

# SACOLAS PLÁSTICAS BIODEGRADÁVEIS – UMA PARTE DA SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS



João de Araújo Jr<sup>1</sup>  
Helio Wiebeck<sup>2</sup>

ARAÚJO JR, J. ; WIEBECK, H. *Sacolas plásticas biodegradáveis – uma parte da solução para o problema dos resíduos sólidos nos Assentamentos Humanos*. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v13, nº1, p79-85, 2011.

## RESUMO

Neste artigo, inicialmente revisamos a correlação entre o crescimento da Indústria de Embalagens e o desenvolvimento dos Mercados Emergentes, discutindo a participação crescente dos materiais plásticos nos resíduos sólidos urbanos municipais como uma consequência da maior utilização de produtos industrializados e seu impacto ambiental nos Assentamentos Humanos. Na sequência, descrevemos as possíveis soluções existentes no Mercado para minimizar este problema, e dentre elas focamos os materiais plásticos biodegradáveis para sacolas de supermercado, informando detalhes de natureza técnica que permitem um melhor entendimento desta nova classe de materiais.

**Palavras-chave:** *Assentamentos Humanos, Polímeros Biodegradáveis, Materiais para Embalagem, Sacolas de Supermercado*

- 
1. M. Sc. Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais
  2. PhD. Faculdades Anhanguera – unidade Portal da Colina - Sorocaba, e-mail: hwiebeck@usp.br



## ABSTRACT

*In this article we start by reviewing how the Growth of the Packaging Industry is tied to the development of the Emerging Markets, and discuss the increasing participation of the plastic materials in municipal solid wastes – mainly associated with the packaging of finished goods and how that impacts in the Human Settlements. After that we describe the possible solutions available in the Market place to mitigate this environmental problem, and among these solutions, we focus on the Biodegradable Packaging Materials for shopping bags, providing the technical background that allows a deeper understanding of this innovative class of materials.*

**Key-words:** Human Settlements, Biodegradable Polymers, Packaging Materials, Shopping Bags

## PLÁSTICOS NOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

Os assentamentos humanos atuais se caracterizam por graves distorções: um patamar de riqueza e consumo jamais atingidos coexistem com a miséria, degradação ambiental e a poluição. Neste contexto, surge o conceito do Desenvolvimento Sustentável, buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e, ainda, combater a pobreza no mundo. A proteção ambiental é necessariamente um dos protagonistas do Desenvolvimento Sustentável, e não apenas um ator coadjuvante <sup>1</sup>.

A preservação do meio ambiente inclui a otimização dos resíduos ge-

rados pela Sociedade, tanto em sua quantidade, como na capacidade da Natureza de absorvê-los de maneira rápida e que possibilite o reaproveitamento da energia e biomassa retida nestes resíduos. O consumo global de plásticos é superior a 200 milhões de toneladas anuais, com um crescimento de 5% ao ano, sendo responsável por grande parte da demanda atual por petróleo e gás natural.

No chamado grupo dos BRICs, (grupo de países emergentes constituído pelo Brasil, Rússia, Índia e China), e em especial no Brasil, o Mercado de Embalagens e seus insumos é bastante promissor, pois a utilização de embalagens tem uma relação direta com o crescimento do Produto Interno Bruto, tendo uma projeção ano a ano superior a 5% <sup>2</sup>.

Outro fator que potencializa o consumo de embalagens é a própria crise financeira que assolou o mundo entre 2008 e 2009, e ainda traz suas sequelas até os dias de hoje. Estudos da LatinPanel, a maior empresa de pesquisa de consumo domiciliar da América Latina, apontam que em 2009 os gastos das famílias brasileiras com alimentação dentro do lar subiram 14%, enquanto que a alimentação fora do lar, que vinha historicamente subindo a taxas acima de 20%, subiu apenas 10%: mais tempo em casa aumenta o consumo dos gastos no varejo de auto-serviço.

