

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA A
IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE USO
RACIONAL DE ENERGIA EM ESCOLAS
AGROTÉCNICAS FEDERAIS**

Max Wilson Oliveira

Itajubá, Maio de 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DA ENERGIA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA A
IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE USO
RACIONAL DE ENERGIA EM ESCOLAS
AGROTÉCNICAS FEDERAIS**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Energia.

Área de Concentração: Energia, Sociedade e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Rocha

Mai de 2009.

Itajubá-MG.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Roberto Rocha (Orientador)

UNIFEI

Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni

UNIFEI

Prof. Dr. Agnelo Morotta Cassula

UNESP

Profa. Dra. Sandy Lia dos Santos

UNICAMP

*Aos meus pais Vera e Mervyn e também à
minha avó Nina (in memórian) que sempre
apoiaram e incentivaram meus estudos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Rocha pelo incentivo e dedicação dispensada durante todas as etapas de realização do Mestrado e principalmente por ter acreditado em mim.

À Dra Sandy Lia dos Santos pelo apoio, paciência e dedicação para a finalização dessa Dissertação

Aos Professores Drs. Edson da Costa Bortoni, Erick Menezes de Azevedo, Luís Augusto horta Nogueira e Jamil Haddad, pelas valiosas informações transmitidas em suas aulas durante o curso de Uso Racional de Energia.

Ao Prof. Claudino Ortigara que com seus conhecimentos sobre Escolas Agrotécnicas foi possível o levantamento de várias informações destas Escolas.

À Dra Liliam Vilela Andrade Pinto que com paciência, tanto me auxiliou com suas sugestões para melhoria desta Dissertação.

Aos funcionários da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes que auxiliaram no levantamento de dados dos sistemas energéticos da Escola

Finalmente à minha esposa Silvana que sempre esteve ao meu lado contribuindo como pôde para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Escolas Agrotécnicas Federais.....	3
2.1.1. Organização Administrativa e Gestão das EAFs	3
2.1.2. Cursos Oferecidos pelas EAFs	6
2.1.3. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.....	6
2.1.4. EAFs e o Consumo de Energia.....	7
2.2. Fatores que Influenciam no Consumo de Energia.....	10
2.3. Principais Sistemas Energéticos de uma EAF.....	13
2.3.1. Sistema de Iluminação	14
2.3.2. Sistema de Condicionamento de Ar.....	20
2.3.3. Sistema de Computadores.....	24
2.3.4. Sistema de Aquecimento de Água	26
2.3.5. Sistema de Resfriamento	29
2.3.6. Sistema de Motores (indução trifásicos)	31
2.3.7. Sistema de Produção de Vapor	34
2.4. Conservação de Energia	37
2.5. Comissão Interna de Conservação de Energia	40
2.6. Empresas de Conservação de Energia	43
2.7. Tarifação	43
2.8. Softwares de Auxílio à Eficiência Energética.....	46
2.9. Projetos de Conservação de Energia	49
3. METODOLOGIA.....	52
3.1. Descrição das Etapas Desenvolvidas no Método	52
3.1.1. Motivação.....	54
3.1.2. Criação da Comissão Interna de Conservação de Energia.....	54

3.1.3. Diagnóstico	55
3.1.4. Seleção das Oportunidades	58
3.1.5. Projetos (MEC/SETEC).....	58
3.1.6. Implantação das Ações.....	59
3.1.7. Avaliação dos Resultados	59
3.1.8. Monitoramento do Consumo	59
4. RESULTADOS	60
4.1. Estudo de Caso e Aplicação do Método Desenvolvido.....	60
4.1.1. Seleção do Campus para a Aplicação da Metodologia.....	60
4.1.2. Motivação.....	62
4.1.3. Implantação da CICE	63
4.1.4. Diagnóstico	63
5. DISCUSSÃO	73
6. CONCLUSÃO.....	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
8. ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Principais cargos de Direção de uma EAF	4
Figura 2.2 - Porcentagens dos gastos com energia elétrica nas EAFs em 2005 e 2006	9
Figura 2.3 - Curva de carga de um computador com e sem gerenciador.....	25
Figura 2.4 - Evolução dos motores elétricos.....	32
Figura 2.5 - Balanço energético genérico de um sistema de vapor.....	36
Figura 2.6 - Etapas básicas de um projeto de conservação de energia	49
Figura 3.1 - Etapas do Método criado para ser utilizado em Projetos de Conservação de Energia	53
Figura 4.1 - Consumo mensal de energia elétrica (Cemig) no IFET Sul de Minas.....	61
Figura 4.2 - Custo individual do kWh nos campus do IFET Sul de Minas	61
Figura 4.3 - Sede Central da EAFI	62
Figura 4.4 - Representação do consumo desagregado da EAFI.....	65
Figura 4.5 - Índices das respostas dos Questionários I e II.....	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Cursos oferecidos pelas EAFs.....	6
Tabela 2.2 - Relação entre energia e orçamento nas EAFs em 2005 e 2006 ...	8
Tabela 2.3 - Eficiência luminosa e vida útil das lâmpadas.....	17
Tabela 2.4 - Classificação das luminárias.....	18
Tabela 2.5 - Rendimentos mínimos para motores	34
Tabela 2.6 - Sub-grupos do grupo A.....	44
Tabela 2.7 - Sub-grupos do grupo B.....	45
Tabela 2.8 - Modalidades Tarifárias.....	45
Tabela 3.1 - Softwares para a análise dos sistemas energéticos	56
Tabela 4.1 - Consumo e custo de energia elétrica (Cemig) anual do IFET Sul de Minas.....	60
Tabela 4.2 - Comparativo entre as faturas antes e após as alterações do contrato tarifário	64
Tabela 4.3 - Dados do sistema de iluminação	66
Tabela 4.4 - Dados para os cálculos do consumo dos chuveiros	67
Tabela 4.5 - Dados comparativos das alternativas para aquecimento de água.....	67
Tabela 4.6 - Dados do sistema de computadores.....	68
Tabela 4.7 - Dados do sistema de resfriamento	68
Tabela 4.8 - Resultado das análises econômicas das propostas	70
Tabela 4.9 - Resumo das propostas de redução dos gastos com energia	71
Tabela 5.1 - Planilha para levantamento de dados dos Sistemas Energéticos	75

LISTA DE ABREVIATURAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia
Abilumi	Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEMIG	Centrais Elétricas de Minas Gerais
CICE	Comissão interna de conservação de energia
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CUASO	Cidade Universitária Armando de Sales Oliveira
DAP	Diretor de administração e planejamento
DDE	Diretor de desenvolvimento educacional
DG	Diretor Geral
DOE	Department of Energy
EAF	Escola Agrotécnica Federal
ETF	Escola Técnica Federal
ESCO	Energy Services Company
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
HFP	Horário fora de ponta
HP	Horário de ponta
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Produtos
IFET	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia
INMETRO	Instituto nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial
IFET	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo S.A.
IRC	Índice de Reprodução de Cor
LED	Light emitting diode
LCD	Liquid crystal display
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NBR	Normas Brasileiras
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PROCEL	Programa nacional de conservação de energia elétrica
SAGEE	Sistema de Apoio a Gestão de Energia Elétrica

SAFE	Simulador para Análise Financeira em Projetos de Eficiência Energética
SETEC	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
THS	Tarifa Horó Sazonal
TIR	Taxa interna de retorno
UFF	Universidade Federal Fluminense
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá

LISTA DE SÍMBOLOS

kWh	Quilo watt Hora
tep	Tonelada Equivalente de Petróleo
°C	Graus Celsius
CO ₂	Gás Carbônico
W	Watt
lm/W	Lumens por watt
V	Volt
kHz	Quilo Hertz
TR	Tonelada de Refrigeração
BTU	British Thermal Unit
kW/TR	Quilo Watt por Tonelada de Refrigeração
h	Hora
mm	Milímetro
cv	Cavalo Vapor
rpm	Rotações por Minuto
kV	Quilo Volt
kW	Quilo Watt
kW/TR	Quilo Watt por Tonelada de Refrigeração
kWh/ano	Quilo Watt Hora por Ano
m ²	Metro Quadrado
h/dia	Horas por Dia
kWh/mes	Quilo Watt Hora por Mês
"	Polegadas
R\$/ano	Reais por Ano
R\$/kWh	Reais por Quilo Watt Hora
σ	Desvio Padrão

RESUMO

As Escolas Agrotécnicas Federais - EAFs estão distribuídas pela maioria dos Estados brasileiros e oferecem uma vasta opção de cursos das mais variadas áreas, possuindo como diferencial uma infraestrutura complexa que faz com que o consumo energético seja grande e o custo deste é retirado do próprio orçamento escolar. A metodologia deste trabalho baseou-se no desenvolvimento de um método referente ao uso racional de energia para aplicação em uma EAF. Foi realizado um estudo de caso com a aplicação do método na EAF de Inconfidentes-MG. O primeiro resultado deste trabalho foi a redução dos custos com as faturas de energia elétrica em até 35%, somente com um melhor enquadramento tarifário e para o ano de 2009 priorizou-se a troca do aquecimento de água, de elétrico para solar. Como autarquia, a direção pode aplicar as verbas do orçamento nos setores mais convenientes à Escola, assim, toda economia com os custos de energia poderão ser utilizados em outras áreas da EAF. O método desenvolvido demonstrou ser uma ferramenta muito útil na implantação de projetos de uso racional de energia em uma EAF.

PALAVRAS-CHAVE: Escolas Agrotécnicas Federais, eficiência energética, uso racional de energia, educação, estudo de caso, energia.

ABSTRACT

The Federal Agrotechnical schools (EAFs), are spread by the majority of Brazilian states and offer a wide choice of courses from different areas, as having a differential complex infrastructure that makes the energy consumption high and its cost is removed from the school budget. This study methodology was based on the development of a method concerning the rational use of energy for application in an EAF. This was a case study with the method application in the EAF of Inconfidentes-MG. The first work result was the cost reduction of the electricity bills up to 35%, only with a better pricing environment and for the year of 2009 the exchange of the water heating, from electric to solar was prioritized. As a municipality, the director may apply the budget funds in the most convenient sectors to the School, thus, every economy with the energy costs could be used in other areas of the EAF. The developed method proved to be a useful tool in the implementation of projects for rational use of energy in an EAF.

KEYWORDS: Federal Agrotechnical Schools, energy efficiency, rational use of energy, education, study of case, energy.

1. INTRODUÇÃO

As Escolas Agrotécnicas Federais são autarquias mantidas pelo governo federal com a finalidade de promover educação no ensino médio, profissional e superior, geralmente localizadas no interior dos Estados, oferecem uma vasta opção de cursos das mais variadas áreas, possuindo como diferencial: estrutura para alojar e alimentar seus alunos; fazendas para ensino de atividades agrícola e pecuária; instalações para processamento de insumo agropecuário e produção agroindustrial que são utilizadas para fabricação de produtos para consumo próprio, além de servirem como laboratórios para aulas práticas. Tudo isto faz com que o consumo energético seja grande e o custo deste é retirado do próprio orçamento escolar. Sendo assim, qualquer economia nas contas de energia significa mais recursos para se aplicar em outras áreas da instituição.

Como instituição pública da área de Educação, a EAF deve ofertar um ensino de qualidade conectado aos acontecimentos mundiais e diante da possibilidade de crise energética, um programa de uso racional de energia em uma escola tem grande importância, uma vez que além da questão financeira, há também a educacional, pois a Escola é um local onde a energia deve ser utilizada da melhor maneira possível, também onde pessoas esclarecidas transmitam conhecimentos e bons exemplos aos alunos e à sociedade. Um programa de eficiência energética só atinge seus objetivos com equipamentos eficientes e a conscientização dos usuários, reforçando assim que a Escola é o local ideal para incutir no maior número de pessoas, informações que possam mudar seus hábitos de desperdícios.

Um projeto de uso racional de energia objetiva economizar energia, produzindo uma redução das despesas energéticas e da degradação ambiental. A iniciativa para implantação desses projetos em uma EAF cabe à Direção da instituição, que poderá ter uma visão apenas financeira, analisando somente a viabilidade econômica, ou mais ampla, considerando também os aspectos didáticos pedagógicos, pois esses projetos podem servir a um contexto interdisciplinar na formação estudantil, envolvendo todo o corpo docente e discente. Com a sua implantação haverá subsídios para os

professores de todas as áreas, através dos vários cálculos envolvidos, das demonstrações dos processos energéticos, dos benefícios ao homem e à natureza. Há também o aspecto de cidadania, pois a atitude de preservar o meio ambiente é considerada como tal, podendo ser trabalhada não só com alunos, mas inclusive com os servidores. Enfim, seria uma forma de educação abrangente, num processo pedagógico participativo, envolvendo praticamente toda comunidade escolar.

As EAFs anualmente entregam ao mercado milhares de profissionais nas mais diversas áreas de atividades e se esses carregarem em sua bagagem educacional, conhecimentos adquiridos com os projetos de uso racional de energia implantados em suas escolas, poderão tornar-se irradiadores dessas informações, nas fazendas ou empresas em que trabalharem, colaborando para a sensibilização de um número maior de pessoas sobre a importância da eficiência energética para ela, para o país e para o planeta.

Em face da necessidade de uma maior divulgação do uso racional de energia em todos os setores da sociedade e sendo a Escola um centro multiplicador de informações, este trabalho tem como objetivo básico o desenvolvimento um método para a implantação de projetos de uso racional de energia em Escolas Agrotécnicas Federais, complementando com a aplicação deste método em uma EAF.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Escolas Agrotécnicas Federais

As Escolas Agrotécnicas Federais - EAFs, segundo Ortigara (2008) foram criadas para ofertar somente ensino agrícola. De acordo com Ferreira (2002) o ensino agrícola no Brasil surgiu na época do império com a Imperial Escola Agrícola da Bahia, seguindo-se a criação dos Liceus de Agronomia e Veterinária, Escolas de Aprendizes e Artífices, posteriormente Escolas Agrícolas, Patronatos Agrícolas dentre outras, até que em 1979 passaram a ser chamadas de Escolas Agrotécnicas Federais.

Durante muitos anos, o curso técnico em agropecuária era único e este curso era baseado no Sistema de Ensino Escola-Fazenda, regido pelo lema “aprender a fazer fazendo”. A fazenda da EAF é utilizada para produção agropecuária e como principal laboratório de aplicação para as aulas técnicas. Em praticamente todas as EAFs a fazenda é dividida em diversos projetos de produção, procurando contemplar as principais áreas de produção do país. Assim, na área zootécnica são desenvolvidos projetos de produção de Avicultura, Suinocultura e Bovinocultura e na área agrícola são comuns os projetos de Olericultura, Culturas Anuais e Culturas Perenes. Cada EAF enfatizava as criações e culturas que são mais representativas da região onde ela está inserida. Nesses projetos, as atividades práticas de produção são desenvolvidas pelos alunos do curso técnico (ORTIGARA, 2008).

2.1.1. Organização Administrativa e Gestão das EAFs

Segundo Ortigara (2008) as EAFs são dirigidas por um Diretor Geral (DG) e por dois Diretores; um de Desenvolvimento Educacional (DDE) e um de Administração e Planejamento (DAP). O DG é o ordenador de despesas, que serão realizadas através de processos planejados e administrados pelo DAP. Cada diretoria possui várias coordenadorias e estas, possuem chefias, divididas por setores. A Fig 2.1 apresenta um fluxograma com os principais cargos de direção de uma EAF.

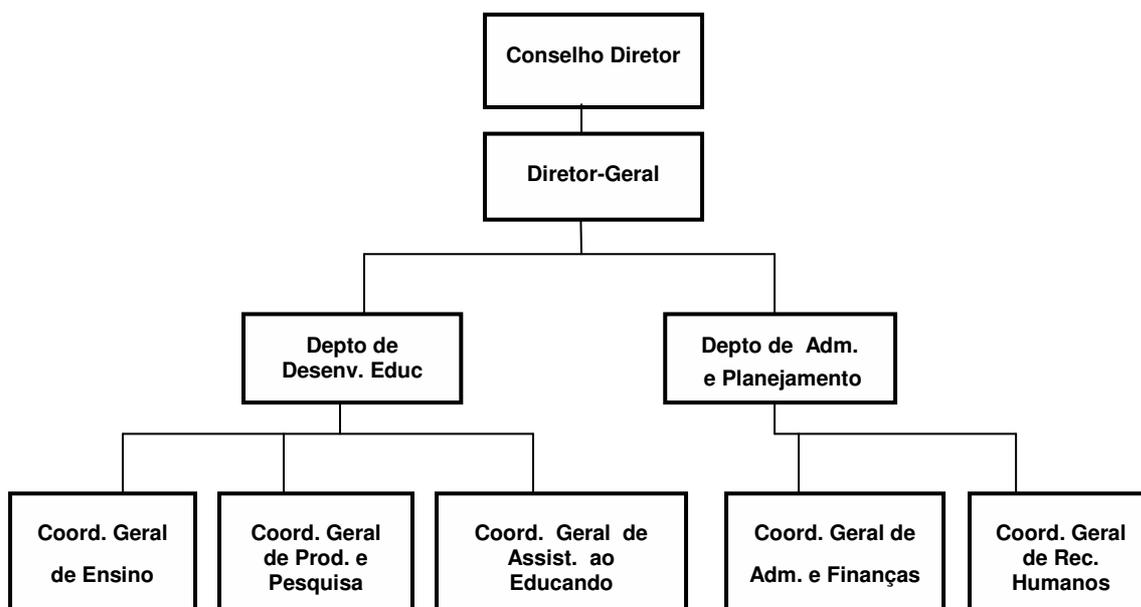


Figura 2.1 - Principais cargos de Direção de uma EAF

O Conselho Diretor é um órgão deliberativo e consultivo, de assessoramento da Direção, tendo entre outras competências a de aprovar as diretrizes e normas para execução da política educacional da Escola, bem como emitir parecer sobre o relatório de gestão ao final de cada ano (ORTIGARA, 2008).

Em 1993 com a Lei nº 8731 as EAFs foram transformadas em Autarquias Educacionais, o que passou a conferir autonomia na gestão administrativa, financeira, patrimonial didática e disciplinar. Como um órgão federal, seus servidores devem obedecer a Lei nº 8.112/90 chamada de Regime Jurídico Único dos Servidores Públicos e como sendo da área da Educação as EAFs seguem a Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/96.

As EAFs também devem seguir a lei federal nº 8666/93, que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Por esta Lei, as obras, serviços, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas de licitação. De acordo com Ortigara(2008) as EAFs, na condição de Autarquias Federais estão totalmente subordinadas a esta legislação e sua aplicação torna os processos burocráticos, lentos e nem

sempre asseguram a melhor aquisição ou contratação, no entanto, confere lisura aos procedimentos de compras e contratações dos órgãos públicos, assegura a imparcialidade do gestor e a livre concorrência entre os fornecedores e prestadores de serviços.

Segundo Ortigara (2008) os recursos financeiros das EAFs podem vir de:

- Orçamento anual: Dos recursos destinados a Educação Profissional, o MEC define uma parcela que constituirá o orçamento geral de cada Escola. A definição da parcela que será destinada a cada EAF segue critérios definidos por indicadores de diferentes naturezas tais como, número de alunos, tipos dos cursos, infraestrutura e suas condições entre outros.
- Projetos desenvolvidos pelos alunos do curso técnico em suas atividades práticas. A produção resultante destas atividades é utilizada na alimentação dos estudantes e o excedente comercializado. Esse excedente de produção, somado a outras receitas decorrentes dos processos pedagógicos de pesquisa e serviços prestados a comunidade, compõe o que é chamado de Receita Própria. Estes recursos, no entanto, devem ser obrigatoriamente depositados na conta do tesouro nacional, pois constituem arrecadação da união. Se na matriz orçamentária da Escola estiver prevista dotação orçamentária para estas receitas específicas, então elas poderão ser executadas, caso contrário esses recursos financeiros farão parte da arrecadação do governo Federal, e a sua destinação ocorrerá da mesma forma como ocorre a distribuição dos recursos provenientes dos tributos pagos pelos contribuintes;
- Projetos enviados ao MEC, ou a outros órgãos do governo Federal, Estadual e Municipal, ou instituições de fomento ao ensino, pesquisa e extensão, visando a obtenção de recursos complementares ao seu orçamento. Estes recursos, então, serão parte de um programa específico e a sua aplicação ficará restrita ao que preconiza este programa.

2.1.2. Cursos Oferecidos pelas EAFs

As EAFs hoje ofertam uma vasta gama de Cursos Técnicos e Superiores, formando profissionais para atuarem nos mais variados setores (MEC, 2008). Na Tabela 2.1 são apresentados alguns destes cursos

Tabela 2.1 - Cursos oferecidos pelas EAFs

Agropecuária	Agricultura	Agroindústria
Agronegócio	Agroecologia	Administração
Agrimensura	Cafeicultura	Contabilidade
Desenvolvimento Social	Enfermagem	Etnodesenvolvimento
Gestão Ambiental	Gestão de Negócios	Informática
Irrigação e Drenagem	Manejo Florestal	Meio Ambiente
PROEJA	Química	Recursos Pesqueiros
Secretariado	Silvicultura	Segurança do Trabalho
Tecnologia em Alimentos	Turismo e Hospitalidade	Zootecnia

Fonte: MEC, (2008).

2.1.3. Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia

Em 29 de dezembro de 2008 o presidente Luís Inácio Lula da Silva sancionou a Lei 11.892 publicada no diário oficial do dia 30 de dezembro do mesmo ano, criando os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Foram criados 38 IFETs, distribuídos por todos os estados brasileiros.

O objetivo do Ministério da Educação e Cultura - MEC, com a criação dos IFETs, é reorganizar as instituições federais de educação, para que estes atuem de forma integrada regionalmente. Os Institutos passaram a ser formados pelas Escolas Agrotécnicas Federais, Escolas Técnicas - ETF vinculadas a Universidades e Centros Federais de Educação Tecnológica - CEFET. De acordo com Lei 11.892/08, os IFETs são “instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, especializadas na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, de natureza jurídica autárquica, detentoras de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar.”

Cada unidade de ensino que compõe a estrutura organizacional do IFET passa automaticamente e sem nenhuma formalidade à categoria de campus da nova instituição. Assim, por exemplo, o Instituto Federal do Rio Grande do Sul,

formado mediante integração do Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, da Escola Técnica Federal de Canoas e da Escola Agrotécnica Federal de Sertão, terá os Campus de Bento Gonçalves, de Canoas e de Sertão.

