

# REVISÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS BIOPOLÍMEROS OBTIDOS PELA RECICLAGEM DE PLÁSTICOS EM DESIGN

## *REVISION APPLICATION OF BIOPOLYMERICS PRODUCTOS OBTAINED BY THE RECYCLING OF PLASTICS IN DESIGN*

Edmilson G. de Lima, [edmilsonlimas@gmail.com](mailto:edmilsonlimas@gmail.com)  
Mestrando em Engenharia pela UFPR  
Francisco Antonio Ollé da Luz, [olledaluz@yahoo.com.br](mailto:olledaluz@yahoo.com.br)  
Mestrando em Engenharia pela UFPR  
Maria Lúcia L. Ribeiro Okimoto, [lucia.demec@ufpr.br](mailto:lucia.demec@ufpr.br)  
Coordenadora do Laboratório de Ergonomia da UFPR

Universidade Federal do Paraná – UFPR, [pgmec@ufpr.br](mailto:pgmec@ufpr.br)

**Resumo:** *O presente artigo tem como objeto de estudo, revisar a aplicação de produtos biopolímeros no processo de reciclagem de plásticos em design. A reciclagem beneficentemente contribui para diminuir a poluição do solo, água e ar, melhorando a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população, prolongando a vida útil de aterros sanitários, gerando empregos para a população não qualificada, gerando receita com a comercialização dos recicláveis, estimulando a concorrência - uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens, contribui para a valorização da limpeza pública e para formar uma consciência ecológica.*

**Palavras-chave:** *biopolímeros, processo, reciclagem, design, consciência ecológica.*

**Abstract:** *The present article has as study object, revision of the application of biopolymeric products in the process of recycling of plastics in design. The recycling is beneficial and it contributes to reduce the pollution of the soil, water and air, improving the cleaning of the city and the quality of life of the population, prolonging the useful life of sanitary embankments, generating jobs for the unqualified population, generating income with the commercialization of the recyclable ones, stimulating the competition - once products generated starting from recycled are them marketed in parallel the those generated starting from virgin raw materials, it contributes to valorization of the cleaning and to form an ecological conscience.*

**Key-words:** *biopolymeric, process, recycling, design, conscience ecological, design for recycling.*

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como finalidade realizar uma abordagem no que refere à importância da aplicação de produtos obtidos pela reciclagem de plásticos em design.

A moldagem por injeção pode produzir artigos mais complexos do que a por extrusão, mas não é um processo contínuo. Os artigos obtidos já estão em sua forma final, podendo ser rígidos ou flexíveis, compactos ou expandidos. A moldagem por injeção soprada permite obter artigos ocos.

O plástico passou a sofrer críticas de setores ambientalistas mais radicais, a partir desta época surgiu a reciclagem do plástico como uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte da matéria, que se tornaria lixo. Assim desviados, os resíduos são coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem. Dessa forma, os recursos naturais ficam menos comprometidos.

## 2. EVOLUÇÃO DO PLÁSTICO

O americano de origem belga Leo Hendrik Baekeland produziu, em 1909, a primeira substância plástica sintética, a baquelita. Foi o início da indústria dos plásticos, que revolucionou a vida cotidiana e criou um dos maiores problemas ambientais do fim do século XX: a eliminação do lixo plástico, que não pode ser reciclado e produz gases tóxicos ao ser incinerado (ALBUQUERQUE, 1999)..

Segundo Albuquerque (1999, p. 34) plástico é todo composto sintético ou natural que tem como ingrediente principal uma substância orgânica de elevado peso molecular. Em seu estado final é sólido, mas em determinada fase da fabricação pode comportar-se como fluido e adquirir outra forma.

Desta forma, os plásticos são materiais sintéticos obtidos por meio de fenômenos de polimerização ou multiplicação artificial dos átomos de carbono nas grandes correntes moleculares dos compostos orgânicos, derivados do petróleo ou de outras substâncias naturais. O nome plástico vem do grego *plastikos*, "maleável". Os polímeros, moléculas básicas dos plásticos, estão presentes em estado natural em algumas substâncias vegetais e animais como a borracha, a madeira e o couro. Há substâncias, como a celulose, que apesar de terem propriedades plásticas não se enquadram nessa categoria (ALBUQUERQUE, 1999).

Em 1862 o inglês Alexander Parkes produziu o primeiro plástico. Durável e leve, o material tornou-se um dos maiores fenômenos da era industrial. A partir de 1945, as matérias-primas plásticas entraram com tudo na casa das pessoas, independentemente de condição social. A substituição progressiva dos materiais tradicionais pelas novas substâncias sintéticas mudou o conceito de forma, ergonômica e utilidade dos objetos que o homem estava acostumado a manusear em seu dia-a-dia. Com a introdução do plástico no mercado mundial, novas demandas foram surgindo, como produtos descartáveis, artigos para o lazer, eletroeletrônicos entre outros. No setor de eletrodomésticos, por exemplo, a utilização do plástico está em constante crescimento e evolução. No entanto, não é biodegradável (ALBUQUERQUE, 1999).

### 2.1. A evolução dos materiais poliméricos ao longo do tempo

Os materiais poliméricos não são novos. Eles têm sido usados desde a Antiguidade. Contudo, nessa época, somente eram usados materiais poliméricos naturais. A síntese artificial de materiais poliméricos é um processo que requer tecnologia sofisticada, pois envolve reações de química orgânica, ciência que só começou a ser dominada a partir da segunda metade do século XIX. Nessa época, começaram a surgir polímeros modificados a partir de materiais naturais (GORNI, 1999).

