

Análise da tecnologia aplicada aos polímeros: uma releitura sobre polímeros biodegradáveis

Jonatan These (FAHOR) jt000222@fahor.com.br

Joel Antonio Tauchen (FAHOR) joel@fahor.com.br

Resumo

Em virtude do alto consumo de plástico no mundo atual, esse artigo tem por objetivo apresentar uma análise do que está sendo feito para reduzir o impacto desses produtos no meio ambiente, bem como demonstrar o processo de degradabilidade dos polímeros na natureza. Com base numa revisão bibliográfica, o artigo ainda destaca os processos de reciclagem e a obtenção de polímeros através da alta tecnologia.

Palavras chave: Impactos Ambientais, Polímeros Biodegradáveis, Reciclagem, Tecnologia.

1. Introdução

Nos últimos anos o consumo do plástico pela sociedade tem crescido consideravelmente, como conseqüência, o seu descarte tem sido responsável por sérios impactos ambientais, que devem, ao seu componente principal, um tipo de macromolécula denominada polímero.

É difícil imaginar uma atividade humana que não envolva a utilização de polímeros, fator preocupante para cientistas e ambientalistas, já que a durabilidade destes materiais é definida pelo processo de degradação, muitas vezes mais curta ou mais longa do que o desejado.

O objetivo deste documento é disponibilizar uma análise sobre a utilização dos polímeros, através de conceitos e alternativas que abordam a minimização do impacto ambiental, causado pelo uso e descarte inadequado desse produto. O artigo relata também a questão da tecnologia na fabricação de polímeros, processos e características de reciclagem, bem como a substituição de polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis ou foto-degradáveis.

Nesse sentido, o artigo proporciona aos seus leitores um estudo detalhado e de fácil entendimento sobre o assunto abordado, relatando conceitos que focam o desenvolvimento de polímeros e principalmente, seus impactos ao meio ambiente e as novas tendências desses produtos.

2. Revisão da Literatura

2.1 Impactos ambientais causados pelo uso de polímeros

O Brasil consome toneladas de plástico por ano, gerado pelo aumento vertiginoso de demanda de produção de bens e consumo. Esse aumento significativo do uso do plástico pressiona a sociedade quanto à necessidade da valorização do meio ambiente e torna prioritária a questão da qualidade de vida da população.

De início é interessante ressaltar que o primeiro plástico foi produzido pelo inglês Alexander Parkes, em 1962, desde então, o material tornou-se imprescindível para o setor industrial, porém, passou a sofrer críticas de setores ambientalistas, pois sua matéria-prima, o petróleo é uma fonte de energia não-renovável (ALBUQUERQUE, 2001).

Gaboardi (2007) explica que os polímeros sintéticos apresentaram-se como uma inovação tecnológica e que seu uso se expandiu em múltiplas aplicações, tais como, embalagens, tubos de encanamento, próteses, utensílios domésticos, pneus, peças automotivas, tintas entre outros. Essas aplicações se devem às suas propriedades de leveza, resistência química e mecânica, além de custo relativamente baixo.

Ao referir-se à polímeros e sua composição é preciso reconhecer que a questão de sua degradabilidade é um problema particularmente moderno visto que, após o descarte, demoram em média 100 anos para se decomporem totalmente. A este respeito, é esclarecedor transcrever que os polímeros sintéticos convencionais são considerados inerentes ao ataque imediato de microorganismos. E por apresentarem um longo tempo de vida útil, tornam-se um fator preocupante na questão ambiental (ROSA; FRANCO; CALIL, 2001).

Ao que se refere à biodegradação de materiais, é interessante ressaltar:

A biodegradação de um determinado material ocorre quando ele é usado como nutriente pelos microorganismos (bactérias, fungos ou algas) que existe no ambiente onde o material vai ser degradado. Para que essa colônia de microorganismos cresça usando o material como nutriente é necessário que eles produzam as enzimas adequadas para quebrar algumas das ligações químicas da cadeia do polímero (PAOLI, 2008).