2.1.4. EAFs e o Consumo de Energia

De acordo com Ortigara (2008) a infraestrutura de uma EAF possui: alojamentos de alunos; cozinhas; refeitório; fazenda para atividades agrícola e pecuária; agroindústria; salas de aula e administrativas; quadras de esportes, etc. Essa grande infraestrutura faz com que parte do orçamento seja gasto com o pagamento das faturas de energia elétrica. A Tabela 2.2 apresenta uma relação entre o gasto anual com energia elétrica e o orçamento nessas escolas nos anos de 2005 e 2006. Pode-se notar que não há uma uniformidade nos gastos com as faturas de energia elétrica, existindo EAFs que gastam menos de R\$ 100.000,00 e outras que ultrapassam R\$ 210.000,00.

Tabela 2.2 - Relação entre energia e orçamento nas EAFs em 2005 e 2006

EAF - Unidade	2005		2006	
	Energia elétrica R\$	Orçamento R\$	Energia elétrica R\$	Orçamento R\$
Alegre - ES	101.528,93	2.520.614,25	116.588,18	2.667.398,12
Alegrete - RS	95.049,00	1.921.035,83	115.844,52	2.188.908,08
Araguatins - TO	101.742,67	1.757.195,63	117.295,70	2.053.241,23
Barbacena - MG	101.336,11	2.381.010,62	169.713,09	2.595.325,62
Barreiros - PE	133.071,43	1.903.856,67	244.915,22	2.041.539,42
Belo Jardim - PE	108.951,08	1.688.457,70	173.085,91	2.131.423,97
Cáceres - MT	162.648,80	1.813.895,24	124.710,66	2.473.814,09
Castanhal - PA	216.413,21	2.106.589,21	219.700,99	2.282.534,88
Catu - BA	108.857,25	2.029.061,64	174.581,35	2.441.349,35
Colatina - ES	163.454,23	1.643.821,11	210.942,97	2.331.403,72
Concórdia - SC	207.962,11	3.156.800,36	206.252,98	2.275.890,85
Crato - CE	111.144,69	1.588.113,13	124.420,41	1.756.712,45
Iguatu - CE	128.338,29	1.810.653,01	156.028,12	2.289.827,42
Inconfidentes - MG	188.498,17	2.205.112,48	230.537,44	3.084.292,73
Machado - MG	135.413,88	2.148.686,12	167.590,78	2.696.220,24
Manaus - AM	57.505,32	1.687.162,59	356.238,68	2.123.356,46
Muzambinho - MG	16.460,28	2.774.211,72	75.236,84	3.343.465,59
Salinas - MG	133.702,03	2.236.728,84	178.545,37	2.283.158,76
Santa Teresa - ES	151.645,16	2.267.263,94	205.815,78	2.504.305,74
São Cristovão - SE	181.890,63	1.868.352,28	185.677,30	2.090.939,12
Evangelista -MG	155.137,58	2.194.208,52	204.233,50	2.468.216,23
São Luís - MA	100.703,18	1.768.925,01	93.769,92	2.284.265,30
Satuba - AL	144.779,57	2.002.399,95	159.940,81	2.203.599,02
Sertão - RS	180.855,67	2.338.301,39	204.859,31	2.656.064,61
Sousa - PB	96.153,11	1.521.250,30	102.107,58	1.637.451,27
Uberlândia - MG	110.261,48	2.128.043,20	160.136,51	2.272.196,39
Santo Antônio - PE	118.070,66	1.576.435,92	206.072,15	1.825.019,85
Cachoeira - AM	124.052,15	1.364.448,76	98.920,85	1.499.071,32
Sombrio - RS	117.072,90	2.523.410,05	168.743,23	2.413.832,80
Ceres - GO	116.972,13	1.855.262,48	127.359,52	2.081.608,02
Colorado Oeste - RO	127.954,96	1.644.767,95	127.200,17	1.973.813,10
Codó - MA	88.422,94	1.365.617,75	104.879,47	1.517.647,33
Guanambi - BA	176.298,76	1.807.563,51	156.077,35	2.077.803,24
Rio Sul - SC	147.420,34	2.506.506,88	175.802,14	2.134.014,57
Santa Inês - BA	113.183,15	1.547.708,44	142.254,14	1.722.933,78
Senhor Bonfim - BA	111.113,67	1.555.553,20	116.970,22	1.840.140,74

Fonte: MEC (2008)

O gasto com energia elétrica de todas as EAFs no ano de 2005 foi de R\$ 4.634.065,52 e em 2006 de R\$ 5.903.049,16, sendo que estes valores representam a soma do orçamento anual de duas a três escolas. O percentual médio de gasto com energia elétrica em relação ao orçamento de cada EAF nestes dois anos foi de 6,93% e o gasto médio com energia elétrica em 2005 foi de R\$ 128.724,04 e em 2006 foi de R\$ 163.973,59, enquanto a média de orçamento de cada uma foi de R\$ 2.229.521,82 em 2006.

A Fig. 2.2 apresenta as porcentagens dos gastos com energia elétrica em relação ao orçamento de cada escola, nos anos de 2005 e 2006. Esses gastos chegaram a representar até 16 % do orçamento escolar, como foi o caso da EAF de Manaus em 2006, com um orçamento de R\$ 2.123.356,46, as contas de energia elétrica somaram R\$ 356.238,68, em contrapartida há a EAF de Muzambinho que nesse mesmo ano gastou 2,25 % e 0,59 % em 2005, mas essa escola é uma exceção, pois possui uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), a qual produz grande parte da sua demanda de eletricidade.

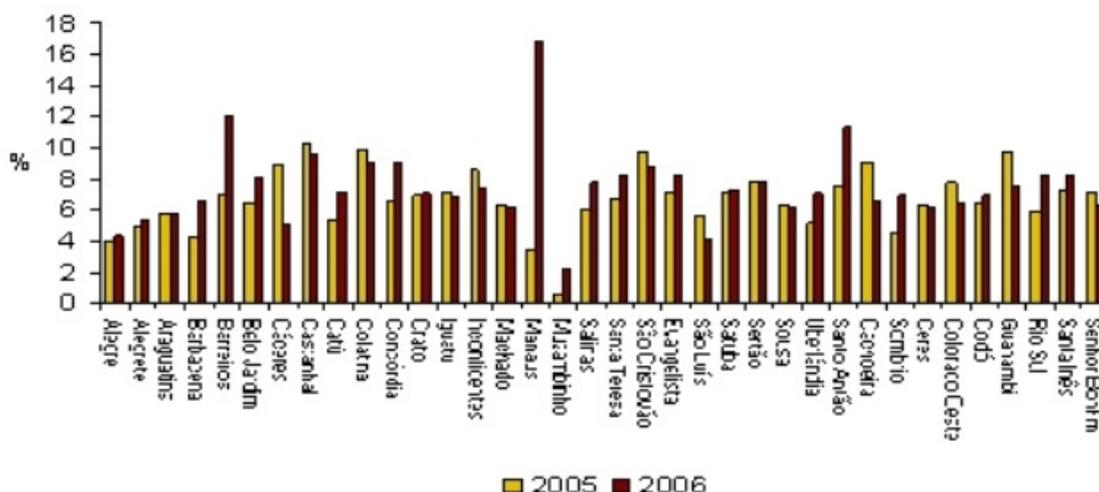


Figura 2.2 - Porcentagens dos gastos com energia elétrica nas EAFs em 2005 e 2006

Em 1990 o governo já demonstrava preocupação com o consumo energético das instituições públicas, publicando o Decreto 99.656 que estabelecia a necessidade da criação de um projeto de uso racional de energia para as instituições federais que apresentassem consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh (seiscentos mil Quilowatts Hora) ou consumo

anual de combustível superior a 15 tep's (quinze toneladas equivalentes de petróleo)

Provavelmente uma EAF sozinha não atinja tais limites de consumo, mas com a criação dos IFETs os campus poderão somar seus consumos e automaticamente estarão enquadradas no decreto.

2.2. Fatores que Influenciam no Consumo de Energia

A energia é um dos principais componentes do mundo moderno e necessária para criar bens e fornecer serviços (HINRICHS & KLEINBACH, 2003) e de acordo com Goldemberg (1998) e Oliveira (2003) é essencial para o desenvolvimento, estando presente em todos os setores da sociedade. Segundo Lora & Teixeira (2006), esse desenvolvimento mais o crescimento da população mundial estão diretamente relacionados ao aumento do consumo energético mundial.

De acordo com Silva (2005) as fontes de produção de energia estão se tornando escassas e cada vez mais distantes dos centros consumidores, o que faz com que o combate ao desperdício seja uma tendência mundial. Este combate ao desperdício energético possui dois importantes fatores, o tecnológico e o humano. Um projeto de uso racional de energia deve englobar os dois, pois de nada valerá equipamentos de alta tecnologia com grande eficiência energética sendo utilizados por pessoas com hábitos de desperdícios e despreparadas, isto pode anular todo o ganho com os novos equipamentos.

- O Fator Humano

O fator humano num projeto de eficiência energética é de muito importante, juntamente com novas tecnologias e equipamentos mais eficientes. É grande a dificuldade em se conseguir pessoas motivadas e capacitadas em usar racionalmente a energia em uma instituição. Equipamentos consomem energia elétrica, e pessoas não, mas são elas que controlam os equipamentos, ou seja, gerenciar energia, essencialmente é gerenciar pessoas (ARAGÃO, 2005).

Mudanças de procedimentos, de hábitos e de rotinas de trabalho, são necessárias em um programa de gestão energética, porém essas mudanças são obstáculos difíceis de serem superados, em virtude da resistência natural

que as coletividades oferecem a propostas desse tipo (ROCHA & MONTEIRO, 2005).

Há um ditado oriental que diz: iniciar novos hábitos é um dos desafios mais complexos do homem. Sem a mudança interna dos indivíduos, não há como esperar uma inovação nos seus hábitos e costumes com relação ao meio que o cerca. A mudança de comportamento do homem é essencial num projeto de conservação de energia (SHAFI, 2003).

Para Kassick (2002), o sucesso de um programa de conservação de energia está alicerçado na total participação dos diretores da instituição e dos seus funcionários que terão que executar diversas ações e necessitam internalizar novos hábitos de trabalho, visando sempre a conservação e o uso racional de energia.

Treinamento e pessoal motivado é a base para qualquer projeto de eficiência energética (ARAGÃO, 2005). Enfim todos devem estar integrados e envolvidos, conscientes de que economizando energia estarão colaborando não só para a instituição, mas também ajudando a diminuir a degradação do planeta.

Para Shafi (2003), a partir do momento em que o homem assumir o compromisso de consumir apenas aquilo que satisfaça as suas necessidades essenciais, a produção será orientada nesta direção, conseqüentemente o convívio social será baseado no respeito à vida e à natureza.

Ainda segundo Shafi (2003), os currículos das universidades, deveriam ser revisados, a fim de sensibilizar os acadêmicos em relação à conservação de energia e dos recursos naturais, fazendo com que todas as disciplinas venham a ser transversais à ética e a ecologia.

- O Fator Tecnológico.

De acordo com Westphal (1999) o avanço tecnológico dos equipamentos energéticos é de grande relevância em programas de conservação de energia.

Para Goldemberg (2000), muitos dos equipamentos e processos utilizados nos setores de transporte, industrial e residencial foram

desenvolvidos numa época de energia abundante e barata, quando as preocupações ambientais não haviam ou eram pouco compreendidas. Por isso há um grande potencial de economia de energia, seja para aumentar a competitividade das empresas, seja para melhorar a imagem pública de indústrias que deixaram de ser poluentes.

Em 1985 o governo brasileiro criou o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, com o objetivo de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica. Entre as metas estabelecidas pelo PROCEL está a de aumentar a eficiência dos aparelhos elétricos (PROCEL, 2008).

O CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural foi criado em 1991 pelo governo, com o objetivo incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária (CONPET, 2008).

Em 1993 o PROCEL criou um selo concedido anualmente aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro de cada categoria. Este selo também objetiva estimular a fabricação e comercialização de produtos mais eficientes (ELETROBRÁS/PROCEL, 2006).

De acordo com PROCEL (2008), hoje são muitos os aparelhos que recebem este selo, entre eles: Condicionador de ar, lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas, motor de alto rendimento e padrão e vários outros equipamentos.

Em 2005 o CONPET cria um Selo com o objetivo de incentivar os fabricantes e importadores de equipamentos domésticos a gás para buscar a comercialização de produtos cada vez mais eficientes (CONPET, 2008).

Com a criação desses dois programas, o governo tenta incentivar a modernização e aumento da eficiência das máquinas consumidoras de energia, pois projetos de conservação de energia têm grande dependência do fator tecnológico.

2.3. Principais Sistemas Energéticos de uma EAF

Segundo Schimidt (2004), os sistemas energéticos podem ter uma melhoria no desempenho, aplicando tecnologias e práticas que estimulem a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

De acordo com Campos (2004) há muitos equipamentos que ajudam no controle do consumo de energia num prédio, tais como:

- Sensor de presença: possui a função de ligar automaticamente a iluminação quando alguém entrar num recinto e desligar quando se retirar;
- Interruptores horários: interrompe a corrente elétrica por um período de tempo específico;
- Limitadores de corrente: limitar a demanda máxima de um consumidor através do uso de limitadores de corrente, colaborando para melhorar o fator de carga;
- Controladores cíclicos: controla o tempo em que um aparelho permanece ligado, desligando-o em seguida e religando depois de um período (pré-programado);
- Termostato: controla o aparelho em que esta conectado, desligando ou ligando-o, de acordo com os limites de temperatura estabelecidos;
- Interruptores: a utilização de vários interruptores num circuito distribuirá a carga, evitando que algumas fiquem ligadas sem necessidade;
- Controlador de demanda: aparelho cuja função básica é monitorar e limitar toda a demanda de um consumidor.

Cada sistema energético tem suas características próprias, que devem ser estudadas em separado, para uma melhor identificação dos possíveis potenciais de economia. A seguir são apresentadas as características dos principais sistemas energéticos existentes nas EAFs.

2.3.1. Sistema de Iluminação

Para Silva *et al.* (2003), a iluminação não é apenas a eliminação da escuridão, mas um elemento de conforto, segurança e fundamental para o aumento de produtividade.

De acordo com Alvarez (1998) e Ghisi (1997), um sistema de iluminação deve fornecer um mínimo necessário de luz, promovendo um ambiente visual confortável, para que se realizem adequadamente as tarefas visuais executadas no ambiente e segundo Rodrigues (2002) também exerce influência sobre o emocional das pessoas.

Segundo Alvarez (1998), a análise do sistema de iluminação é imprescindível para um diagnóstico energético, principalmente numa instituição de ensino, onde a boa iluminação é primordial para uma aprendizagem saudável.

De acordo com Haddad *et al.* (2007) é comum sistemas de iluminação ineficientes no Brasil, sendo que este sistema chega a representar 23% do consumo de eletricidade no setor residencial, 1% no industrial e 44% no comercial e serviços públicos. Se houvesse a associação de equipamentos eficientes e bons hábitos de uso, haveria uma economia substancial de energia, principalmente no sistema de iluminação que tanto se desenvolveu, com vários tipos de equipamentos para as mais variadas aplicações (RODRIGUES, 2002).

A simples troca das lâmpadas incandescentes comuns, por fluorescentes, gera uma boa economia para o consumidor. Hoje as lâmpadas incandescentes representam mais de 80% das utilizadas no mundo, devido ao seu custo ser bem menor, podendo chegar a um décimo do valor de uma fluorescente. Outra grande diferença entre elas é a eficiência, enquanto 5% da energia elétrica que uma lâmpada incandescente consome, vira luz e o restante calor, aproximadamente 85% da eletricidade que chega à fluorescente transforma-se em luminosidade, além de ter uma vida útil muito maior que a incandescente (PROCEL, 2008).

De acordo com Ghisi (1997), a eficiência num sistema de iluminação pode ser obtida com a minimização do tempo de utilização e/ou da potência

instalada. Com o aproveitamento da luz natural juntamente com sistemas de controle da iluminação artificial, minimiza-se a variável tempo de uso, não esquecendo que o usuário tem grande importância nesse processo, pois é ele quem poderá apagar as lâmpadas inutilmente acesas. Para minimizar a potência instalada, é necessária a utilização de componentes do sistema de iluminação artificial, energeticamente eficientes, juntando-se uma manutenção freqüente, ambientes com superfícies claras e um bom projeto luminotécnico.

Para Rodrigues (2002), um projeto eficiente de iluminação deve sempre objetivar:

- Boas condições de visibilidade e boa reprodução de cores:

O nível de iluminância deve ser de acordo com a utilização do ambiente. Há normas técnicas de orientação de projetos (NBR 5413). As luminárias devem ser bem distribuídas sobre o plano de trabalho. Deve-se evitar excesso de luminosidade, pois isso pode acarretar mal estar ao olho humano, dificultando a visão perfeita.

A cor que enxergamos nos objetos e ambientes dependem da luz que chega até eles. Cada lâmpada possui um IRC (Índice de Reprodução de Cor), que poderá ajudar na escolha destas para o ambiente.

- Economia de energia:

A iluminação deve ser adequada e também eficiente, para que não haja consumo exagerado de energia.

- Facilidade e menores custos de manutenção:

O sistema utilizado deve ser de fácil manuseio e os custos com sua manutenção não devem ser altos.

- Combinar luz natural com artificial:

A contribuição da luz natural não pode ser excessiva, pois poderia aumentar a carga térmica, tornando necessária a participação da climatização artificial, que não é interessante para a economia de energia.

De acordo com Ghisi (1997), um sistema de iluminação eficiente vai gerar menos calor, implicando numa carga menor para o sistema de ar condicionado. Com isso, o potencial de economia aumenta consideravelmente.

O conhecimento de alguns conceitos muito utilizados nesta área é imprescindível para melhor compreender um sistema de iluminação (RODRIGUES, 2002).

- Fluxo Luminoso – É a potência emitida por uma fonte luminosa por segundo, em todas as direções sob a forma de luz. Sua unidade é o lúmen.

- Iluminância – É o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada. Sua unidade é o lux.

- Índice de Reprodução de Cor (IRC) – Classifica a qualidade relativa de reprodução de cor de uma fonte, quando comparada com uma fonte padrão de referência da mesma temperatura de cor. É um número que pode variar de 0 a 100. Quanto maior o IRC, melhor será o equilíbrio entre as cores.

- Eficiência Luminosa – É a quantidade de luz que uma fonte luminosa pode produzir por cada watt de potência consumida.

- Luminância – É uma medida de luminosidade que um observador percebe numa superfície. Sua unidade é o candela por metro quadrado.

- NBR 5413 – É uma norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que fixa níveis de iluminação recomendados para diferentes tipos de atividades, baseados numa iluminação constante e uniforme sobre um plano de trabalho.

- Ofuscamento - Efeito que o excesso de luz no campo de visão do olho provoca, com sensação de desconforto e redução no desempenho visual.

- Sensor de Presença – Dispositivo que aciona a iluminação no local onde for detectado a presença de um corpo. Estes dispositivos asseguram que as luzes fiquem apagadas quando o ambiente estiver desocupado.

- Sistema de Controle Fotoelétrico – São sensores que identificam a presença da luz natural, diminuindo ou até mesmo desligando a luz artificial através de dimmers controlados automaticamente.

- Vida Útil - Tempo em horas no qual 25 % do fluxo luminoso das lâmpadas testadas foi depreciado.

Para Rodrigues (2002), eficiência de um sistema de iluminação artificial esta basicamente ligada às características técnicas e ao rendimento de alguns elementos dos quais destacam-se:

- Lâmpadas;

- Luminárias;
- Cores das superfícies internas;
- Utilização da luz natural.

Segundo Lamberts *et al* (2003), para manter uma boa iluminância é necessário uma limpeza contínua nas lâmpadas e luminárias. Após o período que define o fator de depreciação (aproximadamente 24 meses), pode ser necessária a substituição de lâmpadas e reatores desgastados. Para Yamachita *et al.* (2006) além de uma manutenção periódica do sistema de iluminação, algumas outras ações são úteis para o seu bom funcionamento.

- Limpeza periódica das superfícies (parede, teto, piso) das salas.
- Pintar as superfícies com cores claras.
- Evitar divisórias, ou rebaixá-las.
- Usar Mobiliário claro, sem superfícies brilhantes.
- Se o pé direito for alto, rebaixar as luminárias, evitando o ofuscamento.

• Lâmpadas

De acordo com Rodrigues (2002), eficiência de um sistema de iluminação artificial depende muito da eficiência luminosa das lâmpadas que a compõem. Existem vários tipos de lâmpadas, cada qual com sua especificação. A eficiência luminosa, a vida útil e as indicações de algumas lâmpadas são apresentadas na Tab. 2.3.

Tabela 2.3 - Eficiência luminosa e vida útil das lâmpadas

TIPO	INDICAÇÃO	Eficiência (lm / W)	Vida Útil (h)
Incandescente Comum	Ambientes internos, onde é necessário uma boa reprodução de cor.	8 a 18	1.000
Fluorescentes	Escolas, escritórios, oficinas, hospitais.	56 a 75	7.500
Vapor de Mercúrio	Uso geral em grandes áreas, internas e externas.	40 a 55	15.000
Vapor de Sódio	Estacionamento, depósitos, fachadas	80 a 125	15.000
Vapor metálico	Piscinas cobertas, áreas desportivas, fachadas.	68 a 100	2.000 a 10.000

Fonte: Manual de Administração de Energia. Iluminação. São Paulo 2001

• Luminárias

São equipamentos onde as fontes luminosas (lâmpadas) acoplam e modificam a distribuição espacial do fluxo luminoso produzido por elas. A eficiência de uma luminária está na sua capacidade de otimizar o desempenho de iluminação artificial. Uma parte da luz emitida pela lâmpada é absorvida na luminária e restante é refletida. Isto depende do material empregado na sua construção, da refletância da sua superfície, da sua forma e o seu estado de conservação (RODRIGUES, 2002).

A luminária segundo Yamachita et al (2006) deve controlar, distribuir e filtrar o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas, evitando-se assim, o ofuscamento. Se o ambiente possuir um pé direito muito alto, pode-se rebaixar as luminárias. A Tabela 2.4 apresenta uma classificação de luminárias, de acordo com suas características.

Tabela 2.4 - Classificação das luminárias

Tipo	Características
Embutidas	Mais usadas com lâmpadas incandescentes comuns. Baixo rendimento. Apresentam problemas de superaquecimento.
Fechadas	Usadas com lâmpadas fluorescentes. Possui mais elementos de controle de luz. Rendimento moderado, dependendo dos elementos de controle. Podem ser embutidas ou não.
Abertas	Algumas possuem elementos de controle de luz. Rendimento superior ao das fechadas. Podem ser fixadas sobre a superfície do teto ou suspensas.
Spots	Utilizadas com vários tipos de lâmpadas incandescentes. Utilizadas para iluminação direcional do fluxo luminoso. Podem ser fixados sobre a superfície ou embutidos.
Projetores	Encontrados em vários tamanhos. Usados com lâmpadas incandescentes comuns ou a vapor de sódio. Podem ser fixados na superfície ou suspensos. Bom rendimento.

