

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: UM ESTUDO DE CASO NA REALIZAÇÃO DE PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DA REGIÃO DE SÃO JOÃO DEL-REI

Erivelton Geraldo Nepomuceno, M.Sc.
Davidson Lafitte Firmo
Gleison Fransoares Vasconcelos Amaral, M. Sc.
Oriane Magela Neto, Ph.D.

Departamento de Eletricidade (DEPEL)
Universidade Federal de São João del-Rei – Pça. Frei Orlando, 170.
Centro – São João del-Rei, MG – 36307-352.
nepomuceno@ufsj.edu.br

Palavras-chave: Eficiência Energética, Pré-diagnóstico, Uso Racional de Energia.

Este artigo apresenta o Pré-diagnóstico Energético em estabelecimentos de ensino na região de São João del-Rei. O Pré-diagnóstico foi realizado por alunos do curso de Engenharia Elétrica sob a supervisão de professores do Departamento de Eletricidade da Universidade Federal de São João del-Rei em parceria com a Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG. A metodologia empregada, os benefícios para o processo de ensino/aprendizagem e os resultados possíveis de eficiência energética nestas escolas são destacados.

Keywords: Energetic Efficiency, Prediagnostic, Rational Energy Use.

This paper presents an energetic prediagnostic study in teaching establishments located in the area of São João del-Rei. This prediagnostic was carried out by students of Electrical Engineering under supervision of the professors of Department of Electrical Engineering at Universidade Federal de São João del-Rei with collaboration of Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG. The used methodology, the benefits for the process of teaching/learning and possible results of energetic efficiency in those schools are pointed out.

1. INTRODUÇÃO

Diante da atual crise energética mundial, o termo *eficiência energética* tem sido amplamente divulgado, seja no meio acadêmico ou industrial (GOLDEMBERG, 2000).

Reconhecendo a relevância desse tema o Governo Brasileiro criou a lei 9.991 de 24 de Julho de 2000, na qual estabeleceu a obrigatoriedade de aplicação de recursos por parte das concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica. O objetivo dessa lei é promover medidas que contribuam para a conservação e o combate ao desperdício de energia elétrica.

A partir da resolução nº 394 de 17 de Setembro de 2001, estabeleceram-se os critérios para a aplicação de recursos em Projetos de Eficiência Energética (PEE). Desde então, os PEEs devem seguir o modelo proposto pelo Manual do Programa de Eficiência Energética (ANEEL, 2001).

A efficientização de sistemas energéticos tem por

objetivo principal eliminar o desperdício de energia. Essa economia representa a redução de investimentos em novas usinas e linhas de transmissão, com a conseqüente preservação do meio ambiente e redução no valor da tarifa.

De acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, (Procel), uma das primeiras etapas para a efetivação de um PEE é a realização do *Pré-diagnóstico Energético*. No documento *Orientações Gerais para a Conservação de Energia em Prédios Públicos* (PROCEL, 2001), define-se que o *Pré-diagnóstico Energético* consiste em uma avaliação preliminar que tem por objetivo determinar o potencial de economia de energia em uma dada instalação.

Um aspecto importante na realização de um Pré-diagnóstico Energético é a coleta de dados, que envolve um trabalho de campo, da instalação e dos equipamentos a ela ligados. Estes dados fundamentam a escolha da metodologia a ser empregada nas etapas subsequentes do projeto de Eficiência Energética.

Além do aspecto tecnológico, muito se tem discutido a

importância da *Propagação da Eficiência Energética* na sociedade, através de mudanças culturais (SALUM, 2002). Mudanças de hábitos, rotinas no processo industrial podem representar significativa redução nos custos de energia elétrica.

Em função do que foi exposto, o envolvimento de cerca de 30 alunos do curso de Engenharia Elétrica na realização de Pré-diagnósticos contempla a formação de futuros profissionais que tenham, como parte de sua formação, a preocupação com a Eficiência Energética. Também permite que a Universidade atue na propagação da cultura da eficiência energética na sociedade.

Em parceria com a CEMIG, optou-se por atuar em estabelecimentos de ensino na região de São João del-Rei por acreditar que a efficientização energética dessas instituições apresentaria grande impacto na comunidade local, seja pela possível redução dos custos de energia ou pela melhoria na iluminação, que em cursos noturnos, é de considerável importância. Após a realização do Pré-diagnóstico será verificada a viabilidade, através da relação do custo/benefício, para que se possa solicitar a aprovação de recursos para investimentos a ANEEL. Essa etapa, entretanto, não é discutida neste trabalho.

