



## A EXPERIÊNCIA DA DISCIPLINA OPTATIVA “RECICLAGEM DE POLÍMEROS”

**Sandro D. Mancini** – mancini@ufc.br

Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici, bloco 709 - Pici  
60455-760 – Fortaleza - CE

**Resumo:** *A reciclagem de polímeros constitui-se oportunidade de trabalho para futuros engenheiros de materiais, civis, mecânicos, ambientais e químicos, pois o segmento tem procurado aumentar a qualidade do produto final, realizando investimentos em equipamento e mão-de-obra especializada. Este trabalho apresenta a experiência da criação e oferecimento da disciplina optativa “Reciclagem de Polímeros” aos alunos de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará em 2002. Um importante resultado da disciplina é o fortalecimento da consciência ambiental do futuro engenheiro, pois é necessário o aprendizado de temas como desenvolvimento sustentável, escassez de materiais, resíduos sólidos e poluição do ar e da água. A ementa da disciplina teve como tópicos: Polímeros (síntese e processamento), Resíduos Sólidos, Resíduos Poliméricos, Reciclagem Mecânica de Plásticos, Reciclagem Química de Plásticos, Reciclagem de Borrachas e Reciclagem Termoquímica e Energética de Plásticos e Borrachas. O curso teve aulas expositivas e práticas e visitas a uma indústria do setor e a um centro de triagem de resíduos sólidos urbanos. Durante o curso foi solicitado que os alunos fizessem uma avaliação da disciplina, a partir da qual discutiu-se com eles alguns pontos levantados.*

**Palavras-chave:** *Reciclagem, Polímeros, Resíduos Sólidos, Plásticos, Borrachas*

### 1. INTRODUÇÃO

De modo geral, a indústria petroquímica brasileira e a de polímeros são compostas por muitos grupos estrangeiros, sejam eles proprietários ou apenas participantes no quadro societário. Desta forma, desde sua fundamentação na década de 1970, houve a tendência natural de que tais indústrias trouxessem tecnologia do exterior. Paulatinamente, porém, foi havendo a formação de recursos humanos especializados e a formação de centros e laboratórios de pesquisa na área de polímeros nas próprias empresas e nas universidades. Atualmente, já existe massa crítica de qualidade produzindo conhecimento e discutindo inovações científicas e tecnológicas no setor [MANO (1998) e MANCINI (2001)].

A atividade da reciclagem de polímeros é tão recente quanto a indústria de polímeros em si. Provavelmente a indústria de reciclagem experimenta atualmente o mesmo grau de insipiência que a indústria de polímeros enfrentou na década de 70, havendo um agravante: com raríssimas exceções não existiu a vinda de tecnologia estrangeira para abastecer prontamente a indústria nascente [PACHECO e HEMAIS (2000) e MANCINI (2001)].

A indústria brasileira de reciclagem de plásticos é equiparável, em termos de produção, a de países desenvolvidos. Porém, além de matéria-prima e mão-de-obra específicas, o país lida com outros problemas que fazem com que seja necessário o

desenvolvimento de tecnologias próprias. Entre tais problemas podem ser listados [PACHECO e HEMAIS (2000) e MANCINI (2001)]:

- a dimensão continental do país, o que acarreta sérios problemas de transporte de matéria-prima (de baixa densidade) e de produtos;
- o mercado consumidor próprio, em geral, não é tão preocupado com o meio ambiente, com pequeno grau de instrução e poder aquisitivo baixo. O material plástico reciclado deve ser impreterivelmente mais barato que o virgem para garantir vendas;
- o sistema predominante de coleta e descarte de resíduos pós-consumo, que faz com que os plásticos, presentes em pequena quantidade relativa em peso, venham ainda muito sujos. O resultado é uma matéria-prima de baixa qualidade e que demanda lavagem exaustiva e posterior tratamento de água;
- a “má reputação” do material reciclado, que acaba por prejudicar empresas que trabalham seriamente e que diminuíram o número e a dimensão dos problemas enfrentados, geralmente com investimentos relativamente altos;
- dificuldade de abastecimento freqüente das indústrias, o que muitas vezes resulta em parada de linhas de produção e/ou aumento da capacidade ociosa, causando perda de lucros e desestímulo;
- presença de muitas indústrias de pequeno porte, com pouca tecnologia associada e alta carga tributária. Boa parte das empresas que atuam no ramo entram iludidas com a matéria-prima a custo zero e com as dificuldades acabam vivendo na clandestinidade, o que dificulta inclusive a pesquisa sobre o setor. Porém, uma das vantagens da reciclagem de resíduos sólidos (plásticos, metálicos, etc.) é que lixo existe em todos os lugares do Brasil, o que faz com que a indústria que recupera esses resíduos e os transforma em outros produtos não precisa estar concentrada em determinadas regiões, o que contribui com a interiorização do país.