Fonte: Yamachita et al (2006)

• Reatores

São dispositivos utilizados para a operação adequada das lâmpadas de descarga, com a função de limitar a corrente e fornecer as condições necessárias para a partida (SÃO PAULO, 2001).

Cada tipo de lâmpada necessita de um reator específico. Portanto a escolha da lâmpada determinará os parâmetros do reator. A economia que um reator pode produzir, não está no fato dele ter um custo inicial mais baixo e sim na eficiência durante sua vida útil.

Os reatores encontrados no mercado hoje, são divididos em:

- Eletromagnéticos {
 - reatores de alto fator de potência
 - reatores de baixo fator de potência
 - reatores de partida rápida
 - reatores de partida convencional

- Eletrônicos

Os reatores mais eficientes são os eletrônicos, pois apresentam pequenas perdas, fator de potência em torno de 0,95, operando com frequências entre 20 a 100 kHz, faixas em que as lâmpadas maximizam sua eficiência luminosa. Dentre suas vantagens, destacam-se:

- Aumento da vida útil em até 50%, por operarem em altas frequências;
- Sem ruído, pois sua frequência está acima da faixa de audição humana;
- Reduz o aquecimento do ambiente, por possuírem menores perdas;
- Economizam até 70% da energia consumida pelo reator.

Uma grande vantagem dos reatores eletrônicos é que eles permitem que as lâmpadas fluorescentes operem com potências menores que as nominais. Eles aumentam a eficiência das lâmpadas em 10%. Uma lâmpada de 40 W com reator eletrônico consome 36 W, mas emite a mesma quantidade de luz como se estivesse operando com 40 W e reator eletromagnético.

Os reatores eletrônicos podem chegar a economizar até 25% de energia quando comparados com os convencionais.

● **Utilização da Luz Natural**

A eficiência de um sistema energético está diretamente relacionada com a potência instalada e o tempo de utilização e segundo Souza (2003), o tempo de utilização dos potenciais energéticos de um sistema de iluminação pode ser minimizado através de um maior aproveitamento da luz natural, associados com sistemas de controle, que atuam sobre o sistema artificial, ligando ou desligando de acordo com a iluminação natural.

Ghisi (1997) comenta que um alto potencial de economia de energia pode ser alcançado se a iluminação natural for aproveitada como uma fonte de luz para iluminar os ambientes internos. A maioria das edificações tem capacidade de aproveitar melhor a luz natural, reduzindo o custo com o sistema artificial de iluminação.

De acordo com Souza (2003) de 60% a 80% do gasto de energia com iluminação poderia ser reduzido se houvesse uma associação adequada entre luz natural e controles da iluminação artificial

2.3.2. Sistema de Condicionamento de Ar

O ar condicionado é um aparelho de condicionamento de ar para controle de temperatura, umidade, pureza e distribuição, com objetivo de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto (VARGAS, 2006 e VILLANI, 2000).

Segundo Pirani *et al.* (2006), o ar condicionado é um dos maiores responsáveis pelo aumento de consumo de energia elétrica em instalações comerciais no verão. Ainda segundo o autor, o condicionamento de ar é imprescindível em:

- Ambientes de trabalho, visando aumento do conforto e da produtividade;
- Ambientes de manufatura, onde é necessário controle da umidade, temperatura e pureza do ar;
- Locais onde se operem com inflamáveis ou produtos tóxicos;
- Ambientes onde se processam materiais hidrocópicos;

- Etapas de produção que exijam controle das reações químicas;
- Laboratórios de controle e teste de materiais;
- Operações de usinagem com tolerância mínima;
- Ambientes onde é necessário eliminar a eletrostática para prevenir incêndios e explosões.

De acordo com Stoecker (1985), o sistema de ar-condicionado pode ser dividido em três partes principais, a primeira responsável pela produção de frio, a segunda pela produção de calor e a última pelo condicionamento de ar e segundo Villani (2000), cada parte do sistema tem basicamente as seguintes funções:

- Produção de frio: O fluido (líquido ou gás), chamado de refrigerante, geralmente é resfriado em “chillers”, onde ocorre a retirada de calor do refrigerante aquecido nas unidades de condicionamento, este calor é liberado à atmosfera ou é transmitido para a água que será bombeada até as torres de resfriamento, onde é liberado o calor para a atmosfera exterior.
- Produção de calor: O fluido, geralmente água é aquecido em um aquecedor e bombeado até as unidades de condicionamento, onde trocará calor com o ar ambiente.
- Condicionamento de ar: O sistema pode ter uma ou mais unidades de condicionamento, sendo que neste subsistema o ar é retirado do ambiente condicionado através de um ventilador. A caixa de mistura é responsável em determinar a quantidade de ar a ser renovada e a quantidade a ser enviada ao ambiente. O ar a ser condicionado é filtrado, logo em seguida é resfriado ou aquecido, retornando então ao ambiente condicionado.

De acordo com Carlos Kayano, diretor de Thermoplan (Arcoweb, 2007), empresa de projetos e consultoria, há vários sistemas de condicionamento de ar, com indicações específicas para cada um. Entre estes sistemas temos:

- Aparelho de Janela

O sistema mais simples disponível no mercado é o chamado aparelho de janela, que tem todos os seus componentes instalados num único volume. Sua potência é medida pela unidade inglesa British Thermal Unit (BTU/hora). Os modelos compactos encontrados atualmente nas lojas de eletrodomésticos já apresentam consumo de energia elétrica bastante inferior, em comparação

com as versões antigas. Porém, como trabalham com baixas capacidades, seus níveis de perda são os maiores dentre todos os tipos. Em projetos que empregam apenas duas ou três unidades, a diferença no consumo de energia tem menor impacto, também relacionado ao número de horas de uso diário e às temperaturas médias da região. De modo geral, é uma solução simples e barata para situações em que um investimento maior não compensa ou quando não é possível usar outro sistema.

- Sistema tipo “Split”

A potência dos aparelhos do tipo “split” é medida em BTUs/hora ou por tonelada de refrigeração (TR) - 1 TR equivale a 12 mil BTU/hora. A principal característica desse sistema é a instalação das partes ruidosas do equipamento em áreas externas, deixando apenas a unidade evaporadora no interior dos ambientes, instalada no forro ou em paredes. E também há a possibilidade do controle individual nos compressores de alta eficiência.

O sistema “split” requer espaço para a instalação de equipamentos internos e externos e infra-estrutura elétrica coerente com a potência das várias máquinas, itens nem sempre disponíveis nas edificações.

- Centrais de água gelada

As centrais de água gelada também evoluíram nos últimos anos. O desenvolvimento de novos componentes, como os compressores rotativos, levou a uma significativa redução no consumo de energia elétrica. Os equipamentos disponíveis no mercado em 1990 tinham consumo médio de 1,2 kW/TR, dez anos depois, essa média já estava em 0,55 kW/TR. Entre as vantagens do sistema central está a concentração da grande carga elétrica junto do “chiller”, o que dispensa tomadas especiais em outros pontos da edificação.

O investimento inicial nesse sistema é mais alto, porém seu custo operacional é o mais vantajoso. Uma desvantagem é o tamanho dos equipamentos, devendo ser reservado um espaço para sua acomodação, operação e manutenção; as máquinas e os tanques têm um peso que deve ser considerado, pois é dado importante para o projeto estrutural da edificação.

Portanto, este sistema deve ser previsto na fase inicial do projeto arquitetônico.

Costa *et al.* (2004) afirma que condicionadores de ar de alta eficiência podem chegar a economizar até 40% no seu consumo energético. Isto se deve principalmente à tecnologia dos compressores, que faz também que haja um aumento da vida útil do aparelho. Porém, mesmo com esses fatores positivos, os condicionadores de ar eficientes não são os mais vendidos, devido ao maior custo destes em relação aos menos eficientes.

Segundo Magalhães (2001), para aproveitamento de todo o potencial e para uma maior vida útil, o sistema de ar condicionado deve receber alguns cuidados e ser corretamente operado, sendo necessário:

- Manter o ambiente fechado, para não ocorrer entrada do ar externo;
- Evitar a incidência de raios solares no ambiente climatizado, para não aumentar a carga térmica do condicionador;
- Evitar deixar o aparelho diretamente exposto aos raios solares;
- Fazer a limpeza dos filtros e grelhas regularmente;
- Manter a temperatura entre 22 ° a 24 ° C e a umidade relativa do ar entre 50 e 60%;
- Desligar o aparelho quando o ambiente não for utilizado;
- Não operar as válvulas de bloqueio do sistema de água gelada em posição parcialmente aberta;
- Dimensionar corretamente o sistema de ar condicionado, com todas as variáveis térmicas internas e externas;
- Não desprezar na hora da compra, o custo de manutenção e o consumo de energia;
- Dar preferência ao sistema de volume ar variável, que otimiza a vazão do ar condicionado evitando desperdício;
- Utilizar volume de ar variável, de acordo com a necessidade de cada ambiente e procurar atender vários ambientes com a mesma máquina;
- Utilizar termostato setorizado por ambientes;
- Empregar sistemas automatizados de controle;
- Tratar quimicamente a água de refrigeração.

2.3.3. Sistema de Computadores

Nas duas últimas décadas o uso de microcomputadores aumentou demais no mundo, impulsionado pela informatização dos processos empresariais e a popularização do produto. Juntamente com os micros e periféricos, o consumo de energia elétrica também aumentou.

Os americanos preocupados com o aumento do consumo de energia, em 1992 lançaram por intermédio do U. S. Environmental Protection Agency (Agencia Norte Americana de Proteção Ambiental) um programa de conservação de energia chamado “Energy Star”, inicialmente direcionado para computadores e monitores e hoje já se estendeu para 50 categorias de produtos dos mais diversos modelos.

O “Energy Star” para computadores incentiva os fabricantes de hardware e sistemas operacionais a implantar tecnologias eficientes de gerenciamento de energia em seus produtos, com isso os equipamentos passam economizar energia quando não estiverem sendo usados, ficando inativos nestes períodos. Uma vez aprovados pelo programa, tais equipamentos são autorizados a usar o logotipo “Energy Star”, por meio do qual são reconhecidos pelos consumidores como economizadores de energia.

Segundo Alvarez (1998), as diretrizes do programa reconhecem dois tipos de operação: modo normal e modo de baixo consumo de energia. Dependendo do hábito de uso, o consumo de energia elétrica pode ser reduzido drasticamente com a substituição de equipamentos convencionais por equipamentos eficientes (portadores do selo).

De acordo com Kassick (2002) a maioria dos computadores já possui no seu sistema operacional, um sistema de gerenciamento de energia, que possibilita ao usuário reduzir o consumo de energia de qualquer periférico. A ativação deste recurso pode ser feita pelo próprio usuário, seguindo a seguinte seqüência: clicar em Iniciar, Configurações, Painel de Controle, Opções de Energia. Nesta última janela é só seguir as informações/opções constantes e definir o intervalo de tempo para desligamento automático do monitor de vídeo e/ou do(s) disco(s) rígido(s). Podem ocorrer variações nesta seqüência, em

função da versão/língua do sistema operacional, mas normalmente a ativação deste recurso é de extrema simplicidade.

A Fig. 2.3 apresenta a curva de carga de um computador com o gerenciador e sem o gerenciador.

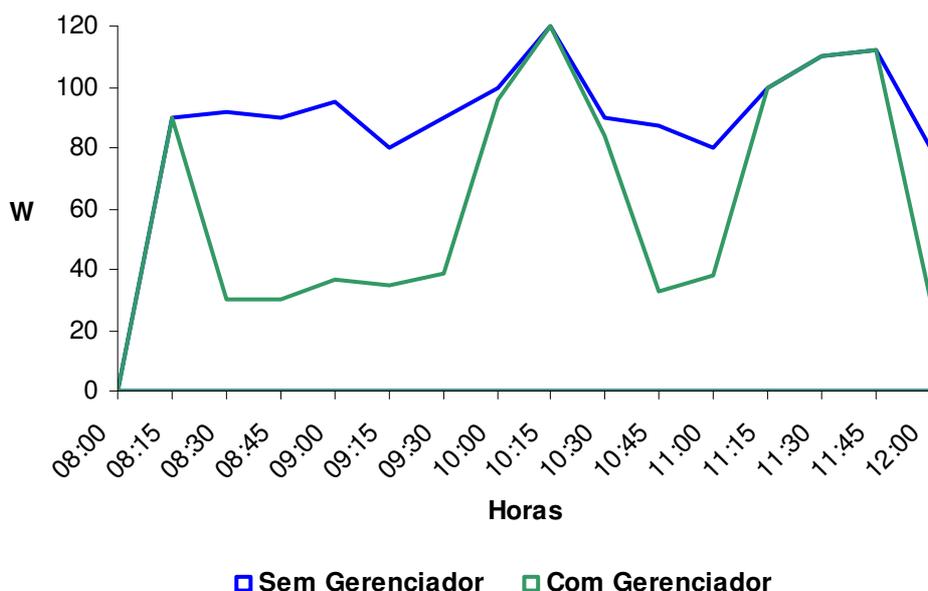


Figura 2.3 - Curva de carga de um computador com e sem gerenciador

A área existente entre as duas curvas é o potencial de economia devido ao uso do gerenciador. Pelo gráfico nota-se que mesmo com esse dispositivo, ainda há consumo de energia. Portanto dependendo do tempo em que o usuário ficar sem usar o computador, seria melhor desligá-lo, o que fará que não haja consumo de energia (AVAREZ, 1998).

O monitor é um dos componentes que mais consome energia em um computador pessoal. Mesmo no modo standby, ele ainda consome de 15 a 20 W, mesmo desligado via software (onde o LED fica piscando) ele ainda consome cerca de 5 W. Zero mesmo, só desligando no botão. Os monitores de LCD consomem menos energia que os convencionais. Pode-se encontrar um monitor de LCD com um consumo de 22 W até 60 W. Já os convencionais podem variar de 40 W até 160 W (EPA, 2007).

2.3.4. Sistema de Aquecimento de Água

De acordo com Ilha *et al.* (1996) a produção de água quente é um processo de transferência de calor a partir de uma fonte energética para obtenção do fluido a uma certa temperatura, podendo haver reservação do volume a ser aquecido ou não.

Os sistemas de aquecimento de água não se limitam somente ao aquecedor, eles também compõem-se das tubulações, dos registros, das válvulas e dos acessórios. Para se determinar o tipo de sistema a ser empregado, deve-se analisar além dos fatores econômicos, os sociais e climáticos (TABORIANSKI & PRADO, 2003).

Segundo Ghisi & Gugel (2005), para a produção da água quente há três modalidades, as quais são expostas a seguir.

- **Individual**: a produção de água quente se dá em um único aparelho ou no máximo, em aparelhos do mesmo ambiente. Estes ficam localizados no próprio local de uso, o que retira a necessidade de uma rede de tubulações. O chuveiro elétrico e os aquecedores individuais a gás são exemplos deste sistema, que possui um investimento inicial baixo, mas vale ressaltar que a utilização de gás requer cuidados especiais na instalação e adequação dos ambientes, bem como dispositivo para exaustão dos gases.

- **Central Privado**: neste sistema, a produção de água quente é para todos os aparelhos de uma unidade. As fontes energéticas normalmente utilizadas são, a eletricidade, óleo combustível, gás combustível, lenha ou ainda energia solar. Os aparelhos de aquecimento para este sistema podem ser instantâneos ou de passagem, onde a água vai sendo aquecida à medida que passa pelo aparelho (sem reservação) ou de acumulação, onde a água é aquecida e reservada para uso posterior. A distribuição da água se dá por ramais que a conduzem desde o aparelho de aquecimento até os pontos de utilização. A escolha deste sistema demanda um razoável investimento inicial e se houver vários pontos de uso, um aquecedor de acumulação proporcionará maior conforto ao usuário.

- **Central Coletivo**: neste sistema, a produção de água quente é para todos os aparelhos ou unidades da edificação. O aparelho de aquecimento é normalmente situado no térreo ou subsolo, para facilitar a manutenção e o

abastecimento de combustível. Muito utilizado em hotéis, motéis, hospitais, clubes, indústrias, etc. O aquecimento da água é realizado em uma caldeira, que pode apresentar dispositivos para a troca do energético alimentador (sistema de backup); assim tem-se caldeira a gás e eletricidade num mesmo aparelho, proporcionando a alternância da fonte de energia. Como nos aquecedores de acumulação para central privada, o reservatório pode estar situado junto ao gerador ou não, dependendo do espaço físico destinado ao aparelho. O investimento inicial neste caso é maior que nos outros, mas é a solução, quando não se deseja a instalação de aparelhos de aquecimento no apartamento ou se dispõe de pouco espaço físico.

O equipamento para o aquecimento da água de banho mais utilizado no Brasil é o chuveiro elétrico, tendo o aquecedor solar como concorrente para a redução do consumo de energia elétrica (TABORIANSK & PRADO, 2003)

As características de cada sistema serão analisadas a seguir.

o **Chuveiro Elétrico**

No Brasil, o chuveiro elétrico que é um invento brasileiro, é muito difundido e utilizado. Ele é constituído de um pequeno aparelho revestido de material metálico ou de plástico. Dentro se encontra uma resistência elétrica que é ligada automaticamente pelo próximo fluxo de água. O usuário pode alterar a temperatura do jato de água através de uma chave situada no topo do chuveiro que, dependendo do modelo, possui várias posições, as quais regulam a resistência do mesmo (TABORIANSKI & PRADO, 2003). O mercado hoje, oferece equipamentos dos mais variados modelos e potências que vão de 3000 W a mais de 7000 W (INMETRO, 2008).

Segundo Woelz & Contini (1999) este equipamento transforma energia elétrica em térmica e é considerado como forte fator de elevação do pico de demanda, devido a sua alta potência, e seu maior uso coincidir com o horário de ponta. As principais características deste aparelho são:

- baixo custo de aquisição;
- alta eficiência térmica;
- potência máxima limitada;
- proximidade do local de consumo, reduzindo perdas térmicas;

- Facilidade de instalação.

Há algumas maneiras para se economizar energia com chuveiros elétricos (UFAM, 2007):

- Em dias quentes, colocar o chuveiro na posição “verão”, com isso há uma economia de aproximadamente 30 % em relação ao consumo na posição inverno;
- Deixar o chuveiro ligado apenas o tempo necessário para o banho;
- Não prolongar o tempo de banho;
- Nunca reaproveitar as resistências queimadas, isso provoca um aumento do consumo e diminui a segurança do aparelho;
- Realizar a instalação conforme o manual de instruções.

○ **Aquecedor Solar**

De acordo com Varella (2004) a comercialização dos coletores solares no Brasil iniciou-se na década de 70, porém marcada por uma imagem negativa, devido à utilização de processos inadequados de fabricação e conhecimento técnico insuficiente. A partir da década de 90 o mercado brasileiro foi crescendo, as indústrias de coletores se fortalecendo e se profissionalizando, motivando o início do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE de coletores solares planos para aquecimento de água para o banho e piscina. Mas que o deu um bom impulso ao mercado brasileiro de aquecimento de água foram: a divulgação dos benefícios da energia solar; a isenção de impostos obtidos pelo setor; o financiamento pela Caixa Econômica Federal e por fim, o racionamento e as incertezas no fornecimento de energia elétrica.

Hoje, os aquecedores solares têm grande importância, não só para os consumidores, uma vez que podem economizar até 80% da energia necessária para o aquecimento d'água, mas para o país também, pois com sua utilização em aquecimento de água para banho, há sensível diminuição no uso de chuveiros elétricos, principalmente no horário de pico (das 18 às 21h), evitando o aumento da demanda de energia, conseqüentemente, reduzindo a necessidade da construção de novas usinas geradoras (FIGUEIREDO *et al.*, 1995). Segundo Taborianski & Prado (2003), esses equipamentos podem

reduzir em até 60% a emissão de CO₂ e CH₄, que seriam emitidos por chuveiros elétricos ou a gás.

De acordo com Rosa & Junior (2006), os sistemas de aquecimento solar de água são normalmente instalados nos telhados dos edifícios e seus componentes básicos são:

- Coletor solar - Equipamento encarregado de captar a energia solar e converte-la em térmica. É uma caixa de metal, pintada de preto com a parte superior fechada com vidro. Dentro passam tubos de cobre, onde circula a água e no fundo do coletor existe uma camada isolante, para dificultar as trocas de calor com o ambiente externo.
- Reservatório de água quente (Boiler) - recipiente onde a água aquecida é armazenada para ser consumida quando necessário. Fica num ponto acima das placas do coletor.
- Reservatório de água fria - Caixa d'água responsável pelo fornecimento de água para ser aquecida. Deve ficar mais alta que o Boiler.
- Tubos resistentes ao calor - A tubulação e conexões deve ser de material resistentes ao calor. Geralmente são utilizados tubos de cobre.

Junto ao Boiler pode existir um sistema elétrico auxiliar, para complementar o aquecimento da água em períodos de baixa insolação ou excessivo consumo. A resistência elétrica que atua dentro do boiler é regulada através de um termostato, que pode ser acionado manualmente, ou automaticamente, para manter a temperatura da água na faixa desejada, geralmente entre 50 e 60°C (VARELLA, 2004).

Uma vez construído, dimensionado e instalado de forma adequada, o coletor solar certamente produzirá economia e conforto (VARELLA, 2004). De acordo com Mesquita (1999), a manutenção do sistema de aquecimento solar é simples, mas o usuário deve inspecionar visualmente os coletores, no mínimo, uma vez a cada três meses, certificando-se das condições de limpeza e verificando a ocorrência de alterações na superfície do coletor solar.

2.3.5. Sistema de Resfriamento

Os equipamentos de resfriamento como freezers, geladeiras, apesar de não possuírem grande potência, são equipamentos ligados o dia todo, num

funcionamento cíclico, em que parte do tempo funcionam a potência nominal e a outra parte a parada do compressor.

Há dois programas governamentais que informam para o consumidor o desempenho energético destes equipamentos, para que ele possa optar pelo mais eficiente na hora da compra:

- Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO;
- Programa Selo PROCEL de Economia de Energia.

Segundo o PROCEL (2007) a evolução tecnológica dos refrigeradores fez com que o consumo de energia diminuísse no decorrer do tempo.

O consumo de eletricidade destes aparelhos depende da temperatura empregada, da capacidade de carga, do isolamento das portas e do desempenho do compressor. O uso incorreto destes equipamentos também interfere no seu consumo de energia. Algumas dicas:

- O QUE DEVE SER EVITADO

- Colocar este tipo de equipamento junto de fontes de calor (fornos, fogões), nem em locais com incidência solar direta. Baixando a temperatura ao redor do equipamento em 5°C pode-se atingir uma economia de energia de aproximadamente 30%.
- Deixar que o gelo se acumule, pois dificulta a transferência de calor entre o evaporador e o interior do frigorífico. O consumo pode aumentar em cerca de 30% se existir uma camada de gelo superior a 5 mm.
- Colocar comida ainda quente no frigorífico.

