

POLÍMEROS NATURAIS E SINTÉTICOS: COMO ELES FAZEM PARTE DA NOSSA VIDA

**Tâmela Thaissa de A. ALENCAR (1); Daniel D. CAMPELO (2) Mariano Oscar A. I. ROJAS(3);
Márcia Regina PEREIRA DA SILVA (4)**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão CEFET-MA, Av. Getulio Vargas nº 04 - Monte Castelo - São Luís - MA - CEP 6502-001, Tel - (98)3218 9103, e-mail: tath_103@hotmail.com;

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão, e-mail: daniel_dantask@hotmail.com;

(3) Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão, e-mail: ibanez@cefet-ma.br;

(4) Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão, e-mail: marciabebein@hotmail.com

RESUMO

Desde o início dos tempos, o homem vem executando trabalhos de engenharia progressivamente mais complexos, com finalidade de suprir abrigo e propiciar conforto para si e seus dependentes, protegendo-se dos perigos e das intempéries. O primeiro elemento estrutural usado pelo homem, foi a madeira, seguindo-se da pedra, metal, cerâmica, vidro e finalmente, os polímeros. A palavra polímero é utilizada para designar moléculas de substâncias formadas por um número grande de unidades moleculares repetidas, denominadas monômeros. Na natureza, são encontrados muitos polímeros importantes: celulose, amido, algodão, borracha, madeira, lã, cabelo, couro. Os primeiros polímeros sintéticos resultaram da procura de substâncias que reproduzissem as propriedades encontradas nos polímeros naturais. Posteriormente, surgiram vários tipos de polímeros, que permitiram uma modificação muito grande nos costumes do mundo atual. Os polímeros atualmente constituem matéria-prima para a confecção de artigos com a finalidade de atender as mais diversas áreas de utilização. Sendo assim, teve-se como objetivo mostrar como os polímeros naturais e sintéticos fazem parte do cotidiano do homem e como os sintéticos estão interferindo com o equilíbrio da Terra, através de levantamento bibliográfico, realizado pelo Núcleo Autônomo Sustentável em Química Analítica – NASQA junto aos alunos do Curso Técnico em Alimentos do Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão – CEFET-MA;

Palavras-chave: Polímeros, Homem, Interação, Meio Ambiente

1. INTRODUÇÃO

Desde as civilizações primitivas há utilização de polímeros naturais foram amplamente empregados e difundidos pelo mundo. Com o advento da engenharia, o homem vem executando progressivamente trabalhos mais complexos com a finalidade de descobrir materiais cada vez mais duráveis para utilização diária no mercado, suprir abrigo e proporcionar conforto para si e seus dependentes, protegendo-se dos perigos e das intempéries. O primeiro elemento estrutural de engenharia usado pelo homem, foi a madeira, seguindo-se a pedra, metais, a cerâmica, o vidro e, finalmente, os polímeros.

Na natureza, são encontrados muitos polímeros importantes: couro, lã, madeira, algodão, celulose, amido, borracha, cabelo. O primeiro polímero sintético foi o nitrato de celulose (explosivo), que se tornava uma massa plástica quando dissolvida em cânfora. Com exceção da borracha, os primeiros plásticos obtidos praticamente não tinham aplicação comercial. Durante as Grandes Guerras Mundiais, porém em razão da dificuldade em se encontrar matérias-primas, houve um grande esforço visando sintetizar substâncias idênticas ou similares às encontradas na natureza (por exemplo, a gasolina) (MICHAELI, 1995).

No início do séc. XX desenvolveu-se a celulose modificada, poliestireno, baquelite (resina fenólica), poliuretano. Na tentativa de substituir a seda, descobriu-se a fibra de nylon. Posteriormente, surgiram vários tipos de polímeros, que permitiram modificações muito grandes nos costumes do mundo atual, constituindo matéria prima para a confecção de artigos com a finalidade de atender as mais diversas áreas da economia e consequentemente da sociedade direta ou indiretamente. No entanto, os produtos confeccionados a partir dos polímeros sintéticos são considerados inertes ao ataque imediato de microorganismos. Essa propriedade faz com que esses materiais apresentem um tipo de vida longo e consequentemente, provocam sérios problemas ambientais após o seu descarte, já que demoram em média, 100 anos para se decomporem totalmente (HUANG, 1990; CHIELLINI & SOLARO, 1998; VAYDIA et al., 1995). Como exemplo tem-se os materiais plásticos (PET, PVC, PE, PP, PS) que juntos totalizam um consumo mundial de mais de 100 milhões de T/ano, aumentando a quantidade de resíduos plásticos descartados no meio ambiente (MARCONATO & MARTINS, 2006). Como soluções para este problema, surgem os polímeros biodegradáveis sintéticos que quando entram em contato com diversos tipos de microorganismo se degradam rapidamente (CHIELLINI & SOLARO, 1998).