A busca do maior lucro possível, preservando os valores éticos (dentro dos quais pode ser incluída a vertente ambiental), é objetivo de qualquer empreendimento industrial e não é diferente com a reciclagem. Isso pode se dar de várias maneiras, inclusive na adoção de alternativas a sistemas de reciclagem convencionais, que possam fornecer produtos de valor agregado maior. Qualquer desenvolvimento neste sentido passa por pesquisas sérias, investimentos e mão-de-obra especializada, especialmente engenheiros. A formação desta última é um dos papéis que as universidades podem assumir, formando indivíduos capazes de gerar tecnologias nacionais para o setor e otimizar processos produtivos das indústrias, porém com uma boa base em resíduos sólidos e poluição ambiental, de modo a aplicá-la para promover o desenvolvimento sustentável.

A atuação de engenheiros com conhecimentos aprofundados de reciclagem poderia se dar também em etapas anteriores à reciclagem, principalmente no incentivo à educação ambiental (para o consumo racional, a reutilização sempre que possível e o descarte seletivo), à coleta seletiva e a formação de cooperativas de catadores. Outro tipo de atuação seria posterior à reciclagem, diretamente no mercado consumidor, incentivando-o ao consumo de produtos reciclados.

## **2. A CRIAÇÃO DA DISCIPLINA “RECICLAGEM DE POLÍMEROS”**

Com base nas potencialidades do setor descritas no item anterior, foi elaborado o Projeto de Criação da Disciplina “Reciclagem de Polímeros” para o curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará. Este Projeto foi apresentado e aprovado pelo Departamento de Engenharia Química, pela Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química, pelo Colegiado do Centro de Tecnologia, pela Pró-Reitoria de Graduação e pelo Conselho de Ensino e Pesquisa da UFC. Foi então homologada

pelo Reitor da Universidade Federal do Ceará em 29 de maio de 2002, sob portaria número 29/02. Assim, foi oferecida aos alunos de graduação em Engenharia Química no segundo semestre de 2002, sendo que pretende-se manter o oferecimento anual.

O projeto constou de:

- Dados Gerais: onde informava-se os pré-requisitos (Química Orgânica e Físico Química), o número de créditos (2,4 ou seja 2 horas-aula por semana em 18 semanas, para um semestre letivo de 100 dias), distribuição entre créditos teóricos (89%, 32 horas-aula) e práticos (11%, 4 horas-aula), natureza (optativa) e regime (semestral);
- Justificativas: além das apresentadas no item anterior, acrescenta-se a existência de professor com mestrado e doutorado no assunto (o autor) e o fato de que disciplina semelhante existe na grade curricular das optativas do curso de Pós-Graduação (mestrado) em Engenharia Química da UFC;
- Ementa e Descrição do Conteúdo: Introdução (história da reciclagem, decomposição, biodegradação e reciclagem), a indústria de polímeros no Brasil), Polímeros: Síntese e Processamento (Tipos e Propriedades de Polímeros, Polimerização, Processamento por Extrusão, Injeção e Termoformagem), Resíduos (poluição, resíduos: definições, resíduos sólidos urbanos-com visita técnica, resíduos poliméricos – industriais e domésticos, identificação de plásticos –com aula prática, Reciclagem Mecânica de Plásticos (catação, seleção, moagem, lavagem, aglutinação, secagem e reprocessamento-com visita técnica); Reciclagem Química de Plásticos (hidrólise, glicólise, metanólise, acidólise – com aula prática), Reciclagem de Borrachas (pneus: desvulcanização, recauchutagem, ligas com asfaltos), Reciclagem Termoquímica e Energética de Plásticos e Borrachas (pirólise, gaseificação, hidrogenação e combustão com co-geração de energia);
- Bibliografia Básica e Complementar.

