



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS DE ENGENHARIA PARA A RECICLAGEM DE MATERIAIS

Nilson Casimiro Pereira – nilpereira@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Departamento de Engenharia de Materiais da UPM

Rua da Consolação, 896, prédio 6, Consolação.

01302-907 – São Paulo – SP

Leila Figueiredo de Miranda – lfmiranda@sti.com.br

Antonio Hortencio Munhoz Jr – ahmunhoz@yahoo.com

Ivanise Gaubeur – igaubeur@mackenzie.com.br

Juan A. G. Carrió – jgcarrio@mackenzie.com.br

***Resumo:** O controle de resíduos líquidos e sólidos continua sendo um grande desafio em áreas urbanas em todo o mundo, particularmente em cidades com alta taxa de crescimento populacional de países em desenvolvimento. A falta de eficácia e eficiência no manejo desses resíduos resulta em riscos ambientais com grande impacto negativo no ambiente, estendendo-se além dos limites geográficos das grandes cidades. A reciclagem é a maneira mais sensata para resolver o problema da disposição indiscriminada desses rejeitos. Os benefícios da reciclagem são inúmeros: reduz os danos ambientais, gera divisas, conserva fontes não renováveis e economiza energia e economiza nos custos de coleta e disposição dos resíduos. A preparação do aluno de Engenharia para atuação no mercado produtivo deve proporcionar a conscientização do compromisso com a reciclagem, como uma maneira de preservação do equilíbrio entre a produtividade e o meio ambiente. O objetivo deste trabalho é a criação de uma disciplina envolvendo reciclagem de materiais para todos os cursos de Engenharia.*

Palavras-chaves: Reciclagem, Engenharia, Educação, Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

As atividades do homem, nos mais diferentes segmentos da sociedade são acompanhadas do uso de diferentes materiais poliméricos, metálicos e cerâmicos, bem como de compostos desses materiais. Alguns materiais, após o uso, são descartados como resíduos, que podem ser sólidos ou líquidos.

Segundo o vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente, editado pelo IBGE, “resíduos sólidos são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de

varrição de ruas. Inclui ainda determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos de água, ou que exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (IBGE, 2002).

Mundialmente, a quantidade crescente de resíduos sólidos atinge, atualmente, muitos milhões de toneladas por dia. Segundo ZANIN e MANCINI (2004), a produção e o consumo de materiais plásticos no Brasil em 2001, foi de mais de três milhões e seiscentas mil toneladas. Em função de algumas aplicações dos materiais poliméricos, como por exemplo, o seu uso em embalagens, serem de descarte muito rápido, associado à grande dificuldade de degradação destes materiais no meio ambiente, os plásticos têm despertado bastante atenção por parte da sociedade (LIMA et al., 2001). Os termoplásticos mais descartados como resíduos são: os polietilenos de alta e baixa densidades (PEAD e PEBD), o polipropileno (PP), o poli(tereftalato de etileno) (PET) e poli(cloreto de vinila) (PVC), e o poliestireno (PS) (ABPol, 1996).

Materiais produzidos pela indústria cerâmica, como o vidro, entulho de base argilosa, como tijolos, telhas, argamassas, e outros, descartados na construção civil, também contribuem para a geração de resíduos sólidos descartados.

Latas de alumínio utilizadas pela indústria de bebidas têm-se acumulado em lixões.

A atividade industrial gera subprodutos, principalmente os resíduos sólidos, os quais vêm se tornando um problema cada vez mais grave para o meio ambiente. Segundo SEELYE (2002), os Estados Unidos devido ao grande número de indústrias que se desenvolveram naquele país (possuindo uma industrialização mais antiga que a do Brasil), possuem hoje 1551 sítios considerados tóxicos pela Agência de Proteção do meio Ambiente dos EUA (EPA). Segundo a EPA estes sítios deveriam ser remediados e o custo para a recuperação dos mesmos gira em torno de \$1,27 bilhões de dólares.