A nível mundial o interesse por polímeros biodegradáveis sintéticos, principalmente quando se considera o desenvolvimento de novos produtos que provoquem menor impacto ambiental. No entanto, devido o seu alto custo quando comparado com polímeros convencionais, para maioria das empresas, a utilização de tais polímeros é inviável. Tendo em vista a versatilidade de produção, modificação e uso, iremos neste trabalho mostrar como os polímeros tornaram-se essenciais e quase indissociáveis a vida humana promovendo progresso como também destruição e o que esta sendo feito para minimizar este último.

2. POLÍMEROS

São materiais que apresentam em sua estrutura molecular unidades que se repetem, ligadas entre si por ligações covalentes do tipo sp^3 , formando cadeias longas e, portanto, resultando em compostos de alto peso molecular. Essas unidades que se repetem são chamadas de *meros* ou *unidades monoméricas*. No entanto existem polímeros que não possuem peso molecular muito elevado. Sendo assim, chamados de oligômeros. O termo *polímero* vem do grego e quer dizer muitas partes, já o termo *oligômero*, também vem do grego, e significa poucas partes. Os polímeros, diferentemente dos outras substâncias orgânicas, são produtos heterogêneos, pois possuem uma mistura de moléculas de pesos moléculas diferentes, apresentando assim, polimorfismo.

3. POLÍMEROS NATURAIS

A quantidade de polímeros naturais que existem no mundo excede, os milhões de toneladas de polímeros sintéticos produzidos pelo homem na indústria moderna. Por serem formados durante o ciclo de crescimento de organismos vivos. Sua síntese envolve, geralmente, reações catalisadas por enzimas e reações de crescimento de cadeia a partir de monômeros ativados, que são formados dentro das células por processos metabólicos complexos. Como são facilmente degradados pelo meio-ambiente, também são chamados de Polímeros Biodegradáveis Naturais. A celulose, principal constituinte das paredes celulares das plantas, é um polímero contendo carbono, hidrogênio e oxigênio. As proteínas, encontradas em abundância na vida animal como vegetal, são polímeros produzidas pela condensação de α -aminoácido. Os polissacarídeos,

derivados da condensação de unidades de glicose. Além desses, há polímeros naturais não tão abundantes, por exemplo, a borracha, os quais são também muito importantes.

3.1 Polissacarídeos

Os principais polissacarídeos de interesse comercial são a celulose e o amido, havendo uma atenção especial aos carboidratos complexos: quitosanas, quitinas e xantanas (CHANDRA & RUSTGI, 1998). Comparando as estruturas de alguns destes polímeros, verifica-se que são formados por unidades básicas de glicose (monômero), ligadas como anéis de grupos acetais (aldeído e álcool). A **celulose** é um polissacarídeo formado de unidades de glicose (ver Figura 1), presente em madeira, papel e algodão. O **amido** - sintetizado pelos vegetais para ser utilizados como fonte energética - é uma mistura de polissacarídeos, *amilose* (ver Figura 2) e *amilopectina* (ver Figura 3) muito utilizado na alimentação humana.

