

Diagnóstico de Eficiência Energética em Unidades de Ensino Público

LEÔNIDAS LEÃO BORGES

**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica**

Diagnóstico de Eficiência Energética em Unidades de Ensino Público

LEÔNIDAS LEÃO BORGES

**Campina Grande, Paraíba
1997**

LEÔNIDAS LEÃO BORGES

Diagnóstico de Eficiência Energética em Unidades de Ensino Público

Dissertação submetida ao corpo docente da Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Moema Soares de Castro, Dr.

Orientadora

Campina Grande - Paraíba - Brasil

© Leônidas Leão Borges, 1997



8732d

Borges, Leonidas Leao.

Diagnostico de eficiencia energetica em unidades de ensino publico / Leonidas Leao Borges. - Campina Grande, 1996.

90 p. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Eletrica) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Energia Eletrica - Consumo. 2. Planejamento Energetico. 3. Energia - Fontes Alternativas. 4. Dissertacao. I. Castro, Moema Soares de , Dra. II. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB). III. Titulo

CDU 621.311(043)

**DIAGNÓSTICO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UNIDADES DE ENSINO
PÚBLICO**

LEÔNIDAS LEÃO BORGES

Dissertação Aprovada em 16.12.1996

Moema Soares de Castro
PROF. MOEMA SOARES DE CASTRO, Dra., UFPB
Orientadora

Benemar Alencar
PROF. BENEMAR ALENCAR DE SOUZA, D.Sc., UFPB
Componente da Banca

Benedito Antonio Luciano
PROF. BENEDITO ANTONIO LUCIANO, D.Sc., UFPB
Componente da Banca

Saidel
PROF. MARCOS ANTONIO SAIDEL, Dr., USP
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB
Dezembro - 1996

Agradecimentos

A professora Moema Soares de Castro, pela orientação durante realização do curso.

Aos professores da Coordenadoria de Eletrotécnica da ETFAL, pelo incentivo.

Aos professores James Sidney Freitas de Carvalho, Magno José Gomes da Silva e Hilma Rejane Alves de Oliveira Ramos, pela amizade, incentivo, estímulo e colaboração durante o desenvolvimento deste trabalho.

A minha amiga Cida, pelo incentivo e colaboração.

Aos demais professores, funcionários e amigos da ETFAL e UFPB.

Este trabalho teve apoio financeiro da CAPES.

RESUMO

O consumo de energia elétrica assume um papel de destaque na sociedade moderna, que cada vez mais está atenta à escassez de recursos energéticos, financeiros e à preservação do meio ambiente. Surge então a necessidade de um novo tipo de planejamento energético, associado aos conceitos de racionalização da oferta, da demanda e do uso da energia com qualidade.

Dentro deste panorama e diante da necessidade de se conhecer o consumo de energia elétrica nos diversos setores da sociedade, direcionamos este trabalho a instituições de ensino público, tomando como referência a Universidade Federal da Paraíba, mais especificamente o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) e a Escola Técnica Federal de Alagoas (ETFAL).

Elaborou-se um diagnóstico energético das duas instituições com o objetivo de se obter o perfil de consumo de energia elétrica destas instituições e racionalizar seu uso, visando à redução do consumo e custos de energia elétrica. Para tanto, procedeu-se um levantamento detalhado de todas as cargas elétricas instaladas em ambas as instituições, considerando-se ainda os horários e regimes de

funcionamento. A partir dos dados, foram feitos estudos visando minimizar o consumo de energia elétrica.

Finalmente, apresentamos propostas de racionalização na utilização de energia elétrica nos itens: iluminação, conforto térmico e equipamentos, sem que sejam modificadas as atividades desenvolvidas, mantendo os mesmos níveis de segurança e conforto.

ABSTRACT

Electrical energy consumption has assumed a prominence role in modern society which is more and more attentive to the questions related to the shortage of financial resources as well as to environmental preservation. Hence it has emerged the necessity of a new kind of energetic planning associated with rationalization concepts of offer, demand and use of energy with quality.

Within this scenery and before the requirement of being known the electrical energy consumption in the several sectors of society, we have guided the present paper to public institutions of schooling taking as reference Universidade Federal da Paraíba (UFPB), more specifically the Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) and the Escola Técnica Federal de Alagoas (ETFAL).

With the purpose of getting an outline of electrical energy consumption of that kind of institution and rationalize its use aiming consumption and cost reduction of electrical energy, we have developed an energetic diagnosis of both institutions. For that we have proceeded a detailed survey of all power charges installed in both institutions, also considering the schedules and working rules. Based on data, studies were done with the purpose of minimizing electrical energy consumption.

In conclusion we have presented rationalization proposals in the use of electrical energy considering the following items: lighting, thermal comfort and equipments, without modification of the activities and keeping up the same levels of security and confort.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	1
1.1 <i>Introdução</i>	1
1.2 <i>Iniciativas em Alternativas Energéticas</i>	2
1.3 <i>Objetivos</i>	9
CAPÍTULO II	11
BASE CONCEITUAL.....	11
2.1 <i>Fornecimento e Faturamento de Energia</i>	11
2.2 <i>Fator de Potência</i>	13
2.3 <i>Fator de Carga</i>	16
2.4 <i>Motores Elétricos</i>	17
2.5 <i>Transformadores</i>	19
2.6 <i>Iluminação</i>	20
CAPÍTULO III	27
INSTRUMENTOS E MÉTODOS.....	27
3.1 <i>Introdução</i>	27
3.2 <i>Levantamento de Dados de Cargas</i>	28
CAPÍTULO IV	34
PERFIL DAS INSTITUIÇÕES.....	34
4.1 <i>Centro de Ciências Biológicas e da Saúde</i>	34
4.2 <i>Escola Técnica Federal de Alagoas</i>	36
CAPÍTULO V	40
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5.1 <i>Introdução</i>	40
5.2 <i>Auditoria Energética no CCBS</i>	40
5.3 <i>Auditoria Energética na Escola Técnica Federal de Alagoas</i>	65
5.4 <i>Análise Comparativa</i>	82
CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	88
APÊNDICES	91

LISTA DE FIGURAS

2.1	Tipos de motores	18
2.2	Tipos de lâmpadas	22
3.1	Planilha de dados	31
5.1	Gráfico do perfil de consumo do CCBS obtido das faturas de energia elétrica	42
5.2	Distribuição de consumo do CCBS por setor	44
5.3	Curva de carga diária do CCBS	56
5.4	Perfil das tensões por fase do CCBS	59
5.5	Perfil das correntes por fase do CCBS	59
5.6	Gráfico do perfil de consumo da ETFAL obtido das faturas de energia elétrica	65
5.7	Distribuição do consumo da ETFAL por setor	67
5.8	Curva de carga da ETFAL	67
5.9	Evolução do fator de potência da ETFAL	71
5.10	Curva de carga da UFV	83
5.11	Distribuição de consumo por setor da UFV	83

LISTA DE TABELAS

3.1	Equipamentos utilizados nas medições	32
4.1	Relação dos professores e alunos do CCBS	35
4.2	Relação dos setores do CCBS	35
4.3	Relação dos funcionários da ETFAL	37
4.4	Relação de alunos por curso da ETFAL	37
4.5	Relação de setores da ETFAL	38
5.1	Histórico das faturas de energia elétrica do CCBS	41
5.2	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo iluminação	45
5.3	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo iluminação	46
5.4	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo iluminação	47
5.5	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo conforto térmico	48
5.6	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo equipamentos	49
5.7	Levantamento de cargas do CCBS: setor de consumo outros	50
5.8	Sistematização dos dados setor iluminação	51

5.9	Sistematização dos dados setor conforto térmico	52
5.10	Sistematização dos dados setor equipamentos	53
5.11	Sistematização dos dados setor outros	54
5.12	Demanda diária do CCBS	55
5.13	Redução de consumo obtido com a troca de lâmpadas e reatores no CCBS	62
5.14	Redução com a troca de lâmpadas incandescentes no CCBS	62
5.15	Potência instalada do sistema de refrigeração do CCBS	63
5.16	Histórico das faturas de energia da ETFAL	65
5.17	Histórico da utilização do transformador da ETFAL	70
5.18	Quadro comparativo das opções tarifárias	77
5.19	Redução de consumo obtido com a troca de lâmpadas e reatores no ETFAL	79
5.20	Potencial de economia do sistema de refrigeração da ETFAL	81

CAPÍTULO I

Conservação de Energia

1.1 Introdução

A utilização do termo “conservação de energia” surgiu, de uma forma fortalecida, a partir da crise de petróleo nos anos 70. Até então, no Brasil, o conceito de “conservação de energia” ainda estava associado apenas à lei física que enuncia o **1º Princípio da Termodinâmica**. Hoje esse vocábulo envolve uma conceituação mais abrangente.

Segundo La Rovere (1980) esta conceituação mais abrangente envolve:

“a) A diminuição da quantidade de energia primária necessária para propiciar o consumo de um mesmo nível de energia útil;

b) A construção de um estilo de desenvolvimento que implique em um perfil mais baixo de demanda de energia útil, para um mesmo dado padrão de satisfação das necessidades sociais.”

atenção às formas alternativas de energia, renováveis ou não, que pudessem ser produzidas internamente.

Entre as possibilidades, algumas se destacaram como: a possibilidade de se abrir a exploração de petróleo às empresas estrangeiras através de contratos de riscos, a substituição do petróleo pelo álcool, principalmente no setor de transportes e indústria química, e a utilização da energia nuclear.

1.2.1 Programa Nacional do Álcool

A energia de biomassas, em especial o álcool etílico, já era produzido no país a partir da cana-de-açúcar, embora do ponto de vista energético contasse com pouca atenção até a década de 70.

O setor açucareiro dispunha de uma estrutura agro-industrial bem montada e desenvolvida em algumas regiões do país, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, com os empresários do setor organizados e contando com razoável força política.

A crise do açúcar no mercado internacional, em 1974/75, aliada às possibilidades de abertura de um mercado promissor, levaram os empresários a impor o álcool como sendo a melhor opção energética. Assim, foi elaborada uma política de substituição energética apoiada no etanol, através do **Programa Nacional do Álcool (PNA)**, instituído oficialmente pelo governo, mediante o Decreto nº 76.593, em 14 de novembro de 1975, vindo a ser posteriormente modificado pelo Decreto nº 80.762 de 1977.

Até então não havia interesse da indústria do açúcar na produção de álcool, sendo o mesmo considerado subproduto da cana, não existindo uma participação relevante dentro do cenário nacional, excetuando-se a indústria de bebidas, de perfumaria e farmacêutica.

Outros produtos como a mandioca ou o babaçu, também poderiam vir a ser aproveitados para a obtenção do etanol, porém como não existia participação relevante dentro do cenário histórico, sua produção ficou restrita a pesquisas.

O PNA se apresentou como uma resposta institucional à crise energética, ao mesmo tempo que tentava resolver o problema do setor sucro-alcooleiro que a partir daí retomou seu ritmo de produção agora produzindo prioritariamente o álcool, em vez de açúcar.

1.2.2 O Programa Nuclear Brasileiro

A opção pela geração da energia nuclear, iniciou-se com a construção do primeiro reator nuclear de potência, Angra I, no início dos anos 70. A estrutura do parque nuclear iria desde à construção da central, até o processamento do combustível nuclear, passando pela fabricação dos equipamentos. Essa estrutura originou-se do Acordo Nuclear com a Alemanha, em 1975.

Esse complexo abrangeria a prospecção e mineração do urânio, passando pelo beneficiamento, enriquecimento e fabricação do elemento combustível. Previam-se também o reprocessamento do combustível irradiado para aproveitar o resto do urânio e o plutônio gerado no reator.

Segundo Goldemberg (1978), a explicação para a opção da energia nuclear, estaria na:

- importância militar, mesmo quando não se pretende usá-la deliberadamente na construção de armas;
- alta sofisticação embutida nessa tecnologia, apresentando-a como a forma de energia do futuro.

Hoje, há apenas dois reatores construídos (Angra I e Angra II). Foram construídas as fábricas de componentes pesados (NUCLEP , Itaguaí) e de combustível (Resende), que estão com capacidade ociosa. O processo de enriquecimento comprado da Alemanha (Jet Nozzle) não se viabilizou, havendo êxito somente na prospecção do urânio, segundo Rosa (1988), que ampliou as reservas brasileiras de 14.000 toneladas para cerca de 300.000 toneladas.

O quadro descrito indica que o programa nuclear brasileiro está praticamente desativado, havendo um complexo industrial e uma grande empresa de engenharia (NUCLEN) no âmbito da Nuclebrás, sem projeto definido.

Através de exemplos como esses dois programas, percebemos que o setor energético no Brasil, na segunda metade da década de 70, foi duramente marcado por servir de instrumento político, com o Estado estabelecendo níveis de investimentos sempre baseados em cenários normativos e planos de desenvolvimento.

A indefinição política e a dependência energética provinda da homogeneização da matriz energética, colocava o Brasil sempre a mercê de fatores adversos que terminavam impedindo o crescimento do setor produtivo do país.

1.2.3 Iniciativa Privada e o uso Racional de Energia

A partir de 1980, algumas grandes empresas nacionais passaram a investir em programas de racionalização e gerenciamento do consumo de energia, espelhando-se em resultados obtidos por empresas de países desenvolvidos, e partindo para uma utilização cada vez maior de insumos alternativos.

No início, tais empresas procuraram investir em insumos energéticos variáveis, através de programas de economia, procurando dar o máximo possível de flexibilidade às unidades fabris, indo buscar alternativas próprias para a substituição principalmente do óleo combustível. Desta maneira, as opções encontradas foram a biomassa compactada, o cavaco de madeira, o pó de serra, e o bagaço da cana, entre outros.

Além da substituição do óleo combustível por fontes alternativas, foi iniciado um trabalho para melhoria dos processos de fabricação, permitindo assim uma otimização do aproveitamento térmico dos equipamentos.

Dentre algumas das grandes empresas que investiram nesse tipo de programa, pode ser citado o exemplo da RHODIA - empresa do setor químico e têxtil, subsidiária do grupo francês Rhone - Poulenc que, durante dez anos, direcionou seus investimentos para um único objetivo: economizar energia.

Segundo a revista Energia & Produção (maio, 87), a RHODIA investiu cerca de US\$ 27 milhões, durante oito anos, num arrojado programa de economia e de substituição de fontes de energéticas tradicionais, permitindo que a empresa

mantivesse seu consumo de energia nos níveis de 1977, ainda que acusasse um crescimento na produção de 70% em um período de dez anos.

A prova disto está na relação entre a produção e o consumo de energia do grupo. Para uma produção de 659 mil toneladas em 1977, foram consumidas 321 ktep, enquanto que, em 1986, a produção crescia para 1.120 mil toneladas e o consumo de ktep permaneceu praticamente o mesmo, atingindo 322.6 ktep.

Este perfil comprova o acerto de medidas de gerenciamento adotadas pela *holding* que, desde 79, vem conseguindo significativas reduções no consumo de derivados de petróleo.

1.2.4 O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

Aos resquícios ainda presentes da crise do petróleo juntou-se, na década de 80, um outro problema talvez de maior magnitude: a iminência de uma crise no setor elétrico, agravando ainda mais o sistema produtivo nacional, que poderia parar pela falta de energia elétrica.

Nesse período o país estava mergulhado em problemas como a recessão e uma dívida externa astronômica. Posteriormente, a euforia do Plano Cruzado, deu lugar a um clima de incertezas, que cresceu, após o racionamento de energia elétrica imposta ao Nordeste. Tudo isso foi consequência da indefinição de uma política energética coerente que orientasse as decisões no setor produtivo do país.

Baseado em iniciativas bem sucedidas em outros países, como também espelhando-se no exemplo da RHODIA dentre outras, o governo instituiu em dezembro de 1985, mediante a Portaria Interministerial Nº 1877 [GCCE; 1988], o

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, contando com a participação de órgãos e empresas dos Ministérios das Minas e Energia, da Indústria e Comércio e ainda representantes da iniciativa privada, tais como CNI - Confederação Nacional das Indústrias e CNC - Confederação Nacional do Comércio.

A criação do PROCEL representou o principal esforço sistematizado no sentido de promover o uso racional de energia elétrica no país.

Segundo Shoeps (1993):

“O PROCEL logrou atingir economias diretas e mensuráveis superiores a 1.200 GW/ano com custos inferiores a US\$ 8,00 por barril equivalente de petróleo, o que corresponde a menos de 1/3 do custo de expansão do sistema elétrico. Outras economias indiretas e induzidas poderiam ser obtidas, porém sua contabilidade é de difícil verificação devido à complexidade metodológica e à instabilidade econômica verificada no período....

Para atender às expectativas de mercado de energia elétrica até o ano 2.015, o sistema elétrico brasileiro que hoje tem capacidade instalada de 57 GW, necessitaria instalar uma potência adicional de 100 GW totalizando-se com isto 157 GW. Esta potência adicional correspondente a um investimento total na ordem de 200 bilhões de dólares, isso se considerando um crescimento médio do consumo de eletricidade sem adoção de ações de conservação de energia.

Desenvolvendo-se ações de conservação, poder-se-á obter uma redução de consumo pelo consumidor final, da ordem de 13% e redução no consumo próprio e nas perdas do sistema elétrico da ordem de 7%. Neste caso a potência instalada necessária ao atendimento do mercado no ano de 2.015 seria de 126 GW. Para a

obtenção dessa conservação seriam necessários investimentos da ordem de 16 bilhões de dólares ao longo deste período.

Portanto, no horizonte de 2.025 haverá uma diferença de 32 GW de potência, devido à conservação, o que corresponde a duas e meia usinas do porte de Itaipú ou seis usinas do porte de Xingó.

Em decorrência, os investimentos estarão sendo reduzidos em torno de 60 bilhões de dólares em geração, contra investimentos em conservação da ordem de 16 bilhões de dólares, gerando uma economia para o país de 44 bilhões de dólares.”

É neste contexto que a conservação desempenha um papel importantíssimo no planejamento do setor elétrico em função de suas características como os custos baixos e o curto prazo de retorno do investimento.

Por tudo isso, é óbvio e de importância vital a implementação de programas de conservação de energia, conhecendo-se o perfil de consumo dos diversos setores da sociedade tais como: industrial, comercial e residencial; incentivando o uso racional de energia elétrica.

1.3 Objetivos

- **Objetivos Gerais**

O presente estudo pretende mostrar o perfil de consumo e demanda de energia elétrica do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), pertencente ao campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), e da Escola Técnica Federal

de Alagoas (ETFAL), a partir do levantamento geral de todas as cargas bem como o seu regime de funcionamento. De posse desses dados, apresentaremos propostas que objetivem a racionalização do consumo de energia elétrica, e conseqüentemente a redução das despesas mensais, sem alterar as atividades e sem comprometer a segurança e o conforto.

• **Objetivos Específicos**

- coletar dados que caracterizem o consumo de energia elétrica das instituições;
- construir com os dados obtidos uma curva de carga diária dos centros e confrontá-los com o histórico de consumo obtido das faturas de energia elétrica;
- levantar pontos de desperdícios;
- fazer sugestões que objetivem a racionalização do consumo de energia, e conseqüentemente, reduzam as despesas com eletricidade.

CAPÍTULO II

Base Conceitual

2.1. Fornecimento e Faturamento de Energia

2.1.1. Fornecimento de Energia Elétrica

O retorno dos investimentos em conservação de energia elétrica poderá ser viabilizado em função da adequada utilização desta energia, tendo em vista, também, as condições de seu fornecimento.

As condições gerais de fornecimento a serem observadas na prestação e utilização do serviço público de energia elétrica são estabelecidas, segundo a Portaria do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) nº 222, de 22 de dezembro de 1987.

