



## A RECICLAGEM NOS CURSOS DE ENGENHARIA – CÓDIGO 453

**Terezinha Jocelen Masson** – [tmasson@mackenzie.com.br](mailto:tmasson@mackenzie.com.br)

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Departamento de Física da UPM  
Rua da consolação, 896, prédio 11, primeiro andar, Consolação.  
01302-907 – São Paulo – S. P.

**Leila Figueiredo de Miranda** – [lfmiranda@sti.com.br](mailto:lfmiranda@sti.com.br)

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Departamento de Engenharia de Materiais da UPM

**Ana Maria Porto Castanheira** – [castanheira@mackenzie.com.br](mailto:castanheira@mackenzie.com.br)

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Comissão Permanente de Avaliação da UPM

**José Augusto Marcondes Agnelli** – [agnelli@power.ufscar.br](mailto:agnelli@power.ufscar.br)

Universidade Federal de São Carlos – DemaUFSCar  
Rodovia Washington Luis, km. 25 – São Carlos - SP

***Resumo:** O desenvolvimento tecnológico econômico e social do País, nas áreas relacionadas com a vocação dos Cursos de Engenharia, invariavelmente passam pela ciência e tecnologia inseridas no contexto ambiental, como um processo e uma filosofia de trabalho, que entra em ação na hora de se enfrentar os problemas e questões que se avolumam em cada campo de conhecimento.*

*A reciclagem dos diversos tipos de materiais de engenharia é um processo de transformação dos materiais previamente triados para posterior utilização, ou recuperação de resíduos mediante uma série de operações, que permite que materiais processados sejam aproveitados como matéria-prima no processo gerador ou em outros, e, dependendo da sua origem, ainda pode ser um recurso renovável, importante fator do ponto de vista ecológico e uma fonte de matérias-primas de baixo custo. A reciclagem juntamente com o uso da tecnologia de limpeza, contribui grandemente para a redução do impacto da industrialização sobre o meio ambiente. Se não for adotada uma política de reutilização desses materiais, sérios problemas ecológicos e econômicos provavelmente colocarão a sociedade em risco.*

*A conscientização da importância da reciclagem dos materiais, bem como o desenvolvimento e utilização das respectivas tecnologias de ponta, são fatores importantes no contexto dos Cursos de Engenharia.*

***Palavras-chave:** Reciclagem, Educação Ambiental, Meio Ambiente*

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas deste novo milênio está relacionado à preservação do meio-ambiente. O descarte de grandes quantidades de lixo das mais diversas origens vem gerando enormes problemas ambientais. A busca pela qualidade oriunda do processo da globalização emergente tem despertado o interesse de indústrias em solucionar tais problemas, e o desafio social consiste na reutilização e no gerenciamento dessa grande quantidade de lixo.

Segundo ADHIKARI e MAITI (2000), e SHANKAR e THACHIL (1999) este problema tem se agravado, principalmente, devido ao declínio da capacidade dos aterros sanitários que ainda são os principais destinos dos lixos em muitos Países. Além deste fato, diariamente, também tem se constatado um alto grau de poluição dos mares, em grande parte motivada pelas águas de rios, geralmente contaminadas pelos aterros sanitários que se encontram em suas adjacências, que nele desembocam.

Entre as tentativas para se resolver um dos maiores problemas ambientais atuais, o lixo polimérico, estão sendo utilizados as técnicas de reciclagem, de reuso, de reaproveitamento, de incineração e também o desenvolvimento de polímeros biodegradáveis, entre outras, numa busca constante de novas soluções para os problemas ambientais, conforme DUCHIN e LANGE (1998).

A implantação de um sistema de reciclagem satisfatório requer um grande esforço por parte dos pesquisadores, dos educadores, das indústrias, da população e, sobretudo pelos órgãos governamentais, na adoção de uma política econômica e educacional, com a finalidade de subsidiar pesquisas e dar suporte aos investidores, que são as próprias indústrias.

De acordo com ANDRADE *et al* (2002), o desenvolvimento de processos de reciclagem oriundos de resíduos industriais pré e pós-consumo, no esforço de transformar a grande quantidade de lixo industrial em material reciclado, possibilitará a melhoria da qualidade de vida em nosso ambiente.

