

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A EDUCAÇÃO E A SUA IMPORTÂNCIA NA TECNOLOGIA DA OTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA

ANDRÉ RAMON SILVA MARTINS, JAMIL HADDAD, LUIZ AUGUSTO HORTA NOGUEIRA,
AFONSO HENRIQUES MOREIRA SANTOS, ROBERTO AKIRA YAMACHITA
EFEI – ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
GEE – GRUPO DE ESTUDOS ENERGÉTICOS

Uso racional de energia, Eficientização energética, Educação

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

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.

Além disto, no atual contexto do setor elétrico nacional as empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica, face às obrigações contratuais com a ANEEL, devem investir parte de seu faturamento em atividades de conservação de energia, que assumem conseqüentemente uma posição de grande importância.

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, desde 1986, o COENE - Curso Tecnológico de Otimização Energética, o qual é patrocinado pelo PROCEL. O curso, destinado aos profissionais das empresas concessionárias de energia elétrica, busca dar uma visão abrangente e integrada dos temas fundamentais e aplicados relacionados com o Uso Racional de Energia, sendo também direcionado aos profissionais de outros setores do meio empresarial em geral. O COENE mostrou ser um curso dinâmico, cuja estrutura, mesclando aulas teóricas com atividades práticas, permite que a experiência de cada participante seja partilhada por todos. Este artigo tem como objetivo apresentar as atividades realizadas e os resultados obtidos através dos trabalhos desenvolvidos em suas duas últimas edições.

2. O COENE

O Curso Tecnológico de Otimização Energética, como citado anteriormente, tem como objetivo fornecer aos profissionais relacionados com o setor elétrico uma visão abrangente e integrada da temática do Uso Racional de Energia. Suas duas últimas edições ocorreram em junho de 1997 e dezembro de 1999, contando com a presença, respectivamente, de 20 e 13 participantes de diversas regiões e formações, sendo a maioria formada por engenheiros eletricitas. Apesar do curso ser dimensionado para 20 participantes, em sua última edição o número foi menor devido a 7 desistências de última hora. Estas ocorreram principalmente pelo fato do curso estar sendo realizado durante o mês de dezembro, mês que se mostrou crítico com relação à liberação de profissionais por parte das empresas. A origem dos participantes está apresentada no Tabela 1.

Tabela 1 – Participantes do COENE por Empresa

Empresa	Participantes	
	1997	1999
CEB	1	
CEMIG	1	2
CELPE	2	1
CESP	1	
CHESF		1
ELETRONORTE	2	
ELETROSUL	3	
ESCELSA		1
FURNAS	2	4
ITAIPU BINAC.	1	
LIGHT SESA	1	
PARTICULAR	1	4

2.1. 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.

Tabela 2 - Programa de Aulas

Temas
Conceitos de Energia
Auditoria Energética
Diagnóstico Energético
Tarifação de Energia Elétrica
Sistemas de Iluminação
Sistemas Frigoríficos
Ar Condicionado
Caldeiras e Fornos
Bombas e Ventiladores
Cogeração
Sistemas de Acionamento
Conversores de Frequência e MIT
Qualidade da Energia
Análise Econômica Aplicada
Discussão de Projetos

Os laboratórios da EFEI servem também como local para a aplicação de aulas. Entre os laboratórios utilizados no COENE estão o laboratório de conservação de energia, o laboratório de máquinas térmicas, o laboratório de bombas e ventiladores e a PCH Luiz Dias.

2.2. Material Utilizado

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

Após o encerramento da parte teórica, inicia-se a execução de trabalhos práticos. Para tanto é disponibilizada uma sala com microcomputadores interligados em rede, impressoras, scanners e uma máquina de fotografia digital, que servirão 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 contam ainda com uma série de equipamentos de medição, incluindo um analisador de redes que, além de outras possibilidades, traça a curva de carga de um determinado local durante o período em que está instalado.

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.

A seguir apresenta-se um breve resumo sobre o conteúdo dos capítulos da apostila do curso.