O enfoque atual considera tarifas que se apóiam em princípios econômicos, e apresentam as condições necessárias para promover a eficiência das empresas e o uso racional e econômico de energia elétrica (Bitu e Born, 1993).

2.2. Fator de Potência

No ano de 1968 foi estabelecido o primeiro decreto que determinou um valor de referência para o fator de potência das instalações elétricas das unidades consumidoras. O decreto Nº 62.724, de 17 de maio de 1968, estabeleceu o valor de 0,85 para o fator de potência de referência.

Com o objetivo de racionalizar o uso da energia elétrica, o DNAEE, no uso de suas atribuições, estabeleceu um novo decreto modificando o valor de referência do fator de potência em uso.

Conforme disposto no decreto de nº 1.569, de 23 de dezembro de 1993, que entrou em vigor somente em abril de 1994, ficou estabelecido basicamente que:

- O fator de potência de referência, indutivo ou capacitivo, das instalações elétricas consumidoras terá como limite mínimo de 0,92.
- As concessionárias de energia elétrica realizarão o faturamento da energia reativa e a demanda de potência reativa, que excederem às quantidades permitidas pelo fator de potência de referência.

2.2.1 Correção do Fator de Potência

Conforme o decreto do DNAEE de Nº 1.569, os consumidores que estiverem operando com um fator de potência abaixo do valor de referência, serão

Segundo Cotrim (1982), na determinação da potência reativa necessária para a correção de um determinado fator de potência utiliza-se a seguinte equação:

$$Q_{CAP} = P \cdot (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) \quad (2.2)$$

Onde:

Q_{CAP} = potência reativa necessária para a correção do fator de potência.

P = potência ativa do sistema

ϕ_1 = ângulo de fator de potência antes da correção

ϕ_2 = ângulo de fator de potência após a correção

2.2.2. Benefícios Resultantes da Correção do Fator de Potência

A principal vantagem decorrente da correção do fator de potência é, logicamente, a economia dos custos de energia elétrica pela eliminação das multas previstas na legislação. Porém, além desta vantagem, outros fatores devem ser considerados:

- redução de perdas no cobre, uma vez que as mesmas variam com o quadrado da corrente elétrica total;
- melhoria das condições operacionais através de uma redução sensível do índice de problemas comumente apresentados por equipamentos eletroeletrônicos, principalmente de informática;
- menor manutenção dos dispositivos de proteção e manobra gerando economia a longo prazo e aumento da vida útil;

- aumento da capacidade dos sistemas de geração própria e da rede de distribuição, permitindo a ligação de novas cargas sem custo adicional ;
- melhoria do nível de tensão nas cargas, em função da redução da queda de tensão nos alimentadores obtida graças ao fluxo reduzido de corrente reativa.

2.3. Fator de Carga

O fator de carga (FC) é definido como a razão entre o consumo de energia real e aquele que se teria com a demanda constante e igual a demanda máxima, em um determinado período de tempo.

$$FC = \frac{\text{Consumo (kWh)}}{\text{N}^{\circ} \text{ de horas} \times \text{Demanda (kW)}} \quad (2.3)$$

Este fator é um dos indicativos da adequada utilização da energia elétrica consumida ao longo deste período. De acordo com a equação 2.4, o cálculo do custo médio de energia estabelece uma estreita relação entre o fator de carga e o preço médio da energia; valores quanto mais próximo da unidade indicam menor custo do kWh consumido, enquanto que valores próximos de zero indicam maior custo do kWh. [PROCEL,1988].

$$RS = \frac{T_D}{FC \times t} + T_C \quad (2.4)$$

Onde:

RS = preço médio da energia consumida;

T_D = tarifa de demanda

FC = fator de carga

t = tempo em horas

T_c = tarifa de consumo

Havendo variações muito expressivas do FC, ao longo dos meses, deve-se analisar as causas, procurando-se manter os procedimentos que resultem em valores elevados, assim como eliminando os responsáveis pela sua redução, tais como:

- evitar partidas simultâneas de motores que iniciam operação com cargas;
- executar uma manutenção adequada, evitando ocorrência de curtos-circuitos e fugas de corrente;
- racionalizar o uso das cargas, limitando sua utilização nos horários de maior demanda.

2.4. Motores Elétricos

Devido a sua versatilidade e robustez, os motores elétricos podem ser usados nos mais variados campos de aplicação. Atualmente, esses equipamentos desempenham um papel importantíssimo no progresso da humanidade.

Com uma construção simples, versátil e de baixo custo, o motor elétrico é hoje o meio mais indicado para a obtenção de energia mecânica. Porém, a não utilização desses equipamentos de maneira racional e eficiente, constitui uma fonte de desperdício flagrante no consumo de energia elétrica.

Segundo Falcone (1995), “o consumo industrial de energia elétrica é da ordem de 55% do total. Segundo a CESP, no Estado de São Paulo, 70% do consumo industrial é proporcionado pelos motores elétricos.” Estes dados, por si só, refletem a necessidade da monitoração adequada do uso dos motores elétricos, em busca de sua maior eficiência

2.4.1 Tipos de motores elétricos

Vários tipos de motores são encontrados atualmente no mercado, cada um com uma característica particular de construção, funcionamento e utilização. A fig. 2.1 mostra, de modo geral, os diversos tipos de motores hoje existentes.

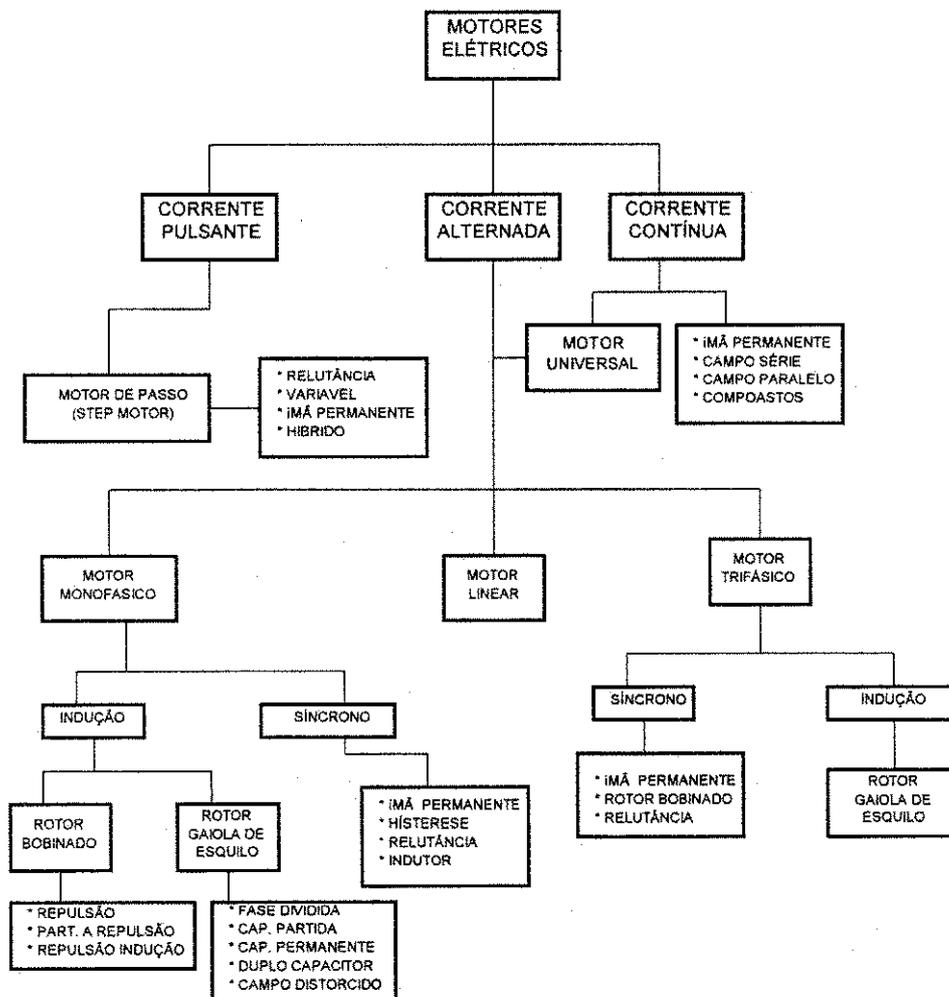


Figura 2.1 - Tipos de Motores (segundo catálogo da empresa Eberle)

Por serem maioria, os motores assíncronos merecem atenção especial quando se quer promover a conservação de energia.

Esses equipamentos são utilizados nas mais diferentes atividades, porém o êxito para desempenhá-las depende de vários fatores, tais como:

- Sistema de alimentação
- Características do ambiente
- Características do desempenho do motor
- Características da carga
- Manutenção

2.5 Transformadores

De acordo com a Portaria de Nº 222, de 22 de dezembro de 1987, do DNAEE, em seu artigo 4º, ficou estabelecido que: consumidores que possuem carga instalada superior a 50 kW recebem energia elétrica em tensões que variam de 13,8 kV a 345 kV, conforme o seu porte e as tensões disponíveis pela concessionária. Nesses casos torna-se imperativo a existência de transformadores.

Durante a transferência de energia, do enrolamento primário para o secundário, ocorrem perdas. Estas perdas, são pequenas em relação à sua potência nominal, pelo fato deste equipamento possuir rendimentos próximos da unidade.

Os transformadores apresentam perdas mesmo quando operam em vazio, comparadas com o consumo total da instalação estas podem parecer desprezíveis. Porém, devido a utilização contínua desses equipamentos, as mesmas se acumulam

durante todo o período de funcionamento, tornando-se elevadas no cálculo geral do sistema.

As perdas dependem da construção do transformador e do seu regime de funcionamento, podendo ser classificadas como: perdas no núcleo, perdas no cobre e perdas anômalas. As principais medidas para sua redução devem ser implementadas mediante:

- medidas de conservação de energia com a diminuição da carga;
- elevação do fator de potência;
- redistribuição das cargas entre os transformadores;
- substituição de transformadores, que apresentem altas perdas no núcleo, por outros mais eficientes;
- desligamento do equipamento, quando o mesmo não estiver alimentando nenhuma carga;
- manutenção periódica.

2.6. Iluminação

A utilização de energia elétrica apresenta, de um modo geral, um alto nível de desperdício, decorrente da instalação e do uso inadequado das lâmpadas e equipamentos elétricos.

Quando mencionamos conservação de energia no item iluminação, mencionamos basicamente a eliminação dos desperdícios, para redução de despesas sem redução do conforto ou de privações de benefícios que ela proporciona, partindo de informações sobre o ambiente, e incorporando técnicas e equipamentos modernos para o uso racional da energia.

2.6.1 Sistema de Iluminação Natural

Segundo ABILUX (1992), na busca de sistemas de iluminação mais eficientes, o uso da iluminação natural através do uso de janelas ou de aberturas iluminantes, corretamente dimensionadas pode significar uma redução de até 50% no consumo de energia, sendo portanto fontes de luz eficientes e econômicas.

A escolha do sistema de iluminação natural está relacionada com as características do edifício, bem como a forma e a disposição dos ambientes ou o tipo de tarefa, entre outros, podendo-se optar pela **iluminação zenital** ou a **iluminação lateral**.

A iluminação zenital, comparando com a iluminação lateral equivalente, oferece maior uniformidade e iluminação média sobre a área de trabalho, porém, apresenta maiores dificuldades para a limpeza, a proteção solar e ventilação. É adequada para locais profundos e grandes espaços contínuos.

A iluminação lateral é adequada para zonas de trabalho próximas às janelas, diminuindo o nível de iluminação à medida em que se encaminha para o interior do recinto.

É claro que o nível de iluminação será tão maior quanto maiores forem as dimensões das aberturas, tanto laterais quanto zenitais. Porém, algumas considerações devem ser feitas no projeto de tais aberturas para que não comprometam o desempenho técnico, nesse caso, tanto a luminância excessiva quanto o calor emitido pelo sol, devem ser controlados mediante o uso de fatores de sombra.

Alguns meios de controle da luz direta têm significado energético importante porque reduzem a carga térmica incidente no local:

- Os fatores de sombra colocados exteriormente fornecem proteção termoluminosa e os colocados interiormente só controla a luz que incide no local;
- superfícies iluminantes e fatores de sombra sujos reduzem a admissão de luz no local;
- uso de janelas altas e contínuas horizontalmente, recuados com relação ao plano da fachada, entre outros.

Portanto, o uso da iluminação natural deve estar associado ao dimensionamento correto das superfícies iluminantes e à proteção contra a radiação solar direta, tal que deixe entrar mais luz refletida que calor, não contribuindo para o aumento da carga térmica, evitando assim desconforto térmico e visual, e diminuindo o consumo de energia elétrica com climatização artificial.

2.6.2 Fontes de Luz Artificial

As lâmpadas elétricas atuais são agrupadas em dois tipos principais: incandescentes e de descarga. Em ambos os grupos, pesquisa e desenvolvimento contínuos têm levado a um aumento da eficiência de todos os tipos de lâmpadas e consequentemente a projetos e a instalações mais eficientes, permitindo racionalizar o uso da energia elétrica.

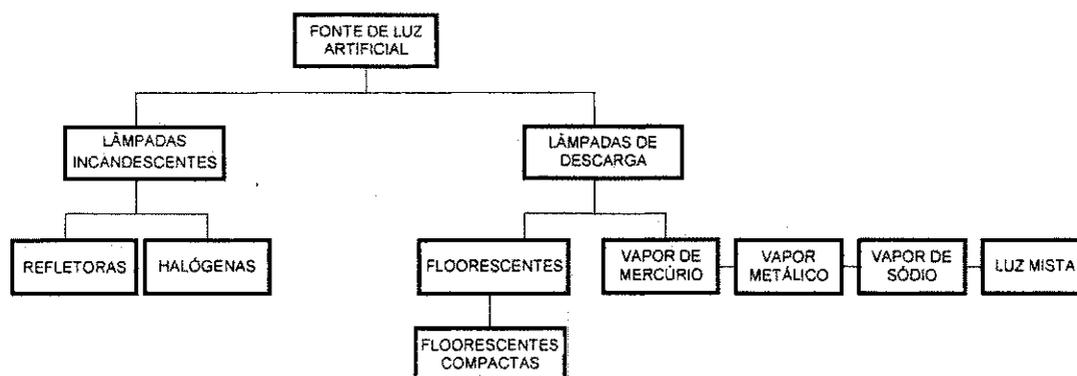


Figura 2.2 - Tipos de lâmpadas

2.6.3 Luminárias

Por definição, luminária é todo o aparelho capaz de distribuir, filtrar e controlar a intensidade luminosa de uma ou mais lâmpadas, que contenha todos os equipamentos e acessórios necessários para fixar, proteger e alimentar estas lâmpadas [ABILUX; 1992].

Uma característica importante das luminárias é o seu rendimento, definido como a razão entre o fluxo luminoso fornecido pela luminária (direto e indireto) e o fluxo luminoso total emitido pelas lâmpadas contidas na mesma.

A consideração do rendimento da luminária por si só, não possibilita maior economia quando comparada a outra luminária de menor rendimento, pois o rendimento considera o fluxo emitido por baixo e por cima, e este último só participa de maneira indireta da iluminação, o que vai depender ainda do grau de reflexão do teto.

Portanto, na escolha de duas ou mais luminárias, é necessário conhecer outras características, tais como a curva de distribuição luminosa e o fator de utilização.

Os fatores acima apresentados, referem-se quase que exclusivamente à intensidade luminosa de luz que uma luminária pode fornecer. Porém em projetos inteligentes de iluminação, devem ser observados também a “qualidade” da luz emitida por esta luminária. Para tanto se deve considerar o uso de elementos de controle de luz das luminárias que servem basicamente para melhor controlar a intensidade luminosa emitida.

2.6.4 Reatores

Segundo Creder (1984), reatores são dispositivos utilizados para operação adequada das lâmpadas de descarga. Têm por finalidade provocar um aumento da tensão durante a ignição e uma redução na intensidade da corrente, durante o funcionamento da lâmpada. Consiste essencialmente em uma bobina, com núcleo de ferro-silício, ligada em série com a alimentação da lâmpada.

Esses equipamentos apresentam perdas por aquecimento e magnetização e o seu uso está intimamente relacionado à lâmpada de descarga. Cada tipo de lâmpada possui uma corrente elétrica diferente, logo, para cada uma é necessário um tipo diferente de reator. Portanto um bom projeto elétrico começa com a escolha correta do tipo de lâmpada a ser utilizada.

Após definido o tipo de lâmpada de descarga a ser utilizada no projeto, deve-se observar a tensão de alimentação do local, para a escolha correta do reator, pois um reator para operar em 220 V é diferente de um reator para operar em 127 V, levando-se em consideração uma mesma lâmpada de descarga.

Outro fator a ser observado na escolha do conjunto lâmpada-reator, do ponto de vista da conservação de energia, é o menor consumo de energia possível, para tanto deve-se optar por reatores que apresentam um rendimento maior (menores perdas elétricas).

Também deve ser analisada, no aspecto de economia de energia, a utilização de:

- Reatores de alto e baixo fator de potência;
- Reatores convencionais e de partida rápida para lâmpadas fluorescentes.

Os reatores de baixo fator de potência consomem em termos de potência aparente o mesmo valor que os reatores de alto fator de potência. Porém, o valor da corrente de entrada maior para um reator de baixo fator de potência, provoca maiores perdas no circuito de distribuição forçando a concessionária a fornecer mais energia para cobrir essas perdas.

Os reatores convencionais e de partida rápida apresentam uma diferença fundamental quanto ao consumo de energia: enquanto o reator convencional só consome energia necessária para alimentar os filamentos da lâmpada na partida, os reatores de partida rápida estão constantemente consumindo energia para manter os filamentos aquecidos.

A escolha entre um e outro tipo de reator vai depender da aplicação e da relação custo-benefício de cada instalação. O reator de partida rápida preserva a lâmpada, mantendo suas características por mais tempo e não necessita de manutenções periódicas para troca dos “starters”, que são os componentes de menor durabilidade do conjunto.

Já existe no mercado nacional, lâmpadas operando em circuitos de partida rápida, que desligam os filamentos após a partida, fazendo com que as lâmpadas consumam igualmente energia comparadas às que utilizam reatores convencionais.

As novas tecnologias existentes no mercado de reatores para lâmpadas fluorescentes são:

- Reatores de partida eletrônica;
- Reatores eletrônicos.

Os reatores de partida eletrônica são reatores convencionais que usam no lugar do “stater” um circuito eletrônico. Esses reatores do ponto de vista de economia de energia, se comportam de maneira similar aos convencionais, tendo sobre eles a vantagem de uma durabilidade maior.

Os reatores eletrônicos são reatores projetados para operar lâmpadas fluorescentes em alta frequência. Segundo ABILUX (1992), esse tipo de reator traz algumas vantagens como o alto rendimento ficando na faixa de 85 a 90%, possibilitando uma economia de 25 a 70% em relação aos eletromagnéticos. Outra vantagem do uso, de alguns tipos de reatores eletrônicos, é a utilização em locais onde há frequência de ligações (“liga-desliga”), sem interferência significativa na vida útil das lâmpadas, como também a manutenção de um fluxo luminoso constante dentro de uma ampla faixa de variação da rede.

CAPÍTULO III

Instrumentos e Métodos

3.1 Introdução

Segundo Kurme (1993), afim de reduzir os desperdícios e diminuir seus gastos, a primeira ação a ser tomada é realizar um levantamento de dados que forneça um diagnóstico eficiente e com base neste, verificar quais as causas das perdas. Se esse estudo não for realizado, os desperdícios não poderão ser diagnosticados e consequentemente eliminados.

Baseado no exposto anteriormente, realizou-se o levantamento de dados de cargas elétricas no campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), mais especificamente no Centro de Ciências Básicas da Saúde (CCBS) no período de junho a julho de 1995 e, no período de abril a junho de 1996, na Escola Técnica Federal de Alagoas (ETFAL).

