença entre a temperatura da água quente (alimentação da torre) e a temperatura da água fria (saída da torre). O range de uma torre varia conforme as condições climáticas e a vazão da água de resfriamento na torre.

O Approach de uma torre de resfriamento é a diferença entre a temperatura da água fria (saída da torre de resfriamento) e a temperatura de bulbo úmido do ar na entrada da torre. Para torres de resfriamento industriais, o approach gira em torno de 5°C, sendo também um critério do projeto.

Fazendo-se uma analogia com trocadores de calor, da mesma forma que seria necessária uma área infinita de troca térmica, para que a temperatura do fluido quente seja a mesma do fluido frio na saída do trocador, seria necessária uma torre de resfriamento de altura infinita para que a água atinja a temperatura de bulbo úmido do ar.

A vazão de água de resfriamento que recircular na torre, juntamente com o range e approach, são as variáveis de processo necessárias para o dimensionamento de uma torre de resfriamento.

Outro dado necessário ao dimensionamento da torre é o parâmetro de desempenho da torre, definido como o produto entre o coeficiente global de transferência de massa e a área específica do recheio da torre. O parâmetro de desempenho da torre depende do tipo de recheio e das vazões de água ar empregadas.

Nos catálogos dos fabricantes de torres de resfriamento o parâmetro de desempenho para o dimensionamento não é mostrado de forma explícita, sendo substituído por gráficos e ábacos que relacionam as demais variáveis necessárias (range, approach e vazão).

#### 4.2.9 Aspectos operacionais da torre de resfriamento

O desempenho de uma torre de resfriamento varia, entre outros fatores, conforme a temperatura do ar ambiente, umidade do ar, temperatura de bulbo úmido, ou seja, com o clima.

No inverno, a temperatura do ar cai e a temperatura de saída da água também cai, caso a carga térmica seja mantida constante. Para manter a temperatura da água de saída constante, pode-se diminuir a vazão de água que recircular no sistema de refrigeração.

No verão, ocorre o inverso; a temperatura de saída da água aumenta, comprometendo a operação de um condensador em uma coluna de destilação, por exemplo. Pode-se aumentar a vazão de água no sistema, visando compensar o aumento de temperatura. Em alguns países de clima quente como o Brasil, os principais problemas de queda de desempenho na operação de torres de resfriamento ocorrem durante o verão.

A direção dos ventos deve ser considerada durante o projeto e instalação de uma torre de resfriamento. Fontes de calor próximas às torres de resfriamento podem influenciar sua operação. Problemas de recirculação e interferência são os mais comuns em torres de resfriamento.

A recirculação ocorre quando o ar quente e úmido que deixa a torre contamina o ar que está entrando na torre. Esta situação pode ocorrer devido à direção dos ventos, dificuldades de dispersão do ar de saída e formação de neblina (fog).

A interferência ocorre quando o ar que sai de uma torre, contamina o ar de entrada de outra torre próxima; a direção dos ventos causa problemas de interferência. A formação de neblina (fog) ocorre quando parte do vapor de água que sai da torre condensa em pequenas gotas, devido ao contato com o ar ambiente mais frio, tornando-se o ar supersaturado. A formação de neblina ocorre com mais freqüência no inverno, dificultando a dispersão do ar quente que sai da torre.



**Figura 4.8:** Condutores de ventilação da Torre de resfriamento  
**Fonte:** IBT (2010).

A pressão na tubulação de distribuição de água de resfriamento é importante para que se garanta que todos os consumidores recebam a vazão de água necessária e também do ponto de vista de segurança operacional. Por exemplo, em um trocador de calor tipo casco-tubo a água de resfriamento (que geralmente passa nos tubos) está a uma pressão de 5 k<sub>g</sub>/cm<sup>2</sup> man e o fluido processo, que é tóxico, passa no casco a uma pressão de 2 k<sub>g</sub>/cm<sup>2</sup>. Caso ocorra um furo em um dos tubos do trocador, a água (que está a uma pressão mais alta) vazará para o lado do casco, contaminado o fluido de processo. Caso a pressão do fluido de processo fosse mais alta que a da água de resfriamento, ocorreria o inverso, e todo o sistema de resfriamento estaria contaminado, o que implicaria em riscos maiores do ponto de vista de segurança operacional e meio ambiente.



**Figura 4.9:** tubulação de Controle dos Flúídos de Pressão da Torre de Resfriamento  
**Fonte:** Indústria Brasileira de Televisores – IBT ( 2010 ).

Os sais dissolvidos, sólidos e matéria orgânica em suspensão dissolvidos na água de resfriamento são fatores que contribuem para a formação de um meio favorável à proliferação de algas, bactérias e fungos, que por sua vez, prejudicam não só a operação da torre de resfriamento, mas também o desempenho térmico da rede de trocadores de calor.

A formação de algas e fungos pode provocar a queda de eficiência, deformação e desprendimento do recheio da torre de resfriamento. O tratamento químico da água de resfriamento para o controle de dureza, pH, condutividade e DBO é importante não só para o desempenho da torre de resfriamento, mas também da rede de trocadores de calor.

Por outro lado, por se tratar de uma instalação não integrante do processo (a torre de resfriamento faz parte das "utilidades") e porque em geral fica topograficamente afastada das unidades produtivas da fábrica, o sistema de resfriamento, muitas vezes, tem sido relegado nos estudos.

Porém, em face da importância das interações envolvidas com as unidades, a torre e o circuito da água de resfriamento merece uma atenção especial na análise sistêmica de um processo industrial e, às vezes, a solução de alguns problemas operacionais pode ser encontrada ao ampliar o foco do seu estudo para as utilidades da fábrica.

---

---

## **CAPÍTULO 5: MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EMPRESA - IBT**

---

---

Neste capítulo serão mostradas medidas de eficiência energética que foram executadas dentro da empresa IBT, no que diz respeito ao ambiente fabril e na parte administrativa foram feitas várias mudanças, tais feitos tiveram grande importância, pois obteve uma redução no consumo de energia elétrica, essas medidas executadas serão demonstradas e especificadas cada uma nas prospecções a seguir. Próximo capítulo constam os resultados.

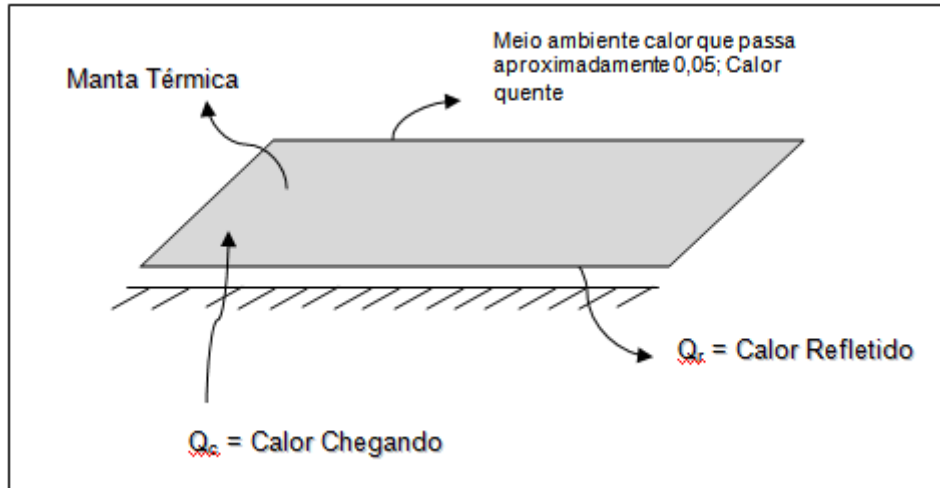
De modo geral as medidas de eficiência energética que serão executadas na empresa IBT são as seguintes: Um melhor revestimento do piso, as trocas das luminárias que buscam uma maior eficiência energética as trocas dos condicionadores de ar antigos por condicionadores de maior eficiência energética, em face de todas estas medidas tomadas, foi feito também um melhor condicionamento no teto que foi de suma importância para a climatização geral do ambiente interno da empresa, buscando assim um consumo ideal ou de maneira bem lógica reduzindo o consumo de energia elétrica que é o fator principal do trabalho em foco.

### *5.1. Caracterização do Piso da IBT.*

Uma das principais metas a respeito do piso era tentar reverter a massa de calor que gerava-se dentro do parque fabril da empresa. O piso era formado por um cimento cru que tinha como espessura aproximadamente 5 cm. Em razão de não ter nenhum preparo especial para poder refletir a massa de calor gerado, o ambiente tornava-se muito quente.

Diante disso tomaram-se as seguintes medidas preparou-se o cimento do piso sobre ele; tendo sido colocado uma manta impermeabilizante do Tipo II com alumínio, para que o calor gerado do solo não fosse repassado para o ambiente interno da fábrica. Na Tabela 5.1 estão todas as especificações da manta térmica Tipo II de alumínio que será usada no tratamento do piso para amenizar o fluxo de calor gerado no ambiente interno das linhas de produção. O esquema abaixo nos dar uma visão de como foi realizado o trabalho para impedir e a amenizar o fluxo de calor dentro do ambiente fabril.





**Figura 5.1:** Transmissão de Calor para o ambiente interno da fábrica.

Equação Reflexão de calor em relação ao piso depois de feitas as modificações, é fácil observar que nas especificações da manta térmica ela tem de pureza 98,85% e possui 100% de impermeabilidade, contudo sua reflexibilidade ao calor é de 95%, logo temos a seguinte equação:

$$Q_r \cong 0,95 Q_c$$

**Tabela 5.1:** Especificação Manta Térmica

Especificações Térmicas da Manta		
Propriedades	Unidade	valor
Lâmina de alumínio	% Pureza	99,85
Filme de Polietileno	micras	140
Diâmetro da Bolha de Ar	mm	16
Espessuras das Camadas	mm	3,0
Gramatura	gr/m <sup>2</sup>	200
Largura	m	1,20
Comprimento	m	50
Resistência a Ruptura	Mpa	> 25
Classificação ao Fogo	Classe	E
Impermeabilidade	%	100%
Reflexibilidade	%	95%
Barreira Condutiva	%	3%
Emissividade	%	< 0,02
Isolamento Acústico	dB	10
Contaminação	n/a	0
Corrosão	n/a	0
Delaminação	n/a	0

**Fonte:** IBT (2010).

Para colocação da manta térmica é preciso em primeiro lugar que ele seja aquecido com fogo, este aquecimento é feito para que a manta possa aderir o piso, ou seja para que haja a fixação no piso. Depois da aplicação da manta, aplica-se uma camada de argamassa para o recebimento do novo revestimento que é um piso formado por Paviflex. Na Tabela 5.2 estão apresentadas as especificações gerais do revestimento usado no âmbito da empresa.

**Tabela 5.2:** Dados específicos do Piso Paviflex (SMARTFLOOR)

Dados Técnicos	Paviflex (Smartfloor)
Dimensões	30 cm x 30 cm
Espessura Total	3,0 mm
Tipo	Homogêneo
Classificação	Industrial: 41
Peso Kg/m <sup>2</sup>	4,36 Kg/
Resistência à chamas – NBR 9442/1986	Classe A
Resistência da Cor sob a luz	> 4
Resistência elétrica superficial	1,65 x 10 <sup>13</sup> ohm
Classificação	Antiestático

Fonte: IBT (2010).

Vale salientar que tais medidas realizadas no interior do parque fabril tornaram o ambiente com um clima mais saudável, o mais importante é que este formato de piso deu também um novo visual interno da empresa.

## 5.2. Caracterização das Luminárias da IBT

Vale salientar que quando se pensa em economia de energia tem-se que imaginar qual o tipo de iluminação adequado para o ambiente, este é um dos fatores importantes a ser observado, pois, a eficiência energética começa quando se coloca a economia de consumo em primeiro lugar.

Anteriormente as luminárias utilizadas eram do tipo holofotes, conforme mostra a Figura 5.2, este modelo de luminária levava um maior tempo até o seu aquecimento para se ter a sua luminosidade ideal dentro do ambiente fabril, com isso observou-se que tal demora no aquecimento levava a um maior consumo de energia, e produzia no ambiente fabril certo tipo de ar quente, ou seja, calor.



**Figura 5.2:** Luminária Industrial Trifósforo Indução 200 W  
**Fonte:** IBT (2010).

Com essa onda de calor que se formava dentro do ambiente das linhas de produção era difícil pensar em redução de consumo de energia, pois este modelo de luminária só para aquecer tinha certo tomou-se a decisão de trocar as luminária existentes por luminária tipo mais econômica e que manteve a luminosidade ideal dentro do ambiente fabril. A Tabela 5.3 refere-se aos dados específicos da luminária demonstrada na Figura 5.2.

**Tabela 5.3:** Dados específicos das Luminárias

Dados Técnicos	Dados Específicos
Luminária Industrial	Trifósforo de Indução 200 W
Dimensões	530 mm x 390 mm
Fixação Através de entrada rosqueada	½" ou ¾" Gás.

**Fonte:** IBT (2010).

Vale salientar que toda mudança tem o seu próprio benefício quando se busca um ideal naquilo que se propõe a realizar, e pensando assim com esta finalidade, buscou-se um tipo de luminária que pudesse manter a mesma luminosidade dentro do ambiente fabril, mas que seu consumo de energia fosse o menor possível, com isso, foram feitas as trocas de todas as luminárias antigas por lâmpadas do tipo Fluorescente como mostra Figura 5.3. É importante observar que

outro item de fabricação é mostrado, mas o ponto em estudo são as luminárias que estão claramente mostradas na Figura 5.3.



**Figura 5.3:** Luminárias do Tipo Fluorescentes 4W LD T10.  
**Fonte:** IBT (2010).

Na Tabela 5.4, estão claras as especificações das luminárias do tipo fluorescentes que substituíram as luminárias da Figura 5.2. Após a realização das trocas das observou-se que a massa de calor no ambiente fabril deixou de existir e o consumo de energia passou a ser mínimo em relação às luminárias antigas, referente a Figura 5.2.

**Tabela 5.4:** Dados específicos das Luminárias do tipo fluorescentes

Dados Técnicos	Dados Específicos
Lâmpada Fluorescente	40W LD T10
Reator Elétrico	2 x 40W BIV HLD40S

**Fonte:** IBT (2010).

### 5.3. Caracterização dos Aparelhos Condicionadores de Ar da IBT

Com todas as modificações realizadas no âmbito da empresa IBT na busca do consumo ideal de energia elétrica, que é o escopo principal deste trabalho, vamos destacar as modificações feitas no que diz respeito a climatização das linhas de produção da IBT.

Um dos principais aspectos a trabalhar é a substituição da Torre de resfriamento, explicada no capítulo 4, representada na Figura 4.6. Na qual gerava um alto consumo de energia, direto nesta instalação está um ventilador que era usado para fazer o resfriamento da água que era conduzida até as torres de resfriamento, na qual começava então o processo de climatização do ambiente fabril. Tal processo gerava um alto consumo de energia para IBT, aproximadamente de 7482 Kwh de potencia instalada.



**Figura 5.4:** Ventilador que resfria a água para a Torre de Resfriamento  
**Fonte:** IBT (2010).

Tomou-se então a seguinte decisão substituir a Torre de Resfriamento por 26 Condicionadores de Ar da marca INNOVAIR ELITE, Modelo E13C2DB5, como mostra a Figura 5.5, todos estes aparelhos foram instalados na área de produção, com a capacidade de 13000 Btu/h, podendo ser substituídos por aparelhos de 30000 Btu/h.



**Figura 5.5:** Condicionador de Ar Innovair Elite  
**Fonte:** IBT (2010).

Foram usados aparelhos de 13000 Btu/h, como teste inicial podendo ser substituídos por aparelhos de 30000 Btu/s, devido ao ambiente fabril ter as seguintes características, sendo 60m de largura por 40m de comprimento, caracterizando-se como uma empresa de porte médio. Depois de tais mudanças realizadas na parte da climatização da área de produção, observou-se uma queda excessiva no consumo de energia elétrica, tal feito trouxe uma economia de aproximadamente 50% do consumo que era gerado com a torre de resfriamento.