Dessa forma, entende-se que para um polímero sintético ser biodegradável, ele precisa atender os mesmos requisitos.

2.1.1 Redução do impacto ambiental, através da utilização de polímeros biodegradáveis

Os polímeros provenientes do petróleo são os materiais mais utilizados atualmente para produção de componentes plásticos, mas recentemente surgiu uma nova tecnologia que está substituindo os plásticos convencionais, denominada de

bioplásticos, largamente utilizados na produção de embalagens e produtos plásticos, que podem ser classificados em biopolímeros recicláveis e biodegradáveis.

Steinhoff, Wang e Alig (2009) afirmam que a produção de resinas plásticas produzidas a partir de materiais biodegradáveis, também conhecidos como biopolímeros, conquista uma importância cada vez maior. Esse aumento de interesse deve-se as possibilidades de escassez de petróleo, pelas mudanças no clima que estão ocorrendo e pelos incentivos feitos em relação à utilização destes produtos.

Ao referir-se a tal assunto Franchetti e Marconato (2006) definem estes polímeros como materiais degradáveis, em que a degradação resulta inicialmente da ação de microrganismos como fungos, bactérias e algas encontradas no ambiente, transformando em CO₂, CH₄, componentes celulares e outros produtos. “Ou de outro modo, são materiais que se degradam em dióxido de carbono, água e biomassa, como resultado da ação de organismos vivos ou enzimas” (Figura 1).

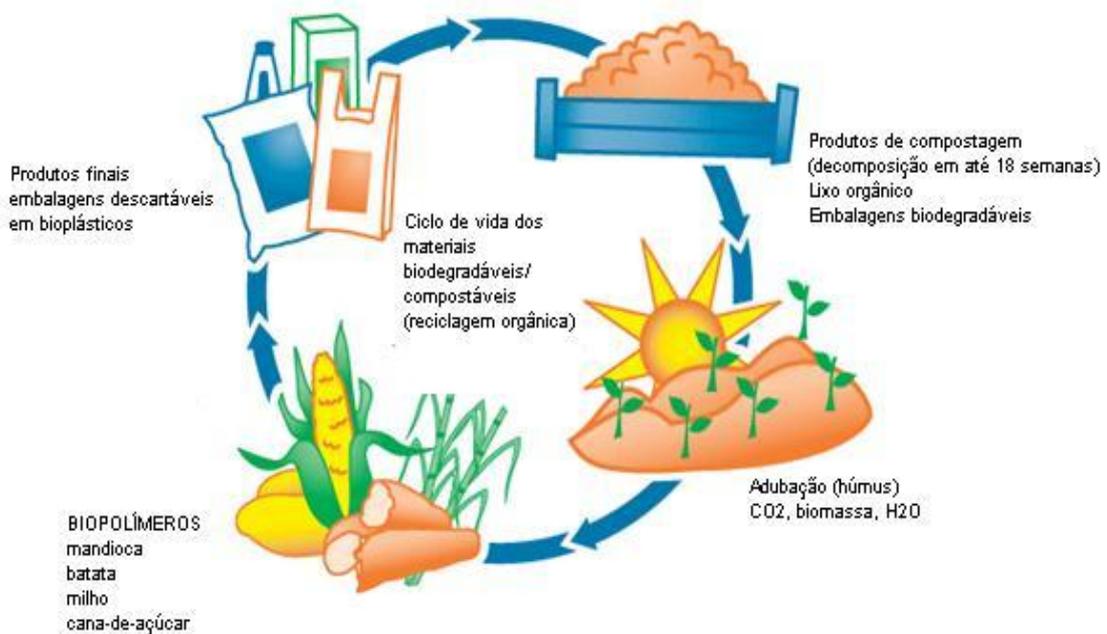


Figura 1: Ciclo de vida dos bioplásticos. Fonte: Biomater, 2006.

