



**XV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

**STE/18
17 à 22 de outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL
EDUCAÇÃO E GESTÃO DA TECNOLOGIA (STE)**

COENE – CURSO TECNOLÓGICO DE OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA

André Ramon Silva Martins*
Luiz Augusto Horta Nogueira

Jamil Haddad
Afonso Henriques Moreira Santos

EFEI

RESUMO

Diante da atual situação do setor energético nacional, as atividades de conservação de energia assumem um papel de grande importância. Neste sentido, a educação tem um papel fundamental como ferramenta de conscientização e de difusão de novas técnicas, metodologias e equipamentos. Ciente deste fato, a EFEI vem desenvolvendo, desde 1986, o COENE – Curso Tecnológico de Otimização Energética. Este trabalho tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos através da última edição do curso. Serão apresentadas, inicialmente, considerações gerais sobre o curso. Em seguida, um breve resumo dos trabalhos elaborados será desenvolvido, finalizando com as conclusões gerais acerca do COENE.

PALAVRAS-CHAVE

Uso racional de energia, educação

1.0 – O COENE

1.1 Introdução

O processo de globalização econômica que caracteriza o final do século XX impõe, como parte dos incessantes esforços das organizações em direção à competitividade, um compromisso com a redução dos desperdícios de qualquer natureza. Os benefícios resultantes do combate ao desperdício de energia elétrica são amplos e atingem tanto os usuários, reduzindo os custos associados ao consumo, como as empresas concessionárias, diminuindo a demanda em

um momento de preocupação com sua capacidade de atendimento. Uma outra consideração importante é a redução dos impactos globais ao meio ambiente na produção e no uso da energia elétrica.

As atividades de educação, neste contexto, tem um papel de grande relevância como instrumento de divulgação das técnicas relacionadas com o uso racional de energia, além de ser responsável pela formação de profissionais conscientes que atuem como elementos multiplicadores desta temática.

Neste sentido, a Escola Federal de Engenharia de Itajubá vem desenvolvendo o COENE - Curso Tecnológico de Otimização Energética, o qual é patrocinado pelo PROCEL. O curso busca dar uma visão abrangente e integrada dos temas fundamentais e aplicados relacionados com o Uso Racional de Energia, sendo direcionado aos profissionais do Setor Elétrico e do meio empresarial em geral. Em sua última edição, realizada em junho de 1997, contou com a presença de 20 participantes de diversas regiões e formações, sendo a maioria formada por engenheiros eletricitistas. A origem e formação dos participantes estão apresentadas no Tabela 1.

É importante ressaltar o envolvimento de alunos da EFEI, inscritos no curso ENERGE – Energia e Educação no 3º Grau, também patrocinado pelo PROCEL, com os participantes do COENE. O ENERGE é um curso direcionado para os alunos de graduação dos cursos de engenharia mecânica e elétrica e voltado para o tema conservação de energia. Neste sentido, foi uma ótima oportunidade para os alunos terem contato com profissionais experientes,

acompanhando-os na realização de atividades de campo. Além disso, como para a conclusão do Enege exige-se a realização de um trabalho prático, alguns alunos desenvolveram estas atividades juntamente com os participantes do COENE, ocasião onde tiveram a oportunidade de desenvolver seus trabalhos com informações e sugestões de profissionais especializados.

TABELA 1 - Relação dos participantes do curso

Empresa	Formação
CEB	Engenheiro Eletricista
CEMIG	Engenheiro Eletricista (4)
CEPEL	Engenheiro Eletricista
CEPEL	Mestre em Eng ^a Elétrica
CESP	Sup Adm. Empresa
ELETRONORTE	Engenheiro Eletricista (3)
ELETRONORTE	2º Grau Técnico
ELETROSUL	Engenheiro Eletricista
ELETROSUL	Engenheiro Mecânico
ELETROSUL	Técnico em Eletrônica
FURNAS SP	Engenheiro Eletricista
FURNAS BH	Engenheiro Eletricista
ITAIPIU BINAC.	Engenheiro Eletricista
LIGHT SESA	Engenheiro Eletricista
PARTICULAR	Engenheiro Eletricista

1.2 Programa

O COENE possui um programa dividido em duas partes básicas, uma teórica, com 20 horas, e uma prática, com cerca de 42 horas. Deve-se ressaltar que a parte teórica também inclui, além da apresentação dos fundamentos de cada disciplina e da revisão dos conceitos e metodologias para eliminação dos desperdícios e promoção do uso racional de energia elétrica, exemplos práticos e estudos de caso, procurando-se valorizar o lado concreto e aplicado do conhecimento. O curso apresenta ainda uma série de atividades paralelas, como palestras e atividades sociais, totalizando um programa de 80 horas. A relação das aulas ministradas é apresentada na Tabela 2 e a relação das palestras na Tabela 3.