As indústrias também estão sendo pressionadas a solucionar os problemas causados pelos resíduos face às exigências dos órgãos oficiais de controle do meio ambiente. Assim sendo surge nos dias de hoje a necessidade de um desenvolvimento sustentável onde se insere a reciclagem de resíduos industriais para obtenção de produtos úteis.

De um modo geral, os resíduos sólidos, após uso, tem como principal destino os aterros sanitários, ou de forma menos adequada, os lixões.

Reciclagem de materiais: Os resíduos podem eventualmente substituir matérias primas trazendo inclusive economia de recursos para as indústrias. O uso de resíduos sólidos inorgânicos em massas cerâmicas, por exemplo, visando a obtenção de artefatos para aplicações diversas, constitui uma solução para os problemas ambientais causados pela disposição de resíduos sólidos inorgânicos, contribuem para a redução do consumo de matérias-primas.

Os polímeros reciclados vêm sendo utilizados em muitos setores da economia como alternativa para a substituição de outros materiais, seja pela escassez destes, ou até pelos altos custos de obtenção, ou simplesmente pelas melhores propriedades apresentadas, em relação aos materiais substituídos (ROSA, 2003).

Na área de materiais cerâmicos, o índice de reciclagem de vidros no Brasil em 2003, por exemplo, chegou a 45% (ABIVIDRO, 2005)

O Brasil tem dado um exemplo de reciclagem de alumínio, sendo atualmente um dos países que mais reciclam latas de alumínio utilizadas como embalagem.

Desde a década de 90 está sendo discutido no Brasil, o gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa. A falta de informação, a ausência de um órgão fiscalizador e o descarte inadequado levou muitas Instituições de Ensino a poluir o meio ambiente e a desperdiçar resíduos que poderiam ser recuperados para serem reutilizados, no

mesmo processo em que foram gerados ou transformados em matéria prima (JARDIM, 1998). Outro problema ainda maior é o mau exemplo dado pelas instituições que falharam em dar o exemplo e perderam a oportunidade para contribuir para a conscientização e formação de seus alunos egressos.

As Instituições de Ensino e Pesquisa no Brasil não podem ignorar sua posição geradora de resíduos, mesmo porque são responsáveis pela formação de seus estudantes e, conseqüentemente, pelo comportamento de seus egressos como profissionais e cidadãos. Assim muitas dessas Instituições vêm desenvolvendo sistemas para gerenciar e tratar os resíduos químicos gerados em suas dependências (AMARAL et al., 2001; CUNHA, 2001; AFONSO et al., 2003; ALBERGUINI et al. 2003; BENDASSOLLI et al., 2003; TAVARES et al., 2004; DEMAMAN et al., 2004).

Torna-se evidente a interface entre os objetivos a serem alcançados pelos cursos de engenharia que prepara o profissional para atuar na indústria e o seu papel na preservação ambiental.

No desenvolvimento do projeto-pedagógico dos cursos de engenharia e na sua reformulação deve-se, portanto, levar em conta o objetivo de conduzir o acadêmico a se tornar um elemento ativo na preservação ambiental com uma programação de estudos coerentemente integrados, explicitando competências e habilidades a serem adquiridas.

Em consonância com projeto didático-pedagógico dos cursos de engenharia, as atividades acadêmicas devem ser aprimoradas, destacando-se o enfoque na pesquisa tecnológica, com grande ênfase às transformações e ao processamento, buscando a minimização dos impactos ambientais causados pelas atividades de engenharia.

A atividade de iniciação científica deve ser incentivada, pois motiva o aluno na procura por novas soluções em novos processos e projetos de engenharia.

A conscientização do aluno do curso de Engenharia: O aluno de todas as modalidades de Engenharia, deve estar sendo preparado, não só para atuar no mercado produtivo, na busca da qualidade de materiais produzidos, e sempre que possível com o menor custo, mas também para proporcionar o equilíbrio entre a produtividade e o meio ambiente. A conscientização dos alunos do curso de Engenharia representa um importante compromisso com o futuro da humanidade e as Escolas de Engenharia não podem relevar a sua importância. Desta maneira os cursos devem abordar de forma contundente o compromisso que cada um deve ter para com a preservação do meio ambiente.