- O QUE DEVE SER FEITO

- Assegurar a existência de espaço para circulação do ar na parte traseira do frigorífico.
- Limpar a grelha traseira do frigorífico pelo menos uma vez por ano. A acumulação de pó e sujeira dificulta a troca de calor através do condensador.
- Verificação regular do fechamento das portas. Esse procedimento pode ser efetuado deixando uma folha de papel entre a borracha e a porta. Se a folha de papel ficar solta, é porque a porta não fecha convenientemente.
- Ajustar o regulador de temperatura interior de acordo com as necessidades;

- Reduzir o tempo de abertura das portas ao necessário (20% do consumo global dos equipamentos de frio são devidos às aberturas das portas). Esta prática também reduz a acumulação de gelo.
- Cobrir a comida confeccionada e acondicionar convenientemente os alimentos em geral. Estas práticas evitam a proliferação de bactérias e odores, evitando também a formação de gelo dentro do aparelho.

Segundo Rocha (2001) há também as câmaras frias que são ambientes projetados para armazenagem de grande quantidade de produtos a baixas temperaturas, sendo necessários alguns cuidados para diminuir as perdas energéticas tais como:

- Não deixar a porta aberta por muito tempo ao entrar na câmara;
- Certificar-se de que a luz interna se apague, quando não houver ninguém na câmara;
- Usar lâmpada fluorescente no interior, para não aquecer muito o ambiente;
- Realizar a manutenção periódica da câmara para evitar perda de frio e consequentemente de energia.

2.3.6. Sistema de Motores (indução trifásicos)

De acordo com Bortoni & Santos (2006), um motor elétrico é basicamente um conversor eletromecânico que converte energia elétrica em mecânica e quando realiza a função inversa, ou seja, energia mecânica sendo convertida em elétrica, chama-se gerador. Estes equipamentos são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 24% da energia gerada no Brasil.

O motor desde sua invenção se desenvolveu muito, sofrendo melhorias que o deixaram mais compacto e mais eficiente. A Fig. 2.4 mostra a relação massa/potência dos motores no decorrer do tempo.



Figura 2.4 - Evolução dos motores elétricos

Fonte (Bortoni & Santos, 2006)

Num motor elétrico muitas perdas ocorrem no seu interior durante seu funcionamento, segundo Bortoni & Santos (2006) elas ocorrem por:

- efeito joule no estator e no rotor, consequência da passagem de corrente elétrica nos seus enrolamentos;
- perdas por histerese no ferro, é devido à constante reorientação do campo magnético sobre o pacote de aço-silício;
- perdas de Foucault, decorrentes das correntes induzidas no interior do material magnético, produzindo perdas por calor;
- perdas por atrito e ventilação, consequência do atrito nos rolamentos e do arrasto aerodinâmico.

A manutenção corretiva em motores quando realizada não deve ultrapassar 60% do custo de um novo, devendo ser feita em oficina qualificada, sendo que um bom reparo pode, em alguns casos, chegar a aumentar o rendimento do motor. A limpeza e lubrificação também são muito importantes, pois diminuem as perdas por atrito e ventilação (HADDAD *et al*, 1999).

De acordo com Júnior (2005) no recondicionamento de motores algumas ações devem ser evitadas:

- Aquecer em demasia o núcleo de ferro para retirada dos enrolamentos defeituosos;
- Rebobinar fora dos padrões originais de projeto do fabricante;

- Reparos no rotor, assim como a usinagem do diâmetro externo.

Não há dúvidas que existe um bom potencial de conservação de energia na indústria brasileira. Geller (2003) afirma que o Brasil já obteve algum sucesso em aumentar a eficiência no uso da eletricidade, porém muitas indústrias ainda desperdiçam energia por causa de processos e equipamentos ineficientes. Por exemplo, os motores usados no Brasil são ineficientes se comparados aos padrões internacionais, assim como sobredimensionados e mal operados em muitos casos (GARCIA,2003).

De acordo com Bortoni & Santos (2006), uma boa alternativa para conservar energia em se tratando de motores, é o emprego de equipamentos de alto rendimento, que podem reduzir em até 30% as perdas. Para optar por um motor de alto rendimento é necessário a realização de um estudo de sua viabilidade econômica, pois seu preço é maior do que os padronizados. A Tab. 2.5 apresenta os rendimentos mínimos para motores de alto rendimento e padronizados respectivamente, de acordo com a norma NBR 7094/2000.

Tabela 2.5 - Rendimentos mínimos para motores

Potência Nominal (cv)	Velocidade Síncrona (rpm)			
	3600	1800	1200	900
	Rendimento Nominal (%)			
	Alto Rendimento - Padronizado			
1	80,0 - 70,0	80,0 - 71,0	77,9 - 69,0	74,0 - 65,5
1,5	83,0 - 75,7	81,1 - 72,7	82,5 - 73,2	75,5 - 67,7
2	83,2 - 79,0	83,0 - 75,0	82,9 - 73,0	82,5 - 74,7
3	85,0 - 78,0	84,5 - 78,0	84,0 - 76,6	83,5 - 78,0
5	86,5 - 83,0	87,5 - 83,0	86,7 - 80,0	85,2 - 79,0
7,5	87,5 - 84,0	89,4 - 85,0	88,6 - 82,0	86,9 - 77,0
10	87,5 - 83,0	90,0 - 86,0	89,0 - 81,0	87,5 - 81,4
15	89,5 - 82,0	91,7 - 85,0	90,2 - 87,1	91,2 - 97,3
20	90,2 - 85,0	91,8 - 87,0	91,0 - 97,0	91,0 - 85,0
25	91,0 - 87,0	92,5 - 87,0	92,2 - 89,2	92,0 - 88,8
30	91,7 - 88,7	92,2 - 89,1	93,0 - 90,2	92,3 - 88,0
40	92,0 - 88,8	92,7 - 90,4	93,3 - 90,6	93,0 - 90,0
50	91,8 - 89,3	93,0 - 91,1	93,5 - 90,0	93,3 - 90,6
60	91,7 - 88,7	93,4 - 90,0	93,6 - 88,0	93,1 - 88,0
75	92,4 - 89,0	93,9 - 89,0	93,8 - 90,0	93,7 - 91,0
100	93,1 - 90,0	94,3 - 91,9	94,2 - 90,0	94,3 - 92,0
125	93,0 - 90,0	94,4 - 91,8	94,5 - 92,0	94,7 - 92,6
150	93,0 - 90,0	95,0 - 92,0	94,7 - 91,0	94,9 - 92,0
200	94,7 - 90,0	95,0 - 93,0	95,3 - 93,7	95,2 - 94,0
250	95,0 - 92,5	95,5 - 93,0	95,2 - 94,0	94,9 - 93,9

Fonte: Bortoni & Santos (2006)

Segundo Schaeffer *et al.* (2005), outras medidas podem ser tomadas para deixar mais eficientes o uso de motores, tais como o utilização de conversores de frequência e o correto dimensionamento destes equipamentos.

2.3.7. Sistema de Produção de Vapor

Segundo Rocha *et al.* (2005) um sistema de vapor, genericamente é constituído das seguintes etapas: geração, distribuição, uso final e recuperação. Em todas essas etapas há componentes que, ou por manuseio inadequado ou problemas técnicos produzem perdas que diminuem a eficiência energética do sistema.

Geralmente a utilização do vapor segundo Altafini (2002) se dá para o aquecimento e/ou para produção de trabalho mecânico. Em aquecimento ele pode ser usado para esterilização, aquecimento de líquidos, curtimento de couro, calandras, autoclaves e outras. Para a produção de trabalho mecânico o vapor pode ser utilizado, entre outros, em motores e turbinas.

Para Martins & Nogueira (2006), a eficiência na utilização da energia térmica traz a redução de custos e de desperdícios de energia e ainda vantagens ao meio ambiente, com uma menor liberação de poluentes na atmosfera.

Segundo Nogueira (2005), a eficiência de uma caldeira está diretamente relacionada com a temperatura de saída dos gases de escape. A eficiência será maior, quanto menor a temperatura destes gases, mas há mais detalhes que devem ser levados em consideração, como o alto teor de enxofre dos óleos combustíveis, que delimita a saída dos gases em temperaturas maiores que 180 °C, para diminuir problemas de corrosão. A substituição das caldeiras aquotubulares da década de 70, que já apresentam um razoável nível de perdas e desperdícios de energia, por caldeiras mais modernas e a adoção de um gerenciamento dos sistemas de vapor, também contribuirão para o aumento da eficiência.

As perdas energéticas de um sistema de vapor de acordo com Rocha *et al* (2005) podem ser minimizadas de diversas maneiras, sendo muito útil o conhecimento deste sistema, com suas aplicações e perdas. A Fig. 2.5 demonstra um sistema de vapor com um balanço de energia típico.

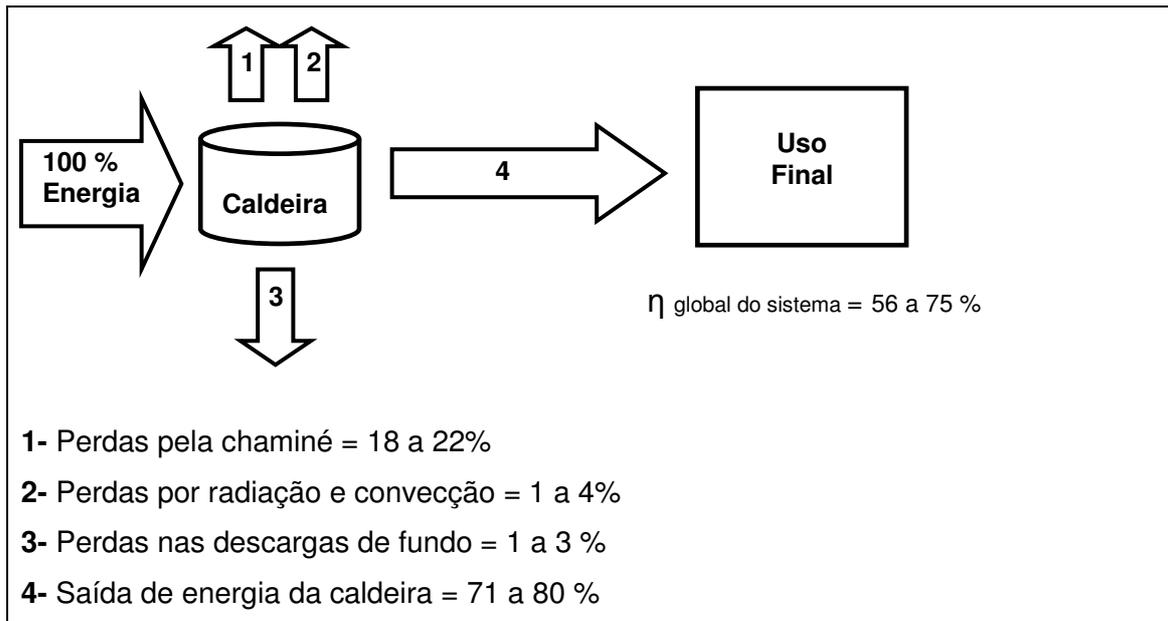


Figura 2.5 - Balanço energético genérico de um sistema de vapor

Fonte: Rocha *et al.* (2005)

Segundo Rocha *et al.* (2005) há várias oportunidades de minimização das perdas energéticas em um sistema de vapor, e a identificação destas, é primordial para sua efficientização.

- Oportunidades na geração do vapor.
 - Minimizar o excesso de ar.
 - Instalar equipamentos de recuperação de calor.
 - Limpar as superfícies de transferência de calor da caldeira.
 - Recuperar a energia da descarga de fundo da caldeira.

- Oportunidades na distribuição do vapor.
 - Evitar vazamentos de vapor.
 - Manter perfeito os isolamentos de tubulações, válvulas, conexões e tanques.
 - Realizar a manutenção periódica dos purgadores de vapor.
 - Usar turbinas de contrapressão, ao invés de válvulas redutoras de pressão.

- Oportunidades na recuperação do vapor.
 - Otimizar a recuperação de condensado.
 - Usar o condensado de alta pressão para produzir vapor de baixa pressão.

2.4. Conservação de Energia

O desenvolvimento além de novas tecnologias, conforto, bem estar, trás também a degradação da natureza, com poluição das águas, atmosfera, solo e desmatamento, sendo o sistema energético responsável por grande parte dos impactos ambientais. Seus efeitos negativos podem ser a nível local, como a inundação de grandes áreas para construção do reservatório de hidrelétrica, regional, como a chuva ácida e até mesmo global, como a erosão da camada de ozônio ou o efeito estufa (LORA & TEIXEIRA, 2006).

No dia dois de fevereiro de 2007 cientistas do Intergovernmental Panel on Climate Change divulgaram em Paris o mais completo relatório climatológico até então realizado. As previsões eram desanimadoras. De acordo com este relatório, o homem alterou o clima, e suas crescentes emissões de dióxido de carbono e outros gases provocará um perigoso aumento da temperatura da Terra de até 4º C ao findar do século XXI. Com isso, geleiras se derreterão, o oceano subirá, cidades litorâneas serão inundadas. Neste relatório os cientistas praticamente confirmam que as mudanças climáticas do planeta são provocadas pelo homem. Em números globais, nos cinco últimos anos, as emissões de CO₂ passaram de 6,4 bilhões de toneladas para 7,2 bilhões, o que demonstra que a comunidade internacional está longe de mudar seu comportamento. Jacques Chirac, presidente da França em pronunciamento no mesmo dia da leitura do relatório disse: “...é hora de uma revolução nos padrões de produção de energia” (LEITE, 2007).

Segundo Jannuzzi & Swisher (1997) a energia existe em diversas formas e pode se converter de uma para outra, porém a cada etapa de conversão, há uma perda, e de acordo com Martins (1999), a eliminação dessas perdas ou desperdícios nas várias etapas dos processos energéticos pode ser resumida com:

- Planejamento integrado dos recursos – são práticas que auxiliam os gestores de energia a avaliar os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração) e demanda (consumidor final), de forma que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental;

- Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição – são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em todas as etapas em que a eletricidade é gerada e entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui co-geração e turbinas de queima de gás natural, além de outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes;
- Gerenciamento pelo Lado da Demanda – são práticas e políticas adotadas pelos planejadores de energia, que encorajam os consumidores a usar a energia de uma forma mais eficiente, além de permitir a administração da curva de carga das concessionárias;
- Eficiência no Uso Final – são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética na etapa do consumidor final. Inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Inclui também tecnologias que proporcionem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

Vários termos são empregados para expressar conservação de energia, entre eles encontramos: “Uso Racional de Energia”, “Uso Eficiente de Energia”, “Eficientização do Uso de Energia” (WALTER 2000). As definições também são variadas, de acordo com cada autor:

- De acordo com Magalhães (2001), conservação de energia pode ser entendida como uma melhor maneira de utilizá-la, não perdendo o conforto proporcionado por ela, mas diminuindo o consumo e os custos, mantendo-se a eficiência e a qualidade dos serviços.
- Segundo Ribeiro (2002), a eficiência energética está ligada à busca de estratégias políticas que minimizem o consumo energético, sem sacrificar os principais objetivos, bem como a evolução da organização, ou seja, sem reduzir a produção de bens e serviços, a evolução tecnológica e da informação, o conforto e o bem estar, englobando questões ambientais.

- Para Schimidt (2004), eficiência energética é um conjunto de práticas e políticas que reduzem os custos com energia e/ou aumentam a quantidade de energia oferecida, sem alteração da geração.
- Nogueira (2006) traduz “conservação de energia” como a necessidade de se eliminar o desperdício, reduzindo os investimentos no setor, sem afetar o fornecimento de energia e a qualidade de vida.
- Para Nadel e Geller (2001), a eficiência no uso da eletricidade proporciona vários benefícios como a redução dos custos, a redução da probabilidade de falta da eletricidade, colabora para aumentar a competitividade das empresas, reduz a necessidade de investimentos e os impactos ambientais, enfim a redução do desperdício de energia é a fonte de produção mais barata e limpa que existe, sem conflitos com o meio ambiente.

Para Goldemberg e Villanueva (1998), o aumento da eficiência com que a energia é utilizada, justifica-se não só pelo meio ambiente que será menos degradado, mas também financeiramente, pois investimentos nesta área, em geral têm retorno praticamente certo.

Segundo Sola *et al.* (2005) o tema eficiência energética pode ser abordado de várias maneiras, as quais destacam-se: legal, ambiental, tecnológica e socioeconômica. Assim torna-se um tema multidisciplinar em uma escola.

De acordo com Weigmam (2004), a economia de energia pode acontecer através de medidas zeladoras, adequações em equipamentos e processos, melhoria no desempenho de equipamentos e redução das perdas.

“Os sistemas energéticos modernos são complexas redes de exploração de recursos naturais, com sucessivos processos de conversão e transporte de energia e um elevado nível de perdas, cuja redução constitui uma fonte virtual de energia, que deve ser mais bem explorada, com vantagens econômicas e ambientais”(NOGUEIRA,2007).

Segundo Ribeiro (2005), em todas as etapas do processo de conversão energética, há a possibilidade de introduzir maior eficiência, desde a geração, transmissão, distribuição até o uso final.

Muitos economistas têm uma linha de pensamento na qual a economia de energia terá melhores resultados quando a energia for taxada em função dos danos ambientais associados à geração e ao consumo, sendo necessária a intervenção do Estado através de atuações regulatórias (YOSHINO, 2003).

Para Aragão (2005), a crise energética de 2001 mostrou a capacidade dos brasileiros de reduzir o consumo de eletricidade sem interrupção de suas atividades. Cada consumidor realizou uma gestão energética em suas casas, comércios e indústrias, com o objetivo de atingir as metas estabelecidas pelo racionamento. Hoje a implantação de um sistema de gestão energética indica a preocupação da empresa em permanecer competitiva, atraindo a atenção de novos investidores e valorizando-se. Para Russel (2005), empresas comprometidas com qualidade e melhoria contínua seriam propícias a adoção de um sistema de gestão energética, maximizando resultados e disseminando conhecimentos aos funcionários sobre o uso de energia.

De acordo com Magalhães (2001), existem boas oportunidades de redução de custos e de economia de energia através de um melhor gerenciamento da instalação, utilização de equipamentos eficientes, utilização de técnicas modernas de projeto e construção, alterações de algumas características arquitetônicas, melhora nos hábitos dos usuários e alteração de algumas rotinas de trabalho na instalação. As oportunidades de redução são características de cada prédio e devem ser identificadas em um estudo específico, com recomendação das ações a serem empreendidas após análise de viabilidade técnico-econômica.

Segundo o PROCEL, as soluções mais aplicadas para a redução de consumo de energia elétrica em prédios são interferências nos sistemas de iluminação, ar condicionado, sistemas elétricos, sistemas de refrigeração e bombeamento.

2.5. Comissão Interna de Conservação de Energia

De acordo com Magalhães (2001), um projeto com a finalidade de reduzir os desperdícios em uma instituição, deve iniciar-se com a implantação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia, conhecida como CICE. Essas comissões foram instituídas pelo governo federal em 1990 pelo Decreto

99.656 e têm a incumbência de propor, implantar e acompanhar as medidas de conservação energética, podendo ser inseridas em qualquer instituição, seja ela pública ou privada. Basicamente suas atribuições são:

- Ajudar na definição da política do uso eficiente de energia na instituição;
- Estabelecer metas e objetivos exeqüíveis, mensuráveis e administráveis;
- Avaliar e elaborar diagnóstico da situação atual do consumo de energia da empresa;
- Sugerir medidas de uso eficiente de energia;
- Difundir junto aos colaboradores a conscientização em relação à economia de energia;
- Mecanismos para acompanhamento da evolução do consumo mensal de energia;
- Gerenciar e monitorar as ações planejadas;
- Promover campanhas coletivas, como concursos, palestras e caixas de sugestões para o uso eficiente de energia;
- Divulgar os resultados junto a todos os colaboradores da instituição.

O Decreto 99.656/90 em seu Art 1º demonstra a preocupação do governo com o consumo energético das instituições públicas:

“Fica criada uma Comissão Interna de Conservação de Energia (Cice), em cada estabelecimento pertencente a órgão ou entidade da Administração Federal direta e indireta, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista controladas direta ou indiretamente pela União, que apresente consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh (seiscentos mil Quilowatts Hora) ou consumo anual de combustível superior a 15 tep's (quinze toneladas equivalentes de petróleo).”

Os integrantes de uma CICE segundo Silva (2005) devem ser funcionários da instituição dos mais diversos níveis e setores, pois assim o programa terá melhor representatividade, atingindo a todos os setores e atividades desenvolvidas nas instalações. Magalhães (2001) sugere a seguinte estrutura de uma CICE:

- Presidente: de preferência, alguém com conhecimentos em conservação de energia e esteja ligado à alta administração;
- Vice-presidente;

- Representante da CIPA;
- Técnico de comunicação social;
- Administrador;
- Engenheiro.

De acordo com Silva (2005), várias etapas de um projeto de conservação de energia podem ser realizadas com a contratação de uma ou mais empresas, porém, caberá a CICE a responsabilidade de acompanhar, analisar os resultados, controlar a implantação das ações propostas e divulgar os resultados para a comunidade.

A Universidade Federal de Lavras possui um programa permanente de conservação de energia cujos gestores são: reitor, vice-reitor e pró-reitor de administração. Uma CICE foi instituída e seus membros têm um mandato com duração de dois anos. Essa comissão é constituída por oito funcionários entre professores e servidores. As diretrizes deste programa são:

- Conhecimento da potência instalada na universidade;
- Monitoramento setorizado;
- Acompanhamento mensal das contas de energia elétrica;
- Campanha de uso racional de energia elétrica;
- Estabelecimento de metas de consumo;
- Sugestões de normas para instalação de novos equipamentos, e uso da carga atual.

A diretoria da usina hidrelétrica de ITAIPU em 1995 implantou uma CICE para elaborar e atualizar os programas anuais de conservação de energia da usina, seguindo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), da Eletrobrás, assim como com o Programa Uso Racional e Eficiente da Energia Elétrica, da Administración Nacional de Electricidad. A CICE de Itaipu possui funcionários da área técnica, administrativa e comunicação social, sendo a coordenação realizada por um representante da área técnica.

A Universidade de Brasília no início de 2006 implantou uma comissão para estudar, monitorar, analisar e desenvolver ações para atingir a meta de redução em 20% o valor das contas de energia. Essa primeira comissão era composta por: um administrativo, vigilante, engenheira eletricista, técnico eletricista, o prefeito do campus e a editora de comunicação institucional.

