

EXPERIÊNCIA DE ENSINO DE ENGENHEIROS NO CONTEXTO DE DISSEMINAÇÃO DO PENSAMENTO SUSTENTÁVEL

Lilian Fernanda de Jesus Silva – lilianfjsilva@yahoo.com.br

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Av. Maracanã, n. 229 – São Cristóvão, CEP 20270-110 – Rio de Janeiro

Ilana de Souza Nunes – nunes.ilana@gmail.com

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Av. Maracanã, n. 229 – São Cristóvão, CEP 20270-110 – Rio de Janeiro

Leydervan de Souza Xavier – leydervan@gmail.com

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Av. Maracanã, n. 229 – São Cristóvão, CEP 20270-110 – Rio de Janeiro

Débora Omena Futuro – dfuturo@vm.uff.br

UFF – Universidade Federal Fluminense – Faculdade de Farmácia

Rua Mário Viana, n. 523 - Santa Rosa, CEP: 24241-000 – Niterói - RJ

José Antonio Assunção Peixoto – joseapeixoto@yahoo.com.br

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Av. Maracanã, n. 229 – São Cristóvão, CEP 20270-110 – Rio de Janeiro

Resumo: *A compatibilidade entre as atividades antrópicas e a capacidade regenerativa da biosfera figura como um dos grandes desafios para a sociedade, atualmente. Nesse contexto, torna-se imperativa a reorientação das práticas sociais no sentido de minimização dos impactos ambientais gerados pelas atividades produtivas e, dada a relevância social dos profissionais de engenharia como agentes transformadores da realidade, estes devem estar preparados para contribuir com o desenvolvimento sustentável. Sendo assim, a formação destes profissionais deve estar em consonância com esse novo cenário, de modo a sensibilizá-los para a integração das questões ambientais, sociais e econômicas, sendo capazes de aplicar ferramentas voltadas para a gestão ambiental aos sistemas produtivos nos quais estejam operando. Este artigo destaca a experiência de ensino de engenheiros, utilizando uma das metodologias de gestão ambiental disponível na atualidade, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), a qual permite traçar o perfil ambiental de um produto ou serviço ao longo de seu ciclo de vida com a identificação dos potenciais impactos ambientais associados. A aplicação da metodologia ocorreu em um ambiente de interação entre alunos de mestrado e alunos da graduação, de forma a intensificar a ligação entre pesquisa e ensino, com um enfoque interdisciplinar. Os resultados obtidos com esta experiência demonstram que a utilização da ACV coloca-se como uma ferramenta didática de grande relevância na contextualização da prática profissional no âmbito da engenharia de produção com a perspectiva do desenvolvimento sustentável.*

Palavras-chave: *Avaliação do Ciclo de Vida, Educação, Sustentabilidade.*

1 INTRODUÇÃO

A humanidade, através de uma visão mecanicista do mundo, alcançou inúmeros avanços no campo científico-tecnológico, que contribuíram para construção de uma sociedade voltada para ao crescimento econômico e material ilimitado, através do domínio sobre a natureza. Entretanto, conforme destacado por Mariotti (2007), essa hegemonia da ciência e tecnologia, ambas baseadas na lógica linear, criou um abismo entre a tecnociência e o mundo natural, à condição humana. Tal fato culminou com a produção de desequilíbrios sócio-ambientais importantes e que atualmente figuram como grandes desafios para a manutenção da vida e do planeta.

Esse cenário aponta para uma necessidade de reflexão acerca das práticas sociais baseadas numa perspectiva tecnocrática, no sentido de reorientá-las para uma abordagem holística que integre as dimensões sociais, econômicas e ambientais, que pode ter na reaproximação entre as ciências naturais e sociais um caminho para a construção de uma nova maneira de apreender a realidade e transformar o mundo.

O processo de busca pela sustentabilidade requer a participação de todos os setores da sociedade, no sentido de que haja uma compatibilidade entre as atividades antrópicas e a capacidade regenerativa da biosfera. E a integração entre as dimensões sociais, ambientais e econômicas, exigida para um desenvolvimento sustentável, depende de um diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, para a superação da fragmentação imposta pelo paradigma dominante.