**Tabela 5.5:** Dados específicos do Condicionador de Ar Innovair

Dados Técnicos	Especificações
Condicionador de Ar INNOVAIR	Mod. E13C2DB5
Capacidade	13000 Btu/h
Cooling Power Input	1210 Watts
Potência de Entrada	1210 Vatios
Corrente (A)	5.7 A
Volt	220 – 240 V
Hz	60 Hz
Circulação de Ar Flow	264 CFM
Caudal de Aire	264 PCM
Noise Level (Lo)	29~39 dB(A)
Moisture Removal	1.4L/h
Refrigeração	22 / 800g
Net Weight	19.8 Lbs
Peso Neto	9 Kg

**Fonte:** IBT (2010).

A Tabela 5.5, mostra todas as especificações dos aparelhos condicionadores de Ar que foram instalados na área de produção da indústria – IBT, tornando assim um ambiente mais climatizado e agradável de trabalhar. Nas dependências administrativas da empresa que eram climatizados pela torre de resfriamento, foram também instalados os condicionadores de mesma marca e especificação da área de produção, isso se deve ao fato da redução do consumo de energia em toda à área de produção.

Pode-se observar que a redução do consumo se deu devido ao fato de ter-se feito um melhoramento no teto da empresa, onde foi colocado um forro em PVC para amenizar o fluxo de calor gerado pelo condicionamento de massa quente nas telhas. O modelo de teto aplicado está demonstrado na Figura 5.6, a instalação deste teto amenizou o calor oriundo da parte externa, como deu um novo visual a área de produção.



**Figura 5.6:** Forro PVC  
**Fonte:** IBT (2010).

Na Tabela 5.6 estão relacionadas as especificações do forro de PVC usado na indústria IBT.

**Tabela 5.6:** Dados específicos do Forro PVC

<b>Informação Técnica do Forro PVC</b>			
Modelo	Espessura em mm	Espaçamento da estrut. de sustentação/mm	Peso Kg / m <sup>2</sup>
220 x 10	10	A 800	1,94

**Fonte:** IBT (2010).

#### 5.4 Análise e Discussões dos Resultados

A quantificação das economias que poderiam ser atingidas pela aplicação das medidas de eficiência energética resultantes tanto da substituição dos equipamentos de baixa eficiência por equipamentos de alta eficiência, como pela aplicação de medidas de eficiência energética na empresa do estudo de caso, elaboradas nos, permitiu mensurar os impactos dessas medidas sobre os sistemas e meio utilizados na Indústria IBT para o consumo de energia elétrica em suas dependências.

Tais medidas foram tomadas com o intuito de amenizar o calor que era gerado dentro da empresa, isto porque os motores e outros equipamentos, que por falta de manutenção, geravam um alto consumo de energia.

Para a determinação das estimativas dos consumos, demandas e economias de energia elétrica foram feitas algumas substituições hipotéticas de vários condicionadores de ar de baixa eficiência, por equipamentos de alta eficiência, com capacidades de refrigeração de 13.000Btu/h, que representam 96% do parque do

setor industrial da empresa, no período de 2009 a 2012, durante este período, técnico da empresa continuaram o monitoramento dos aparelhos e suas respectivas manutenções.

#### 5.4.1 Consumo de Energia e Demanda Contratada da IBT

As prospecções elaboradas neste item foram embasadas nas informações fornecidas pela IBT a respeito dos consumos e das demandas de energia elétrica, bem como no custo operacional da geração de energia elétrica do PIM.

A quantificação das economias que poderiam ser atingidas pela aplicação das medidas de eficiência energética, resultantes tanto da substituição dos equipamentos de baixa eficiência por equipamentos de alta eficiência, como pela aplicação de medidas de eficiência energética no âmbito da empresa em estudo. Para a determinação das estimativas dos consumos, demandas e economias de energia elétrica referentes às análises de todas as tabelas de consumo de energia elétrica no parque fabril da IBT, tais informações foram cedidas pela diretoria da IBT.

Apenas para mostrar os níveis de consumo diários da energia elétrica, nas Tabelas 5.7 e 5.8 são apresentadas as aferições dos consumos em várias horas do expediente, dia e noite, no mês de fevereiro 2010, do consumo de potencia real como reativa.

**Tabela 5.7:** Consumo de energia/Fevereiro - 2010

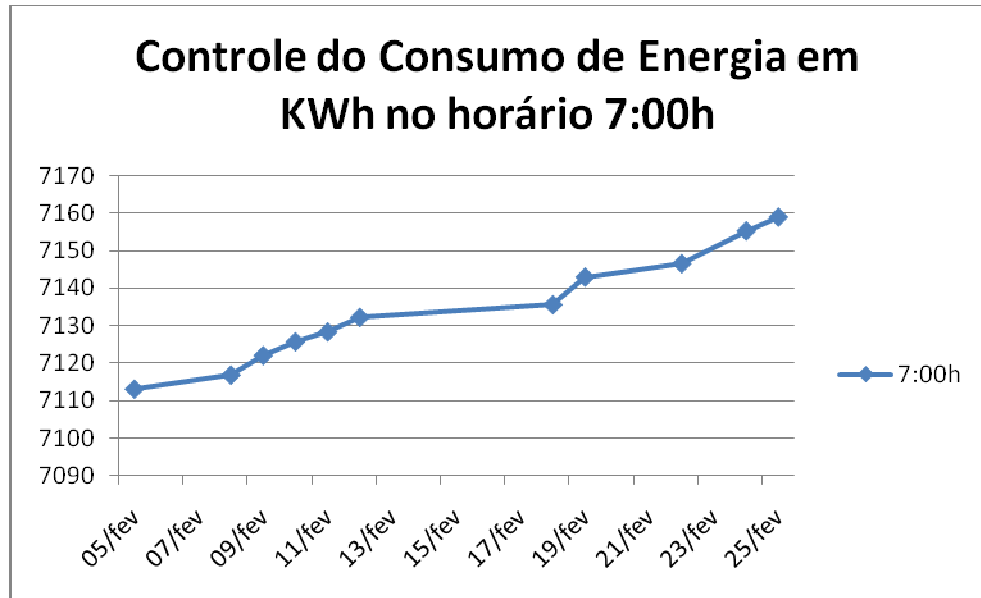
KWh					
Data	Medidas tomadas			consumo	
	7:00h	16:30	07:00	dia	noite
05/fev	7113,2	7116,22	7116,94	3,02	0,72
08/fev	7116,94	7119,91	7122,12	2,97	2,21
09/fev	7122,12	7125	7125,8	2,88	0,8
10/fev	7125,8	7128,41	7128,41	2,61	0,8
11/fev	7128,41	7131,55	7132,28	3,14	0,73
12/fev	7132,28	7134,91	7135,64	2,63	0,73
18/fev	7135,64	7138,49	7143	2,85	4,51
19/fev	7143	7145,82	7146,59	2,82	0,77
22/fev	7146,59	7149,46	7151,84	2,87	2,38
24/fev	7155,29	7158,05	7158,96	2,76	0,91
25/fev	7158,96	7161,87	7162,72	2,91	0,85

Fonte: IBT (2010).

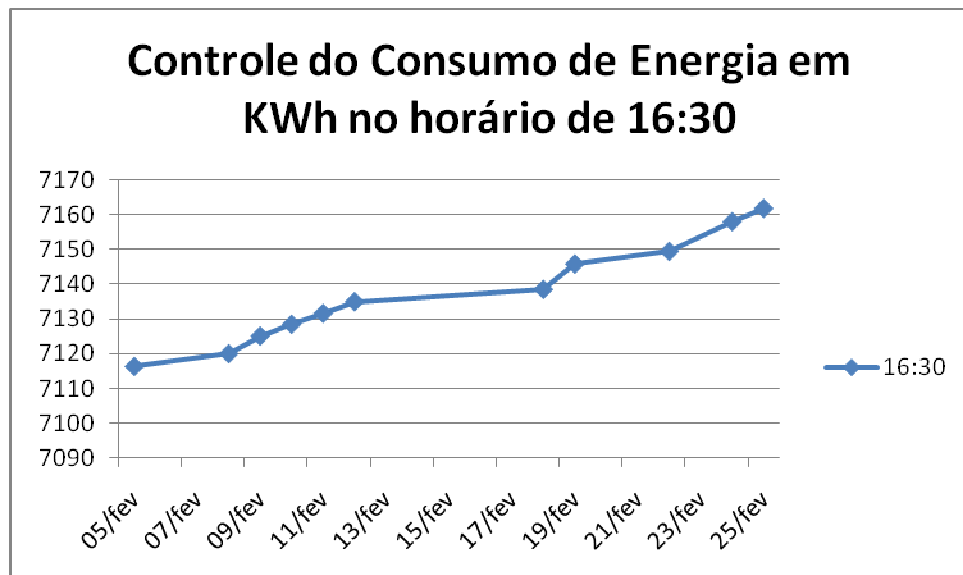
As Figuras 5.7 e 5.8, representa o consumo de energia medido durante o horário de trabalho, Vale ressaltar que os valores obtidos na Tabela 5.7, são



oriundos das coletas realizadas durante o expediente normal que começa às 07:00h da manhã encerrando as 16:30h, mostrando assim as economias prevista nos respectivos consumos aferidos.



**Figura 5.7:** Controle Consumo de Energia em KWh – 07:00h  
**Fonte:** IBT (2010).



**Figura 5.8:** Controle Consumo de Energia em KWh – 16:30h  
**Fonte:** IBT (2010).

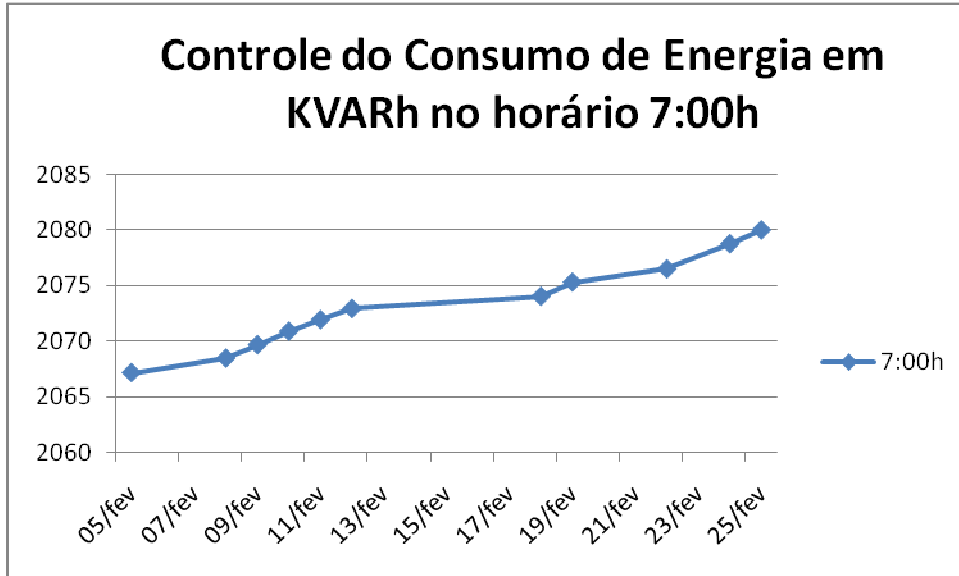
A Tabela 5.8 apresenta as aferições dos consumos de energia em KVARh, tais medidas foram aferidas durante os horários e expediente, e também foram aferidas medidas após o expediente para fazer um a comparação ou uma análise caso houve-se em algum momento um aumento de consumo durante o período noturno, observa-se na tabela que em algumas trazem uma diferença ou seja um pequeno consumo no período noturno, na qual não poderia existir, isso deve-se ao fato de algum responsável pelo setor deve ter esquecido aparelhos ligados.

**Tabela 5.8:** Consumo de energia/Fevereiro - 2010

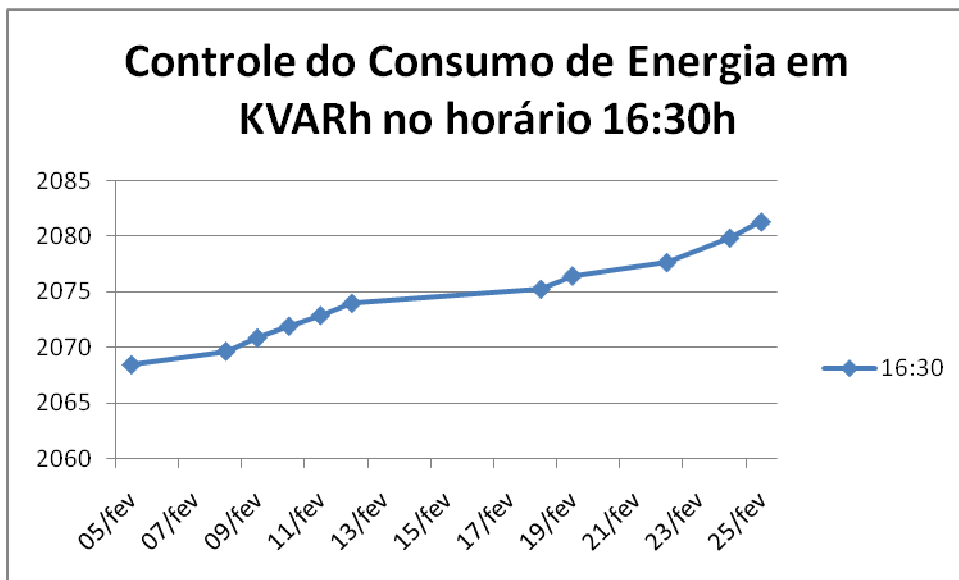
KVARh					
	Medidas tomadas			consumo	
Data	7:00h	16:30	07:00	dia	noite
05/fev	2067,15	2068,43	2068,46	1,28	0,03
08/fev	2068,46	2069,65	2069,67	1,19	0,02
09/fev	2069,67	2070,85	2070,88	1,18	0,03
10/fev	2070,88	2071,92	2071,92	1,04	0,03
11/fev	2071,92	2072,88	2072,92	0,96	0,04
12/fev	2072,92	2073,99	2074,02	1,07	0,03
18/fev	2074,02	2075,25	2075,3	1,23	0,05
19/fev	2075,3	2076,45	2076,48	1,15	0,03
22/fev	2076,48	2077,66	2077,71	1,18	0,05
24/fev	2078,75	2079,88	2079,99	1,13	0,11
25/fev	2079,99	2081,33	2081,41	1,34	0,08
26/fev	2081,41	2082,53	2082,58	1,12	0,05

Fonte: IBT (2010).

Os resultados apresentados na Figura 5.8 retratam dos valores de consumo aferidos na Tabela 5.8, tais resultados mostrados tiveram uma grande influência para tomadas de decisão no âmbito da empresa para poder-se começar a conscientizar todos os funcionários a serem responsáveis pelo seu local de trabalho, com esse pensamento começa-se uma nova fase da IBT, a redução e o consumo de energia elétrica, observa-se que essas aferições são caracterizadas no mês de fevereiro de 2010.



**Figura 5.9:** Controle Consumo de Energia em KVARh – 07:00h  
**Fonte:** IBT (2010).



**Figura 5.10:** Controle Consumo de Energia em KVARh – 16:30h  
**Fonte:** IBT (2010).

As Figura 5.7 e 5.8 Consumo de Energia em KWh e as Figuras 5.9 e 5.10 Consumo de energia em KVARh, mostram que o consumo de energia elétrica durante o dia é estável e as medidas aferidas estão dentro do planejamento traçado pela IBT para um consumo ideal e uma possível redução em sua carga de demanda.