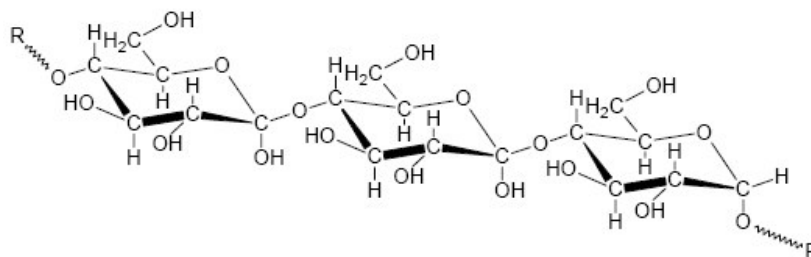


Figura 1 – Estrutura química da celulose

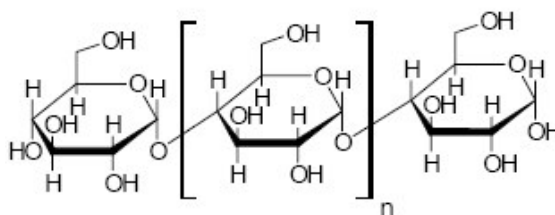


Figura 2 – Estrutura química da amilose

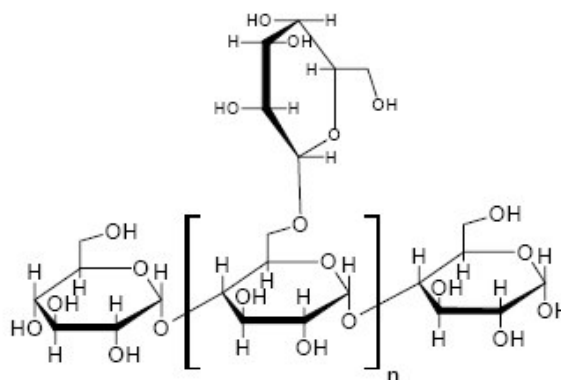


Figura 3 – Estrutura química da amilopectina

Outros polímeros têm estrutura semelhante da celulose: a **quitina** – molécula complexa encontrada em crustáceos insetos, fungos, cogumelos e minhocas; a **quitosana** – polímero derivado da quitina – que possui compatibilidade significativa com tecidos vivos e melhora a cicatrização de ferimentos sendo também utilizada em cosméticos e programas de redução de peso; e a **xantana** - polímero comercial muito utilizado como espessante e estabilizante, em cosméticos e alimentos e como cápsulas e liberação controlada de drogas (VENDRUSCOLO et al., 2005; SANTOS et al., 2005).

3.2 Proteínas

As proteínas são polipeptídios que tem uma ordem definida em relação aos grupos aminoácidos (monômero) que formam o polímero. Na conformação das proteínas, a cadeia polipeptídica estende-se em uma estrutura em zigue-zague, denominada de folha β (LEHNINGER et al., 1993), mantida por ligações de hidrogênio como mostrado na Figura 3.

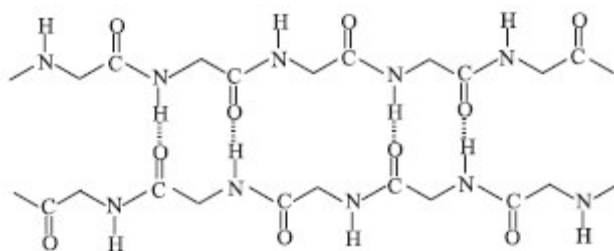


Figura 3 – Conformação β da cadeia polipeptídica

As gelatinas são polímeros constituídos de proteínas do tipo animal, com vasta aplicação industrial, farmacêutica e biomédica, empregados como cobertura e microencapsulação de drogas e no preparo de hidrogéis.

3.3 Elastômeros

Os polímeros desse grupo apresentam-se como meio-termo entre os termoplásticos e os termofixos: possuem ótima flexibilidade e elasticidade, mas não se fundem. Suas moléculas também estão ligadas umas as outras, mas de modo muito menos *intenso* que nos termofixos, ou seja, essas ligações se apresentam em menor número nos elastômeros. Portanto, as moléculas dos elastômeros estão um pouco mais “soltas” que no termofixo, de modo que existe um maior grau de liberdade de movimentação entre as moléculas. (JORDÃO & NARCISO JR., 2000)

A **borracha natural** é um polímero do isopreno (ver Figura 4) extraído através de sulcos feitos no caule das árvores chamadas seringueiras, na forma de um líquido viscoso de cor branca, sua aplicação industrial está na fabricação de materiais hospitalares, pneumáticas e artigos para recreação.