Uma vez identificada às necessidades, ao que se refere a polímeros, Róz (2003) enfatiza em seu trabalho o surgimento do amido termoplástico, produzido a partir do amido, um aditivo natural encontrado em abundância na natureza, de fonte renovável e custo relativamente baixo, que atende os quesitos de biodegradação. O mesmo pode ser empregado como sacos de lixo, filmes para proteger alimentos, fraldas infantis, na produção de talheres, pratos e copos descartáveis e outras aplicações de caráter biodegradável.

Outra alternativa para a minimização do impacto ambiental é a utilização de

plástico oxi-biodegradável, Gaboardi (2007) explica que eles contêm aditivos à base de compostos de metais de transição, tais como, ferro; níquel; cobalto e manganês. Esses aditivos são incorporados durante o processo normal do polímero, e são capazes de induzir o processo de oxidação, pois aceleram a formação de hidroperóxidos que quando submetidos à luz UV ou aquecimento aceleram sua degradação, processo conhecido como abiótica, além da degradação por intermédio da luz solar, os fragmentos oxidados são passíveis de serem colonizados por microorganismos que utilizam o polímero como substrato.

A exemplo de Gaboardi (2007) que explana sobre a utilização de plásticos oxi-biodegradáveis, Giesse (2003) indaga que em 2002, o Instituto de Química da UNICAMP, desenvolveu e patenteou um plástico que se deteriora com a luz solar. Trata-se do plástico foto-degradável, uma mistura de polietileno com um polímero orgânico que se decompõe pelo menos, duas vezes mais rápido que o plástico comum.

Ao referir-se de tal assunto, Franchetti e Marconato (2006) relatam que o emprego dos bipolímeros ainda não tem uma participação efetiva no mercado, “mas deverá ser mais expressivo em futuro próximo, uma vez que estes polímeros geram resíduos de curta duração”, ou recicláveis, diminuindo assim, ao longo dos anos, a poluição ambiental e o consumo de petróleo.

Dessa forma, torna-se muito mais relevante ressaltar a importância da conscientização da sociedade quanto à utilização de polímeros biodegradáveis ou foto-degradáveis, pois os mesmos auxiliam na resolução da problemática ambiental, causada pelo uso e descarte inadequado do plástico. Essa idéia pode ser definida pela seguinte citação:

A solução a curtíssimo prazo é a reciclagem do produto; a solução em médio prazo é o uso de plástico foto-degradável e a solução à longo prazo é o uso de plásticos biodegradáveis (GIESSE, 2003).

2.2 Características da reciclagem de polímeros

A reciclagem é um termo utilizado para indicar o reprocessamento de materiais como matéria-prima para um novo produto. O conceito de reciclagem é diferente de reaproveitamento, pois a reciclagem é a recuperação da parte reutilizável dos dejetos do sistema de produção ou de consumo, para reintroduzi-los novamente ao ciclo de produção, e o reaproveitamento é aproveitar um material em outro (HOUAISS;VILLAR;FRANCO, 2001).

A disposição desses resíduos sólidos urbanos apresenta problemas relacionados com a instalação inadequada, espaço físico ocupado e principalmente da proliferação de doenças para parte da população que moram próximas e sobrevivem da comercialização desses resíduos. O Brasil é um país que está entre os maiores recicladores clandestinos do mundo. De acordo com o levantamento do Cempre (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), atualmente o Brasil apresenta cerca de 200 mil trabalhadores clandestinos (AGNELLI; MANRICH, SANTOS, 2004).

Ao que se refere à reciclagem industrial, segundo Albuquerque (2001, p.262) “existem no Brasil cerca de 300 instalações industriais de reciclagem de plástico, que faturam perto de R\$250 milhões por ano e geram até 20 mil empregos diretos.[...] uma fabrica é capaz de produzir 633 ton anuais de plástico reciclado[...]”,o investimento inicial necessário é de R\$140 mil, embora essas empresas sejam pequenas, as cidades têm mais de 100 mil habitantes.