A Tabela 5.9 Controle de Leitura de Consumo, faz um resumo geral das leituras realizadas no âmbito da empresa IBT, de uma maneira bem geral é possível

observar que as leituras de consumo se relacionam com dois fatores o anterior e o atual, da mesma forma para as leituras de demandas que também tratam de uma demanda anterior e uma atual. A coluna que está representada na cor laranja da tabela é referente a demanda que a empresa contrata da Amazonas Energia – Eletrobrás, nesta coluna temos a demanda medida e demanda cobrada.

**Tabela 5.9** Controle de Leitura de Consumo de Energia

Amazonas Energia									
Item	Jan	Fev	Mar	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Valor (R\$)	22.876,28	24.092,14	22.335,90	28.158,86	28.429,05	26.537,72	21.638,14	21.283,49	
Consumo Leitura	Anterior	6.985	7.051	7126	7188	7269	7352	7421	7457
	Atual	7.051	7.126	7188	7269	7352	7421	7457	7482
	Total	66	75	62	81	83	69	36	25
Demanda	Anterior	30.752	31.114	31445	31785	32123	32459	32834	32952
	Atual	31.114	31.445	31785	32123	32459	32834	32952	33060
	Total	362	331	340	338	336	375	118	108
Reativa	Anterior	2.033	2.047	2071	2087	2113	2138	2159	2159
	Atual	2.047	2.071	2087	2113	2138	2159	2159	2157
Consumo	Medido	39.600	45.000	37200	48600	49800	41400	21600	15000
	cobrado	39.600	45.000	37200	48600	49800	41400	21600	15000
	Fator	8.916,29	10.132,15	8.375,91	10.942,72	11.212,91	9.321,58	4.863,43	3.377,38
Demanda	Medido	217	198	204	202	201	225	70	64
	cobrado	300	300	300	300	300	300	300	300
	Fator	13.959,99	13.959,99	13.959,99	13.959,99	13.959,99	13.959,99	13.959,99	13.959,99
Outros	Multa por atraso05/2010-00						568,58	530,75	
	Juros de Mora de Importe/serviço 05/2010-00						66,33	159,22	
	Devolução Resolução 24/Aneel 05/2010-00						(1.076,34)		
Parcelamentos de Debitos				R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	
	Ref. ao do mês de Maio			3.256,15	3.256,15	3.256,15	3.256,15	3.256,15	
Valor a ser pago	22.876,28	24.092,14	22.335,90	28.158,86	28.429,05	26.537,72	21.638,14	21.283,49	

**Fonte:** IBT (2010).

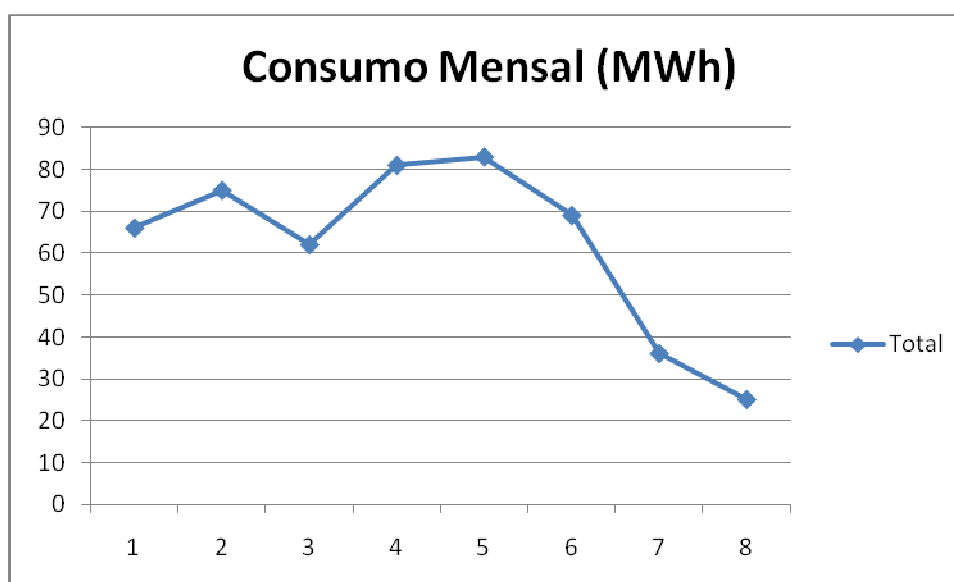
A demanda medida é o que verdadeiramente foi consumido de energia na fabricação dos produtos eletroeletrônico, neste item observa-se que do mês Jan/2010 à Set/2010 houve uma redução no consumo da demanda contratada, onde se iniciou em Jan/2010 com 217 MWh e em Set/2010 estávamos com um consumo de 64 MWh, tal redução deve-se ao fato de uma boa manutenção nos motores que alimentam as linhas de produção as trocas das iluminarias, como também as trocas dos aparelhos de ar condicionados por modelos com mais eficiência energética, todas estas medidas tomadas dentro do ambiente fabril levaram a redução do consumo de energia como está especificado.

**Tabela 5.10: Consumo Mensal de Leitura**

<b>Consumo Leitura</b>	Anterior	6.985	7.051	7126	7188	7269	7352	7421	7457
	Atual	7.051	7.126	7188	7269	7352	7421	7457	7482
	<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>75</b>	<b>62</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>69</b>	<b>36</b>	<b>25</b>

Fonte: IBT (2010)

A Tabela 5.10 mostra o trabalho que foi realizado dentro do ambiente fabril da indústria IBT, como se observa em verde na tabela houve uma redução no consumo de energia como está representado no gráfico da Figura 5.9. Mostrando verdadeiramente o consumo de energia da mensal caiu excessivamente.



**Figura 5.11:** Consumo de Leitura Mensal

Fonte: IBT (2010).

A Figura 5.9, demonstra que realmente o trabalho de eficiência energética realizada dentro da área de produção da IBT, teve um grande êxito, pois se analisarmos a Tabela 5.9 no que diz respeito a Leitura de Consumo Total, podemos observar que as respectivas medidas de consumo começam a decrescer até chegar a um consumo de 25 MWh, como mostra a evolução da Figura 5.9, deixando claro que houve realmente uma redução no consumo de energia elétrica na IBT.

Fazendo uma análise de imediato na Tabela 5.9, principalmente nos itens a que se refere Consumo de Leitura Total, Demanda Total e Demanda Medida, vamos observa-se que nos meses de Agosto/2010 e Setembro/2010, o consumo de energia elétrica começa a reduzir. No mês de Agosto/2010 teve uma leitura de 36 MWh e uma demanda medida de 70 MWh, na qual houve uma redução de

aproximadamente 51% do consumo de energia. Vale salientar que no mês de Setembro/2010 teve a leitura de consumo de 25 MWh e uma demanda medida de 64 MWh onde tem-se aproximadamente 39% de redução no consumo de energia na área de produção. Essa redução de consumo está apresentada na Figura 5.9, onde pode-se perceber claramente na curva do gráfico a redução do consumo de energia no setor produtivo da IBT, comprovando que o trabalho realizado pelo escopo deste trabalho alcançou o sucesso desejado.

Observa-se que na Figura 5.9, representa o consumo de leitura, ou seja, a quantidade energia elétrica absorvida pela indústria IBT. Na Figura 5.10, esta representa a demanda medida, ou seja, o fluxo de energia elétrica consumida na área de produção. Verifica-se que no mês de Ago/2010 se teve uma demanda medida de 70 KWh, correspondendo a aproximadamente 23% da demanda contratada referente ao mês de Agosto/2010, de mesma forma pode-se analisar que no mês de Setembro/2010, teve uma demanda medida de 64 KWh, correspondendo a 21% da demanda contratada referente ao mês de Setembro/2010.

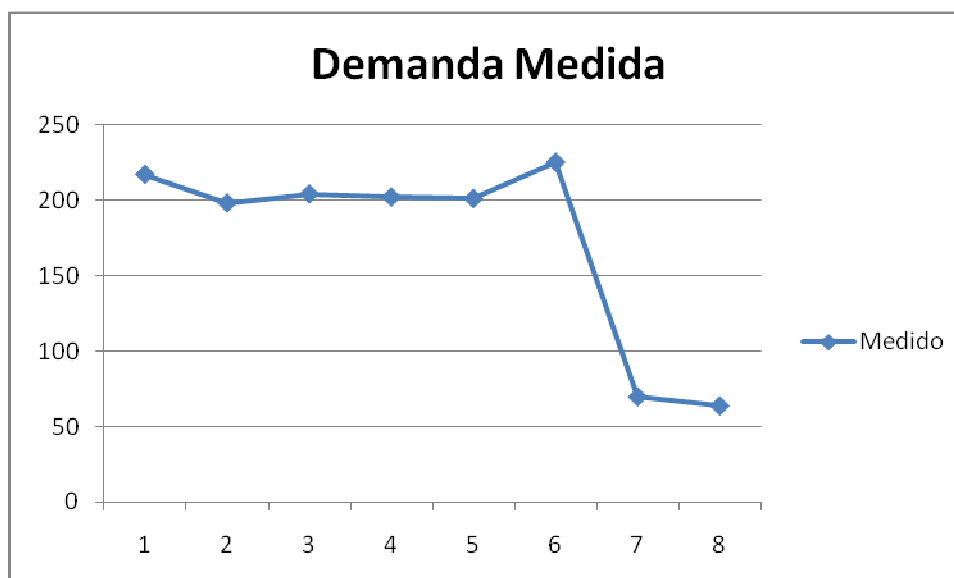
**Tabela 5.11: Demanda Medida**

<b>Demanda</b>	Medido	217	198	204	202	201	225	70	64
	cobrado	300	300	300	300	300	300	300	300

Fonte: IBT (2010)

A cidade de Manaus tem hoje um consumo real de 1.620 MW de energia elétrica, distribuída pra toda a região Metropolitana de Manaus, sendo que 750 MW são distribuídos entre as empresa que formam o Pólo Industrial de Manaus – PIM, onde 46,29% da energia produzida para Manaus é consumida pelo PIM.

Observa-se que a IBT tem demanda contratada de 300KW, isso representa em relação ao consumo do PIM aproximadamente 0,004% na qual seria o consumo da empresa respectivamente ao consumo relacionada as demais indústria do Pólo Industrial de Manaus.



**Figura 5.12:** Demanda Medida  
**Fonte:** IBT (2010).

Comparando as Figuras 5.9 e 5.10, as curvas traçadas nos dois gráficos mostram que as medidas de eficiência energética tomadas e colocadas em prática na área de produção da IBT, corresponderam aos anseios do que planejado na busca da economia do consumo de energia, que é o fator principal para toda e qualquer empresa.

### 5.5 Conclusões

Ficou demonstrado uma redução do consumo de energia elétrica, depois de aplicadas as duas medidas de eficiência energética retro escritas, nas quais foram feitas as trocas dos aparelhos de ar condicionado e trocou-se todo o piso da empresa e suas respectivas luminárias. Onde pode observa-se que a IBT tem uma demanda contratada de 300 MWh conforme a Tabela 5.9, isso representa para empresa um consumo de 0,04% de todo o consumo de energia do PIM.

Com a aplicação das medidas de eficiência energética que foram aplicadas no âmbito da área de produção da IBT, chegou-se a um consumo médio de 172,625 KW como esta representado na Tabela 5.9, este consumo alcançado com os trabalhos realizados dentro da IBT, representa para a empresa uma economia de 7,32% em relação ao consumo de energia elétrica, como a média dos consumos em relação à amostra conforme Tabela 5.9 é de 172,625 KW/h a empresa teve uma economia de 127,375 KW/h representando em 8 (oito) meses uma economia de R\$

1.787,46 reais por mês, o equivale a um total nos meses observados uma quantia significativa para as finanças da empresa no valor de R\$ 14.299,73 reais.

A importância dos resultados obtidos fica nas possibilidades de continuar trabalhando no desenvolvimento das aplicações destes tipos de medida, devido a alto potencial de poupar energia elétrica nas industriais do PIM tornando assim a Região Metropolitana de Manaus mais produtiva.



---

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.**

---

### **6.1 Conclusão**

Ficou demonstrado uma redução do consumo de energia elétrica, depois de aplicadas as duas medidas de eficiência energética retro escritas, nas quais foram feitas as trocas dos aparelhos de ar condicionado e trocou-se todo o piso da empresa e suas respectivas luminárias. Onde pode-se observar que a IBT tem uma demanda contratada de 300 MWh conforme a Tabela 5.9, isso representa para empresa um consumo de 13,72% de todo o consumo de energia do PIM.

Com a aplicação das medidas de eficiência energética que foram aplicadas no âmbito da área de produção da IBT, chegou-se a um consumo de 64 MWh como esta representado na Tabela 5.9. Este consumo alcançado com os trabalhos realizados dentro da IBT, representa para a empresa uma economia de 2,9% em relação a todo o consumo de energia elétrica do PIM.

A importância dos resultados obtidos fica nas possibilidades de continuar trabalhando no desenvolvimento das aplicações destes tipos de medida, devido a alto potencial de poupar energia elétrica nas industriais do PIM tornando assim a Região Metropolitana de Manaus mais produtiva.

O processo de etiquetagem estimula a inovação tecnológica, além de possibilitar a introdução no mercado de produtos novos e mais eficientes e com a segurança de que o produto tem verdadeiramente as características que está descrito na etiqueta, enquanto que os produtos que não estiverem dentro dos padrões serão forçados a sua remoção gradual do mercado..

Trabalhou-se as dificuldades que uma empresa do PIM enfrenta para ter seu próprio consumo mais eficiente, pois o cenário é complexo que a própria concessionária enfrenta para garantir o suprimento de energia elétrica à cidade de Manaus.

Os investimentos do setor elétrico poderiam atingir uma melhor eficácia se, além da adoção de uma política de ação de eficiência energética de combate às

perdas de energia elétrica, fossem adotadas com ações combinadas tanto do lado da oferta como do lado da demanda.

Existe uma grande quantidade de conhecimento e de tecnologias acessíveis e viáveis que ainda não são amplamente empregadas, que podem melhorar a eficiência energética das instalações prediais de uma empresa e, por conseguinte reduzir substancialmente as emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor da construção civil.

As maiores economias em termos de utilização de energia (75% ou mais) ocorrem nos prédios novos, ao serem projetados e operados como sistemas integrados. A obtenção dessas economias requer um processo de projetar conjunto envolvendo arquitetos, engenheiros, contratantes e clientes, com ampla noção das oportunidades de redução passiva das demandas de energia.

## 6.2. Recomendações.

Baseados nas conclusões feitas nos estudos deste trabalho recomendam os seguintes itens:

- Seja aplicada a ferramenta denominada de Planejamento Integrado de Recursos – PIR, em conjunto com programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda, para a elaboração do planejamento do suprimento de energia elétrica de sistemas isolados para a cidade de Manaus principalmente para o pólo industrial de Manaus;
- Que o plano de obras de Manaus torne-se mais eficiente ao PIM, e que esteja dentro dos padrões das normas vigentes (NBR 12010 e MB 3341);
- A concessionária promova ampla e contínua campanha de divulgação, junto aos consumidores, das vantagens da utilização de condicionadores de ar de alta eficiência como forma de tornar mais eficiente o processo de climatização e de modo a reduzir as contas de energia elétrica das empresas com a operação desses equipamentos.

Sejam aplicadas nos forros das empresas isolamento com EPS ou isolamento reflexivo embaixo dos telhados, com o objetivo de reduzir as cargas térmicas dos ambientes internos da empresa, gerando assim uma redução nos gastos com energia elétrica e na climatização.

---

---

## REFERÊNCIAS

---

---

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR15220, Desempenho térmico de edificações (Partes 1, 2, 3, 4 e 5), Rio de Janeiro, 2005, 92p.

\_\_\_\_\_. NBR15575, Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, Rio de Janeiro, 2008, 250p.

\_\_\_\_\_. NBR5413, Iluminância de interiores, Rio de Janeiro, 1992, 13p.

\_\_\_\_\_. NBR5858, Condicionador de ar doméstico, Rio de Janeiro, 1983, 15p.