No empenho de gerenciar seus produtos e processos sem agredir o meio ambiente e sem o prejuízo da comunidade com os resíduos gerados, as indústrias tem procurado implantar soluções baseadas nas normas das séries ISO 9000 e ISO 14000. Além disso, a sociedade carece de assuntos como protocolo de Kioto, sobre as reduções de emissão de gases e o debate sobre a modesta proposta norte-americana de cumprimento das recomendações deste protocolo.

Dentro desta realidade, as instituições de ensino, em particular as universidades (Escolas de Engenharia), têm uma grande responsabilidade sobre este tema, principalmente em relação à geração de conhecimento em todos os níveis deste âmbito e a sua difusão, além de sistematizar e divulgar dados e informações sobre reciclagem, pesquisar aspectos e características da mesma. Por outro lado, as universidades devem cumprir seu papel educativo de promover uma atitude mais positiva e ambientalmente correta, realizando a reciclagem e buscando ações que levem a uma mudança comportamental da comunidade, de acordo com MANCINI *et al* (1995).

## 2. O PAPEL DA UNIVERSIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação é a função precípua da Universidade e, dentro da difusão do conhecimento está a função de conscientização da responsabilidade ambiental aos profissionais por elas formados, tendo por objetivo que os mesmos levem e difundam seus conhecimentos e experiências nesta área, na sua vida profissional e social.

A Educação Ambiental que pode ser entendida como o processo que visa desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas

que lhe são associados, que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção de novos, é, portanto um dos aspectos a serem contemplados nos projetos didático-pedagógicos e conseqüentemente nos currículos dos Cursos de Engenharia, nas suas diversas modalidades, inseridos atrativamente nos conteúdos das disciplinas.

A Universidade, além de desenvolver pesquisas científicas e tecnológicas, com o objetivo de gerar subprodutos, devem também desenvolver trabalhos de gerenciamento dos resíduos descartados tentando minimizá-los em volume e em toxicidade, preocupando-se com o seu destino final. Este trabalho deve ter como ponto de partida o gerenciamento do próprio resíduo produzido dentro da Instituição de Ensino, para que seus alunos, funcionários e professores, não perpetuem a prática errônea de descartarem os seus resíduos sem o tratamento ou disposição adequados, quando não for possível a sua reciclagem e o seu reuso.

Os problemas deste tipo que estão sendo analisados atualmente no Brasil têm encontrado muitas barreiras a serem vencidas, podendo-se destacar a minimização de resíduos laboratoriais, principalmente em Instituições Governamentais.

Segundo MANCINI *et al* (1995), a gestão destes resíduos obedece a uma hierarquia de ações que vão desde a redução de volume e de toxicidade dos resíduos na fonte, passando pela sua recuperação e reutilização, culminando com a sua disposição de forma ecologicamente adequada.

O termo reciclagem surgiu na década de 1970, e, originalmente o termo era utilizado para indicar o reaproveitamento (ou a reutilização) de um polímero no mesmo processo em que, por alguma razão foi rejeitado, com o significado de retorno da matéria-prima ao ciclo de produção, muito embora, popularmente designasse o conjunto das operações envolvidas nesse processo. Atualmente reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os materiais descartados e reutilizá-los novamente no ciclo de produção. É o resultado de uma série de atividades pela quais materiais refugados ou descartados, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

A reciclagem consiste na transformação dos resíduos em novos produtos com valor agregado, sendo esta prática muito atraente, pois além da preservação ambiental, contribui para a conservação dos recursos naturais, principalmente pela minimização da utilização de recursos não renováveis. Entretanto, um enfoque importante para a reciclagem é a sua viabilidade econômica, merecendo uma análise aprofundada de todos os fatores envolvidos. Portanto, a conscientização social é um fator preponderante para que estas premissas tornem-se realidade.

A reciclagem, por outro lado, é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesa em uma fonte de faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição. Contrariamente à disposição controlada dos resíduos, a reciclagem é atrativa às empresas. Se na ponta geradora do resíduo a reciclagem significa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócio, na outra ponta do processo, a cadeia produtiva que se utiliza da reciclagem reduz o volume de extração de matérias-primas, preservando os recursos naturais limitados.