Segundo Ana Fioretti, diretora executiva da Latin Panel, "(...) as pessoas só querem sair de casa se for para abastecer a despensa" <sup>3</sup>. Enquanto até o final do século 20 os brasileiros preparavam a maior parte dos alimentos a partir de insumos estritamente agrícolas e carnes frescas, nos dias atuais praticamente tudo é adquirido em supermercados na forma "pré-pronta", já



industrializada, crescendo assim o número de embalagens plásticas, de papéis, depósitos de vidros e metais que são descartados após o uso.

A grande quantidade de lixo gerada pode levar a uma série de problemas, já que o meio ambiente leva muito tempo para decompor alguns detritos provenientes de descartes industriais e domésticos. Na composição do Resíduo Sólido Urbano (RSU), 35% do lixo é constituído por materiais potencialmente recicláveis (papel, metais, vidros, plásticos, alumínio etc). Dentre estes, os materiais poliméricos (largamente utilizado em embalagens) apresentam-se, com um volume cada vez maior em sua composição <sup>1</sup>.

Se pensarmos em nossas marcas de produtos de consumo preferidas, certamente constataremos que muitas delas ao longo do tempo migraram de embalagens metálicas, de vidro, papel ou cartão para embalagens plásticas. Plásticos como o polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(cloreto de vinila) (PVC), poliestireno (PS) entre outros têm sido largamente utilizados em embalagens pela sua grande disponibilidade aliada a baixos custos, e por causa de suas excelentes propriedades mecânicas, barreiras a gases e características de termosselagem. No entanto, atualmente sua utilização deve ser restringida por que quando comparados ao materiais tradicionais, estes plásticos são de difícil reutilização ou assimilação pela natureza. Além disso, quando utilizados para embalagens de alimentos, a contaminação com resíduos torna a reciclagem bastante limitada e às vezes economicamente inviável.

Como consequência disto, anualmente milhares de toneladas de embalagens plásticas são enterradas ou jogadas em lixões urbanos, o que leva a

gestão de resíduos nos municípios ao colapso. Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – Abrelpe, o Brasil produziu quase 61 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2010, o que significa uma média de 378 kg de lixo por ano para cada brasileiro. Este volume é 6,8% superior ao registrado em 2009 e seis vezes superior ao índice de crescimento populacional urbano apurado no mesmo período <sup>4</sup>.

Dentre os diversos tipos de embalagen plásticas encontradas no mercado, uma que se destaca pelo seu impacto ambiental no meio urbano é a sacolinha de supermercado. Existem três tipos de resinas plásticas para este fim:

1. Sacolas de polietileno de alta densidade (PEAD) – que são as que neste artigo chamaremos de “Sacolas Convencionais”;
2. Sacolas oxi-degradáveis, que são sacolas de PEAD aditivadas com até 3% de compostos orgânicos contendo metais de transição e que propiciam a degradação acelerada em determinadas condições;
3. Sacolas biodegradáveis, constituídas por resinas de origem sintética ou de fontes renováveis que em curto período de tempo (e também em determinadas condições) podem ser degradadas a um nível mais elementar, a saber, gás carbônico, água e sais minerais.

Não é nosso objetivo discutir as vantagens e desvantagens desses di-

ferentes materiais. Algumas publicações na literatura indicam que não há uma vantagem real das sacolas oxido-degradáveis ou biodegradáveis frente às sacolas convencionais, e que a reeducação dos consumidores visando evitar o desperdício seja a solução<sup>5</sup>. Outros argumentam que não há ainda estudos comparativos conclusivos a ponto de apontar qual o insumo de menor impacto ambiental<sup>6</sup>. No entanto, com o estabelecimento de regulamentações específicas sobre o assunto (como a NBR 15448), a tecnologia dos chamados aditivos pró-oxidantes tem caído em descrédito<sup>7</sup>. Em função disso, vamos na próxima seção restringir o escopo de estudo para as sacolas biodegradáveis, buscando entender com um pouco mais de profundidade as resinas utilizadas na sua fabricação. Evitaremos ao máximo os tecnicismos da Ciência de Polímeros e Química Orgânica, mantendo o foco na descrição qualitativa das tecnologias existentes.