2.6. Empresas de Conservação de Energia

De acordo com a ABESCO (2008) -Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia, as ESCOs -Energy Services Company são empresas de engenharia, que se especializaram em serviços de conservação de energia e de água, promovendo a eficiência desses insumos nas instalações de seus clientes.

Essas empresas utilizam-se principalmente de contratos de performance, que é o meio legal para dar base as condições de desenvolvimento e remuneração para a implantação das ações técnicas e economicamente viáveis, através da divisão por um determinado tempo do montante de economia obtida com a redução efetiva das contas de energia e água na planta do cliente. Essas empresas têm a capacidade de:

- Identificar oportunidades de economia através de análises e medições;
- Estudar alternativas;
- Avaliar soluções técnicas, ambientais e financeiras;
- Desenvolver projetos;
- Gerenciar e implementar obras;
- Propor diretrizes econômicas e tarifárias;
- Assessoramento de contratação de financiamentos.

Um projeto de eficiência promovido por uma ESCO possui as seguintes etapas:

- Diagnóstico energético;
- Assinatura do contrato de performance;
- Captação de financiamento;
- Pesquisas de materiais e equipamentos;
- Implantação;
- Comissionamento;
- Medição e verificação para comprovar a redução do consumo de energia;
- Início do período de remuneração da ESCO.

2.7. Tarifação

De acordo com Haddad *et al* (2006), o sistema tarifário de energia elétrica é um conjunto de normas e regulamentos com a finalidade de

estabelecer o valor monetário da eletricidade para os consumidores. A compreensão da estrutura tarifária e dos cálculos envolvidos é um importante parâmetro para a tomada de decisão em projetos de conservação de energia. A fatura de energia elétrica contém uma síntese de como a energia foi utilizada durante um mês, sendo necessário uma análise de no mínimo 12 meses, para se ter um bom quadro de informações, essencial para o gerenciamento energético de uma instalação.

Segundo Rocha & Monteiro (2005), vários fatores influenciam no custo da energia elétrica para o consumidor, entre elas: equipamentos com suas condições operacionais e a forma de contratação da energia.

De acordo com a Cemig (2008), o objetivo do sistema tarifário de energia elétrica é estabelecer o preço da eletricidade para os diferentes tipos de unidades consumidoras, que classificam-se em:

- Residencial
- Industrial
- Comercial
- Rural
- Poder Público

Os consumidores, além de unidades consumidoras, também são divididos pelo nível de tensão em que são atendidos. Aqueles atendidos na baixa tensão (127 V e 220 V) são classificados no grupo B e aqueles atendidos na alta tensão (acima de 2,3 kV) no grupo A.

Cada grupo é dividido em sub-grupos, de acordo com as Tabelas 2.6 e 2.7.

Tabela 2.6 - Sub-grupos do grupo A

Grupo A (Alta Tensão)	
Sub-grupo	Tensão
A1	230 kV ou mais;
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	69 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

Tabela 2.7 - Sub-grupos do grupo B

Grupo B (Baixa Tensão)	
Sub-grupo	Classes
B1	Residencial; residencial baixa renda
B2	Rural, cooperativa de eletrificação rural; irrigação
B3	Demais classes
B4	Iluminação pública

Para o grupo B a tarifa é monômnia, isto é, são cobrados apenas pela energia que consomem e para o grupo A a tarifa é binômnia, ou seja, são cobrados pela demanda e pela energia que consomem. Os consumidores desse grupo podem enquadrar-se em três alternativas, que se encontram na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Modalidades Tarifárias

Modalidade Tarifária			
Subgrupos	Convencional	Verde	Azul
A1 (230 kV ou mais)			
A2 (88 kV a 138 kV)	Não se aplica	Não se aplica	Obrigatória
A3 (69 kV)			
A3a (30 kV a 44 kV)	Demanda	Demanda	Demanda
A4 (2,3 kV a 25 kV)	contratada < 300 kW	contratada > 300kW	contratada > 300 kW
AS (Subterrâneo)			

O faturamento vai variar conforme o grupo do consumidor. O ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Produtos) possui uma alíquota com valores diferenciados em cada estado (CEMIG, 2008).

- **Faturamento Convencional**

A instituição é cobrada pelo consumo de energia e pela maior demanda registrada ou contratada, independente do horário do dia e do período do ano.

É adequada para instituições que utilizam processo contínuo de produção ou prestação de serviço, sem possibilidade de modulação. Ou ainda para aquela cuja maior demanda de energia elétrica está no horário de ponta.

- **Faturamento Horo Sazonal Verde**

As tarifas de consumo em Horário de Ponta -HP e Horário Fora da Ponta -HFP são diferenciadas, com uma tarifa única para a demanda de potência.

É indicado para instituições que podem reduzir o consumo de energia no horário de ponta.

- **Faturamento Horo Sazonal Azul**

As tarifas de consumo e de demanda de potência são diferenciadas na ponta e fora da ponta.

É indicada para a instituição que possa diminuir, parcialmente, a demanda de potência e o consumo de energia no horário de ponta.

Obs: Quando a demanda registrada ultrapassar em mais de 10% a demanda contratada, haverá a cobrança de uma parcela de ultrapassagem, sobre a demanda que ultrapassou os 10%, que é três vezes maior que a tarifa normal.

De acordo com Shoeps (1994), para garantir despesas mínimas com as faturas de energia elétrica é necessária uma escolha adequada das demandas contratadas, que devem ser de acordo com as necessidades da instituição.

2.8. Softwares de Auxílio à Eficiência Energética

Existem diversos softwares que podem auxiliar num projeto de eficiência energética, desde o diagnóstico de sistemas individuais, como a iluminação, condicionamento de ar, até diagnósticos completos, com o estudo de todo o sistema, incluindo a análise tarifária e financeira. Vários destes softwares são disponibilizados gratuitamente em sites como o do PROCEL ou de universidades, outros são comercializados também pela internet, e podem ser adquiridos via compra online. Segue uma descrição de alguns destes softwares.

- **Soft Lux**

O software Soft lux foi desenvolvido pela empresa Itaim Iluminação, para a realização de uma análise luminotécnica. Os cálculos são baseados no Método das Cavidades Zonais e Método Ponto a Ponto Direto para áreas

retangulares, sendo seus resultados estimados de acordo com os dados inseridos pelo usuário.

Este software é mais indicado para projetos simples e é de fácil uso. O cálculo luminotécnico é feito em quatro passos:

1º Passo - Inserção das informações do ambiente:

2º Passo - Seleção da Luminária

3º Passo - Distribuição da Luminárias

4º Passo - Resultados

O Soft Lux pode ser adquirido gratuitamente no site da empresa Itaim Iluminação - http://www.itaimiluminacao.com.br/novo/index_main.cfm?p=c ou pelo site do PROCEL INFO, na área Simuladores.

• **Caldeira 5**

Os cientistas do IPT -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo S.A. desenvolveram este software para auxiliar cálculos relativos à operação de geração de vapor através da queima de combustíveis líquidos, sólidos, gasosos ou de suas misturas. Nesta versão, inclui a geração de vapor através dos gases de exaustão de uma Turbina a Gás.

Este software não é gratuito e pode ser adquirido por reembolso postal ou pela internet, através do site do IPT - <http://www.ipt.br>.

• **SAFEE**

O SAFEE -Simulador para Análise Financeira em Projetos de Eficácia Energética é um software desenvolvido em 2004 pela PA CONSULTING GROUP para o Centro Brasileiro de Informação em Eficiência Energética, Procel-info. É um guia técnico interativo para cálculos financeiros, com informações e procedimentos que auxiliarão no aprendizado do usuário sobre o assunto e na determinação da viabilidade das ações de eficiência energéticas sugeridas, após realizado o diagnóstico.

O SAFEE é um software em português, e pode ser acessado gratuitamente pelo site: <http://www.eletronbras.com/pci/guiafinanceiro>.

• **Mark IV Plus**

O Mark IV Plus é uma ferramenta em português de diagnóstico energético desenvolvido para Windows, em Visual Basic 6, por uma equipe de

professores da UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá, em colaboração conjunta com o PROCEL .

O software Mark IV Plus é de fácil aplicação, abrangendo vários sistemas energéticos. O usuário fornecerá ao programa informações sobre cada sistema, que serão analisadas, sendo emitido um relatório com a análise do consumo e a verificação da viabilidade das medidas de conservação e uso eficiente de energia a serem tomadas. O relatório contém as seguintes informações:

- Análises do sistema atual;
- Problemas encontrados e melhorias possíveis;
- Análise econômica do módulo;
- Análise econômica final;
- Método do valor presente;
- Método do tempo de retorno;
- Método da taxa Interna de retorno;
- Conclusão.

O PROCEL disponibiliza gratuitamente o Software Mark IV Plus, pelo seu site, www.procel.gov.br/procel/site/downloads/index.asp, onde pode ser feito o download do programa.

• **SAGEE**

O SAGEE -Sistema de Apoio a Gestão de Energia Elétrica - é um software desenvolvido para rodar em microcomputadores do tipo IBM PC, rodando no Microsoft Windows 2000 ou XP. Realizando uma Avaliação da Gestão da Eficiência Energética, permitindo ao usuário, uma visão global da situação de sua instituição em relação à eficiência energética, envolvendo tanto questões relativas à gestão, como questões relativas às condições específicas de utilização de energia na instituição. A partir deste ponto, a direção poderá definir e adotar as ações mais adequadas para melhoria de seu desempenho em termos de eficiência energética. Não é muito aprofundado na parte de insumos finais.

O software pode ser adquirido gratuitamente através da página do PROCEL-INFO, <http://www.eletronbras.com/pci/main.asp>.

2.9. Projetos de Conservação de Energia

Um projeto de conservação de energia bem estruturado deve seguir algumas etapas na seqüência certa para produzir os resultados esperados. Segundo Nogueira (2006) um projeto deve identificar, quantificar, analisar e propor alternativas para a redução do consumo energético. A Figura 2.6 apresenta as etapas básicas de um programa de uso racional de energia.

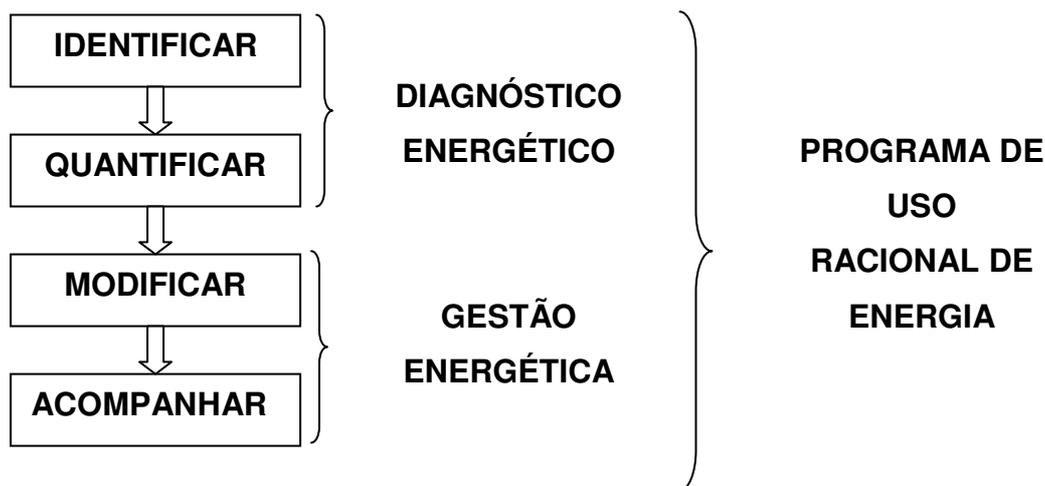


Figura 2.6 - Etapas básicas de um projeto de conservação de energia

Fonte: (Haddad, 2006)

Inúmeros projetos de conservação de energia já foram e são realizados por todo o mundo, cada qual segue um método específico.

Correa (1998) realizou um estudo de caso no Departamento de Engenharia Química da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, o qual foi dividido em quatro etapas:

- Caracterização do consumo energético no Departamento de Química, através do estudo das contas de energia de anos anteriores.
- Caracterização dos hábitos de consumo dos freqüentadores do departamento, através da análise de questionários aplicados a estes.
- Realização de uma análise tarifária, para determinar o melhor enquadramento tarifário junto à concessionária Centrais Elétricas de Santa Catarina.
- Com base nos resultados obtidos, delinear estratégias para diminuição do consumo de energia elétrica, conforme as tecnologias disponíveis no

mercado brasileiro, juntamente com um estudo econômico para determinar o melhor custo-benefício das mesmas.

Na mesma UFSC, Ghisi (1997) propôs um método para retrofit nos sistemas de iluminação seguindo a seguinte sequência:

- Determinação dos usos finais;
- Avaliação do atual sistema de iluminação artificial;
- Avaliação da iluminação natural;
- Elaboração de um novo projeto luminotécnico;
- Análise da economia de energia elétrica com a nova iluminação;
- Análise econômica dos investimentos.

Alvarez (1998) propôs uma metodologia para a determinação do potencial de conservação de energia elétrica em instalações comerciais e de ensino. Esta metodologia foi posta em prática no CUASO - Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, o maior campus da Universidade de São Paulo. Sua metodologia segue a seqüência:

- Levantamento dos dados das contas de energia;
- Levantamento de dados através de medições;
- Levantamento de dados por inspeções;
- Tratamento dos dados para obtenção de indicadores energéticos;
- Análise dos dados;
- Análise econômica;
- Análise tarifária

Em Florianópolis, num edifício comercial chamado Condomínio FIESC, Westphal (1999) realizou um estudo de melhoria da eficiência energética do prédio, aplicando sequência a seguir:

- Análise das contas de energia elétrica dos últimos quatro anos.
- Levantamento dos dados físicos da edificação.
- Levantamento dos elétricos dos equipamentos.
- Caracterização dos padrões de uso dos sistemas elétricos.
- Modelagem da edificação no software VisualDOE.
- Análise dos dados obtidos.
- Propostas de melhoria na eficiência energética.

- Simulação das propostas de eficiência no VisualDOE.
- Análise econômica das melhores alternativas.

Segundo Ribeiro (2005), um diagnóstico energético deve seguir as etapas:

- Caracterização dos insumos energéticos utilizados na instalação;
- Visitas aos locais para conhecimento das instalações e identificação dos ambientes;
- Levantamento dos dados operacionais, com instrumentos de medição;
- Entrevista com funcionários e usuários para coletar informações sobre aspectos operacionais e hábitos de uso;
- Análise dos diversos dados da operação e consumo;
- Cadastramento das amostras representativa das instalações e equipamentos;
- Levantamento das oportunidades de redução dos desperdícios identificados;
- Levantamento das oportunidades de redução de custos pelos aspectos institucionais ainda não utilizados;

Na UFF - Universidade Federal Fluminense no Rio de Janeiro no ano de 2001 foi realizado um retrofit nos sistemas de iluminação de alguns departamentos e segundo Tavares *et al.* (2004), foi seguida as seguintes etapas:

- Levantamento dos dados do projeto;
- Levantamento dos dados de campo;
- Levantamento das funcionalidades dos prédios, através de entrevistas com o pessoal responsável pela operação e manutenção;
- Levantamento dos dados do sistema de gerenciamento de energia;
- Entrevistas com os usuários para coleta de dados dos hábitos de uso;
- Medições de campo;
- Tratamento dos dados obtidos;
- Elaboração do cálculo de iluminação;
- Elaboração do projeto de iluminação;
- Avaliação técnica e econômica.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho para desenvolvimento de um método referente ao uso racional de energia para aplicação em EAFs e para ser utilizado em Projetos de Conservação de Energia, baseou-se em:

- Revisão Bibliográfica sobre métodos desenvolvidos por outros autores, como Ghisi (1997), Alvarez (1998), Correa (1998), Westphal (1999), Tavares et al. (2004) e Ribeiro (2005);
- Análise dos livros “Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações” (PROCEL / UNIFEI, 2006), “Eficiência Energética: Teoria e Prática” (HADDAD J. et al. 2007);
- Análise de informações adquiridas através de aulas de eficiência energética na UNIFEI e entrevistas com administradores da EAF de Inconfidentes-MG;
- Estudo de caso e aplicação do Método desenvolvido em uma EAF.

3.1. Descrição das Etapas Desenvolvidas no Método

O método foi dividido em etapas para melhor visualização, entendimento e aplicação como mostra a Fig. 3.1. Estas etapas serão detalhadas a seguir.

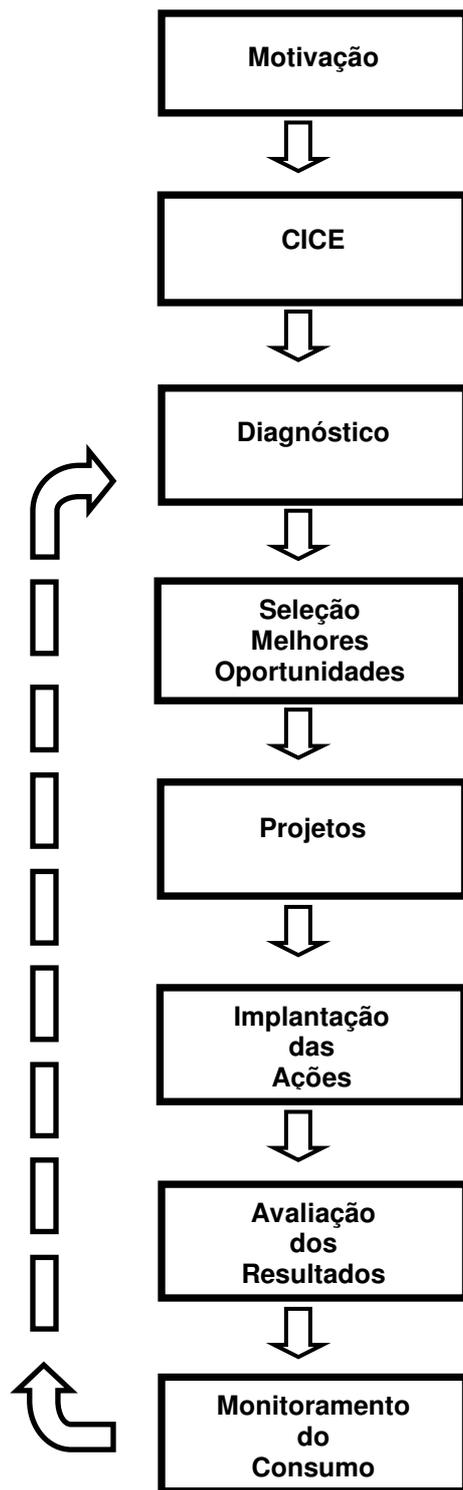


Figura 3.1 - Etapas do Método criado para ser utilizado em Projetos de Conservação de Energia

3.1.1. Motivação

A motivação foi colocada como a primeira etapa para o Projeto de Uso Racional de Energia em uma EAF, pois o início de um bom trabalho está baseado na motivação com a qual seus participantes desempenham suas funções e também pela razão de existir uma despreocupação por parte de servidores e alunos em economizar a energia consumida em uma Escola Federal, pois esta, não será paga diretamente por eles. Existe ainda a importância de uma escola em demonstrar bons exemplos de cidadania que devem ser transmitidos aos alunos. Portanto um Projeto de Uso Racional de Energia que necessita da colaboração de pessoas, impreterivelmente deverá motivá-las, caso contrário estará fadado ao insucesso.

Em uma EAF vários fatores podem originar a “Motivação” para aplicação deste Método, como por exemplo:

- A redução de custos com as faturas de energia, propiciando a aplicação desta economia em outros setores da escola.
- A obrigação da aplicação de Decretos ou Leis Federais, Estaduais ou Municipais;
- O interesse natural dos envolvidos: alunos e funcionários.

3.1.2. Criação da Comissão Interna de Conservação de Energia

A criação da CICE é uma etapa importante de um Projeto de Uso Racional de Energia em uma EAF, pois ela será a coordenadora do projeto, além de estar amparada pelo Decreto 99.656/90.

A CICE deverá ser criada por uma portaria, na qual o Diretor nomeará os integrantes da comissão, mostrando assim à comunidade escolar o apoio da direção ao projeto.

As atribuições da CICE são basicamente:

- Definir uma política para a utilização da energia na instituição;
- Estabelecer metas e objetivos para o consumo energético;
- Providenciar a realização de um diagnóstico energético;
- Sugerir medidas de uso eficiente de energia;

- Conscientizar a comunidade escolar das vantagens do uso racional de energia;
- Gerenciar e monitorar as ações planejadas;
- Divulgar os resultados à comunidade escolar.

Os integrantes da comissão deverão ser servidores da EAF, ou mesmo pessoas não vinculadas à Escola, mas que possuam conhecimentos sobre os sistemas energéticos que possam auxiliar a comissão.

Para uma melhor configuração, a CICE deve ter representantes de todas as áreas da Escola, a fim de se ter uma interlocução global, com reuniões no mínimo trimestrais. Interessante seria a participação do Diretor Geral, juntamente com os coordenadores de Ensino, Produção e Pesquisa, Administrativo e de Recursos Humanos. O professor de Física, o Chefe do Setor de Acompanhamento de Projetos e Construção Civil e mais um outro componente, servidor ou não, mas que possa auxiliar, completariam a comissão.

3.1.3. Diagnóstico

O diagnóstico é a análise dos sistemas consumidores de energia da instituição, objetivando detectar as possibilidades de economia. As próximas etapas serão balizadas pelos resultados encontrados neste diagnóstico, que deverá ser providenciado pela CICE, sendo que há a possibilidade de ser realizado por uma Empresa Especializada em Conservação de Energia (ESCO) ou por membros da própria instituição que possuam conhecimentos dos sistemas energéticos da escola.

O diagnóstico possui duas etapas.

A) Levantamento dos Dados

O levantamento de dados é a etapa inicial do diagnóstico, na qual todas as informações que indicam e que influenciam no consumo de energia da instituição deverão ser transcritos em fichas específicas para cada sistema energético.

Os primeiros dados a serem levantados são as informações das faturas de energia elétrica, sendo necessário um levantamento no mínimo 12 faturas

seqüenciais, para viabilizar uma boa análise histórica do consumo da instituição, contribuindo para: detectar distorções e sazonalidades, estimar tendências de consumo e demanda, detectar o melhor enquadramento tarifário. As informações do sistema tarifário a serem levantadas estão as da TAB 8.1 (Ver Anexo A)

Após a coleta dos dados das faturas de energia, inicia-se o levantamento das informações dos sistemas energéticos da EAF. É necessária a visita em todas as dependências da escola, e dependendo do sistema energético existente no local haverá uma tabela a ser preenchida.

- Sistema de Iluminação: Tab. 8.2 (Ver Anexo B).
- Sistema de Condicionamento de Ar: Tab 8.3 (Ver Anexo C).
- Sistema de Refrigeração: Tab 8.4 (Ver Anexo D).
- Sistema de Aquecimento de Vapor: Tab 8.5 (Ver Anexo E).
- Sistema de Motores de Indução: Tab 8.6 (Ver Anexo F).
- Sistema de Computadores: Tab 8.7 (Ver Anexo G).
- Sistema de Aquecimento de Água: Tab 8.8 (Ver Anexo H).

