



POSICIONAMENTO DA ABIPLAST COM RELAÇÃO AOS ADITIVOS PRÓ-DEGRADANTES INCORPORADOS AOS MATERIAIS PLÁSTICOS

1 - INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil e no mundo tem sido uma preocupação constante em todas as esferas e aproveitando-se deste momento, existem várias iniciativas de *greenwashing* que exploram este assunto e não trazem soluções realmente sustentáveis.

Segundo a Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos deve seguir a hierarquia abaixo, onde a degradação não é citada:

- redução e prevenção
- reutilização
- reciclagem
- recuperação energética
- revalorização orgânica
- disposição final adequada

Neste sentido ações voltadas para a sustentabilidade devem contemplar, fundamentalmente, a educação ambiental da população visando o conhecimento dos impactos ambientais derivados de suas atitudes, a responsabilidade e o consumo sustentáveis e a sua responsabilidade sobre a disposição adequada dos resíduos de seu consumo. Sendo assim, utilizar termos como “biodegradável” ou “oxi-biodegradável”, ilude a população no sentido de que os materiais poderiam ser jogados em qualquer lugar pois “desapareceriam”, ou seja, caminham no sentido contrário ao da educação ambiental.

A indústria de embalagens flexíveis tem se deparado com uma “proposta de solução” para o gerenciamento de resíduos sólidos plásticos, principalmente, para os sacos e sacolas plásticas fabricadas em polietileno de alta densidade. Esta “proposta de solução” baseia-se na incorporação de aditivos pró-degradantes comumente conhecidos como “oxi-biodegradáveis” ao polietileno. Tais aditivos foram introduzidos no país com a promessa de que as sacolas plásticas aditivadas rapidamente

biodegradariam e, conseqüentemente, “sumiriam” do meio ambiente sem causar danos a ele. No entanto, estudos ao redor do mundo incluindo o Brasil, demonstram que, na prática, não é o que acontece. Um plástico somente é considerado biodegradável quando a degradação resulta da ação natural de microrganismos, tais como bactérias, fungos e algas (ASTM D883-91a).

A Abiplast vem acompanhando estudos sobre a utilização dos aditivos pró-degradantes incorporados aos materiais plásticos com a finalidade de eliminar os resíduos plásticos pós-consumo.

A Câmara Nacional dos Recicladores de Materiais Plásticos solicitou à Abiplast um posicionamento sobre a potencialidade do aditivo em degradar resíduos plásticos, visto que tal produto está impactando negativamente o negócio dos recicladores. Desta forma, a Abiplast realizou, internamente, um debate sobre estes aditivos entre a academia e os empresários da reciclagem de materiais plásticos e o resultado deste debate encontra-se no texto a seguir.

O evento contou com a presença dos recicladores de todo o país e de acadêmicos da Universidade Mackenzie, da Universidade de Caxias do Sul - UCS, da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e do Centro de Tecnologia de Embalagem – CETEA.

2 – DEFINIÇÕES

Os plásticos podem ser produzidos com materiais naturais ou sintéticos. Segundo a *Plastics Europe* (2013), plásticos convencionais com produção mundial anual de aproximadamente 299 milhões de toneladas são tipicamente produzidos a partir de matérias-primas que têm o petróleo como base. Segundo a *European Bioplastics*, em 2013, foram produzidas 1,620 milhão de toneladas de bioplásticos no mundo, e são obtidos a partir de materiais de fonte renovável, como, por exemplo, amido de milho, batata, tapioca, arroz, trigo etc.; óleos de semente de palma, linhaça, soja etc.; ou produtos de fermentação de matérias-primas naturais, como ácido polilático (PLA), polihidroxialcanoato (PHA) e polihidroxibutirato (PHB).

2.1 - Degradação de materiais plásticos

Os materiais plásticos são suscetíveis à degradação dependendo de sua composição química. A degradação pode ser definida como uma série de reações químicas que causam a ruptura das ligações das macromoléculas dos polímeros.