Plásticos biodegradáveis para sacolinhas de supermercado – discussão

É sabido que o brasileiro, após o uso de sacolinhas plásticas para transporte das compras do supermercado, as reutiliza tipicamente no acondicionamento do lixo da cozinha e do banheiro. Leis que pura e simplesmente proibam o uso das sacolinhas teriam por conseguinte apenas um efeito paliativo: na verdade apenas ativariam a demanda de compras de sacos de lixo. Além disso, este tipo de iniciativa promoveria o descarte de lixo diretamente nas latas e containeres plásticos de coleta, que podem tombar no caso de enchentes e o derramamento de seu conteúdo obstruiria galerias de esgoto, além de contaminar o solo com o chorume<sup>5</sup>. É importante comentar que as leis municipais vigentes em cidades como São Paulo, Guarulhos e Jundiaí não estão

banindo completamente as sacolinhas em prol das sacolas reutilizáveis; na verdade proíbem apenas as sacolinhas convencionais, permitindo a utilização de sacolas que sob determinadas condições apresentam degradação rápida no meio ambiente (em semanas ou meses, contra os 300 anos necessários para degradar uma sacolinha convencional no meio ambiente<sup>5</sup>).

Ao permitir a utilização desses insumos, as referidas leis possibilitam que as cerca de 250 empresas que hoje fabricam sacolas de supermercado possam optar pelas novas resinas e continuar no mercado, mantendo os 30 mil empregos diretos e 100 mil indiretos gerados pelo setor. É certo que as matérias primas para a fabricação das “sacolas verdes” oneram o custo do produto, mas a nova regra vale para todos os fabricantes e portanto o preço de mercado sobe naturalmente. Um contra-ponto importante para a efetiva implementação destas Leis é a própria constitucionalidade das mesmas, isto porque em 2010 foi regulamentada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)<sup>8</sup>, que por ser uma lei federal transcende as normativas municipais e não faz nenhuma menção a tecnologias específicas<sup>5</sup>.

Neste momento algum leitor poderia estar se perguntando por que até agora não falamos em Reciclagem das sacolinhas de supermercado. Embora a reciclagem seja uma possível e necessária solução, ela sozinha não consegue atender todo o volume de resíduos gerado – até mesmo porque no caso das sacolinhas a viabilidade econômica do processo de reciclagem é discutível. Segundo Jared Blumenfeld, EPA: “Existe uma economia ingrata por trás da reciclagem de sacolas plásticas. Processar e reciclar uma tonelada de sacolas plásticas custa US\$ 4000. A mesma quantidade se vende no mercado a

US\$ 32.” Esta afirmação já foi bastante discutida e contestada<sup>9</sup>, mas de fato a aglutinação das sacolinhas – etapa do processo de reciclagem mecânica onde os insumos têm seu volume reduzido para posteriormente serem extrudados – é muito pouco eficiente devido à dificuldade de compactação mecânica das sacolinhas. Embora não haja trabalhos na Literatura salientando este ponto, esta é uma característica muito conhecida pelos recicladores do Brasil.

Na busca por novas soluções e como alternativa aos polímeros convencionais, os polímeros biodegradáveis vêm se destacando cada vez mais. Busca-se um material com durabilidade em uso e rápida degradação após o descarte. Estes materiais se constituem em compostos que devido à ação de microorganismos (fungos e bactérias) e macroorganismos serão degradados a compostos de baixa massa molar. Outra característica importante refere-se ao fato dos mesmos serem em sua maioria provenientes da biomassa, em contraposição à origem fóssil e limitada dos polímeros sintéticos<sup>10</sup>.