Somente no início do século XX os processos de polimerização começaram a ser viabilizados, permitindo a síntese plena de polímeros a partir de seus meros. Tais processos estão sendo aperfeiçoados desde então, colaborando para a obtenção de plásticos, borrachas e resinas cada vez mais sofisticados e baratos, graças a uma formação molecular cada vez mais complexa (GORNI, 1999).

Substâncias elásticas extraídas de resinas naturais, como a da seringueira, já eram conhecidas em certas regiões da América, Oceania e Ásia em épocas primitivas. Das crônicas de viajantes europeus medievais, como Marco Polo, constam relatos sobre a existência dessas substâncias, que foram introduzidas na Europa durante o Renascimento. Até o século XIX o aproveitamento desses materiais foi muito pequeno, mas o desenvolvimento da química permitiu seu aperfeiçoamento e o melhor aproveitamento de suas propriedades. Em 1862 o inglês Alexander Parkes criou a parquesina, o primeiro plástico propriamente dito. Sete anos mais tarde John Wesley Hyatt descobriu um elemento de capital importância para o desenvolvimento da indústria dos plásticos: a celulóide. Tratava-se de um material fabricado a partir da celulose natural tratada com ácido nítrico e cânfora, substância cujos efeitos de plastificação foram muito usados em épocas posteriores (GORNI, 1999).

A fabricação dos plásticos sintéticos teve início com a produção da baquelita, no início do século XX, e registrou um desenvolvimento acelerado a partir da década de 1920. O progresso da indústria acompanhou a evolução da química orgânica que, principalmente na Alemanha, permitiu o descobrimento de muitas substâncias novas. Hermann Staudinger comprovou em 1922 que a borracha se compunha de unidades moleculares repetidas, de grande tamanho, que passaram a ser chamadas de macromoléculas. Essa comprovação abriu caminho para a descoberta, antes da metade do século, dos poliestirenos, do vinil, das borrachas sintéticas e das poliuretanas e silicões, todos de amplo uso e obtidos a partir de matérias-primas vegetais e minerais (GORNI, 1999).

#### 2.1.1. Constituição dos plásticos

O mecanismo químico de formação dos plásticos recebe o nome de polimerização e consiste na construção de grandes cadeias de carbono, cheias de ramificações, nas moléculas de certas substâncias orgânicas. A molécula fundamental do polímero, o monômero, se repete um número elevado de vezes por meio de processos de condensação ou adição aplicados sobre o composto. Os polímeros de condensação são obtidos mediante a síntese de um conjunto de unidades moleculares, feita pela eliminação de unidades moleculares, como a água. O mecanismo de adição forma macromoléculas pela união sucessiva de unidades químicas (PRADELLA, 2006).

Sendo assim, para que ocorram os processos de polimerização é necessário que seja mantida uma temperatura elevada, o que, a princípio, se consegue graças ao caráter exotérmico das reações. Esse desprendimento do calor produzido pela dinâmica interna da própria reação alimenta transformações em cadeia que diminuem, geralmente de

modo espontâneo e gradual, até cessar por completo. Em algumas ocasiões se faz necessário o uso de elementos estabilizadores que impeçam reações descontroladas e explosivas. Uma vez formados, os polímeros se mantêm unidos por forças de dispersão, débeis atrações elétricas entre as moléculas e o próprio emaranhado das ramificações moleculares.

## **2.2. Biodegradáveis: desenvolvimento e processos de componentes plásticos biopolímeros**

### **2.2.1. Degradação**

A “degradação” (passagem de um estado de referência a um estado degradado) é uma modificação estrutural do material caracterizado por uma diminuição de suas qualidades e desempenho (PRADELLA, 2006).

Biodegradabilidade é a capacidade de um material ser degradado sob a ação de elementos vivos, sendo necessário levar em consideração o meio onde ocorrem as reações para que a biodegradação aconteça. Neste meio devem ser considerados todos os parâmetros físicos (temperatura, pressão...), a composição química da água, do ar e do solo, além dos parâmetros biológicos (ação dos animais, vegetais e microorganismos) que se mostram interdependentes (MARTINS, 1995).

A degradação também pode resultar da ação de parâmetros unicamente físicos, ou ainda apenas de uma reação química, sendo sua forma mais complexa o resultado da combinação de todos esses parâmetros, como, por exemplo, a degradação química resultante da ação física da luz (PRADELLA, 2006).

A degradação não é, portanto, resultado de uma simples ação de parâmetros unicamente físicos, ou ainda apenas de uma reação química, sendo sua forma mais complexa o resultado da combinação de todos esses parâmetros, como, por exemplo, a degradação química resultante da ação física da luz.

A biodegradação não é, portanto, resultado de uma simples ação de microorganismos, porque as condições nas quais eles atuam estão relacionadas com todas as características do meio.

Se considerar a problemática da eliminação dos resíduos sólidos, a simples perda das propriedades de um material, sem redução de sua massa, não possui grande interesse. A perda de massa deve ser quase total (MARTINS, 1995, p. 32).

### **2.2.2. Polímeros Sintéticos “ditos” Biodegradáveis (não aromáticos)**

A incorporação de um amido de milho altamente disperso em um polímero servirá, essencialmente, para responder às preocupações de eco-marketing porque, apesar dos efeitos anunciados, a eficácia é praticamente nula. Somente uma pequena parte das partículas de amido estará acessíveis à biodegradação. A maior parte do amido estará preso dentro da massa polimérica.