As causas da degradação em polímeros podem ser várias dentre as quais destacam-se as físicas (por temperatura, estresse mecânico e fotoquímica) e as químicas (por ataque do oxigênio, da água, do ozônio e de vários outros produtos químicos). A maior parte dos plásticos se degradará com o tempo por meio da fragmentação das cadeias de polímero quando expostas à luz ultravioleta (UV), oxigênio, ou calor elevado

As reações de degradação de um polímero podem ocorrer durante o processamento, a estocagem e/ou durante a utilização do produto plástico, ou seja, no processamento pode ocorrer degradação térmica, mecânica e oxidativa e na utilização do produto pode ocorrer fotoxidação, termoxidação, hidrólise entre outras reações. Em todos os casos, ocorre a formação de macro radicais devido à quebra das cadeias, e estes são muito reativos podendo levar à formação de ramificações, reticulações, reduzindo o peso molecular ou até mesmo causando a despolimerização do polímero.

- **Degradação térmica**

Esta degradação ocorre quando a ruptura das ligações químicas é decorrente do efeito da temperatura na ausência do oxigênio e é resultado da energia térmica que incide sobre o polímero sendo esta, superior à energia das ligações intramoleculares

(ligações que unem os átomos entre si). A estabilidade térmica é uma característica do polímero e depende dos grupos químicos presentes, ou seja, se estes resistem mais ou menos à temperatura a qual estão expostos. Algumas impurezas presentes como resíduos da polimerização ou ainda formados durante a armazenagem, são menos estáveis e podem iniciar o processo de degradação.

- **Termoxidação**

A termoxidação pode ocorrer na presença do oxigênio atmosférico ou outros oxidantes, esta é iniciada por processos térmicos que ocorrem durante a aplicação do produto (em temperaturas elevadas) ou, com maior frequência, durante o processamento. Depende da presença de grupos e ligações facilmente oxidáveis na macromolécula, alguns polímeros são mais resistentes à termoxidação, como o PMMA do que outros, como os insaturados (possuem duplas ligações na cadeia).

Uma característica importante da oxidação é que a presença de íons metálicos pode catalisar a decomposição do polímero. Estes íons geralmente estão presentes como resíduos de catalisadores, traços de metais da máquina de transformação e como agentes pró-degradantes. Uma pequena quantidade de íons pode provocar efeitos degradativos nos polímeros uma vez que estes não são consumidos durante a exposição.

- **Fotoxidação**

Outra importante causa de degradação dos polímeros é a exposição à radiação ultravioleta - RUV (comprimento de onda entre 100 e 400 nm) que corresponde a cerca de 5% da radiação solar. O polímero absorve esta radiação causando aumento da excitação entre os elétrons que pode resultar na quebra das macromoléculas provocando deterioração nas propriedades físicas e na aparência superficial. Dependendo da estrutura química, os polímeros se comportam de maneiras diferentes frente à radiação ultravioleta, uns resistem mais e outros são muito suscetíveis à ação da RUV.

- **Biodegradação**

A biodegradação é um processo biológico no qual substâncias orgânicas ou similares sintéticas são degradadas por microrganismos, em ambientes aeróbios como na compostagem, ou anaeróbios como na maior parte dos aterros. Materiais biodegradáveis, quando adequadamente compostados, reduzem os impactos ambientais e produzem adubos de boa qualidade, porém, se são dispostos em aterros, quando se degradam, geram gás metano – CH_4 , que é 25 vezes mais agressivo à atmosfera do que o CO_2 , agravando assim, este problema ambiental.

- **Compostabilidade**

Degradação biológica completa de um material biodegradável restando apenas CO_2 , água, compostos inorgânicos e biomassa, sem a presença de resíduos tóxicos.

- **Oxidegradação**

O processo de oxidegradação está associado aos polímeros de origem fóssil com a utilização de aditivos a base de sais metálicos que catalisam a degradação da estrutura química, gerando moléculas de menor massa molecular, não biodegradáveis, e partículas inorgânicas. O processo é ativado pela exposição a fatores como calor, radiação ultravioleta e umidade.