Existem sete diferentes tipos de resinas plásticas. As principais são: PET (Polietileno Tereftalato), que são utilizados em garrafas de refrigerante; a PEAD (Polietileno de alta densidade), que compõe os baldes, tambores e autopeças; a PVC (Poli cloro de vinil), comum em tubos e conexões; a PP (Polipropileno), consumido por fabricantes de embalagens de massa, biscoito; e a PS (Poliestireno), usado principalmente em copos descartáveis. Para a reciclagem dessas resinas, as mesmas devem ser separadas, pois a mistura pode causar defeitos em peças, resultando em um material de baixa qualidade, impossibilitando o retorno como matéria-prima (ALBUQUERQUE,2001 p.263).

Há três processos de reciclagem do plástico. A reciclagem energética, que é queimado o plástico, liberando um forte calor que é aproveitado na forma de energia; a reciclagem química, onde é separado através do aquecimento, e a matéria prima pode então ser reutilizada na indústria; e temos também a reciclagem mecânica, que é a mais utilizada no Brasil, por ser mais barata e manter a boa qualidade do material (BITTENCOURT,2008).

A reciclagem mecânica pode ser reprocessada por extrusão, moldagem por compressão, injeção e termoformagem. Antes disso é necessário separar os resíduos poliméricos, moer, lavar, secar e reprocessá-los, transformado em produto acabados, pronto para iniciar o processo. O mais importante é a separação dos resíduos baseada na diferença de densidade. (Figura 2)

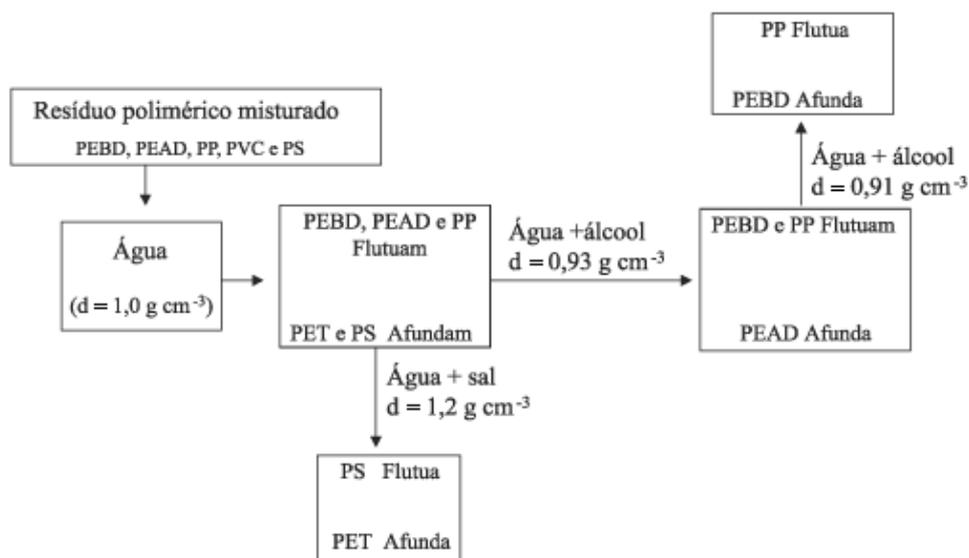


Figura 2. Esquema de separação de polímeros por diferenças de densidade. Fonte: Paoli; Spnacé, 2008.

Referente aos plásticos, estes apresentam os menores índices de reciclagem em todo o mundo. Pois as resinas virgens desse material são de baixo custo e o material coletado para a reciclagem apresenta na maioria das vezes alto índice de contaminação. O setor de embalagens plásticas, constitui em torno de 30% do consumo total de plásticos produzidos. Na qual a embalagem PET é o principal centro de atenção dos recicladores, pois a resina virgem deste material é de alto valor. Mas este material, como qualquer outro tipo de plástico, somente poderá ser reutilizado em contato com alimentos em caso de autorização da Vigilância Sanitária, conforme resolução nº. 105 e 23 da ANVISA (Agência Nacional da Vigilância Sanitária) (AGNELLI; MANRICH, SANTOS, 2004).