Motivação do aluno de Engenharia de Materiais da U.P.Mackenzie em trabalhos de iniciação científica: O aluno de Engenharia de Materiais que estuda principalmente a síntese, a caracterização e o processamento de materiais deve ter consciência da importância da preservação do meio-ambiente.

O grupo de pesquisa em reciclagem de materiais da U.P.M. já desenvolveu vários trabalhos de reciclagem de resíduos industriais em massa cerâmica. Entre os trabalhos desenvolvidos está a reciclagem de um resíduo industrial da Indústria Pilkington Blindex, cujo estudo em escala de bancada mostrou ser possível a reciclagem do resíduo em cerâmica vermelha e em revestimento cerâmico.

Os resíduos gerados no laboratório de química nas aulas de graduação são tratados seguindo a legislação vigente e o efluente gerado do tratamento é avaliado segundo artigo 19A da CETESB. O lodo gerado está sendo avaliado atualmente para reciclagem do mesmo em massa

cerâmica. Atualmente dois alunos PIBIC trabalham em conjunto em um projeto que estuda a reciclagem do resíduo gerado no laboratório de química em massa cerâmica.

Outro resíduo que está sendo estudado pelo grupo é o resíduo da Estação de Tratamento de Efluentes da indústria Santista Têxtil situada no interior do Estado de São Paulo. O resíduo está sendo caracterizado atualmente para verificar a viabilidade da sua utilização em massa cerâmica.

Na área de matérias poliméricas, a partir de 2002, iniciou-se o estudo da reciclagem de poliestireno de alto impacto (PSAI) coletado no Campus da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Estudaram-se as propriedades mecânicas, térmicas e reológicas do PSAI reciclado. Posteriormente o PSAI foi composto com borracha vulcanizada (também reciclada) para estudar as modificações das propriedades, pela presença da borracha vulcanizada. Os objetivos das pesquisas é desenvolver um estudo tecnológico e científico de reaproveitamento de materiais poliméricos, com o objetivo de estudar a reciclagem do poliestireno puro e com borracha vulcanizada reciclada para obter um material composto, com propriedades modificadas. Entre os diferentes estudos de reciclagem de materiais, destacam-se os estudos com polipropileno reciclado carregado com pó de madeira e talco.

Atualmente vem sendo estudadas a reciclagem do PET, proveniente do descarte de cartões eletrônicos e a caracterização e o reaproveitamento do resíduo inorgânico obtido no processo.

Desde fevereiro de 2005, devido à contratação de vários professores em regime de tempo integral pela Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (EEUPM), vários pesquisadores juntaram-se ao “Grupo de Reciclagem de Materiais da U.P.M.” contribuindo para as pesquisas em andamento e abrindo novas frentes de investigação na importante área de reciclagem de materiais.

A motivação e o interesse dos alunos do curso de Engenharia de Materiais da UPM pelo assunto podem ser comprovados pela alta porcentagem de alunos em projetos de iniciação científica com bolsas PIBIC/Mackenzie. Atualmente, 23,8% dos projetos de iniciação científica com bolsas PIBIC/Mackenzie da EE-UPM (incluindo os alunos PIBIC de todas as modalidades de engenharias: Civil, Elétrica, de Materiais, Mecânica, de Produção) são na área de reciclagem. Essa porcentagem encontra-se distribuída conforme apresentado na Figura 1.