1.3 Material Utilizado

Os participantes do COENE receberam, além de diversos acessórios como bolsa e blocos, uma apostila contendo todo o conteúdo ministrado durante o programa de aulas teóricas. Durante o curso receberam também, como material complementar à apostila, os estudos de casos desenvolvidos durante as aulas.

Após o encerramento da parte teórica, a sala de aula transformou-se em local para o encontro dos diversos grupos e para a realização de debates. A sala foi equipada com seis microcomputadores, que serviram para dar forma ao relatório e para a utilização dos softwares necessários para a análise dos dados levantados em campo. Para a realização do trabalho prático os participantes contaram ainda com uma série de equipamentos de medição, incluindo um analisador de redes que, além de outras possibilidades, traça a curva de carga de uma determinado local durante o período em que está instalado.

TABELA 2 - Programa de Aulas

Temas
Conceitos de Energia
Auditoria Energética
Sistemas Frigoríficos
Ar Condicionado
Uso Racional de Energia Térmica
Cogeração: conceitos e aplicações
Conversores de Frequência e MIT
Sistemas de Acionamento
Análise Econômica Aplicada
Tarifação de Energia Elétrica
Sistemas de Iluminação
Diagnóstico Energético
Bombas e Ventiladores
Discussão do Projeto Reparo de MIT
Discussão do Projeto COPASA-EFEI

Tabela 3 - Programa de Palestras

Tema	Responsável
DSM/GLD - Gerência pelo lado da demanda ESCO's	João Carvalhaes CEMIG Reginaldo Vinha ABESCO

Na parte teórica efetua-se ainda uma análise dos softwares disponíveis no mercado e discute-se as novas tecnologias para atendimento dos diversos usos finais. Na parte prática os grupos de trabalho desenvolvem trabalhos em pequenas e médias empresas, incluindo-se medidas e avaliações em equipamentos e sistemas e estudos técnicos e econômicos de redução de perdas, visando o efetivo contato com a realidade existente entre os consumidores e permitindo que o participante utilize em casos concretos as metodologias apresentadas na parte teórica do curso.

2.0 – TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Aos participantes do COENE foram oferecidas seis empresas distintas para a realização do trabalho prático, sendo o número máximo de integrantes de cada equipe previamente determinado em função do porte da empresa a ser estudada, como apresentado na Tabela 4. Após a descrição de cada empresa e dos possíveis pontos de estudo em cada uma delas, os participantes escolheram aquela de seu maior interesse, sendo no final formados cinco grupos. As empresas escolhidas foram: Caixa Econômica Federal, IMBEL, Padaria Morro Chic, COPASA - Captação e ETA, COPASA - Vista Verde.

TABELA 4- Empresas sugeridas para a realização do trabalho prático

Empresa
Caixa Econômica Federal
COPASA - Vista Verde
COPASA - Captação + ETA
IMBEL
Padaria Morro Chic
USIMICRON

Essencialmente, o Trabalho Prático compõe-se de etapas sequenciais, partindo da seleção dos locais a serem estudados, identificação das perdas, sua quantificação, a proposição de meios para sua redução (tecnológicos ou operacionais) e, finalmente, como etapa conclusiva, a avaliação técnico-econômica da oportunidade de se conduzir a modificação proposta. A seguir apresenta-se um resumo das atividades desenvolvidas em cada trabalho, ressaltando-se apenas os tópicos abordados e o nível de economia estimado.

2.1 Caixa Econômica Federal

O edifício sede da Caixa Econômica Federal é um edifício de médio porte com alguma iluminação natural em quase todos os ambientes. Possui uma demanda máxima de potência de 58 kW e um consumo mensal de energia de ordem de 9.310 kWh. Os estudos foram desenvolvidos em 3 áreas: iluminação, condicionamento de ar e análise das contas de energia.

Ao final dos estudos sugeriu-se a modificação da tarifação convencional para a horosazonal azul, o que implicaria em uma redução de 11% no valor da conta de energia. Com relação ao sistema de ar condicionado, foram feitas simulações onde foi mostrado que uma redução de 5 °C na temperatura do condensador, que ficava normalmente exposto diretamente ao sol, traria uma redução no consumo de

energia de cerca de 4,5%. Finalmente, com relação ao sistema de iluminação, foram propostas várias providências, como a pintura de luminárias com tinta reflexiva branca, a pintura dos brises com tinta de cor clara e a substituição de lâmpadas. Neste último caso poderia-se reduzir a conta em 2235 kWh (~24%) em um projeto com tempo de retorno de 1,8 anos.