Os polímeros biodegradáveis com aplicações em sacolas de supermercado tem algo em comum, que é sua estrutura química: são quimicamente classificados como poliésteres – produtos da reação entre duas funções orgânicas: ácidos carboxílicos e álcoois. São subdivididos em <sup>11</sup>:

1. Blendas (misturas) de amido e poliolefinas.
2. Polímeros sintéticos cujos monômeros têm origem de fontes renováveis;
3. Polímeros naturais obtidos da fermentação controlada de cana de açúcar ou milho, o poli(ácido láctico);

4. Blendas dos materiais descritos em 2 e 3.

### ***Blendas de amido e poliolefinas***

Embora tenhamos classificado o amido (que é um polissacarídeo) como um poliéster, tecnicamente o amido tem ligações glicosídicas – reações entre um hemiacetal (que pode ser considerado como um derivado de um ácido carboxílico) e um álcool. Polímeros sintéticos poliolefínicos derivados do petróleo como o polietileno ou poliésteres podem ser misturados com diferentes porcentagens de amido. O amido é consumido por ação microbiana, e este processo acaba acelerando a fragmentação/desintegração da estrutura do polímero sintético. Este processo pode levar poucas semanas se a porcentagem de amido exceder 60% - o limite acaba sendo a própria processabilidade do material resultante. Como exemplo, citamos o filme Ecobrás, lançado pela Corn products no Brasil. Trata-se de uma blenda de amido com poliésteres biodegradáveis da BASF.

### ***Polímeros sintéticos cujos monômeros têm origem de fontes renováveis***

Poliésteres sintéticos, obtidos pela condensação de glicóis (diálcoois) e ácidos dicarboxílicos, reúnem “o melhor dos dois mundos”: apresentam as propriedades mecânicas de resinas sintéticas e ao mesmo tempo são biodegradáveis. No Brasil, a BASF têm tido muito êxito com a linha Ecoflex, polímeros obtidos a partir da condensação do 1,4-Butanodiol com ácido tereftálico e ácido adípico<sup>12</sup>. A demanda por este produto tem crescido de maneira tão importante que no começo de 2011 a empresa divulgou seus planos de aumentar a capacidade de produção de



sua fábrica localizada em Ludwigshafen, na Alemanha, de 14 mil para 74 mil toneladas ao ano<sup>13</sup>.

### ***Polímeros naturais obtidos da fermentação controlada de cana de açúcar ou milho, o poli(ácido láctico) o PLA.***

O PLA é um dos biopolímeros mais promissores. É reciclável e apresenta acelerada biodegradação quando submetido a condições de compostagem (aterramento em solo rico em micróbios, alta umidade e temperaturas entre 50 e 70 graus centígrados). Uma limitação do PLA (assim como outros biopolímeros) é sua processabilidade, devido ao alto módulo de elasticidade e baixa porcentagem de alongação. Um dos PLAs de maior êxito no mercado é o produzido pela NatureWorks LLC<sup>12</sup>.

### ***Blendas (misturas) de poliésteres sintéticos com PLA***

Uma das iniciativas de maior sucesso nos últimos tempos é o filme Ecovio, da BASF, que é uma blenda de 55% de Ecoflex com 45% de PLA da NatureWorks LLC. Esta mistura de polímeros apresenta alta compatibilidade e excelente desempenho na extrusão, sem prejudicar sua biodegradabilidade.

Por fim, vale salientar que polímeros de origem de biomassa (ou biopolímeros) não são necessariamente biodegradáveis. Por exemplo, o *polietileno verde* lançado pela Braskem<sup>14</sup>, embora tenha o mérito de evitar a utilização de insumos de origem fóssil, tem uma degradação tão lenta quanto um PE de origem sintética.

## **CONCLUSÕES**

Podemos dizer que, se a Reciclagem foi um grande tema de pesquisas e discussões até o final dos anos 90, os estudos em torno dos plásticos biodegradáveis constituem a “nova moda”, devido à demanda latente por um melhor entendimento da correlação Estrutura-Propriedade para estes materiais. Os artigos relacionados a polímeros biodegradáveis tipicamente encontrados na literatura<sup>15 e 16</sup> tem foco nas alterações de funcionalidade dos filmes biodegradáveis ao longo da degradação, mas não em uma análise aprofundada dos mecanismos a nível microscópico envolvidos na biodegradação. Acreditamos, portanto, que nos próximos anos veremos um maior foco nas publicações científicas relacionadas aos mecanismos de biodegradação desta nova classe de materiais – estabelecendo uma relação estrutura-propriedade. Os poliésteres obtidos de fontes renováveis são decididamente a classe química de compostos de maior potencial, embora geralmente suas propriedades mecânicas ainda precisam ser melhoradas para chegar ao nível de excelência dos plásticos derivados do petróleo.