\_\_\_\_\_. NBR6401, Instalações de ar condicionado para conforto térmico-Parâmetros básicos de projeto, Rio de Janeiro, 1980, 17p.

\_\_\_\_\_. NBR 17.020 – Avaliação de conformidade: Critérios gerais para o funcionamento de diferentes tipos de organismos que executam inspeção. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ACHRNEWS, Criteria for refrigeration selection, publicado na Revista “The News – Air Conditioning, Heating and Refrigeration”, na edição de dezembro de 2005; disponível em: <http://www.achrnews.com/CDA/Articles/Technical/00d100db1b16a010VqnVCM10000f932a8c0> ; acesso em 15 de outubro de 2006.

\_\_\_\_\_. Criteria for refrigeration selection, publicado na Revista “The News - Air Conditioning, Heating and Refrigeration”, na edição de dezembro de 2005; disponível em: <http://www.achrnews.com/CDA/Articles>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL Tarifas Médias por Classe de Consumo Regional e Brasil (R\$/MWh) ANEEL, 2010. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 13.Set.2010

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL Resolução Normativa nº 176/2005. Estabelece critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética. Brasília-DF: (ANEEL, 2005) 28 nov. 2005b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL Resolução Normativa nº 247/2006. Estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica de fontes primárias incentivadas com consumidores acima de 500 kW. Brasília-DF: ANEEL, 2006.

ALEXANDRE, C.S., As ações da ABRAVA no Cenário de Eficiência Energética, palestra realizada na ABRAVA, em 20 de junho de 2002.

\_\_\_\_\_. As ações da ABRAVA no Cenário de Eficiência Energética, palestra realizada na ABRAVA, em 20 de junho de 2002.

ALKMIN, J.T.D, Potencial de Cogeração no Estado do Amazonas, Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI, 1997, 196 p. Tese (Mestrado).

AMERICAN COUNCIL for an ENENERGY-EFFICIENT ECONOMY, The Most Ennergy-Efficient Appliances 2005, 2005, disponível em:

ANDRADE, S.F, Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de FLORIANÓPOLIS,

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. Handbook of Fundamentals, 2005. Atlanta, 2005.

\_\_\_\_\_. CONDITIONING ENGINEERS. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 2004.

\_\_\_\_\_. CONDITIONING ENGINEERS. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 1999.

\_\_\_\_\_. CONDITIONING ENGINEERS. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1989: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 1989.

ASHRAE Standard 55 - 2004. Thermal Environment Conditions for Human Occupancy, ASHRAE, Atlanta, 2004.

BAITELO, R.L., UDAETA, M.E.M., GALVÃO, L.C.R., BURANI, G.F., Aspectos Políticos e Regulatórios Vinculados à Demanda Energética, GEPEA-USP, IV Congresso Brasileiro de Regulação, Anais, Manaus, ARSAM/ABAR, 2005, 11p.

BEE, BUREAU of ENERGY EFFICIENCY (órgão pertencente ao Ministério de Energia do Governo da Índia que trata de eficiência energética), HVAC and REFRIGERATION, 2006.

BEE, BUREAU of ENERGY EFFICIENCY, Refrigeration & Air Conditioning System, disponível em: [www.energyefficiencyasia.org/](http://www.energyefficiencyasia.org/). Acesso em 20 Julho de 2010.

BOEHRINGER INGELHEIM do BRASIL, Saiba por que a tosse acontece o ano todo, disponível em: <http://www.boehringeringelheim.com.br>. Acesso em 20 de Julho de 2010.

BONNEMA, L, Compressors: Meeting Environmental Demands, Revista Appliance. 2007.

BORENSTEIN, C.R., CAMARGO, C.C.B., O Setor Elétrico no Brasil: dos desafios do passado às alternativas do futuro, Sagra Luzzatto Editores, 1997.

BRASIL, LEI Nº 5.966, de 11 de Dezembro de 1973, que no seu Art.4º criou o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro, autarquia federal, vinculada ao Ministério da Indústria e do Comércio, com personalidade jurídica e patrimônio próprios.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. DATAPREV, Brasília, 2001b, disponível em: <http://www.dataprev.gov.br>.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004, que regulamenta a criação da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, aprova seu Estatuto Social e dá outras providências. BRASÍLIA, 2004b, disponível em: <http://www.aneel.gov.br>.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.267, de 9 de novembro de 2004, que aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério de Minas e Energia, e dá outras providências. Brasília, 2004c, disponível em: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br).

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 87.079, de 02 de abril de 1982, que aprova as diretrizes para o Programa de Mobilização Energética, disponível em: [www.lei.adv.br](http://www.lei.adv.br).

\_\_\_\_\_. LEI Nº 1.654, DE 28 DE JULHO 1952, que autoriza a União a constituir, com o Estado do Amazonas e o município de sua capital, a "Companhia de Eletricidade de Manaus", e dá outras providências, disponível em:

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, que autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (vinculada ao Ministério de

Minas e Energia) e dá outras providências. BRASÍLIA, 2004a, disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. DATAPREV, Brasília, 2001a, disponível em: <http://www81.dataprev.gov.br/>

\_\_\_\_\_. LEI Nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética, disponível em: [www.aneel.gov.br/](http://www.aneel.gov.br/).

\_\_\_\_\_. Portaria Interministerial no 364, de 24 de dezembro de 2007, que aprova a Regulamentação Específica de Condicionadores de Ar, na forma constante dos Anexos à presente Portaria, disponível em: [www.mme.gov.br/](http://www.mme.gov.br/)

\_\_\_\_\_. Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a.

BRUM, N.C., Notas de aula de Tecnologia do Calor, Laboratório de Transmissão e Tecnologia do Calor, EE/COPPE/UFRJ, 2006, disponível em:

CABANO ENGENHARIA, Necessidade de Sistema de Climatização Melhor Projetado, Operado e Mantido, 2005, disponível em: <http://www.cabano.com.br/>

CAEMA, Condicionadores de Ar, Energia e Meio Ambiente, Dicas para compra de um condicionador de ar, 2004b, disponível em:

CAEMA, Condicionadores de Ar, Energia e Meio Ambiente, Dicas para compra de um condicionador de ar, 2004b, disponível em:

CAEMA, Condicionadores de Ar, Energia e Meio Ambiente, Índices de Aplicativos do Banco de Dados do GLD PINGO, 2004a.

CAMARGO, C.C.B., Gerenciamento pelo Lado da Demanda: Metodologia para Identificação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica de Consumidores Residenciais, UFSC, 1996, 197p. Tese (Doutorado), disponível em:

CAMERON, A, Keeping cool/ solar air-conditioning, revista RENEWABLE ENERGY  
CAMPOS, A., Gerenciamento pelo lado da Demanda: Um Estudo de Caso, USP, 2004, 94p. Tese (Mestrado).

CANAL CIÊNCIA, Pesquisadores elencam legislação contra destruição da camada de ozônio e sugerem ações para políticas de proteção ambiental, disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br>

CARTAXO, E. F. et al., CAEMA - Avaliação do desempenho técnico econômico de condicionadores de ar de alta eficiência no setor residencial, levantamento e elaboração de uma metodologia de Banco de Dados de uso final de energia elétrica na cidade de Manaus 2004, Programa de Eficiência Energética da Manaus Energia S.A., Ciclo 2003-2004, 2004e;

CARTAXO, E.,F. et al., Programa de Eficiência Energética Através da Troca de Condicionadores de Ar no Setor Residencial de MANAUS: Uma Experiência Concreta, AGRENER, Campinas – SP, 2004a.

CARTAXO, E.F., Relatório Final do CT- ENER G : Redução da Demanda de Energia Elétrica Através de Troca Incentivada de Ar Condicionado nos Grandes Sistemas Elétricos da Região NORTE, Laboratório de Energia e Meio Ambiente do Centro de Ciências do Ambiente da UFAM, 2004c.

CARTAXO, E.F., et al., Troca Compulsória de Aparelhos de Ar Condicionado Ineficientes por Eficientes, no Setor Residencial: Uma Experiência Concreta de Redução de Energia Elétrica na Cidade de MANAUS, XVI SENDI, Brasília – DF, 2004b.

CARTAXO, E.F., Relatório Final do Projeto CAEMA, 2004d.

CAVALIERO, C.K.N., Externalidades, UNICAMP, 1999.

CEE, CONSORTIUM of ENERGY EFFICIENCY, Room Air Conditioner (Super-Efficient Home Appliances Initiative), 2007, disponível em: <http://www.cee1.org/>

CHADE, J.F., Estudo do Sistema pelo Lado da Demanda para Consumidores e Distribuidores de Energia Elétrica, ELETROPAULO, X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro – RJ, 2004.



CHACAPUZ, P. B. de B. (coordenador). Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2006.

CLASP, COLLABORATIVE LABELING AND APPLIANCE STANDARDS PROGRAM, General Information on Standards and Labelling - Guide Book, 2004b, disponível em: <http://www.clasponline.org>

CLASP, COLLABORATIVE LABELING AND APPLIANCE STANDARDS PROGRAM, History and Scope of Energy-Efficiency Labels and Standards, 2004a, disponível em: <http://www.clasponline.org>

CONAMA, CONSELHO NACIONAL de MEIO AMBIENTE, Resolução 267, de 14 de setembro de 2000, que proíbe, em todo o território nacional, a utilização das substâncias controladas especificadas nos Anexos A e B do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, constantes do Anexo desta Resolução nos sistemas, equipamentos, instalações e produtos novos, nacionais ou importados, disponível em: <http://www.ibama.gov.br>

COSTA, F.B., Relatório de Análise do Condicionador de Ar do LEMA, Laboratório de Energia e Meio Ambiente da UFAM, abril/2005.

COUTO, M., Ar condicionado completa 1º Centenário, artigo publicado na Revista ABRAVA edição de junho, 2002, pp. 24-29.

CRAWLEY, D.B., HAND, J.W., HAND, J., KUMMMERT, M., GRIFITH, B.T., Contrasting The Capabilities Of Building Energy Performance Simulation Programs, US Department of Energy (Washington, USA), University of Strathclyde (Glasgow, Scotland, UK), University of Wisconsin (Madison, Wiscosin, USA) e NREL – National Renewable Energy Laboratory (Golden, Colorado, USA), 2005, disponível em: <http://www.eere.energy.gov>

DEMHAB, Departamento Municipal da Prefeitura de Porto Alegre, Perfil da Habitação de Interesse Social em Porto Alegre – Relatório Final, 2004, disponível em: [http://www.pmhis-poa.com.br/texto\\_habitacional/Parte\\_1.PDF](http://www.pmhis-poa.com.br/texto_habitacional/Parte_1.PDF) ; acesso em 20 de janeiro de 2008.

DIAS, R.A., MATTOS, C.R., BALESTIERE, J.A.P., Conservação de energia: conceitos e sociedade, Trabalho de extensão FEG-UNESP, Guaratinguetá - SP, 2004. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf)> Acesso em: 17/03/03

DOE, DEPARTMENT of ENERGY, Cooling your home naturally, 1994, disponível em: <http://www.pueblo.gsa.gov>

ELETROBRÁS, Plano de Operação para 2004 dos Sistemas Isolados, Diretoria de Engenharia, 2004b.

\_\_\_\_\_. Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial e comercial, 2005. , disponível em: <http://www.ee.pucrs.br>

\_\_\_\_\_. INFORME DE MERCADO 44, CTEM - Comitê Técnico para Estudos de Mercado, 2004c.

\_\_\_\_\_. Plano Anual de Combustíveis dos Sistemas Isolados de 2004, Diretoria de Engenharia, revisão de junho de 2004, 2004a.

ELETRONORTE - MANAUS, RELATÓRIO ANUAL de OPERAÇÃO - 1980, Divisão de Estudos e Assistência Técnica do Departamento de Geração e Transmissão, 1980.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO ANUAL de OPERAÇÃO - 1980, Divisão de Estudos e Assistência Técnica do Departamento de Geração e Transmissão, 1980.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO ANUAL de OPERAÇÃO – 1981/1982, Divisão de Operação de Sistema do Departamento de Geração e Transmissão, 1981 e 1982.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO ANUAL de OPERAÇÃO – 1983, Departamento de Geração e Transmissão, 1983.

\_\_\_\_\_. Plano de Atendimento de Energia Elétrica - AMAZONAS 2004-2013, Diretoria de Engenharia e Planejamento, Superintendência de Planejamento da Expansão, 2004.

\_\_\_\_\_. Planejamento “da Expansão do Sistema Elétrico de Manaus – Período 2008-2017 – Regime Permanente” – ELN-EPEP-RE-2.007/06 – Setembro 2006;.

\_\_\_\_\_. “Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico de Manaus – Atualização do

\_\_\_\_\_. "Sistema Elétrico de Manaus – Programa de Expansão de Referência 2008-20178 - Diagramas Unifilares Gerais – Atualização do Relatório EPEP-RE-2.005/08" – EPEP-RE- 2.011/08 – Agosto de 2008;

\_\_\_\_\_. "Atendimento a Manaus e Interior - Plano de Ação 2008/2009" – GTSEM, em 12/09/2008.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: [www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html](http://www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html)>.

EMERSON CLIMATES TECHNOLOGIES, Copeland Scroll – Liderando a tecnologia até um novo nível, disponível em: <http://www.copeland-corp.com>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Boletim de Análise e Conjuntura Energética. Novembro.2006. Workshop sobre Leilão de Eficiência Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2006e.

FOLLAND, C.K.; Parker, D.E.; Kates, F.E. Worldwide Marine Temperature Fluctuation 1956-1981. Nature. 310: 670 - 673. 1984.

FROTA, W.M., Sistemas Isolados de Energia Elétrica na Amazônia no Novo Contexto do Setor Elétrico Brasileiro, UNICAMP, 2004, 129p.

GELLER, H.S., Índices Mínimos de Eficiência Energética, Etiquetas e Procedimento de Ensaio para Refrigeradores, Freezers e Condicionadores de Ar de Janela no Canadá, México Estados Unidos, China e outros Países em Desenvolvimento.

\_\_\_\_\_. O Uso Eficiente da Eletricidade: uma Estratégia de Desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro: INEE, 1994.

\_\_\_\_\_. etalii. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. Energy Policy. 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 10 set. 2003.

\_\_\_\_\_. Proposta para Leilão de Eficiência Energética no Brasil. 7 p. Artigo proposto para debate em workshop. Revisado em 13 out.2006. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

\_\_\_\_\_. Leilão de Eficiência Energética no Brasil, Workshop sobre Leilão de Eficiência Energética no Brasil. Palestras. Rio de Janeiro: EPE, 2006a.

GERBI. Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa na Indústria Brasileira. Gestão Energética Competitiva: Módulo de Treinamento. Rio de Janeiro: GERBI, 2003.

GOLDENBERG, J., Planos para 2030, artigo publicado no jornal "O Estado de São Paulo".

GOLDMAN, C. A.; KITO, M. S. Review of US Utility Demand-Side Biddirtg Programs. In Utilities Policy, Great Britain, v. 5, n. 1, p. 13-25, 1995.

GOLDMAN, C. A.; HOPPER, N. C. & OSBORN, J. G. Revïew of US ESCO industry market trends: an empirical anafysisof project data. In Energy Policy, n. 33, p. 691-704. [S.I.]: Elsevier, 2005.

GOMES, F.P. Curso de Estatística. 10a ed. São Paulo: Livraria Nobel. 438p 1982.

GONÇALVES, H., GRAÇA, J.M., Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal, Tipografia Peres, Lisboa-Portugal, 2004, disponível em: <http://www.energiasrenovaveis.com>

GOODRIDGE, J. Air Temperature fron 1916 - 1987 in California. Preprints Sixth Conference Appl. Climatology. Charleston, SC. 116 - 117p. 1989.

HANSEN, J.; Lebedeff, S. Global Trends Of Measured Surface Air Temperature. Juornal of Geophysics Research. 92(11): 13345 - 133472. 1987.