3.2 Levantamento de Dados de Cargas

O perfil do consumo diário, foi obtido a partir de um levantamento das cargas elétricas instaladas em todos os departamentos, laboratórios, oficinas e demais dependências, assim como seus respectivos horários de funcionamento.

O levantamento das cargas elétricas constituiu-se de três etapas assim distribuídas:

Etapa I - Escolha das amostras.

Etapa II - Coleta de dados.

Etapa III - Análise do problema.

3.2.1 Etapa I - Escolha das amostras

A idéia desse trabalho surgiu mediante uma solicitação feita pela Comissão de Conservação de Energia do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT-Campus II) da UFPB. Esta comissão foi criada em 18 de outubro de 1993, com o objetivo de iniciar ações, no sentido de promover o uso racional de energia elétrica no campus. Dentre os trabalhos já realizados destaca-se: a solicitação do levantamento das cargas elétricas e a distribuição de material informativo, através de cartazes e folders.

A escolha do CCBS, para se fazer tal estudo, deveu-se a:

- necessidade de levantamento de dados para aquele centro;
- por possuir um consumo de energia independente dos demais centros;
- espaço físico reduzido, sugerindo um melhor controle das variáveis.

Após a escolha do CCBS como o local onde iria ser executado o levantamento, partiu-se para a realização de um histórico de seu consumo de energia elétrica através da análise das faturas de energia, correspondentes aos últimos doze meses.

Apesar de o CCBS possuir algumas peculiaridades que foram primordiais para se realizar o estudo, a indisponibilidade de alguns dados importantes, por se tratar de um consumidor enquadrado no subgrupo B1, fez com que partisse para a escolha de um outro universo para coleta de dados.

A escolha da ETFAL deveu-se, basicamente, às suas características semelhantes ao CCBS. Somado a isso possui fornecimento de energia com tensão de alimentação em 13,8 kV, estando enquadrada no subgrupo A4, possibilitando a obtenção de uma quantidade maior de dados, tais como: fator de potência, fator de carga, demanda, entre outros, necessários ao diagnóstico.

3.2.2 ETAPA II - Coleta dos Dados

Nesta etapa foi promovida uma investigação de todas as cargas elétricas dos dois centros de ensino, procurando-se conhecer características, horários de funcionamento, nuances ou aspectos específicos que pudessem estar influenciando no aumento de consumo, evidenciando desperdício de energia elétrica.

Para tanto levou-se em consideração os seguintes aspectos:

- a) Conhecimento do funcionamento dos equipamentos.
- b) Coleta de dados numéricos.
- c) Observação das especificidades locais.

3.2.2.1 Conhecimento do funcionamento dos equipamentos

O conhecimento do correto funcionamento dos equipamentos realizou-se baseado na literatura encontrada em livros específicos e manuais de fabricantes, levando-se em consideração sua utilização e as práticas operacionais, sendo este procedimento de importância vital para identificação de pontos de desperdício. Nesta etapa, não se provocou alterações no padrão de utilização dos equipamentos para que não viessem a mascarar sua avaliação e com isso não influenciassem no processo de coleta de dados.

3.2.2.2 Coleta de dados numéricos.

A coleta de dados numéricos, segundo Kurme (1993), tem o objetivo de fornecer um levantamento das características do problema, necessário para uma melhor compreensão e entendimento dos desperdícios e suas causas.. Esta realizou-se mediante medições e levantamentos de dados de placas dos diversos equipamentos.

Outro aspecto importante nesta etapa foi a determinação dos horários prováveis de funcionamento de cada uma das cargas elétricas. Fez-se necessário o auxílio de funcionários dos setores visitados, devido a aleatoriedade do uso dos equipamentos.

Neste sentido, foi desenvolvido um modelo de planilha de dados, mostrada na figura 3.1. Nela concentrou-se as informações necessárias ao levantamento, tais como: potência, tensão, corrente, fator de potência, período de funcionamento, entre outros.

Com o estudo das doze últimas faturas mensais, pôde-se avaliar a utilização da energia elétrica e determinar, ou pelo menos estimar, possibilidades de economia. A análise das faturas de energia elétrica foi o primeiro passo para a identificação dos desperdícios.

Os procedimentos adotados, nesta etapa, foram:

- análise das faturas dos últimos doze meses, traçando o perfil de consumo dos dois centros;
- construção da curva de carga a partir dos dados obtidos;
- desagregação da carga por setor de consumo;
- análise do adequamento tarifário;
- análise dos equipamentos, para identificação dos desperdícios localizados.

CAPÍTULO IV

Perfil das Instituições

4.1 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

O Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) está localizado na cidade de Campina Grande ocupando uma área física de 55 ha e 52.195 m² de área construída. Teve como origem a Escola de Medicina, que foi criada em 1968 e, passou a pertencer à UFPB/CAMPUS II em 1979. Contando com 98 funcionários, 136 professores e 340 alunos matriculados no período 95.1 (tabela 4.1). Tem como atividades fins: o ensino, a pesquisa e a extensão na área de medicina, beneficiando jovens de cidades circunvizinhas e de outros estados do país, como também a população de um modo geral.

TABELA 4.1 - Relação de Professores e Alunos

PROFESSORES		ALUNOS	
DEDICAÇÃO EXCLUSIVA	55	VAGAS P/SEMESTRE	32
T-20	57	NO BÁSICO	154
T-40	34	NO PROFISSIONAL	186
TOTAL	136	TOTAL	340

• **Instalações Físicas**

A Faculdade de Medicina/ CCBS está inserida no setor D do campus II da UFPB, abrangendo 14 blocos descritos a seguir (tabela 4.3):

TABELA 4.2 - Relação dos Setores

BLOCO	SETOR
DA	ADMINISTRAÇÃO DO CCBS
DB	ADMINISTRAÇÃO DEPARTAMENTAL
DC	GARAGEM
DD	CANTINA
DE	DEPÓSITO
DF	BIBLIOTECA/LAB. DE MICROSCOPIA
DG	ADMINISTRAÇÃO DEPARTAMENTAL
DH	CANTINA
DI	PAVILHÃO DE ANATOMIA
DJ	ALMOXARIFADO
DM	OFICINA/BIOTÉRIO
DN	INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL
DO	SALA DE AULA
DP	DIRETÓRIO ACADÊMICO

• Instalações Elétricas

O CCBS utiliza como fonte de energia basicamente a energia elétrica, para iluminação, refrigeração e para alimentar alguns equipamentos tais como estufas, geladeiras, projetores de slides entre outros.

Esta energia elétrica é suprida pela concessionária local, Companhia de Eletricidade da Borborema (CELB), com tensão de alimentação trifásica em 220 volts. A medição é feita em baixa-tensão, não existindo controlador de demanda. Para efeito de faturamento de energia elétrica, constitui-se um consumidor do tipo B1, submetido ao regime de tarifa convencional.

4.2 Escola Técnica Federal de Alagoas

A Escola Técnica Federal de Alagoas oferece cursos regulares nas habilitações de técnico em Edificações, Eletrônica, Estradas, Mecânica, Eletrotécnica, Química, Processamento de Dados, Refrigeração, Saneamento, Turismo e Secretariado. Conta com 170 funcionários, 229 professores e 2.502 alunos matriculados no ano letivo de 1996.

TABELA 4.3 - Relação dos Funcionários

FUNCIONÁRIOS	QUANTIDADE
DOCENTES	229
DOCENTES COM D.E.	197
DOCENTES COM 40 h	022
DOCENTES COM 20 h	010
TÉC. ADMINISTRATIVOS	170
TOTAL	399

TABELA 4.4 - Relação de Alunos por Curso

CURSO	ALUNOS			
	MANHÃ	TARDE	NOITE	TOTAL
EDIFICAÇÕES	151	141	136	428
ELETRÔNICA	145	98	143	386
ELETROTÉCNICA	137	128	171	436
ESTRADAS	102	40	—	142
MECÂNICA	143	55	136	334
QUÍMICA	23152	113	115	380
REFRIGERAÇÃO	40	42	—	82
PROC. DE DADOS	115	99	—	214
SANEAMENTO	61	39	—	100
TOTAL	1.046	755	701	2.502

• **Instalações Físicas**

A Escola Técnica Federal de Alagoas está localizada à rua Barão de Atalaia s/n, bairro do Poço, na cidade de Maceió. Ocupa uma área construída de 53.843,32 m² sendo 27.274,27 m² de área coberta abrangendo uma área territorial total de 44.849 m². Sua instalação física está disposta em três pavimentos, conforme tabela 4.6.

TABELA 4.5 - Relação de Setores

PAVIMENTO		SETOR	PAVIMENTO		SETOR
TÉRREO		BLOCO ADMINISTRATIVO	PRIMEIRO	PAVIMENTO	AUDITÓRIO
		BANCOS			CPD
		BIBLIOTECA			COORD. EST. SOCIAIS
		SETOR MÉDICO			COORD. FÍSICA
		COORD. ELETROTÉCNICA			COORD. DE ARTES
		COORD. MECÂNICA			COORD. QUÍMICA
		COORD. ESTRADAS			SALA PROFESSORES
		COORD. ELETRÔNICA			SALA DE AULA
		SALA DE AULA			AUDIOVISUAL
		LABORATÓRIO			LABORATÓRIO
		SUBESTAÇÃO			DEP. DE ENSINO
		CANTINA			ALOJAMENTO
		GINÁSIO DE ESPORTES			COTEP
		ALMOXARIFADO			MONITORIA
		GRÁFICA			SALA DE AULA
		SETOR DE MANUTENÇÃO			LABORATÓRIOS
SETOR DE TRANSPORTES	APARTAMENTO				
ESTACION./PRAÇA	DEPÓSITO				
			SEGUNDO	PAVIMENTO	

- **Instalações Elétricas**

A Escola Técnica Federal de Alagoas utiliza como fonte de energia basicamente a energia elétrica, principalmente para iluminação, refrigeração e para alimentar alguns equipamentos tais como microcomputadores, máquina de xerox, geladeiras, projetores de slides entre outros.

Esta energia elétrica é suprida pela concessionária local CEAL (Companhia de Eletricidade de Alagoas), com tensão de alimentação trifásica em 13,8 kV. A escola possui uma subestação abaixadora composta de um transformador de potência com capacidade de 500 kVA em 13,8 kV/380/220V/60 Hz (Δ/Y)

A medição de energia elétrica é feita em alta-tensão, existindo um medidor de consumo de energia ativa tipo ponteiro, de fabricação Whestinghouse além de um medidor de energia reativa do tipo ciclométrico, fabricante Landis & Gyr. A Escola está enquadrada no subgrupo A4, e o sistema tarifário usado é a tarifa convencional.

CAPÍTULO V

Resultados e Discussões

5.1 Introdução

A proposta deste capítulo, é apresentar e discutir, mediante histórico das faturas de energia e dos dados obtidos durante o levantamento de cargas realizado, as causas fundamentais da ocorrência de perdas elétricas no sistema, assim como confirmar as hipóteses de sua existência, buscando evidências para que possam ser eliminadas, ou pelo menos controladas.

5.2 Auditoria Energética no CCBS

O uso da energia elétrica pôde ser avaliada, em primeira instância, a partir dos dados fornecidos pelas faturas de energia elétrica emitidas pela CELB, concessionária local. De posse das faturas dos últimos doze meses, verificou-se, através da análise gráfica (fig. 5.1), o comportamento do consumo de energia elétrica,

TABELA 5.1 - Histórico das faturas de energia elétrica

MÊS	CONSUMO (kWh)
JUL/94	2878
AGO/94	2841
SET/94	2469
OUT/94	2842
NOV/94	3698
DEZ/94	2745
JAN/95	3160
FEV/95	2695
MAR/95	2624
ABR/95	5021
MAI/95	4724
JUN/95	4720
MÉDIA (C_m)	3368

Nas tabelas 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7 estão classificados os equipamentos, de acordo com o setor de consumo:

- iluminação, onde foram considerados basicamente as lâmpadas e os reatores;
- conforto térmico, reunindo os equipamentos destinados à climatização ambiental (ventiladores e condicionadores de ar);
- equipamentos, reunindo aqueles utilizados para apoio didático, auxílio administrativo e conservação de material;
- outros, compreendendo os demais equipamentos (bebedouro, televisão, liquidificador, etc.).

Baseadas nessas informações, construiu-se as tabelas 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11 sistematizando os dados por setor de consumo e por período de utilização. Não foram considerados os equipamentos de uso eventual, mas apenas os de uso contínuo (diário).

Na tabela 5.12 estão totalizados os dados de demanda de consumo diário (dia útil) de energia elétrica, por período de utilização, para os diversos setores de consumo. A figura 5.2 apresenta o consumo de cada um desses setores, incluindo o estimado para o final de semana.

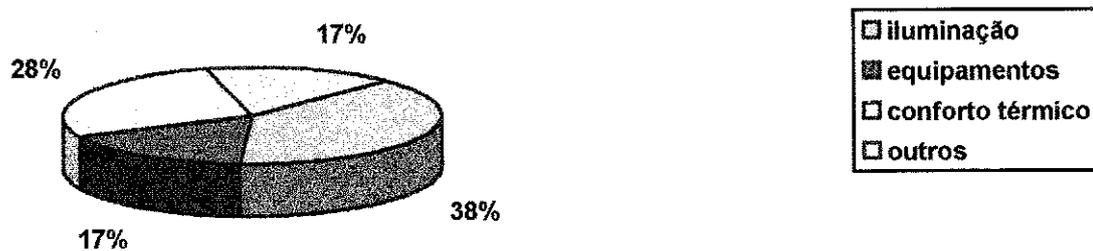


Figura 5.2 - distribuição de consumo por setor

TABELA 5.2 - Levantamento de cargas CCBS: Setor de Consumo Iluminação

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas instaladas	Lâmpadas QUEIM	Potência das Lâmpadas (W)	Potência Total (W)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Numero de luminárias	Perda nos Reatores (W)	Energia Consumida (Wh)
1	GABINETE DO DIRETOR	Fluorescente	8	1	40	280	3	Seg. a Sex	4 Duplas	96	1128
2	SECRETARIA	Fluorescente	2	-	40	80	8	Seg. a Sex	1 Simples	11	728
3	BANHEIROS	Fluorescente	6	2	20	80	Eventual	Seg. a Sex	3 Duplas	-	-
4	SALA DA VICE DIREÇÃO	Fluorescente	2	1	40	40	Eventual	Seg. a Sex	1 Dupla	11	-
5	ASSESSORIA ADMINISTRATIVA	Fluorescente	2	-	40	80	Eventual	Seg. a Sex	1 Dupla	-	-
6	SALA DE MICROCOMPUTADORES	Fluorescente	2	-	40	80	8	Seg. a Sex	1 Dupla	11	728
7	COPA	Fluorescente	2	-	40	80	Eventual	Seg. a Sex	1 Dupla	-	-
8	RECEPÇÃO	Fluorescente	6	2x20	2x40 4x20	120	4	Seg. a Sex	3 Duplas	66	744
9	CIRCULAÇÃO	Fluorescente	6	1x20	2x40 4x20	140	24 12	Diarimente	3 Duplas	24, 36	2016, 1392
10	BANHEIROS	Incandecente	2	-	40	80	Eventual	Seg. a Sex	-	-	-
11	REPROGRAFIA	Fluorescente	8	1x20	4x40 2x40 2x20	260	8 Eventual Eventual	Seg. a Sex	4 Duplas	48, 24, 24	1664
12	ARQUIVO MORTO	Fluorescente	11	-	40	440	Eventual	Seg. a Sex	1 Simples, 5 Duplas	-	-
13	EXTERNO	Fluorescente	12	-	40	480	12	Diarimente	12 Simples	132	7344
14	GARAGEM	fluorescente	1	40	40	40	Eventual	Seg. a Sex	1 Simples	-	-
15	PREPARAÇÃO DE SLIDES	Incandecente	6	-	4x100 2x40	480	Eventual	Seg. a Sex	2 Simples	-	-
16	LAB. DE MICROSCOPIA	Fluorescente	8	1	40	280	8	Seg. a Sex	8 Simples	88	2944
17	BIBLIOTECA	Fluorescente Incandecente	30	5x50	28x40 2x60	1040	Eventual	Seg. a Sex	8 Simples, 12 Simples	192	11120
18	SECRETARIA	Fluorescente	4	2	40	80	8	Seg. a Sex	2 Duplas	48	1024
19	SALA DE APOIO	Fluorescente	5	1	40	160	Eventual	Seg. a Sex	5 Simples	-	-
20	ASSESSORIA	Fluorescente	2	-	40	80	Eventual	Seg. a Sex	1 Dupla	-	-

(-) dado não calculado

TABELA 5.3 - Levantamento de cargas CCBS: Setor de Consumo e Iluminação

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas Instaladas	Lâmpadas QUEIMADAS	Potência das Lâmpadas (W)	Potência Total	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Número de luminárias	Perda nos Reatores (W)	Energia Consumida (kWh)
21	SALA DE MICROCOMPUTADORES	Fluorescente	2	-	40	80	8	Seg. a Sex.	2 Simples	22	816
22	D.C.B.S.	Fluorescente	11	4	40	280	6	Seg. a Sex.	3 Triplas, 2 Simples	127	2442
23	COORDENAÇÃO	Fluorescente	4	-	40	160	4	Seg. a Sex.	2 Duplas	48	832
24	SALA DE VÍDEO	Fluorescente	18	9	40	360	Eventual	Seg. a Sex.	9 Duplas	-	-
25	DEPÓSITO	Fluorescente	2	-	40	80	Eventual	Seg. a Sex.	2 Simples	-	-
26	BANHEIRO	Fluorescente Incandescente	4	-	3x40, 1x60	180	Eventual	Seg. a Sex.	3 Simples	-	-
27	SALA DE REUNIÃO	Fluorescente	4	-	40	160	Eventual	Seg. a Sex.	2 Duplas	-	-
28	CIRCULAÇÃO	Fluorescente	6	-	40	240	4	Seg. a Sex.	6 Simples	66	1224
29	CANTINA	Fluorescente	5	1	40	160	12	Seg. a Sex.	5 Simples	55	2580
30	CIRCULAÇÃO	Fluorescente	3	-	40	120	12	Seg. a Sex.	3 Simples	33	1836
31	DEPÓSITO	Fluorescente	1	-	40	40	Eventual	Seg. a Sex.	1 Simples	-	-
32	LAB. DE ANATOMIA	Fluorescente	16	2	40	560	4	Seg. a Sex.	8 Duplas	192	3008
33	SALA DOS PROFESSORES	Fluorescente	1	-	40	40	4	Seg. a Sex.	1 Simples	192	204
34	ALMOXERIFADO	Fluorescente	10	4x20	1x40, 9x20	140	10	Seg. a Sex.	10 Simples	101	2410
35	LAB. DE FISIOLOGIA	Fluorescente	6	-	40	240	Eventual	Seg. a Sex.	6 Simples	-	-
36	LAB. DE CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS	Fluorescente	6	1	40	200	Eventual	Seg. a Sex.	6 Simples	-	-
37	DEPÓSITO	Fluorescente	1	-	40	40	Eventual	Seg. a Sex.	1 Simples	-	-
38	LAB. DE BIOQUÍMICA	Fluorescente	28	16	40	4800	Eventual	Seg. a Sex.	14 Simples	-	-
39	LAB. DE PRODUTOS NATURAIS	Fluorescente	6	-	40	240	Eventual	Diarimente	6 simples	-	-