Conceitos de Energia

O campo dos estudos energéticos é bastante vasto, cobrindo desde o uso dos recursos naturais até os aspectos relacionados ao desempenho das modernas tecnologias, bem como permitindo uma abordagem que considere apenas os temas de caráter técnico ou envolva seus componentes sócio-econômicos e ambientais, inclusive quanto à sua evolução histórica e suas perspectivas futuras. Para este largo campo de conhecimento, cuja extensão é também uma medida de sua fronteira com o desconhecido, procura-se efetuar uma revisão das definições, das leis básicas e da terminologia empregada, fornecendo elementos para os posteriores estudos e avanços na área energética, em particular buscando fundamentar sua racional utilização dos fluxos de energia.

Auditoria Energética

A primeira ação para procurar reduzir os desperdícios de energia será necessariamente tratar de conhecer como a energia é usada, onde e com qual desempenho. É este o objetivo da Auditoria Energética, que fornecerá as informações a partir das quais se desenvolverá um eventual Programa de Uso Racional de Energia. Neste tópico, procura-se apresentar e discutir os métodos e procedimentos desta análise dos fluxos energéticos junto às unidades de consumo, considerando, principalmente, a realidade das empresas industriais e comerciais, para as quais são comentadas algumas experiências no contexto brasileiro.

Sistemas de Acionamento

Recentemente o setor elétrico brasileiro tem adotado uma postura de conservação de energia. Há uma grande ênfase na busca de potenciais de conservação, tais como em iluminação, sistemas térmicos, correção de fator de potência, horário de verão e, de uma forma especial, em motores elétricos, principalmente com os motores de indução trifásicos. Muito embora os motores de indução sejam máquinas intrinsecamente eficientes, pode-se explicar este fenômeno através de duas razões principais: a grande quantidade de motores instalados e a aplicação ineficiente dos mesmos. De fato, uma pesquisa recente mostrou que, em média, cerca de 50% das cargas elétricas industriais são compostas por motores de indução, chegando a 70% em algumas regiões do país. Por outro lado, é muito comum encontrar-se o chamado motor sobredimensionado, ou seja, motores acionando cargas muito inferiores à sua capacidade nominal, acarretando em baixos fatores de potência e rendimentos. Neste tópico serão apresentados alguns pontos importantes em se tratando de conservação de energia em motores elétricos, desde a avaliação do real potencial de economia, até a análise de investimento na implantação de alguma medida de conservação, sempre à luz de critérios técnicos e econômicos.

Bombas e Ventiladores

O conjunto moto-bomba ou moto-ventilador é o último a ser selecionada em uma instalação. O conhecimento da vazão (Q) necessária à instalação, diâmetro do tubo e perdas de carga na linha darão subsídios para a determinação da altura total de elevação (H) no caso das bombas e para a diferença de pressão total (Δp_t) no caso de ventiladores. Com esse par de valores, Q e H ou Δp_t , acrescido da rotação é possível selecionar o conjunto. Para que se tenha um menor consumo possível de energia, é de fundamental importância a seleção adequada da bomba ou do ventilador e de seu motor de acionamento. Este tópico faz um apanhado geral dos geradores de fluxo, mostrando seus tipos, curvas características, comportamento à rotação constante e variável. Também é feita uma análise global do conjunto mostrando alguns tipos de acoplamento entre o motor e o gerador.

Conversores de Frequência e MIT

A crescente evolução tecnológica na área de semicondutores de Potência e na de Microprocessadores tem contribuído significativamente para uma redução substancial dos custos dos Inversores de Frequência. Com a crescente preocupação da Conservação de Energia, principalmente na área industrial, estes inversores vêm ganhando dia a dia uma maior

aceitação no que se refere ao controle de velocidade de motores de indução para acionamentos de bombas, ventiladores, compressores, etc. A principal característica que torna atraente, sob o ponto de vista econômico, o trinômio Inversor-Motor-Bomba (ou quaisquer outros citados anteriormente) é que se obtém o ponto ótimo de trabalho por conjunto, com conseqüente redução das perdas, de modo que o tempo de retorno do investimento torna-se substancialmente reduzido.