2.2 - Plásticos Biodegradáveis

Biodegradabilidade é definida como um processo no qual todos os fragmentos de materiais são consumidos por microrganismos como fonte de alimento e de energia. A biodegradação ocorre quando microrganismos quebram as cadeias de polímeros consumindo estes como fontes de alimento. O período de tempo exigido para biodegradação depende do ambiente do sistema de descarte, que pode ser aterro, compostagem aeróbica, digestão anaeróbica ou ambiente marinho. Os três componentes essenciais de biodegradabilidade são:

- Que o material seja utilizado como fonte de alimento ou de energia para microrganismos;
- Que o período de tempo necessário para a biodegradação completa seja compatível com o processo de tratamento;
- Que o material plástico seja completamente consumido no processo.

Os plásticos biodegradáveis não podem deixar nenhum resíduo ou resto de produtos secundários na biodegradação. Muitos plásticos que se afirma serem biodegradáveis não são completamente consumidos por microrganismos. A maior parte dos bioplásticos é biodegradável, embora alguns deles não o sejam. Há muitos tipos de polímeros biodegradáveis que se degradam em uma variedade de ambientes, incluindo aterros, sob luz solar, ambiente marinho ou de compostagem. Todos os materiais plásticos são degradáveis, embora o mecanismo de degradação varie de acordo com o tipo de plástico.

Alguns produtos que têm como base o petróleo são considerados polímeros biodegradáveis, pois os mesmos são consumidos por microrganismos no solo e são biodegradáveis em ambientes de compostagem. Por exemplo, os polímeros copoliéster aromático alifático da BASF™ e E-caprolactama são feitos a partir de materiais de petróleo e podem ser consumidos por microrganismos.

2.3 - Plásticos Compostáveis

“Compostável” é um termo ainda mais correto do que biodegradável quando o que se almeja é a gestão responsável dos resíduos sólidos urbanos. Compostável especifica que, em um ambiente de compostagem adequado, o plástico não somente se degrada completamente, mas também é consumido totalmente em 180 dias ou menos.

A norma ASTM D6400 define plásticos compostáveis como materiais que passam por degradação por meio de processo biológico durante a compostagem, para produzir CO₂, H₂O, compostos inorgânicos e biomassa a uma taxa consistente com outros materiais compostáveis conhecidos e que não deixam resíduo visível distinto ou resíduo tóxico. Plásticos compostáveis podem então ser coletados juntamente com materiais compostáveis não plásticos e enviados para instalações de compostagem em vez de encaminhados aos aterros sanitários.

Nos Estados Unidos, mais especificamente na cidade de São Francisco (estado da Califórnia) há uma lei que determina a utilização de sacolas plásticas compostáveis. Esta lei juntamente com um programa de coleta seletiva exemplar em todas as esferas sejam elas domiciliar, comercial e industrial, bem como a presença de plantas municipais de compostagem e de várias outras instalações localizadas em diversos lugares, fazem com que a compostagem dos resíduos orgânicos e das sacolas

plásticas compostáveis seja muito eficiente na Califórnia. Aqui no Brasil, a compostagem ainda é muito incipiente, o que não torna as sacolas plásticas compostáveis, uma alternativa viável.

2.4 - Plásticos Degradáveis

Os plásticos podem ter sua degradação acelerada com a incorporação de aditivos específicos, os quais fazem com que os plásticos se fragmentem no solo. Aditivos pró-degradantes são combinados com polietileno para produzir um polímero sintético oxidável, tais aditivos ocasionam a desintegração do plástico em pequenos fragmentos quando exposto ao oxigênio, o mesmo ocorre com os plásticos fotodegradáveis que possuem aditivos que favorecem a sua degradação à luz do sol. Estes polímeros aditivados não são considerados compostáveis, uma vez que não atendem a taxa de degradação ou o conteúdo livre de resíduos especificados na norma ASTM D6400. Além disso, sua degradação pressupõe a exposição ao meio ambiente, o que não é aceitável do ponto de vista de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Tais resíduos provenientes da degradação podem permanecer por décadas no solo até desaparecerem totalmente, e ainda, por não serem consumidos por microrganismos, podem causar consideráveis danos à vida de animais, em caso de ingestão. Quando amido é adicionado ao polietileno a fim de favorecer a degradação, pode vir a ser consumido por microrganismos, mas um resíduo similar é deixado. Os microrganismos no solo digerem somente o amido, fragmentando o plástico em pequenos pedaços, violando a Norma ASTM D6400.