No que tange os polímeros de síntese intrinsecamente biodegradáveis, os mesmos se apresentam, em intervalos muito curtos, os grupamentos hidrolisáveis do tipo éster (MORAES, 1999). Ver quadro 1 a seguir:

Poliglicóis e Polilactídeos	Família dos produtos bioassimiláveis pelo organismo, utilizados na fabricação de fios cirúrgicos.
Policaprolactonas	Degradabilidade total mais lenta (mais de um ano).
Poli hidróxido butirato	Síntese bioquímica dos copolímeros
Poli hidróxido valerato	Degradação aeróbica rápida, anaeróbica mais lenta.

**Quadro 1. Polímeros de síntese intrinsecamente biodegradáveis (Moraes, 1999).**

### **2.2.3 Polímeros Verdadeiramente Biodegradáveis**

Quase exclusivamente representados por polímeros naturais como a borracha natural, papel, papelão e a madeira. Trata-se, no entanto, de polímeros com mercados de aplicação muito especializados.

As propriedades dos polímeros sintéticos biodegradáveis estão, geralmente, muito próximas da celulose, ou seja, que atende a um mercado muito distante dos materiais plásticos, e mais próximos das aplicações voltadas ao papel e papelão.

Em razão de seu preço mais elevado, eles não podem ser escolhidos, a não ser em casos muito particulares onde possam trazer características importantes e determinantes (pureza, rigidez, elasticidade, transparência, bioassimilabilidade) e que excedem às obtidas com o uso do papel ou papelão.

Por outro lado, as dezenas de milhões de toneladas de materiais plásticos consumidos a cada ano em todo o mundo servem justamente a aplicações nas quais são impostas características essenciais de segurança que tomam muito difícil o uso dos biodegradáveis (proteção de alimentos, construção, transportes, etc.). É, portanto, totalmente ilusório imaginar que os biodegradáveis podem vir a substituir os materiais plásticos não degradáveis na totalidade de suas aplicações. Conseqüentemente, os mercados tecnicamente acessíveis aos biodegradáveis serão aqueles ligados ao papel, papelão e madeira e, mesmo assim, onde tenham um preço competitivo (MARTINS, 1995).

## 2.2.4 Biopolímeros

Os polímeros provenientes do petróleo possuem, há muitas décadas, um papel relevante na sociedade. Estima-se que a produção mundial de termoplásticos seja de ordem de 180.000.000 t/ano. Por outro lado, a limitação crescente de disponibilidade e as altas sucessivas do preço do petróleo, têm ensejado novas pesquisas no desenvolvimento de biopolímeros provenientes de recursos renováveis (PRADELLA, 2006).

Segundo ainda Pradella (2006) conceitua biopolímeros, como materiais poliméricos classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres e poliamidas. A matéria-prima principal para a sua manufatura é uma fonte de carbono renovável, geralmente um carboidrato derivado de cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba, ou um óleo vegetal de soja, girassol ou palma. Os biopolímeros mais importantes são: o polilactato (PLA), o polihidroxialcanoato (PHA), os polímeros de amido (PA) e a xantana (Xan). O quadro abaixo descreve suas fontes e principais usos.

Biopolímero	Fontes	Utilização
PLA	Milho	Confecção de embalagens, itens de descarte rápido e fibras para vestimentas e forração
PHA	Cana-de-açúcar, milho, óleo de soja e de palma.	Produção de embalagens, itens de descarte rápido e filmes flexíveis.
PA	Milho, batata, trigo e mandioca.	Produção de embalagens, itens de descarte rápido e filmes flexíveis
Xam	Milho, cana-de-açúcar	Alimentos, uso potencial em cosméticos e na exploração de petróleo.

**Quadro 2. Fontes e principais utilizações dos biopolímeros ( Pradella, (2006)**

O mercado mundial de biopolímeros (exceto a goma xantana) era de ordem de 60.000 t em 2002, com preço de comercialização de US\$ 4/kg. Esse mercado tem taxa de crescimento de 20% ao ano, com previsão de consumo em 2015 de 1.000.000 t/ano (PRADELLA, 2006).

## 2.2.4. Os Falsos Biodegradáveis

Parcialmente degradáveis ou fragmentáveis, eles não apresentam, a não ser em raras exceções, função outra que não seja a exploração publicitária pseudo-ecológica.

O cúmulo da exploração abusiva das pretendidas qualidades ecológicas se encontra em certas aplicações dos polímeros hidrossolúveis. Fora de seus usos específicos, é injustificada sua aplicação. Algumas vezes, eles são apresentados como tendo a propriedade de “desaparecer” na água, sendo, assim, qualificados como biodegradáveis. É, portanto, uma qualificação imprópria. Esses produtos não são biodegradáveis, mas simplesmente solúveis. Eles não desaparecem; eles somente são colocados em solução na água e, mesmo esses produtos dissolvidos, são pouco ou nada biodegradáveis. Na realidade, a dissolução somente aumenta os teores de DQO – demanda química de oxigênio e DBO- demanda bioquímica de oxigênio, parâmetros essenciais na medição da poluição das águas. (MARTINS, 1995, p. 33)

## 2.2.5. A Biodegradação como Desperdício de um Material Nobre.

A biodegradação não permite valorizar o material ao final de sua vida, a não ser uma fração muito pequena dos recursos utilizados.