HARRINGTON, L., DAMNICS, M., Energy Labelling and Standards Programs troughout the World, The National Appliance and Equipment Energy Efficiency committee Australia, Edition 2.0, 2004, disponível em: <http://www.energyrating.gov.au>

HOREL, J.D.; Hahmann, A.N.; Geisler, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2(11), 1388 – 1403. 1989.

INSTITUTO CIDADANIA - IC. Diretrizes e Unhas de Ação para o Setor Elétrica Brasileiro. Coordenador: Luiz Pinguelli Rosa. Rio de Janeiro: IC, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. Sítio contendo informações sobre a atuação deste organismo. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso em 10 Set. 2010,

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. Devdoping Mechanisms for Promoting Demand-side Management and Energy Efficiency in Changing Electricity Businesses. Research Heport n. 3. Task VI of the International Energy Agency Demand-Side Management Programme. Final Version. Danderyd - Swe-den: IEA, Aug. 2000.

INTERNATIONALENERGY AGENCY. DEMAND-SIDE MANAGEMENT PROGRAMME. IEA-DSM. Sítio contendo estudos e propostas de ações em gerenciamento pelo lado da demanda. Disponível em: <http://dsm.iea.org/>. Acesso em 28 mar. 2007.

JANNUZZI, G. M., Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado, Editora Autores Associados, 2000, 116p.

JANNUZZI, G. M., POMPERMAYER, M.L., CARTAXO, E.F., Padrões de Uso Residencial de Eletricidade na Região Amazônica: exemplos das zonas urbana e rural, XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Águas de Lindóia - SP, 1999.

JANNUZZI, G. M., SWISHER, J.N.P.,Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis, Editora Autores Associados, 1997, 246p.

LEITE, A. D. A Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 528 p.

MANAUS ENERGIA, DADOS BÁSICOS ANUAIS de MERCADO – REALIZADO, Período 1980 a 2004, Departamento de Mercado, 2004a.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO ANUAL de OPERAÇÃO, MANAUS ENERGIA – 1998 a 2004, Divisão de Operação do Sistema, 1998 e 1999; Núcleo de Operação e Controle do Sistema, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO de ADMINISTRAÇÃO de 2004, 2004b.

\_\_\_\_\_. RELATÓRIO ESTATÍSTICO – DEZEMBRO DE 2004, Diretoria de Distribuição, 2004c.

MELLO, H. C. F. Setor Elétrico Brasileiro: Visão Política e Estratégica. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia). 2000. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro.

MENDES, N., WESTPHAL, F.S., LAMBERTS, R., CUNHA NETO, J.A.B., Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil, Revista “Ambiente Construído”

MENDONÇA, M.A.R., Gerenciamento pelo Lado da Demanda – Métodos Orieto, In Orieto e Incentivado, XV SNPTEE, Foz do Iguaçu - PR, 1999.

MENEZES, M.S., Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de Passo Fundo-RS, Universidade de Passo Fundo-UPF, 2006, 130p. Tese (Mestrado), disponível em: <http://www.ppgeng.upf.br>

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA- MME. Modelo Institucional do Setor Elétrico. Brasília-DF: MME, dez. 2003.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. Balanço de Energia Útil - BEU 2005. Ano-Base 2004. Brasília-DF: MME, 2005. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 2.dez. 2005.

OLIVEIRA, R.C.C., CIMBLERIS, BARCELLOS, A.C.P., PAIXÃO E SILVA, V.F., FARIAS, F.E.C., Análise das emissões de gases do efeito estufa por usinas termelétricas, XVIII SNPTEE (Grupo IX – Grupo de Estudo de Impactos Ambientais; Grupo de Trabalho de Mudanças Climáticas – GT - MC)

PRADO, T.G.F., MOREIRA, J.R., Metodologia para Incorporação das Externalidades Ambientais na Geração de Energia Elétrica no Processo Regulatório, USP-CENBIO, IV Congresso Brasileiro de Regulação, Manaus - AM, 2004.

PROCEL-EDIFICA - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA em EDIFICAÇÕES, Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, versão apresentada ao CGIEE (atualizada em 12/09/2007), 2006.

PROCEL-ELETROBRÁS, Informativo Eletrobrás do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Ano XVIII - Número 76 - Março de 2007;

\_\_\_\_\_. Informativo Eletrobrás do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Ano XIX - Número 79 - Julho de 2008;

REIS, L.B., FADIGAS, E.A.A., CARVALHO, C.E., Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável, Editora Manole, 2005, 415p.

RORIZ, M., GHISI, E., LAMBERTS, R., Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares, V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza, 1999.

ROSA, L. P.;TOLMASQUIM, M. T. & PIRES, J. C. L. A Reforma do Setor Elétrico no Brasil e no Mundo: Uma Visão Crítica. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1998.

SANTOS, B.C.G., LERER, R., BAITELO, R., Racionalização ou racionamento, artigo publicado no jornal "Valor Econômico", página A10, na edição de 30 de janeiro de 2008.

SCHAEFFER, R. Avaliação dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Desenvolvidos por Empresas Distribuidoras de Energia Elétrica no Ciclo T998/1999. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001, 1.996 p. e anexos.

SCHAEFFER, R. Energia é refém do jogo político. Entrevista à revista Brasil Energia, n° 284, julho.2004r p. 20-24.

SCHAEFFER, R. ef. alii. Avaliação dos índices de Eficiência Energética para Motores Trifásicos de Indução. Relatório final. Projeto conduzido pela CLASP, sob os auspícios da UN/DESA. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005.

SCHAEFFER, R. Leilão de Eficiência e Certificados Brancos. Workshop sobre Leilão de Eficiência Energética. Palestras. Rio de Janeiro: EPE, 2006.



SZKLO, A. S. & GELLER, H. S. Policy Options for Sustainable Energy Development. In *ürrazil:A Country Profile on Sustainable Energy Development*. Chapter9. Vienna: IAEA, 2006.

SENA, S.M., *Sistemas de condicionador de ar e refrigeração*, 1a edição, editado pelo, PROCEL, julho de 2002.

SILVA, J.G., *Introdução à Tecnologia de Refrigeração e da Climatização*, Artliber Editora, 2004, 219p.

SILVA, R.B., *Condicionador de ar*, Editora Grêmio Politécnico - USP, 1968, 276p.

SIMPSON, D., *Beyond 13 SEER*, artigo publicado na revista *APPLIANCE Magazine*, edição de abril, 2006.

SPALDING, E.C, *Tributos e Encargos no Setor Elétrico Brasileiro*, ABRACE, palestra ministrada no seminário “A visão do grande consumidor”, realizado no Rio de Janeiro, em 07 de junho de 2005, disponível em: <http://www.acendebrasil.com.br>  
Transição, 2006, disponível em: <http://www.clasponline.org> UFSC, 1996, 147p. Tese (Mestrado).

TOLMASQUIM, M. T. *O Leilão de Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Elétrico*. Workshop sobre Leilão de Eficiência Energética no Brasil. Palestras. Rio de Janeiro: EPE, 2006.

TOLMASQUIM, M. I; OLIVEIRA, R. G. & CAMPOS, A. F. *As Empresas do Setor Elétrico Brasileiro: Estratégias e Performance*. Rio de Janeiro: Cenergia, COPPE/UFRJ, 2002.

TOLMASQUIM, M. T.; SZKLO, A, S. (coordenadores). *A Matriz Energética Brasileira na virada do Milênio*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

VENTURINI, O. J. & PIRANI, M. J. *Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial*. Livro e manual técnicos feito pela EFFICIENT1A/FUPAI para o projeto PROCEL-INDÚSTRIA da Eletro-brás. Rio de Janeiro: Eletrobrás. 2005.

XENERGY. *United States Industrial Motor Systems Market Opportunities Assessment Prepared for the US DOE and Oak Ridge National Laboratory*. Massachusetts, dez. 1998.

ZIMMERMANN, M.P., *Eficiência Energética: um desafio estratégico para o MME*, Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético, palestra proferida no MME na apresentação do Plano Nacional de Energia 2030, em Brasília, 13 de julho de 2006, disponível em : [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)



## **ANEXOS**

## ANEXO I

### Disponibilidade de Geração

Fonte: Nota Técnica DMSE/SEE/MME Nº 016/2008 “Avaliação do Abastecimento de Energia Elétrica à Cidade de Manaus -

“Quadros do Período 2008 a 2012”

QUADRO 05 – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2008									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
Mês	Requisito Total		Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG
	Previsto	Realizado	UHE	UTE	TOTAL				
Janeiro	842	846	250	1.119	1.369	331	1.038	196	146
Fevereiro	844	852	250	1.119	1.369	469	900	56	6
Março	868	826	250	1.119	1.369	396	973	105	55
Abril	866	845	250	1.119	1.369	360	1.009	143	93
Maiο	875	831	250	1.119	1.369	261	1.108	233	183
Junho	885	868	250	1.119	1.369	261	1.108	224	174
Julho	897	908	250	1.119	1.369	320	1.049	153	103
Agosto	945	946	250	1.131	1.381	264	1.117	173	123
Setembro	964		250	1.131	1.381	264	1.117	154	104
Outubro	990		250	1.131	1.381	231	1.150	161	111
Novembro	994		250	1.131	1.381	215	1.166	172	122
Dezembro	959		250	1.131	1.381	220	1.161	202	152

Notas:

- As “Reduções e Restrições” incluem:
  - as perdas por depleção no reservatório da UHE Balbina;
  - a reserva para regulação do Sistema, na UHE Balbina;
  - as unidades geradoras paradas, para manutenção;
  - as restrições de transmissão;
  - as restrições operativas das unidades geradoras termelétricas, tais como a diminuição de potência, devido às condições de temperatura, vibrações e outras específicas das unidades.

## ANEXO II

QUADRO 07 – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2009									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
MÊS	REQUISITO TOTAL	Potência Instalada (Efetiva)			reduções e restrições (1)	disponível	saldo	perda maior UG	usinas reserva a óleo (2)
		UHE	UTE	TOTAL					
Janeiro	895	250	1.131	1.381	168	1.213	318	268	-
Fevereiro	897	250	1.131	1.381	222	1.159	262	212	-
Março	922	250	1.131	1.381	217	1.164	241	191	-
Abril	920	250	1.143	1.393	157	1.236	316	266	-
Maiο	930	250	1.143	1.393	172	1.221	291	241	-
Junho	940	250	1.143	1.393	186	1.207	266	216	-
Julho	953	250	1.143	1.393	195	1.198	245	195	-
Agosto	1.004	250	1.143	1.393	155	1.238	234	184	-
Setembro	1.024	250	1.143	1.393	140	1.253	230	180	-
Outubro	1.051	250	725	975	102	873	(179)	(229)	411,6
Novembro	1.056	250	725	975	140	873	(221)	(271)	411,6
Dezembro	1.019	250	725	975	130	873	(174)	(224)	411,6

1. As "Reduções e Restrições" são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.

2. Pode-se observar que, no último trimestre de 2009, as antigas unidades não convertidas para operação com GN, que utilizam combustível líquido, deverão ser despachadas. Essas unidades de reserva têm apresentado uma disponibilidade para operação da ordem de 39%, ou seja, 160 MW. Para que elas possam suportar o excedente de demanda, é preciso que elas sejam revisadas rigorosamente. Além disso, para que elas possam operar nesse período, não poderão ser desativadas nos meses anteriores, necessitando de quotas de combustível subsidiadas pela CCC.

3. Por outro lado, é preciso mencionar ainda que o fator de carga médio do Sistema Manaus relativamente alto, permanecendo a demanda em níveis muito elevados durante várias horas do dia, em decorrência, principalmente, da grande demanda industrial e do elevado nível de utilização de ar condicionado. (ver gráfico abaixo, correspondente ao dia de demanda máxima em 2007: 916,3 MW, às 21:00 horas de 21/11/2007).

## ANEXO III

QUADRO 11 – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2010 ( SEM A NOVA UTE 345 MW )									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
Mês	Requisito Total	Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG	Usinas Reserva a óleo (2)
		UHE	UTE	TOTAL					
Janeiro	945	250	725	975	116	859	(86)	(136)	411,6
Fevereiro	947	250	725	975	116	859	(88)	(138)	411,6
Março	974	250	725	975	111	864	(110)	(162)	411,6
Abril	972	250	725	975	111	864	(108)	(158)	411,6
Maiο	982	250	725	975	111	864	(118)	(168)	411,6
Junho	993	250	725	975	111	864	(129)	(179)	411,6
Julho	1.006	250	725	975	119	856	(156)	(206)	411,6
Agosto	1.060	250	725	975	125	850	(210)	(260)	411,6
Setembro	1.081	250	725	975	126	849	(232)	(282)	411,6
Outubro	1.110	250	725	975	126	849	(261)	(311)	411,6
Novembro	1.115	250	725	975	126	849	(266)	(316)	411,6
Dezembro	1.076	250	725	975	131	844	(232)	(282)	411,6

- As "Reduções e Restrições" são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.
- Verifica-se que as antigas unidades não convertidas para operação com GN, que utilizam combustível líquido, deverão ser despachadas o ano inteiro. Essas unidades de reserva têm apresentado uma disponibilidade para operação da ordem de 39%, ou seja, 160 MW. Para que elas possam suportar o excedente de demanda, é preciso que elas sejam revisadas rigorosamente. Além disso, para que elas possam operar nesse período, não poderão ser desativadas nos meses anteriores, necessitando de quotas de combustível subsidiadas pela CCC. De qualquer forma, haverá grandes riscos de racionamento, caso não se confirme a entrada da Nova UTE, pelo menos para atendimento do período de ocorrência de demandas máximas no Sistema de Manaus (último trimestre do ano)
- Por outro lado, é preciso mencionar ainda que o fator de carga médio do Sistema Manaus relativamente alto, permanecendo a demanda em níveis muito elevados durante várias horas do dia, em decorrência, principalmente, da grande demanda industrial e do elevado nível de utilização de ar condicionado. (ver gráfico abaixo, correspondente ao dia de demanda máxima em 2007: 916,3 MW, às 21:00 horas de 21/11/2007.



## ANEXO IV

QUADRO 11A – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2010 ( COM A NOVA UTE DE 345 MW - PRIMEIRA ETAPA - SEM CICLO COMBINADO)									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
Mês	Requisito Total	Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG	Usinas Reserva a Óleo (2)
		UHE	UTE	TOTAL					
Janeiro	945	250	725	975	116	859	(86)	(136)	411,6
Fevereiro	947	250	725	975	116	859	(88)	(138)	411,6
Março	974	250	725	975	111	864	(110)	(162)	411,6
Abril	972	250	725	975	111	864	(108)	(158)	411,6
Maio	982	250	725	975	111	864	(118)	(168)	411,6
Junho	993	250	725	975	111	864	(129)	(179)	411,6
Julho (4)	1.006	250	837	1.087	130	957	(49)	(150)	411,6
Agosto	1.060	250	837	1.087	136	951	(109)	(220)	411,6
Setembro	1.081	250	837	1.087	137	950	(131)	(242)	411,6
Outubro (4)	1.110	250	949	1.199	148	1.051	(59)	(160)	411,6
Novembro	1.115	250	949	1.199	148	1.051	(59)	(160)	411,6
Dezembro	1.076	250	949	1.199	153	1.046	(30)	(141)	411,6

1. As "Reduções e Restrições" são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.

2. Verifica-se que as antigas unidades não convertidas para operação com GN, que utilizam combustível líquido, deverão ser despachadas o ano inteiro. Essas unidades de reserva têm apresentado uma disponibilidade para operação da ordem de 39%, ou seja, 160 MW. Para que elas possam suportar o excedente de demanda, é preciso que elas sejam revisadas rigorosamente. Além disso, para que elas possam operar nesse período, não poderão ser desativadas nos meses anteriores, necessitando de quotas de combustível subsidiadas pela CCC. De qualquer forma, haverá grandes riscos de racionamento, caso não se confirme a entrada da Nova UTE, pelo menos, para atendimento do período de ocorrência de demandas máximas no Sistema de Manaus (último trimestre do ano)

3. Por outro lado, é preciso mencionar ainda que o fator de carga médio do Sistema Manaus relativamente alto, permanecendo a demanda em níveis muito elevados durante várias horas do dia, em decorrência, principalmente, da grande demanda industrial e do elevado nível de utilização de ar condicionado. (ver gráfico abaixo, correspondente ao dia de demanda máxima em 2007: 916,3 MW, às 21:00 horas de 21/11/2007).