A percepção da necessidade de adequação ao novo paradigma que se apresenta, demandando a integração das dimensões social, econômica e ambiental, já foi identificada no campo da engenharia, através da preocupação com a participação dos engenheiros na construção de um futuro sustentável. Como exemplo, pode-se destacar a Declaração resultante da 2ª Convenção Mundial de Engenharia realizada em 2004, sob o tema “Os Engenheiros constroem um Futuro Sustentável?”. Nesta Convenção, a comunidade de engenharia, ciente do dever do engenheiro em construir uma vida melhor para a sociedade, destaca que esses profissionais devem assumir uma maior responsabilidade na formação do futuro sustentável, através da criação e aplicação de tecnologias que visem minimizar o desperdício de recursos e a contaminação e, para a proteção da saúde humana, o bem estar e a proteção do meio ambiente (CME, 2004).

Esta carta também ressalta a importância da cooperação interdisciplinar para a criação e aplicação do conhecimento para o desenvolvimento sustentável (CME, 2004), uma vez que a interdisciplinaridade, através da interação entre diferentes áreas do conhecimento permite a construção de um saber que seja capaz de atender a demanda de complexidade inerente à busca pelo Desenvolvimento Sustentável.

Entretanto, para a construção desse novo modelo de *práxis* profissional é de fundamental importância que a formação profissional, se integre a esse novo paradigma. Assim, visando superar uma racionalidade, ainda predominantemente orientada às questões econômicas, será preciso formar profissionais que estejam sensibilizados para a incorporação da preocupação social e da preservação ambiental às atividades econômicas, visto que o momento atual coloca como imperativo moral a modificação de processos produtivos, que contribua para a redução dos impactos sócio-ambientais.

A partir da reflexão acerca das práticas de produção e consumo sustentáveis emerge um conjunto de conceitos. Destaca-se o de Pensamento do Ciclo de Vida (PCV), que apresenta grande relevância na melhoria do desempenho ambiental dos processos, pois aborda as questões ambientais a partir de uma perspectiva holística, através da avaliação de um sistema de produto ou serviço com o objetivo de reduzir os impactos ambientais potenciais sobre o seu ciclo de vida (SONNEMANN *et al*, 2004).

Algumas ferramentas têm sido desenvolvidas para auxiliar na redução dos impactos ambientais associados aos processos, produtos e serviços, como a Produção Mais Limpa, o Desenvolvimento de Indicadores Ambientais e a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) segundo o PCV, dentre outras. A metodologia de ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto, desde aquisição da matéria-prima até a sua disposição (isto é, do berço ao túmulo). As categorias gerais de impacto que precisam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as conseqüências ecológicas (ABNT, 2009). As demais ferramentas citadas não serão abordadas por escaparem do escopo deste trabalho

No contexto da proposta de disseminação do PCV, com apoio da ACV, o presente trabalho tem por objetivo descrever e analisar a experiência desenvolvida numa Instituição de Ensino, integrante da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, com a educação de engenheiros, baseada na interação entre alunos de graduação do Curso de Engenharia de Produção e profissionais egressos de diversas áreas, cursando um dos cursos de Mestrado da Instituição.

2 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A ACV, desenvolvida em meados dos anos 70, é uma ferramenta de auxílio à gestão ambiental através do levantamento e estruturação de informações relacionadas ao consumo de matéria e energia e à geração de resíduos. Seu uso permite traçar um perfil ambiental de um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida, além da identificação de quais estágios produtivos têm maior contribuição nos potenciais impactos. Dessa maneira, a ferramenta facilita a tomada de decisão quanto à melhoria do desempenho ambiental, possibilitando a otimização do uso de recursos e a realização de mudanças tecnológicas fundamentais para a preservação do meio ambiente (CALDEIRA-PIRES *et al*, 2005).

Atualmente, a metodologia é descrita em duas normas da ABNT, dentro da estrutura da série 14000 de gestão ambiental. A NBR 14040 aborda os princípios e estrutura da ACV e a NBR 14044, requisitos e orientações. De acordo com a primeira norma, um estudo de ACV é composto por quatro fases: Definição de objetivo e escopo, Análise de inventário, Avaliação de impactos e Interpretação. A técnica é iterativa, ou seja, cada fase utiliza os resultados das outras fases, contribuindo para a completeza dos resultados do estudo (ABNT, 2009 e 2009a).