Há também o Questionário I (Ver anexo I) para os servidores da Escola e o Questionário II (Ver anexo J) para os alunos.

B) Análise dos Dados

A análise dos dados inicia-se com o cálculo do consumo desagregado dos sistemas energéticos, assim poderá se determinar a porcentagem de energia que cada sistema consumiu, com o objetivo de conhecer detalhadamente o consumo total da instituição. Em seguida devem ser analisados os sistemas energéticos individualmente, empregando para isto os softwares apresentados na Tab. 3.1, finalizando com o software SAFEE, para a análise econômica.

Tabela 3.1 - Softwares para a análise dos sistemas energéticos

Sistema	Software
Iluminação	Mark IV ou Soft Lux
Condicionamento de Ar	Mark IV
Refrigeração	Mark IV
Produção de Vapor	Mark IV ou Caldeira 5
Motores	Mark IV

Os sistemas de aquecimento de água e de computadores têm grande representatividade no consumo energético de uma EAF, mas não foram encontrados softwares para auxiliar no diagnóstico destes sistemas, daí a necessidade da aplicação de equações. A Eq. 1 calculará a energia consumida por um aparelho ou sistema elétrico em determinado intervalo de tempo.

$$E = P \cdot t \quad (1)$$

onde:

E = Energia consumida [kWh]

P = Potência consumida [kW]

t = tempo de uso [h]

Para a determinação do percentual de consumo que cada sistema energético representou do total em um determinado período, aplica-se a Eq. 2.

$$\% = \frac{C_s}{C_T} \quad (2)$$

Onde:

% = Porcentagem do Sistema Energético

C_s = Consumo do Sistema [kWh]

C_T = Consumo Total [kWh]

A porcentagem de consumo de cada sistema pode ser calculada para o período de um mês ou um ano.

Se após a análise de cada sistema, for detectada a necessidade de troca dos equipamentos, o potencial de economia de energia poderá ser calculado pela Equação 3.

$$PC = C_A - C_N \quad (3)$$

onde:

PC = Potencial de conservação [kWh]

C_A = Consumo atual [kWh]

C_N = Consumo com nova Potência [kWh]

Para a análise econômica é necessária uma pesquisa de mercado, levantando os preços dos equipamentos e de serviços e em seguida lançando as informações no software SAFEE.

3.1.4. Seleção das Oportunidades

A seleção das oportunidades é a etapa que priorizará as ações que melhor se enquadrem às necessidades e disponibilidades financeiras da EAF, no caso do diagnóstico apresentar mais de uma opção para conservação de energia da escola.

As oportunidades de economia devem ser analisadas não somente no aspecto financeiro, mas também na comodidade que proporcionarão aos usuários e nos benefícios educacionais aos estudantes, pois as verbas para a realização de uma ação recomendada pela CICE podem vir de projetos enviados ao MEC e não apenas do orçamento anual da escola.

3.1.5. Projetos (MEC/SETEC)

Os projetos aqui referem-se àqueles que serão enviados ao MEC para a obtenção de recursos financeiros para a aplicação das ações recomendadas pela CICE. Esta etapa tem grande importância, pois é a partir de um bom projeto com uma boa justificativa, que a perspectiva da escola conseguir recursos junto ao governo ou a algum outro órgão aumenta.

A Fig. 8.1 (Ver Anexo K) apresenta o modelo de planilha para projetos a serem enviados ao MEC. Atenção especial deve-se no campo 30 - Justificativa. Neste item o projeto com o intuito de economizar energia em uma EAF, deve estar embasado em:

- Economia financeira;

- Redução da degradação ambiental;
- Incentivo do governo à eficiência energética.

3.1.6. Implantação das Ações

A implantação das ações deve ser iniciada o mais rápido possível. Elas devem ser colocadas em prática tão logo sejam liberadas as verbas dos projetos enviados ao MEC, apenas tomando-se cuidado com o calendário escolar, pois algumas destas ações serão obras que possivelmente trarão desconforto aos alunos e as atividades normais da escola.

O objetivo em se implantar as ações recomendadas pela CICE é de :

- Redução dos gastos com a energia;
- Melhorar o conforto da comunidade escolar;
- Colaborar com a redução ambiental.

É uma fase que poderá ser aproveitada didaticamente pelos professores de diversas áreas do conhecimento como: Física, Matemática, História, Português, Geografia, etc. A conscientização da comunidade escolar certamente será uma das ações previstas pela CICE e nesta etapa ela poderá ser implantada.

3.1.7. Avaliação dos Resultados

A avaliação dos resultados é uma etapa que esta logo em seguida a implantação das ações, justamente para analisar se estas foram bem sucedidas ou se serão necessárias novas intervenções. Esta avaliação será feita com o levantamento dos novos consumos e comparando com os consumos anteriores à aplicação das ações de eficiência.

3.1.8. Monitoramento do Consumo

O monitoramento do consumo inicia-se depois de terminada a implantação das ações de economia de energia. Ele deve ser contínuo e acompanhado pelo histórico de atividades extras da escola, relacionando-as com o consumo, com o objetivo de detectar variações da rotina e no consumo energético e assim auxiliar em novos diagnósticos. A Tab. 8.9 (Ver anexo L) apresenta as informações necessárias para este monitoramento.

4. RESULTADOS

4.1. Estudo de Caso e Aplicação do Método Desenvolvido

4.1.1. Seleção do Campus para a Aplicação da Metodologia

Com a implantação do IFET Sul de Minas, constituído pelas EAFs de Muzambinho, Inconfidentes e Machado, esta nova instituição passou a se enquadrar no Decreto 99.650/90, pois seu consumo de energia elétrica em 2008 foi superior a 600.000 kWh/ano como é apresentado na Tab. 4.1.

Tabela 4.1 - Consumo e custo de energia elétrica (Cemig) anual do IFET Sul de Minas

Campus	Consumo kWh/ano	Custo anual R\$
Inconfidentes	501.310	212.000,00
Muzambinho *	58.930	41.000,00
Machado	528.048	158.000,00
Consumo Total Anual	1.088.228	411.000,00

Fonte: Faturas de energia elétrica

* O consumo do Campus de Muzambinho é referente a energia adquirida da CEMIG, complementa-se a esta, a energia produzida por sua PCH.

Individualmente o campus de Muzambinho possui um gasto com energia (CEMIG) diferenciado dos outros, pois além de contar com uma PCH que produz grande parte da energia elétrica necessária para suas atividades, também já realizou alguns projetos de eficiência energética, como a alteração do aquecimento da água dos chuveiros dos alunos, de elétrico para solar. Os campus de Machado e Inconfidentes têm consumo parecido, não possuem uma PCH e ainda não realizaram nenhum trabalho para redução deste. A Fig. 4.1 apresenta o consumo mensal de energia elétrica adquirida da CEMIG no ano de 2008 no campi do IFET do Sul de Minas.

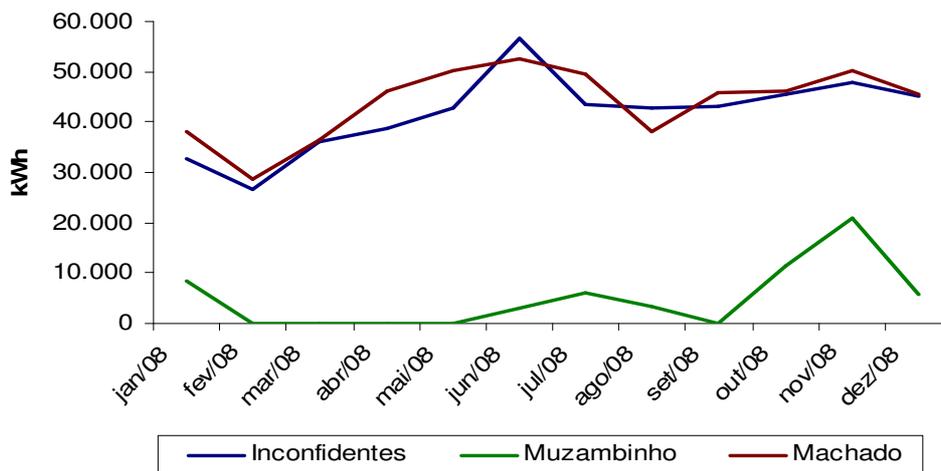


Figura 4.1 - Consumo mensal de energia elétrica (Cemig) no IFET Sul de Minas

Apesar dos campus de Inconfidentes e Machado consumirem aproximadamente as mesmas quantidades de kWh, o custo da energia na primeira é maior, pois as faturas deste insumo em Inconfidentes são bem mais altas, porque algumas unidades desta escola estão enquadradas na zona urbana, enquanto a de Machado é totalmente classificada como rural. O custo médio do kWh de cada uma é apresentado na Fig. 4.2.

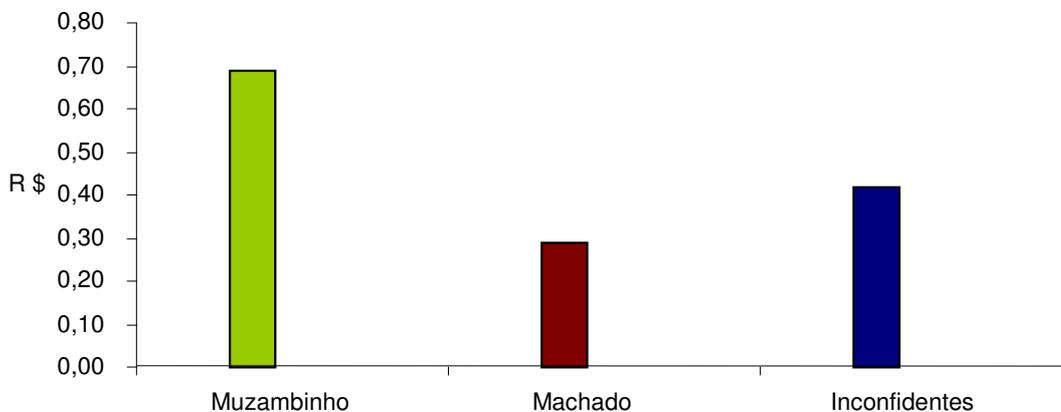


Figura 4.2 - Custo individual do kWh nos campus do IFET Sul de Minas

Analisando as informações aqui apresentadas nota-se a necessidade de um estudo mais detalhado do enquadramento tarifário dos Campus de Muzambinho e Inconfidentes e para este último caberia também um projeto de eficiência energética para a redução dos seus possíveis desperdícios.

Assim, ficou selecionado o campus ou EAF de Inconfidentes para a aplicação da metodologia apresentada neste trabalho.

Esta escola fica na cidade de Inconfidentes, sul de Minas Gerais, possuindo uma infra-estrutura com 31.000 m² de área construída num total de 254 hectares. O quadro de funcionários possui 81 técnicos administrativos, 63 professores e 73 servidores terceirizados. Anualmente em média 1000 alunos estudam na escola, distribuídos entre os cursos de: agropecuária, agrimensura, agroindústria, informática, gestão ambiental e PROEJA. O alojamento possui aproximadamente 300 alunos e o refeitório serve em média 1200 refeições diárias.

A Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes -EAFI- possui várias unidades na cidade, sendo escolhida a sua sede central (Fig. 4.3) para o objeto deste estudo, por ter o maior consumo de energia elétrica dentre as demais. Nela se encontram: salas de aula, laboratórios de informática, salas da administração, almoxarifado, cozinhas, refeitório, quadra de esportes e dormitórios. Os prédios são antigos, e mesmo após várias reformas ainda guardam a arquitetura original.



Figura 4.3 - Sede Central da EAFI

4.1.2. Motivação

A motivação inicial para tentar reduzir os custos energéticos da EAF de Inconfidentes veio com estudos do autor, na Universidade Federal de Itajubá,

em um curso de uso racional de energia. Como trabalho de conclusão do curso, foi realizado um pré-diagnóstico na escola e se detectou que havia possibilidades de diminuição do consumo energético e uma melhor adequação tarifária. Passando estas informações ao diretor, este se interessou com a provável redução dos custos com as faturas de energia e tomou a primeira providência, que foi a implantação da CICE, com o objetivo de iniciar um projeto de eficiência energética na escola.

4.1.3. Implantação da CICE

O Diretor Geral da EAF de Inconfidentes implantou pela portaria nº 305 de 29 de setembro de 2008, uma Comissão Interna de Conservação de Energia. Os membros desta comissão abrangeram praticamente todos os setores da escola e são citados abaixo.

- Chefe do Departamento de Administração e Planejamento
- Coordenador Geral de Ensino
- Chefe do setor de Acompanhamento de Projetos e Construção Civil
- Coordenador Geral de Assistência ao Educando
- Professor de Física
- Assistente Administrativo

De acordo com a portaria as atribuições desta comissão são basicamente as mesmas constantes no item 3.1.2 na Metodologia.

4.1.4. Diagnóstico

A sede central da EAF de Inconfidentes é responsável pelo maior consumo de energia elétrica da escola. O consumo médio nos meses letivos é de aproximadamente 19.881 kWh, sendo registrada uma demanda média no horário de ponta de 78 kW e 80 kW fora de ponta. Estando enquadrada na tarifa horo-sazonal azul tem uma demanda contratada de 130 kW (HFP) e de 100 kW (HP).

A análise das faturas de energia foi realizada pela empresa “ENGESAVE, Engenharia & Consultoria”, que constatou um incorreto enquadramento tarifário. Com a adequação e a redução da demanda contratada, seria possível uma economia de aproximadamente 25% das

despesas com estas faturas. O valor deste serviço, que foi de consultoria estava dentro do limite dos contratos por dispensa de licitação e o retorno financeiro seria de dois meses de economia.

No relatório da empresa, constavam além da explanação das atividades realizadas e dos conceitos técnicos envolvidos, algumas alternativas para redução dos custos com as faturas de energia elétrica, sendo apresentada a CEMIG a seguinte proposta:

- Solicitação da migração imediata da THS azul para verde, redução da demanda contratada para 110 kW por um prazo de 180 dias, e 90 kW daí em diante, sendo que na fatura de fevereiro (consumo de janeiro) a demanda será de 40 kW.

Com essa proposta a economia esperada será de R\$ 33.535,78 no primeiro ano e de R\$ 35.416,00 no segundo. A Tab. 4.2 apresenta uma comparação das primeiras faturas após a mudança de tarifação.

Tabela 4.2 - Comparativo entre as faturas antes e após as alterações do contrato tarifário

Data (Referência)	Consumo HP [kWh]	Consumo HFP [kWh]	Demanda Registrada [kW]	Valor da Fatura R\$	Atividades Extras
Fev - 2008	656	5.576	24 (HFP) e 13 (HP)	9.201,56	Férias
Fev - 2009	656	8.446	26	4.181,37	
Mar - 2008	2.378	14.678	78 (HFP) e 77 (HP)	11.515,22	Normal
Mar - 2009	2.050	13.038	74	7.098,57	
Abr - 2008	3.116	16.892	82 (HFP) e 76 (HP)	12.151,83	Normal
Abr - 2009	3.526	18.860	75	10.310,66	

Resultados e Análises do Consumo desagregado de Energia

Após o levantamento destas informações obtiveram-se os percentuais aproximados de consumo de cada sistema energético, apresentados na Fig. 4.4. Este resultado foi obtido somando-se o consumo de cada equipamento de cada sistema energético.

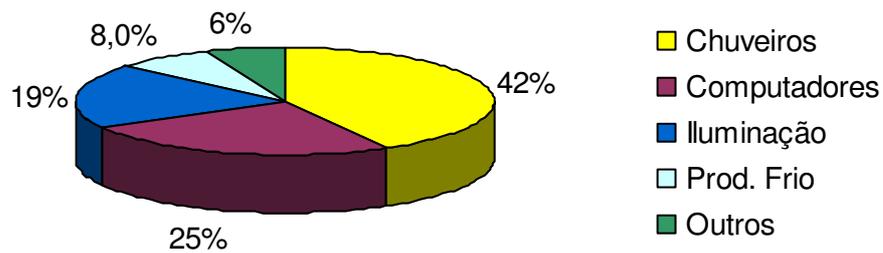


Figura 4.4 - Representação do consumo desagregado da EAFI

Resultados e Análises dos Sistemas de Energia

Os sistemas de maior consumo de energia no EAF de Inconfidentes são os de aquecimento de água, iluminação, computadores e a produção de frio, que representam mais de 90% da energia consumida na sede central da escola. Uma análise de cada um deles foi realizada com o objetivo detectar possíveis pontos de desperdícios e apresentar soluções, possibilitando assim a redução do consumo energético desses sistemas e economia financeira.

Resultados das Análises do Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação da EAFI é basicamente constituído por lâmpadas fluorescentes de 40 W com luminárias duplas de teto, lâmpadas incandescentes de 200 W e mistas de 500 W. As salas de aula possuem pé direito de 4 m e as da administração 2,90 m. A maioria das salas fica com as lâmpadas acesas durante todo o expediente. As informações sobre este sistema são apresentadas na Tab. 4.3.

Tabela 4.3 - Dados do sistema de iluminação

Lâmpadas	Potência (W)	Quantidade Unid.	Tempo de uso h/dia	Consumo kWh/mês
Fluorescente	40	374	4	1316
		196	8	1380
		94	12	993
Incandescentes	200	13	12	936
Fluorescente (Final de semana)	40	300	8	768
Mista	500	8	2	240
TOTAL				4391

Levantadas as informações do Sistema de Iluminação e realizados os cálculos chegou-se ao valor de consumo de 4.391 kWh/mês, o que representou aproximadamente 19% do total do mês de setembro de 2008.

Os dados do sistema de iluminação foram analisados pelo software Mark IV e o Softlux. Após a análise foi detectada uma iluminação insuficiente nas salas da Escola, sendo necessário um aumento do número de lâmpadas e da carga total.

Resultados das Análises do Sistema de Chuveiros Elétricos

Na unidade central do Campus de Inconfidentes há um chuveiro elétrico em cada dormitório com uma potência média 4029 W ($\sigma = 319,8$ W). Não existe horário nem tempo estipulado para o banho. Para a determinação do tempo médio em que cada aluno gasta em um banho, alguns voluntários fizeram esta medição durante duas semanas, sendo feita uma média desse tempo, chegando num valor médio de 12 minutos ($\sigma = 2,61$ min). O Questionário II auxiliou na determinação da média do número de banhos que os alunos tomam por dia, entre segunda e sexta-feira e no final de semana, chegando aos valores de 1,39 ($\sigma = 0,57$ banhos) e 1 ($\sigma = 0,22$ banhos), respectivamente.

O consumo de energia dos chuveiros elétricos atingiu um valor de 9.693 kWh, num total de 22.796 kWh no mês de setembro de 2008, o que representou aproximadamente 42% do consumo total da sede central da

escola. A Tab. 4.4 apresenta os dados utilizados para os cálculos do consumo dos chuveiros elétricos na EAF de Inconfidentes.

Tabela 4.4 - Dados para os cálculos do consumo dos chuveiros

	Nº Banhos/dia	Potência (kW)	Tempo do banho (h)	Cons/dia (kWh)	Cons/mês (kWh)
seg à sex	424	4,029	0,2	341,65	7.502
sáb e dom	170	4,029	0,4	322,32	2.191
Total					9.693

Como alternativas para a redução do consumo de energia elétrica com o banho dos alunos, foi proposto:

- Troca do sistema atual por aquecimento solar, com um custo de aproximadamente R\$ 170.000,00;
- Troca do sistema atual por boilers, com resistência elétrica de 6 kW, para aquecer a água dos banhos em HFP, com um custo aproximado de R\$ 70.000,00;
- Transferência do horário dos banhos dos alunos para antes ou depois do HP.

A Tab. 4.5 apresenta alguns valores para comparação das alternativas apresentadas.

Tabela 4.5 - Dados comparativos das alternativas para aquecimento de água

SISTEMA	Consumo kWh/mês	Consumo kWh/ano	Custo R\$/ano
Atual	9.693	106.623	102.300,00
Solar	1.938	21.318	3.290,00
Boilers	26.100	287.100	44.370,00
Banhos em HFP	9.693	106.623	16.480,00

Resultados das Análises do Sistema de Computadores

Com quatro laboratórios de informática, sendo dois com 20 computadores cada um, e os outros dois com 30 e as salas da administração possuindo dois ou três equipamentos, assim a sede central da EAFI possui um total de 180 computadores, dos quais, apenas 40 possuem monitores de LCD, ficando o restante com os convencionais.

A potência dos computadores foi calculada utilizando um multímetro e a análise foi feita com a aplicação das Eq. (1), (2) e (3) (Pag. 57 e 58) . Foram examinados todos os aparelhos, chegando a uma potência média de 160 W para aqueles com monitor convencional e 120 W para os que utilizam monitor de LCD.

O tempo de utilização dos computadores foi levantado por entrevistas, e os cálculos do consumo chegaram a um valor de 5.632 kWh, que representou 25% do consumo total do mês de setembro de 2008. As informações deste sistema estão na Tab. 4.6.

Tabela 4.6 - Dados do sistema de computadores

Equipamento c/ monitor	Quantidade	Potência W	Horas de uso/dia	Consumo kWh/ano	Custo R\$/ano
Convencional	60	160	12	27.874	18.018,00
Convencional	80	160	8	24.780	4.213,00
LCD	40	120	8	9.284	8.228,00
Total	180	-	-	61.938	30.459,00

Resultados das Análises do Sistema de Resfriamento

O sistema de resfriamento da escola é composto por freezers, bebedouros e uma câmara fria. A Tab. 4.7 apresenta as informações deste sistema.

Tabela 4.7 - Dados do sistema de resfriamento

Equipamento	Quantidade	Consumo mensal (kWh)
Câmara Fria	1	363
Freezer	6	990
Bebedouro	11	175
Geladeira	3	210
Total		1738

O consumo de 1.738 kWh representou aproximadamente 8% da energia consumida no mês de setembro de 2008.

Resultados das Análises do Nível de Comprometimento em Economizar

Os questionários I e II foram aplicados aos funcionários e alunos, com o intuito de determinar qual o nível de conhecimento e de comprometimento de cada um, a fim de economizar energia na escola.

A Fig. 4.5 apresenta os índices das respostas dos alunos e servidores aos Questionários I e II.