2.2 Imbel

A Imbel – Indústria de Material Bélico do Brasil possui uma potência instalada de 2 MW e possui uma usina para geração própria que gera cerca de 435 MWh/mês. Dentro da fábrica, foi analisada a seção de tratamento térmico, onde foram enfocados os seguintes usos: iluminação, fornos e sistema de ar comprimida.

Com relação ao sistema de iluminação, com medidas como a utilização do nível de iluminância adequada e a introdução de medidas de rotina, estimou-se uma redução do consumo da ordem de 2.225 kWh/mês no galpão, para investimentos com tempo de retorno de 2 anos. Para o forno existente no setor, verificou-se que o mesmo opera com uma eficiência muito baixa e que a simples utilização de uma tampa traria uma economia de cerca de 890 kWh/mês. Finalmente, o sistema de ar comprimido mostrou-se com uma eficiência relativamente boa, não compensando nenhuma medida para torná-lo ainda mais eficiente.

2.3 Copasa - Captação

A COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais abastece a cidade de Itajubá. O volume médio de água tratada é de 200 l/s. Possui uma demanda média registrada de 258 kW e um consumo médio mensal de energia de 126.900 kWh. Foram realizadas atividades de uso racional de energia envolvendo transformadores, quadro de distribuição de circuitos e motores.

Através dos estudos realizados percebeu-se que, a partir de medidas como substituição de transformadores, correção de aterramento, substituição de motores e adequação do contrato de fornecimento, é possível uma redução de cerca de 2.150 kWh/mês.

2.4 Copasa – Vista Verde

A subestação da Copasa no bairro Vista Verde é responsável pelo atendimento de água potável a cerca de 55 residências. O sistema é composto por um motor de 15 CV e por uma bomba de vazão nominal de 15,7 m³/h. Foram analisadas opções para a operação do sistema de bombeamento buscando uma alternativa

que conduziu a um menor consumo de energia. Após o levantamento das características de consumo do local, das potências consumidas em cada equipamento e do potencial de conservação de energia, chegou-se a um valor estimado de cerca de 12% para a redução do consumo. Entretanto a alternativa apresentada acabou mostrando-se inviável frente ao nível de investimento requerido.

2.5 Padaria Morro Chic

A Padaria Morro Chic possui uma produção de 7.000 a 10.000 unidades diárias. A padaria mostrou-se um lugar de interesse para a realização das atividades do curso por oferecer a possibilidade de análise de seus fornos, cada qual consumindo um insumo diferente: lenha, gás e energia elétrica. Foram realizadas atividades também relacionadas ao seu sistema de iluminação e ao seu sistema de refrigeração.

Entre as conclusões alcançadas, verificou-se a desvantagem do forno elétrico frente aos outros. O grande consumo de energia neste equipamento torna-o economicamente não vantajoso com relação aos fornos a lenha e a gás. Também percebeu-se que medidas de manutenção do sistema de armazenagem de lenha, buscando evitar a umidade e mantendo-a aquecida, conduzem a uma economia de cerca de 25% do consumo mensal deste energético.

3.0 AVALIAÇÃO

3.1 Avaliação dos alunos

A avaliação dos alunos participantes do COENE foi feita basicamente através da análise do relatório final entregue e da apresentação do trabalho prático durante o último dia do curso. A entrega dos diplomas foi feita após as apresentações dos trabalhos, contando com a participação do Sr. Milton Marques, Coordenador da área de Educação do PROCEL.

3.2 Avaliação do curso

Ao final do COENE, os participantes preencheram um formulário de avaliação do curso, o qual consistia basicamente de questões de múltipla escolha e de um espaço reservado para eventuais sugestões. No item Avaliação dos Instrutores, os participantes poderiam fazer a avaliação de maneira genérica (o que ocorreu em 41% dos casos) ou nominalmente (59%). Aqui será apresentado o resultado geral, composto de todas as avaliações. Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 1 a 10, mostradas a seguir.