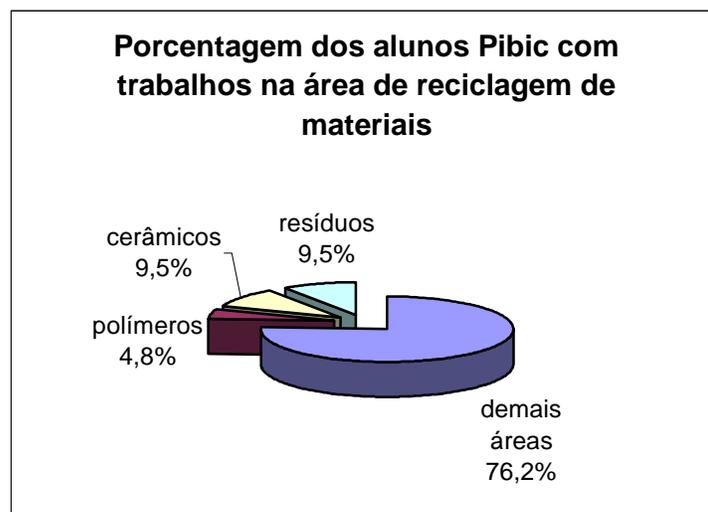


Figura 1 - Porcentagem dos alunos com projeto PIBIC com trabalhos na área de reciclagem

Como se pode observar, 4,8% de todos os projetos PIBIC da Escola de Engenharia da UPM encontram-se na área de reciclagem de polímeros, 9,5% reciclagem de resíduos industriais em materiais cerâmicos e 9,5% em reciclagem dos resíduos obtidos nos laboratórios didáticos de química da EE-UPM em massa cerâmica (9,5%).

Reciclagem de resíduos industriais em materiais cerâmicos: O que tem se observado nos últimos anos é um interesse grande dos alunos pelo assunto o que pode ser observado pelo grande número de alunos que participaram dos projetos de reciclagem.

Os trabalhos desenvolvidos sobre a reciclagem de um resíduo sólido obtido como subproduto em uma indústria vidreira (Pilkington Blindex) em cerâmica, mostrou ser viável a incorporação de um resíduo constituído principalmente de partículas coloidais de vidro em corpos de cerâmica vermelha. As argilas da região de Jundiá utilizadas na incorporação do resíduo sólido industrial foram conformadas por prensagem a seco SETZ et al (2000; 2001 e 2002) e extrusão CIFFONI et al (2003) e KOHARA et al (2003). O resíduo da Pilkington Blindex também foi objeto de um estudo de reciclagem do mesmo em massa para revestimento cerâmico (PASSOS, 2004).

Em outro trabalho realizado por alunos do curso de Engenharia de Materiais da UPM, estudou-se a incorporação de um resíduo sólido de uma indústria de tecidos em cerâmica vermelha. No processo de fabricação de tecidos da Indústria Santista Têxtil, o lodo proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes é um resíduo industrial que contém uma grande quantidade de água e partículas coloidais obtidas por floculação de materiais diversos. Em uma primeira etapa, caracterizou-se o resíduo para reciclagem em cerâmica vermelha (ROSSINI, 2005). Atualmente os alunos que caracterizaram o resíduo estão estudando a reciclagem do mesmo em cerâmica vermelha.

Reciclagem de materiais poliméricos: Iniciado em 2001, com o apoio financeiro do MACKPESQUISA, o projeto de reciclagem de polímeros teve ampla divulgação no campus Itambé da UPM, através de “*banners*” e Internet, e teve como objetivo principal, a conscientização da comunidade acadêmica e também externa, para o destino de resíduos sólidos poliméricos, a qual foi confirmada pela grande procura de informações sobre o desenvolvimento do projeto.

Os projetos de iniciação científica, “Estudo da reciclagem do material polimérico poliestireno (PS), coletado no campus Itambé da Universidade Presbiteriana Mackenzie”, desenvolvido pelos alunos: Anderson Rodrigues Matos e Alecsander Aoki, e “Estudo comparativo do polipropileno modificado pela presença de talco e de sílica”, desenvolvido pelo aluno Thiago Perin, foram apresentados no XV CBECIMAT, em 2002, Natal/RN (MATOS, 2002)

