ATUAÇÃO DO LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA UFJF NA CAPACITAÇÃO DE MULTIPLICADORES DA CULTURA DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA

Thiago Barbosa de Assis[1], Israel Filipe Lopes[2], Cristiano Gomes Casagrande[3], Danilo Pereira Pinto[4]

***Abstract* —** *Nowadays, the engineering teaching has been extrapolating the extent of the Institutions of Higher education, taking the students to interact with the community. An example of that practice is the Laboratory of Energy Efficiency (LEENER) of the Federal University of Juiz de Fora (UFJF), where the students of the course of Electric Engineering undergo several research activities and extension, that qualify them to develop combat works to the electric power waste in the community's several sections and in own UFJF, paid knowledge and acting as multipliers of the combat culture to the waste of energy. Besides, LEENER also acts in the technicians' continuous education, engineers and teachers The proposal of the work is to show as the activities are developed in LEENER and the students' participation, besides some cases of success, when they grow works of spread of the culture of the combat to the electric power waste.*

Index Terms — Combating Waste Energy, Engineering Education, Development and Technology Transfer, Training Programs.

INTRODUÇÃO

Com o rápido desenvolvimento tecnológico e o crescimento do consumo energético, ligados a uma intensa utilização dos recursos da natureza e conseqüentes impactos ambientais, a sociedade tem buscado o desenvolvimento sustentável, que relaciona o desenvolvimento atrelado ao gerenciamento dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente. Essa atitude visa, ao mesmo tempo, melhorar a condição humana e preservar os sistemas biológicos, procurando disponibilizar os recursos naturais em níveis semelhantes aos atuais para as gerações futuras, além do acesso igualitário a esses recursos e aos bens econômicos e sociais. Adicionalmente, as fontes de energia da natureza estão cada vez mais escassas, levando à crescente necessidade de combater o desperdício.

A cultura do combate ao desperdício de energia tem uma relação direta com a educação ambiental, uma vez que, ao se utilizar a energia, esta é retirada da natureza, o que provoca impactos ambientais.

Ademais, o combate ao desperdício funciona como uma fonte virtual de produção de energia elétrica, pois a energia não desperdiçada por um consumidor pode ser utilizada por outro. É uma fonte de produção de energia mais econômica, pois não necessita da construção de novas unidades de geração e linhas de transmissão, e mais limpa, pois não agride o meio ambiente.

Para difusão dessa nova cultura é preciso atuar em duas vertentes: a vertente tecnológica, através de novas tecnologias (equipamentos e materiais) mais eficientes, que reduzem o consumo de energia; e a vertente humana, por meio da capacitação e formação de cidadãos e profissionais da área tecnológica, induzindo-os à mudança de hábitos e atitudes [1].

O engenheiro desempenha um papel essencial nesse sentido, sendo imprescindível formar profissionais capacitados para atuar nessas duas vertentes. O ensino de Engenharia, hoje, tem extrapolado o âmbito das Instituições de Ensino Superior, levando os alunos a interagir com a indústria e a comunidade, participando mais ativamente do contexto sócio-econômico.

Na UFJF, com o objetivo de modernizar o currículo do curso de Engenharia Elétrica, formando profissionais mais integrados a esse contexto e ampliando as possibilidades de atuação profissional dos egressos, estão sendo desenvolvidas diversas atividades acadêmicas através do LEENER, onde os alunos submetem-se a diversas atividades de pesquisa e extensão, que os capacitam a desenvolver trabalhos de combate ao desperdício em diversos setores da comunidade, integralizando conhecimento e atuando como multiplicadores da cultura de combate ao desperdício de energia.

O LEENER

O LEENER, criado em 2001, é um ambiente de estudos para os alunos de graduação, que apoia o desenvolvimento de pesquisas e transferência de tecnologia de combate ao desperdício de energia. Ele atua nos diversos segmentos de consumo: residencial, comercial, industrial, setor público e outros. Além disso, é um ambiente capacitado para a interação com a comunidade.

A necessidade de incorporar temas referentes à eficiência energética nos currículos dos cursos de graduação justifica-se pela demanda no mercado de trabalho, pela necessidade de profissionais integrados ao contexto sócio-

1 Thiago Barbosa de Assis, do Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil, tbassis@yahoo.com.br
2 Israel Filipe Lopes, do Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil, ifilipelopes@yahoo.com.br
3 Cristiano Gomes Casagrande, do Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil, casagrandejf@yahoo.com.br
4 Danilo Pereira Pinto, do Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil, danilo.pinto@ufjf.edu.br

econômico e pela necessidade de formar multiplicadores da cultura de combate ao desperdício [2].