Tarifação de Energia Elétrica

A utilização de energia elétrica de forma racional, antes de significar uma redução nos custos de uma empresa, deveria sim retratar uma tomada de consciência por parte dos usuários. Mas, na realidade, muitos consumidores são inicialmente motivados a desenvolver um programa de emprego eficiente da energia buscando principalmente uma redução na sua fatura de energia. Desta forma, por um caminho ou outro, é necessário conhecer de que forma a energia é consumida. Por isso é importante acompanhar o consumo de energia registrando os dados mensais provenientes da conta de energia elétrica e interpretando-os adequadamente. Tarifas de consumo e demanda, tarifação convencional e horosazonal, horário de ponta e fora de ponta, tarifa de ultrapassagem e fator de carga são exemplos de termos que bem compreendidos podem facilitar o desenvolvimento e implementação de um programa de redução de custos em equipamentos e sistemas que mais consomem energia, bem como analisar o desempenho de programas diários e semanais de uso racional de energia elétrica.

Sistemas de Iluminação

No Brasil, o sistema de iluminação representa aproximadamente 17% do consumo total de energia elétrica, 25% do consumo residencial e 44% do consumo no setor de serviços, dispersos em mais de 30 milhões de domicílios e 3 milhões de estabelecimentos comerciais e de serviço. No setor residencial, ainda predominam as lâmpadas incandescentes que, além da baixa eficiência, são mal utilizadas. São utilizadas luminárias que não aproveitam plenamente a fonte de luz e é comum encontrarmos ambientes bem iluminados com pouca utilização ou taxa de ocupação. Infelizmente, ainda são construídos prédios com projetos de concepção e equipamentos ineficientes, visando uma economia no investimento inicial em detrimento de um custo operacional menor. No setor industrial, a iluminação representa apenas 2% do consumo de energia elétrica. Embora pequeno quando comparado com outros setores, a perspectiva de economia é alta devido à grande utilização de lâmpadas ineficientes. Na iluminação pública, que responde por cerca de 3,5% do mercado de energia elétrica, a economia de energia pode vir, por exemplo, do controle de iluminação de acordo com o horário de movimento. Desta maneira, percebe-se que a iluminação é um item de relevância ao se tratar de programas de conservação de energia, e que, a partir de pequenas medidas, como a simples substituição de lâmpadas ineficientes (incandescentes ou mistas) por outras de alta eficiência (lâmpadas de vapor de mercúrio ou vapor de sódio de alta pressão), podem ser obtidas grandes reduções de consumo de energia elétrica.

Sistemas Frigoríficos e Ar Condicionado

A refrigeração industrial e principalmente o ar condicionado consomem parte significativa da energia elétrica das concessionárias, seja no congelamento e conservação de alimentos, na refrigeração de bebidas ou seja na climatização de edifícios, shopping centers, hospitais, igrejas, residências e outros. Assim sendo, qualquer trabalho nestas áreas no sentido de economizar energia é de grande importância. A escolha de sistemas adequados a cada situação, o uso de equipamentos mais eficientes, o uso da termoacumulação para redução da demanda bem como para o deslocamento da carga elétrica para fora do horário de ponta podem contribuir bastante para a conservação de energia. Para que se possa atuar nos sistemas, no entanto, é necessário que se tenha um bom conhecimento nas áreas de refrigeração e ar condicionado. Este tópico tem o objetivo de apresentar uma introdução nessas áreas, esperando que este possa ser útil nesses dias de energia escassa onde a preocupação com a conservação de energia é grande.

Cogeração

O crescimento do consumo de energia elétrica no Brasil vem apresentando sustentada evolução nos últimos anos, implicando em taxas anuais de expansão significativamente superiores ao crescimento da economia e da própria demanda energética como um todo. Entretanto, por diversos fatores, a capacidade de atendimento desta expansão, mediante tecnologias convencionais, por parte do Setor Elétrico tradicional (empresas de geração e concessionárias de distribuição) vem se mostrando cada vez mais limitada. Também, como elemento importante neste cenário, tem-se o progressivo câmbio institucional no setor energético e especialmente na área de energia elétrica, com expectativas de maior participação das unidades de autoprodução sob administração privada, em um contexto de estímulo à competição na oferta energética. Assim, a expansão da cogeração parece encontrar seu momento propício e se destaca como um dos principais e com certeza mais racionais caminhos para inserir novas unidades de produção de energia elétrica à capacidade instalada no Brasil.