A prática da reciclagem requer empresas e profissionais habilitados, bem como tecnologias adequadas, capazes de assegurar qualidade e segurança, em sistemas cada vez mais sofisticados. A Escola deve fornecer os profissionais com as habilidades e competências e conhecimentos necessários para tornar estas ações possíveis.

A reciclagem em si não se constitui em uma única alternativa para o gerenciamento de resíduos, sendo o co-processamento e a destruição térmica com o aproveitamento de energia



na fabricação de novos produtos, uma fonte alternativa que deve ser estudada adequadamente em razão das emissões gasosas envolvidas no processo, conforme BARBOSA *et al* (2000).

### 3. PARCERIA: UNIVERSIDADE/INDÚSTRIA

O sucesso da gestão ambiental de um País passa necessariamente por uma parceria e estreita relação entre a Universidade e a Indústria. O papel da Indústria neste contexto é de vital importância, seja pela doação de produtos ou pelo desenvolvimento tecnológico em conjunto com a Universidade, na elaboração de projetos de pesquisas gerais e específicos, na disposição de equipamentos, ou somente pelo patrocínio financeiro da pesquisa.

De acordo com BRITO CRUZ (2002), a ciência e a tecnologia devem gerar desenvolvimento, resultante de um esforço contínuo e cumulativo de educadores com padrões elevados de excelência dentro de referenciais acadêmicos internacionais, educando pessoas que vão criar tecnologias aplicáveis às Empresas. Esta é uma das formas mais virtuosas da interação Universidade – Empresa. Assim, a Universidade fornece mão-de-obra altamente especializada para o desenvolvimento de projetos com a inserção de novas tecnologias e profissionais altamente capacitados que possam colocar em prática o resultado da pesquisa desenvolvida.

Neste aspecto, material reciclado, como por exemplo, o plástico reciclado resultante da otimização e da inovação tecnológica, se constitui num material economicamente viável e potencialmente utilizável. Para os pesquisadores LAWISCH *et al* (2002), tais atitudes possibilitam uma evolução constante das ações da comunidade, fomentando o desenvolvimento regional, possibilitando uma integração com o setor produtivo da região e conseqüentemente contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das populações de baixa renda.

A perfeita integração entre universidade-empresa está na responsabilidade da primeira em educar e da segunda em empregar. Se isso não se completa não só as duas falham, mas o País também. E essa integração deve ser estimulada por ambas as partes, por mais difícil que seja, pois os benefícios transcendem à comunidade pelo desenvolvimento do respeito ao meio ambiente e à preservação dos recursos ambientais.

Assim, é possível a elaboração de uma metodologia adequada, viabilizando a implementação de um projeto de gestão ambiental onde todos os envolvidos possam vivenciar exemplos práticos de reciclagem.

### 4. CONCLUSÃO

Os setores envolvendo as engenharias são um dos maiores consumidores dos recursos naturais e geradores de resíduos. A reciclagem de resíduos, próprios ou gerados pelos demais setores industriais, se constitui numa das tendências para diminuição do impacto ambiental, particularmente, com a redução do consumo de recursos naturais.

Para o êxito da implantação de um sistema de reciclagem, se faz necessário a busca por alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área, pelo apoio a iniciativas e experiências locais e regionais, pelo desenvolvimento de instrumentos e metodologias próprias, visando à participação dos interessados na formulação e execução de pesquisas relacionadas à problemática ambiental, além do interesse pelos órgãos governamentais, na adoção de uma política econômica e educacional, com a finalidade de subsidiar as pesquisas acadêmicas e ainda suporte aos investidores, que são as próprias indústrias.

A Universidade deve fornecer elementos fundamentais para o desenvolvimento sustentável, ciência e tecnologia, que são atividades especialmente sensíveis à acumulação de conhecimento e à formação de grandes quantidades de pessoas capazes de gerar e trabalhar

com esses conhecimentos. Assim, a reciclagem se traduz num dos segmentos da maior importância, pois é um dos fatores primordiais para a preservação ambiental.

A prática da reciclagem requer empresas e profissionais habilitados, bem como tecnologias adequadas, capazes de assegurar qualidade e segurança, em sistemas cada vez mais sofisticados. Assim a interdisciplinaridade nas Universidades, deve ser um processo e uma filosofia de trabalho, que entra em ação na hora de se enfrentar os problemas e questões que se avolumam em cada campo de conhecimento, principalmente no campo da reciclagem.