A digestão anaeróbica permitiria recuperar um pouco do metano, isso se coletado, mas os plásticos biodegradáveis reagem em meio aeróbico onde não há a formação de metano.

Já o composto obtido após a biodegradação teria uma qualidade muito ruim como fertilizante em razão da ausência dos oligoelementos e dos componentes de azoto que encontramos normalmente nas biomassas.

Já os materiais plásticos normais possuem múltiplos modos de valorização: reuso, reutilização, reciclagem mecânica, química e valorização energética. A reintrodução dos resíduos plásticos no ciclo de fabricação de um produto ou de uma energia permite obter redução dos recursos naturais não renováveis muito superior a qualquer coleta de metano proveniente da degradação dos biodegradáveis. Mesmo levando em consideração os conceitos do Desenvolvimento Sustentável, os processos de reutilização do plástico normal são incontestavelmente mais ecológicos que os da biodegradação.

## 2.3. A Reciclagem de Plásticos

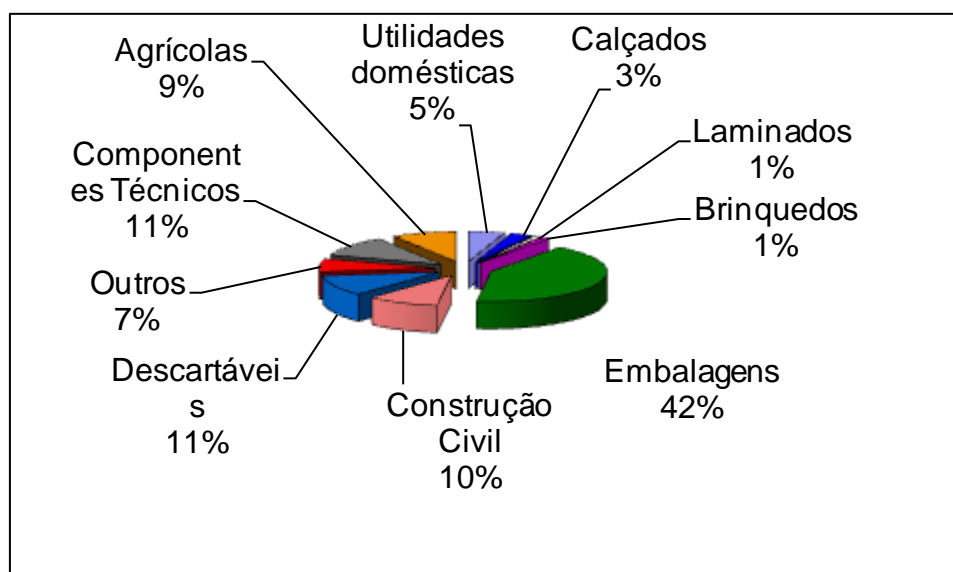
A empresa atuará na área de reciclagem, transformando o resíduo plástico em grãos e, posteriormente, comercializando para utilização na fabricação de novos produtos. Os pequenos grânulos transformam-se em matéria prima que serão vendidos para fabricação de novos produtos não destinados a área alimentícia, como embalagens de produtos de limpeza e similares, sacolas, utensílios domésticos, peças internas de veículos e outros. Conforme dados

obtidos com INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), o mercado da reciclagem, em função da maior importância que vem se dando a ecologia, tem crescido anualmente e as embalagens plásticas a cada dia ganham mais espaço no mercado, porque reúnem um número de propriedades dificilmente encontradas em outros materiais, são quimicamente inertes, leves, resistentes e flexíveis além de representarem excelente relação custo benefício.

Atualmente ainda existe uma participação bastante pequena da reciclagem de plásticos em relação ao potencial de mercado interno de plásticos no país. A reciclagem tende a crescer significativamente, seja pela abundância de matéria-prima ou pelas oportunidades dadas a essa atividade. Segundo a ABREMPLAST (Associação Brasileira de Embalagens Plásticas), o potencial de material plástico para reciclagem é de 450.000 ton/ano. Pode-se observar que existe uma situação bastante favorável à reciclagem, que tem possibilidade de participar efetivamente de um grande mercado como fornecedor de matéria-prima.

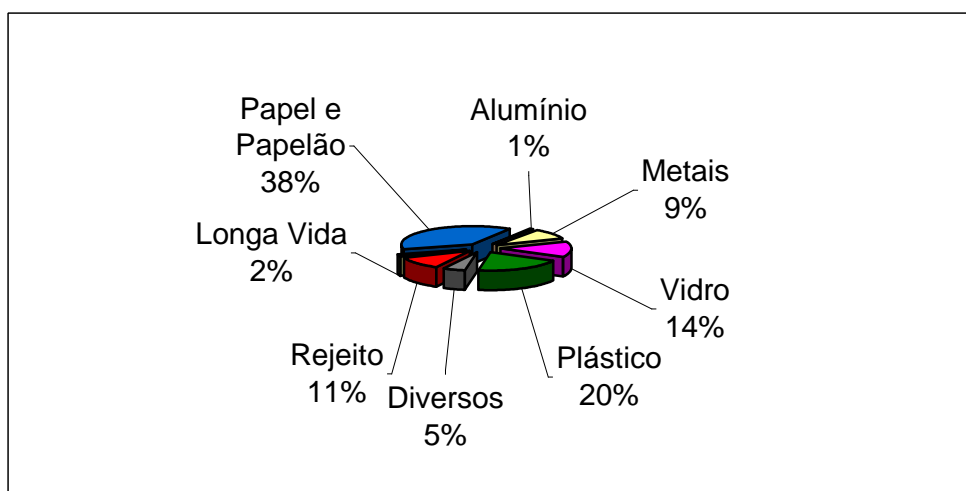
Segundo a RECIBRAS (empresa de reciclagem de materiais), em Curitiba e Região Metropolitana estima-se que do total do lixo reciclável recolhido, 20% é reciclado e os 80% restantes vão para o aterro.