### 3. AS AULAS, VISITAS E AVALIAÇÕES

As aulas se iniciaram com discussões históricas e filosóficas sobre o tema reciclagem e a terminologia própria da área (diferenças entre reciclagem, recuperação, reutilização, revalorização, etc). Procurou-se incluir a reciclagem dentro de um contexto natural que engloba a biodegradabilidade e a decomposição. Posteriormente apresentou-se o perfil da indústria de plásticos no Brasil, especialmente a síntese concentrada em três pontos (São Paulo, Rio Grande do Sul e Bahia), a distribuição e o consumo dos principais plásticos. As aulas seguintes foram sobre o tema de polímeros, abordando conceitos sobre polimerização, cinética de polimerização e técnicas (solução, massa, suspensão e emulsão). O processamento de polímeros foi o próximo tópico, enfatizando equipamentos baseados na rosca sem fim (extrusão e injeção), passando ainda por termoformagem, moldagem por compressão, calandragem e rotomoldagem. Visto isso, mudou-se o assunto para a questão de resíduos sólidos, industriais e domésticos. Foram abordadas as principais formas de destinação, especialmente as adotadas na região metropolitana de Fortaleza-CE. Deu-se ênfase aos resíduos poliméricos e sua problemática relativa à baixa densidade e grande área superficial, que facilitam a impregnação de impurezas que dificultam processos posteriores de recuperação.

Após passados todos esses conceitos, foi realizada a primeira aula prática, que consistiu na identificação de plásticos. Foram colocados numa bancada vários tipos de embalagens divididos pelos tipos mais comuns. Estes são o poli (tereftalato de etileno) –PET, polietileno de alta densidade (PEAD) ou HDPE, policloreto de vinila (PVC), polietileno de baixa densidade (PEBD ou LDPE), polipropileno (PP) e poliestireno (PS). Os alunos foram convidados a observar cada embalagem, procurando diferencia-las, notando o número de

identificação (de 1 a 6 seguindo a lista de plásticos anterior) voluntária existente. Ressaltou-se que muitas aplicações (por exemplo copos de iogurte), podem ter dois plásticos, pois ambos podem se adequar aos requisitos necessários. A escolha pode depender do fabricante, do equipamento, de fornecedores, etc. Isso é um agravante para a reciclagem, pois torna a separação difícil. Verificou-se algumas propriedades de cada um dos polímeros, baseadas no comportamento de cada um frente ao dobramento (produtos transparentes de PP, PS e PVC quando dobrados exibem, na linha da dobra, um embranquecimento), queima (cor da chama, características da chama, etc), solubilidade (PS solúvel em clorofórmio), densidade (PET, PVC e PS afundam em água e o restante flutua), bem como outras propriedades. Outras informações, assim como uma seqüência recomendada de testes, foram obtidas com consulta em livro especializado [MANRICH et al (1997)]. A seguir, os alunos, em grupos de 4, identificaram duas embalagens de leite fermentado feitas de plásticos diferentes, uma bandeja de chocolates, um pedaço de saco plástico incolor e transparente e um copo de iogurte, todos esses sem identificação alguma. Posteriormente, um relatório foi apresentado.