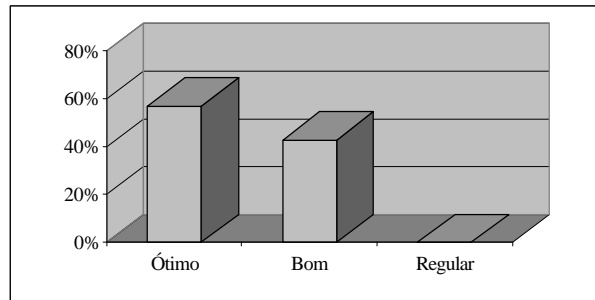


FIGURA 1 - Avaliação do curso

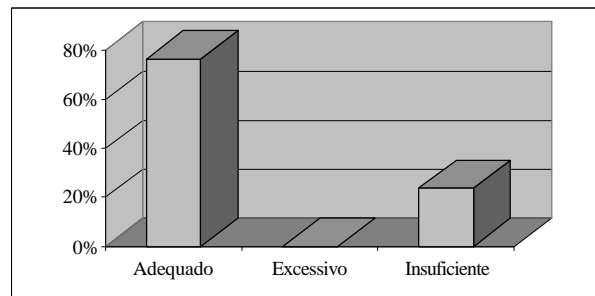


FIGURA 2 - Tempo de duração do curso

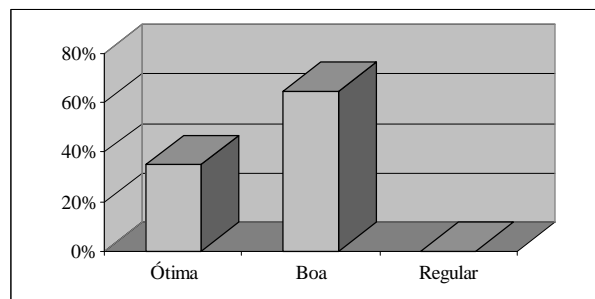


FIGURA 3 - Metodologia de ensino

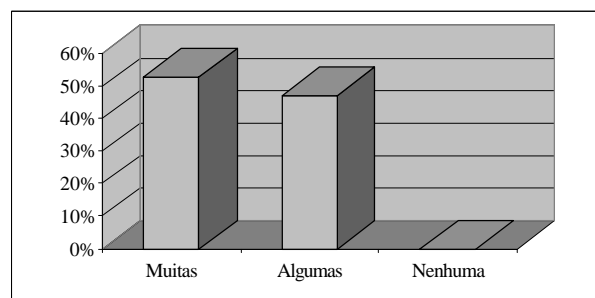


FIGURA 4 - Oportunidades de debates

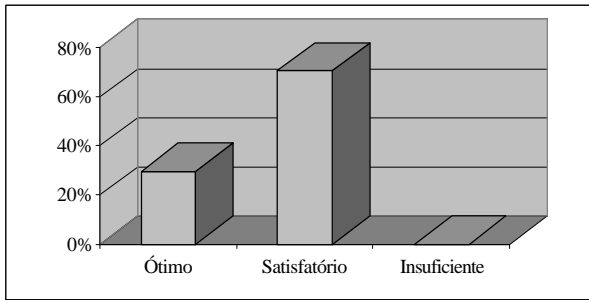


FIGURA 5 - Material Distribuído

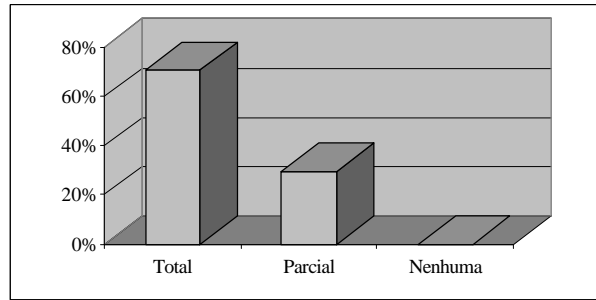


FIGURA 9 - Aplicabilidade na empresa

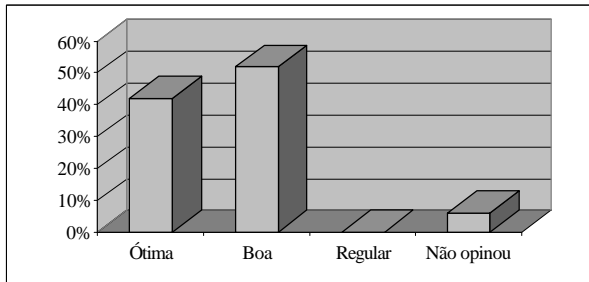


FIGURA 6 - Capacidade de Transmitir dos Instrutores

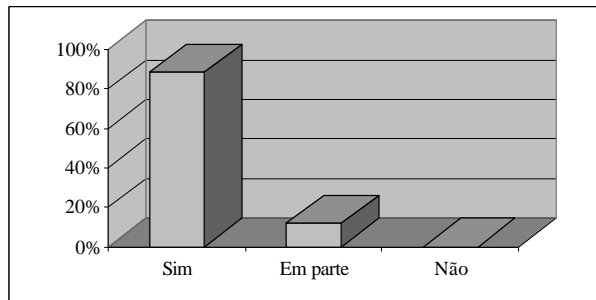


FIGURA 10 - Suas expectativas foram satisfeitas?