Ao que se refere aos aspectos econômicos, é preciso reconhecer que a reciclagem de polímeros apresenta baixo retorno financeiro. Isso acontece pelo fato de que o custo da coleta seletiva dos materiais fica em torno de oito vezes maior que a convencional. Mas essa é a melhor solução que temos para reduzir os impactos causados pelos polímeros, dando um aumento na vida útil dos aterros, a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública e a geração de empregos e rendas (PAOLI ;SPINACÉ, 2008).

Alguns fatores que limitam a reciclagem dos polímeros relacionam-se a falta de estímulo a reciclagem, falta de coleta seletiva, dificuldade na reciclagem de resinas misturadas e gastos adicionais com a separação e lavagem dos produtos, diminuindo a margem e lucro dos recicladores (BERTÉ; FILHO, 2008 p.145).

2.3 A influência da tecnologia na fabricação de polímeros

As indústrias brasileiras vêm se adequando cada vez mais para acompanhar o desenvolvimento tecnológico mundial, visando não perder espaço no mercado, dessa forma os produtos saem para venda com qualidade muito superior se comparando a anos anteriores, no mesmo caminho esta a indústria de polímeros, que com o passar do tempo vem melhorando a qualidade dos plásticos.

De início é interessante destacar o artigo onde é redigida a seguinte citação.

No recente panorama internacional, onde se presencia o aumento relativo na integração entre políticas tecnológicas e de comércio internacional, algumas empresas dependem fortemente da geração de tecnologia para se sustentar. Este é o caso das empresas que compõem as indústrias químicas (na qual se insere o setor de polímeros) e eletrônicas, onde a tecnologia é parte indispensável da estratégia corporativa dessas empresas e fator determinante para promover mudanças nos níveis de competitividade. (HEMAIS; ROSA; BARROS, 2000)

De acordo com Fleury (2000) a indústria brasileira de polímeros está dividida em grupos com diferentes características, dependendo da cadeia de produção e da estratégia de mercado utilizada por cada uma, ao referir-se a tal assunto ele sustenta que as indústrias de polímeros dividem-se basicamente em empresas que

dispõem de tecnologia, e empresas que não possuem dessa regalia.

Para Hemais, Barros e Rosa (2003) a tecnologia é essencial para garantir a competitividade da empresa, isso pode ser mencionado com certeza, quando a empresa trabalha em um ramo que está globalizado e a disputa por mercado é acirrada. De acordo com os autores acima mencionados, a empresa pode obter a tecnologia de fontes externas através de seus fornecedores, ou seja, manter relações com fornecedores que já trabalham com tecnologia ou obter isso de forma endógena.

O trabalho segundo Medina (2002) relata que essa tecnologia deve ser empregada nos polímeros visando economia e produção industrial somente quando há necessidade, pois esses materiais serão transformados em peças ou em partes de um produto final que incorporam suas características e seu nível tecnológico ao produto do qual participam. Dessa forma, fica evidente a ênfase citada pela autora, quanto à utilização desta tecnologia, pois o uso da mesma gera gastos elevados para a empresa, bem como, aumenta o tempo na fabricação dos produtos.

Cabe citar que a indústria automobilística é uma das áreas que mais exige a tecnologia na fabricação de polímeros, já que a cada ano o design dos veículos fica mais complexo. Cerqueira e Hemais (2001) enfatizam em seu trabalho, que nos últimos anos, a exigência dos consumidores tem crescido consideravelmente na hora da aquisição de um veículo, ou seja, eles procuram produtos de baixo custo e de alta tecnologia. Em vista disso, é preciso reconhecer a dificuldade em se obter um carro de baixo custo e tecnologia avançada, pois a tecnologia gera gastos para as empresas no quesito fabricação. Esse fator tem desenvolvido a competitividade no mercado de trabalho, que cada vez mais busca alternativas que reduzam os custos de fabricação, para maior

Além do setor automobilístico, outra área vem utilizando os polímeros cada vez mais em seus produtos, como relatado abaixo.