Caldeiras e Fornos

As indústrias, de maneira geral, buscam constantemente reduzir os custos relacionados com seus processos de produção. Como estas indústrias quase sempre utilizam, de alguma forma, a energia térmica, o uso racional desta forma de energia torna-se um item de grande importância nos programas de redução dos desperdícios de energia. A utilização eficiente da energia térmica promove, além da redução de custos e redução dos desperdícios de energia, uma série de outras vantagens, especialmente do ponto de vista ambiental.

Análise Econômica Aplicada

A discussão técnica dos problemas energéticos é de fundamental importância na discussão sobre os programas de conservação de energia. Entretanto, não se pode esquecer o aspecto econômico, que é um fator relevante para a determinação da viabilidade de qualquer opção de investimento e que fornece dados determinantes para a consecução dos programas de Uso Racional de Engenharia Elétrica. Neste tópico, é feita uma apresentação das fórmulas mais usuais da Engenharia Econômica. Também discute-se os vários tipos de problemas relativos à administração energética e procura-se conceituar os fundamentos da análise econômica, aplicando a situações corriqueiras da indústria.

3. TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Em cada edição do COENE são apresentadas algumas empresas onde existe potencial para a realização de trabalhos de eficiência energética. Após uma descrição de cada empresa e dos possíveis pontos de estudo em cada uma delas, os participantes escolhem aquela de seu maior interesse, sendo no final formados grupos de no máximo cinco elementos. Cada grupo fica sob a orientação de um instrutor que acompanha o grupo em todas as suas atividades. As empresas escolhidas são apresentadas a seguir.

TABELA 3- Empresas analisadas

1997	1999
Caixa Econômica Federal	Supermercado Alvorada
COPASA - Vista Verde	Santa Casa de Itajubá
COPASA - Captação + ETA	Massas Ferrini
IMBEL	Clube Itajubense
Padaria Morro Chic	

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 à 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.

3.1. 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.

3.2. 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 comprimido.

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.

3.3. 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.

3.4. 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 conduzisse 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.

3.5. 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 se percebeu 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.

3.6. Supermercados Alvorada

O Supermercado Alvorada é o maior supermercado da cidade de Itajubá. A empresa tem 108 funcionários e trabalha basicamente com comércio varejista e de alta rotatividade de alimentos, produtos de limpeza e miudezas em geral, intercalado com atividades de açougue, panificação e confeitaria. O supermercado tem uma demanda da ordem de 149 kVA com predominância das cargas de refrigeração com dois motores compressores de 5 CV, dois de 10 CV, um de 15 CV e outro de 20 CV, seguida das cargas de iluminação, forno de panificação de 34 kW.

A auditoria energética, por uma questão de tempo, concentrou-se nos seguintes usos finais: iluminação interna, sistema de refrigeração utilizado nas câmaras frias e fornos. Como resultado está a sugestão de mudança do atual sistema de entrada para uma nova subestação para, juntamente com a redução de energia ocasionada pela adequação da iluminação e retirada de operação dos fornos no horário de ponta, alterar o contrato de fornecimento. Neste caso teríamos uma redução de aproximadamente 3.400 kWh/mês e 26 kW no horário de ponta, o que conduz, pela alteração do contrato de fornecimento, a uma redução de 60% no valor da conta de energia.

3.7. Hospital Escola

O Hospital Escola (HE) é um hospital de clínica geral, pertencente à Faculdade de Medicina de Itajubá, utilizado também como fonte de estudo e residência médica. Conta com 295 funcionários e 125 médicos, além de 120 estudantes de 5º e 6º anos do curso de medicina. O consumo médio do HE é de 65.490 kWh e a demanda média registrada é de 174 kW, sendo a demanda máxima registrada de 187 KW. O fator de carga médio é de 0,514 e a carga instalada total é de 745,50 KW.