A primeira fase compreende a definição da aplicação pretendida para o estudo, as razões para a sua realização, o público alvo e escopo. A Análise de inventário envolve a coleta de dados e a quantificação das entradas e saídas relevantes do sistema avaliado. Na fase seguinte são realizadas associações entre os dados obtidos no inventário com categorias de impacto ambiental específicas. Na última fase, Interpretação, são feitas as constatações da análise de inventário e da avaliação de impacto são consideradas em conjunto (ABNT, 2009).

Devido ao volume de informações necessárias para a execução de um estudo de ACV, algumas ferramentas computacionais (GaBi®, SimaPro®, Umberto®, etc) foram criadas para facilitar sua organização. A título de exemplo, o software Umberto®, é amplamente empregado em muitas organizações de diversos ramos. Com este software elabora-se a representação de fluxos de matéria e energia, com base em redes de Petri, que têm como princípios básicos três tipos de componentes: as transições, os lugares e as setas, mostrados na figura 1.



Figura 1 - Componentes do Umberto® (Fonte: adaptado de SARAIVA, 2007).

A transição é o local onde ocorrem as transformações, os lugares dispensam ou recebem material e/ou energia para as transições e as setas promovem o fluxo entre os componentes da rede. O software não permite que duas transições sejam unidas por uma seta, é necessário existir - entre elas - um lugar, que pode ser o lugar de entrada/saída ou lugar de conexão. A diferença entre eles é que o primeiro permite armazenamento e o segundo, não.

Com o software pode-se avaliar, separadamente, a contribuição de cada material, ou grupo de materiais, de cada Transição ou de cada Lugar, por processo, o que pode ser útil quando se deseja fazer uma avaliação individual ou mais criteriosa

Para este estudo, utilizou-se a versão educacional (5.5 educ) do Umberto[®], disponível no laboratório onde foi desenvolvida a experiência.

3 EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA

A experiência descrita neste trabalho foi desenvolvida com alunos do curso de graduação em Engenharia de Produção da Instituição de Ensino. Este curso visa preparar profissionais capazes de identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, através da articulação entre seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com uma visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (ABEPRO, 2011).

A disciplina Avaliação do Ciclo de Vida, foco desta experiência, é resultado do projeto Implantação de Produção mais Limpa visando ganho de produtividade, do Programa “Apoio às engenharias – 2008” da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Este projeto teve como objetivo a aplicação de conceitos de sustentabilidade, com o apoio da ferramenta ACV, para realização de melhorias em processos produtivos e possibilitou a implantação de um laboratório com capacidade de hardware e software para o desenvolvimento de estudos de ACV (FAPERJ, 2008).

Esta disciplina, de caráter optativo, compõe o currículo do curso de Engenharia de Produção da Instituição, e está enquadrada na subárea de conhecimento Engenharia da Sustentabilidade, que é voltada para o planejamento da utilização eficiente de recursos naturais nos sistemas produtivos, da destinação adequada dos resíduos e efluentes gerados nesses sistemas, além da implantação de sistemas relacionados à gestão ambiental e responsabilidade social (ABEPRO, 2008).

Nesta disciplina, os alunos são apresentados aos aspectos conceituais e metodológicos da ACV e são promovidas discussões acerca do tema, buscando uma contextualização da *práxis* profissional. A disciplina é estruturada em duas partes, a teórica, conduzida pelos docentes e a prática, ministrada por alunos de um dos cursos de Mestrado da Instituição, que está vinculado às Engenharias III. Na parte prática, os alunos são apresentados à ferramenta computacional e trabalham no desenvolvimento de um projeto de ACV.

Este Mestrado tem como objetivos a formação de pesquisadores, a produção de conhecimento e a capacitação de docentes capazes para implementar e gerir tecnologia nos diversos sistemas produtivos, bem como avaliar seus impactos na sociedade. A estrutura do curso é multidisciplinar, sendo, portanto destinado aos graduados nas diversas áreas do conhecimento que buscam formação qualificada, para exercer atividades de pesquisa, gestão ou educação, em organizações públicas ou privadas, em setores diversos.

Os alunos do Mestrado participantes da disciplina são aqueles que desenvolvem estudos relacionados à metodologia e que estejam cursando a disciplina Estágio Docência, uma atividade curricular obrigatória para os estudantes bolsistas de pós-graduação *stricto-sensu*, desenvolvida através de atividades de ensino na instituição sob a supervisão do orientador (CAPES, 2002).

