

AUDITORIA ENERGÉTICA NO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS – CAMPUS PALMEIRA DOS ÍNDIOS/AL: ESTUDO DE CASO

Marcos José Ferreira NETO (1); Luane LIRA (2); Morgana Farias da Silva (3); Jean Jacques Bittencourt da ROCHA (4); José Arnóbio Araújo JÚNIOR(5)

(1) Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios, e-mail: marcos_neto3@hotmail.com

(2) Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios, e-mail: luanelira@hotmail.com

(3) Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios, e-mail: morgana_farias@hotmail.com

(4) Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios, email: jevrocha@hs24.com.br

(5) Instituto Federal de Alagoas – Campus Palmeira dos Índios, e-mail: arnobio@cefet-al.br

RESUMO

O termo eficiência energética vem sendo mais difundido devido à necessidade de reduzir ao máximo os gastos com energia. Pode-se perceber isso em indústrias, no comércio, em condomínios e até mesmo em instalações residenciais, onde a conta de energia corresponde significativamente nas despesas. Também em escolas públicas a conta elétrica representa uma parte expressiva das despesas, sendo pior, muitas vezes, já que existe o descaso por serem de responsabilidade do poder público. Este trabalho está baseado num estudo de caso e tem como foco principal detectar situações que configurem a utilização ineficiente da energia, indicando medidas corretivas. Tais medidas permitem evidenciar oportunidades de melhoria com ações de conservação, necessárias para a restauração de níveis de eficiência energética, e cuja economia tende a aumentar, na medida em que as tarifas de energia elétrica passem a refletir, efetivamente, nos custos reais envolvidos. Serão abordados, principalmente, os pontos: tarifação, iluminação, instalações elétricas, refrigeração e arquitetura.

Palavras-chave: eficiência energética, escolas, economia

1 INTRODUÇÃO

É crescente preocupação em busca de oportunidades onde se possa combater o desperdício de energia, evitando, assim, maiores investimentos no setor elétrico, garantindo o fornecimento e trazendo, por consequência, uma melhor qualidade de vida para toda a população. No Brasil, onde a eletricidade representa a maior fonte de energia, a responsabilidade dos órgãos envolvidos nas soluções para seu uso racional cresce continuamente.

Do consumo de energia elétrica em edifícios no país, 23% vão para o setor residencial, 11% para o comercial e 8%, para o setor público. Somente o sistema de ar condicionado consome 48% da energia, e a iluminação, 24%. O capital usado para pagar o consumo desnecessário de energia elétrica poderia ser investido em outros setores, tais como o de informática, de pesquisa, etc.

Assim, esse trabalho tem como objetivo principal realizar o levantamento das condições atuais de consumo de energia da instalação, visando identificar os pontos de desperdício e apontar alternativas viáveis para eliminar ou reduzir os gastos desnecessários com energia elétrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tema eficiência energética já vem sendo abordado há vários anos, principalmente nos setores de comércio e indústria (GOMES, 2003, e MARTINS, 1999), como também em prédios públicos, incluindo as escolas (MACIEL, 2002, e CONSERWATT, 2002)

Devido ao aumento da demanda energética a cada ano, o uso racional da eletricidade é fundamental para evitar crises de fornecimento como a que aconteceu em 2001. De acordo com Jannuzzi (2001, p.1), “a grave crise de abastecimento de eletricidade ocorrida durante [...] 2001 demonstrou a importância e o papel dos esforços em melhorias nos usos finais de energia [...] para controlar o problema (a crise de abastecimento)”.

Segundo Albertin e Oliveira (2007, p.2), “a efficientização energética pode ser também interpretada como a maneira mais eficaz de usar a energia elétrica sem comprometer o conforto do ambiente de trabalho.”

De acordo com Jannuzzi (2001, p.2), o uso eficiente de energia está relacionado com objetivos mais abrangentes e de interesse da sociedade, como por exemplo:

- contribuir para aumentar a confiabilidade do sistema elétrico;
- reduzir ou postergar as necessidades de investimentos em geração, transmissão e distribuição (como mostra a Tabela 1);
- reduzir impactos ambientais (locais e globais) especialmente relacionados com a produção de eletricidade;
- reduzir custos de energia para o consumidor final.

Visando isso, o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) está investindo em práticas que promovam o uso racional de energia. Na tabela abaixo, estão os resultados acumulados por esse programa desde sua implantação.