Após a primeira aula prática, o curso entrou em outra fase, qual seja a de estudar a reciclagem de polímeros propriamente dita. O primeiro tópico desta nova fase foi a Reciclagem Mecânica que, através de uma seqüência de processos como moagem-lavagem-secagem-reprocessamento, recupera a grande maioria do plástico reciclado no país. Trata-se de uma atividade muito parecida com o processamento de plásticos a partir de resina virgem e que se apóia em equipamentos robustos e na alta produção para garantir preço final competitivo. Assim, deve ser desenvolvido linhas de coleta, separação e lavagem igualmente produtivas, o que traz peculiaridades com relação a processo e tratamento de efluentes.

Ainda dentro desse assunto, a reciclagem mecânica, ocorreu a visita técnica à indústria Reciclar S.A., uma organizada empresa que recicla principalmente polietilenos e polipropileno das mais variadas procedências. Na visita foi possível visualizar uma minuciosa separação (majoritariamente de resíduos industriais e pós-consumo de coleta seletiva – carrinheiros, cooperativas de catadores e sucateiros) e todo o processo de reciclagem em seguida. Muito próximo à indústria localiza-se a Estação de Transbordo e a Central de Triagem da cidade de Fortaleza, no antigo lixão do bairro Jangurussu e que também foi visitada. No local, antigos catadores do lixão vão aos poucos se organizando em cooperativa e montando uma linha de separação de materiais recicláveis. Foi possível visualizar desde a chegada de um caminhão de lixo até o enfardamento de papelão e PET. Dada a proximidade, foi ainda visitada a Central de Incineração de Fortaleza, onde um moderno incinerador queima cerca de 15 toneladas de resíduos sépticos por dia.

Na aula seguinte após a visita, iniciou-se o assunto “Reciclagem Química”. Trata-se de uma promissora técnica, onde o plástico é destruído controladamente para a obtenção dos materiais de partida (monômeros) que o constituíram. Esse tipo de reciclagem só é possível de ser feito para alguns plásticos e os mais comuns são o PET e o nylon. Foram passados conceitos sobre técnicas em utilização para reciclagem química desses polímeros. Para o nylon está bem desenvolvida a reciclagem química de tapetes de automóveis, baseada na hidrólise catalisada. No caso do PET são várias as opções, seja para o material proveniente de garrafas seja para o poliéster têxtil. É possível a hidrólise, metanólise, glicólise, entre outras, variando o produto final, normalmente intermediários úteis para a fabricação de resina de poliéster insaturado ou poliuretanos ou monômeros da polimerização. Neste último caso reside a possibilidade de se fabricar monômeros tão puros quanto os advindos de processos petroquímicos. Desta forma, em última instância, o plástico reciclado (e re-sintetizado) poderia entrar em contato direto com alimentos, o que é proibido por órgãos de saúde pública para a reciclagem mecânica (uma vez que a temperatura de fusão não seria suficiente para a completa destruição de um eventual caráter patogênico presente). Estudiosos de reciclagem mecânica tentam conseguir resultados semelhantes (aprovação para contato direto com

alimentos) a partir do desenvolvimento de processamento multi-camadas (onde uma camada de reciclado estaria entre duas de virgem, as quais teriam o contato direto com o alimento) ou de técnicas muito avançadas de limpeza [GARCIA (1998), BAYER et al (1995)].

Nesse ponto incluiu-se a segunda aula prática, que consistiu na hidrólise de PET para obtenção do ácido tereftálico. Este último é um dos monômeros da polimerização do poliéster e é importado pelo Brasil, devido a insuficiência da indústria nacional frente a demanda de PET. Para a aula prática, os alunos recortaram um pedaço da garrafa de PET em pequenos flocos e colocaram num balão com água e hidróxido de sódio. O conjunto foi posto num banho para reagir por duas horas e depois disso separou-se a fase sólida da líquida por filtração. Na fase sólida havia PET não completamente reagido e placas de tereftalato dissódico (reação do ácido tereftálico com o hidróxido de sódio). Foi jogada água em excesso no filtro para dissolver esse sal e a solução formada foi acidificada (foi adicionado ácido sulfúrico para formação de sulfato de sódio –solúvel em água- e ácido tereftálico –insolúvel). O ácido tereftálico formado foi separado por filtração e posteriormente seco e analisado em equipamento de infravermelho, onde foi realizada a identificação positiva. É sabido que o processo de dissolução precipitação funciona como uma purificação e a comparação com o ácido tereftálico comercial (petroquímico) pode ser feita visando a substituição de importações. Um outro relatório foi solicitado como parte do processo avaliatório.