A utilização de compósitos poliméricos avançados em partes estruturais de aeronaves cresce a cada ano, devido às excelentes propriedades mecânicas que este material confere ao componente que está sendo projetado e por permitir flexibilidade no projeto de peças complexas e com propriedades locais específicas. (REZENDE, 2000)

Florenzano (2008) ressalta em seu trabalho o desenvolvendo de novas formas para a produção de polímeros, segundo ele os novos métodos de fabricação possibilitam a produção de peças sob medida e com diferentes formas e estruturas, o autor reforça que em breve o polímero será uma das principais fontes de matéria prima nas indústrias.

Em outro momento Florenzano (2008) apresenta a principal técnica utilizada para obtenção do polímero perfeito, chamada “polimerização radicalar controlada (CRP)” ele afirma que atualmente, essa tecnologia torna possível a obtenção de qualquer polímero imaginável.

Dessa forma, é interessante salientar o avanço que a tecnologia teve nos últimos anos ao que se refere à fabricação de polímeros. É imprescindível mencionar que a evolução e aplicação da tecnologia aumenta a competitividade entre as empresas, tornando o produto final cada vez melhor, no quesito qualidade e custo de produção.

3. Métodos e Técnicas

A elaboração deste artigo, observando os conceitos definidos por Gil (2002), segue as características de pesquisa exploratória, pois teve como objetivo oportunizar maior familiaridade com o problema, objetivando torná-lo melhor definido ou construir hipóteses. Este tipo de pesquisa também proporciona a otimização de idéias ou descoberta de intuições, pois seu planejamento é flexível, o que possibilita a consideração dos mais variados aspectos referentes ao fato estudado. Pesquisas exploratórias, na maioria dos casos, envolvem levantamento bibliográfico, análise de exemplos que melhorem o entendimento e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, sendo que o referente artigo é baseado no primeiro e segundo itens listados acima. Como a pesquisa exploratória é bastante flexível, o artigo assume a forma de pesquisa bibliográfica.

4. Conclusões

Através do desenvolvimento dos estudos, observou-se um crescimento significativo e acelerado da população, em conseqüência, um aumento relevante dos dados causados ao meio ambiente.

Percebe-se que atualmente a questão ambiental e destinação dos resíduos, é um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade, fator que mobiliza cientistas e ambientalistas à busca de soluções que minimizem este problema.

Para concluir pode-se constatar que a questão ambiental e sua preservação dependem de um conjunto de medidas adotadas por todos, trata-se uma responsabilidade coletiva, que inclui a adoção de práticas de produção e consumo sustentáveis. Pois de nada adianta existir alta tecnologia na fabricação de polímeros biodegradáveis, recicláveis, entre outros, se a população e empresas não tiverem consciência da importância de sua utilização.

5 . Referências Bibliográficas

- AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S.; SANTOS, A. S. F. **Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas**, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v14n5/23062.pdf>>. Acesso em 26 fev, 2009.
- ALBUQUERQUE, J. A. C. **O Planeta Plástico**. Porto Alegre: Sagra Seuzzatto, 2000, p. 258-269. Acesso em 5 mar, 2009.
- BERTÉ, R.; FILHO, E. R. **O reverso da logística**. Edição do Autor. Curitiba, 2008. Acesso em 17 mar, 2009.
- BIOPLÁSTICO se consolida como alternativa ecológica. São Paulo: Terra, 2007. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI2012530-EI299,00.html>>. Acesso em: 05 mar, 2009.

BIOPLÁSTICOS. São Carlos: Biomater, 2006. Disponível em: <<http://www.biomater.com.br/>>. Acesso em 05 mar, 2009.