Os maiores potenciais de efficientização estão no sistema iluminação, no sistema de aquecimento de água com energia solar e no rendimento dos motores da lavanderia. Entre as conclusões obtidas estão que a substituição de lâmpadas e reatores por similares de alto rendimento poderá gerar economia de até 63 % com um prazo de retorno de menos de 1 ano e que a mudança no horário de funcionamento da lavanderia para o horário das 6h às 18h associado à passagem para o sistema tarifário azul com demanda contratada na ponta de 80 kW poderá gerar uma diminuição de 17 % na fatura de energia.

3.8. Massas Ferrini

Esta empresa tem como principal processo produtivo da empresa a fabricação, secagem, empacotamento e comercialização de massas alimentícias. Cerca de 95% da carga instalada são de motores elétricos. Foram analisados os seguintes tópicos: motores elétricos, correção do fator de potência, fornos, sistema de iluminação e adequação tarifária.

Neste caso, os motores encontram-se bem dimensionados. Como estes representam quase a totalidade do consumo, a economia restringiu-se à correção do fator de potência. Quanto à energia térmica, foi identificado um potencial de redução de 25% no consumo de lenha

3.9. Clube Itajubense

A instalação do Clube Campestre Itajubense concentra-se em uma área total de aproximadamente 56.000m². Por se tratar de uma sociedade civil para fins de entretenimento e lazer, o clube dedica-se à prestação de serviços aos associados basicamente no que se refere à recreação, esportes em geral, relaxamento e atividades correlatas. Neste caso, os itens analisados foram: transformadores, distribuição de energia elétrica, iluminação, bombeamento, aquecimento e refrigeração.

Com base nas análises dos dados levantados foram identificadas medidas de utilização racional de energia que proporcionam uma redução de 4.994 kWh/mês no consumo de energia (15,5 % em relação ao consumo total da instalação), com tempo de retorno de 18 meses.

4. AVALIAÇÃO

4.1 Avaliação dos alunos

A avaliação dos alunos participantes do COENE é realizada basicamente através da análise do relatório final entregue e da apresentação do trabalho prático durante o último dia do curso.

4.2 Avaliação do curso

Ao final do COENE, os participantes preenchem 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 podem fazer a avaliação de maneira genérica ou nominalmente. A seguir será apresentado o resultado geral, composto de todas as avaliações.