Na aula seguinte à segunda prática foi discutida a Reciclagem de Borrachas, na qual o caso dos pneus domina. Abordou-se a reciclagem via desvulcanização e a recauchutagem. Na essência esse último método não pode ser considerado reciclagem, pois o produto descartado não é descaracterizado por fusão, por exemplo. Porém, como constitui-se uma importante técnica de aumento na vida útil dos pneus, mereceu destaque. Os tópicos das aulas seguintes foram reciclagem termoquímica (pirólise, gaseificação e hidrogenação de resíduos plásticos misturados para obtenção de produtos químicos úteis) e energética (combustão dos hidrocarbonetos para geração de energia).

Para finalizar, foi feita uma avaliação, sem consulta, na qual os alunos tiveram que elaborar um ante-projeto para a reciclagem de um determinado tipo de resíduo polimérico, da coleta da matéria-prima à comercialização do produto final. A finalidade deste tipo de avaliação foi tentar medir o entendimento global do processo. Os relatórios também foram levados em conta para o cálculo da média final.

Para a execução das aulas práticas foi elaborado roteiros para facilitar o entendimento seqüencial dos procedimentos. Os roteiros, assim como as transparências foram disponibilizadas para os alunos tanto na versão impressa quanto na eletrônica (página de internet) [MANCINI (2003)].

#### **4. A TURMA DE 2002.2**

Foram inscritos 16 alunos na turma de 2002.2 da disciplina. Foi solicitado aos alunos que avaliassem a disciplina durante sua realização e não somente ao final, feita costumeiramente na UFC com fins de avaliação institucional docente. Esta avaliação também funcionou como trabalho do professor (autor) que cursava à época a disciplina “Formação Continuada em Pedagogia Universitária”, obrigatória para recém-ingressos da UFC.

A maior parte dos alunos da disciplina tinham sido ex-alunos do autor nas disciplinas “Engenharia do Meio Ambiente” e/ou “Materiais da Indústria Química”, obrigatórias para Engenharia Química. Houve a promessa para os alunos da utilização de recursos audiovisuais e visitas (procedimentos já adotados nas outras duas disciplinas) e principalmente aulas práticas, uma carência na etapa profissionalizante do curso de graduação em Engenharia Química da UFC. Se essa pesquisa fosse feita logo no começo do curso (como sugeria a

disciplina de Formação Continuada em Pedagogia Universitária), não ia ser sentido o impacto dessas promessas realizadas e talvez até fosse medida a desconfiança ou até mesmo frustração dos alunos por ainda não vê-las implantadas. Também não poderia realiza-las, por exemplo as aulas práticas, desrespeitando a seqüência do planejamento, pois isso poderia confundir os alunos. Ou seja, no momento certo dentro do cronograma a primeira aula prática foi realizada e posteriormente a esta foi feita a pesquisa, a qual consistiu em pedir para os alunos listarem (e descreverem se desejarem) 3 aspectos positivos e três aspectos negativos da disciplina. No dia da pesquisa compareceram 14 alunos. A Tabela 1 apresenta as respostas para o primeiro questionamento, onde foi pedido aos estudantes para descreverem dois ou três aspectos que cada um aprecia no interior da disciplina Reciclagem de Polímeros e que, no ponto de vista individual, facilita sua aprendizagem. Ao todo, foram redigidas 28 respostas. A Tabela 2 apresenta as respostas para o segundo questionamento, onde foi pedido aos estudantes para descreverem dois ou três aspectos que cada um acredita que dificulta a aprendizagem. Neste caso, foram registradas 13 respostas, sendo que dois alunos não responderam esse item. A Tabela 3 apresenta as sugestões (ao todo foram 23) dadas pelos alunos para melhorar a eficácia do processo ensino-aprendizagem no interior da disciplina.