BITTENCOURT, A. P. **Reaproveitamento e Reciclagem de Polímeros**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/reaproveitamento-e-reciclagem-de-polimeros-ppt-a4519.html>>. Acesso em 17 mar, 2009.

CERQUEIRA, V.; HEMAIS, C. A. **Estratégia Tecnológica e a Indústria Brasileira de Transformação de Polímeros**, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282001000300004>. Acesso em 10 mar, 2009.

FLEURY, A.; TEREZA, M. **Competitiva da Indústria de Transformação de Plástico**, 2000. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-1428200000030000>. Acesso em 17 mar, 2009.

FLORENZANO, F. H. **Perspectivas atuais para a obtenção controlada de polímeros e sua caracterização**, 2008. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a06v18n2>. Acesso em 11 mar, 2009.

FRANCHETTI, S. M.; MARCONATO, J. C. **Polímeros biodegradáveis – Uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos**, Revista Química Nova, Rio Claro, v. 29, n. 4, p. 811-816, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30263.pdf>>. Acesso em 05 mar, 2009.

GABOARDI, F. **Avaliação das Propriedades Mecânicas, térmicas e de Biodegradação de blendas de PHB e PEDB com e sem aditivos pró-oxidantes**. Itatiba, 2007. Disponível em: <<http://portalsaofrancisco.com.br/alfa/polimeros/polimeros-4.php>>. Acesso em 10 mar, 2009.

GIESSE, R. **O futuro dos Plásticos: Biodegradáveis e Foto-degradáveis**. Revista Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº4, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v13n4/19874.pdf>>. Acesso em 14 mar, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002. cap. 4, p.41-56. Acesso em 19 mar, 2009.

HEMAIS, C. A.; ROSA, E. O. R.; BARROS, H. M. **Observações sobre o Desenvolvimento Tecnológico e os Ciclos da Indústria de Polímeros no Brasil**, 2000. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282000000300011&script=sci_arttext>. Acesso em 11 mar, 2009.

_____, C. A. **Polímeros e a indústria automobilística**, vol.13 no.2 São Carlos Apr./June 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282003000200008>. Acesso em 17 mar, 2009.

HOUAISS, A.; VILLAR M. de S.; FRANCO, F.M.de M. **Dicionário de Português**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva LTDA,2001.

MEDINA, H. V. **Desenvolvimento de novos polímeros: uma ferramenta para os avanços na indústria automobilística**, 2002. Disponível em: <www.cetem.gov.br/documentos-textos/Plasticos%20Automotivos>. Acesso em 15 mar, 2009.

PAOLI, M. A. SPINACÉ, M. A. S. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23041.pdf>>. Acesso em 16 mar, 2009.

PAOLI, M. A. **Degradação e Estabilização de Polímeros**, 2º versão on-line, 2008. Disponível em: <<http://www.chemkeys.com/blog/wp-content/uploads/2008/09/polimeros.pdf>>. Acesso em 15 mar, 2009.

REZENDE, M. C.; BOTELHOM, E. C. **O Uso de Compósitos Estruturais na Indústria Aeroespacial**, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v10n2/3106.pdf>>. Acesso em 17 mar, 2009.



ROSA, D. S.; FRANCO, B. L. M.; CALIL, M. R. **Biodegradabilidade e Propriedades Mecânicas de Novas Misturas Poliméricas**. Revista Ciência e Tecnologia, vol. 11, nº2, p.82-88, 2001. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282001000200010>. Acesso em 10 mar, 2009.

RÓZ, A. L. **O futuro dos Plásticos: Biodegradáveis e Foto-degradáveis**. Revista Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº4, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v13n4/19874.pdf>>. Acesso em 14 mar, 2009.

STEINHOFF, B.; WANG, S.; ALIG, I. **Uma análise da degradação do poli(ácido láctico) (PLA) induzida pelo processo de transformação**, Revista Plástico Industrial, São Paulo, v. 11, n. 126, p. 78-83, fev. 2009. Acesso em 15 mar, 2009.