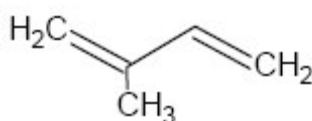


Figura 4 – Estrutura química do isopreno

3.4 Ácidos algínicos

Estes ácidos são formados de monômeros de ácidos manurônico e gulurônico. Por serem solúveis em água e insolúveis na presença de cátions, cálcio, berílio, alumínio e ferro, formando géis, podem servir para liberação de drogas em sistemas vivos, para encapsulamento de herbicidas, microorganismos e células. Estes ácidos estão representados na Figura 5.

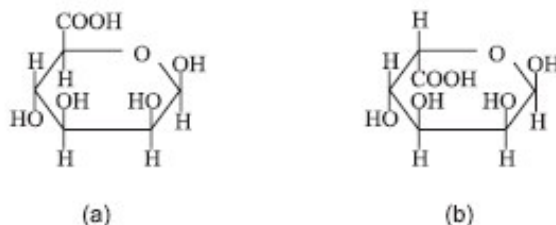


Figura 5 – Estruturas químicas dos ácidos algínicos: a) ácido manurônico, b) ácido gulurônico

3.5 Poliésteres bacterianos

São poliésteres naturais, polímeros produzidos por uma grande variedade de bactérias, na forma de material de reserva intracelular, têm sido alvo de muita atenção para aplicações comerciais, vantajosamente produzidos por fontes renováveis. Esta classe de polímeros, os poli(hidroxialcanoatos) - PHAs, também denominados biopolímeros ou bioplásticos, mostra uma grande variação em suas propriedades, podendo-se obter de materiais rígidos e quebradiços a plásticos com boas propriedades de impacto ou até elastômeros resistentes. Tais propriedades dependem do tamanho dos grupos alquilas ramificado e da composição do

polímero (REDDY et al., 2003; CHANDRA & RUSTGI, 1998). Os PHAs mais conhecidos são: poli(hidroxibutirato) – PHB, poli(hidroxivalerato) – PHV, e o poli(hidroxibutirato-co-valerato) (PHB –V), este ultimo comercialmente conhecido como Biopol. Suas estruturas químicas estão dispostas na Figura 6.

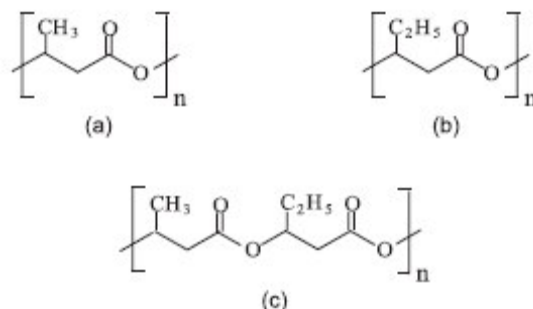


Figura 6 – Estruturas químicas dos PHAs: a) poli(hidroxibutirato); b) poli(hidroxivalerato);
c) poli(hidroxibutirato-co-valerato)

Estes polímeros têm sido sintetizados por vários tipos de microorganismos, tais como *Alcaligenes eutrophusa*, *Pcalstonia eutropha*, (DU, et al., 2001), *Alcaligenes lótus*, *Comamonas acidvorans* (AMASS et al., 1998) e *Pseudomonas putida* (KONING et al., 1996) em meios apropriados, com material de reserva de energia e têm como principais vantagens sua biocompatibilidade e biodegradabilidade.

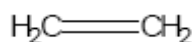
4. POLIMEROS SINTÉTICOS

Polímeros sintéticos são compostos orgânicos obtidos a partir de reações de difícil execução em laboratório, tanto que, até a primeira metade do século XIX acreditava-se na chamada Teoria da Força Vital enunciada por Berzelius. Até o século passado somente era possível utilizar polímeros produzidos naturalmente, pois não havia tecnologia disponível para promover reações entre os compostos de carbono. Os primeiros polímeros sintéticos resultaram da procura de substâncias que reproduzissem as propriedades encontradas nos polímeros naturais. Posteriormente, surgiram vários tipos de polímeros sintéticos, que permitiram uma modificação muito grande nos costumes do mundo atual. Os polímeros sintéticos atualmente constituem matéria-prima para a confecção de artigos com a finalidade de atender as mais diversas áreas da economia.