Tabela 1 – Frequência de respostas dos alunos ao questionamento: “Descreva dois ou três aspectos que você aprecia no interior da disciplina “Reciclagem de Polímeros” e que, no teu ponto de vista, facilitam sua aprendizagem”.

Aspectos Levantados pelos Estudantes	Frequência (%)
Modo como a disciplina é dada (com práticas, audiovisuais, dados atualizados, abordagem interessante)	46
O assunto é interessante, importante, atual	29
O professor	14
Disponibilização de material	7
Novo mercado para Engenheiros Químicos	4

Tabela 2 – Frequência de respostas dos alunos ao questionamento: “Descreva 2 ou 3 aspectos da disciplina que dificultam tua aprendizagem”.

Aspectos Levantados pelos Estudantes	Frequência (%)
Muita informação	30
Falta de livros na Biblioteca	15
Horário Ruim (8-10hs)	8
Pouco tempo de aula	8
Muito tempo de aula	8
Aula cansativa e muito conceitual	8
Falta de dados econômicos, sociais e políticos da atividade	8
Aula até o último minuto	8

Tabela 3 – Frequência de sugestões discentes aplicáveis com relativa rapidez e que contribuíssem para melhorar a eficácia do processo ensino-aprendizagem no interior da disciplina.

Aspectos Levantados pelos Estudantes	Frequência (%)
Fazer visitas	29
Mais aulas práticas	17
Fazer maior interação com indústrias	13
Fazer estudos de caso	9
Rever o horário da disciplina	8
Fazer dinâmicas de grupo	4
Criar um grupo de pesquisa em reciclagem e coleta seletiva	4
Fazer transparências com menos texto	4
Utilizar menos transparências	4
Aumentar o número de créditos da disciplina	4
Terminar a aula mais cedo	4

Inicialmente deve-se observar a frequência de respostas que constam das Tabelas 1,2 e 3. Houve muito mais intervenções para elogiar (28) do que criticar (13) a condução da disciplina. Em segundo lugar, houve mais sugestões (23) que críticas. Dentre os aspectos que facilitam o aprendizado na disciplina (Tabela 1), observa-se que a aula de vídeos e a aula prática surtiram efeito com os alunos. O assunto, por ser atual e relevante, também é um ponto a favor da disciplina, o que era esperado, uma vez que constitui-se disciplina optativa. Dentre os aspectos que dificultam o aprendizado (Tabela 2) e competem só ao professor, houveram críticas quanto a quantidade de informação. Dentre as sugestões (Tabela 3), as principais são a realização de visitas (marcadas à época e devidamente realizadas), mais aulas prática (mais uma foi realizada) e mais interação com indústria (foi sugerido palestras com profissionais do ramo).

Essas respostas foram lidas aos alunos e discutiu-se tópico por tópico (principalmente dos aspectos negativos). Esclareceu-se, principalmente, que a quantidade de informação e de transparências (e de texto dentro delas) se deve, em grande parte, à absoluta falta de literatura no assunto em bibliotecas brasileiras, não só da UFC.

Logo após a realização dessa pesquisa com os alunos, foi feita uma outra com o professor (autor) sobre os alunos, na qual foi citado (e descrito, se fosse o caso) três aspectos deles que facilitam e três que dificultam o aprendizado. Entre os aspectos que facilitam o aprendizado lista-se:

1. Por se tratar de uma disciplina optativa, todos os alunos quiseram fazê-la e não foram obrigados a isso para se formar;
2. Boa parte já tinham sido alunos do professor em “Materiais da Indústria Química” e/ou “Engenharia do Meio Ambiente” e isso já traz um conhecimento prévio sobre estilo de aula, de provas, etc., que deixam os estudantes um pouco menos preocupados para conseguir as notas necessárias à aprovação;
3. Os alunos vieram interessados na promessa de aulas práticas e após a realização da primeira puderam ver aplicações cotidianas da disciplina;
4. Os alunos são atraídos pelo fato da disciplina estar bem ligada à área da engenharia ambiental, bastante em discussão ultimamente, e com a possibilidade de ampliação do leque de opções profissionais futuras para engenheiros com conhecimentos no ramo.