A metodologia de ensino praticada no LEENER baseia-se na idéia de laboratório aberto, sem experimentos focados, onde o aluno identifica um problema e procura as soluções. Desta forma, o LEENER é um ambiente onde o aluno pode, através de experimentos simples e idealizados por eles, comprovar os conhecimentos adquiridos, realizar simulações, desenvolver protótipos etc. Assim, permite o desenvolvimento de atividades acadêmicas integralizadoras de conhecimento e a vivência da prática profissional dos engenheiros [2].

Compondo o espaço físico do LEENER, foi criado o Ambiente de Sistemas Motrizes, que permite simular as principais cargas existentes na indústria (bomba centrífuga, ventilador e ar condicionado, compressor de ar e esteira transportadora), objetivando a pesquisa de combate ao desperdício de energia e eficiência energética dos sistemas motrizes industriais (acionamento eletro-eletrônico, motor elétrico, acoplamento motor-carga e cargas mecânicas acionadas). Integrado ao LEENER, o Laboratório de Controle de Processos Industriais também auxilia na complementação da formação dos engenheiros, desenvolvendo habilidades para atuarem no segmento industrial, tendo contato com a tecnologia utilizada na indústria, e o NIMO – Laboratório do Núcleo de Iluminação Moderna da UFJF, que realiza estudos com foco nos reatores eletrônicos para diversos tipos de lâmpadas e novas tecnologias em iluminação.

Apresentam-se a seguir alguns exemplos da atuação do LEENER na formação profissional e educação continuada de técnicos, engenheiros e professores, além de ações de desenvolvimento e transferência de tecnologia.

FORMAÇÃO NA CULTURA DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA

Atualmente, verifica-se que o graduando de Engenharia Elétrica, ao ingressar na equipe técnica do LEENER, como bolsista ou voluntário, passa por dois momentos distintos de sua formação: inicialmente ele se capacita em diversas áreas da Eficiência Energética, tendo a oportunidade de estudar os temas de seu interesse e desenvolver atividades correlatas. Em um segundo momento, esse aluno, atua na sua comunidade como multiplicador da cultura de combate ao desperdício de energia elétrica, tornando-se o elo principal de ligação da universidade com a sociedade. Essas duas etapas serão mais detalhadas a seguir.

Capacitação da Equipe Técnica

Entre as diversas atividades de capacitação oferecidas pelo LEENER, destaca-se a disciplina Eficiência Energética, estágios, trabalhos finais de curso, cursos externos, entre outros.

A **disciplina Eficiência Energética** é desenvolvida desde 2001 no curso de Engenharia Elétrica da UFJF, de caráter optativo, no sétimo período do curso. Atualmente, com a reestruturação curricular devido ao REUNI - Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007 [3], considerando a importância e atualidade do tema, esta atividade didática passará a ser obrigatório na formação dos engenheiros eletricistas.

Questões de grande relevância ligadas ao uso e ao combate ao desperdício da energia são tratadas como tema primordial na formação dos engenheiros, arquitetos e profissionais da área tecnológica. Além das questões tecnológicas e sócio-ambientais, tem-se dado muita importância para a mudança de hábitos de consumo da energia elétrica. Os alunos são constantemente questionados em relação aos hábitos de consumo e quais as ações que têm sido tomadas para proceder a essa mudança de atitudes.

Durante a realização da disciplina, os alunos são estimulados a realizarem pesquisas bibliográficas sobre diversos assuntos, tais como o setor elétrico brasileiro, inovações tecnológicas, novos materiais, conhecimentos do senso comum e alternativas tecnológicas de baixo custo. Realizam trabalhos utilizando softwares disponíveis nas áreas de iluminação, análise tarifária e seleção de motores elétricos. Participam de visitas técnicas a empresas da região e desenvolvem um trabalho final, onde devem aprofundar seus conhecimentos sobre um tema livre, na área de eficiência energética [4].

Espera-se que, ao concluir a disciplina, os alunos tenham desenvolvido habilidades e competências para realizar projetos de combate ao desperdício de energia, propondo ações que conduzam ao funcionamento eficiente das instalações, à redução no consumo de energia e à adequação às normas técnicas, modernizando as instalações e processos, de modo a tirar vantagens competitivas dos equipamentos tecnologicamente mais eficientes.

A disciplina vem para suprir deficiências curriculares, integralizando conhecimentos e complementando a formação do aluno, através de uma metodologia na qual este se torna o centro do processo ensino-aprendizagem, estimulando a educação continuada. Em função disso, todos os bolsistas e voluntários são convocados a cursarem essa disciplina.