TABELA 5.4 - Levantamento de cargas CCBS: Setor de Consumo Iluminação

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas Instaladas	Lâmpadas QUEIMADAS	Potência das Lâmpadas (W)	Potência Total (W)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Número de luminárias	Perda nos Reatores (W)	Energia Consumida (kWh)
40	SALA DE AULA	Fluorescente	31	-	40	1240	4	Seg. a Sex.	15 Duplas , 01 Simples	371	6444
41	CIRCULAÇÃO	Fluorescente	4	-	40	160	12	Diariamente	4 Simples	44	2448
42	LAB. DE PATOLOGIA	Fluorescente	16	-	40	640	4	Seg. a Sex.	8 Duplas	192	3328
43	LAB. DE PARASITOLÓGIA	Fluorescente, Incandecente	11	-	9x40 , 2x60	480	Eventual	Seg. a Sex.	5 Duplas , 1 Simples	-	-
44	CORREDOR	Fluorescente	18	-	40	720	2	Seg. a Sex.	9 Duplas	216	936
45	BIOQUÍMICA	Fluorescente	13	-	40	520	Eventual	Seg. a Sex.	6 Duplas , 1 Simples	-	-
46	SALA DOS PROFESSORES	Fluorescente	2	-	40	80	6	Seg. a Sex.	1 Dupla	24	624
47	LAB. DE HISTOLOGIA	Fluorescente	7	-	40	280	4	Seg. a Sex.	3 Duplas , 1 Simples	83	1452
48	BIOTÊNIO	Fluorescente	4	3	40	40	7	Seg. a Sex.	2 Duplas	48	616
49	OFICINA	Fluorescente	2	1	40	40	Eventual	Seg. a Sex.	1 Dupla	-	-
50	SALA DE AULA	Fluorescente	20	3	40	680	4	Seg. a Sex.	10 Duplas	240	3680
51	BANHEIROS	Fluorescente	10	2X40 4X20	4X40, 6X20	160	Eventual	Seg. a Sex.	5 Duplas	-	-
52	CIRCULAÇÃO	Fluorescente	8	5	20	60	12	Seg. a Sex.	4 Duplas	96	1872
53	SALA DA DIRETORIA	Fluorescente	5	-	1X40 , 4X20	120	Eventual	Seg. a Sex.	1 Simples , 2 Duplas	-	-
54	C.A.	Fluorescente	12	7	40	200	2	Seg. a Sex.	6 Duplas	144	2752
55	LAB. AUXILIAR	Fluorescente	9	3	40	240	12	Diariamente	9 Simples	99	4068

(-) dado não calculado

TABELA 5.5 - Levantamento de cargas CCBS: Setor de Consumo Conforto Térmico

CONFORTO TÉRMICO							
ITEM	LOCAL	BLOCO	EQUIPAMENTO	QTIDADE	POTÊNCIA (W)	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO	Energia Consumida (kWh)
01	Sala de Reprografia	DB	Ventilador	01	100	6h/ seg a sex	600
02	Lab. de Microscopia	DF	Ventilador	02	200	8h/ seg a sex	1600
03	Mini-estúdio	DF	Ventilador	02	200	8h/ seg a sex	1600
04	Biblioteca	DF	Ventilador	01	100	5h/ seg a sex	500
05	Sl. da Coordenação	DG	Ventilador	01	100	8h/ seg a sex	800
06	Sl. de Reunião	DG	Ventilador	01	100	8h/ seg a sex	800
07	Sl. de Aula	DI	Ventilador	01	100	4h/ seg a sex	400
08	Sl. do Professor	DI	Ventilador	02	200	4h/ seg a sex	800
09	Lab. de Fisiologia	DL	Ventilador	01	100	6h/ seg a sex	600
10	Lab. de Ciências Fisiológicas	DL	Ventilador	01	100	8h/ seg a sex	800
11	Sl. de Aula	DL	Ventilador	04	100	4h/ seg a sex	400
12	Lab. de Parasitologia	DL	Ventilador	01	100	6h/ seg a sex	600
13	Sl. de Aula	DO	Ventilador	02	100	4h/ seg a sex	400
14	Sl. de Microcomputadores	DA	Ar Condicionado	01	1450	8h/ seg a sex	11600
15	Almoxarifado	DJ	Ar Condicionado	02	4150	8h/ seg a sex	33200
16	Sl. de Microcomputadores	DG	Ar Condicionado	01	1250	8h/ seg a sex	10000

TABELA 5.6 - Levantamentos de cargas CCBS: Setor de Consumo Equipamentos

ITEM	LOCAL	BLOCO	EQUIPAMENTOS	QTIDADE	POTÊNCIA (W)	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO	ENERGIA Wh/dia
1	Sala de Microcomputadores	DA	Microcomputador	3	504	8h/ seg a sex	4032
2	Minio-estúdio	DF	Reprovit	1	400	6h/ seg a sex	2400
3	Mini-estúdio	DF	Estufa 60C	1	300	6h/ seg a sex	1800
4	Fisiologia	DL	Geladeira	1	220	24/ diariamente	5280
5	Lab. Bioquímica	DL	Destilador	1	1100	5h/ seg a sex	5500
6	Lab. Bioquímica	DL	Geladeira	1	144	24/ diariamente	3456
7	Lab. Parasitologia	DL	Geladeira	1	210	24/ diariamente	5040
8	Lab. Parasitologia	DL	Estufa 65C	1	180	24/ diariamente	4320
9	Sl. de Micro	DG	Microcomputador	1	168	8h/ seg a sex	1344

TABELA 5.7 - Levantamento de cargas CCBS: Setor de Consumo Outros

ITEM	LOCAL	BLOCO	EQUIPAMENTO	QTIDADE	POTENCIA (W)	PERIODO DE UTILIZACAO	Energia Wh
1	Sala de Assessoria	DA	Geladeira	1	180	24h/ diariamente	4320
2	Biblioteca	DF	Maq. de Xerox	1	1160	7h/ seg a sex	8120
3	Cantina	DH	Freezer	1	225	24h/ diariamente	5400
4	Cantina	DH	Freezer	1	225	12h/ seg a sex	2700
5	Cantina	DH	Geladeira	1	150	24h/ diariamente	3600
6	Cantina	DH	Engenho de cana	1	1103,5	4h/ seg a sex	4414
7	Almoxarifado	DJ	Geladeira	1	150	24h/ diariamente	3600
						TOTAL	32154

TABELA 5.8 - Sistematização dos Dados do Setor Iluminação

Item	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS EM HORAS																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01										∇	∇	∇												
02									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
06									∇	∇	∇	∇												
08	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
09									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
11	∇	∇	∇	∇	∇	∇													∇	∇	∇	∇	∇	∇
13									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
16									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
17									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
18									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
21										∇	∇	∇			∇	∇	∇							
22									∇	∇	∇	∇												
23									∇	∇	∇	∇												
28							∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇						
29	∇	∇	∇	∇	∇	∇													∇	∇	∇	∇	∇	∇
30															∇	∇	∇	∇						
32															∇	∇								
33									∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇						
34									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
40										∇	∇				∇	∇								
41	∇	∇	∇	∇	∇	∇													∇	∇	∇	∇	∇	∇
42										∇	∇				∇	∇								
44									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇	∇					
46															∇	∇								
47										∇	∇				∇	∇								
48									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
50									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
52	∇	∇	∇	∇	∇	∇													∇	∇	∇	∇	∇	∇
54									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
55	∇	∇	∇	∇	∇	∇													∇	∇	∇	∇	∇	∇

∇→ Codificação representativa de tempo de funcionamento do equipamento

TABELA 5.9 - Sistematização dos Dados do Setor Conforto Térmico

Item	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS EM HORAS																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01											∇	∇			∇	∇	∇	∇						
02									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
03									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
04											∇	∇			∇	∇	∇							
05									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
06									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
07											∇	∇			∇	∇								
08											∇	∇			∇	∇								
09											∇	∇			∇	∇	∇	∇						
10									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
11											∇	∇			∇	∇								
12											∇	∇			∇	∇	∇	∇						
13											∇	∇			∇	∇								
14									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
15									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
16									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						

∇ → Codificação representativa de tempo de funcionamento do equipamento

TABELA 5.10 - Sistematização dos Dados do Setor Equipamentos

Item	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS EM HORAS																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						
02									∇	∇	∇				∇	∇	∇							
03										∇	∇	∇			∇	∇	∇							
04	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
05								∇	∇	∇	∇	∇												
06	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
07	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
08	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
09									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇	∇						

∇ → Codificação representativa de tempo de funcionamento do equipamento

TABELA 5.11 - Sistematização dos Dados do Setor Outros

Item	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS EM HORAS																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
02									∇	∇	∇	∇			∇	∇	∇							
03	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
04							∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇						
05	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
06										∇	∇					∇	∇							
07	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇

∇→ Codificação representativa de tempo de funcionamento do equipamento

Tabela 5.12 - Demanda diária do CCBS

Período (h)	DEMANDA DOS SETORES DE CONSUMO				
	Iluminação (kW)	Outros (kW)	Conforto Térmico (kW)	Equipamentos (kW)	TOTAL (KW)
0 - 1	1,67	0,70		0,75	3,12
1 - 2	1,67	0,70		0,75	3,12
2 - 3	1,67	0,70		0,75	3,12
3 - 4	1,67	0,70		0,75	3,12
4 - 5	1,67	0,70		0,75	3,12
5 - 6	1,67	0,70		0,75	3,12
6 - 7	3,19	0,70		0,75	1,78
7 - 8	3,19	0,70		1,85	2,88
8 - 9	5,99	2,09	7,55	2,93	18,56
9 - 10	8,59	3,19	7,55	3,23	22,56
10 - 11	8,59	3,19	8,45	3,23	23,46
11 - 12	6,47	2,09	8,45	2,83	19,84
12 - 13	1,67	0,93		0,75	3,36
13 - 14	1,67	0,93		0,75	3,36
14 - 15	8,27	8,09	8,45	2,13	20,94
15 - 16	8,27	3,19	8,45	2,13	22,04
16 - 17	6,56	3,19	7,95	2,13	19,83
17 - 18	5,96	2,99	7,85	2,13	17,32
18 - 19	1,67	0,70		0,75	3,12
19 - 20	1,67	0,70		0,75	3,12
20 - 21	1,67	0,70		0,75	3,12
21 - 22	1,67	0,70		0,75	3,12
22 - 23	1,67	0,70		0,75	3,12
23 - 24	1,67	0,70		0,75	3,12

5.2.2 Construção da curva de consumo

A partir dos dados sistematizados na tabela 5.12, construiu-se a curva de carga diária (fig. 5.3).

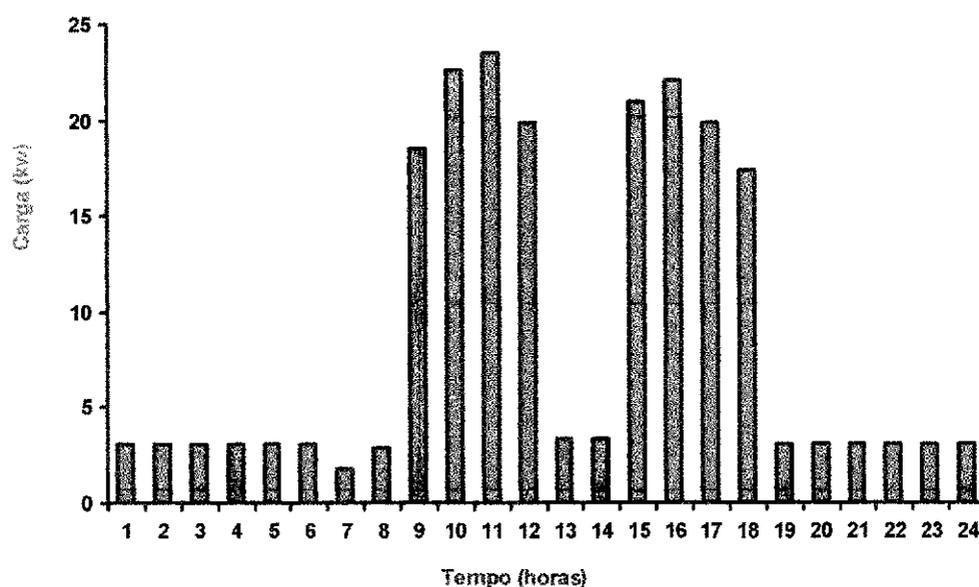


Figura 5.3 - Curva de carga diária do CCBS

Pode-se observar, conforme a curva apresentada na figura 5.3, que os horários de maior consumo compreendem os períodos que vão das 8 às 12 horas e das 14 às 18 horas, que correspondem aos horários de maior atividade. Sendo o período das 6 às 7 horas o de menor consumo, devido ao desligamento da iluminação externa e à ausência de atividades neste período.

5.2.3 Cálculo do consumo médio mensal

Para o cálculo do consumo médio mensal (C_{mc}) consideramos os valores totalizados na tabela 5.12 como sendo o consumo diário da instituição, com um mês típico de vinte e dois dias úteis e quatro finais de semana, conforme equação 5.1.

$$C_{mc} = (C_d \times 22) + (C_{fs} \times 4) \quad (5.1)$$

- C_m = consumo médio em kWh/mês
- C_d = consumo médio diário em kWh (dia útil)
- C_{fs} = consumo médio diário em kWh (final de semana)

Logo:

$$C_{mc} = 5,10 \text{ MWh/ mês}$$

Considerou-se, para um final de semana, com base no levantamento dos equipamentos que permaneciam ligados nesse período, um consumo médio (C_{fs}) de 112 kWh, correspondente a 55 kWh/dia, contabilizando 3,1 kW para cada hora entre os horários compreendidos das 18 às 6 horas (período noturno), e 1,5 kW para as horas restantes (período diurno), totalizando um consumo de 448,3 kWh.

O consumo médio mensal calculado quando comparado ao consumo médio obtido do histórico das faturas de energia elétrica mostra uma diferença em excesso de 51,3 %. Comparando-se com o período entre abril e junho, este erro diminui, variando de 7,4 a 1,5 % entre o menor e o maior valor registrado nesse período. Isto pode ser explicado devido :

- a) ao fato de que o período do levantamento dos dados coincidiu com um período de grande demanda de energia, em virtude do acúmulo de atividades provocados por uma greve;
- b) ao grande número de equipamentos que ligam e desligam automaticamente (estufas, geladeiras, condicionadores de ar, entre

- outros), e que foram computados como sendo cargas constantes, fazendo elevar o nível de toda a curva;
- c) à dificuldade de definição dos períodos de funcionamento das cargas, como sendo uso contínuo ou eventual;
- d) à aleatoriedade dos horários de funcionamento do centro.

5.2.4 Discussão proveniente dos dados coletados

Da análise dos dados coletados pôde-se destacar os seguintes condicionantes:

a) Distribuição de energia

O projeto atual das instalações estabelece uma distribuição desordenada da energia, com grande índice de improvisações feitas ao longo do tempo. Possui três quadros de distribuição, sendo que os disjuntores não estão corretamente identificados.

Contatos estabelecidos com a CELB, viabilizaram medições do consumo de energia no período de 08 a 11 de agosto de 1995. Estas medições, foram efetuadas com o medidor/registrator eletrônico programável modelo RE 1000 EMBRASUL, visando identificar a qualidade e a quantidade de energia requerida. Os valores medidos de tensão e corrente estão mostrados nas figuras 5.4 e 5.5, respectivamente.

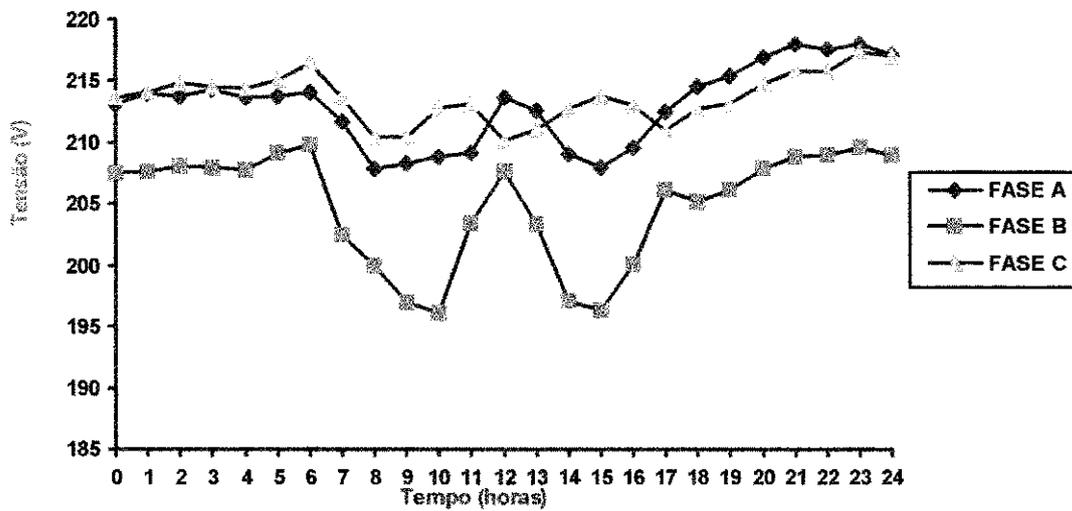


Figura 5.4 - Perfil das Tensões por Fase (CELB; 1995)

Os valores do gráfico acima correspondem a média dos valores medidos pela concessionária e mostram um desequilíbrio nos níveis de tensão em todas as fases, com valores sempre abaixo do nominal variando entre 196 a 218 V.

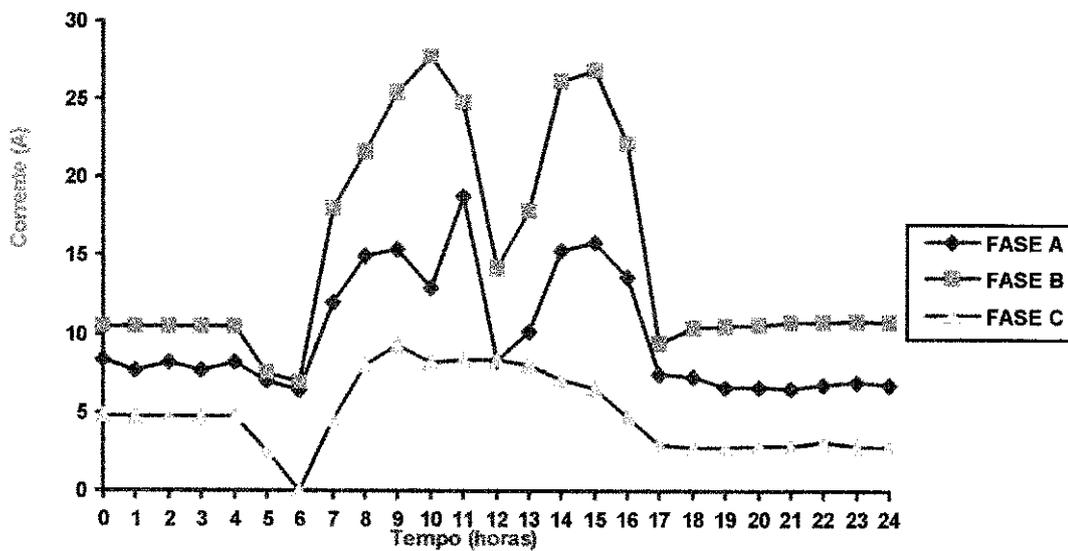


Figura 5.5 - Perfil das Correntes por Fase (CELB, 1995)

As médias das correntes por fase também evidenciam um desequilíbrio, principalmente na fase B, entre os períodos de maior carga, quando os valores superam os das demais em até 330%.

Esse desequilíbrio de tensão e corrente, provoca entre outros problemas, uma diminuição da vida útil dos equipamentos, e um aumento das perdas no sistema, já que estas variam com base no quadrado das correntes e na resistência do circuito [Eletrobras ;1986; p.230]. Examinando-se as figuras 5.4 e 5.5, verificamos que o desequilíbrio acontece de maneira proporcional ao carregamento. Sendo necessário um remanejamento de cargas por fase, de forma a obter-se um perfil de consumo mais equilibrado.