Tabela 1 - Resultados Acumulados pelo PROCEL

	Total
Investimentos Totais Realizados (R\$ bilhões)	1,02
Economia Energizada e Geração Adicional (bilhões de KWh/ano)	28,5
Redução de Demanda na Ponta (MW)	7.969
Usina Equivalente (MW)	6.841
Investimentos Postergado (R\$ bilhões)	19,9

Fonte: Eletrobrás/Procel Avaliação¹

Como é possível verificar na tabela acima, investir em eficiência energética, além de evitar desperdício de energia, economiza recursos, pois a energia economizada pode atender outros consumidores, dispensando, assim, um investimento maior na geração e distribuição.

Em 1997, visando minimizar os índices de desperdício em prédios público, o Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos foi instituído pela ELETROBRÁS / PROCEL. Segundo esse programa, os prédios públicos devem promover: a economia de energia; a melhoria na qualidade nos sistemas de iluminação, refrigeração, forças-motrizes e demais sistemas relevantes.

Outro programa que apresenta bons resultados é o de eficiência energética em escolas da rede estadual de ensino, promovido pela AES Eletropaulo. Desde 2007, o programa beneficiou 268 unidades estaduais, por meio de um investimento de R\$ 6 milhões que foi utilizado para trocar lâmpadas, luminárias e reatores por outros mais eficientes, gerando uma economia de 7.840 MWh/ano, ou seja, mais de R\$ 2,3 milhões anuais.

Outros R\$ 26,3 milhões foram aplicados nos programas de eficiência energética de mais 40 prédios públicos, estádios de futebol, centros esportivos e centros educacionais. A modernização dos sistemas de iluminação, de climatização e de aquecimento de água dos prédios públicos gerou economia de 23.284 MWh/ano, o equivalente a R\$ 7 milhões/ano. Nas demais edificações outros 6.338 MWh/ano deixaram de ser consumidos. (AGÊNCIA CANALENERGIA, 2009)

Assim, tendo em vista o grande desperdício de energia elétrica, sobretudo em escolas públicas, a pesquisa de eficiência energética se justifica não só para resolver o problema da escola estudada no projeto de pesquisa, mas também por servir como ferramenta para conscientizar os alunos, professores e servidores, sobre a importância da eficiência energética no ambiente escolar e no dia-a-dia das pessoas como um todo.

¹Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/procel/main.asp?ViewID={974CF275-82FE-4483-8551-855F9A98A370}>>. Acesso em: 05.jun.2010.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada tem como base a apresentação e revisão de conceitos, revisão bibliográfica, auditoria energética, estratificação dos resultados e plano de ação e relatório.

Na revisão bibliográfica foram vistos alguns estudos de caso, que serviram como ponto de referência para este estudo.

Nessa auditoria foram observadas as partes do sistema que poderiam ser melhoradas e os pontos de desperdício de energia elétrica e, a partir disso, buscou-se eliminá-los ou minimizar as suas perdas. Nessa etapa, também foram levantadas informações como: o consumo do prédio no período de um ano (Gráfico 1), a participação das cargas no consumo total e a quantidade de cada tipo de carga (Gráfico 2).

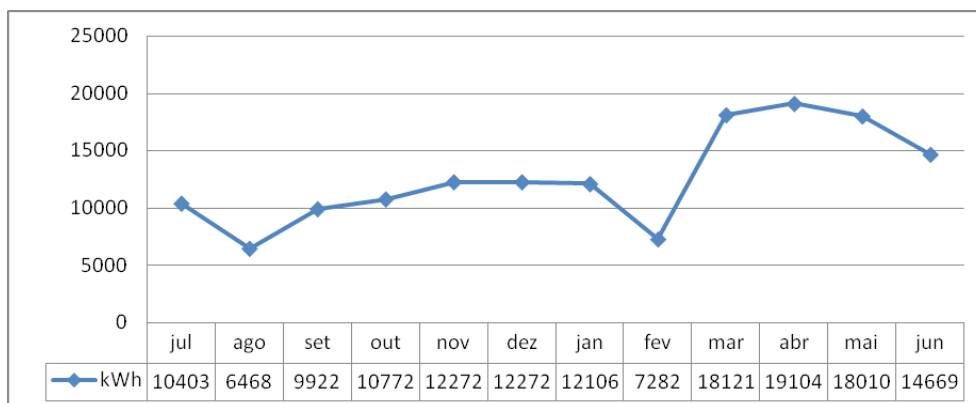


Gráfico 1 – Consumo (eixo x e y) de energia de julho de 2007 a junho de 2008.