A seguir apresentam-se os dados do tamanho do mercado, bem como as perspectivas de crescimento na área de reciclagem de plástico.



**Gráfico 1. Segmentação de Mercado. ABIPLAST (Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico, 2005)**

É possível verificar que 42% das indústrias de transformação atuam com embalagens plásticas, 11% componentes técnicos, 11% materiais descartáveis e 10% na construção civil, juntos correspondem 74% das indústrias de transformação de material plástico atuantes no mercado nacional.



**Gráfico 2. Comparativo por tipo de produto reciclado. Plastivida (2007)**

Conforme o gráfico, verificou-se que 38% dos produtos reciclados são originados do papel e papelão, 20% plástico, 14% vidro, 11% rejeito, 9% metais, 5% diversos, 2% longa vida e 1% alumínio.

No mercado de reciclagem é possível verificar que o resíduo plástico consumido é de 59,4% pós-consumo e 40,6% industrial conforme apresenta-se na tabela abaixo:

**Tabela 1. Origem do resíduo plástico consumido (Ano 2005) - Plastivida (2007)**

ORIGEM DO RESÍDUO PLÁSTICO CONSUMIDO - 2005					
Região	Pós-Consumo		Industrial		Total
	ton/ano	%	ton/ano	%	ton/ano
Centro-Oeste	15.472	89,5%	1.816	10,5%	17.288
Norte	-	-	6.515	100,0%	6.515
Nordeste	100.232	91,7%	9.116	8,3%	109.349
Sul	117.439	50,0%	117.403	50,0%	234.842
Sudeste	304.708	60,9%	195.440	39,1%	500.219
<b>TOTAL</b>	<b>500.672</b>	<b>59,4%</b>	<b>342.517</b>	<b>40,6%</b>	<b>843.189</b>

O aumento da consciência ecológica, além de ser decisivo para a preservação do meio ambiente, abriu novas perspectivas de negócios no país, principalmente na área de reciclagem de materiais - papel, papelão, vidro, alumínio e plástico. Só no ano passado, a atividade movimentou cerca de 4 bilhões de reais, o equivalente a 0,3% do PIB - o indicador que mede o total de riquezas produzidas a cada ano no país - segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), entidade sem fins lucrativos de incentivo ao reaproveitamento de materiais.

Na atualidade as empresas estão agregando em suas rotinas diárias a Responsabilidade Ambiental e Social, as quais são benéficas ao meio ambiente e a sociedade, apresentando um feedback positivo para as organizações.

Iniciativas de sucesso na área ambiental são projetos desenvolvidos por empresas como a Tetra Pak, em parceria com a Klabin, Alcoa e TSL Ambiental, que inaugurou em 2005 um projeto pioneiro na reciclagem de embalagens longa-vida em Piracicaba (SP). Por meio da tecnologia de plasma, a fábrica realiza a separação total do alumínio e do plástico que compõem a embalagem. (Gazeta Mercantil-13/10/2005)

Através de dados do IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social), constatou-se que a produção de plástico do Estado do Paraná foi de aproximadamente R\$ 432 milhões e o seu consumo intermediário das indústrias foi de R\$ 156 milhões. A indústria de transformação nos últimos 5 anos cresceu aproximadamente 10% em todo o Paraná.

Para estipular o tamanho do mercado a PLASTIVIDA realizou um comparativo entre o número de empresas, a quantidade de lixo produzido pela população e a capacidade média de reciclagem realizada por cada empresa de Curitiba e Região Metropolitana. O resultado do comparativo foi que as empresas ocupam 12% do mercado atual (PLASTIVIDA, 2009).











A quantidade de lixo produzida diariamente por um ser humano é de aproximadamente cinco quilos. O aumento excessivo da quantidade de lixo se deve ao aumento do poder aquisitivo e pelo perfil de consumo de uma população. Além disso, quanto mais produto é industrializado, mais lixo é produzido, como embalagens, garrafas, etc. (PLASTIVIDA, 2009).

Quando o lixo é depositado em lixões, os problemas principais relacionados ao material plástico provêm da queima indevida e sem controle. Quando a disposição é feita em aterros, os plásticos dificultam sua compactação e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica (PLASTIVIDA, 2009).

Sendo assim, a remoção, redução ou eliminação do lixo são metas que devem ser perseguidas com todo o empenho. A separação de plásticos do restante do lixo traz uma série de benefícios à sociedade, como, por exemplo, o aumento da vida útil dos aterros, geração de empregos, economia de energia, etc.

Uma garrafa plástica pode levar um milhão de anos para decompor-se. Porém todo esse material pode ser reaproveitado, transformando-se em novos produtos ou matéria prima, sem perder as propriedades. Assim a reciclagem de plásticos estará evitando a poluição e impedindo que a sucata se misture aos restos de alimentos, poupando o meio ambiente e contribuindo para o nosso bem estar no futuro (PLASTIVIDA, 2009).

Observando-se que as atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, existe uma clara tendência de que a legislação ambiental caminhe no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos. Isto significa ser legalmente responsável pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem no meio ambiente. Com o aumento de consciência ecológica dos consumidores, as empresas tendem a reduzir os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente, gerando ações que visam comunicar ao público uma imagem institucional "ecologicamente correta".