Com a intenção de traduzir, numa comparação gráfica, as semelhanças encontradas, no perfil de consumo obtido no levantamento de cargas e no perfil das correntes por fase obtido pela CELB, e ainda, sabendo-se que esta não é tão direta, requerendo algumas hipóteses, e assim, impossibilitando considerações de ordem de grandezas, comparou-se as figuras 5.3 e 5.5.

Desta forma, verificou-se diferenças no comportamento dessas curvas nos períodos compreendidos entre 6 e 8 horas, e entre 12 e 14 horas, podendo ser explicado, devido à dificuldade de precisar o horário de desligamento e religamento das cargas, sendo fixado, para efeito de levantamento, o expediente matutino das 7 às 12 horas e o vespertino das 14 às 18 horas. Algumas atividades, no entanto, são iniciadas antes desse horário, tais como: funcionamento da cantina e pessoal de limpeza, entre outras.

Levando-se em consideração esses fatos, além dos anteriormente citados (Item 5.2.3), modelou-se esse perfil de consumo, obtido através da figura 5.2, utilizando-o para identificar a qualidade e quantidade de energia requerida.

b) Iluminação

As economias sugeridas decorrem do levantamento de cargas realizado. Não foram consideradas intervenções na arquitetura ou redimensionamentos de circuitos, até porque não tivemos acesso ao projeto elétrico. Porém algumas considerações podem ser feitas :

- o sistema de iluminação do CCBS apresenta níveis de iluminamento dentro do recomendado pelas Normas Brasileiras de Iluminação - NBR-5410/1982;

- os circuitos de iluminação apresentam um sistema de seccionamento adequado, possuindo um ou mais interruptores por ambiente. Porém, foi constatado, durante o levantamento, a má utilização dos mesmos, acarretando consumo desnecessário de energia e diminuindo a vida útil do sistema;

- um grande potencial de economia de energia nos sistemas de iluminação está na utilização de reatores de alto fator de potência e baixas perdas, e na utilização de lâmpadas de maior eficiência. De acordo com a tabela 5.13, é possível diminuir a carga de iluminação instalada em 25,9 % e, com isto, economizar cerca de 9,8 % no consumo total do sistema, substituindo-se os reatores e as lâmpadas de 20 e 40 W por reatores de maior rendimento, e lâmpadas de 16 e 32 W, sem prejuízo dos níveis de iluminamento;

Tabela 5.13 - Redução de consumo obtido com a troca de lâmpadas e reatores

Potência	Quantidade existente		Quantidade sugerida		Redução	
	20 W	40 W	16 W	32 W	(W)	%
Fluorescente	37	379	37	379	3180	20
Reator simples	9	109	9	109	476,5	37
Reator duplo	14	135	14	135	1706,5	48,8
Total					5363	25,9

- as lâmpadas incandescentes poderiam ser substituídas por lâmpadas compactas de 15 W, 11W e 9W, possibilitando uma economia da carga instalada em torno de 647 W, conforme demonstrado na Tabela 5.14, abaixo;

Tabela 5.14 - Redução de consumo obtido com a troca de lâmpadas incandescentes

Potência (W)	Quantidade existente			Quantidade sugerida			Redução	
	40	60	100	9	11	15	(W)	%
Total	2	5	4	2	5	4	647	82,9

- a melhoraria da eficiência dos equipamentos de iluminação poderia ser obtida a curto prazo, realizando-se a manutenção preventiva dos mesmos (foi verificado durante o levantamento um percentual de 20 % de lâmpadas queimadas), assim como, promovendo-se, também, ações educacionais de conscientização dos usuários, apresentando-se os conceitos básicos de utilização racional e eficiente desses equipamentos.

c) Conforto Térmico

A climatização no CCBS, é feita com ventiladores e aparelhos condicionadores de ar do tipo janela, em estado de conservação bastante precário. Na

tabela 5.15, apresenta-se o número total de aparelhos condicionadores de ar e a carga instalada deste sistema.

Tabela 5.15 - Potência instalada do sistema de refrigeração

Ambiente	Capacidade Térmica (BTU)		Economia (W)
	Atual	Estimada	
Sala de Microcomputadores	7.500	7.500	—
Coord. de Medicina	12.000	12.000	—
Sala de Vídeo	18.000	18.000	—
Almoxarifado	30.000	30.000	—
Sala de Parasitologia	7.500	7.500	—
Sala de Apoio Psicológico	10.000	7.500	300
Sala do Diretor	18.000	15.000	700
Sala de Apoio Biblioteca	12.000*	10.000	200
Sala de Microcomputador	12.000	10.000	200
Secretaria	10.000	7.500	300
Biblioteca	30.000	30.000	—
Total	167.000	155.000	1700

O cálculo da carga térmica, dos diversos ambientes, foi realizado com base num levantamento das condições do local, tais como: dimensões do ambiente, portas e janelas, características do teto e do piso, quantidades de pessoas, fontes de calor, entre outras. Utilizou-se para o cálculo, segundo SERAVALLI (1995; p. 35-37), o formulário-padrão da ABNT/NBR-5858 (Apêndice A).

De acordo com a estimativa realizada, baseado nos dados de potência nominal de condicionadores de ar tipo janela [COELBA (1993;p.51)] é possível reduzir a carga instalada em 1.7 kW, sem prejuízo dos níveis de conforto. Porém esta redução não tem representação significativa que justifique a permuta dos aparelhos.

Apesar de a carga térmica instalada de 167.500 BTU e de o pequeno potencial de redução desta, não é aconselhável a utilização de equipamentos do tipo centrais de refrigeração, devido à distância física entre blocos, e ao fato de que alguns

ambientes necessitem de refrigeração apenas eventualmente, que reduz o uso dos aparelhos condicionadores de ar.

Durante o levantamento foi registrado que os aparelhos condicionadores de ar funcionam das 8 às 12 horas e das 14 às 17 horas. Verificou-se também que, em alguns locais, os aparelhos permanecem ligados, mesmo em salas vazias e em horários de ausência de funcionários e que, em sua maioria, encontram-se com os filtros bastante sujos, ficando seu rendimento comprometido, provocando desgaste rápido e aumento dos custos com manutenção.

Também aqui, faz-se extremamente necessário empreender ações objetivando a manutenção preventiva dos aparelhos destinados à climatização ambiental, bem como a conscientização dos usuários quanto à utilização racional e eficiente desses equipamentos.

5.3 Auditoria Energética na Escola Técnica Federal de Alagoas

De posse das contas de energia dos últimos doze meses (Tabela 5.16), verifica-se através da análise gráfica (figura 5.6), o comportamento do consumo de energia elétrica em função dos dados históricos.

TABELA 5.16 - Histórico das faturas de energia

MÊS/ANO	CONSUMO (kWh)	FP (%)	FC (%)	DEMANDA MÁXIMA (kW)	ENERGIA REATIVA (kvarh)
01/95	66.000	61	31	288	85.200
02/95	51.600	71	29	240	51.600
03/95	61.200	85	34	240	38.400
04/95	85.200	67	39	300	93.600
05/95	73.200	72	30	336	69.600
06/95	87.600	73	38	312	82.800
07/95	61.200	69	29	288	63.600
08/95	67.200	69	35	264	69.600
09/95	79.200	72	38	288	76.800
10/95	69.600	72	33	288	67.200
11/95	82.800	74	36	312	75.600
12/95	76.800	89	34	312	38.400
01/96	76.800	89	34	312	38.400
MÉDIA	72.184,62	74	34	290,77	65.446,15

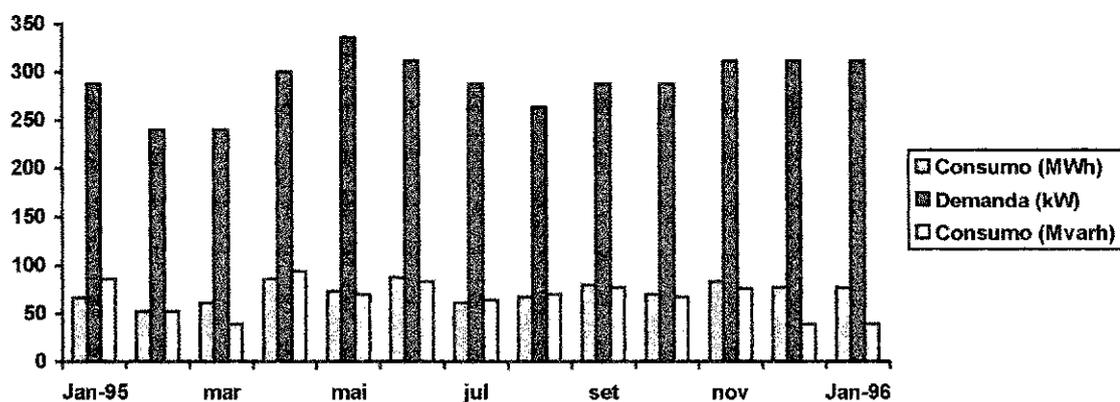


Figura 5.6 - Gráfico do perfil de consumo obtido das faturas de energia elétrica

Os dados apresentados na Tabela 5.16 e na figura 5.6, acima, permitem fazer as seguintes considerações:

1- o consumo de energia elétrica na ETFAL apresenta pequenas variações ao longo do período analisado, com pequenas reduções durante os meses de fevereiro e julho, meses de férias e recesso respectivamente. Nesta ocasião, diminui-se a atividade e, conseqüentemente o consumo de energia elétrica;

2- o fator de potência manteve-se abaixo de 0,92, causando um consumo extra de potência reativa;

3- os fatores de carga apresentam-se com valores muito baixos, indicando oportunidades de racionalização de energia a partir de um melhor gerenciamento de demanda.

5.3.1 Sistematização dos Dados

Os dados coletados revelaram que os equipamentos elétricos mais utilizados são destinados principalmente à iluminação e climatização ambiental, e à refrigeração.

Também na ETFAL tal como no CCBS, realizou-se a classificação dos equipamentos de acordo com o setor de consumo em: iluminação, conforto térmico, equipamentos e outros.

A figura 5.7, apresenta a parcela de consumo de cada um desses setores no total do consumo de energia elétrica.

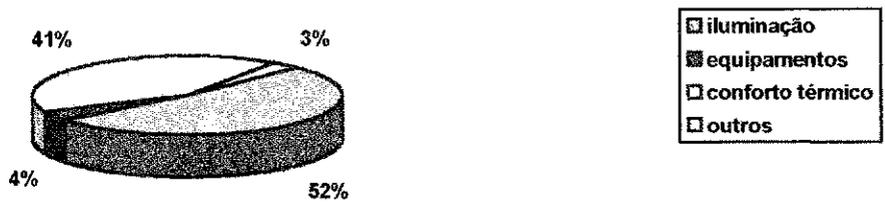


Figura 5.7 - distribuição do consumo por setor

5.3.2 Construção da curva de consumo

A partir dos dados coletados, contidos nas tabelas do Apêndice B, construiu-se a curva de carga diária de energia elétrica, com o mesmo procedimento utilizado na auditoria realizada no CCBS.

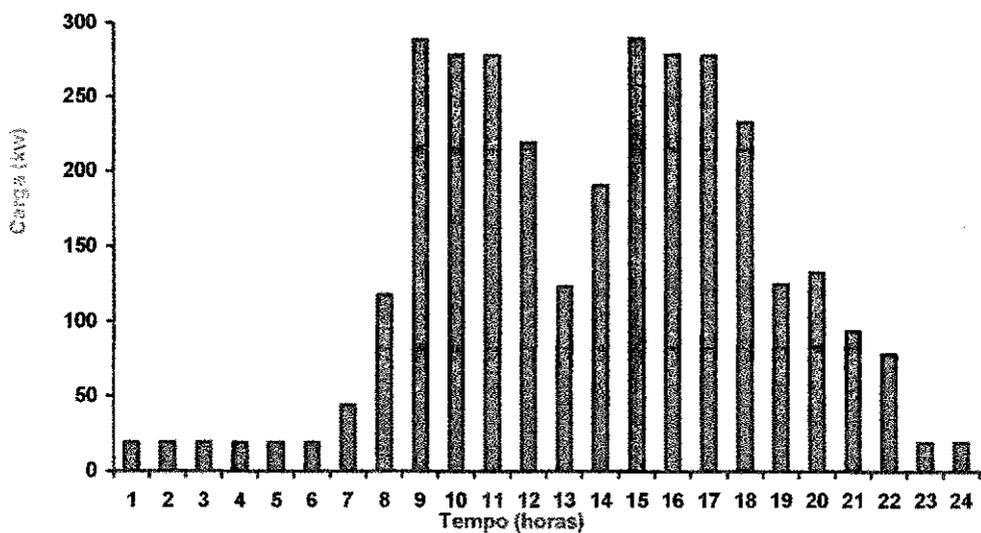


Figura 5.8 - Curva de carga elétrica da ETFAL

Podemos observar, a partir da curva apresentada na figura 5.8, que os horários de maior consumo compreendem os períodos que vão das 8 às 12 horas e das 14 às 22 horas.

A partir dos dados totalizados, efetuou-se o cálculo do consumo mensal, de acordo com a Eq. 5.1. Comparando-se este valor ao consumo médio obtido das faturas de energia elétrica, pode-se verificar um erro por excesso, de 17,4 %.

Devido a dificuldade de precisar o consumo de energia elétrica nos períodos de finais de semana, utilizou-se na obtenção desses valores, um consumo médio total 14.400 kWh, correspondente a 1.800 kWh/dia, referente ao registrado no período de um final de semana, com base na média dos dados coletados, durante um período de quatro finais de semanas, mediante leituras realizadas no medidor de energia ativa.

5.3.3 Discussões provenientes dos dados coletados

A partir do histórico de consumo, obtido das faturas de energia, e dos dados coletados do consumo de energia elétrica nos itens iluminação e conforto térmico, foram reunidas algumas sugestões, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica da instituição.

a) Distribuição de Energia

A ETFAL possui uma subestação abrigada de onde parte toda a alimentação para o quadro geral de força, não possuindo sistema de ventilação, necessitando urgentemente da instalação de exaustores para melhorar a circulação de ar interna.

Seu projeto atual estabelece uma distribuição desordenada da energia, com grande índice de improvisações feitas ao longo do tempo. Possui um quadro geral de distribuição, localizado no interior da subestação, sendo que os dispositivos de seccionamento não estão corretamente identificados e o estado geral de conservação do mesmo inspira cuidados, acarretando assim perdas no sistema elétrico, necessitando, com urgência, de manutenção.

b) Transformador

Em suas publicações o PROCEL (1988; p. 8-9) e PROCEL (1992; p. 9.1-9.3), destaca que um transformador apesar de ser projetado para carga nominal, seu rendimento e sua vida útil são satisfatórios em condições de carga na faixa de 30 a 80% de sua potência nominal.

Nesta linha, Lima (1996), considera que a análise de utilização dos transformadores é fundamentada na comparação do valor máximo de demanda das cargas com a potência que é efetivamente disponibilizada pelos transformadores, dada pela seguinte equação:

$$kVA_{max} = \frac{kW_{max}}{FP} \quad (5.2)$$

kVA_{max} = Potência aparente máxima solitada dos transformadores

kW_{max} = Potência ativa máxima registrada na medição

FP = Fator de potência relativo ao momento de registro da potência
ativa máxima

A ETFAL possui um transformador de potência de 500 kVA. Utilizando-se os valores de demanda máxima mensal e fator de potência médio mensal, obtidos das faturas de energia, observa-se, através da Tabela 5.17, que o carregamento máximo do

transformador, da ETFAL, em seis dos doze meses estudados encontra-se acima da faixa de rendimento (150 a 400 kVA), e vida útil satisfatórios.

Tabela 5.17 - histórico da utilização do transformador

mês	Demanda (kW)	FP (%)	kVA_{max} (kVA)
jan-95	288	61	472
fev-95	240	71	338
mar-95	240	85	282
abr-95	300	67	448
mai-95	336	72	467
jun-95	312	73	427
jul-95	288	69	417
ago-95	264	69	383
set-95	288	72	400
out-95	288	72	400
nov-95	312	74	422
dez-95	312	89	351

Para reduzir as perdas devidas ao carregamento do transformador, sugere-se a realização de um estudo, que averigue a possibilidade de instalação de mais um equipamento, para alimentar, em separado, as cargas de refrigeração. Haveria, assim, um remanejamento de cargas, tornando possível o desligamento deste nos períodos de final de semana e feriados.

É importante ainda, a fim de reduzir as perdas, efetuar uma manutenção com brevidade, pois o transformador apresenta um grande vazamento de óleo. Não se pode esquecer que a manutenção de transformadores constitui-se basicamente na detecção de vazamentos, ensaio de rigidez dielétrica do óleo, inspeção das partes metálicas, testes de isolamento e limpeza geral.

c) Correção do Fator de Potência

De acordo com o exposto no capítulo II, o baixo fator de potência constitui um dos principais indicadores de desperdício e, conseqüentemente, conforme o decreto do DNAEE de N^o 1.569, os consumidores que estiverem operando com um fator de potência abaixo de 0,92 serão penalizados mediante um custo adicional no valor total da tarifa paga.

Verifica-se que a ETFAL, conforme demonstra seu histórico (período de janeiro de 1995 a janeiro de 1996), possui um fator de potência médio em torno de 0,74 (ver Tabela 5.16), abaixo do valor de referência.

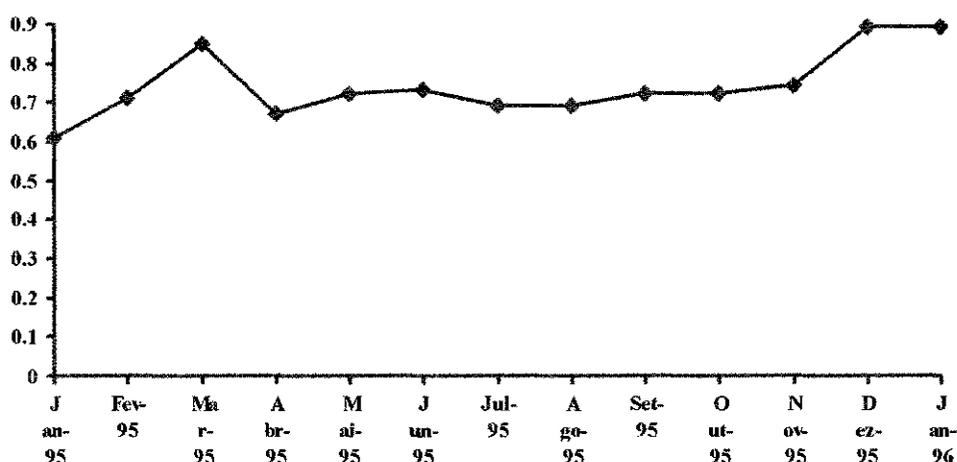


Figura 5.9 - Evolução do fator de potência

- Cálculo do custo adicional de energia

Segundo a Portaria do DNAEE N^o 1.569, de 23 de dezembro de 1993, para os consumidores que se enquadrarem na estrutura tarifária convencional, que é o caso da ETFAL, onde não foram instalados registradores digitais, o faturamento de energia e demanda de potência reativas excedentes será calculado da seguinte maneira:

energia e demanda de potência reativas excedentes será calculado da seguinte maneira:

$$\text{a) FER} = \text{CA} \times \left(\frac{f_r}{f_m} - 1 \right) \times \text{TCA} \quad (5.3)$$

$$\text{b) FDR} = \left(\text{DM} \times \frac{f_r}{f_m} - \text{DF} \right) \times \text{TDA} \quad (5.4)$$

Onde:

FER - faturamento total correspondente à energia reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência, no período de faturamento;

CA - fornecimento de energia ativa, verificada por medição apropriada, durante o período de faturamento;

f_r - fator de potência de referência igual a 0,92;

f_m - fator de potência indutivo médio das instalações elétricas das unidades consumidoras, calculado para o período de faturamento, definido como o cosseno do arco tangente do quociente da energia reativa indutiva no período de faturamento pela energia ativa CA;

TCA - tarifa de energia ativa, aplicável ao fornecimento;

FDR - faturamento total correspondente à demanda de potência reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência, no período de faturamento;

DM - máxima demanda de potência ativa, verificada por medição apropriada, em intervalo de integralização de 15 (quinze) minutos, durante o período de faturamento;

DF - demanda de potência ativa faturável no período de faturamento;

TDA - tarifa de demanda de potência ativa aplicável ao fornecimento.