Dando seqüência aos projetos de iniciação científica sobre reciclagem de polímeros, foram desenvolvidos na UPM os projetos: “Reciclagem do termoplástico poliestireno (PS), modificado pela presença de resíduos de borrachas vulcanizadas”, com a participação dos alunos: Alecsander Aoki e Ana Paula Hori, apresentado no 7º Congresso Brasileiro de Polímeros, em 2003, Belo Horizonte/MG (AOKI, 2003), “Reciclagem do polipropileno com adição de pó de madeira usando Tiba como agente de acoplamento”, com a participação das alunas Mariza E. Ulloa e Raquel Maiorino, apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos materiais, em 2004, Porto Alegre/RS (ULLOA, 2004), e o trabalho “Fabricação de perfis a partir de polipropileno reciclado, modificado pela presença de resíduos de borrachas de pneus”,

desenvolvido pelo aluno Renato de Abreu Militão, foi submetido ao 8º Congresso Brasileiro de Polímeros, para apresentação em novembro de 2005, em Águas de Lindóia/SP (MILITÃO, 2005).

Reciclagem de resíduos gerados nas aulas práticas: Em 1999, um grupo formado por professores, alunos (Engenharia de Materiais e Química) e funcionários, iniciaram a coleta dos resíduos gerados nas aulas práticas do laboratório de química dos cursos de Biologia, Engenharia Civil, Elétrica, Materiais, Mecânica e de Produção, Farmácia e Física da UPM (FELIX, 2001), implementando um programa de gerenciamento e tratamento dos resíduos gerados.

Com o apoio do Fundo Mackenzie de Pesquisa (MACKPESQUISA) foi elaborado um programa de gerenciamento e tratamento de resíduos químicos gerados nos laboratórios de química desta instituição. As etapas estabelecidas foram: Levantamento das fichas de informações de segurança dos produtos químicos (FISPQ) utilizados no laboratório; Levantamento dos segregados gerados nas aulas práticas no laboratório de Química da UPM; Tratamento dos segregados; Recuperação do segregado contendo prata (MOREIRA et al., 2005).

Todo o segregado foi tratado, recuperado ou armazenado para descarte. Aqueles contendo metais, após tratamento, físico-químico foram filtrados, o precipitado obtido (borra) foi seco ao ar e armazenado e o filtrado após análise quantitativa foi descartado na corrente de água, conforme a norma.

Os segregados inorgânicos contendo metal foram tratados seguindo a metodologia (CETESB, 1990; ABTS, 1990) disponível na literatura e o tratamento físico-químico consistiu na adição de hidróxido de sódio sólido com homogeneização constante até valor de pH 8-10 (medido com auxílio de papel indicador universal), nesta etapa inicia-se a formação dos precipitados. Após ajuste no valor de pH foi adicionado, com agitação vigorosa, cloreto de ferro (III) sólido e com agitação lenta o coagulante. Após a decantação dos precipitados efetuou-se a filtração em papel de filtro. O lodo foi colocado em bandejas de plástico, para secagem ao ar e posteriormente foi transferido para compartimentos de plástico, devidamente rotulados. No filtrado mediu-se novamente o valor de pH quando necessário ajustou-se entre 8-10. Antes de descartar o filtrado (efluente) em água corrente efetuou-se a análise quantitativa dos metais utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica com chama. Observou-se que a concentração de alguns metais apresentou-se abaixo do valor especificado para o descarte do efluente em água corrente segundo a legislação do Estado de São Paulo artigo 19A (LEI nº. 997/76) do Decreto 8.468 (CETESB).

Trabalhos publicados com os resultados das pesquisas desenvolvidas pelos alunos em anais de congressos: Observando a lista de trabalhos de alto nível publicados em vários congressos com a participação dos alunos dos cursos de Engenharia de Materiais (ROSSINI, 2005; MILITÃO, 2005; PASSOS, 2004; FRANCO, 2004; AOKI, 2003; CIFFONI, 2003; KOHARA, 2003; PERIN 2002; MATOS, 2002; SETZ, 2002; SETZ, 2001; SETZ, 2000); ULLOA, 2004 pode-se concluir que o grande número de publicações é devido a elevada dedicação e interesse dos alunos pelo tema reciclagem.