Além da disciplina, uma atividade de grande importância são os **Estágios Supervisionados** no LEENER. Nesta oportunidade, o aluno encontra espaço para desenvolver um trabalho de cunho profissional, que servirá como avaliação para a disciplina Estágio curricular, obrigatório no curso. Para isto é necessário apresentar um programa de atividades de apoio a empresas/órgãos públicos /comunidade nas ações de combate ao desperdício de energia, que caracterizem a prática profissional do engenheiro. Este trabalho é orientado e supervisionado pelo coordenador e pelo gerente (engenheiro) do LEENER.

A equipe técnica conta com o apoio do coordenador e do gerente do laboratório para o desenvolvimento de **Trabalhos de Conclusão de Curso,** atendendo às

características dos temas propostos em consonância com as atividades desenvolvidas no laboratório. Além disso, diversos alunos atuam no LEENER através do **Programa de Bolsas**, sejam bolsas oriundas dos convênios entre a UFJF e a Eletrobrás [5], ou dos programas de bolsas de iniciação científica, bolsas de apoio estudantil e monitoria da própria instituição. Além dos alunos bolsistas, o LEENER oferece oportunidade para alunos voluntários, que desenvolvem atividades acadêmicas complementares sem receberem apoio financeiro.

Outro ponto de grande destaque e estímulo do LEENER está vinculado à publicação de artigos, onde os alunos bolsistas, estagiários e voluntários são incentivados a participar de eventos técnicos científicos. Nos últimos três anos, foram produzidos diversos artigos técnicos, publicados em anais de congressos nacionais e internacionais, além de revistas técnicas. Vislumbrando uma melhor capacitação dos alunos (bolsistas e voluntários) e professores, o laboratório instituiu um **Programa de Capacitação Técnica**, com a participação e promoção de cursos e eventos, tais como: cursos de NR10, AUTOCAD, Robótica Educacional, Operação de sistema de prototipagem LPKF, Operação das bancadas dos sistemas motrizes, realiza seminários internos e outros.

Em 2009, o LEENER/UFJF e o Programa de Educação Tutorial – PET/Engenharia Elétrica realizaram um notável evento de integração e divulgação dos trabalhos desenvolvidos: o **1º PMA UFJF - Programa de Mobilidade Acadêmica da UFJF** com foco em Energia e em seus múltiplos desdobramentos – energias renováveis, sustentabilidade energética, eficiência energética e combate ao desperdício de energia [6]. Todos os alunos vinculados ao LEENER participam diretamente do PMA, seja na organização, como facilitadores nos diversos temas abordados, ou como participantes do evento.

Transferência de Tecnologia e Trabalhos com a Comunidade

Após desenvolver diversos trabalhos no laboratório, o aluno se torna apto a trabalhar com a comunidade onde vive. Para difundir a cultura do combate ao desperdício de energia elétrica na comunidade e motivar alunos do ensino fundamental e médio para a área tecnológica e engenharias, o LEENER tem desenvolvido diversos projetos de disseminação de conhecimentos e de mudança de hábitos de consumo de energia elétrica. Assim contribui para a melhoria da qualidade de vida da comunidade e proteção ao meio ambiente. Além disso, a participação dos alunos nestas atividades os aproxima da comunidade, motivando-os para o curso e aplicando os conhecimentos adquiridos.

Um exemplo de grande repercussão foi a implementação de um protótipo de luminárias que não consomem energia elétrica, feitas com garrafas PET, em uma residência próxima do Campus da UFJF. Com a instalação das luminárias, em substituição a uma lâmpada incandescente, verificou-se não só a economia de energia, como também uma melhoria na qualidade da iluminação, proporcionando maior conforto aos moradores da residência. Com esta implementação, a comunidade circunvizinha pode comprovar na prática as vantagens advindas da reciclagem de materiais e a utilização de materiais de baixo custo e tomar conhecimento das alternativas para o uso da iluminação natural [4].

Os **Cursos de Gestores** visam o esclarecimento dos procedimentos e comportamentos necessários para a utilização eficiente de equipamentos e instalações e incentivar a implementação de ações nos seus ambientes de trabalho/residências. O público alvo são administradores e usuários de setores público (escolas, hospitais, comércio, indústrias) e privado. O tema central é o combate ao desperdício de energia e aborda temas como fontes alternativas de energia, meio ambiente, gestão energética, panorama energético brasileiro, comissão interna de conservação de energia (CICE), campanha educativa de combate ao desperdício, iluminação eficiente, segurança nas instalações elétricas, entre outros [4].