4. Foi considerada a entrada da Nova UTE em ciclo simples, sendo uma unidade de 112 MW em julho e outra em outubro. Foi considerada ainda uma redução de 10% na potência a título de paradas para manutenção.

## ANEXO V

QUADRO 14 – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2011									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
( SEM A NOVA UTE 345 MW E SEM INTERLIGAÇÃO COM O SIN )									
Mês	Requisito Total	Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG	Usinas Reserva a Óleo (2)
		UHE	UTE	TOTAL					
Janeiro	996	250	725	975	113	862	(134)	(184)	411,6
Fevereiro	998	250	725	975	113	862	(136)	(186)	411,6
Março	1026	250	725	975	108	867	(160)	(210)	411,6
Abril	1024	250	725	975	108	867	(157)	(207)	411,6
Maiο	1034	250	725	975	108	867	(168)	(218)	411,6
Junho	1046	250	725	975	113	862	(184)	(234)	411,6
Julho	1060	250	725	975	121	854	(206)	(256)	411,6
Agosto	1117	250	725	975	126	849	(268)	(318)	411,6
Setembro	1.139	250	725	975	126	849	(290)	(340)	411,6
Outubro	1.170	250	725	975	126	849	(321)	(371)	411,6
Novembro	1.175	250	725	975	126	849	(326)	(376)	411,6
Dezembro	1.133	250	725	975	131	844	(290)	(340)	411,6

1. As “Reduções e Restrições” são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.

2. Verifica-se que as antigas unidades não convertidas para operação com GN, que utilizam combustível líquido, deverão ser despachadas o ano inteiro. Essas unidades de reserva têm apresentado uma disponibilidade para operação da ordem de 39%, ou seja, 160 MW. Para que elas possam suportar o excedente de demanda, é preciso que elas sejam revisadas rigorosamente. Além disso, para que elas possam operar nesse período, não poderão ser desativadas nos meses anteriores, necessitando de quotas de combustível subsidiadas pela CCC. De qualquer forma, haverá grandes riscos de racionamento durante todo o ano, caso não se confirme a entrada da Nova UTE, em 2010.

3. Por outro lado, é preciso mencionar ainda que o fator de carga médio do Sistema Manaus relativamente alto, permanecendo a demanda em níveis muito elevados durante várias horas do dia, em decorrência, principalmente, da grande demanda industrial e do elevado nível de utilização de ar condicionado. (ver gráfico abaixo, correspondente ao dia de demanda máxima em 2007: 916,3 MW, às 21:00 horas de 21/11/2007.



## ANEXO VI

QUADRO 14A – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2011									
( COM A NOVA UTE - SEM CICLO COMBINADO, ATÉ JULHO/2011 E COM CICLO COMBINADO A PARTIR DESSE MÊS – INTERLIGAÇÃO COM O SIN EM OUTUBRO/2011. A PARTIR DE NOVEMBRO/2011 A OPERAÇÃO DO PARQUE GERADOR DE MANAUS PASSA A SER CONTROLADA PELO ONS).									
BALANÇO DA DEMANDA (MW)									
Mês	Requisito Total	Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG	Usinas Reserva a óleo
		UHE	UTE	TOTAL					
Janeiro	996	250	949	1.199	135	1.064	68	(33)	411,6
Fevereiro	998	250	949	1.199	135	1.064	64	(37)	411,6
Março	1.026	250	949	1.199	130	1.069	43	(58)	411,6
Abril	1.024	250	949	1.199	130	1.069	45	(56)	411,6
Maiο	1.034	250	949	1.199	130	1.069	35	(66)	411,6
Junho	1.046	250	949	1.199	135	1.064	18	(83)	411,6
Julho (4)	1.060	250	1.070	1.320	155	1.165	105	(67)	411,6
Agosto	1.117	250	1.070	1.320	160	1.160	43	(129)	411,6
Setembro	1.139	250	1.070	1.320	160	1.160	21	(151)	411,6
Outubro	1.170	250	1.070	1.320	160	1.160	(10)	(182)	411,6
INTERLIGAÇÃO AO SIN									SIN
Novembro	1.175	250	1.070	1.320	160	1.160	(15)		15
Dezembro	1.133	250	1.070	1.320	165	1.165	32		0

1. As "Reduções e Restrições" são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.
2. Verifica-se que as antigas unidades não convertidas para operação com gás natural, que utilizam combustível líquido, deverão ser despachadas, caso haja perda da maior unidade geradora. Essas unidades de reserva têm apresentado uma disponibilidade para operação da ordem de 39%, ou seja, 160 MW. Para que elas possam suportar o excedente de demanda, é preciso que elas sejam revisadas rigorosamente. Além disso, para que elas possam operar nesse período, não poderão ser desativadas nos meses anteriores, necessitando de quotas de combustível subsidiadas pela CCC. De qualquer forma, haverá grandes riscos de racionamento, caso não se viabilize a entrada da Nova UTE, em 2010.
3. Por outro lado, é preciso mencionar ainda que o fator de carga médio do Sistema Manaus relativamente alto, permanecendo a demanda em níveis muito elevados durante várias horas do dia, em decorrência, principalmente, da grande demanda industrial e do elevado nível de utilização de ar condicionado. (ver gráfico abaixo, correspondente ao dia de demanda máxima em 2007: 916,3 MW, às 21:00 horas de 21/11/2007).
4. Foi considerada a entrada da Nova UTE em ciclo simples, sendo uma unidade de 112 MW, em julho de 2010 e outra em outubro de 2010. A partir de julho de 2011, a Nova UTE passa a operar em ciclo combinado. Foi considerada ainda uma redução de 10% na potência a título de paradas para manutenção.
5. Considerando que o leilão do Sistema de Interligação de Manaus com o SIN foi realizado no dia 27/06/2008, que os contratos sejam assinados em outubro/2008 e o prazo de implantação dos empreendimentos seja de 36 meses, prevê-se a energização da interligação em novembro/2011.

## ANEXO VII

QUADRO 15 – CONDIÇÕES DE ATENDIMENTO – ANO 2012 (SEM A NOVA UTE DE 345 MW E SEM A INTERLIGAÇÃO COM O SIN)								
BALANÇO DA DEMANDA (MW)								
Mês	Requisito Total	Potência Instalada (Efetiva)			Reduções e Restrições (1)	Disponível	Saldo	Perda Maior UG
		UHE	UTE	TOTAL				
Janeiro	1.074	250	725	975	117	858	(216)	(266)
Fevereiro	1.073	250	725	975	117	858	(215)	(265)
Março	1.100	250	725	975	113	862	(238)	(288)
Abril	1.094	250	725	975	113	862	(232)	(282)
Maiο	1.101	250	725	975	113	862	(240)	(290)
Junho	1.110	250	725	975	113	862	(248)	(298)
Julho	1.122	250	725	975	121	854	(268)	(318)
Agosto	1.178	250	725	975	126	849	(329)	(379)
Setembro	1.197	250	725	975	126	849	(349)	(399)
Outubro	1.226	250	725	975	126	849	(377)	(427)
Novembro	1.228	250	725	975	126	849	(379)	(429)
Dezembro	1.180	250	725	975	131	844	(337)	(387)

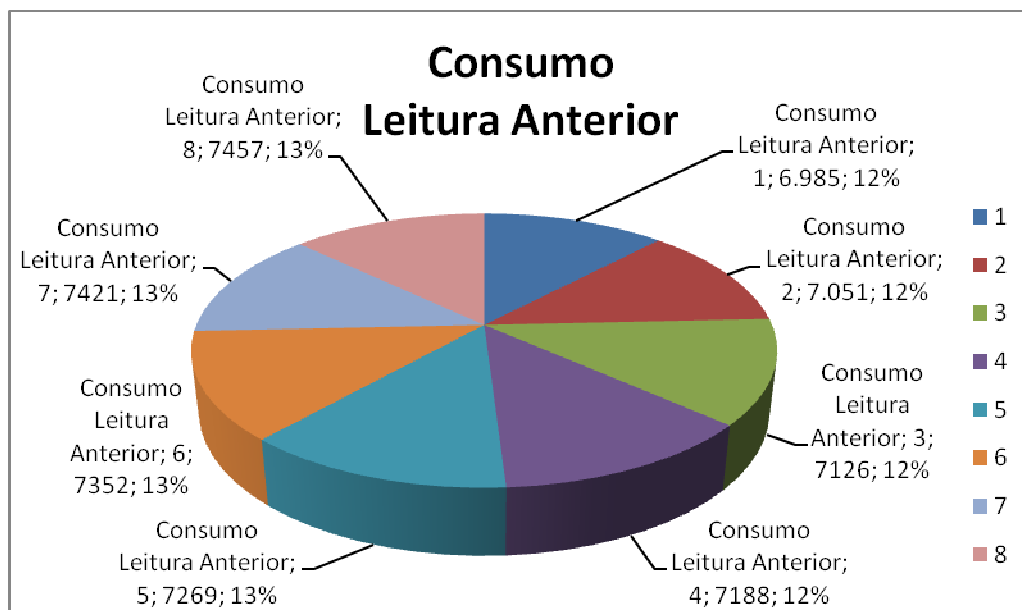
1. As "Reduções e Restrições" são as mesmas indicadas na Nota 1 do Quadro 05, referente a 2008.

2. Caso não fosse adquirida uma nova UTE de 345 MW e não fosse concluída a interligação com SIN, mesmo considerando que as antigas unidades não convertidas para operação com gás natural, que utilizam combustível líquido, permanecessem como reserva de geração, a situação seria de desabastecimento grave.

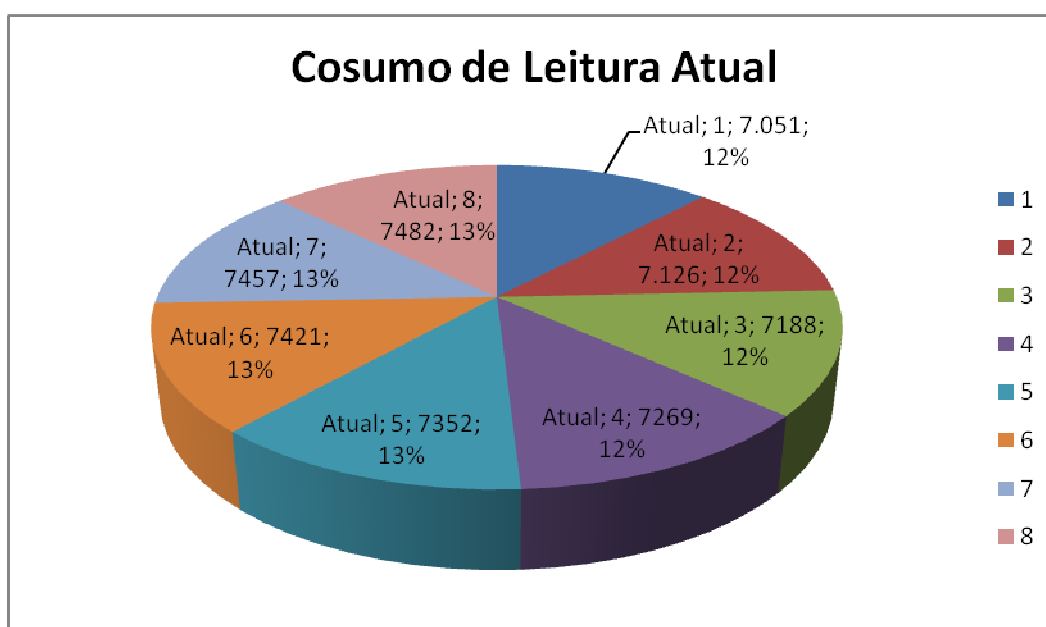
Fonte: Eletrobrás, (2010).