	AZUL	papel / papelão
	VERMELHO	plástico
	VERDE	vidro
	AMARELO	metal
	PRETO	madeira
	LARANJA	resíduos perigosos
	BRANCO	resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
	ROXO	resíduos radioativos
	MARROM	resíduos orgânicos
	CINZA	resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

**Quadro 3. Padrão internacional de cores no processo de reciclagem – Plastivida (2009)**

Entende-se que o processo de reciclagem envolve o trabalho de diversas pessoas, sendo importante fonte de renda para todos os envolvidos, recicladores, sucateiros, catadores de lata, etc. Sendo assim, reciclar é uma ação de cidadania e de responsabilidade ambiental.

Quando se fala em plástico é difícil não pensar em uma sacola ou copo descartável, produzidos a partir do material. Esta associação é compreensível, já que o setor de embalagens é responsável por mais de um terço do total de resinas transformadas no Brasil.

Embora popular, o plástico representa um material moderno, capaz de servir, inclusive, como indicador de desenvolvimento de um país. É bem verdade que a aplicação de plásticos no Brasil ainda é considerada baixa, em relação a países como EUA, onde o consumo per capita de plástico cerca a casa de 100 kg. Aqui o consumo está em torno de 20 kg. Apesar da acentuada diferença, o atual índice brasileiro demonstra o potencial de crescimento para o mercado do insumo no país (PLASTIVIDA, 2009).

Setores como os de utilidades domésticas, construção civil, brinquedos, calçados, além daqueles que empregam tecnologias mais sofisticadas, como os de saúde, eletroeletrônicos, aviação e automotivo, entre outros, vêm ampliando, a cada ano, a utilização da matéria-prima em seus produtos.

A introdução do plástico na indústria automobilística, na década de 70, foi decorrente da crise do petróleo e da necessidade de se produzir veículos mais leves, a fim de reduzir o consumo de combustível. Hoje, no entanto, o plástico é imprescindível na composição dos automóveis por possibilitar um design moderno, aumento da segurança, redução de peso, custos e tempo de produção, além de ser imune à corrosão (PLASTIVIDA, 2009).

Grande parte dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos é constituído de material plástico, do liquidificador à máquina de lavar roupas. Assim como o setor automobilístico, o eletroeletrônico representa um dos segmentos mais promissores para a aplicação do plástico, devido à necessidade de aliar rapidez no processo de produção a um custo cada vez mais baixo.

Já na indústria da informática, que requer tecnologias mais sofisticadas, o que obriga a empresa fabricante a se apressar na busca de diferenciais que possibilitem a conquista de uma maior fatia no concorrido mercado da informatização, o plástico representa quase 90% da matéria-prima utilizada.

A aplicação de materiais plásticos na área médica vai muito além das seringas descartáveis. Estima-se que mais de 3,5 milhões de toneladas de plástico são utilizadas pela medicina mundial, com uma participação de 45% na fabricação de produtos. O atual estágio de desenvolvimento alcançado nesta área permite, ainda, a instalação temporária de órgãos artificiais em seres humanos, como pulmão e coração, fabricados a partir do plástico (PLASTIVIDA, 2009).

Da durabilidade necessária às instalações hidráulicas e elétricas até o cuidado no acabamento de uma obra, o plástico desponta como elemento fundamental para a construção civil, embora nem sempre aparente, como nas tubulações, ou disfarçados, como em pisos ou telhas que imitam peças cerâmicas. O segmento de janelas e perfis plásticos, por exemplo, é um dos que devem mais crescer nos próximos anos. Estima-se que a indústria de construção civil no país movimente cerca de R\$ 130 bilhões por ano e 10% deste total seja proveniente de produtos plásticos (PLASTIVIDA, 2009).

A fração nafta é fornecida para as centrais petroquímicas, onde passa por uma série de processos, dando origem aos principais monômeros, como, por exemplo, o eteno.

Os termoplásticos são plásticos que não sofrem alterações em sua estrutura química durante o aquecimento e que após o resfriamento podem ser novamente moldados. Exemplos: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa densidade (PEBD), Polietilenotereftalato (PET), Poliestireno (PS), Policloreto de Vinila (PVC), etc. E os termofixos são aqueles que uma vez moldados não podem ser fundidos e remoldados novamente, portanto não são recicláveis mecanicamente. Exemplos: baquelite, Poliuretanos (PU) e Poliacetato de Etileno Vinil (EVA), poliésteres, resinas fenólicas, etc.

A classificação dos descartes plásticos (PRADELLA, 2006):

- Pós-industriais: Os quais provêm principalmente de refugos de processos de produção e transformação, aparas, rebarbas, etc.
- Pós-consumo: São os descartados pelos consumidores, sendo a maioria provenientes de embalagens.

Dentre os benefícios os plásticos são utilizados em quase todos os setores da economia, tais como: construção civil, agrícola, de calçados, móveis, alimentos, têxtil, lazer, telecomunicações, eletroeletrônicos, automobilísticos, médico-hospitalar e distribuição de energia.

Nestes setores, os plásticos estão presentes nos mais diferentes produtos, a exemplo dos geossintéticos, que assumem cada vez maior importância na drenagem, no controle de erosão e reforço do solo de aterros sanitários, em tanques industriais, entre outras utilidades (PLASTIVIDA, 2009).