O LEENER também realizou um ciclo de Jornadas **de Sensibilização** para o combate ao desperdício de energia, que envolveu diversos setores da comunidade (empresarial, educação, administração pública), juntamente com técnicos da Eletrobrás, com o objetivo de sensibilizar os formadores de opinião para o tema [4].

Os alunos vinculados ao LEENER desenvolvem materiais didáticos que são utilizados em **palestras, e eventos realizados em escolas do ensino fundamental, médio e técnico**, visando o uso responsável dos recursos energéticos. Para estes eventos são disponibilizados cartilhas, cartazes, folders, adesivos e outros materiais impressos; exposição de protótipos que simulam uma residência; exibições de vídeos e atividades interativas, onde os alunos são motivados a aplicarem numa residência virtual os conceitos abordados. Outra atividade de grande interesse é a apresentação de robôs e dispositivos que utilizam fontes alternativas de energia [4].

Os alunos bolsistas de iniciação científica e monitores desempenham papel fundamental nos trabalhos realizados no LEENER. Eles são responsáveis pelas redes de computadores, instalações de softwares, apoio didático nas atividades práticas dos cursos, manutenção e organização do LEENER, apoio também às atividades docentes etc.

CONCLUSÃO

A atuação do LEENER vem contribuindo muito na formação dos engenheiros eletricistas egressos da UFJF, por meio da realização de diversas atividades complementares ao currículo da graduação.

A estrutura dos laboratórios existentes (LEENER, NIMO, Laboratório de Controle de Processos Industriais e Ambiente de Sistemas Motrizes) e a metodologia de ensino aprendizagem utilizada, onde o aluno é o centro do processo,

criam um ambiente favorável à sua atuação em trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia, bem como na capacitação de multiplicadores da cultura de combate ao desperdício de energia.

As novas perspectivas abertas pelos Laboratórios Integrados da Faculdade de Engenharia da UFJF vêm possibilitando a realização de vários projetos diferenciados, a exemplo do PMA. Na visão do aluno, isso contribui muito para a sua formação, pois as atividades realizadas reproduzem, na escola, a prática profissional dos engenheiros. Dessa forma, o egresso é capaz de atuar no mercado de trabalho nas mais diversas áreas. Na visão dos professores e orientadores, espera-se que as habilidades e competências desenvolvidas sejam um diferencial na formação dos engenheiros eletricistas da UFJF, complementando a formação dos egressos nas áreas de sistemas industriais, fontes alternativas de energia, sistemas de iluminação moderna, eficiência energética, entre outras.

Por fim, espera-se que as atividades de formação desenvolvidas permitam aliar o objetivo da mudança na cultura da comunidade, em relação ao combate ao desperdício de energia elétrica, com o grande propósito da educação continuada e desenvolvimento de novos processos de ensino/aprendizagem em Engenharia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PROCEL/Eletrobrás e a UFJF pelo apoio ao desenvolvimento de trabalhos nesta área.

REFERÊNCIAS

[1] Pinto, D. P., Braga, H. A. C. "The Discipline and the Energy Efficiency Laboratory (LEENER): Formation, Development and Transference of Technology for the Combat to the Energy Waste." *In: Powereng 2007 - International Conference On Power Engineering Energy And Electrical Drives.* Setúbal, Portugal, 2007.

[2] Pinto, D. P., Braga, H. A. C., Silva Júnior, J. P. (2007). "A Disciplina Eficiência Energética: Características E Metodologia De Ensino-Aprendizagem." *Revista de Ensino de Engenharia*. , Vol 26, 2007, p.43-51.

[3] Brasil, "Decreto nº 6.096", *Diário Oficial da União.* 25/04/2007.

[4] Casagrande, C. G., Borges, C. A., Souza, D. R., Pinto, D. P. "Atuação do LEENER no Combate ao Desperdício de Energia Elétrica." *III CBEE, Congresso Brasileiro de Eficiência Energética*, Belém, PA, 2009.

[5] Eletrobrás-UFJF, Convênios ECV-201/2006 e ECV-224/2006, "Cooperação Técnico-Financeira", Juiz de Fora, Minas Gerais, 2006.

[6] Pinto, D. P., Gomes, F. J. "Mobilidade Acadêmica: Estratégia para Formação de Multiplicadores em Eficiência Energética", *III CBEE, Congresso Brasileiro de Eficiência Energética*, Belém, PA, 2009.