Dada a importância da utilização de embalagens, seja para proteger o produto contido na mesma ou fortalecer a sua marca, as pesquisas em polímeros biodegradáveis em última análise contribuem para o desenvolvimento do Modelo de Sustentabilidade que se visualiza para nossa geração, haja vista que estes estudos indicarão soluções para a redução dos resíduos sólidos descartados no Meio Ambiente.



## REFERÊNCIAS

- 1-Fechine, J.M.G.; Plástico Moderno, Jan 2010, pp. 423-435;
- 2-Hayasaki, M.; Blog da Pack – Os Desafios e oportunidades da Indústria da Embalagem em 2010, em <http://www.pack.com.br/blog/> (acessado em 22/02/2010);
- 3-Palhães, W.; EmbalagemMarca; 124, pp. 18-26 (Dez 2009);
- 4-Filho, C.S.; Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2010, em <http://www.paginasustentavel.com.br/gestao-ambiental/> (acessado em 14/05/2011);
- 5-Informativo CRQ-IV; Ano 20 - Nº 110 - Jul/Ago 2011, Seção Meio Ambiente, pp. 6-7, em [http://www.crq4.org.br/default.php?p=informativo\\_mat.php&id=988](http://www.crq4.org.br/default.php?p=informativo_mat.php&id=988) (acessado em 01/09/2011);
- 6-Scott, G. Comment on EVO4221 “Assessing the Environmental Impacts of Oxo-degradable Plastics Across their Life-cycle”, Março de 2010, em [http://www.biodeg.org/files/uploaded/biodeg/GS\\_comment\\_on%20EVO4221\\_at\\_PKW\\_16.03.10.pdf](http://www.biodeg.org/files/uploaded/biodeg/GS_comment_on%20EVO4221_at_PKW_16.03.10.pdf) (acessado em 03/09/2011);
- 7-Fechine, G. J. M.; Rosa, D. S.; Rezende, M.E.; Demarquette, N.R. Polymer Science and Engineering, 49 (1) (2009) pp.123-128;
- 8-Política Nacional dos Resíduos sólidos (PNRS), em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) (acessado em 29/08/2011);
- 9-<http://www.thetruthaboutplasticbags.com/facts.html> (acessado em 03/09/2011);
- 10-Faria, L.I.L, Falcone, D.M.B., Agnelli, J.A.M. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 17 (1) (2007), pp. 5-9;
- 11-Siracusa, V.; Rocculi, P.; Romani, S. Dalla Rosa, M. Trends in Food Science & Technology, 19 (2008), pp. 634-643;
- 12-Harada, J. Linha BASF de Biopolímeros Biodegradáveis e Compostáveis, apresentação realizada no evento PlastShow (Abril de 2008) e disponível em <http://www.abpol.com.br/arquivos/12secomtec/Polimeros-de-Fontes-Renovaveis.pdf> (acessado em 28/07/2011);
- 13-Site da BASF, em <http://www.basf.com.br/?id=6358> (acessado em 03/09/2011);
- 14-Site da Braskem. Braskem tem o primeiro Polietileno verde certificado do Mundo, em [http://www.braskem.com.br/site/portal\\_braskem/pt/sala\\_de\\_imprensa/sala\\_de\\_imprensa\\_detalhes\\_6062.aspx](http://www.braskem.com.br/site/portal_braskem/pt/sala_de_imprensa/sala_de_imprensa_detalhes_6062.aspx) (acessado em 07/07/2011);
- 15-Rosa, D. S., Franco, B.L.M., Calil, M.R. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 11 (2) (2001), pp. 82-88;
- 16-Ghosh, R.N; Ray, B.C. J. of Polym. Materials; 21 (4) (2004) pp. 425-437.