A participação de alunos da pós-graduação, na disciplina, está alinhada à proposta curricular da Instituição de promover a integração entre os vários níveis de formação (graduação e pós-graduação), conforme indicado na figura 1, buscando a produção coletiva do conhecimento e a formação integral dos indivíduos, proporcionando uma qualificação intelectual ampla, que lhes possibilite a adaptação a mudanças e que seja a base para a aquisição contínua e eficiente de conhecimentos específicos.

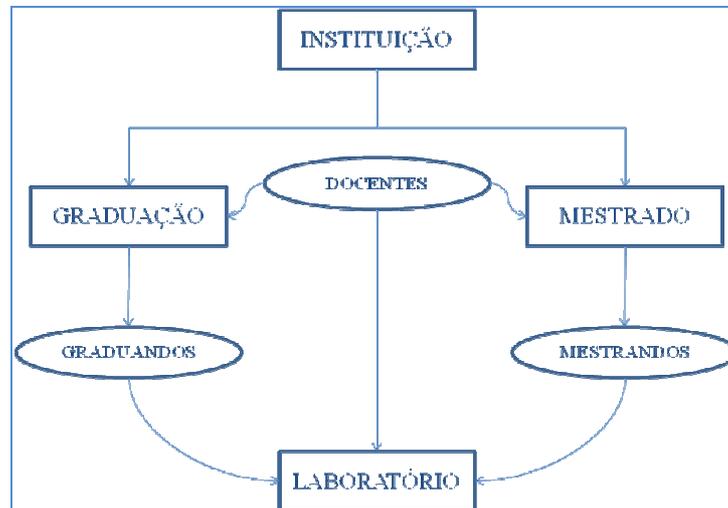


Figura 1: Interação entre graduação Engenharia de Produção e Mestrado para a disciplina ACV.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A experiência relatada foi vivenciada durante a oferta da disciplina Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos, no período de março a junho de 2010, que contou com a participação de 19 graduandos da Engenharia de Produção.

A primeira parte da disciplina foi composta por seis aulas teóricas, ministradas por docentes com formação nas áreas da Engenharia Mecânica, Elétrica e Produção. Na primeira aula foi feita a apresentação da disciplina e sua estrutura (Figura 2).

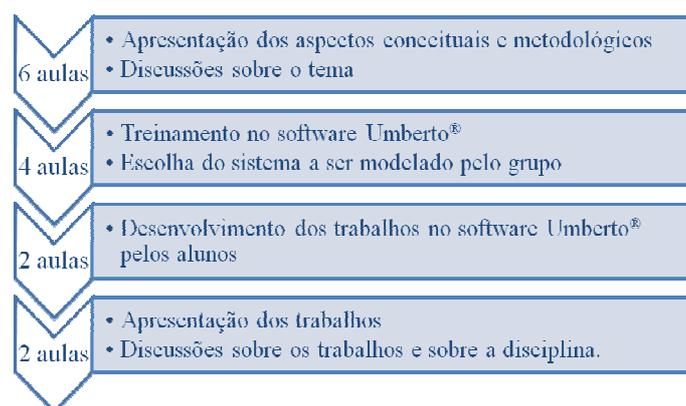


Figura 2: Estrutura da Disciplina Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos

No contato inicial, cada aluno foi indagado acerca dos motivos que o levaram a optar por cursar a disciplina. As respostas mais frequentes foram: *horário compatível com estágio supervisionado*, *curiosidade pelo assunto (nunca ouviu falar ou ouviu pouco)*, *necessidade de cumprir créditos*, *indicação de amigos que já cursaram*.

Analisando as respostas dadas pelos alunos, quanto aos motivos da escolha, pode-se perceber que apesar de ainda haver escolhas baseadas na adequação da carga horária e no cumprimento dos créditos, o tema Sustentabilidade desperta interesse e o fato da disciplina ser indicada por ex-alunos demonstra que a mesma vem cumprindo com o seu propósito de disseminar conceitos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável.

Após as aulas teóricas, os alunos passaram para a prática da disciplina, conduzida por mestrands com graduação em Farmácia, que desenvolviam suas pesquisas de mestrado com ACV. Nesta parte da disciplina, quatro aulas foram destinadas ao treinamento dos alunos no uso do *software* Umberto®. Após esse treinamento, foi feita a divisão dos alunos em grupos para o desenvolvimento do trabalho final da disciplina, que consistiu na modelagem de um sistema escolhido pelo grupo e uma ACV desse sistema.