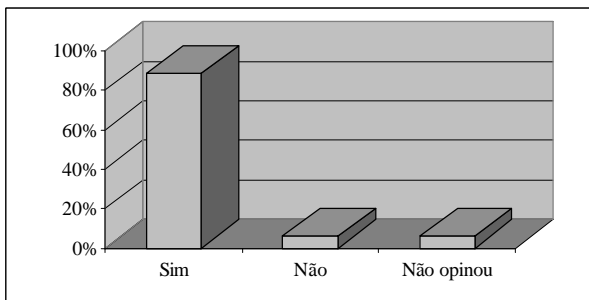


FIGURA 7 - O programa foi totalmente cumprido?

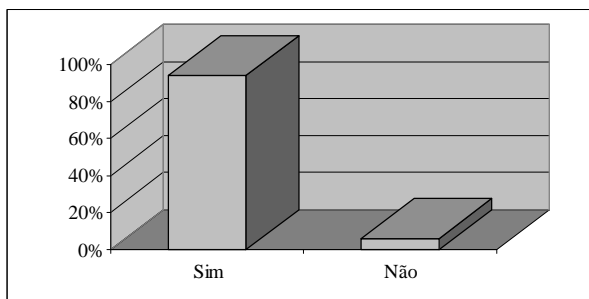


FIGURA 8 - O tema relaciona-se com seu trabalho?

3.3 Sugestões e Comentários

Entre as principais sugestões feitas pelos participantes do curso encontram-se as relacionadas abaixo.

- Promover encontros sobre conservação de energia;
- Promover cursos de pós-graduação sobre conservação de energia;
- Promover edição de revista sobre conservação de energia para divulgação de experiências;
- Aumento da carga horária, principalmente nas disciplinas de mecânica;
- Realizar um COENE 2 com alunos que já cursaram;
- Realizar cursos específicos de uma semana;
- Monitoramento do acompanhamento de cada participante durante o curso;
- Aprofundar em temas mais específicos como fornos a carvão/elétrico/gás/óleo/lenha e ar condicionado;
- Facilitar o acesso aos dados das empresas visitadas;
- Número máximo de integrantes por equipe não exceder três.

4.0 CONCLUSÃO

O COENE, após duas semanas de realização, atingiu seus objetivos, alcançando as metas propostas. O programa foi cumprido em sua totalidade, havendo espaço para debates e troca de experiências, ocorrendo inclusive palestras de alguns dos participantes do curso sobre suas atividades em suas respectivas empresas.

A avaliação do curso, feita pelos alunos, mostrou um nível de satisfação elevado, com cerca de 90% dos participantes tendo suas expectativas totalmente satisfeitas. O tempo de duração do curso mostrou-se ser o ideal, estando dentro da realidade dos participantes, cuja disponibilidade depende das empresas onde trabalham.

Também é importante se analisar as deficiências do curso e tentar encontrar suas causas para que estas falhas possam ser corrigidas. Aproximadamente 10% dos alunos tiveram suas expectativas com o curso alcançadas em parte. Em uma análise mais detalhada de suas avaliações, percebe-se que a principal reivindicação refere-se à necessidade de se tratar de maneira mais profunda alguns temas específicos, especialmente os que envolvem conceitos de engenharia mecânica, como fornos e sistemas de ar-condicionado. Tal fato se justifica pela característica de formação dos participantes, que em sua maioria são engenheiros eletricitas. Entre aqueles que acharam a duração do curso insuficiente (20%), a maioria acha que a teoria foi dada em um tempo muito reduzido.

O COENE mostrou-se, enfim, um curso dinâmico, cuja estrutura, mesclando aulas teóricas com atividades práticas, permite que a experiência de cada participante seja partilhada por todos. Houve um bom entrosamento entre os alunos, professores e colaboradores, criando um clima favorável para o desenvolvimento dos trabalhos.

5.0 – DADOS BIOGRÁFICOS

André Ramon Silva Martins nasceu em São Paulo em 25-05-71. Concluiu o curso de graduação e mestrado em Engenharia Mecânica na Escola Federal de Engenharia de Itajubá em 1993 e 1996 respectivamente. Trabalha desde então no desenvolvimento de programas de conservação de energia. Principais áreas de atuação: cogeração, sistemas térmicos, uso racional de energia e análise exergética.