Proposta de disciplina de reciclagem de materiais: Para a reciclagem de materiais é necessário que se faça a coleta seletiva e que se tenha uma boa organização de todos os setores da sociedade, no que diz respeito à conscientização e treinamento do cidadão, quanto à importância e participação individual em projetos de reciclagem, para o bem coletivo (PLASTIVIDA, 2000).

E é nesse contexto que o curso de Engenharia de Materiais, da Universidade Presbiteriana Mackenzie traz no seu currículo, a disciplina “Reciclagem de Materiais”, a qual é oferecida aos

alunos do 10º semestre, pois nesta etapa o acadêmico já possui os conhecimentos necessários para o desenvolvimento de um projeto de reciclagem adequado, sendo que o alerta para a conscientização é feito desde os semestres iniciais do curso, para que os mesmos saiam da Universidade com a consciência de que é possível, através da reciclagem de materiais, ajudar a solucionar a problemática causada pelo descarte inadequado de resíduos no meio ambiente. Dessa forma, chama-se a atenção dos alunos de que a reciclagem de materiais pode oferecer a este futuro profissional de engenharia, não só a sua contribuição para a despoluição do meio ambiente, mas também um possível negócio empreendedor, através de aplicações tecnológicas em processos de reciclagem.

Tomando-se como referência as experiências educativas desenvolvidas com os alunos da Engenharia de Materiais, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, propõe-se a criação de uma disciplina envolvendo “Reciclagem de Materiais”, para todos os cursos de Engenharia do Brasil.

2. MOTIVAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

Despertar o interesse e a motivação dos alunos sobre o assunto é de suma importância na formação de um cidadão e profissional consciente sobre a problemática da reciclagem. Neste sentido são apresentados alguns itens que contribuíram para a motivação dos alunos, para a disciplina Reciclagem de Materiais:

- Após apresentação e introdução da disciplina aos alunos, apresenta-se os principais tipos de reciclagem de materiais, ou sejam, mecânica, energética e química (PLASTIVIDA, 1995).
- Utilizando-se a infraestrutura laboratorial da Engenharia de Materiais – UPM, que possui equipamentos para a reciclagem de materiais poliméricos, cerâmicos e metálicos, solicita-se aos alunos (grupos), a escolha de material e desenvolvimento de Projeto para a prática da reciclagem.
- No Projeto deverá constar um pequeno levantamento bibliográfico sobre o material escolhido, forma de coleta (de preferência, dentro da Universidade), tipo de reciclagem, e destino final do produto reciclado obtido.
- Sob a supervisão do professor da disciplina, e orientação para o desenvolvimento prático, a cargo dos demais professores envolvidos, os alunos desenvolverão a parte prática da disciplina Reciclagem de Materiais.
- O fechamento da disciplina dá-se com a apresentação de pequenos seminários sobre os Projetos desenvolvidos, como forma de passar informações aos demais colegas de turma, de maneira crítica, colocando as facilidades e dificuldades encontradas, com interferência dos professores, sempre que necessário.
- Para fechamento final do semestre letivo, aplica-se uma prova de avaliação final escrita, sobre os temas trabalhados no semestre.

Como resultados, destaca-se o elevado índice de satisfação alcançado, principalmente no que se refere quanto aos projetos desenvolvidos, proporcionando aos alunos, outros trabalhos como os de graduação interdisciplinar, para fechamento de curso (TGI), além de motivação para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa em cursos de pós-graduação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com o destino dos resíduos sólidos ou líquidos no meio ambiente deve ser de todos os segmentos da sociedade, desde os geradores, como a indústria, até a população consumidora final, passando por pesquisadores, educadores e órgãos governamentais, os quais devem adotar uma política econômica e educacional, que dê suporte a uma implantação adequada de um programa para o reaproveitamento dos materiais descartados.

Sendo uma das principais funções da Universidade a geração de conhecimentos bem como o de transmiti-los, por meio de novas idéias e produtos, assim os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre a reciclagem de materiais, os levarão à conscientização de que deve-se preservar o meio ambiente, através de processos de Reciclagem obtendo como resultado direto não só a melhoria da qualidade de vida da população, mas também reduzindo os danos ambientais, gerando riquezas, conservando as fontes não renováveis, bem como economizando nos custos de coleta e disposição dos resíduos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIAS

ABIVIDRO. Disponível em: <http://www.abividro.org.br/>. Acesso em 13/05/05.