Para o desenvolvimento do trabalho, os alunos se organizaram em quatro grupos e fizeram a modelagem dos seguintes sistemas apresentados no Quadro 1: Produção de sanduíche quente, Organização de um churrasco, Produção de biscoito, Produção de caipirinha. As motivações alegadas pelos alunos mostram que a escolha dos sistemas partiu de um conhecimento prévio e de experiências vivenciadas por eles, demonstrando uma tendência de contextualizar a teoria com suas realidades.

Quadro 1: Sistemas escolhidos para desenvolvimento dos trabalho e motivações para a escolha

Grupo	Sistema	Motivação
1	Produção de sanduíche quente	Conhecimento do processo, pois um dos alunos foi estagiário na administração de uma rede de lanchonetes.
2	Organização de um churrasco	Curiosidade sobre a discussão dos possíveis impactos associados a esta atividade, que tem a organização e execução bem conhecidas por eles que sempre fazem.
3	Produção de biscoito	Visita técnica realizada à fábrica no semestre anterior.
4	Produção de caipirinha	Processo artesanal, produto tipicamente brasileiro de execução conhecida, pois sempre fazem.

Os alunos fizeram a representação dos fluxos de materiais e energia dos sistemas escolhidos utilizando a ferramenta computacional Umberto® e elaboraram um inventário do sistema considerando todas as entradas e saídas relevantes do mesmo. Nesta etapa do estudo, puderam perceber que a identificação das fronteiras do sistema demanda uma grande reflexividade quando se utiliza uma visão orientada para o ciclo de vida. Tal fato ressalta a importância de uma modelagem que seja capaz de incorporar os pontos de maior criticidade quanto à geração de potenciais impactos ambientais.

Os dados obtidos nos inventários foram então analisados quanto aos potenciais impactos ambientais associados aos mesmos e os grupos apresentaram os resultados obtidos, com as sugestões de ações contributivas para a minimização desses impactos.

O grupo 1 (sanduíche quente) destacou os consumos de energia e gás combustível e a geração de rejeitos recicláveis e orgânicos no processo. Considerando a venda do sanduíche em todo território nacional, observaram a expressiva quantidade de rejeitos produzidos diariamente, principalmente as embalagens externas de papelão (que não ficam sujas com o alimento), a gordura removida da chapa no preparo da carne e embalagens sujas com restos de alimento. As sugestões para minimizar os efeitos foram a reciclagem do papelão da embalagem externa e a transformação da gordura em detergente. Nesta última sugestão, foi destacado que a transformação poderia ser feita através de um acordo com alguma

cooperativa, que recolhesse a gordura gerada pela empresa para utilizá-la como matéria-prima na produção de detergente, havendo, além da contribuição para a diminuição da geração de resíduo, a possibilidade de auxiliar a cooperativa numa ação de cunho social.

O grupo do churrasco (grupo 2) considerou o preparo de comidas e bebidas e destacou, como potenciais impactos o consumo de recursos naturais e energia, a emissão de gases poluentes e a geração de resíduos sólidos, incluindo resíduos orgânicos. Consideraram a utilização de materiais não-descartáveis como forma de diminuir o volume de resíduos gerados e a utilização do gelo derretido para a limpeza do local do evento. Entretanto, nesse ponto houve uma ponderação de que o ideal seria realizar uma comparação entre a ACV com o uso de materiais descartáveis e não-descartáveis para verificar qual deles apresentaria o menor impacto. Como forma de utilizar as sobras de comida, propuseram que as mesmas fossem destinadas à alimentação de animais de um abrigo e as cascas dos legumes poderiam ser utilizadas como de adubo. A questão da emissão de gases poderia ser minimizada pelo transporte otimizado dos participantes em grupos (caronas), deslocamento através de transporte público ou com bicicletas.

O grupo 3 (biscoito), por se tratar de um processo industrial, destacou, como principais preocupações, a minimização do consumo de energia elétrica em todas as etapas do processo e do volume de água para resfriamento dos fornos. Sugeriram o reaproveitamento da água, a reciclagem das embalagens não utilizadas (ou reprovadas) e o uso dos resíduos (sobras e perdas) de massa em outra linha de produção, ou na produção de outro lote.

O 4º e último grupo (caipirinha), considerando um processo artesanal e a utilização de utensílios não descartáveis (exceto o copo), destacou o consumo de água para limpeza e a geração de resíduos orgânicos, que, assim como o grupo 2, seriam utilizados como adubo. As garrafas de vidro e os copos plásticos seriam encaminhados para a reciclagem.