## ANEXO VIII

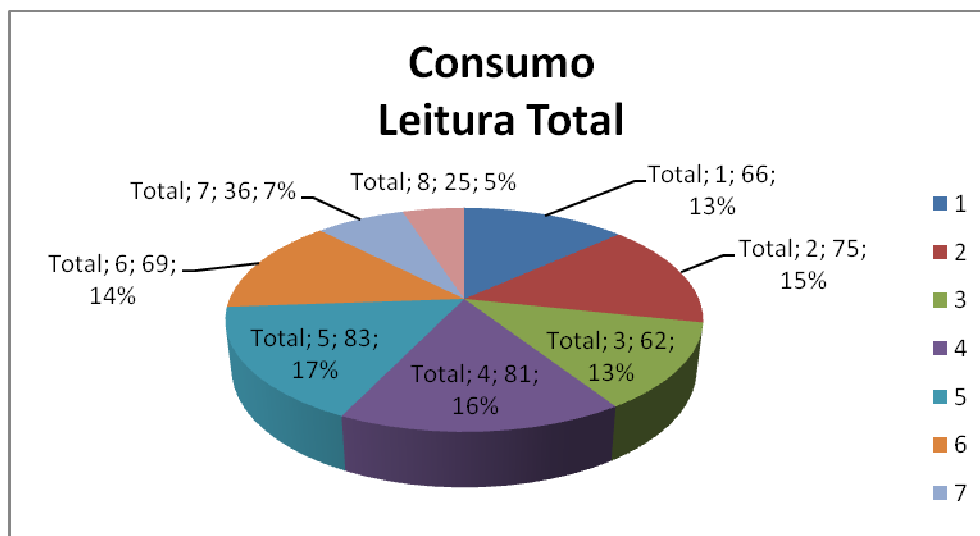


**Figura 5.13:** Consumo de Leitura Anterior  
**Fonte:** IBT, (2010).

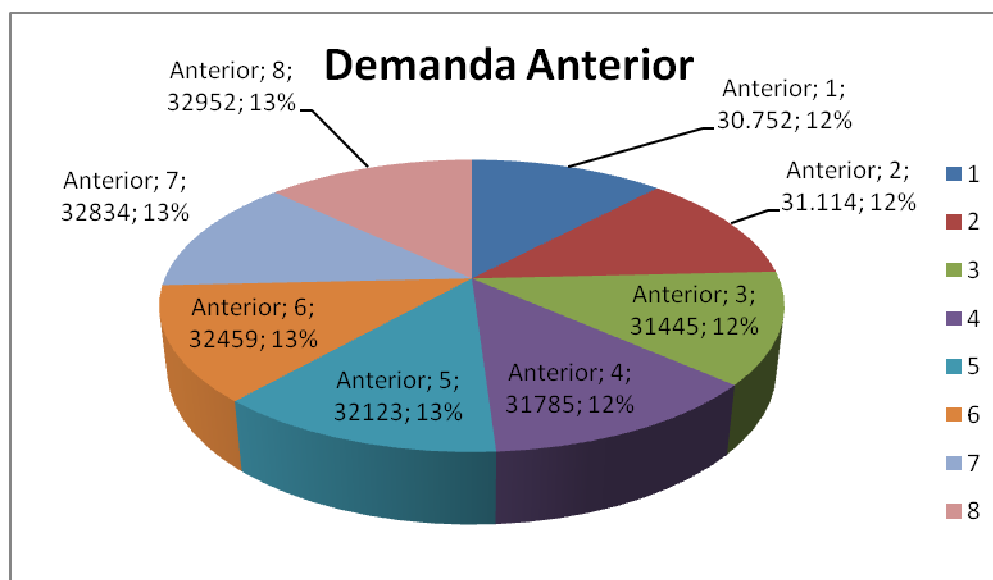


**Figura 5.14:** Consumo de Leitura Atual  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO IX

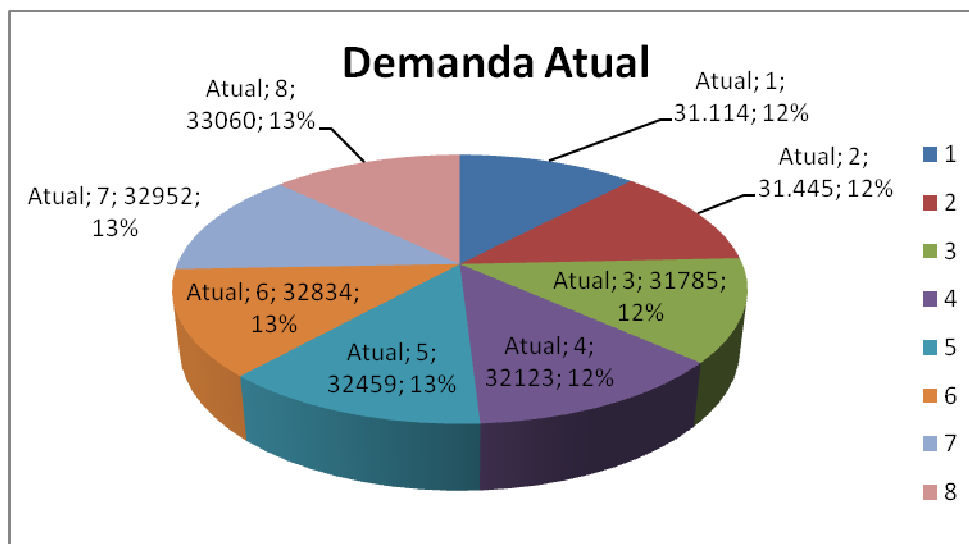


**Figura 5.15:** Consumo de Leitura Total  
**Fonte:** IBT, (2010).

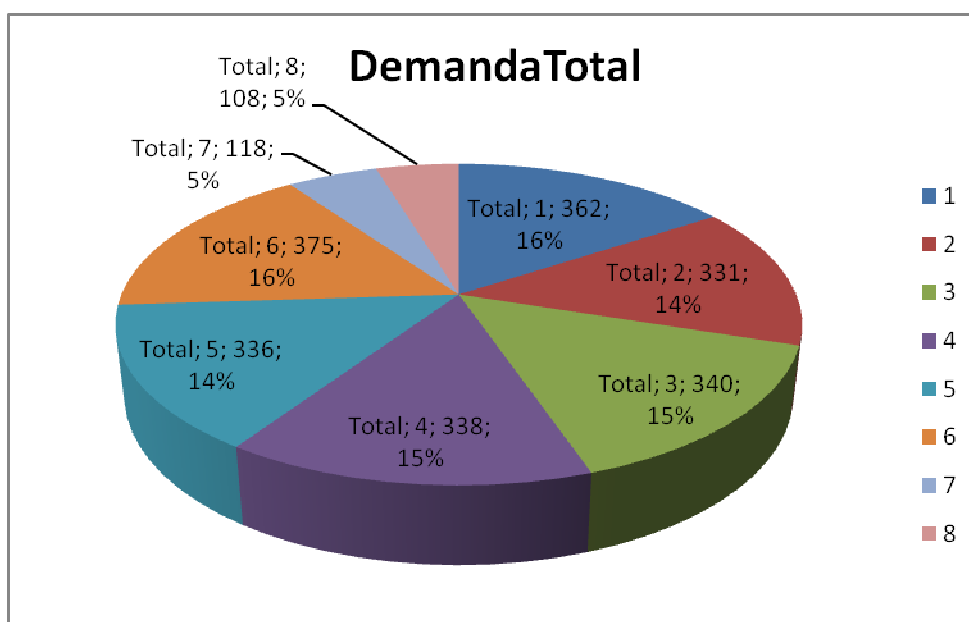


**Figura 5.16:** Demanda Anterior  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO X

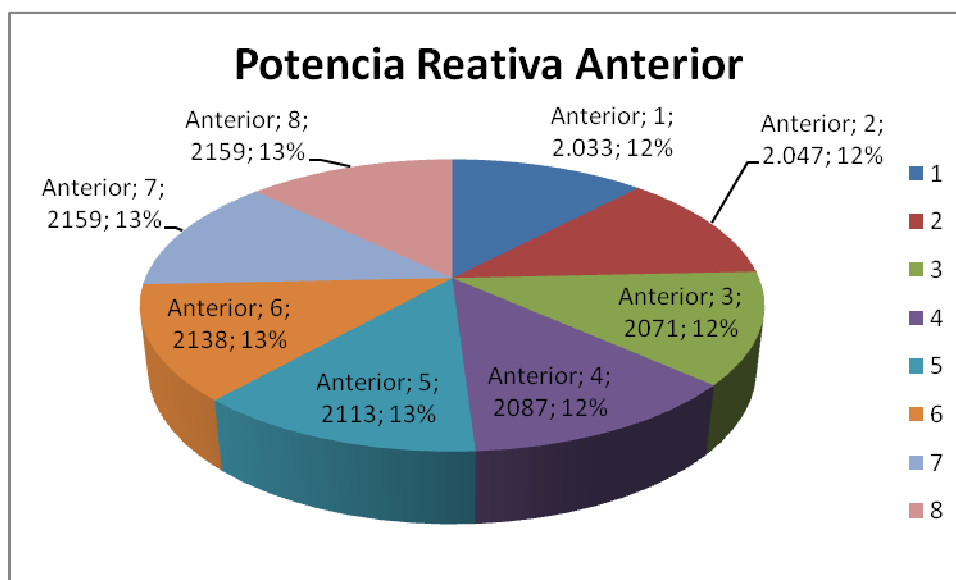


**Figura 5.17:** Demanda Atual  
**Fonte:** IBT, (2010).

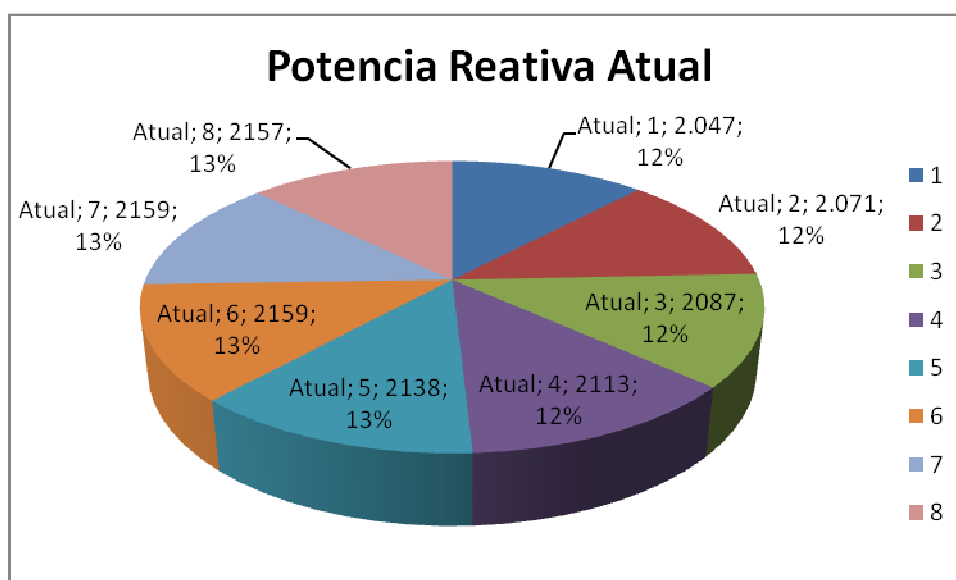


**Figura 5.18:** Demanda Total  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO XI

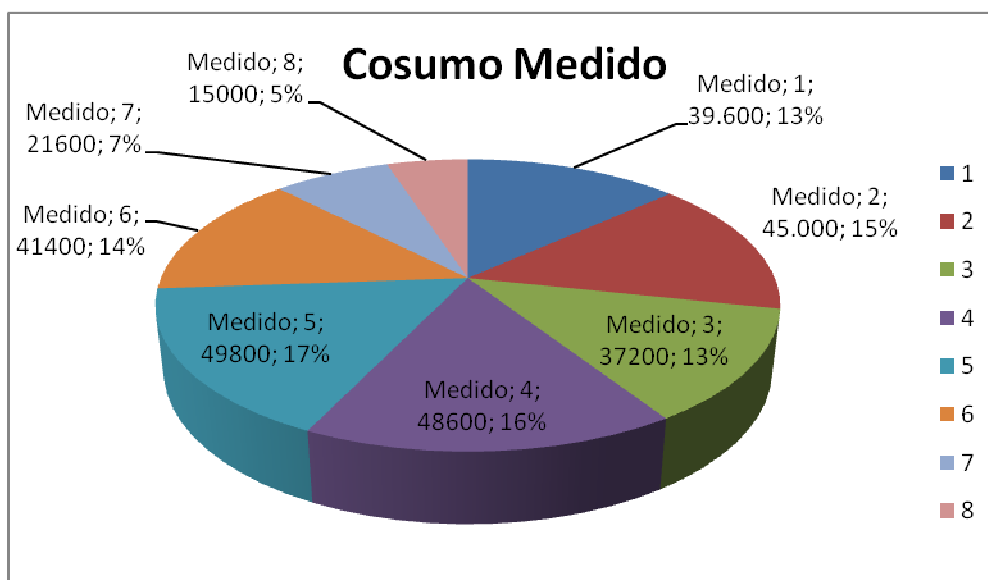


**Figura 5.19:** Potencia Reativa Anterior  
**Fonte:** IBT, (2010).

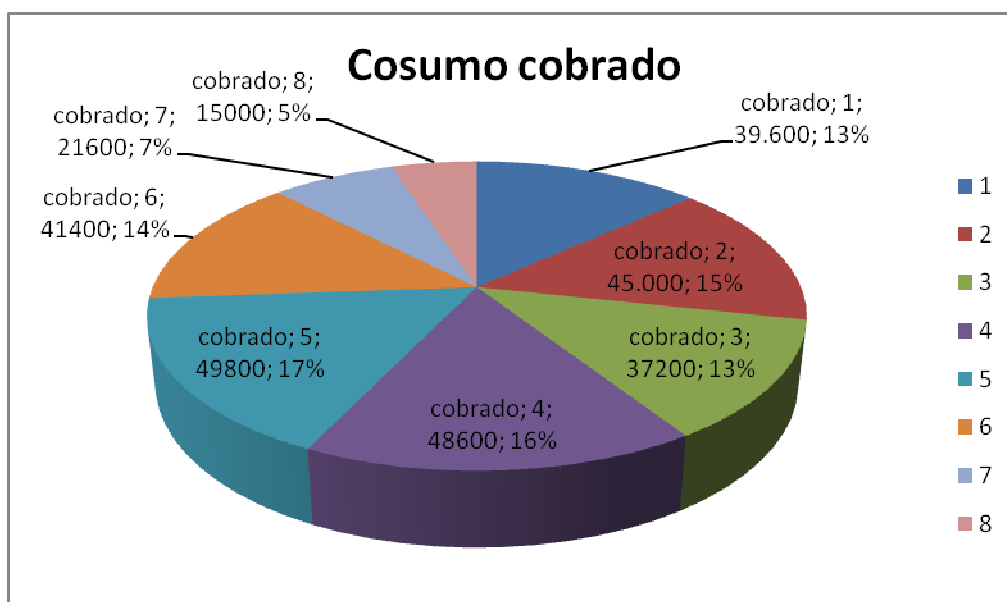


**Figura 5.20:** Potencia Reativa Atual  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO XII

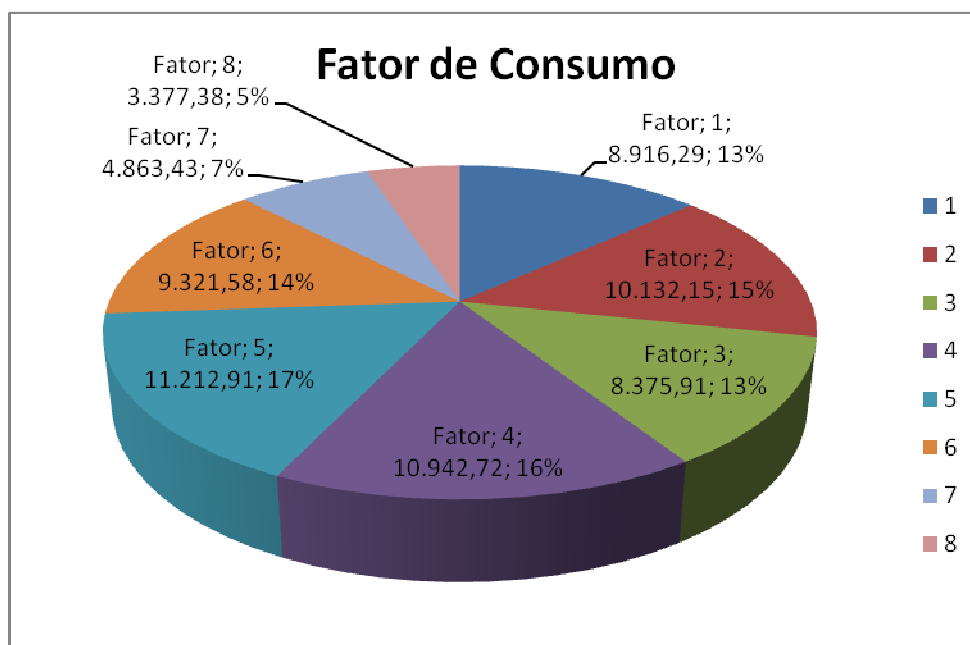


**Figura 5.21:** Consumo Medido  
**Fonte:** IBT, (2010).

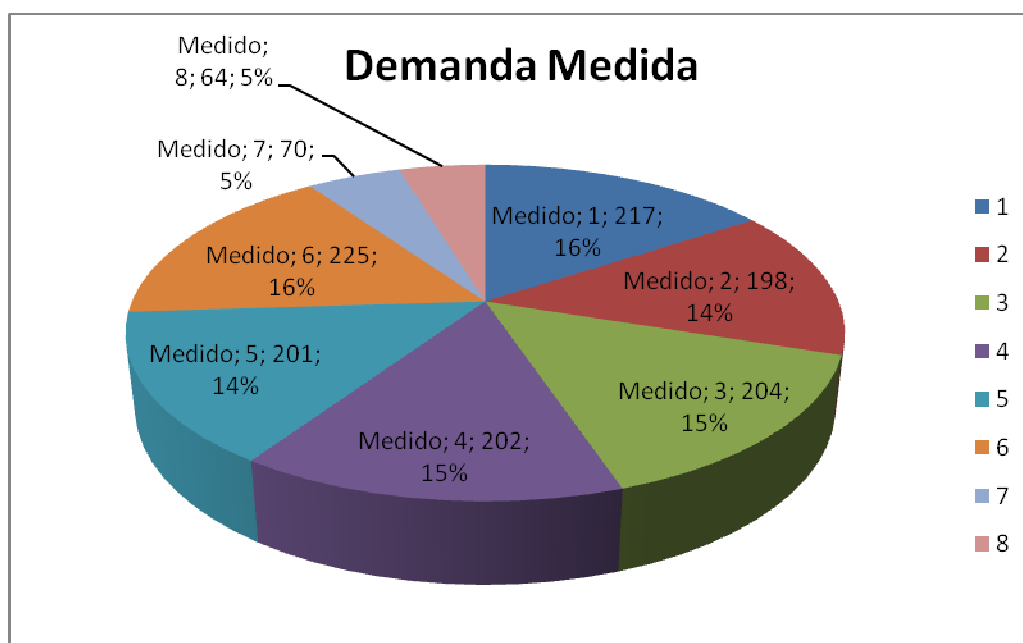