Este artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, a metodologia empregada para a realização do Pré-diagnóstico é relatada. Os resultados obtidos são apresentados na Seção 3 e algumas perspectivas de economia de energia são discutidas na Seção 4. Em seguida, os comentários finais são feitos na Seção 5.

2. METODOLOGIA

2.1 Capacitação para a execução de Pré-diagnóstico

Antes da realização do Pré-diagnóstico, os alunos do curso de Engenharia Elétrica participaram de um curso de capacitação para a execução de Pré-diagnósticos fornecido pela CEMIG e realizado pela empresa DATTE (<http://www.datte.com.br>). Esse curso foi ministrado a distância utilizando os recursos da Internet.

O curso consistiu de três etapas:

1. Um curso de capacitação para realização de Pré-diagnóstico;
2. Fórum de debates sobre assuntos ligados à Eficiência Energética como um todo;
3. Fórum de debates sobre a realização de Pré-

diagnósticos.

2.2 Comentários sobre o curso à distância

A utilização de um curso on-line para a capacitação teórica dos alunos foi de extrema importância para a realização deste trabalho. A seguir, as vantagens e desvantagens dessa metodologia são apresentadas.

2.2.1 Vantagens

- Uso de recursos computacionais como animação gráfica e interatividade;
- Troca de informações entre alunos e demais participantes do curso, entre eles funcionários da Cemig e professores do DEPEL, através de um fórum virtual;
- Flexibilidade de horários para o acesso ao ambiente de aprendizagem, otimizando a dinâmica do curso.

2.2.2 Desvantagens

- Dependência da Internet para a realização do curso;
- Falta de contato pessoal entre os participantes do curso e os tutores;

2.3 Trabalho de campo

Após a realização do curso *on-line*, os alunos aplicaram os conhecimentos na realização do Pré-diagnóstico Energético em estabelecimentos de ensino previamente selecionados.

O trabalho de campo contribuiu para complementar a formação dos alunos, mostrando, na prática, as dificuldades e particularidades de situações encontradas na realização de Pré-diagnósticos.

Os alunos foram divididos em equipes de dois a quatro integrantes. Em média, gastaram 8h para realizar o Pré-diagnóstico. O principal problema encontrado foi a identificação de equipamentos e lâmpadas em pontos de difícil acesso.

2.4 Escolha dos Estabelecimentos de Ensino

A escolha dos estabelecimentos de ensino foi realizada por uma parceria entre o DEPEL, CEMIG e 34ª Superintendência Regional de Ensino (34ª SRE). Buscou-se um menor valor do quociente custo/benefício, fator importante para a aprovação de

um PEE, tendo por consequência um maior valor do quociente aluno/KWh. Partindo desse princípio, as escolas contempladas deveriam possuir, preferencialmente, as seguintes características em comum:

- Maior número de alunos matriculados;
- Aulas em horário noturno;
- Instalações em pior estado de conservação;
- Proximidade da cidade de São João del-Rei, para um melhor acompanhamento, quando da implantação das melhorias.

Como resultado desta análise, foram escolhidas escolas de 1º e 2º graus localizadas nas cidades de São João del-Rei, Santa Cruz de Minas e Ingaí, a sede da 34ª SRE, o Conservatório de Música e o Campus Dom Bosco da UFSJ. Mais de 12 mil alunos estudam nas escolas de 1º e 2º graus e outros 2 mil no Campus Dom Bosco.

3. RESULTADOS

A Figura 1 mostra uma das escolas contempladas pela realização do Pré-diagnóstico. Instalações elétricas antigas em prédios do início do Séc. XX apresentam grande potencial para efficientização. O Pré-diagnóstico também revelou problemas de segurança, que podem colocar em risco a vida dos alunos, conforme ilustra a Figura 2.



Figura 1 - Escola Municipal Maria Teresa, fundada em 1925.

Apenas para ilustrar um dos pontos em que se pode aplicar técnicas de efficientização energética, mostra-se na Tabela 1 a quantidade de lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 watts substituíveis encontradas nos estabelecimentos em que foram realizados os Pré-diagnósticos. Em termos de lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W, tem-se um total de 204,5kW instalados e que podem ser otimizados.



Figura 2 – Detalhe de um quadro de distribuição em uma das escolas.