Vale destacar que todos os grupos buscaram maneiras de diminuir o possível impacto ambiental através da otimização a produção com uma melhor gestão dos recursos consumidos e dos resíduos gerados. Este fato revela que os alunos foram capazes de associar os conhecimentos prévios da engenharia de produção com a questão ambiental. Os resultados obtidos pelos grupos encontram-se resumidos no Quadro 2.

Quadro 2: Potenciais impactos e soluções apresentados pelos grupos

Grupo	Sistema	Potenciais impactos identificados	Soluções apresentadas
1	Produção de sanduíche quente	Consumo de recursos naturais, geração de resíduo sólido	Reciclagem de papelão e transformação da gordura em detergente
2	Organização de um churrasco	Consumo recursos naturais, geração de resíduo sólido, emissão de gases poluentes e do efeito estufa	Uso de resíduos orgânicos para alimentação de animais ou como adubo e da água (gelo derretido) para a limpeza do local
3	Produção de biscoito	Consumo de recursos naturais, geração de resíduo sólido	Uso de resíduos orgânicos em outra produção e da água para resfriamento dos fornos, reciclagem das embalagens
4	Produção de caipirinha	Consumo recursos naturais, geração de resíduo sólido	Uso de resíduos orgânicos como adubo, reciclagem de plástico e vidro

Durante o acompanhamento da elaboração do trabalho, pode-se observar que o fato da metodologia ACV e da ferramenta computacional utilizarem uma forma de racionalização típica da engenharia, a modelagem de sistemas, isto facilita sobremaneira a adoção de uma nova leitura por parte dos alunos da organização dos processos produtivos, pois ao fazerem um balanço de massa e energia dos sistemas escolhidos eles identificam e representam vários dos impactos associados à sustentabilidade, entretanto, não é somente este tipo de racionalização que ocorre, processos de reflexões mais amplos são empregados, apoiados na riqueza das ações comunicativas estabelecidas multi e interdisciplinarmente.

Nesse sentido, a metodologia ACV coloca-se como uma ferramenta de grande utilidade na prática didática, ao possibilitar uma representação da realidade promovendo uma correlação entre os conhecimentos gerais e científico-tecnológicos adquiridos desde os ciclos básicos dos cursos de engenharia (e das outras formações profissionais envolvidas), com os desafios relacionados à incorporação efetiva de práticas sustentáveis.

Vale destacar que a aplicação da metodologia, num ambiente de interação entre alunos do Mestrado e alunos da graduação, intensifica a ligação entre pesquisa e ensino. O contato entre áreas de conhecimentos distintas, nesse caso, a Engenharia e a Farmácia, enriqueceu a discussão para a criação e aplicação do conhecimento visando à Sustentabilidade.

Os depoimentos dos alunos, ao final da disciplina, indicam que o resultado obtido foi positivo, com um nítido aumento de interesse pelo assunto no decorrer das aulas. Dentre eles, pode-se destacar o interesse em estagiar nessa área, realizando ACV e o desejo de levar o conhecimento para dentro das empresas onde já fazem estágio. Também foi argumentado, pelos alunos, que o conteúdo desta disciplina complementa as discussões que eles têm na disciplina obrigatória de Gestão Ambiental. Como um diferencial da disciplina, eles apontaram a possibilidade de aprender a utilizar o software Umberto®.

A abordagem da questão ambiental, com o uso de uma ferramenta de gestão ambiental, num enfoque interdisciplinar, sem dúvida alguma, proporciona uma reflexão mais ampla acerca da Sustentabilidade, pois se percebem mudanças significativas nos discursos dos indivíduos, que passam a exprimir maior consciência acerca da necessidade de uma reorientação na forma de interagir com o ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, com a experiência pedagógica descrita, indicam que a proposta de disseminação do Pensamento de Ciclo de Vida entre alunos de graduação em Engenharia de Produção foi alcançada, uma vez que os alunos, com base metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida, desenvolveram a modelagem dos sistemas escolhidos, calcularam o inventário de massa e energia e indicaram ações para minimizar os potenciais impactos ambientais.