O setor de embalagens para alimentos e bebidas vem se destacando pela utilização crescente dos plásticos, em função de suas excelentes características, entre elas: transparência, resistência, leveza e atoxidade.

#### **a) Polietileno tereftalato — PET**

- Produtos: frascos e garrafas para uso alimentício/hospitalar, cosméticos, bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, etc.
- Benefícios: transparente, inquebrável, impermeável, leve.

#### **b) Polietileno de alta densidade — PEAD**

- Produtos: embalagens para detergentes e óleos automotivos, sacolas de supermercados, garrafeiras, tampas, tambores para tintas, potes, utilidades domésticas, etc.
- Benefícios: inquebrável, resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química.

#### **c) Policloreto de vinila — PVC**

- Produtos: embalagens para água mineral, óleos comestíveis, maioneses, sucos. Perfis para janelas, tubulações de água e esgotos, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, etc.
- Benefícios: rígido, transparente, impermeável, resistente à temperatura e inquebrável.

#### **Polietileno de baixa densidade — PEBD**

##### **a) Polietileno linear de baixa densidade — PELBD**

- Produtos: sacolas para supermercados e lojas, filmes para embalar leite e outros alimentos, sacaria industrial, filmes para fraldas descartáveis, bolsa para soro medicinal, sacos de lixo, etc.
- Benefícios: flexível, leve transparente e impermeável.

##### **b) Polipropileno — PP**

- Produtos: filmes para embalagens e alimentos, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, frascos, caixas de bebidas, autopeças, fibras para tapetes e utilidades domésticas, potes, fraldas e seringas descartáveis, etc.
- Benefícios: conserva o aroma, é inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente a mudanças de temperatura.

##### **c) Poliestireno — PS**

- Produtos: potes para iogurtes, sorvetes, doces, frascos, bandejas de supermercados, geladeiras (parte interna da porta), pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, etc.
- Benefícios: impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante.

**Outros** Neste grupo encontram-se, entre outros, os seguintes plásticos: ABS/SAN, EVA e PA.

- Produtos: solados, autopeças, chinelos, pneus, acessórios esportivos e náuticos, plásticos especiais e de engenharia, CDs, eletrodomésticos, corpos de computadores, etc.
- Benefícios: flexibilidade, leveza, resistência à abrasão, possibilidade de design diferenciado

Dentre as vantagens do uso de design plástico:

- Menor consumo de energia na sua produção;
- Redução do peso do lixo;
- Menor custo de coleta e destino final;
- Poucos riscos no manuseio;
- Além de práticos, são totalmente recicláveis.



Já os fatores que estimulam a reciclagem:

- Redução do volume de lixo a transportar: tratamento e disposição;
- Aumento da vida útil dos locais de deposição de lixo.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1. Metodologia

Para melhor desenvolver o presente estudo, aplica-se a metodologia baseada no método indutivo, que consiste uma abordagem das partes, para que seja possível compreender o assunto de uma forma geral.

Esta metodologia tem como objetivo melhor desenvolver este estudo, utilizando assim a pesquisa bibliográfica na busca de uma melhor abordagem da importância da aplicação de produtos biopolímeros no processo de reciclagem de plásticos em design e suas aplicabilidades.

O método de pesquisa é o qualitativo, para Magalhães (2007, p. 26), a “pesquisa qualitativa é um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”.

A pesquisa bibliográfica foi de suma importância, principalmente para o embasamento teórico do assunto, assim como o planejamento das linhas de ação a serem seguidas no trabalho.

### 4. DESIGN E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Segundo a definição oficial do *International Council of Societies of Industrial Design* (ICSID, 2000) *Design* é uma atividade voltada ao desenvolvimento de produtos seriados com função utilitária e valorizados na medida em que apresenta soluções originais, qualidade estética e resolvem bem a função a que são destinados. Em outras palavras, pode-se dizer que o *Design* se ocupa da criação, desenvolvimento e implantação de produtos industrializados, ou sistemas de produtos, com a análise dos fatores humanos, econômicos, tecnológicos e outros, visando à otimização dos recursos disponíveis, a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade do ser humano (SANTOS, 2007).

No Brasil, a definição de *Design* consta no projeto de lei Nº 1.965, do ano de 1996, que regulamenta a profissão de projetista no país e tem a seguinte redação, conforme informação coletada no Detec (2007):

"O *Design* é uma atividade especializada de caráter técnico-científico, criativo e artístico, com vistas à concepção e desenvolvimento de projetos de objetos e mensagens visuais que equacionem sistematicamente dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos, que atendam concretamente às necessidades humanas."

Outro conceito, que reforça os anteriores, está contido na cartilha da Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 1998), que apresenta o *Design* como uma melhoria dos aspectos funcionais, ergonômicos e visuais dos produtos, de modo a atender às necessidades do consumidor, melhorando o conforto, a segurança e a satisfação dos usuários. Pode ser usado como uma ferramenta que permite adicionar valor aos produtos industrializados, levando à conquista de novos produtos e destacar-se no mercado, perante os seus concorrentes. Neste contexto, a cartilha apresenta o *Design* ambiental como sendo uma forma de reduzir o impacto causado pela produção em escala industrial sobre o meio ambiente, com a utilização de materiais alternativos e evitando o desperdício (SANTOS, 2007).