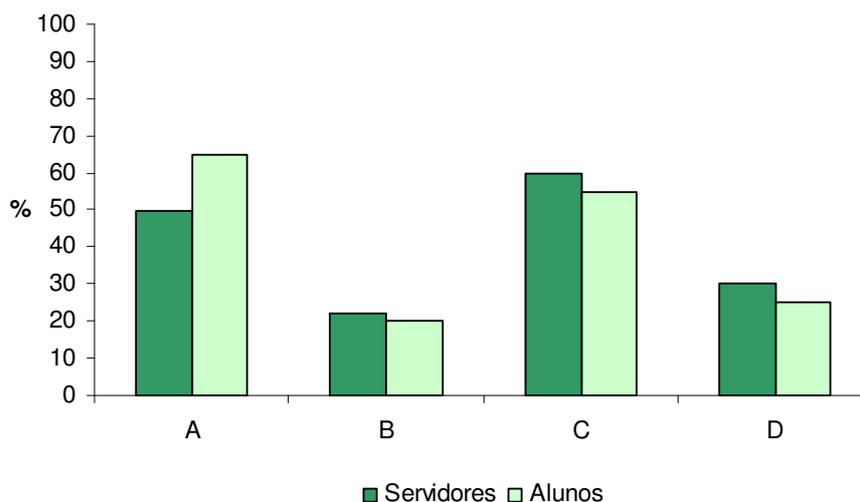


Figura 4.5 - Índices das respostas dos Questionários I e II

Onde:

- A** - se preocupam em economizar energia na escola.
- B** - sabem que a economia conseguida pode ser aplicada na própria escola.
- C** - Sabem como economizar.
- D** - sabem das vantagens para a natureza quando se economiza energia.

Todos os servidores que trabalham no prédio central da EAF de Inconfidentes foram entrevistados.

Resultados das Análises Econômicas

Com as análises dos sistemas energéticos da sede central da Escola detectaram-se algumas possibilidades de redução do consumo de energia elétrica nos sistemas de computadores e no aquecimento de água para banho. Com relação ao sistema de iluminação, onde se detectou uma iluminação insuficiente nas salas, fazendo-se necessário um aumento do número de lâmpadas para resolver o problema e, conseqüentemente haverá um aumento

da carga total, o que proporcionaria um acréscimo no consumo e aumento do investimento inicial, devido a estes aspectos resolveu-se descartar esta ação.

Algumas propostas de ações para redução do consumo energético foram analisadas pelo software SAFEE para determinar a viabilidade econômica destas propostas. A definição das prioridades foi feita pela CICE juntamente com a Coordenadoria Geral de Administração e Finanças da escola. A Tab. 4.8 apresenta os resultados da análise econômica realizada pelo software SAFEE.

Tabela 4.8 - Resultado das análises econômicas das propostas

	Aquecedor solar	Boilers	Monitor 15"	Monitor 17"
Valor Presente Líquido	R\$ 739.383,34	R\$ 362.705,00	R\$ 134,00	R\$ 16.711,00
Taxa Interna de Retorno	58%	83%	12%	7%
Retorno Simples (anos)	1,7	1,2	7,4	10,6

Considerando o Valor Presente Líquido como o valor dos fluxos financeiros no decorrer de 20 anos (Vida útil dos equipamentos analisados), trazidos para a data atual com uma taxa de juros de 12% ao ano, nota-se que os VPLs dos monitores são muito baixos, assim como a Taxa Interna de Retorno desses equipamentos que deveria ser maior que 12% (taxa mínima de atratividade). Também o retorno dos investimentos nos monitores, levando-se em consideração apenas o custo dos equipamentos e a economia esperada, é muito alto, ou seja, 7,4 e 10,6 anos é tempo demasiado para um projeto de eficiência energética.

Um resumo das propostas e das possíveis economias energéticas e financeiras é apresentado na Tab. 4.9.

Tabela 4.9 - Resumo das propostas de redução dos gastos com energia

Sistema	Proposta	Economia kWh/ano	Economia R\$/ano	Custo R\$	Viabilidade
Chuveiros 1ª opção	Troca do elétrico por aquecimento solar	77.550	99.010,00	170.000,00	Ótima
Chuveiros 2ª opção	Colocação de Boilers com resistência elétrica para aquecimento da água em HFP	Nenhuma*	57.930,00	70.000,00	Boa
Chuveiros 3ª opção	Mudança do horário de banho para fora do HP	Nenhuma**	85.820,00	Nenhum	Ruim
Computadores 4ª opção	Troca dos monitores convencionais por LCD	15' = 14.961 17' = 11.960	15' = 6.578,00 17' = 5.260,00	15' = 49.000,00 17' = 56.000,00	Ruim

* Na implantação dos Boilers com resistência elétrica de 6 kW haverá um aumento no consumo de energia (kWh), portanto sem economia, porém esta energia será consumida no horário fora de ponta, com um custo de 0,17 R\$/kWh que provocaria uma redução dos custos.

** A mudança de horário dos banhos não reduzirá o consumo de energia (kWh), ela permanecerá a mesma.

A viabilidade das propostas foi analisada sob vários aspectos, assim temos:

- 1ª opção: Ótima proposta sob o aspecto financeiro, com VPL, TIR e tempo de retorno muito bons e ainda proporcionará uma grande economia de energia e das verbas destinadas ao pagamento desta.

- 2ª opção: Ótima proposta sob o aspecto financeiro, com VPL, TIR e tempo de retorno muito bons e ainda proporcionará grande economia das verbas destinadas ao pagamento das faturas de energia, porém haverá um aumento do consumo e da demanda de energia elétrica.
- 3ª opção: Esta proposta é ótima sob o aspecto financeiro, mas é tecnicamente muito difícil de ser aplicada pela necessidade da mudança dos horários de praticamente toda a comunidade escolar.
- 4ª opção: Proposta ruim sob o aspecto financeiro, com VPL e TIR muito baixos e tempo de retorno alto, apesar de proporcionar redução do consumo e das despesas com energia, porém em pequena escala.

5. DISCUSSÃO

A motivação para a implantação de um projeto de uso racional de energia na EAF de Inconfidentes surgiu quando o autor, professor da Escola participou de um curso de eficiência energética ministrado na Universidade Federal de Itajubá. No trabalho final do curso, o mesmo fez uma análise do consumo de energia no Campi do IFET Sul de Minas, detectando que o EAF de Inconfidentes possuía boas possibilidades de redução dos desperdícios de energia. Essas informações foram passadas ao Diretor da Escola que mostrou interesse em reduzir os custos com as faturas de energia e resolveu implantar a eficiência energética na Escola.

A idéia de um projeto de uso racional de energia numa escola teria um maior embasamento se iniciasse pelos alunos e fosse tomando volume até chegar à Direção. Um professor com conhecimentos na área poderia ministrar um curso, mostrando aos discentes os benefícios da economia de energia e as maneiras com as quais esta poderia ser atingida. Os próprios alunos criariam uma campanha para redução dos desperdícios energéticos, auxiliados e apoiados pela Direção. Essa campanha teria cerimônia de abertura, concursos de slogans, de idéias, palestras, assim como na empresa Toshiba do Brasil S.A., que segundo Haddad (2007) realizou em 2000 um projeto de eficiência energética, baseado na mobilização de todos os funcionários, ou ainda como no CEFET /SC que de acordo com Weigmann (2004) em 2001, após a campanha obteve rapidamente bons resultados, com a mudança dos hábitos de toda a comunidade escolar.

A CICE nomeada por portaria pelo DG abrangeu praticamente todos os setores da Escola, no que concorda Júnior (2005), enfatizando a importância e necessidade de uma equipe o mais heterogênea possível. Quanto ao apoio da Direção, Magalhães (2001) já apresentava uma configuração de CICE em que na sua estrutura havia o apoio administrativo.

Após nomeada a CICE iniciou-se o diagnóstico energético, com a análise das faturas de energia, como proposto por Júnior (2005) pois havia a possibilidade de um melhor enquadramento tarifário, o que reduziria os custos das faturas, porém não o consumo e essa economia seria empregada nas

possíveis ações propostas pela CICE, para reduzir ao máximo os desperdícios.

A análise do sistema tarifário poderia ser realizada pelo software Mark IV, mas a CICE da EAF Inconfidentes passou essa tarefa para ENGESAVE, Engenharia & Consultoria, por contrato de consultoria e como o valor do serviço estava dentro dos valores de contrato por dispensa de licitação, assim foi feito. O retorno do investimento na contratação da empresa ocorreu dois meses após entrar em vigência o novo contrato com a CEMIG.

Importante também observar que a análise das atividades diárias da instituição pode ajudar na configuração de um bom contrato de energia, pois muitas vezes com a simples mudança do horário de algumas atividades, pode-se reduzir a demanda registrada, conseqüentemente possibilitando a contratação de uma demanda menor, em que concorda Alvarez (1998).

Após a realização das análises do sistema tarifário iniciou-se o levantamento das informações dos sistemas energéticos. O primeiro objetivo desta etapa foi determinar o consumo desagregado de energia da Escola, que apresentou o sistema de chuveiro elétrico como grande “vilão”, seguido do sistema de iluminação e computadores. O consumo desagregado calculado não foi tão detalhado como preconizou Romero (1994), com vários itens como: consumo por unidade de área; uso final; rendimentos; potências instaladas; etc. Nesta pesquisa foi feita a determinação de um consumo detalhado por uso final, que segundo Alvarez (1998) facilita nos cálculos do potencial de economia energética total da instituição.

Para o levantamento de informações foram necessárias visitas em todas as salas da Escola, aplicando o Questionário I (Ver Anexo I) para os servidores e o Questionário II (Ver Anexo J) para os alunos. De acordo com os sistemas energéticos existentes na sala, uma planilha específica para aquele sistema foi preenchida, assim se a sala possuísse lâmpadas e computadores, as planilhas preenchidas foram aquelas referentes a estes sistemas. As potências dos equipamentos que não possuíam indicação desta foram medidas utilizando um Alicate Amperímetro AD9930.

A Tab. 5.1 apresenta um exemplo de uma planilha básica, na qual as informações de cada sistema foram lançadas, para auxiliar na determinação do

consumo desagregado e segundo Ribeiro (2002), uma boa base de informações contribui para se ter parâmetros para cálculos futuros.

Tabela 5.1 - Planilha para levantamento de dados dos Sistemas Energéticos

Nome do Sistema energético				
Equipamento	Potência (W)	Quantidade (unid)	Tempo de Uso (h/dia)	Consumo (kWh/mês)
				Total

O campo do consumo mensal foi calculado com a aplicação da Eq. 1, onde uma atenção especial foi dada para os dias nos quais os equipamentos foram utilizados, pois há equipamentos como os computadores, utilizados de segunda a sexta-feira e outros como os chuveiros elétricos utilizados a semana toda, porém em menor quantidade no final de semana, em razão de que muitos alunos voltam para suas casas.

Para os cálculos da porcentagem foi utilizado o consumo total, valor encontrado na fatura de energia, juntando-se o consumo do HP com o HFP. Realizados os cálculos das porcentagens, estas foram apresentadas em forma de gráfico.

Calculado o consumo desagregado iniciou-se a análise individual de cada sistema, procurando detectar as possibilidades de redução dos desperdícios. O software Mark IV foi utilizado para análise dos sistemas de Refrigeração e de Iluminação, este último também foi analisado pelo software Soft Lux. Para os sistemas de Computadores e de Aquecimento de Água, não foram encontrados softwares, sendo assim, o conhecimento do seu funcionamento e dos equipamentos mais eficientes encontrados no mercado foram necessários para a análise das possibilidades de redução do consumo destes sistemas.

Em relação aos chuveiros elétricos, para a determinação do tempo médio do banho dos alunos, além das respostas às perguntas 9 e 11 do Questionário II, foram utilizados alguns alunos voluntários que mediram durante duas semanas o tempo de banho de seus colegas. Para o cálculo da

economia com a troca para aquecedor solar, foi considerado que 80% dos banhos foram realizados no horário de ponta, onde o valor do kWh é de R\$ 1,68 enquanto o fora de ponta é de R\$ 0,17.

Para a análise financeira realizada pelo software SAFEE, foi necessário um levantamento no mercado de preços de serviços e equipamentos propostos pelo diagnóstico.

No sistema de computadores detectou-se a possibilidade da troca dos monitores convencionais por LCD, no entanto não apresentou viabilidade econômica para a troca imediata, ficando estabelecido que essa troca será feita gradativamente, com os monitores convencionais sendo trocados por LCD quando findar sua vida útil ou por ocasião de sua quebra.

Quanto a questão do comprometimento em se economizar energia, de acordo com as respostas dos questionários detectou-se que será necessário esforço por parte da direção, para conscientizar a comunidade escolar da importância da economia energética para escola, e como esta economia pode ser alcançada. Notou-se que muitos dos alunos e servidores não se preocupam em economizar, pois não vêem vantagem nisto e não sabem como fazê-lo. Magalhães (2001) destaca que em projetos de eficiência energética, o comprometimento das pessoas que utilizam a energia é indispensável para a sua realização e Shafa (2005) enfatiza a responsabilidade do educador ao trabalhar com seus alunos a conscientização sobre o uso racional de energia.

A metodologia desenvolvida não utilizou índices de referência, por considerar que em uma EAF há vários tipos de alunos como: internos, semi-internos, externos, de cursos com grande consumo de energia ou com pouco consumo de energia, de cursos diurnos ou noturnos. Assim não desprezando os índices de referência que Alvarez (1998) propôs para instituições de ensino, mas concordando com Nogueira (2006) em que se deve ter cuidado com comparações entre consumos específicos de origens distintas.

O diagnóstico realizado cumpriu sua função, pois segundo Ribeiro (2005) ele deve determinar as atuais condições energéticas, detectar os problemas e propor soluções, etapas concluídas pelo diagnóstico realizado na EAF de Inconfidentes.

Das possibilidades de redução do consumo propostas, a CICE priorizou para o ano de 2009 a troca do aquecimento de água de banho dos alunos, de elétrico para solar, projeto que a EAF de Muzambinho já havia realizado nos dormitórios dos seus alunos, conseguindo redução do consumo de energia da Cemig em HP. Outra possibilidade era a mudança do horário do banho dos alunos, que apesar de não produzir redução do consumo de energia, traria grande economia financeira, porém essa ação foi descartada pela dificuldade em se mudar os horários das aulas, o que acarretaria na alteração do horário de trabalho dos servidores também.

Um projeto de aquecimento solar para os dormitórios dos alunos foi feito, embasado nas informações do diagnóstico realizado na Escola, sendo dada atenção especial para redução dos custos das faturas de energia elétrica e do exemplo de combate a degradação ambiental que a Escola dará a seus alunos. Este projeto foi enviado ao MEC e a Direção espera sua aprovação.

Os primeiros resultados deste trabalho já estão aparecendo nas faturas de energia elétrica, com uma economia financeira de R\$ 12.803,71 em três meses, referente ao novo contrato com a CEMIG. Essa economia poderá ser utilizada na promoção de cursos de conscientização da comunidade escolar sobre o uso racional de energia.

6. CONCLUSÃO

O uso racional de energia em uma EAF não corresponde apenas a redução dos custos com as faturas energéticas. A implantação de um projeto de eficiência energética no setor educacional deve ser considerada além das questões financeiras, pois se bem trabalhado, o projeto poderá servir como um laboratório para as diversas matérias ministradas na Escola.

Este trabalho apresentou uma metodologia para o desenvolvimento de um método referente ao uso racional de energia em Escolas Agrotécnicas Federais, perfeitamente aplicável em qualquer instituição de ensino com algumas modificações. Alguns estudos sobre o uso racional de energia em instituições de ensino serviram de base para esta metodologia, incorporando a experiência de anos de docência em uma EAF e informações da área administrativa destas escolas, foi possível apresentar detalhes importantes de cada etapa do método proposto.

Pode-se dizer que: com grande infraestrutura, alto consumo de energia, ausência de compromisso de seu servidor e de seus alunos com a racionalização energética na instituição, mais a possibilidade das verbas economizadas com energia poderem ser aplicadas na própria EAF, são motivações suficientes para a implantação de um projeto de uso racional de energia nestas Escolas. Porém nas pesquisas realizadas não foram encontrados estudos específicos sobre a aplicação de metodologias de eficiência energética em EAFs, expondo assim a importância deste estudo para incentivar pesquisadores a desenvolverem mais trabalhos nestas escolas e também os diretores a implantarem estes projetos, buscando no mínimo a redução dos custos com as faturas de energia.

A metodologia está sendo implantada na EAF de Inconfidentes-MG e os primeiros resultados mostraram ser uma ferramenta útil para balizar os pontos primordiais a serem trabalhados pela Direção da Escola na busca da eficiência energética. Por estar no início, espera-se ainda maior economia financeira e uma maior participação da comunidade escolar com a divulgação dos resultados.

Para a implantação do projeto de uso racional de energia na EAF de Inconfidentes a motivação foi uma das etapas mais simples, pois o DG tão logo obteve informações das possibilidades de redução dos custos com as faturas de energia, nomeou uma CICE. Na etapa de levantamento de dados houve boa colaboração dos servidores da Escola, porém na captação de informações de outras EAFs, algumas dificuldades como a desconfiança dos seus servidores, tiveram de ser ultrapassadas. Com a aplicação dos questionários foi possível perceber que grande parte dos alunos e também dos servidores não se preocupam em racionalizar energia na Escola, pois não serão eles os pagadores desta energia, assim ficou evidente a urgência de uma campanha para esclarecer toda a comunidade escolar sobre as vantagens e como se podem reduzir os desperdícios de energia. As normas administrativas por vezes retardaram os processos, como na contratação da empresa para analisar as faturas de energia, que só após algumas reuniões com o procurador da Escola, foi contratada por serviço de consultoria com dispensa de licitação.

O diagnóstico de energia da EAF de Inconfidentes foi realizado na sua Sede Central, por ser a maior consumidora de energia elétrica. Com o melhor enquadramento tarifário espera-se uma economia de aproximadamente R\$ 73.000,00 em dois anos, valor suficiente para custear a colocação de Boilers nos dormitórios dos alunos.

Essa metodologia não apresentou um método nem uma análise de um sistema de cogeração, que poderia ser implantado em algumas EAFs com infraestrutura adequada, sendo recomendável este estudo para complementar o trabalho aqui apresentado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO. Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia. [http:// www.abesco.com.br/](http://www.abesco.com.br/). (Acessado em 15/11/2007).

ALTAFINI, R. C. Apostila Sobre Caldeiras. Curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Caxias do Sul. Disciplina: Máquinas Térmicas. Caxias do Sul - RS. 2002.

ALVAREZ, A. L. M. Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

ARAGÃO R. M. N. O Fator Humano e a Gestão Energética. Apresentação no XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2005.

ARCOWEB. <http://www.arcoweb.com.br/>. (Acessado em 13/03/2007)

BORTONI, E. C; SANTOS, A. H. M. Acionamentos com Motores de Indução Trifásicos. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 397-435.

BRASIL. Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

BRASIL. Decreto 99.656 de 26 de outubro de 1990. Dispõe sobre a criação, nos órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta, da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), nos casos que menciona, e dá outras providências. Brasília, 1990

BRASIL. Lei 11.892 de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, 2008.

CAMPOS, A. Gerenciamento Pelo Lado da Demanda: Um Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado). Programa Inter-unidades de Pós Graduação em Energia. (Instituto de Eletrotécnica e Energia / Escola Politécnica / Instituto de Física / Faculdade de Economia e Administração). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

CEMIG. Centrais Elétricas de Minas Gerais. Site, endereço: <http://www.cemig.com.br/> (Acessado em 24/05/2008)

CONPET. <http://www.conpet.gov.br/> (Visitado em 26/10/2008)

CORREA, A. M. G. Conservação de Energia em Campi Universitários: Estudo de Caso no Departamento de Engenharia Química da UFSC. 1998. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

COSTA F. C.; GONSALVES A. C. L. C.; CARTAXO E. F.; GOMES H. M. O.; NASCIMENTO N. C.; INUI R. C.; GUEDES R. A. M. BENCHAYA R. T. Programa de Eficiência Energética Através da Troca de Condicionadores de Ar no Setor Residencial de Manaus: Uma experiência Concreta. Artigo. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2004.

ELETROBRAS/PROCEL. Critérios para Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Lâmpadas Fluorescentes Compactas com reator Integrado. Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia. Rio de Janeiro, 2006.

EPA. <http://epa.gov/>. (Acessado em 18/06/2007)

FERREIRA, E. R. A. O Ensino Técnico Profissional Agrícola de Nível Médio: O Sistema Escola-Fazenda da COAGRI (1973-1986) à Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9.394/96). Tese de Doutorado em Educação. Universidade do Estado de São Paulo. Araraquara-SP, 2002.

FIGUEIREDO, J. C. A.; CAMPOS J. M.; MACÊDO M. J.; FILARDI M. J. Energia Solar para Aquecimento de Água: Instruções para Projetistas e Instaladores. PROCEL, CEMIG, TSE Ltda. Belo Horizonte, 1995.

GARCIA, A.G.P., Impacto da Lei de Eficiência Energética para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

GELLER, H. S. et al. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. Energy Policy. 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>.

GHISI, E. Desenvolvimento de uma Metodologia para Retrofit em Sistemas de Iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, 1997.

GHISI, E.; GUGEL E. C. Instalações Prediais de Água Quente. Disciplina-Instalações I. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2005.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1ª ed. Editora USP. São Paulo, 1998.

GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. Estud. av. , São Paulo, v. 12, n. 33, 1998 . Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141998000200002&lng=en&nrm=iso.

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. São Paulo Perspec. São Paulo, v. 14, n. 3, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000300014&lng=pt&nrm=iso. Pré-publicação.

HADDAD, J. at al. Análise do Reparo de Motores de indução Trifásicos. XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz do Iguaçu, 1999, Paraná.

HADDAD J.;RAMALHO P. H.; GUARDIA E. D. Tarifação de Energia Elétrica. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia:

eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 149-193.

HADDAD J. et al. Eficiência Energética: Teoria & Prática. Coord. HADDAD, J.; MARQUES, M. C. S.; GUARDIA, E. C.. Fupai. Itajubá-MG, 2007.

HINRICHS R. A.; KLEINBACH M. Energia e Meio Ambiente. Tradução Vichi F. M. Mello L. F. São Paulo: Pioneira Thonson Learning. 2003.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, M.O.; KAVASSAKI, Y. Sistemas prediais de água quente. (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil). São Paulo, EPUSP, 1996.

INMETRO. End: <http://www.inmetro.gov.br>. (Acessado em 25/08/2008).

ITAIM Iluminação. End: <http://www.itaimiluminacao.com.br/>. (Acessado em 27/04/2007).

ITAIPU, Hidrelétrica. <http://www.itaipu.gov.br/>. (Acessado em 16/07/2008).

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

KASSICK, E. V. VI Seminário de Eletrônica de Potência do Inep. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2002.

LAMBERTS R.; ORDENES M.; FAGUNDES J. C. S. Retrofit do Sistema de Iluminação Artificial na Biblioteca Central da UFSC. campus universitário-Trindade. Santa Catarina, 2003.