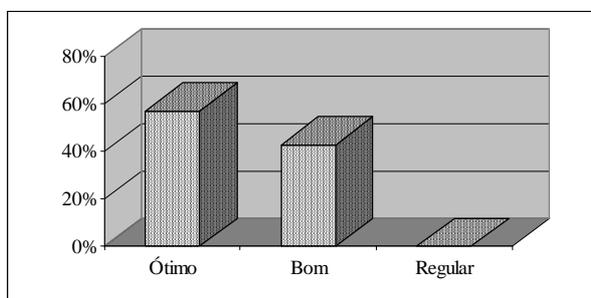


Figura 1 - Avaliação do Curso

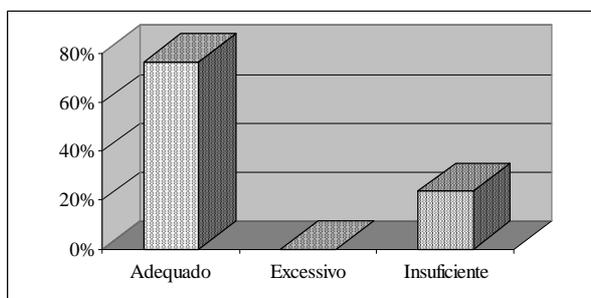


Figura 2 - Tempo de Duração do Curso

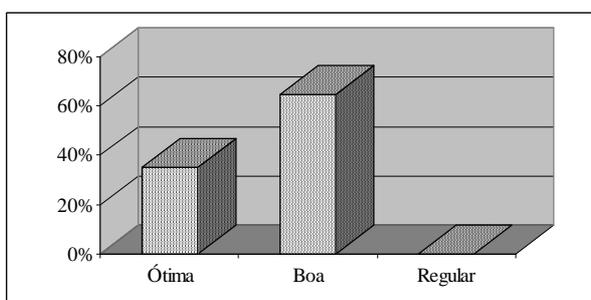


Figura 3 - Metodologia de Ensino

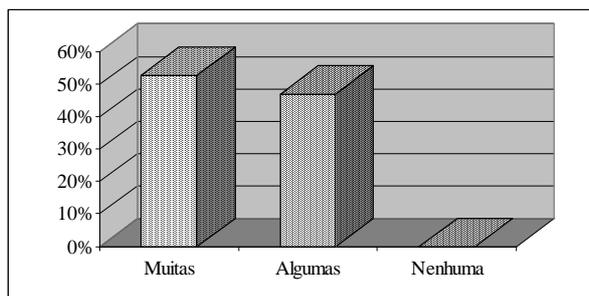


Figura 4 - Oportunidades de Debates

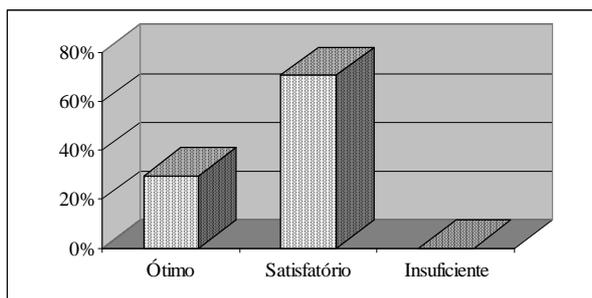


Figura 5 - Material Distribuído

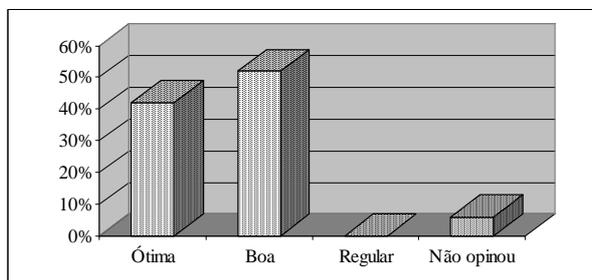


Figura 6 - Capacidade de Transmitir dos Instrutores

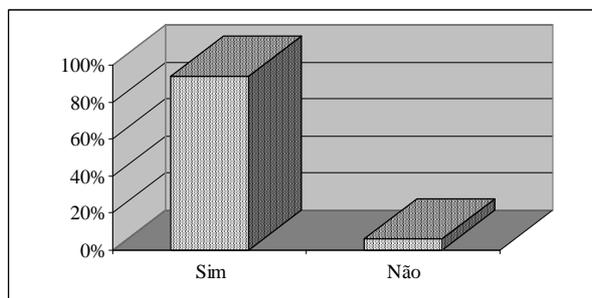


Figura 7 – O Tema Relaciona-Se Com Seu Trabalho?

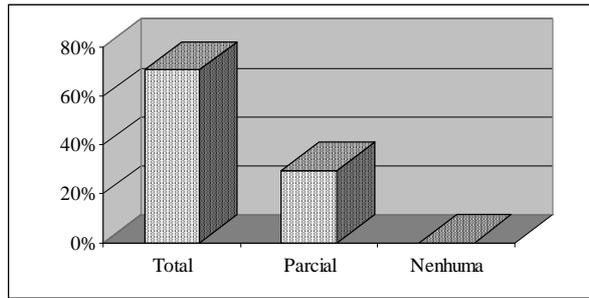


Figura 8 - Aplicabilidade na Empresa

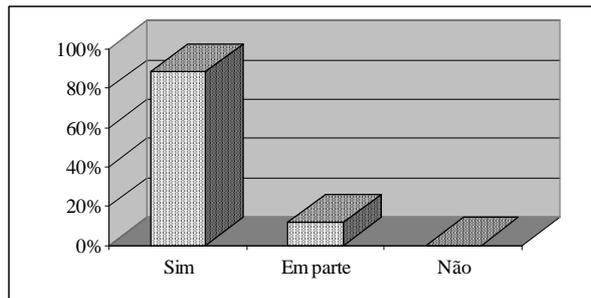


Figura 9 - Suas Expectativas Foram Satisfeitas?

4.3. 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.

5. CONCLUSÃO

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

eletricistas. 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.