Estabelecimento	Lâmpadas de 40 W
Campus D. Bosco	2586
34ª SER	78
E. E. Cônego O. Lustosa	217
E. E. Prof. Iago Pimentel	262
E. E. Evandro Ávila	78
E. E. Gov. Milton Campos	556
E. E. João dos Santos	206
E. E. Tomé Portes del-Rei	203
E. E. Amélia Passos	94
E. E. Ramiro de S. Andrade	150
E. E. Mateus Salomé	272
E. E. Min. Gabriel Passos	40
E. M. Maria Teresa	241
Conservatório E. Pe. José Maria Xavier	129
Total	5112

Tabela 1 - Número de lâmpadas do tipo fluorescente tubular de 40 W nos estabelecimentos de ensino em que foram realizados o Pré-diagnóstico.

4. DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do Pré-diagnóstico

Durante a realização do Pré-diagnóstico, os alunos participantes do treinamento encontraram problemas característicos da execução desse tipo de avaliação. Dentre os problemas encontrados pelos alunos podemos mencionar:

- Falta de documentação sobre as instalações elétricas;
- Falta de informação sobre o funcionamento de equipamentos;
- Não existência de um responsável pela manutenção das instalações elétricas de certas

escolas;

- Falta de identificação sobre grandezas elétricas nos equipamentos avaliados.

Além desses problemas, foi observado que algumas escolas, utilizam apenas metade de suas lâmpadas. Esse método de racionamento é totalmente inadequado, isso porque diminui o nível de iluminação das salas o que prejudica o rendimento de professores e alunos.

A convivência dos alunos com esses problemas ajudou na formação e aprimoramento do senso crítico dos alunos, sensibilizando-os da importância do trabalho desenvolvido.

4.2 Economia

A Tabela 2 mostra a redução de energia proveniente da troca das lâmpadas fluorescentes de 40W por lâmpadas fluorescentes mais modernas de 32W, preservando o nível de iluminação. Através da substituição deste tipo de lâmpada, obtém-se uma economia de aproximadamente 41000 W. Esta economia representa um alívio no sistema no horário de ponta, pois grande parte dos estabelecimentos de ensino funciona no horário noturno.

Tipo de lâmpada	32W	40W
Total de lâmpadas	5112	5112
Potência total	163584	204480
Total economizado	40896W	
Economia	20 %	

Tabela 2 - Economia de energia elétrica pela troca de lâmpadas de 40 W por lâmpadas mais eficientes de 32 W. Economia de aproximadamente 40 kW e alívio para o sistema no horário de ponta.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a realização do Pré-diagnóstico energético em estabelecimentos de ensino na região de São João del-Rei.

Dois pontos podem ser destacados como relevantes nesse trabalho. Primeiramente, o envolvimento de alunos com a eficiência energética, contribuindo para a propagação da cultura da Eficiência Energética (SALUM, 2002). Em segundo lugar, mostrou-se que o Pré-diagnóstico constitui-se em uma ferramenta eficiente para a avaliação das instalações elétricas e o seu potencial de eficiência energética. Mostrou-se que a troca de lâmpadas mais eficientes pode economizar quantidades significativas de energia

elétrica e que em alguns casos a segurança está comprometida e que medidas corretivas devem ser tomadas.

Espera-se que os resultados obtidos nesse trabalho forneçam os subsídios necessários para a realização do Diagnóstico e a implementação das medidas necessárias para a eficiência energética.

6. REFERÊNCIAS

- ANEEL. *Manual do Programa de Eficiência Energética*. Brasília, 2002.
- ANEEL. Resolução N° 394, de 17 de Setembro de 2001. Brasília, 2001.
- ANEEL. Resolução N° 492, de 3 de Setembro de 2002. Brasília, 2002.
- CEMIG. *Gestão Energética Empresarial: propagação da eficiência energética*. Belo Horizonte, 2003.
- COSTA, G. J. *Iluminação Econômica: cálculo e avaliação*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1988.
- GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. *São Paulo Perspec.*, vol, no.3, p.91-97.
- INEE. *A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético*. Rio de Janeiro, 2001.
- PROCEL. *Orientações Gerais Para Conservação de Energia em Prédios Públicos*. Brasília, 2001.
- SALUM, L. J. B. *Projeto Propagação da Eficiência Energética*. Belo Horizonte: CEMIG, 2002.

Legislação Consultada

- Lei N° 9991, de 24 de Julho de 2000. Brasília: Diário Oficial da União, 2000.
- Resolução n° 394 de 17 de Setembro de 2001, ANEEL.

Sítios Consultados

- <http://www.aneel.gov.br>
- <http://www.eletrobras.com/procell/>
- <http://www.inee.org.br>
- <http://www.mme.gov.br/>