O desenvolvimento sustentável não é apenas uma bandeira de ecologistas e já se constitui em uma preocupação real para as indústrias nacionais e internacionais. As atividades industriais e relacionadas com a prestação de serviços possuem enorme impacto ambiental.

Se as atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e componentes são complexas e exigem um trabalho multidisciplinar, envolvendo desde engenheiros até pesquisadores da área de saúde, a reciclagem pré e pós-consumo de tais materiais, além de necessitar de toda a tecnologia de ponta, é absolutamente necessária para a preservação ambiental. A formação dos engenheiros voltados também para esta nova realidade se reveste de importância imprescindível à manutenção de um meio ambiente satisfatório para a humanidade.

Devido a sua importância e urgência das soluções dos problemas ambientais surgidos, a reciclagem já possui Legislação Própria capaz de fornecer critérios universais, inclusive com o embasamento de políticas públicas, sendo a sua divulgação uma das responsabilidades da Escola.

O Brasil fez a opção clara pelo desenvolvimento sustentável no artigo 225 da Constituição, devendo repudiar atitudes como a de algumas nações que omitem ou modificam conclusões de relatórios sobre estudos ambientais, com a intenção de favorecimento de alguns setores econômicos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, B., MAITI, S. Recycling of Polymers. **Progress in Polymer Science**. v.25, 2000, p. 909-948.

ANDRADE, O. B., TACHIZAWA, T., CARVALHO, A. B. Gestão Ambiental – Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: EdMakron Books, 2002.

BARBOSA, D., COSTA, M. A. S., PACHECO, E. B. Gerenciamento dos Resíduos de Laboratórios dos Instituto de Química da UERJ. In: 9ª SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - UERJ, Rio de Janeiro, 2000.

BRITO CRUZ, C. H. Economia & Desenvolvimento para os Novos Tempos. **Rumos - Ciência e Tecnologia – A universidade educa**, cidade, n. 202, p.22, 2002.

DUCHIN, F., LANGE, G. M, Biodegradability of Polymers **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 9, 1998, p. 307-33.

JARDIM, W. F., Gerenciamento de resíduos químicos em laboratório de ensino e pesquisa, **Química Nova**, São Paulo, 21(5), p. 671-673, 1998.

MANCINI, S. D., FRATTINI, G., ZANIN, M., Potencial de Reciclagem dos Materiais Advindos dos Resíduos Urbanos: Estudo de Caso. In: SIMPÓSIO SOBRE ENGENHARIA DE MATERIAIS, 8, 1995, São Carlos-SP. **Anais**. São Carlos: DEMa-UFSCar, 1995. p. 64-71.





LAWISCH, A. A., MÄHLMANN, C. M., KIPPER, L. M. Plástico em Residências, p.19, **ABRU – Associação Brasileira das Universidades Comunitárias**. Brasília-DF, ano VII, n.24, p.19, 2002.

PROTOCOLO DE KYOTO – [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br), 2002.

RESOLUÇÃO CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 264, de 26/agosto/1999.

SHANKAR., E., THCCHIL, E. T. **Progress in Rubber and Plastics Technology**, nº 2, p. 69-93, 1999.

## **RECYCLING IN THE ENGINEERING COURSES**

**Abstract:** The economic and social technology development of the nation, in the areas related with the engineering courses vocations invariably cross by science and technology insert in the environmental context, like as process and a philosophy of the work , that to put in practice in the hour of the confront the problems and questions that increase in each knowledge field.

The recycling of the different types of engineering materials is a process of materials transformation previously chosen for after utilization, or recovery of the wastes by mean of a operations series, permitting that processed materials are thrifty like as raw in the generator process in others, and origin dependence, can be a renewal recourse, important factor of the ecological point of view and a source of raw materials cheaper. The recycling and the use of clean technology contribute for the reduction of the industrialization impact over the environmental. If doesn't adopt a reutilization politic of these materials, serious ecological and economics problems probably will put the society in risk.

The conscientiousness of the materials recycling importance and of the development and utilization of the top technologies, are important agents in context of the engineering courses.

**Key-words:** *Recycling, Ambient Education, Environment.*