Nesse gráfico, é possível notar o aumento do consumo, que ocorreu devido ao aumento do número de equipamentos e de alunos, uma vez que o uso do sistema elétrico foi intensificado. Nota-se também que, em alguns meses (agosto de 2007 e fevereiro de 2008), o consumo foi inferior a média. Esses meses correspondem ao período de recesso. Verifica-se, ainda, o aumento do consumo no verão e a diminuição ao se aproximar do inverno.

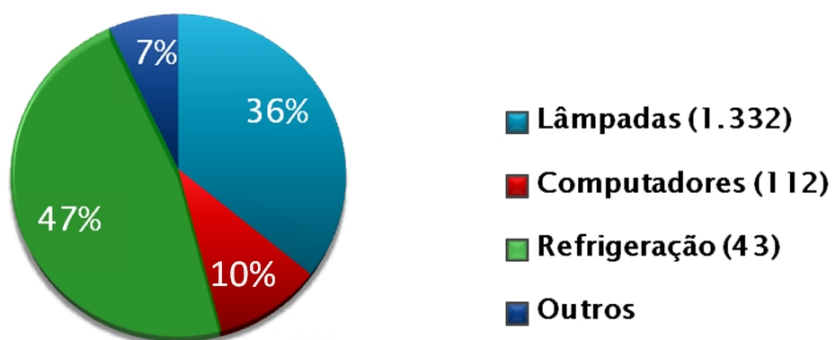


Gráfico 2 - Participação das cargas no consumo global

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Na auditoria energética, alguns pontos foram avaliados e a solução cabível foi proposta, como é possível verificar adiante.

4.1 Estudo Tarifário

A compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas contas de energia é fundamental para a tomada de decisão em relação a projetos de eficiência energética.

Essa conta reflete o modo como a energia elétrica é utilizada e sua análise, por um período de tempo adequado, permite estabelecer relações importantes entre hábitos e consumo.

Dadas as alternativas de enquadramento tarifário disponíveis para alguns consumidores, o conhecimento da formação da conta e dos hábitos de consumo, é possível escolher a tarifação mais adequada e que resulta em menor despesa com a energia elétrica.

Os consumidores são classificados pelo nível de tensão em que são atendidos.

Os consumidores atendidos em baixa tensão, em geral em 127 ou 220 volts, são classificados no Grupo B. É o caso de muitos prédios públicos.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2300 volts são classificados no Grupo A. O Instituto, por receber da Eletrobrás - distribuição Alagoas (antiga CEAL - Companhia Energética de Alagoas) a tensão de 13,8 kV, pertence ao grupo A4 (grupo de consumidores que recebem tensão entre 2,3 a 13,8 kV). Atualmente, os consumidores A4 podem optar pelas tarifas convencional, verde ou azul.

Na tarifa convencional, é cobrada a demanda faturada (Dfat) e o consumo (C) através da expressão:

$$Ft = Dfat \times Td + C \times Tc \quad [Eq. 01]$$

Em que Ft: valor da fatura, R\$; Td: tarifa de demanda, R\$/kW; Tc: tarifa de consumo, R\$/kWh.

A demanda corresponde ao consumo de energia elétrica dividido pelo tempo adotado na verificação. Conforme legislação brasileira, é determinado para fins de faturamento que este período seja de 15 minutos. Em outras palavras, pode-se dizer que é a potência necessária para manter o sistema funcionando.

Na tarifa Verde, cobra-se a demanda (Dfat) e o consumo no horário de ponta (Cp) e fora de ponta (Cfp). Através da fórmula:

$$Ft = Dfat \times Td + Cp \times Tc_p + Cfp \times Tc_{fp} \quad [Eq. 02]$$

Em que Td: tarifa da demanda, R\$/kW; Tc_p: tarifa de consumo no horário de ponta, R\$/kWh; Tc_{fp}: tarifa de consumo no horário fora de ponta, R\$/kWh.

Horário de ponta corresponde ao intervalo de três horas consecutivas, definido pela concessionária, compreendido entre 17:30h e 22:30h, de segunda a sexta.