LEITE, M. Cientistas Prevêem Futuro Sombrio Para a Terra. Jornal Folha de São Paulo, 03-02-2007, Jornal Impresso. Caderno Especial. São Paulo, 2007.

LORA, E. E. S.; TEIXEIRA, F. N. Energia e Meio Ambiente. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 43-123.

MAGALHÃES, L. C. Orientações Gerais para Conservação de Energia em Prédios Públicos. Programa de Conservação de Energia Elétrica: PROCEL, 2001.

MARTINS, M.P.S. Inovação Tecnológica e Eficiência Energética. Monografia de Pós Graduação em Energia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 1999.

MARTINS, A. S.; NOGUEIRA, F. J. H. Caldeiras e Fornos. In: Eletrobrás, Procel et UNIFEI . Conservação de Energia : Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. 3ª edição, Itajubá. Editora UNIFEI, 2006. p.349-394.

MEC - Ministério da Educação e Cultura. End: <http://portal.mec.gov.br/> . (Acessado em 30/11/2008)

MESQUITA, L. C. S. Panorama atual da utilização de aquecimento solar. In: Fontes Não-convencional de Energia: As tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa. 2ª ed, Florianópolis-SC: Ed da UFSC, 1999. p 29-44.

NADEL, S.; GELLER, H. S.. Smart Energy Policies: Saving Money and Reducing Pollutant Emissions Through Greater Energy Efficiency. Washington, D.C.: ACEEE, American Council for Energy-Efficient Economy, 2001.

NOGUEIRA, L. A. H.. Energia: Auditoria Energética. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3ª ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 129-146.

NOGUEIRA, L. A. H.. Uso racional: a fonte energética oculta. *Estud. av.* [online]. 2007, vol.21, n.59 [cited 2009-04-21], pp. 91-105 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100008&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-4014. doi: 10.1590/S0103-40142007000100008.

OLIVEIRA, D. A. S.. Desenvolvimento, Energia e Sustentabilidade: Uma Perspectiva do Relatório Brundtland. Dissertação para obtenção do Título de

Mestre de planejamento de Sistemas Energéticos. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP. Campinas, 2003.

ORTIGARA, C. Entrevista concedida pelo ex-diretor da EAF de Inconfidentes (2003-2006), em 23/06/2008.

PIRANI, M. J.; VENTURINI, O; SIMÕES, A. A.; ALMEIDA, M. S. V. Refrigeração e Ar Condicionado. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 293-347.

PROCEL Info. End: <http://www.eletrabras.com/pci/main.asp> (Acessado em 02/2008)

PROCEL. Parâmetros para a Atualização e Ampliação do PROCEL EDUCAÇÃO na Educação Básica. "PROCEL nas ESCOLAS". São Paulo, 2005.

RIBEIRO, A.E.D. Uma Metodologia Alternativa de Avaliação Preliminar de Consumo de Energia Elétrica Direcionada a Instituições de Ensino Superior. Dissertação. Mestrado em Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ, 2002.

RIBEIRO, Z. B. Parâmetros para Análise de Projetos de Eficiência Energética em Eletricidade. Dissertação. Mestrado em Energia. Instituto de Eletrotécnica e Energia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ROCHA C. M. V. *et al.* Manual de Rede de Frio. 3ª ed. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. Brasília, 2001.

ROCHA L.R.R.; MONTEIRO M.A.G. Guia Técnico: Gestão energética. Centrais Elétricas Brasileiras, Fupai/Efficientia, 2005, Rio de Janeiro.

ROCHA C. R.; NOGUEIRA L. A. H.; NOGUEIRA, F. J. H. Eficiência Energética no Uso de Vapor. Manual Prático. Eletrobrás/Procel, Fupai/Efficientia, 2005, Rio de Janeiro.

RODRIGUES, P. Manual de Iluminação Eficiente, PROCEL, 2002.

ROMERO, M. A. Método de Avaliação de Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Campi Universitários. O Caso da Cidade universitária Armando de Salles Oliveira. Tese de Doutorado em Estruturas Ambientais e Urbanas. USP. 1994, São Paulo.

ROSA, A. C.. JÚNIOR A. S.. Energia Solar. Série de Cartilhas: Energias Renováveis. Cerpch. Itajubá, 2006.

RUSSEL, C. A Self Test of Organization Aptitude for Managing Energy. 2005.

SÃO PAULO. Manual de Administração de Energia. Iluminação. Secretaria de Energia do Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 2001.

SILVA, A. V.; COELHO C. T.; SARDINHA A.; AMORIM M. A.; Metrologia para a Vida. Sociedade Brasileira de Metrologia. Recife-PE. 2003.

SCHAEFFER, R. et al. Avaliação dos Índices de Eficiência Energética para Motores Trifásicos de Indução. Relatório Final. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

SCHIMIDT, S. Desenvolvimento, Implantação e Avaliação de um Programa de Gerenciamento Energético Municipal: O Caso de Santa Helena (PR). Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SHAFI, M. Mudança de Comportamento, Elemento Essencial na Conservação de Energia. . Programa de Pós-Graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2003.

SHOEPS, C. A. Conservação da Energia Elétrica na Indústria: Faça Você Mesmo. Vol 1. Orientações Técnicas. CNI. DAMPI. ELETROBRAS/PROCEL. Rio de Janeiro-RJ, 1994.

SILVA, J. P. J. Combate ao Desperdício de Energia. Dissertação. Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora-MG, 2005.

SOLA, A. V. H.; STADRER C. C.; SCANDELARI, L.; XAVIER, A. A. P. Abordagem do Tema Eficiência Energética na Engenharia de Produção. I

Encontro Estadual de Engenharia da Produção e I Simpósio de Gestão Industrial – Ponta Grossa-PR, 2005.

SOUZA, M. B. Potencialidade de Aproveitamento da Luz Natural Através da Utilização de Sistemas Automáticos de Controle Para Economia de Energia Elétrica. Tese de Doutorado. Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2003.

STOECKER, W. F.; JONES, J. W.. Refrigeração e Ar Condicionado. tradução de JABARDO, J. M. S. McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TABORIANSKI, V. M.; PRADO, R. T. A. Avaliação da Contribuição das Tipologias de Aquecimento de Água Residencial Para a Variação dos Balanços de Gases de Efeito Estufa na Atmosfera. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2003.

TAVARES, G.N.; DUAILIBE, P.R.M.M.; BRASIL, C.F.; LIMA,G.B.A.. Metodologia para Implantação de projeto de Eficiência Energética: estudo de Caso numa Universidade Pública. Artigo, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2004.

UFAM. Universidade Federal do Amazonas.

<http://cdeam.ufam.edu.br/eficiencia/eficiencia.php?page=dicas.php#1>.

(Acessado em 14/03/2007)

VARELLA, F. K. O. M. Tecnologia Solar Residencial: Inserção de Aquecedores Solares de Água no Distrito de Barão Geraldo - Campinas. Dissertação. Mestrado em Planejamento de Sistemas energéticos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 2004.

VARGAS, R. H. J. Análise do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil: Sistema de Iluminação e Ar Condicionado do Tipo Janela. Dissertação. Mestrado em Planejamento Energético. Programa de Pós Graduação da Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2006.

VILLANI, E. Abordagem Híbrida para modelagem de Sistemas de Ar Condicionado em Edifícios Inteligentes. Dissertação. Mestrado em Engenharia Mecânica. USP. São Paulo, 2000.

WALTER, A. Conservação e Uso Racional de Energia-conceitos e Visões. apostila da disciplina da Demanda e Conservação de Energéticos. Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP, Campinas, 2000.

WEIGMANN, P. R. Metodologia para Eficiência Energética, Otimização do Consumo e Combate ao Desperdício de Energia Através da Inserção da Cultura Empreendedora e Fontes de Inovação Tecnológica. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2004.

WESTPHAL, F.S. Estudo da Eficiência energética de um Edifício Comercial: Auditoria, Simulação Energética e Análise Econômica. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Civil. UFSC. Florianópolis-SC, 1999.

WOELZ, A. T.; CONTINI, J. A. Aquecedor Solar de Baixo Custo: Consumo de Energia renovável em Aquecimento de Água. Congresso Meio Ambiente 1999. São Paulo-SP, 1999.

YAMACHITA, R. A.; HADDAD, J.; DIAS, M.V.X. Iluminação. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. p. 213-246.

YOSHINO, R.T. Barreiras ao Uso Racional de Energia em Micros Pequenas e Médias Empresas. Dissertação. Mestrado Engenharia Mecânica. UNICAMP. Campinas, 2003.

8. ANEXOS

Anexo A	90
Anexo B	91
Anexo C	92
Anexo D	93
Anexo E	94
Anexo F	95
Anexo G	96
Anexo H	96
Anexo I	97
Anexo J	98
Anexo K	99
Anexo L	100

Anexo A

Tabela 8.1 - Informações do Sistema de Tarifação

Tarifação			
Modalidade Tarifária	() convencional	() HSA	() HSV
Período do ano	() Seco	() Úmido	
Sub grupo de tensão:	_____		
Consumo de energia ativa [kWh]:	_____		
Demanda registrada e faturada [kW]:	_____		
Consumo de energia reativa [kVarh]:	_____		
Fator de carga:	_____		
Início do horário de ponta:	_____		
Término do horário de ponta:	_____		
Tarifas de Consumo [R\$]:	_____		
Tarifas de Demanda [R\$]:	_____		
ICMS:	_____		

Anexo B

Tabela 8.2 - Informações sobre o sistema de iluminação

ILUMINAÇÃO			
Identificação:			
Ambiente:			
Altura [m]			
Largura [m]:			
Distribuição das Luminárias	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Irregular	
Situação das Lâmpadas	<input type="checkbox"/> Limpas	<input type="checkbox"/> Sujas	
Situação das Luminárias	<input type="checkbox"/> Limpa	<input type="checkbox"/> Sujas	
Iluminação Natural	<input type="checkbox"/> Suficiente	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Tênu
	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Intensa	
Área [m ²]:			
Luminária possui Difusor	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Índice de Poeira	<input type="checkbox"/> Pequeno	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
Dias de Uso por Mês:			
Início de Uso [hh/mm]:			
Término de Uso [hh/mm]:			
Intervalo sem Uso [h]:			
Uso Durante a Limpeza	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Tipo de Luminária:			
Tipo de Lâmpada:			
Tipo de Reator	<input type="checkbox"/> Em Uso	<input type="checkbox"/> Desativado	
Quant. De Luminárias:			
Cor do Teto	<input type="checkbox"/> Escuro	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Claro
Cor da Parede	<input type="checkbox"/> Escuro	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Claro
Altura da Luminária ao Teto [m]:			

Anexo C

Tabela 8.3 - Informações sobre o sistema de Condicionamento de Ar

AR CONDICIONADO	
Identificação:	
Finalidade:	<input type="checkbox"/> Conforto <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> CPD
Área do Setor:	
Temperatura Média do Setor [°C]:	
Temperatura Externa [°C]:	
Equipamento instalado:	
Identificação:	
Capacidade:	
Unidade da Capacidade:	<input type="checkbox"/> BTU/h <input type="checkbox"/> TR
Potência [kW]:	
Utilização:	<input type="checkbox"/> Em Uso <input type="checkbox"/> Parado
Horas por Dia [horas]:	
Dias por Mês [dias]:	
Temp. Ar Saída [°C]:	
Temp. Ar Retorno [°C]:	
Termostato:	<input type="checkbox"/> Regulado <input type="checkbox"/> Não Regulado
Regulagem de Ventilação para Dias Frios:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Insolação:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Procedência do Ar de Arrefecimento:	<input type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa
Condensador:	<input type="checkbox"/> Limpo <input type="checkbox"/> Sujo
Evaporador:	<input type="checkbox"/> Limpo <input type="checkbox"/> Sujo
Filtro:	<input type="checkbox"/> Limpo <input type="checkbox"/> Sujo
Condensador:	<input type="checkbox"/> Limpo <input type="checkbox"/> Sujo
	<input type="checkbox"/> Nível Médio <input type="checkbox"/> Nível Alto <input type="checkbox"/> Crítico
Evaporador:	<input type="checkbox"/> Obstruído <input type="checkbox"/> Livre

Anexo D

Tabela 8.4 - Informações sobre o sistema de Refrigeração

REFRIGERAÇÃO			
Dados da Placa			
Identificação:			
Externa [°C]:			
Região do País:			
Câmara Fria			
Identificação:			
Volume [m³]:			
Área [m²]:			
Forçador de Ar:	<input type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> Não existe	
Potência dos Forçadores [kW]:			
Vazão [m³/h]:			
Qualidade:	<input type="checkbox"/> Bem armazenado	<input type="checkbox"/> Mal armazenado	
Dados da Operação			
Utilização:	<input type="checkbox"/> Em Uso	<input type="checkbox"/> Desativado	
Horas por Dia [horas]:			
Dias por Mês [dias]:			
Temperatura Ideal para o produto [°C]:			
Temperatura Média [°C]:			
Termostato Interno:	<input type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> Não existe	
Isolamento e Vedação			
Tipo:			
Espessura [mm]:			
Área Estimada dos Vãos [m²]:			
Fechamento de Ilhas e Balcões:			
Vedação das Portas:	<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Precária	
Cortina de Ar:	<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Precária	<input type="checkbox"/> Não existe
Cortina de Borracha:	<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Precária	<input type="checkbox"/> Não existe
Iluminação Interna			
Iluminação Interna:	<input type="checkbox"/> Não existe	<input type="checkbox"/> Existe/Manual	<input type="checkbox"/> Existe/Automática
Tipo de Lâmpada:			
Quantidade de Lâmpadas:			
Potência da Lâmpada [W]:			
Insolação			
Localização:	<input type="checkbox"/> Local fresco	<input type="checkbox"/> Ventilado	<input type="checkbox"/> Quente <input type="checkbox"/> Sob o sol
Orientação:			
Área da Parede sob o Sol [m²]:			
Cor da Parede:	<input type="checkbox"/> Clara	<input type="checkbox"/> média	<input type="checkbox"/> Escura

Anexo E

Tabela 8.5 - Informações do Sistema de Vapor

CALDEIRA	
Dados da Placa	
Identificação:	
Tipo de Caldeira	<input type="checkbox"/> Aquotubular <input type="checkbox"/> Flamotubular
Dispositivo de Queima:	<input type="checkbox"/> Rotativo <input type="checkbox"/> Plano <input type="checkbox"/> Inclinado <input type="checkbox"/> Outro
Capacidade de Produção de Vapor [ton/h]:	
Pressão Máxima Admissível [kgf/cm ²]:	
Acessórios da Caldeira	
Isolamento Térmico:	<input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Precário <input type="checkbox"/> razoável <input type="checkbox"/> Ruim
Superaquecedor:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Economizador:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Pré-aquecedor de Ar:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Recuperação de Condensado:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Tratamento de Água:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Freqüência de Purga:	<input type="checkbox"/> Diária <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensal
Quantidade de Purgas:	
Conformidade com NR13	
Nível dos Operadores:	<input type="checkbox"/> Qualificados <input type="checkbox"/> Não Qualificados
Rotina de Manutenção:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Inspeções Regulares:	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe
Ano de Fabricação:	
Combustível primário	
Combustível:	
Consumo Mensal [unid/mês]:	
Custo [R\$/unid]:	
Dados de Operação	
Temp. Ambiente [°C]:	
Umidade do Ar [%]:	
Temp. do Ar de Admissão [°C]:	
Temp. da Água de Alimentação [°C]:	
Temp. do Combustível [°C]:	
Temp. do Vapor [°C]:	
Pressão de Operação [kgf/cm ²]:	
Produção Média de Vapor [ton/h]:	
Tempo médio de Operação [h/mês]:	
Gases no Chaminé	
Gás Monitorado:	<input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> O ₂
Temp. na Chaminé [°C]:	
Teor do Gás [%]:	
Tiragem:	<input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Forçada

Anexo F

Tabela 8.6 - Informações do Sistema de motores

MOTORES	
Dados da Placa	
Identificação:	
Marca:	
Tensão [V]:	<input type="checkbox"/> 127 <input type="checkbox"/> 220 <input type="checkbox"/> 380 <input type="checkbox"/> 440
Corrente Nominal [A]:	
Unidade da Potência:	<input type="checkbox"/> kW <input type="checkbox"/> hp <input type="checkbox"/> cv
Fases:	<input type="checkbox"/> Monofásico <input type="checkbox"/> Trifásico
Rotação [rpm]:	
Fator de Serviço [pu]:	
<hr/>	
Localização, Conservação e transmissão	
Setor:	
Estado do Motor:	<input type="checkbox"/> Boas Condições <input type="checkbox"/> Condições Precárias
Estado da Conexão:	<input type="checkbox"/> Boas Condições <input type="checkbox"/> Condições Precárias
Estado do Isolamento dos Cabos:	<input type="checkbox"/> Boas Condições <input type="checkbox"/> Condições Precárias
Tipo de Transmissão:	
Estado da Transmissão:	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Danificada <input type="checkbox"/> Desalinhada <input type="checkbox"/> Precária
<hr/>	
Curva de Rendimento X Carga	
Rendimento a 100% de Carga [%]:	
Rendimento a 75% de Carga [%]:	
Rendimento a 50% de Carga [%]:	
<hr/>	
Curva de Fator de Potência X Carga	
Fator de Potência a 100% de Carga:	
Fator de Potência a 75% de Carga:	
Fator de Potência a 50% de Carga:	
<hr/>	
Características da Carga	
Tipo de Carga:	
Tensão de Alimentação [V]:	
Medida Escolhida:	<input type="checkbox"/> Rotação com Carga [rpm] <input type="checkbox"/> Corrente na Fase[A]
Valor da Medição:	
<hr/>	
Operação	
Regime de Funcionamento:	<input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Intermitente
Dias por Mês [dias]:	
Fora de Ponta [h]:	
Na Ponta [h]:	

Anexo G

Tabela 8.7 - Informações do Sistema de Tarifação

Computadores

Sala: _____
Nº de equipamentos: _____
Potência[W]: _____
Período de utilização: Início Término
 Manhã : _____h _____h
 Tarde: _____h _____h
 Noite: _____h _____h

Anexo H

Tabela 8.8 - Informações do Sistema de Aquecimento de Água

Aquecimento de Água

Chuveiros
Tensão [V]: () 127 () 220 () _____
Corrente Nominal [A]: _____ Potência [W]: _____
Tempo de Utilização [h]: _____

Quarto: _____
Estado do Chuveiro: () Boas Condições () Condições Precárias
Horário do Banho [h]: _____

Anexo I
Questionário - Servidor

1 - Você tem conhecimento de como economizar energia no seu ambiente de trabalho?

Sim Não

R:

2 - Você tem conhecimento das vantagens para a Escola em se economizar energia?

Sim Não

R:

3 - Você tem conhecimento das vantagens para a Natureza em se economizar energia?

Sim Não

R:

4 - Você se esforça em economizar energia na Escola?

Sempre As vezes Nunca

R:

5 - Seus hábitos de consumo são os mesmos no seu ambiente de trabalho e na sua casa?

Sim Não

R:

6 - Quanto tempo os aparelhos elétricos de sua sala ficam ligados por dia?

Computador: ____h

Ar-Condicionado: ____h

Lâmpadas: ____h

Outro-_____: ____h

Anexo J
Questionário do Aluno

1- Você tem conhecimento de como economizar energia na escola?

() Sim () Não

R :

2- Você tem conhecimento das vantagens para a escola em se economizar energia?

() Sim () Não

R :

3 - Na sua casa você se preocupa em economizar energia? Por quê?

() Sim () Não

R :

4- Você tem conhecimento das vantagens para a escola em se economizar energia?

() Sim () Não

R :

5- Na escola você se esforça em economizar energia? Por quê?

() Sim () Não

R :

6- As lâmpadas de sua sala de aula ficam acesas por quanto tempo?

R :

7- As lâmpadas de seu quarto ficam acesas por quanto tempo?

R :

8- Na escola, quantos banhos você toma por dia de segunda a sexta-feira?

R :

9- Qual o tempo aproximado de seu banho de segunda a sexta-feira?

R :

10- Na escola, quantos banhos você toma por dia no final de semana?

R :

11- Qual o tempo aproximado de seu banho na escola, no final de semana?

R :

12- Qual o horário de seu banho na escola?

R :

Anexo K

MEC/SETEC		PLANO DE TRABALHO SIMPLIFICADO					
CADASTRO DO ÓRGÃO OU ENTIDADE PROPONENTE							
1. CNPJ			2. RAZÃO SOCIAL				
3. ENDEREÇO			4. BAIRRO OU DISTRITO		5. MUNICÍPIO		
6. UF	7. CEP	8. DDD	9. TELEFONE	10. FAX	11. E-MAIL	12. COD UNID GEST	
13. CÓD GESTÃO							
DIRIGENTE DO ÓRGÃO OU ENTIDADE PROPONENTE							
14. CPF			15. NOME DO DIRIGENTE				
16. ENDEREÇO			17. BAIRRO OU DISTRITO		18. MUNICÍPIO		
19. UF	20. CEP	21. DDD	22. TELEFONE	23. FAX	24. E-MAIL	25. N° CÉDULA IDENTIDADE	
26. DATA DA EMISSÃO		27. ORGAO EXPEDITOR	28. MATRÍCULA	29. CARGO			
30. JUSTIFICATIVA DA DESCENTRALIZAÇÃO DO CRÉDITO							
31. DESCRIÇÃO DO PLANO DE APLICAÇÃO							
32. PROGRAMA DE TRABALHO / PTRES		33. AÇÃO	34. DESCRIÇÃO DA AÇÃO CONSTANTE DA LOA	35. NAT. DA DESPESA	36. VALOR (EM R\$ 1,00)		
37. TOTAL							
38. CRONOGRAMA DE REEMBOLSO (EM R\$ 1,00)							
39. N° DA PARCELA	40. AÇÃO	41. MÊS DA LIBERAÇÃO		42. VALOR	43. PERÍODO DE EXECUÇÃO		
40. AUTENTIFICAÇÃO							
Encaminhe-se a SETEC/MEC solicitando descentralização de crédito, conforme Portaria n° 213/2008.							
LOCAL E DATA				NOME E ASSINATURA DO DIRIGENTE OU REPRESENTANTE LEGAL			
41. ANÁLISE							
APROVAR () NÃO APROVAR ()							
LOCAL E DATA				NOME E ASSINATURA DO ANALISTA			
42. APROVAÇÃO							
APROVO () NÃO APROVO ()							
DATA: NOME E ASSINATURA DO SECRETÁRIO DA SETEC							

Figura 8.1 - Modelo de Planilha para Envio ao MEC

Anexo L

Tabela 8.9 - Ficha para monitoramento dos novos consumos

Data (Referência)	Consumo HP [kWh]	Consumo HFP [kWh]	Demanda Registrada [kW]	Valor da Fatura R\$	Atividades Extras