Considerando-se um mês hipotético com a média dos valores de consumo mensal e demanda máxima (Tabela 5.16), e valores de tarifas da CEAL (Apêndice A), tem-se para a ETFAL:

$$FER = R\$ 1.149,7 \quad (5.3)$$

$$FDR = R\$ 316,2 \quad (5.4)$$

Em comparação com o valor regulamentado pelo DNAEE, esse fator (0,92), corresponde a um acréscimo de R\$ 1.465,9, no faturamento total da ETFAL. O faturamento correspondente à energia e à demanda reativa excedentes é equivalente a um consumo extra de 17.558,4 kWh e uma demanda extra de 70,7 kW, que pode ser reduzido com a correção do fator de potência.

- Cálculo da redução das perdas

As perdas causadas pelo baixo fator de potência são decorrentes da corrente reativa no sistema, e podem ser eliminadas ou atenuadas pela correção deste fator.

As perdas de potência ativa num sistema de distribuição são calculadas pelo quadrado da corrente multiplicado pela resistência do circuito (RI^2). Segundo

Cotrim (1982), para calcular a redução de perdas elétricas pode-se utilizar a seguinte expressão:

$$\text{Redução de perdas (\%)} = \left[1 - \left(\frac{f_m}{f_r} \right)^2 \right] \times 100 \quad (5.5)$$

Onde:

f_m = fator de potência medido

f_r = fator de potência de referência (corrigido)

De acordo com a equação 5.5, a redução de perdas na ETFAL com a correção do fator de potência médio de 0,74 para o valor de referência (0,92) será de 35,3 %.

d) Adequação do Sistema Tarifário

A Escola Técnica Federal de Alagoas atualmente está enquadrada na Tarifa Convencional, segundo a portaria do DNAEE Nº 033, de 11/02/88, a mesma pode optar ser enquadrada nas Tarifas Verde ou Azul, já que, possui tensão de fornecimento menor que 69 kV, com demanda superior a 50 kW e inferior a 500 kW. Um novo enquadramento pode ser uma alternativa de diminuir seu custo com energia elétrica, para tanto realizou-se um estudo para verificar a viabilidade de alteração do contrato de fornecimento.

Os dados de demanda diários obtidos do levantamento de cargas, apresentados na tabela 5.12, nos permite fazer as seguintes considerações:

1. O consumo de energia elétrica diário, no período fora da ponta, é de 2.647 kWh, correspondendo a um consumo total mensal fora da ponta de 72.624,6 kWh;
2. O consumo de energia elétrica diário, na ponta, é de 489,7 kWh, correspondendo a um consumo total mensal, na ponta, de 10.773,5 kWh;
3. A demanda máxima verificada fora da ponta foi de 288,9 kW;
4. A demanda máxima verificada na ponta foi de 232,8 kW.

De acordo com a Portaria do DNAEE Nº 033, de 11 de fevereiro de 1988, o faturamento para a tarifa convencional é calculado da seguinte maneira:

$$F = D_{\text{fat}} \times TD + C \times TC \quad (5.6)$$

Sendo:

D_{fat} = Demanda Faturada

TD = Tarifa de Demanda

C = Consumo de energia

TC = Tarifa de Consumo

Utilizando o valor de demanda máxima fora de ponta, como sendo a maior potência demandada durante o período de faturamento, e os valores de tarifas da CEAL, tem-se, de acordo com a equação 5.6, acima, um faturamento para a tarifa convencional de R\$ 6.752,50.

Segundo a Portaria do DNAEE Nº 033, de 11 de fevereiro de 1988, o faturamento para a tarifa azul é calculado da seguinte maneira:

$$F = D_{fp} \times T_{dp} + D_{ffp} \times T_{dfp} + C_p \times T_{cp} + C_{fp} \times T_{cfp} \quad (5.7)$$

Sendo:

D_{fp} = Demanda faturada na ponta

T_{dp} = Taxa de Demanda na ponta

D_{ffp} = Demanda faturada fora da ponta

T_{dfp} = Taxa de demanda fora de ponta

C_p = Consumo na ponta

T_{cp} = Taxa de consumo na ponta

C_{fp} = Consumo fora da ponta

T_{cfp} = Taxa de consumo fora da ponta

Utilizando os valores do levantamento de cargas e os valores de tarifas da CEAL, tem-se de acordo com a equação 5.7, acima, um faturamento para a tarifa azul de R\$ 7.399,81 e R\$ 7.026,10, para os períodos seco e úmido respectivamente.

Segundo a Portaria do DNAEE Nº 033, de 11 de fevereiro de 1988, o faturamento para a tarifa verde é calculado da seguinte maneira:

$$F = D_f \times T_f + C_p \times T_{cp} + C_{fp} \times T_{cfp} \quad (5.8)$$

Sendo:

D_f = Demanda Faturada

T_f = Taxa de Demanda

C_p = Consumo na ponta

T_{cp} = Taxa de consumo na ponta

C_{fp} = Consumo fora da ponta

T_{cfp} = Taxa de consumo fora da ponta

Utilizando os valores do levantamento de cargas e os valores de tarifas da CEAL, tem-se de acordo com a equação 5.8, acima, um faturamento para a tarifa verde de R\$ 7.594,30 e R\$ 7.220,80, para os períodos seco e úmido respectivamente.

TABELA 5.18 - Quadro comparativo das opções tarifárias

DIFERENÇA PERCENTUAL DE CUSTO			
PERÍODO	AZUL-VERDE (%)	CONV-AZUL (%)	CONV.-VERDE (%)
SECO	-2,6	-9,6	-12,5
ÚMIDO	-2,7	-4,0	-6,9

De acordo com o estudo realizado, verifica-se na tabela 5.18, acima, concluímos que a tarifa convencional representa a opção mais econômica. Portanto, não recomenda-se a alteração do contrato de fornecimento com a concessionária, permanecendo em vigor a tarifa convencional.

e) Iluminação

O sistema de iluminação da ETFAL possui um consumo mensal, segundo a figura 5.7, de aproximadamente 52% do consumo total das instalações sendo portanto o item de maior relevância no combate ao desperdício.

O levantamento de cargas realizado aponta um potencial de economia neste sistema. Vale ressaltar que, igualmente ao CCBS, não foram consideradas intervenções na arquitetura ou redimensionamentos de circuitos, até porque não se teve acesso ao projeto elétrico. Porém algumas considerações podem ser feitas como:

- os circuitos de iluminação apresentam um sistema de seccionamento localizado em cada recinto. Em alguns deles, como salas de aula, laboratórios entre

outros, é comum se ter mais de um seccionamento na própria sala. No entanto, constatou-se, durante o levantamento, que, em ambientes próximos às janelas, onde o nível de iluminação é bastante elevado, as lâmpadas permanecem acesas, pois, no atual projeto, só há compromisso com o nível de ocupação, acarretando consumo desnecessário de energia. O correto seccionamento dos circuitos de iluminação, prevendo a utilização da iluminação natural, é uma das medidas que podem proporcionar economia de energia.

– O modelo de luminária mais utilizado é o tipo calha chanfrada. De uma maneira geral, os modelos de luminárias são adequados, porém, em alguns recintos, como corredores, aconselhamos substituir este tipo de luminária pelas industrial do tipo “miller” (luminárias com difusor esmaltado/polido) (Creder (1984; p. 103-105)), aumentando com isso a eficiência do conjunto de iluminação.

– a utilização, principalmente no bloco administrativo, de um grande número de luminárias para quatro lâmpadas fluorescente de 40 W, que poderiam ser substituídas por duas luminárias para duas lâmpadas, possibilitando com isto o desligamento de luminárias durante o período de baixo nível de ocupação, além de proporcionar uma melhor distribuição do fluxo luminoso.

Uma oportunidade de economia de energia seria proporcionada com a alteração do tipo das luminárias, combinado-a com um correto sistema de seccionamento, permitindo, também, economias devido a melhor utilização da iluminação natural. A contabilidade dessas economias é de difícil realização devido a complexidade metodológica, e não foram mensuradas durante esse trabalho.

Um grande potencial de economia de energia nos sistemas de iluminação está:

1- na utilização de reatores de alto fator de potência e baixas perdas, e na utilização de lâmpadas de maior eficiência; e

2- no rebaixamento e troca das luminárias dos corredores pelas do tipo miller, aumentando-se o nível de iluminação podendo com isso reduzir o número de lâmpadas e conseqüentemente a carga instalada.

De acordo com a tabela 5.19, é possível diminuir a carga de iluminação instalada em 30,3 % e, com isto, economizar cerca de 15,6% no consumo total do sistema, através da substituição dos reatores e das lâmpadas de 20 e 40 W por reatores de maior rendimento e lâmpadas de 16 e 32 W, e da redução do número de lâmpadas nos corredores, sem prejuízo dos níveis de iluminação.

Tabela 5.19 - Redução de consumo obtido com a troca de lâmpadas e reatores

Potência		Quantidade existente		Quantidade sugerida		Redução de Consumo	
		20 W	40 W	16 W	32 W	(W)	%
Térreo	Fluorescente	70	1401	81	1370	12.304	
	Reator simples	14	199	25	188	859	
	Reator duplo	28	601	28	591	7.232,5	
1º Pav.	Fluorescente	06	639	06	621	5.712	
	Reator simples	—	233	—	233	932	
	Reator duplo	3	203	3	194	2.468	
2º Pav.	Fluorescente	02	288	02	270	2.888	
	Reator simples	—	74	—	74	296	
	Reator duplo	1	107	1	98	1.350	
TOTAL						34.041,5	30,3

Um aspecto importante a ser considerado está nas cores do piso e das paredes utilizadas. É utilizado um piso de borracha em algumas salas, principalmente nos blocos de eletrônica e eletrotécnica da cor preta, e em outras um piso de cor azul.

As paredes também são na cor azul e cinza contribuindo para absorver a iluminação e escurecer o ambiente. A utilização de cores claras para as superfícies interiores, aumenta o fator de reflexão de paredes, pisos e fôrros, segundo ABILUX (1992, p. 10), pode significar um acréscimo da iluminância, de um local, em até 35%.

f) Conforto Térmico

A climatização ambiental na ETFAL é feita através de ventiladores de teto, aparelhos condicionadores de ar do tipo janela, e seis centrais do tipo “self-contained”, sendo quatro no pavimento térreo, para refrigerar o bloco administrativo e a biblioteca, e duas no primeiro pavimento, para refrigerar o Centro de Processamento de Dados e o Departamento de Ensino.

O levantamento efetuado permitiu tecer algumas considerações sobre o sistema de refrigeração:

a) durante o levantamento, foram medidas as temperaturas de saída do aparelho e a temperatura ambiente, utilizando-se o alicate amperômetro digital ICEL/AD-8800. Com isso pôde-se identificar muitos aparelhos que necessitam de manutenção, provocando um aumento do consumo de energia devido a sobrecarga a que esses aparelhos são submetidos;

b) as portas dos ambientes climatizados não possuem dispositivos de fechamento automático, permitindo fuga de carga para ambientes não climatizados;

c) registrou-se, também, que em alguns locais os aparelhos permanecem ligados, mesmo em salas vazias e em horários de ausência de funcionários.

Uma oportunidade de economia de energia está no redimensionamento da carga térmica dos aparelhos do tipo janela. Na tabela 5.20, apresenta-se a quantidade de aparelhos condicionadores de ar do tipo janela e a carga instalada nos recintos onde há superdimensionamento.

De acordo com esta tabela, é possível reduzir a carga instalada em 14.4 kW. Considerando-se os dados de potência nominais de condicionadores de ar tipo janela [COELBA (1993;p.53)] e, um consumo médio diário, por aparelho, de 8 horas, haveria, então, uma economia mensal em torno de 2.534,4 kWh; ou cerca de 3,5 % do consumo total do sistema, sem prejuízo dos níveis de conforto.

O redimensionamento dos condicionadores de ar do tipo janela foi realizado, utilizando-se o formulário-padrão ABNT/NBR-5858, segundo SERAVALLI (1995; p. 35-37), considerando-se a utilização de aparelhos individuais, tomando por base a carga térmica em função da área dos ambientes, área das janelas, número de pessoas e potência elétrica dos equipamentos instalados em cada recinto.

Tabela 5.20 - Potencial de economia do sistema de refrigeração

Ambiente	Carga Atual	Carga Estimada	Economia (W)
	BTU	BTU	
Sala Coord. de Estradas	12.000	7.500	550
Sala Material de Topografia	10.000	7.500	350
Vice-Direção	18.000	7.500	1550
D.A.E.	36.000	25.000	2200
ASSEJUR	18.000	10.000	1200
C.I.E.E.	36.000	24.000	2000
C.R.E.	54.000	45.000	2300
Enfermaria	15.000	10.000	500
Consultório Médico	20.000	15.000	1100
Coord. de Eletrotécnica	10.000	7.500	350
Patrimônio	15.000	10.000	500
Central Telefônica	10.000	7.500	350
Coord. de Projetos	12.000	7.500	550
Lab. de Medidas	36.000	30.000	1400
Total	302.000	214.000	14400

Outra oportunidade de economia consiste na redução por tempo de funcionamento das centrais. Durante o levantamento, verificou-se que o período de funcionamento das centrais que refrigeram o bloco administrativo e o Departamento de Ensino compreende também o horário das 12 às 14 horas, com um potencial de redução em torno de 2.959 kWh/mês e 631,4 kWh/mês, respectivamente, correspondente a 4,2 % do consumo total de energia, com o desligamento destes sistemas nesse período.

5.4 Análise Comparativa

Neste item serão feitas comparações entre o perfil de consumo e a distribuição de consumo por setor, do CCBS, ETFAL e Universidade Federal de Viçosa (UFV). Estas comparações estão referendadas por estudos realizados na UFV e avalizados pela CEMIG (Maciel;1984).

Na figura 5.10, reproduziu-se a curva de carga elétrica da Universidade Federal de Viçosa (UFV), também obtida através de levantamento de campo. Comparando-se esta figura às figuras 5.3 e 5.8, nota-se que, apesar dos valores de consumo serem diferentes, estes se assemelham quanto aos horários de maior e menor consumo, excetuando-se o CCBS, cujo horário de funcionamento não se estende ao período noturno. Isto ocorre porque as três instituições apresentam características de atividades próprias de instituições de ensino, configurando assim perfis semelhantes de consumo de energia elétrica.

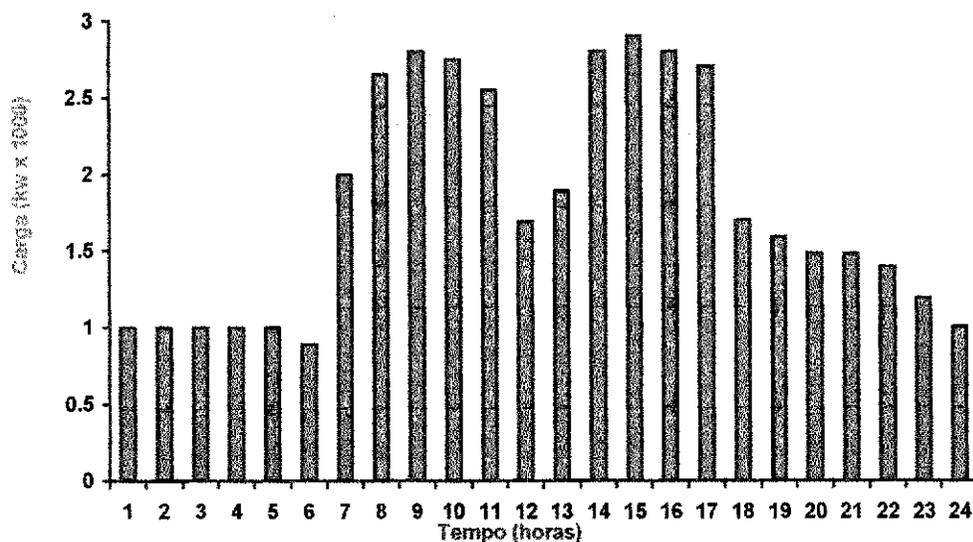


Figura 5.10 - curva de carga elétrica da UFV [Maciel,1994]

Na figura 5.11, obtida a partir da sistematização dos dados levantados, reproduz a distribuição do consumo por setores da UFV.



Figura 5.11 - Distribuição de consumo por setor da UFV

Comparando-se as figuras 5.2 e 5.7, representação do consumo de energia do CCBS e da ETFAL, verifica-se que a iluminação é responsável pela maior parcela de consumo de energia elétrica seguida do conforto térmico ambiental. No caso da UFV, estes dois setores repartem igualmente o índice de maior consumo (figura 5.11), com a ressalva de que o conforto térmico, neste caso, devido à diferente área de atuação, localização regional e condições climáticas, traduz-se em aquecimento.

Esta constatação está perfeitamente de acordo com os dados encontrados na literatura [Zatz;1989] e [PROCEL; 1988], que elegem a iluminação e o conforto térmico como os maiores responsáveis pelo desperdício de energia no setor de serviços.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o diagnóstico energético realizado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde do Campus II da UFPB, e na Escola Técnica Federal de Alagoas, a partir dos dados obtidos do histórico das faturas de energia elétrica, fornecidos pelas concessionárias (CELB-CEAL respectivamente), e do levantamento de cargas elétricas obtido mediante coleta de dados.

A auditoria energética realizada no CCBS indicou a existência de oportunidades de melhoria de eficiência energética das instalações, nos itens:

- iluminação, com a utilização de lâmpadas mais eficientes e reatores de alto fator potência e baixas perdas, correspondendo a uma economia mensal em torno de 9,8 %;

- conforto térmico, com a redução da carga térmica instalada, por ambiente, em 1.7 kW, sem prejuízo dos níveis de conforto, porém, constatou-se que esta redução não tem representação significativa que justifique a permuta dos aparelhos. Verificou-se, também, a não viabilidade da utilização de equipamentos do tipo centrais de refrigeração, devido à distância física entre blocos, e ao fato de que

alguns ambientes necessitem de refrigeração apenas eventualmente, o que reduz o uso dos aparelhos condicionadores de ar.

A auditoria energética realizada na ETFAL, também, indicou a existência de oportunidades de melhoria da eficiência energética das instalações, totalizando uma economia mensal em torno de 58,6 %, nos itens:

- iluminação, com a utilização de reatores e lâmpadas de maior eficiência e no rebaixamento e troca de luminárias dos corredores, correspondendo a uma economia mensal em torno de 15,6 %;

- conforto térmico, com a redução da carga instalada dos aparelhos condicionadores de ar do tipo janela e com a redução do tempo de funcionamento das centrais de refrigeração, correspondendo a uma economia mensal em torno de 7,7 %;

- fator de potência, com a correção do mesmo para o fator de referência 0,92, correspondendo a uma economia mensal 35,3 %.

Além das oportunidades de melhoria de eficiência energética, acima citadas, faz-se extremamente necessário empreender ações objetivando a manutenção preventiva dos equipamentos, bem como a conscientização dos usuários quanto à sua utilização racional e eficiente.