Na tarifa azul, cobra-se a demanda e o consumo no horário de ponta (Cp) e no horário fora de ponta (Cfp) pela fórmula:

$$Ft = Dfat_p \times Tdp + Dfat_{fp} \times Td_{fp} + Cp \times Tc_p + Cfp \times Tc_{fp} \quad [Eq. 03]$$

Em que Dfat_p: demanda faturada no horário de ponta, kW; Tdp: tarifa de demanda de ponta, R\$/kW; Dfat_{fp}: demanda faturada no horário fora de ponta, kW; Td_{fp}: tarifa de demanda fora de ponta, R\$/kW; Tc_p: tarifa de consumo no horário de ponta, R\$/kWh; Tc_{fp}: tarifa de consumo no horário fora de ponta, R\$/kWh.

Dessa forma, com base nas contas de energia fornecidas, foi possível realizar uma simulação com as tarifas: convencional, verde e azul, com o objetivo de verificar a que melhor se enquadrava, como podemos ver na Tabela 1 e no Gráfico 3:

Tabela 1 - Análise Comparativa Tarifária

2008 (R\$)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	TOTAL (R\$)
T. Conv.	5769,95	5195,36	6486,48	6603,48	6484,01	6075,23	36.614,51
T. Verde	3511,12	2669,25	4560,84	4732,39	4557,36	3958,41	23.989,37
T. Azul	5530,41	4307,74	7335,46	7106,93	7501,85	5280,48	37.062,87

Esses valores não levam em consideração impostos e outras taxas, apenas o gasto com consumo e demanda.

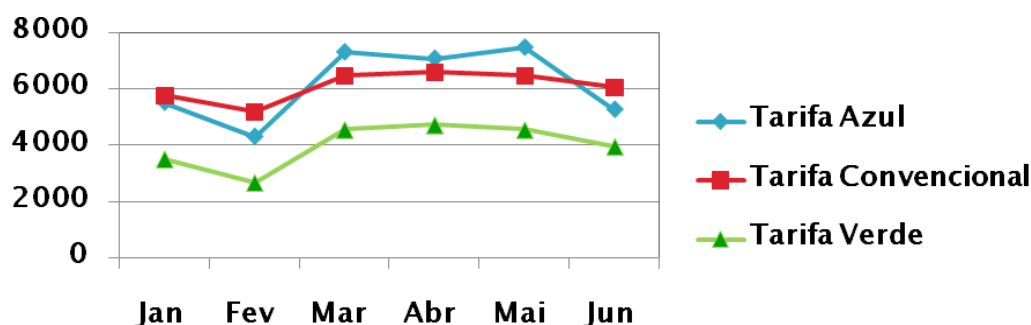


Gráfico 3 - Análise Comparativa Tarifária

Como foi visto, a tarifa verde foi a menor em todos os meses analisados, sendo R\$ 12.625,14 (ou 34,48%) mais econômica que a tarifa convencional, segunda melhor e que estava em vigor no período analisado.

4.2 Estudo do fator de potência

Fator de potência é um índice que indica quanto de energia consumida é convertida em trabalho. Geralmente em circuitos elétricos têm-se potências ativas e reativas. As potências ativas referem-se ao somatório dos valores dispensados a realização de trabalho como: aquecimento, resfriamento, iluminação e acionamento de equipamentos. Enquanto as potências reativas são associadas à manutenção de campos elétricos, como os que ocorrem nas espiras dos motores elétricos. Ao somar vetorialmente a potência ativa e reativa tem-se a potência total (ou aparente). Desta forma, define-se como fator de potência, a razão entre a potência ativa e potência total, e seu valor varia entre 0 e 1.

A utilização de máquinas e equipamentos que utilizam componentes indutivos faz baixar o fator de potência das instalações elétricas.

Os componentes indutivos solicitam da rede uma parcela de energia responsável pela formação do campo magnético. Esta energia é chamada de reativa. A energia reativa não realiza trabalho, portanto não é consumida. A cada ciclo da rede ela é absorvida e devolvida para o sistema.

A energia reativa está relacionada com a energia ativa e o fator de potência da seguinte forma: quanto maior for o fator de potência de uma instalação (ou seja, mais próximo de 1), uma parcela maior da energia fornecida será convertida em trabalho (energia ativa) e será menor a quantidade de energia reativa.

A partir destas providências, uma forma de reduzir a circulação de energia reativa pelo sistema elétrico, consiste em “produzi-la” o mais próximo possível da carga, utilizando um equipamento chamado capacitor.