**Figura 5.22:** Consumo Cobrado  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO XIII

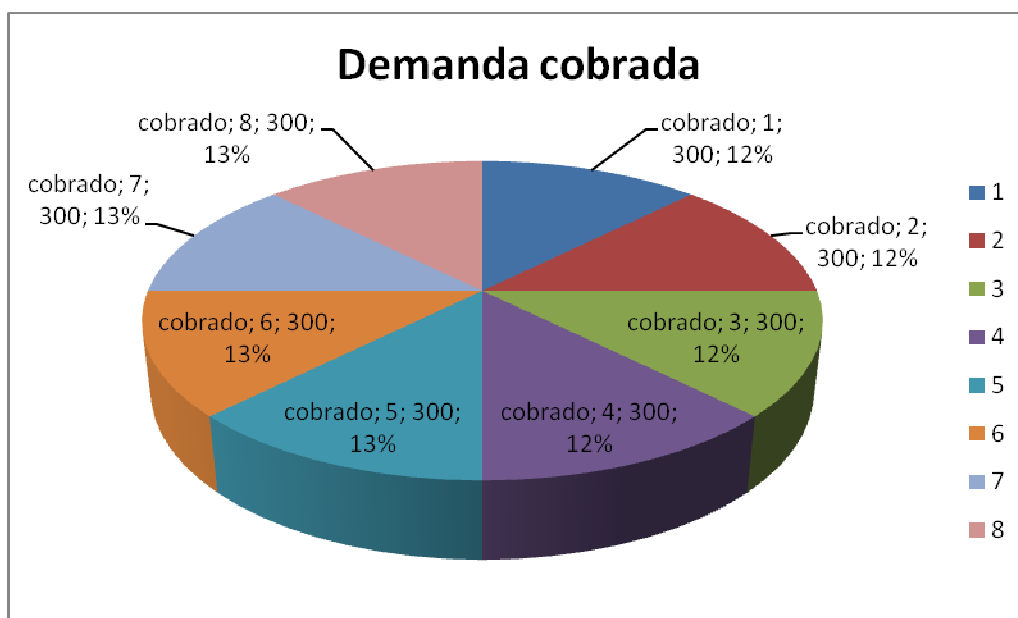


**Figura 5.23:** Fator de Consumo  
**Fonte:** IBT, (2010).

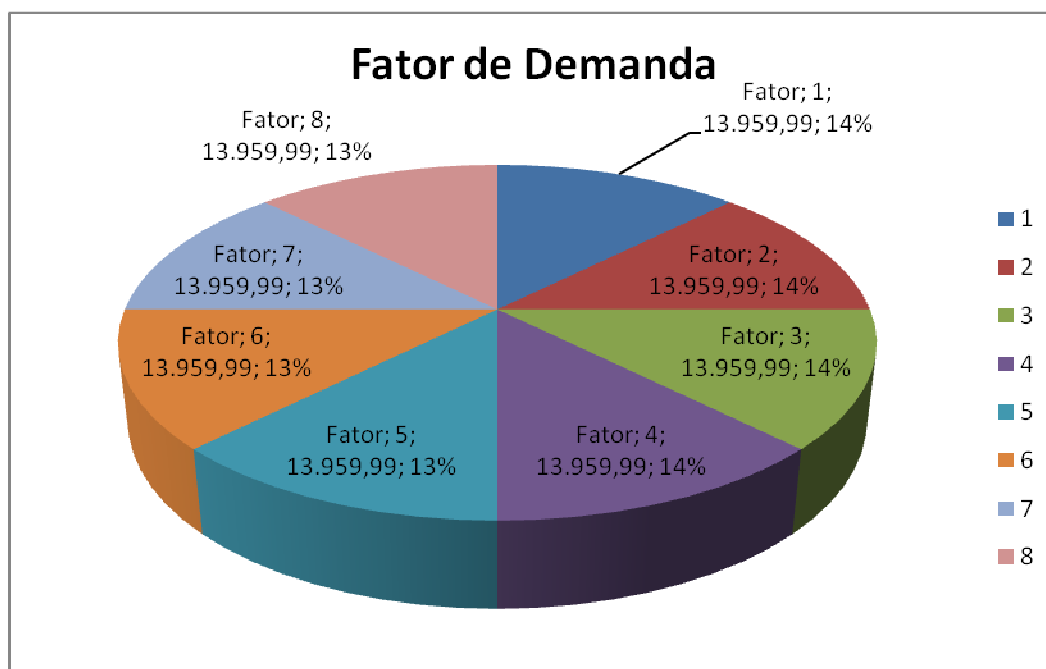


**Figura 5.24:** Demanda Medida  
**Fonte:** IBT, (2010).

## ANEXO IV



**Figura 5.25:** Demanda Cobrada  
**Fonte:** IBT, (2010)

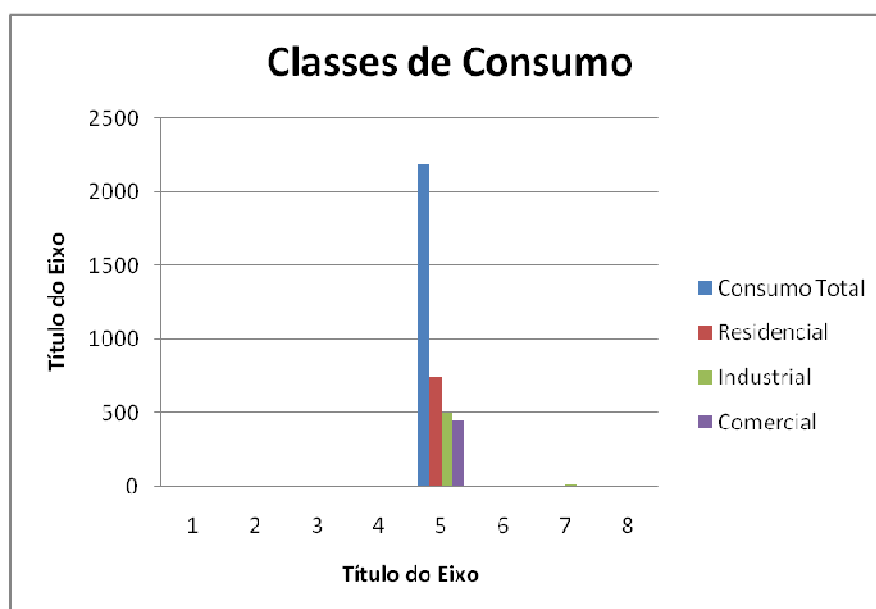


**Figura 5.26:** Fator de Demanda  
**Fonte:** IBT, (2010)

## **APÊNDICES**

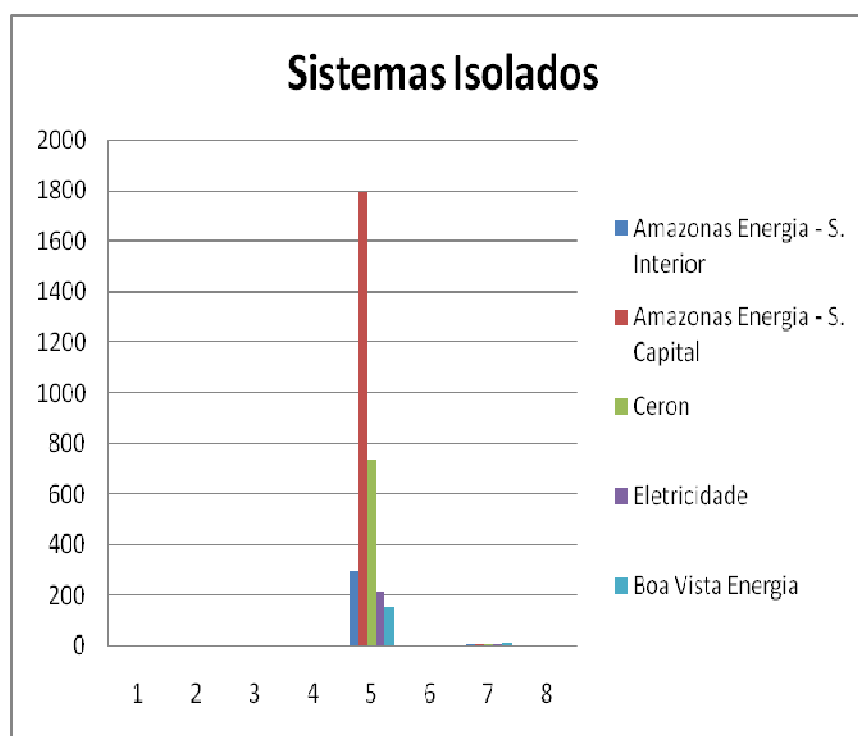


## APÊNDICE A



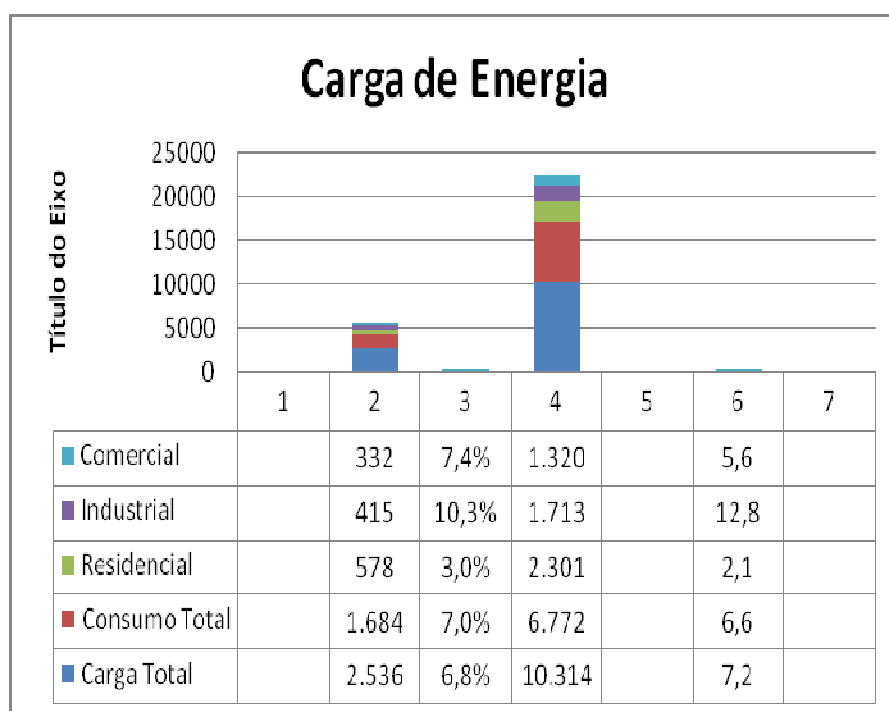
**Figura 3.15:** Classes de Consumo de Energia 3º trimestre de 2009.  
**Fonte:** IBT, (2010).

## APÊNDICE B



**Figura 3.16:** Sistemas Isolados Comportamento de Carga Própria (GWh)  
**Fonte:** IBT, (2010).

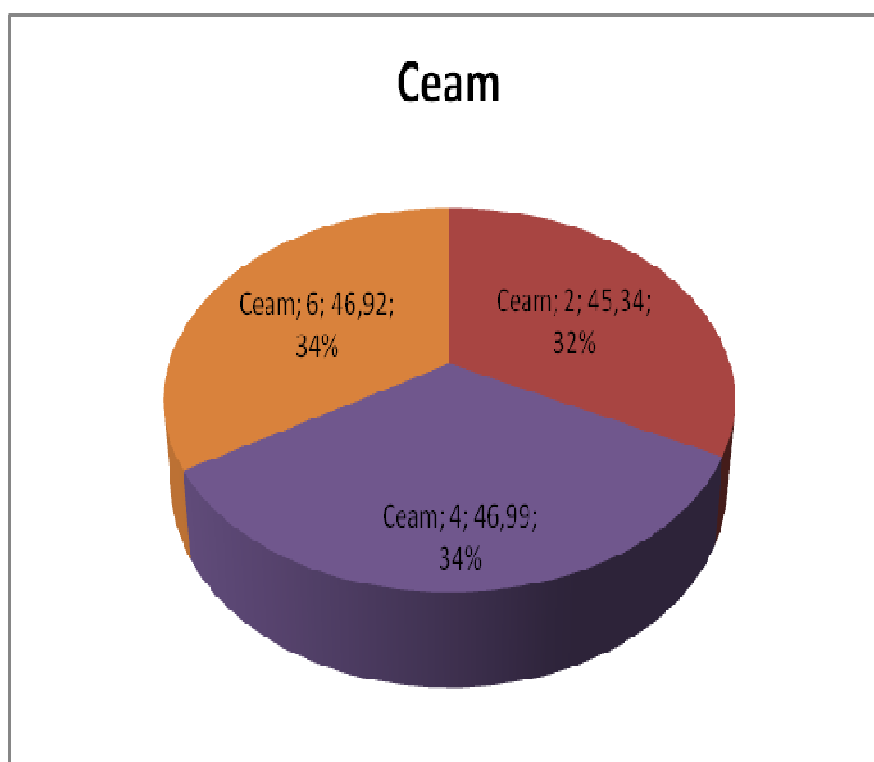
## APÊNDICE C



**Figura 3.17:** Carga de Energia 1º trimestre de 2009.

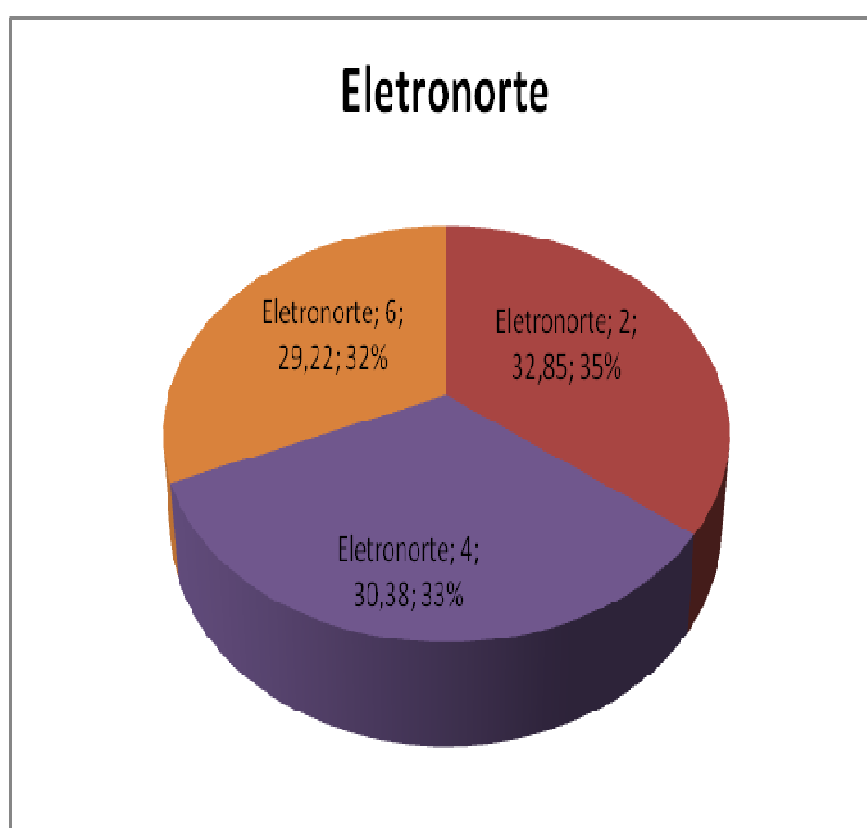
**Fonte:** IBT, (2010).

## APÊNDICE D



**Figura 3.18:** Carga de Energia – Ceam (GWh)  
**Fonte:** IBT, (2010).

## APÊNDICE E



**Figura 3.19:** Carga de Energia – Eletronorte (GWh)  
**Fonte:** IBT, (2010).