Todos os resultados apresentados, estão perfeitamente de acordo com a literatura especializada [Zatz; 1989] e [PROCEL; 1988], que elegem a iluminação e o conforto térmico como os maiores consumidores de energia elétrica, no setor de serviços, validando assim, a aplicação do método utilizado.

• **Sugestões**

Buscando contribuir para um melhor desempenho de futuros trabalhos na área, propõe-se:

a) aplicação de modelos matemáticos, através de regressão linear, possibilitando projeções futuras, a médio e longo prazo, proporcionando uma melhor utilização do histórico das faturas;

b) aperfeiçoamento da técnica de coleta de dados, de equipamentos que funcionam de maneira intermitente, dotando de maior precisão o consumo de energia destes;

c) análise da história das faturas de energia por um período maior do que doze meses para melhor avaliar o comportamento do consumo.

Finalmente, como neste trabalho não foi realizada uma análise econômica do problema, certamente, a inclusão desta variável pode, e deve, ser incorporada a outros trabalhos da área, ficando, assim, como sugestão para trabalhos futuros.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABILUX.** Uso Racional de Energia Elétrica em Edificações - Iluminação. São Paulo, abril de 1992.
- BITU, Roberto e BORN, Paulo.** Tarifas de Energia Elétrica: aspectos conceituais e metodológicos. São Paulo: MM Editora, 1993.
- CCON.** Estrutura Tarifária Horo-Sazonal Azul e Verde, Recife: 1989.
- CEAL.** Tabela de Tarifas, Maceió:1996.
- CODI.** Manual de Orientação Sobre a Nova Legislação para Faturamento de Energia Reativa Excedente, Rio de Janeiro: 1992.
- COELBA.** Manual de Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária. 1ª ed., Salvador, 1993.
- COTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt.** Instalações Elétricas. 2 ed., São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1982.
- CREDER, Hélio.** Instalações Elétricas. 9 ed., Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.
- DNAEE/MME.** Portaria N^o 222, 1987.
- DNAEE/MME.** Portaria N^o 033, 1988.
- DNAEE/MME.** Portaria N^o 1.569, 1993.
- EBERLE;** Manual de Motores Elétricos. Caxias do Sul - RS: [19__ ?].

- FALCONE**, Aureo G. Conservação de Energia Essencial em Motores Elétricos. Jornal da Eletricidade, abr/mai. 1995. p. 9
- GOLDEMBERG**, José. Energia Nuclear no Brasil. São Paulo: Editora de Humanismo, Ciência e Tecnologia Hucitec, 1978.
- KURME**, Hitoshi; Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade. São Paulo: Gente, 1993.
- GCCE. PROCEL** - Documentação Básica; 3ª ed. Rio de Janeiro: 1988.
- LA ROVERE**, E. Lèbre. Conservação de Energia em sua Concepção mais Ampla: Estilos de Desenvolvimento a Baixo Perfil de Consumo de Energia. Apostila do curso de Tecnologia e Economia da Energia, 1995.
- LIMA**, Luiz Carlos A., **DAVID**, Ricardo da Silva; Eficiência Energética em Edifícios Públicos: Experiência na Bahia. São Paulo: Contraste, 1996.
- MACIEL**, Nelson F, **OLIVEIRA FILHO**, Delly, **MARTINS**, José H, **PAIVA**; José Mauro O. Racionalização do Uso de Energia Elétrica na Universidade Federal de Viçosa. Campinas, XXIII CONBEA, 1994.
- MACIEL**, Nelson F.; Racionalização de Energia. I Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola.
- PROCEL**, Catálogo de Conservação de Energia Elétrica na Residência. Rio de Janeiro: 1988.
- PROCEL**. Catálogo de Conservação de Energia Elétrica na Indústria - Alta Tensão. Rio de Janeiro: 1988.
- PROCEL**. Controle Energético para Redução de Custos. Rio de Janeiro: 1992.
- PROCEL**. Manual de Conservação de Energia Elétrica: Prédios Públicos e Comerciais. 2 ed. Eletrobrás/Eletropaulo. Rio de Janeiro: 1988.
- RIBEIRO**, Carmen Zilda, **ALVES**, Telma Regina. Rhodia: Consumo Igual e Produção Duplicada. Revista Energia & Produção. São Paulo: n. 7, p. 19-22, 1987.
- ROSA**, Luiz Pinguelli, **SIGAUD**, Lygia, **MIELNIK**, Otávio. Impactos de Grandes Projetos Hidrelétricos e Nucleares. Aspectos Econômicos e Tecnológicos, Sociais e Ambientais. São Paulo: Marco Zero, 1988.
- SERAVALLI**, Divino, **ROSSETTO**, Paulo E., Curso para Mecânico de Refrigeração e Ar Condicionado. São Paulo: RPA [19__?].

SHOEPS, Carlos Alberto. Conservação de Energia na Indústria: Faça você Mesmo. 2 ed. Rio de Janeiro: PROCEL, 1993.

ZATZ, José. Conservação de Energia no Brasil. Revista Siemens, pa. 37-40, fev. 1989.

APÊNDICES

APÊNDICE - A

NOME: ASSEJUR

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA - CONDICIONADORES DE AR

NOME:			
ENDEREÇO:	BAIRRO:	FONE:	
PLANTA Nº:	SALA:	ANDAR:	TENSAO:
CÁLCULO SOLICITADO POR:			FONE:

	CALOR RECEBIDO - FONTES NORMAIS	QUANT.	FATORES DE MULTIPLICAÇÃO				KCAL/H
			A SEM CORTINAS	B COM CORTINAS	C COM TOLDOS	D ÁREA x FATOR	
1 JANELAS (INSOLAÇÃO)	NORTE	M²	240	115	70		1 - USAR APENAS O MAIOR VALOR DA COLUNA 2 - PARA TIJOLOS DE VIDRO CONSIDERAR A METADE DOS VALORES CALCULADOS
	NORDESTE	M²	240	95	70		
	LESTE	3,48 M²	270	130	85	295,8	
	SUDESTE	M²	200	85	70		
	SUL	M²	0	0	0		
	SUDOESTE	M²	400	160	115		
	OESTE	0,886 M²	500	220	150	129,94	
	NOROESTE	M²	350	150	95		
	VIDRO COMUM	4,40 M²		50			
TIJOLO DE VIDRO	M²		25				
3 PAREDES	EXTERNAS - DIREÇÃO SUL	M²		15			
	OUTRAS DIREÇÕES	2,26 M²		20			452
	INTERNAS (NÃO CONSIDERAR PAREDES ENTRE AMBIENTES CONDICIONADOS)	M²		8			
4 TETO	LAJE EXPOSTA AO SOL (SEM ISOLAÇÃO)	M²		75			
	LAJE EXPOSTA AO SOL (C/ ISOL. 2.5 CM OU MAIS)	M²		30			
	ENTRE ANDARES	27 M²		13			351
	SOB TELHADOS SEM ISOLAÇÃO	M²		50			
	SOB TELHADOS COM ISOLAÇÃO	M²		18			
5 - PISO (NÃO CONSIDERAR PISO DIRETAMENTE SOBRE O SOLO)	M²			13			
6 PESSOAS	EM ATIVIDADE NORMAL	Nº 2		150			300
	EM CONDIÇÕES DE REPOUSO	Nº		75			
	BOATE, DENTISTA, GINÁSIO DE ESPORTES	Nº		750			
7 OUTRAS FONTES DE CALOR	APARELHOS ELÉTRICOS	185 KW		860			159,4
	FORNO ELÉTRICO (SERV. COZINHA)	KW		860			
	TORRADEIRA E APARELHOS DE GRELHAR	KW		860			
	MESA QUENTE	KW		860			
	CAFETEIRAS	KW		860			
	MOTORES	HP		645			
	ALIMENTOS - POR PESSOA (RESTAURANTE)	Nº		16			
8 - LÂMPADAS INCANDESCENTES	W			1			
9 - LÂMPADAS LUZ FRIA	240 W			0.5			120
10 - PORTAS E VÃOS (SEMPRE ABERTOS)	M²			150			
11 - TOTAL DA CARGA TÉRMICA P/ SELEÇÃO DO(S) CONDICIONADOR(ES) DE AR							1896,3
12 - NÚMERO DE APARELHOS POR MODELO:							
<input type="checkbox"/> 7000	<input checked="" type="checkbox"/> 10000	<input type="checkbox"/> 12000	<input type="checkbox"/> 15000	<input type="checkbox"/> 18000	<input type="checkbox"/> 21000		
13 - FUSÍVEL REQUERIDO	A	14 - PARA CALCULAR EM BTU/H MULTIPLICAR KCAL/H POR 4					7585

ASSEJUR

EXISTENTE: 10.000

APÊNDICE - B
Levantamentos de Cargas na ETFAL

Escola Técnica Federal de Alagoas

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas BOAS	Lâmpadas QUEIMADAS	Potência das Lâmpadas (w)	Potência Total (w)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Nº de Luminárias	Perda nos Reatores (w)	Energia Consumida (Wh/dia)
1	CIEE	Fluorescente	08		40	320	10,5	Seg. a Sex.	4	96	4160
2	CIEE	Fluorescente	06	01	40	200	10,5	Seg. a Sex.	3	72	2720
3	SECOM	Fluorescente	11		40	440	8	Seg. a Sex.	4	129	4552
4	ASSETUR	Fluorescente	06	01	40	200	8	Seg. a Sex.	3	72	2176
5	DAE	Fluorescente	11		40	440	8	Seg. a Sex.	4	129	4552
6	VICE-DIREÇÃO	Fluorescente	12	02	40	480	8	Seg. a Sex.	6	144	4992
7	ADMINISTRAÇÃO	Fluorescente	08		40	240	8	Seg. a Sex.	2	96	2688
8	HALL DE ACESSO	Incandescente	01	03	150	150	4	Seg. a Sex.			600
9	COPLAN	Fluorescente	10	01	40	280	8	Seg. a Sex.	4	120	3200
10	RECEPÇÃO	Fluorescente	08	06	40	280	8	Seg. a Sex.	2	96	3008
11	ADMINISTRAÇÃO	Fluorescente	16	06	40	400	8	Seg. a Sex.	4	192	4736
12	DIREÇÃO	Fluorescente	16	03	40	400	Eventual	Seg. a Sex.	4	192	
13	DAFC	Fluorescente	08		40	200	8	Seg. a Sex.	2	96	2368
14	GAB. DA DIREÇÃO	Fluorescente	08	27	40	320	8	Seg. a Sex.	2	96	3328
15	SEFO	Fluorescente	20	01	40	520	8	Seg. a Sex.	5	240	6080
16	CRH	Fluorescente	08		40	280	8	Seg. a Sex.	2	96	3008
17	CONTABILIDADE	Fluorescente	12	02	40	480	8	Seg. a Sex.	4	144	4992
18	S/ DAS MÁQUINAS	Fluorescente	04	01	40	80	Eventual	Seg. a Sex.	2	48	
19	CRH	Fluorescente	08		8x40	280	8	Seg. a Sex.	2	96	3008
20	CORREDOR	Fluorescente	18		10x20	520	24	Seg. a Sex.	18	188	16992
21	CORREDOR	Fluorescente	187		40	7480	6	Seg. a Sex.	137	2157	57822
22	CORREDOR	Fluorescente	45		20	900	12	Seg. a Sex.	45	450	16200
23	PÁTIO	F/W. compacta	10	02	13	104	12	Seg. a Sex.	-	-	1248

Escola Técnica Federal de Alagoas

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas BOAS	Lâmpadas QUEMADAS	Potência das Lâmpadas (w)	Potência Total (w)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Nº de Luminárias	Perda nos Reatores (w)	Energia Consumida (Wh/dia)
24	BANHEIRO	Fluorescente	04		40	160	EVENT	Seg. a Sex.	02	48	
25	SL. DE AULA	Fluorescente	105	06	40	3960	06	Seg. a Sex.	35	1225	31110
26	SL. DE AULA	Fluorescente	21	09	40	480	EVENT	Seg. a Sex.	07		
27	SEÇÃO DE PATRIMÔNIO	Fluorescente	04		40	160	08	Seg. a Sex.	02	48	1664
28	CENTRAL TELEFÔNICA	Fluorescente	04	01	40	120	15	Seg. a Sex.	02	48	2520
29	COORD.PROJ. E INST.	Fluorescente	08		40	320	08	Seg. a Sex.	08	88	3264
30	COORD. ELETROTÉCNICA	Fluorescente	14	03	40	440	12	Seg. a Sex.	07	168	7296
31	ALMOXARIFADO	Fluorescente	08		40	320	12	Seg. a Sex.	04	96	4992
32	LAB. DE MÁQUINAS	Fluorescente	24		40	960	12	Seg. a Sex.	12	288	14976
33	LAB. DE MEDIDAS	Fluorescente	10	01	40	360	12	Seg. a Sex.	05	120	5760
34	SL. DE VIDEO	Fluorescente	08		40	320	EVENT	Seg. a Sex.	04	96	
35	SETOR ODONTOLÓGICO	Fluorescente	04		40	160	12	Seg. a Sex.	02	48	2496
36	SL. DE ESPERA	Fluorescente	04		40	160	12	Seg. a Sex.	02	48	2496
37	SETOR MÉDICO	Fluorescente	04		40	160	12	Seg. a Sex.	02	48	2496
38	ENFERMARIA	Fluorescente	07		40	280	10	Seg. a Sex.	04	83	3630
39	SERVIÇO SOCIAL	Fluorescente	08	01	40	280	08	Seg. a Sex.	04	96	3008
40	C.R.E.	Fluorescente	26	06	40	800	08	Seg. a Sex.	15	308	8864
41	C.R.E.	Fluorescente	08		40	320	08	Seg. a Sex.	04	96	3328
42	BIBLIOTECA	Fluorescente	115	14	40	4040	12	Seg. a Sex.	29	1355	64740
43	ASSEDIR	Fluorescente	08		40	320	08	Seg. a Sex.	04	96	3328
44	CAEST	Fluorescente	06	01	40	200	08	Seg. a Sex.	04	70	2160

Escola Técnica Federal de Alagoas

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas BOAS	Lâmpadas QUEIMADAS	Potência das Lâmpadas (w)	Potência Total (w)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Nº de luminárias	Perda nos Reatores (w)	Energia Consumida (Wh/dia)
45	BANHEIRO	Fluorescente	9		8x20 1x40	200	Eventual	Seg. a Sex.	9	101	
46	SETOR GRÁFICO	Fluorescente	24	3	40	840	8	Seg. a Sex.	12	288	9024
47	MATERIAIS DE LIMPEZA	Fluorescente	2		40	80	Eventual	Seg. a Sex.	2	20	
48	DEPÓSITO ALMOXARIFE	Fluorescente	20	5	40	600	1	Seg. a Sex.	10	240	840
49	ALMOXARIFADO	Fluorescente	13		11x40 2x20	480	8	Seg. a Sex.	6	103	4664
50	VIGILÂNCIA E LIMPEZA	Fluorescente	3	1	40	80	8	Seg. a Sex.	1	35	920
51	SOLDA	Fluorescente	8		40	320	Eventual	Seg. Terc. e Quart.	4	96	
52	CALDEIRA	Vapor Mercúrio	10		3x250 7x400	3550	Eventual	Seg. Terc. e Quart.			
53	FUNDAÇÃO	Fluorescente	8 7		40 250	2070	Eventual	Eventual	4		
54	BANHEIRO	Fluorescente	5	4	40	40	Eventual	Seg. a Sex.	5	55	
55	COORD. MECÂNICA	Fluorescente	16	2	40	560	12	Seg. a Sex.	8	192	9024
56	SL. DE MOTORES	Fluorescente	33	4	40	1160	Eventual	Seg. Terc. e Quart.	17	395	
57	SL. DE ENSAIOS	Fluorescente	14	6	40	320	Eventual	Seg. a Sex.	7	168	
58	LAB. DE REFRIGERAÇÃO	Fluorescente	32	1	40	1240	Eventual	Seg. a Sex.	16	384	
59	LAB. DE METALOGRAFIA	Fluorescente	29	1	40	1120	Eventual	Seg. a Sex.	15	347	
60	METROLOGIA	Fluorescente	24	2	40	880	Eventual	Seg. a Sex.	16	280	
61	SL. DE PNEUMÁTICA	Fluorescente	16	4	40	480	6	Seg. a Sex.	8	192	4032
62	SL. DE AULA	Fluorescente	16	1	40	600	12	Seg. a Sex.	4	192	9504
63	SL. DE DESENHO	Fluorescente	64	14	40	2000	12	Seg. a Sex.	8	768	33216
64	OFIC. ELETROTÉCNICA	Fluorescente	98	09x40	92x40 6x20	3440	12	Seg. a Sex.	49	1158	55176
65	COORD. ELETRÔNICA	Fluorescente	16		12x40 4x20	560	12	Seg. a Sex.	8	180	8880

Escola Técnica Federal de Alagoas

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas BOAS	Lâmpadas QUEMADAS	Potência das Lâmpadas (W)	Potência Total (W)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Nº de luminárias	Perda nos Reatores (W)	Energia Consumida (Wh)
66	MANUT. SOLDA ELET.	Fluorescente	22	15	40w	280	10	Seg. a Sex.	11	264	5440
67	CARPINTARIA	Fluorescente	18	6	40w	720	10	Seg. a Sex.	9	216	9360
68	FERRAMENTARIA	Fluorescente	5	1x40	4x40 , 1x40	140	10	Seg. a Sex.	3	58	1980
69	LAB. DE MATERIAIS	Fluorescente	8	2	40w	240	Eventual	Seg. a Sex.	4	96	
70	SL. DE COMPUTAÇÃO	Fluorescente	2		40w	80	6	Seg. a Sex.	1	24	624
71	MAT. DE TIPOGRAFIA	Fluorescente	2		40w	80	8	Seg. a Sex.	1	24	832
72	SL. DO COORDENADOR	Fluorescente	2		40w	80	8	Seg. a Sex.	1	24	832
73	BANHEIRO	Fluorescente	2	1	20w	20	Eventual	Seg. a Sex.	2	20	
74	COORD. DE ESTRADAS	Fluorescente	8		40w	320	8	Seg. a Sex.	4	96	3328
75	PAVIMENTAÇÃO	Fluorescente	16		40w	640	12hs	Seg. a Sex.	8	192	9984
76	DEPÓSITO	Fluorescente	4		40w	160	Eventual	Seg. a Sex.	2	48	
77	LAB. DE SOLOS	Fluorescente	16	1	40w	600	8	Seg. a Sex.	8	192	6336
78	AULA PRÁTICA	Fluorescente	4		40w	160	Eventual	Seg. a Sex.	4	44	
79	CHEFE DE CANTEIRO	Fluorescente	2		40w	80	Eventual	Seg. a Sex.	1	24	
80	SL. DE AULA	Fluorescente	12	1	40w	440	4	Seg. a Sex.	3	144	2336
81	LAB. DE INSTALAÇÃO	Fluorescente	16	2	40w	560	10	Seg. a Sex.	8	192	7520
82	LAB. DE INST. ELET.	Fluorescente	16	1	40w	600	10	Seg. a Sex.	8	192	7920
83	LAB. DE MATERIAIS	Fluorescente	16	1	40w	600	10	Seg. a Sex.	8	192	7920
84	COORDENADORIA EDF.	Fluorescente	12	3	40w	360	8	Seg. a Sex.	4	144	4032
85	SUPERVISÃO DE EDF.	Fluorescente	8		40w	320	10	Seg. a Sex.	2	96	4160
86	SL. DO COORDENADOR	Fluorescente	8		40w	320	10	Seg. a Sex.	2	96	4160