Instalando-se capacitores junto às cargas indutivas, a circulação de energia reativa fica limitada a estes equipamentos. Na prática, a energia reativa passa ser fornecida pelos capacitores, liberando parte da capacidade do sistema elétrico e das instalações da unidade consumidora. Isso é comumente chamado de compensação de energia reativa.

O valor mínimo estabelecido para o fator de potência é de 0.92 (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2007), sendo cobrada multa caso esse fator seja inferior.

Diante da situação do prédio, foi sugerida a instalação de um banco de capacitores para reduzir as variações de tensão e as perdas de energia; aproveitar melhor a capacidade do transformador; aumentar a vida útil dos equipamentos; e eliminar ou reduzir o consumo de energia reativa excedente, que, de janeiro a junho de 2008, totalizou R\$ 404,41.

4.3 Estudo luminotécnico

Verificou-se, através das medições realizadas com o luxímetro, que o nível de iluminamento estava um pouco inferior aos valores regulamentados pela norma NBR5413 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002), que estabelece um valor de 750 lux para as condições especificadas.

A iluminação pode ser aprimorada utilizando lâmpadas mais eficientes que possibilitam mais luminosidade e maior economia. A adoção de outras ações, como a manutenção do ambiente sempre limpo e a utilização de cores claras em paredes ou ainda o rebaixamento das luminárias melhoram consideravelmente o nível de iluminamento no ambiente.

Além disso, o melhor aproveitamento da iluminação natural no ambiente é de fundamental importância, pois, com isso, reduz o uso da iluminação artificial, reduzindo o consumo e a conta elétrica.

Assim, foi sugerido o retrofit no sistema de iluminação. Essa medida consiste na substituição de lâmpadas, luminárias, reatores e na automação do acionamento. Mas, observou-se que a substituição imediata das luminárias ou dos reatores não era viável, pois os benefícios gerados não compensariam os custos para implantação dessas medidas. As outras alternativas foram melhor aceitas, são elas:

- a automação do acionamento, pois observou-se que algumas lâmpadas dos corredores e dos banheiros ficavam acesas sem necessidade. Com a implantação de sensores de presença essas lâmpadas só funcionarão quando for realmente necessário, promovendo uma redução considerável;
- a melhor utilização da luz natural, para isso, é necessário redistribuir os comandos de acionamento, para que, em dias ensolarados, seja possível desligar as lâmpadas próximas das janelas;
- a substituição das lâmpadas fluorescente tubular de 40W por lâmpadas de 32W e as de 20W por lâmpadas de 16W. Essa substituição irá proporcionar as seguintes vantagens:
 - aumento do nível de iluminamento, pois as lâmpadas de 32W e de 16W são mais eficientes e também possuem fluxo luminoso maior que as lâmpadas de 40W e de 20W, que estão consideravelmente desgastadas devido ao tempo de uso;
 - economia de energia (8W para as lâmpadas de 32W e 4W para as lâmpadas de 16W);
 - não necessita adaptação para a substituição, já que as lâmpadas de 40W e de 32W tem o mesmo comprimento e usam o mesmo tipo de encaixe.

4.4 Controlador de Demanda

Controladores de demanda são equipamentos utilizados para controle da potência em tempo real, atuando nas cargas do sistema elétrico, isto é, desligando ou religando-as conforme o nível de demanda desejado, nunca deixando ultrapassar o valor programado pelo usuário.

É importante ressaltar que o controlador de demanda não é utilizado para redução do consumo, ele é um meio de evitar gastos desnecessários oriundos da ultrapassagem dos valores da demanda contratada.

No caso do Instituto, a demanda medida não pode ultrapassar o valor da demanda contratada (80kW) mais 10%, ou seja, 88kW. Caso a demanda medida seja menor que 80kW, cobra-se os 80kW; se o valor medido for de 80 até 88kW, é cobrado os 80kW e o mesmo taxa de contrato sobre o valor que ultrapassou; mas se o valor medido for maior que 88kW, é cobrado os 80kW mais o valor que ultrapassou com uma taxa três vezes maior do que a da demanda contratada.

A Tabela 2 mostra os valores de demanda medidos no primeiro semestre de 2008.