ABPol. Reciclagem de polímeros: Situação brasileira. **Revista Polímeros Ciência e Tecnologia**, n. 4, 1996.

ABTS. **Curso Básico de Galvanoplastia**. São Paulo, 1990, v. 2.

AFONSO, J. C.; NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P.; FREIDINGER, N.; **Quím. Nova**. v. 26, p. 602, 2003.

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O.; **Anais da Associação Brasileira de Química**. v. 52, p. 1, 2003.

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O.; **Quim. Nova**. v. 26, p. 291, 2003.
AMARAL, S. T.; MACHADO, P. F. L.; PARAÍMA, M. do C. R.; CÂMARA, M. R. C.; SANTOS, T.; BERLEZE, A. L.; FALCÃO, H. L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R. S.; OLIVEIRA, E. R.; BRASIL, J. L.; ARAÚJO, M. A.; BORGES, A. C. A. **Quím. Nova**. v. 24, p. 419, 2001

AOKI, A.; HORI, A. P.; PEREIRA, N. C. Reciclagem do termoplástico poliestireno (PS), modificado pela presença de resíduos de borrachas vulcanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 7, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2003.

BENDASSOLLI, J. A.; MÁXIMO, E.; TAVARES, G. A.; IGNOTO, F.; **Quim. Nova**. v.26, p. 612, 2003.

CETESB. **Nota Técnica sobre Tecnologia de Controle; Galvanoplastias**. São Paulo, 1990.

CIFFONI, A.; KOHARA, G.K.; ZANDONADI, A.R.; MUNHOZ JUNIOR, A.H. Recycling of two industrial residues in the production of heavy clay products. , In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL COMMISSION ON GLASS, 6TH BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GLASS AND RELATED MATERIALS, 2ND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NON-CRYSTALLINE SOLIDS, V LATIN AMERICAN TECHNICAL SYMPOSIUM ON GLASS – SIMPROVI, 2003, Campos do Jordão, São Paulo, p. 503-511.

CUNHA, C. J.; **Quím. Nova.** v. 24, p. 424, 2001.

DEMAMAN, A. S; FUNK, S.; HEPP, L. U.; ADÁRIO, A. M. dos S.; BERENICE, S. **Quím. Nova.** v. 27, n. 4, p. 674, 2004.

FELIX, F. da S.; Monografia (Graduação em Química) Faculdade de Ciências Biológicas Exatas e Experimentais, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2001.

FRANCO, T. F.; PASSOS, D. A.; MUNHOZ JUNIOR, .A.H. Estudo do efeito da adição de um resíduo industrial em corpos de revestimento cerâmico utilizando análise térmica diferencial (DTA) e análise termogravimétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 16, Porto Alegre, Nov/2005.

IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, 2002.

JARDIM, W. F. **Quím. Nova.** v. 21, p. 671, 1998.

KOHARA, G.K.; CIFFONI, A.; MUNHOZ JUNIOR, A.H. Reciclagem de um resíduo industrial constituído de partículas coloidais em cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 47, João Pessoa, Paraíba, Jun/2003.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Processos fermentativos e enzimáticos.** 1ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2001, p. 219-221.

MATOS, A. R.; AOKI, A.; PEREIRA, N. C. Estudo da reciclagem do material polimérico poliestireno (PS), coletado no campus Itambé, da Universidade Presbiteriana Mackenzie. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 15, 2002, NATAL. NOV/2002

MILITÃO, R. A.; PEREIRA, N. C. Fabricação de tubos e perfis a partir de polipropileno reciclado modificado pela presença de resíduos de borrachas de pneus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 8, Águas de Lindóia, São Paulo, Nov/2005 (submetido).