A experiência vivida permite concluir que a ferramenta de ACV coloca-se como uma ferramenta didática de grande relevância na contextualização da prática profissional no âmbito da Engenharia de Produção, com a perspectiva do desenvolvimento sustentável. Através desta metodologia, os alunos são levados a fazer avaliações mais amplas das interações que um determinado sistema produtivo tem sobre o meio ambiente, evidenciando a importância da profissão no desenvolvimento e na gestão de processos produtivos, no sentido de minimização dos impactos ambientais associados aos mesmos.

É importante destacar que o desenvolvimento de um estudo sobre ACV é uma tarefa complexa, sendo o propósito da disciplina apresentá-los em suas etapas gerais, de modo a proporcionar uma reflexão por parte dos alunos das formas de representação ao longo das cadeias de suprimentos, contudo, sem perder de vista seu caráter introdutório. Com o emprego da metodologia, no tempo da disciplina, é possível trazer para o contexto de análise dos processos, as quantificações de recursos materiais e energéticos de uma forma diferenciada

daquela que caracteriza os modelos de racionalização da produção anteriores, plantando a semente de um tipo de pensamento aberto a muitas melhorias e inovações.

A ACV pode fornecer diretrizes para a engenharia sustentável, pois não apenas identifica as interações do sistema com o ambiente como também quantifica a magnitude destas interações, além de permitir a construção de diferentes cenários para avaliação de propostas para aumentar a eficiência do processo do ponto de vista ambiental.

O enfoque multi e interdisciplinar da disciplina contribui para a percepção dos alunos sobre a necessidade de interação entre as diversas áreas do conhecimento para a resolução das questões ambientais valendo-se de uma metodologia comum. Este mesmo enfoque enriquece o processo educacional, pois acrescenta à discussão temas e perspectivas que contribuem para a formação de engenheiros que estejam sensibilizados para o atendimento dos anseios da sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo à pesquisa, através da concessão de bolsas de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPRO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?c=362&m=424&s=1>> Acesso em: 09 jun 2011.

ABEPRO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf> Acesso em: 09 jun 2011.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**: Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14044: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - requisitos e orientações**: Rio de Janeiro, 2009a.

CALDEIRA-PIRES, A.; PAULA, M.C.P; BOAS, R.C.V. **Avaliação do Ciclo de Vida: ISO 14040 na América Latina**. Brasília: ABIPTI, 2005. 335p.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 52: **Regulamento do Programa de Demanda Social**. 26 de setembro de 2002.

CME. Convenção Mundial de Engenharia. **Declaração de Xangai sobre a Engenharia e o Futuro Sustentável**. Xangai: Novembro, 2004. Disponível em: <http://portal.unesco.org/science/en/ev.php-URL_ID=4146&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html> Acesso em: 09 jun 2011.

FAPERJ. Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. **Implantação de P+L visando ganho de produtividade**. Edição Apoio às engenharias. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.faperj.br/servicos/buscaprojetosinfaperj/busca_detalhe.phtml?atvnumero=31830> Acesso em: 15 jun 2011.

MARIOTTI, H. **Pensamento Complexo: Suas Aplicações à Liderança, a Aprendizagem e ao Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Atlas, 2007. 210p.

SONNEMANN, G., CASTELLS, F., SCHUHMACHER, M. **Integrated life-cycle and risk assessment for industrial process**. London: CRC Press. 2004. 392p.

TEACHING EXPERIENCE OF ENGINEERS FOR DISSEMINATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE THINKING

Abstract: *The compatibility between human activities and the regenerative capacity of the biosphere as a figure of the great challenges to society today. In this context, it becomes imperative to reorient the social practices in order to minimize the environmental impacts generated by production activities and given the social relevance of engineering professionals as agents of change in reality, they must be prepared to contribute to sustainable development. Therefore, training of professionals should be in line with this new scenario, in order to train professionals aware of the integration of environmental, social and economic and are able to apply tools focused on environmental management systems which are productive in operating. This article highlights the experience of teaching engineers, using one of the environmental management methodologies available today, the Life Cycle Assessment (LCA), which allows tracing the environmental profile of a product or service throughout its life cycle with the identification of potential environmental impacts associated. Applying the methodology occurred in an environment of interaction between students of Masters and undergraduate students in order to strengthen the link between research and teaching with an interdisciplinary focus. The results from this experiment show that the use of LCA poses as a didactic tool of great relevance in the context of professional practice in engineering production at the prospect of sustainable development.*

Key-words: *Life Cycle Assessment, Education, Sustainability.*