Dentre os aspectos dos alunos que dificultam o aprendizado, citou-se:

1. A falta de base em Polímeros e de Resíduos Sólidos de todos os alunos, o que faz com que conceitos razoavelmente simples tenham que ser, eventualmente, repetidos para compreensão de tópicos da disciplina;
2. Interesse dos alunos em “passar na disciplina”, o que faz com que alguns deles somente “passem pela disciplina”;
3. Há alunos nitidamente mais aplicados e interessados que outros, o que cria uma necessidade de uniformização na abordagem de disciplina que pode estar lenta e simples para uns e rápida e complexa para outros.

## 5. CONCLUSÕES

Durante o andamento da disciplina foi possível sentir que boa parte das expectativas dos alunos com relação à mesma foram cumpridas. Deve ser enaltecido que o curso foi montado com uma grande quantidade de informações (e muitas vezes conceitos) atualizadas(os) e completamente novas(os) para os alunos, porém os fatores considerados mais importantes para o aprendizado foram as visitas e aulas práticas. Nas visitas foi possível ver a triste realidade dos resíduos sólidos urbanos brasileiros, no tocante à dificuldade de separá-los, bem como unidades industriais de incineração e de reciclagem mecânica. Nas aulas práticas, foram utilizados importantes conceitos de química e de engenharia incluídos em seqüências de procedimentos simples que garantiam uma identificação relativamente precisa de resíduos bem como a realização de uma reciclagem química completa a partir de um resíduo comum.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYER, F.L., MYERS, D.V. e GAGE, M. J. – Consideration of Poly (ethylene terephthalate) Recycling for Food Use. In Rader, C.P, Baldwin, S.L., Sadler, G.D. e Stockel, R.F. (Ed.) **Plastics, Rubber and Paper Recycling: A Pragmatic Approach**. American Chemical Society, Washington, 1995, p. 152-160.
- MANCINI, S.D. **Estudos de Hidrólise de PET Pós-Consumo no Estado Sólido Visando a Reciclagem Química**. 2001. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais). Departamento de Engenharia de Materiais. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP.
- MANCINI, S.D. Página Pessoal disponível em <http://www.deq.ufc.br/professores/sandro.htm>. Acesso em 16 jun. 2003.
- MANO, E.B. Aspectos Históricos de Ciência e Tecnologia de Polímeros no Brasil – **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Carlos-SP, ano VIII, n. 4, p. 6-9, out/dez 1998.
- MANRICH, S. et al. **Identificação de Plásticos: uma ferramenta para reciclagem**. São Carlos-SP, Editora da UFSCar, 1997.
- PACHECO, Ellen B.A.V; HEMAIS, Carlos Alberto. Panorama Sobre a Reciclagem de Plásticos no Brasil. In SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo. **Anais em CD-ROM**. São Paulo-SP, Cetesb, 2000.



## THE EXPERIENCE OF “POLYMER RECYCLING” DISCIPLINE

**Abstract:** *Polymer recycling is a job opportunity for future materials, mechanical, civil, environmental and chemical engineers, once the sector is trying to enhance the final product quality with investments and specialised workers. This study presents the experience of the creation and offering of the discipline “Polymer Recycling” to the undergraduate students of Chemical Engineering of Federal University of Ceará (Brazil) in 2002. One of the important results of this discipline is the enhance of the environmental conscience of the student, once is necessary the learning of sustainable development, end of materials, municipal solid waste and water and air pollution. The discipline enclose Polymer (synthesis and processing), Solid Wastes, Polymer Wastes, Plastics Mechanical Recycling, Plastics Chemical Recycling, Rubber Recycling, Energy and Termochemical Recycling of Rubber and Plastics. There were theoretical and practical classes, as well as visits for an industry and a segregation centre. During the course, the students have done a discipline evaluation, which allowed discussions about some points.*

**Key-words:** *Recycling, Polymer, Solid Waste, Plastics, Rubber*