O potencial do mercado de reciclagem de plástico no Brasil apenas 15% dos artigos de plásticos são feitos a partir de material reciclado. Observando-se os intensos progressos do mercado de reciclagem de países do hemisfério Norte a partir dos anos 80, pode-se afirmar com certeza que o mercado de reciclagem de plásticos no Brasil tende a dobrar ainda nesta década (PIVA e WIEBECK, 2004)

A indústria de plásticos está utilizando de maneira crescente a reciclagem como forma de recuperar sobras e rejeitos ocorridos durante o processo de fabricação e, assim, reduzir significativamente os seus custos. Estes materiais, após reciclados, podem compor com a resina virgem a matéria-prima para outros artigos plásticos, sem qualquer prejuízo de qualidade.

A coleta seletiva de lixo é a maior aliada da reciclagem. Tudo começa com a separação dos materiais recicláveis na fonte geradora, ou seja, no próprio local onde são produzidos. Após a separação, os materiais são coletados (PIVA e WIEBECK, 2004).

O objetivo do desenvolvimento sustentável é melhorar a qualidade de vida da população, procurando assegurar-lhes meios viáveis de subsistência, eliminando os obstáculos que impedem a visualização da conservação de sua base de recursos. A garantia destes meios deve fazer parte da estratégia de desenvolvimento sócio-ambiental.

### 5. CONCLUSÃO

Realizado o presente estudo, verificou-se que a utilização de produtos biopolímeros no processo de reciclagem de plásticos em design, constituem fator importante para a criação de produtos ecoeficientes, sem comprometer seus custos, qualidade e restrições de tempo para a fabricação.

Desta maneira, para que sejam alcançados os objetivos da empresa, com relação aos compromissos ambientais assumidos, é necessário que sejam adotadas algumas práticas durante o projeto de um produto.

É possível concluir que durante todo o ciclo de vida de um produto, são produzidos diversos tipos de resíduos, sendo que o descarte após a vida útil é apenas uma fração destes resíduos, pois se encontram presentes também durante a fabricação e uso. Assim, é importante a adoção de tecnologias que recuperem estes resíduos, aproveitando o máximo da matéria-prima, obtendo ganhos ambientais e econômicos. Porém, é importante lembrar que se é mais ecoeficiente à medida que uma menor quantidade de resíduo é gerada. A preocupação com a preservação do meio ambiente, e as primeiras denúncias de exploração da natureza feita pelo homem, apareceram como movimentos mundiais de consciência ambiental.

Sendo assim, a preocupação com os custos para implantação de programas ambientais, já identificada na postura ambiental das empresas, também foi apresentada como uma dificuldade à implementação do Ecodesign. Neste sentido, identifica-se a necessidade de maiores incentivos do setor público, pois a situação atual do setor não permite grandes investimentos com retorno no longo prazo.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIPLAST – Associação Brasileira das Indústrias de Plásticos. Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. Disponível em <http://www.abiplast.org.br>. Acessado em: 13 dez. 2007

Albuquerque, J. A. C. O plástico na prática. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Sagra Luzzatto, 1999.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em <http://www.cempre.org.br>. Acessado em: 27 de nov. 2007

CNI - Confederação Nacional das Indústrias. A importância do Design para a sua empresa. Elaboração: CNI, COMPI, SENAI/DR-RJ, Carlos Bahiana. Brasília, DF: CNI, 1998.

DETEC. Conheça o Design. Departamento de tecnologia da Ciesp. Disponível em: <http://www2.ciesp.org.br/detec1/Design/conceito.htm> > - Acesso em 05 dez. 2007.

ICSID - International Council of Societies of Industrial Design. Industrial Design. Disponível em <http://www.icsid.org/iddefinition.html>. Acesso em 12 dez 2007.

Magalhães, L. E. R. O trabalho científico: da pesquisa à monografia. Curitiba: FESP, 2007.

Martins, G. Manual básico de resolução de problemas de injeção. São Paulo: IAP – Instituto Avançado do Plástico, 1995.

Piva, A. M.; Wiebeck, H. Reciclagem de plástico: como fazer reciclagem um negócio lucrativo. São Paulo: Artliber Editora, 2004.

PLASTIVIDA – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em <http://www.plastivida.org.br>. Acesso em: 07 dez. 2007

Pradella, J. G. Cruz. Os biopolímeros e o potencial produtivo brasileiro. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. São Paulo, 2006.

REVISTA PLÁSTICO. Reciclagem. Disponível em: [www.plastico.com.br](http://www.plastico.com.br)>. Acesso em: 02 dez. 2007.

Santos, F. A. Design como sistema modelizante. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Disponível em: [www.pucsp.br/~cospuc/cultura/Design.htm](http://www.pucsp.br/~cospuc/cultura/Design.htm). Acesso em 05 dez. 2007.

Recebido em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **Informações sobre os autores**

#### **Edmilson G. de Lima**

Especialista em Polímeros pelo Instituto Superior Tupy, mestrando em Engenharia Mecânica na área de mecânica dos sólidos e projeto mecânico pela UFPR.

e-mail: edmilsonlimas@gmail.com

#### **Francisco Antonio Ollé da Luz**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Paraná, mestrando em Engenharia Mecânica na área de mecânica dos sólidos e projeto mecânico pela UFPR.

e-mail: olledaluz@yahoo.com.br

#### **Maria Lúcia L. Ribeiro Okimoto**

Mestre e Doutora em Engenharia de Produção pela UFSC, Líder de Pesquisa do Grupo de Ergonomia, Membro do Grupo de Materiais Poliméricos e Pesquisadora do grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Design da UFPR.

e-mail : lucia.demec@ufpr.br