MOREIRA, A. S.; SANTOS JÚNIOR, A.; PALHARES, E.; RODRIGUES, C.; ALVES, F. B.; INTIMA, D. P.; GUEKEZIAN, M.; GAUBEUR, I. **Quím. Nova.** submetido a publicação, 2005.

PASSOS, D. A.; FRANCO, T.F.; COCCO, F.L.; CIFFONI, A., MUNHOZ JÚNIOR, A. Utilização do planejamento experimental fatorial 2^n na otimização da reciclagem de um resíduo industrial em cerâmica branca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48, Curitiba, Paraná, Jun/2004.

PERIN, T. R., MIRANDA, L.F., MASSON, T. E AGNELLI, J.A.M. Estudo comparativo do polipropileno modificado pela presença de talco e de sílica. In: congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos materiais, 15, 2002, Natal. Nov/2002

PLASTIVIDA (APOSTILA). **O ciclo de vida do plástico**, São Paulo, 1995.

PLASTIVIDA (APOSTILA). **Modelo de unidade de triagem e beneficiamento de plásticos**, São Paulo, 2000.

ROSA, D. S.; FILHO, R. P. **Biodegradação – um ensaio com polímeros**. 1ed., Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2003, 112 p..

ROSSINI, K.; LOPES, E.L.A.P.; SAITO, F.A.; ZANDONADI, A.R.; MUNHOZ JUNIOR, A. H. Caracterização de um resíduo sólido de uma indústria têxtil visando a reciclagem do mesmo em cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 49, Águas de São Pedro, Jun/2005.

SEELYE, K. Q. The New York Times (nytimes.com/national) 01/julho/2002.

SETZ, L.F.G.; ZANDONADI, A.R.; MUNHOZ JUNIOR., A.H. Utilização de planejamento experimental fatorial 2ⁿ na otimização da reciclagem de pó de vidro em cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 44, São Pedro, São Paulo, 2000.

SETZ, L.F.G. ; ZANDONADI, A.R.; MUNHOZ JUNIOR, A.H. Reciclagem de resíduo sólido de "pó de vidro em cerâmica vermelha - Utilização do método estatístico de Weibull na análise da resistência a flexão de corpos contendo diferentes teores de resíduo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 45, **Anais**, Florianópolis, Santa Catarina, 2001.

SETZ, L.F.G.; **GONÇALVES, S.F.**; ZANDONADI, A.R.; MUNHOZ JUNIOR, A.H. Estudo da reciclagem de um resíduo industrial obtido da lapidação de vidro em cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 15, NATAL, Rio Grande do Norte, NOV/2002.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A.; SOUZA, G.; NOLASCO, F. R.; BONASSI, J. A.; BATAGELLO, H. H.; **Quim. Nova**. v. 27, p. 320, 2004.

ULLOA, M.A E.; **MAIORINO,R**; MIRANDA, L. F.; MASSON, T.J. Reciclagem do polipropileno com adição de pó de madeira usando Tiba como agente de acoplagem. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos materiais, 16, 2004, Porto Alegre. Nov/2004

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos Plásticos e Reciclagem – Aspectos Gerais e Tecnologia**. São Carlos: EDUFSCar, 2004.

***Observação:** Os nomes dos alunos do Curso de Engenharia de Materiais da UPM estão citados em negrito.

STUDENTS ENGEENRING MOTIVATION FOR MATERIALS RECYCLING

Abstract: *The management of liquid and solid wastes continues to be a big challenge in urban areas in the whole world, particularly in cities with big population growing rate in developing countries. The lack of effectiveness and efficiency in the management of theses wastes results in environmental risks with negative impact, extending wider than just the geographical boundary of the city itself. Recycling is the more reasonable form to solve the problem of the indiscriminate disposal of these wastes. The benefits of recycling are many: it reduces the environmental damage; it generates value and conserves resources and saves energy collection and disposal costs. The preparation of the engineering student to a productive market actuation must proportionate the conscience of the recycling compromise, by the form of equilibrium between productivity and environment. The objective of this work is the creation of a discipline involving materials recycling for all the Engineering Courses.*

Key-words: *Recycling, engineering, education, environmental*