Escola Técnica Federal de Alagoas

ITEM	Local	Tipo	Lâmpadas BOAS	Lâmpadas QUEIMADAS	Potência das Lâmpadas (W)	Potência Total (W)	Funcionamento (horas)	Período de Funcionamento	Nº de luminárias	Perda nos Reatores (W)	Energia Consumida (Wh)
87	AUDIO-VISUALCRD	Fluorescente	14	2	40	480	12	Seg a Sex	6x(2x40), 2x(1x40)	166	7752
88	CPD	Fluorescente	18	1	40	680	8	Seg a Sex	7x(2x40), 4x(1x40)	212	7136
89	COORD. DE MATEMÁTICA	Fluorescente	18		40	720	12	Seg a Sex	6X(2X40), 6X(1X40)	210	11160
90	COORD. DE QUÍMICA	Fluorescente	24	1	40	920	10	Seg a Sex	12X(2X40)	288	12080
91	COORD. DE QUÍMICA	Fluorescente	6	1	20	100	10	Seg a Sex	3x(2x20)	54	1540
92	MONIT. DE MATEMÁTICA	Fluorescente	18	3	40	600	Eventual	Seg a Sex	9x(2x40)		
93	S. DE AULA	Fluorescente	191	36	40	6200	4	Seg a Sex	88X(2X40), 15X(1X40)	2277	33908
94	LABORAT. DE FÍSICA	Fluorescente	72		40	2880	12	Seg a Sex	36X(2X40)	864	44928
95	S. DE PROJEÇÃO	Fluorescente	4		40	160		Seg a Sex	2x(2x40)	48	2496
96	S. DE AULA SBP10	Fluorescente	12	1	40	440		Seg a Sex	6x(2x40)	144	2336
97	S. DE COMUNICAÇÃO	Fluorescente	4		40	160	8	Seg a Sex	2x(2x40)	48	1664
98	ARQUIVO	Fluorescente	1		40	40	Eventual	Seg a Sex	1(1x40)	11	
99	SALA DE LEITURA	Fluorescente	8		40	320	8	Seg a Sex	4X(2X40)	96	3328
100	SALA DOS PROFESSORES	Fluorescente	16		40	640	12	Seg a Sex	8X(2X40)	192	9984
101	COORD. DE TURNO	Fluorescente	8		40	320	12	Seg a Sex	4X(2X40)	96	4992
102	COTEP	Fluorescente	10		40	400	12	Seg a Sex	5X(2X40)	120	6240
103	SALA DE VÍDEO	Fluorescente	16		40	640	Eventual	Seg a Sex	8x(2x40)	192	
104	AUDITÓRIO	Fluorescente	161	18	40	5720	12	Seg a Sex	80x(2x40), 1x(1x40)	1931	91812
105	WC. FEMININO	Fluorescente	2		40	80	Eventual	Seg a Sex		2	48
106	WC. MASCULINO	Fluorescente	2	1	20	20	Eventual	Seg a Sex		2	20
107	WC. MASCULINO	Fluorescente	2		40	80	Eventual	Seg a Sex		2	48

Escola Técnica Federal de Alagoas

CONFORTO TÉRMICO							
Item	Local	BL	Equipamento	Quantidade	Potência (W)	Período de Utilização	Energia (Wh)
1	SOLDA-MANUTENÇÃO	Térreo	Ventilador	4	100	8h - seg. a Sex.	3200
2	CARPITARIA	Térreo	Ventilador	2	100	8h - Seg. a Sex.	1600
3	FERRAMENTARIA	Térreo	Ventilador	2	100	8h - seg. a Sex.	1600
4	MAT. DE TOPOGRAFIA	Térreo	Condicionador de ar	1	962	8h - seg. a Sex.	7696
5	SL. DO COORDENADOR	Térreo	Condicionador de ar	1	1560	12 h	18720
6	COORD. DE ESTRADAS	Térreo	Condicionador de ar	1	1880	8h - Seg. a Sex.	15096
7	PAVIMENTAÇÃO	Térreo	Ventilador	6	100	Eventual	
8	LAB. DE SOLOS	Térreo	Ventilador	8	100	Eventual	
9	LAB. DE INSTALAÇÕES	Térreo	Ventilador	5	100	8h - Seg. a Sex.	4000
10	LAB. DE INST. ELÉTRICAS	Térreo	Ventilador	4	100	Eventual	
11	LAB. DE MATERIAIS	Térreo	Ventilador	2	100	Eventual	
12	SETOR GRÁFICO	Térreo	Condicionador de ar	1	2050	8h - Seg. a Sex.	16400
13	SETOR GRÁFICO	Térreo	Condicionador de ar	1	1660	8h - Seg. a Sex.	13284
14	MATERIAIS DE LIMPEZA	Térreo	Ventilador	1	100	Eventual	
15	ALMOXARIFADO	Térreo	Condicionador de ar	1	2360	8h - Seg. a Sex.	18885
16	VIGILÂNCIA E LIMPEZA	Térreo	Condicionador de ar	1	1628	8h - Seg. a Sex.	13024
17	COORD. DE MECÂNICA	Térreo	Condicionador de ar	1	1350	12h - Seg. a Sex.	16200
18	SL. DE ENSAIOS	Térreo	Condicionador de ar	1	1100	Eventual	
19	LAB. DE METALOGRAFIA	Térreo	Condicionador de ar	1	1100	24h - Seg. a Sex.	26400
20	METROLOGIA	Térreo	Ventilador	3	100	Eventual	
21	SL. DE PNEUMÁTICA	Térreo	Ventilador	2	100	Eventual	
22	SL. DE AULA	Térreo	Ventilador	11	100	6h - Seg. a Sex.	6600
23	OFICINA ELETROTÉCNICA	Térreo	Ventilador	16	100	Eventual	
24	COORD. ELETRÔNICA	Térreo	Condicionador de ar	1	1450	10h - Seg. a Sex.	14500
25	SL. DE AULA	Térreo	Ventilador	12	100	6h - Seg. a Sex.	3600
26	PATRIMÔNIO	Térreo	Condicionador de ar	1	1900	8h - Seg. a Sex.	15200
27	CENTRAL TELEFÔNICA	Térreo	Condicionador de ar	1	1050	15h - Seg. a Sex.	15750
28	COORD. DE PROJ.E INSTALAÇÃO	Térreo	Condicionador de ar	1	1530	8h - Seg. a Sex.	12240
29	COORD. DE ELETROTÉCNICA	Térreo	Condicionador de ar	1	1010	10h - Seg. a Sex.	10100
30	COORD. DE ELETROTÉCNICA	Térreo	Condicionador de ar	1	1200	12h	14400
31	ALMOXARIFADO	Térreo	Ventilador	1	100	10h - Seg. a Sex.	1000

Escola Técnica Federal de Alagoas

CONFORTO TÉRMICO							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamento	Qtidade	Potência (W)	Período de Utilização	Energia (Wh)
32	LAB. DE MÁQUINAS	Térreo	Condicionador de ar	01	1530	12h	18360
33	LAB. DE MÁQUINAS	Térreo	Condicionador de ar	01	1800	12h	21600
34	LAB. DE MEDIDAS	Térreo	Condicionador de ar	01	1250	12h	1500
35	LAB. DE MEDIDAS	Térreo	Condicionador de ar	01	1550	12hs	18600
36	SALA DE VÍDEO	Térreo	Condicionador de ar	01	1450	Eventual	
37	SETOR ODONTOLÓGICO	Térreo		01	1670	12h - Seg. a Sex.	20040
38	SL. DE ESPERA	Térreo	Ventilador	01	100	14h - Seg. a Sex.	1400
39	SETOR MÉDICO	Térreo	Condicionador de ar	01	860	8h - Seg. a Sex.	6880
40	SETOR MÉDICO	Térreo	Condicionador de ar	01	1170	8h - Seg. a Sex.	9360
41	ENFERMARIA	Térreo	Condicionador de ar	01	1350	10h - Seg. a Sex.	13500
42	SERVIÇO SOCIAL	Térreo	Condicionador de ar	01	1850	8h - Seg. a Sex.	14800
43	CRE	Térreo	Condicionador de ar	01	1937	8h - Seg. a Sex.	15496
44	CRE	Térreo	Condicionador de ar	01	2570	8h - Seg. a Sex.	20560
45	CRE	Térreo	Condicionador de ar	01	2000	Eventual	
46	CRE	Térreo	Condicionador de ar	01	1090	8h - Seg. a Sex.	8720
47	BIBLIOTECA	Térreo	Central de ar	01	14172	10h - Seg. a Sex.	14172
48	BIBLIOTECA	Térreo	Central de ar	01	9270	10h - Seg. a Sex.	92700
49	BIBLIOTECA	Térreo	Central de ar	01	8180	10h - Seg. a Sex.	81800
50	ASSEDIR	Térreo	Condicionador de ar	01	732	8h - Seg. a Sex.	5856
51	CAEST	Térreo	Condicionador de ar	01	1200	8h - Seg. a Sex.	9600
52	CIEE	Térreo	Condicionador de ar	01	1170	10h - Seg. a Sex.	11700
53	CIEE	Térreo	Condicionador de ar	01	1170	Eventual	
54	SECOM	Térreo	Condicionador de ar	01	976	8h - Seg. a Sex.	7808
55	ASSEJUR	Térreo	Condicionador de ar	01	1550	8h - Seg. a Sex.	12400
56	DAE	Térreo	Condicionador de ar	01	1820	8h - Seg. a Sex.	14560
57	DAE	Térreo	Condicionador de ar	01	1200	12h	14400
58	VICE-DIREÇÃO	Térreo	Condicionador de ar	01	1200	11h - Seg. a Sex.	13200
59	VICE-DIREÇÃO	Térreo	Condicionador de ar	01	1050	11h - Seg. a Sex.	11500
60	PROTOCOLO	Térreo	Condicionador de ar	01	2650	8H - Seg. a Sex.	21200
61	SL. DE MÁQUINAS	Térreo	Central de ar	04	67488	10h - Seg. a Sex.	674880

Escola Técnica Federal de Alagoas

CONFORTO TÉRMICO							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamento	Qtidade	Potência (W)	Período de Utilização	Energia (Wh)
62	CPD	1ºPAV.	Central de Ar	01	6838	8h	54704
63	COORD. DE MATEMÁTICA	1ºPAV.	Condicionador de Ar	02		Não utilizado	
64	COORD. DE MATEMÁTICA	1ºPAV.	Ventilador	02	200	12h	
65	COORD. DE QUÍMICA	1ºPAV.	Condicionador de Ar	01	1232	8h	9856
66	MONITÓRIA DE MATEMÁTICA	1ºPAV.	Ventilador	02	200	Eventual	
67	SALAS DE AULA	1ºPAV.	Ventilador	17	1700	4h	6800
68	LABORATÓRIO DE FÍSICA	1ºPAV.	Condicionador de Ar	10	30080	8h	240640
69	SALA DE AULA SBP 10	1ºPAV.	Ventilador	03	300	4h	1200
70	SALA DE COMUNICAÇÃO	1ºPAV.	Ventilador	02	200	8h	1600
71	SALA D LEITURA	1ºPAV.	Ventilador	01	100	8h	800
72	SALA DE AULA	1ºPAV.	Ventilador	20	2000	4h	8000
73	COTEP	1ºPAV.	Condicionador de Ar	02		Eventual	
74	SALA DE MÁQUINAS	1ºPAV.	Central de Ar	01	14341	12h	172094
75	SALA DE PROJETO	2º PAV.	Ventilador	03	100	4h	1200
76	LAB. DE PESQUISA	2º PAV.	Ar Condicionado	01	1100	10h	11000
77	LAB. DE PESQUISA	2º PAV.	Ar Condicionado	01	990	10h	9900
78	LAB. DE PESQUISA	2º PAV.	Ar Condicionado	01	880	10h	8800
79	LAB DE INFORMÁTICA	2º PAV.	Ar Condicionado	03	1450	4h	17400
80	TREINAMENTO	2º PAV.	Ventilador	03	100	Eventual	
81	SALA DE AULA	2º PAV.	Ventilador	24	100	4h	9600

Escola Técnica Federal de Alagoas

EQUIPAMENTOS							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamento	Qtidade	Potência	Período de Utilização	Energia (Wh)
1	SOLDA -MANUTENÇÃO	Térreo	Esmeriladeira	1	0,5 cv	Eventual	
2	SOLDA -MANUTENÇÃO	Térreo	Máquina de Solda	1	4500	Eventual	
3	CARPINTARIA	Térreo	Serra Circular	1	5cv	Eventual	
4	CARPINTARIA	Térreo	Serra da Fita	1	5hp	Eventual	
5	CARPINTARIA	Térreo	Tupia	1	2hp	Eventual	
6	CARPINTARIA	Térreo	Torno	1	3/4hp	Eventual	
7	CARPINTARIA	Térreo	Plaina	1	3700	Eventual	
8	CARPINTARIA	Térreo	Furadeira	1	2hp	Eventual	
9	LAB. DE MATERIAIS	Térreo	Estufa	1	900	Eventual	
10	SL. DO COORDENADOR	Térreo	Computador+Impressora	1	100	Eventual	
11	LAB. DE SOLOS	Térreo	Estufa	1	1700	24h - diariamente	40800
12	GRÁFICA	Térreo	MAQ. DE XEROX	1	3500	8h - Seg. a Sex.	2800
13	GRÁFICA	Térreo	Grampeadeira	1	400	Eventual	
14	GRÁFICA	Térreo	Guilhotina	1	1700	Eventual	
15	SL. DE SOLDA	Térreo	Máq. de Solda	4	7500	Eventual	
16	SL. DE SOLDA	Térreo	Esmeril	1	1100	Eventual	
17	COORD. DE MECÂNICA	Térreo	Computador	1	75	6h - Seg. a Sex.	450
18	LAB. DE REFRIGERAÇÃO	Térreo	Freezer Duplex	1	250	24h - Diariamente	6000
19	LAB. PNEUMÁTICA	Térreo	Compressor	1	1,5cv	Eventual	
20	FICINA ELETROTÉCNIC	Térreo	Máquina de Serra	1	0,5cv	Eventual	
21		Térreo	Furadeira	1	0,5cv	Eventual	
22		Térreo	Esmeril	1	0,5cv	Eventual	
23	SEÇÃO PATRIMÔNIO	Térreo	Micro-Computador	2	75w	6h - diariamente	900
24	OORD. ELETROTÉCNIC	Térreo	Micro-Computador	1	75w	Eventual	
25	SETOR ODONTOLÓGICO	Térreo	Estufa	1	286	24h - diariamente	6864
26		Térreo	Compressor	2	1000	Eventual	
27	C.R.E.	Térreo	Máq. Datilografia	3	66	Eventual	
28	C.R.E.	Térreo	Micro-Computador	2	75	Eventual	
29	SECOM	Térreo	Micro-Computador	1	75	Eventual	
30	ASSEJUR	Térreo	Micro-Computador	1	75	8h - Seg. a Sex.	600
31	DAE	Térreo	Micro-Computador	1	75	8h - Seg. a Sex.	600

Escola Técnica Federal de Alagoas

EQUIPAMENTOS							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamento	Qtidade	Potência (W)	Período de Utilização	Energia (Wh)
32	VICE- DIREÇÃO	Térreo	Micro computador	01	75	6h - Seg. a Sex.	450
33	DEP. DE ADMINISTRAÇÃO	Térreo	Micro computador	01	75	6h - Seg. a Sex.	450
34	COPLAN	Térreo	Micro computador	02	75	8h - Seg. a Sex.	1200
35	ADMINISTRAÇÃO	Térreo	Micro computador	01	75	8h - Seg. a Sex.	1600
36	SEFO	Térreo	Micro computador	04	75	8h - Seg. a Sex.	4800
37	CONTABILIDADE	Térreo	Micro computador	03	75	6h - Seg. a Sex.	600
38	SL. DE MÁQUINAS	Térreo	Máq. Xerox	01	660	8h - Seg. a Sex.	3960
39	SL. DE MÁQUINAS	Térreo	Estufa	01	100	8h	800
40	CPD	1ºPAV.	Terminal IBM	02	150	8h	1200
41	LABORATÓRIO DE FÍSICA	1ºPAV.	Computador	01	75	12h	900
42	LABORATÓRIO DE FÍSICA	1ºPAV.	Impressora	01	110	Eventual	
43	SALA DE VÍDEO	1ºPAV.	Retroprojektor	01	275	Eventual	
44	SALA DE VÍDEO	1ºPAV.	Projektor de Slipes	01		Eventual	
45	LAB. DE PESQUISA	2º PAV.	Micro Computador	04	75	6h / Seg. Sex.	1800
46	LAB. DE INFORMÁTICA	2º PAV.	Micro Computador	40	75	4h / Seg. Sex.	12000

Escola Técnica Federal de Alagoas

OUTROS							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamento	Qtidade	otência (Período de Utilização	Energia (Wh)
01	CARPINTARIA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2112
02	COORDENADOR DE ESTRADAS	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2112
03	COORDENADORIA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2112
04	GRÁFICA	Térreo	Geladeira	01	150	24h Diarimente	3600
05	ALMOCHERIFADO	Térreo	Geladeira	01	175	24h Diarimente	4200
06	VIGILÂNCIA	Térreo	Frigobar	01	88	24h Diarimente	2112
07	COORD. DE MECÂNICA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2112
08	COORD. DE ELETRÔNICA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2112
09	PATRIMÔNIO	Térreo	Frigobar	01	110	24h Diarimente	2640
10	CENTRAL TELEFÔNICA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
11	COORD. DE ELETROTÉCNICA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
12	SETOR ODONTOLÓGICO	Térreo	Geladeira	02	150	24h Diarimente	7200
13	ENFERMARIA	Térreo	Gelagua	02	88	24h Diarimente	4220
14	SETOR DE SERVIÇO SOCIAL	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
15	CRE	Térreo	Frigobar	01	110	24h Diarimente	2640
16	BIBLIOTECA	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
17	ASSEDIR	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
18	CAEST	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
19	CIEE	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
20	ASSEJUR	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
21	VICE-DIREÇÃO	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
22	PROTOCOLO	Térreo	Gelagua	01	88	24h Diarimente	2110
23	DIREÇÃO	Térreo	Frigobar	01	110	24h Diarimente	2640

Escola Técnica Federal de Alagoas

OUTROS							
ITEM	LOCAL	BL	Equipamentos	Qtidade	Potência (W)	Período de Utilização	Energia (Wh)
24	AUDIO-VISUAL/CRD	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
25	AUDIO-VISUAL/CRD	1ºPAV.	TV. em Cores	01	90	Eventual	
26	AUDIO-VISUAL/CRD	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
27	CPD	1ºPAV.	Treminal IBM	02	75	8h	1200
28	COORD. DE QUÍMICA	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
29	LABORATÓRIO DE QUÍMICA	1ºPAV.	Video Cssete	01	25	Eventual	
30	LABORATÓRIO DE QUÍMICA	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
31	SALA DE PROJEÇÃO	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
32	SALA DE PROJEÇÃO	1ºPAV.	TV. em Cores	02	90	Eventual	
33	SALA DE PROJEÇÃO	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
34	SALA DE PROJEÇÃO	1ºPAV.	Calc. Eletrônica	01	20	Eventual	
35	SALA DE COMUNICÇÃO	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
36	SALA DE COMUNICÇÃO	1ºPAV.	Equipamento de Som	01	100	Eventual	
37	SALA DE COMUNICÇÃO	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
38	SALA DE PROFESSORES	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
39	COORD. DE TURNO	1ºPAV.	Gelagua	01	88	24h	2112
40	COORD. DE TURNO	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
41	COTEP	1ºPAV.	Maq. de Datilografia	01	50	Eventual	
42	SALA DE VÍDEO	1ºPAV.	Video Cssete	01	25	Eventual	
43	SALA DE VÍDEO	1ºPAV.	TV. em Cores	01	90	Eventual	