Tabela 2: Demanda medida e demanda faturada no primeiro semestre de 2008.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Demanda Medida (kW)	63	75	89	93	83	55
Demanda Faturada (kW)	80	80	89	93	83	80

A implantação do controlador de demanda, que custa aproximadamente R\$ 1600,00, é viável para evitar gastos desnecessários como os que ocorreram nos meses de março (pelos 9kW que ultrapassaram a demanda contratada foi pago R\$ 1656,68); e de abril (pelos 13 kW que ultrapassaram foi gasto RS 2380,55). Assim, nesses dois meses a instituição pagou R\$ 4037,23. Com isso, está comprovada a necessidade do controlador de demanda.

Recomenda-se um controlador de 6 estágios que desligará os aparelhos dispensáveis para o funcionamento do prédio, como, por exemplo, os condicionadores de ar das salas. Contudo, é preciso mudar a alimentação dos circuitos para que, quando o controlador atuar, desligue apenas o sistema de refrigeração, pois com a configuração atual do sistema elétrico não é possível desligar apenas um tipo de carga.

4.5 Outras Medidas

A seguir, estão outras medidas que, por sua simplicidade, passam despercebidas, mas que melhorariam muito a eficiência energética nas instalações do Instituto Federal:

- Pintar as paredes com cores claras, limpar regularmente e rebaixar as luminárias, para que tenha um melhor aproveitamento do fluxo luminoso;
- Evitar o uso dos laboratórios de informática no horário de ponta, pois o valor das taxas no horário de ponta é bem maior que no horário fora de ponta;
- Programar o controlador para desligar os condicionadores de ar durante os intervalos, depois das 22h até as 7h e finais de semana, para evitar que esses equipamentos fiquem ligados sem haver alguém utilizando;
- Implantar sensores de presença nos banheiros para que as lâmpadas fiquem acessas apenas quando houver necessidade;
- Aumentar a altura dos condicionadores de ar das salas, pois atualmente está a 50 cm do piso, o que dificulta a troca de calor e faz o aparelho trabalhar sem parar, consumindo mais.
- Conscientizar os envolvidos (alunos, professores e funcionários) para que, ao saírem das salas, desliguem os equipamentos elétricos. Embora pareça simples, não deixa de ser fundamental, uma vez que o uso racional de energia pode ser aplicado em qualquer lugar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhar com eficiência energética é, ao mesmo tempo, trabalhar com economia, pois a redução do desperdício de energia reduz também a conta. Desta forma, os objetivos estabelecidos foram alcançados, uma vez que foram detectados os pontos de desperdícios e sugeridas medidas corretivas que promoverão a redução dos gastos com energia elétrica. As propostas vistas nesse trabalho podem ser adotadas também em outras instituições de ensino, principalmente as da rede pública em que o descaso dos usuários (alunos, professores e funcionários) mostra-se como a principal causa de desperdício de energia. É comum encontrar nesses ambientes salas vazias com as lâmpadas acessas, com os ventiladores ou com o ar condicionado funcionando, laboratórios de informática com os monitores e estabilizadores ligados sem utilidade, e outros casos. Assim, fica evidente que a conscientização possui uma importância significativa para eliminar o desperdício de energia.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CANALENERGIA. **Eficiência Energética: AES Eletropaulo amplia programa em escolas.** Disponível em: <<http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/PeD.asp?id=72390>>. Acesso em: 13 ago. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica.** Brasília, DF. Ciclo 2007/2008.

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; OLIVEIRA, Fabielli Guerra de. **Estudo de Caso – Eficiência Energética no Prédio da Etufor.** 2007. Disponível em:

<www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650480_9094.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2008.

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

CONSERWATT ENGENHARIA E CONSULTORIA DE ENERGIA LTDA. **Potencial de Eficiência Energética na Escola Municipal Quintino Rizzieri Içara** – SC. Relatório de Consultoria, 2002.

ELETROBRÁS. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/pci/html>>. Acesso em: 12.nov.2008.

GOMES, F. E. **Soluções em Automação para Eficiência Energética**. Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Goiás (Monografia), 2003.

JANNUZZI, Gilberto De Martino. **Aumentando a Eficiência nos Usos Finais de Energia no Brasil**. São Paulo – SP. 2001. Disponível em: <http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/eletrificacao_rural/tc_04.pdf>. Acesso em: 14.jun.2010.

MACIEL, A. A. **Projeto Bioclimático em Brasília: Estudo de Caso em Edifício de Escritórios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

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

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL); ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas IF-AL; e aos professores colaboradores.