Outro ponto importante é a presença de aditivos, que podem vir a se dispersar no meio ambiente, com impacto ambiental e riscos para a saúde devido ao uso de metais como cobalto, alumínio, cobre, magnésio, entre outros. O cobalto, por exemplo, é classificado como carcinógeno, e é muito tóxico para organismos marinhos.

Infelizmente, vários produtos de plástico com aditivos pró-degradantes são vendidos em todo o mundo e classificados como biodegradáveis, quando claramente não são degradados por microrganismos.

3 - RESULTADOS DE ESTUDOS COM MATERIAIS PLÁSTICOS “OXI-BIODEGRADÁVEIS”

Ao redor do mundo, os pesquisadores têm realizado estudos a fim de conhecer os materiais plásticos “oxi-biodegradáveis” e, as conclusões são que estes materiais de degradam, porém não se biodegradam.

Podem-se citar vários estudos, dentre eles, um estudo realizado pela *California State University* em parceria com *Chico Research Foundation* (2007), que testou vários tipos de materiais plásticos degradáveis quanto à biodegração seguindo os padrões da norma ASTM D 6400, incluindo os biodegradáveis, os oxi-biodegradáveis e os compostáveis. Em várias situações em que os plásticos oxi-biodegradáveis foram analisados não ocorreu a biodegração, somente a fragmentação do plástico, ou seja, a promessa de biodegradação não foi alcançada.

Outro estudo foi realizado por pesquisadores da Índia (*Centre for Fire, Environment & Explosive Safety* e *Centre for Polymer Science and Engineering, Indian Institute of Technology*) e da Suécia (*Department of Polymer Technology, The Royal Institute of Technology*), publicado pela *American Chemical Society*, sendo as conclusões deste estudo, basicamente as mesmas do estudo da universidade da Califórnia.

Nos dois estudos é feita uma importante consideração sobre a reciclagem dos materiais plásticos misturados com resíduos plásticos contendo pró-degradantes, os quais tornam os materiais reciclados mais suscetíveis à degradação ambiental, embora, teoricamente, seja possível atrasar o início da degradação utilizando antioxidantes adequados, porém há a dificuldade de estimar a quantidade ideal de antioxidantes necessária. Neste caso, os aditivos pró-degradantes impactam substancialmente a reciclagem dos materiais plásticos pós-consumo, pois comprometem as propriedades mecânicas do material plástico reduzindo assim a vida útil dos produtos plásticos. Estes estudos consideram também a impossibilidade de se prever qual o período de tempo em que os fragmentos de material plástico persistirão no meio ambiente e o potencial efeito nocivo destes ao meio ambiente.

4 - BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO MATERIAL PLÁSTICO – ABIPLAST. **Perfil da Indústria de Transformação e Reciclagem de materiais plásticos**. São Paulo, 2014.

- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 de ago. 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Consultado em 26/11/2014.

- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm> Consultado em 26/11/2014.

CALIFORNIA STATE UNIVERSITY e CHICO RESEARCH FOUNDATION. **Performance evaluation of environmentally degradable plastic packaging and disposable food service ware** – final report – junho/2007. Disponível em <<http://www.calrecycle.ca.gov/publications/Documents/Plastics%5C43208001.pdf>> Consultado em 13/11/2014.

EUROPEAN BIOPLASTICS – Institute for Bioplastics and Biocomposites. **Global Production Capacities of Bioplastics** – 2014 – Disponível em < <http://en.european-bioplastics.org/bioplastics/>> Consultado em 22/01/2014.

GARCIA, Eloísa. **O mito da degradação**, Centro de Tecnologia de Embalagem – CETEA – São Paulo, 2014.

PLASTICS EUROPE – **Plastics – the Facts 2014 – Analysis of European latest plastics production, demand and waste data** – dezembro/2014, Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-20142015.aspx?Page=DOCUMENT&FolID=2>> Consultado em 22/01/2015.

RABELLO, Marcelo Silveira – **Aditivação de Polímeros** – Artliber Editora, São Paulo, 2000.

ROY, Prasun K., HAKKARAINEN, Minna, VARMA, Indra K. e ALBERTSSON, Ann-Christine – **Degradable Polyethylene: Fantasy or Reality** – Environmental Science & Technology, 2011.