4.1 Plásticos

Com muitas descobertas científicas importantes, o plástico foi descoberto por acaso. Com exceção da borracha sintética, os primeiros plásticos obtidos praticamente não tinham aplicação comercial. Eram considerados uma curiosidade. (JORDÃO & NARACISO JR., 2000). Durante a Segunda Guerra Mundial, os plásticos sofreram significativos avanços tecnológicos, sendo reconhecidos como materiais similares, ou seja, que imitavam os materiais usados tradicionalmente. A partir disso, os plásticos se tornaram cada vez mais versáteis e baratos. Podendo assumir qualquer forma; além disso, podem ser rígidos, ou flexíveis, transparentes ou opacos, coloridos ou incolores, expandidos (espuma), de lata ou baixa resistência mecânica. Toda essa versatilidade está associada ao fato de que, em vários processos de produção, o plástico é mais barato do que outros materiais, como o metal, o vidro e os tecidos. Com eles conseguem-se normalmente materiais com propriedades melhores e com custo de produção menor em relação a outros materiais. Sendo assim o suficiente para explicar por que sua presença é cada vez mais expressiva em nossas vidas.

O **polietileno**, um polímero termoplástico muito utilizado na composição de sacos plásticos, teve grande desenvolvimento durante as Grandes Guerras Mundiais (JORDÃO & NRACISO JR., 2000), é um polímero do etileno, e sua aplicação industrial está na fabricação de: chaveiros, sacos, fitas para lacre de embalagens, frascos e filmes para embalagens. O plástico **polipropileno** é um polímero derivado do propileno, sendo este matéria prima para a fabricação de carcaças de eletrodomésticos, seringas descartáveis, sacarias, brinquedos e para-choques. Ambas as estruturas do etileno e propileno são mostradas nas Figuras 7.



a)

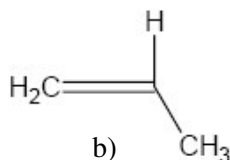


Figura 7 – Estrutura química dos monômeros: a) etileno; b) propileno

4.2 Elastômeros

Os elastômeros sintéticos surgiram no mercado a partir do momento em que os elastômeros naturais começaram a ser escassos, devido a sua origem, as seringueiras, o que tornava inviável a produção de determinados artigos em larga escala, como também a dependência dos fabricantes em relação aos países produtores de látex (Brasil), que modificavam constantemente os valores de venda da matéria prima por falta de trabalhadores aptos a fazer extração. Sendo esta última causada pela constante contaminação dos extratores por malária (doença causada por protozoários parasita do gênero Plasmodium)

Em 1849, Charles Goodyer desenvolveu o processo de vulcanização da borracha natural (DEMARQUETE, 2000), o que melhorou sensivelmente a qualidade da borracha natural. Desde então, a modificação e síntese em laboratório de borrachas se tornou comum e economicamente viáveis. Como exemplo tem-se a borracha sintética **Buna**, um polímero de eritreno (ver Figura 8), cuja aplicação industrial está na fabricação de pneumáticas. (NOGUEIRA et al., 2000)

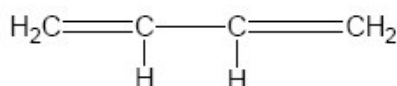


Figura 8 – Estrutura do monômero eritreno: 1,3 butadieno

Também temos a borracha sintética **neopreno**, um polímero do cloropreno (ver Figura 9), sua aplicação industrial está na fabricação de gaxetas, amortecedores, objetos utilizados no mar (vestimentas, cobertura de cabos submarinos) e adesivos. (NOGUEIRA et al., 2000)

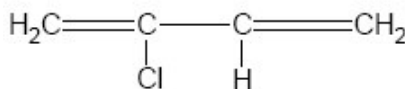


Figura 9 - Estrutura do monômero cloropreno

4.3 Outros Polímeros Sintéticos

Polímeros de transformação (borracha clorada, borracha ciclizada, celulose regenerada, ésteres e éteres de celulose); Polímeros de síntese (maioria dos elastômeros, plastômeros, resinas diversas e fibras têxteis atualmente utilizados), obtidos a partir de produtos carboquímicos, petroquímicos ou xiloquímicos. (NOGUEIRA et al., 2000)

5. POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS SINTÉTICOS

Esta classe de polímeros tem sido muito empregada em usos biomédicos, tais como cápsulas de liberação controlada de drogas em organismos vivos, fixadores em cirurgias (suturas, clips, pino para osso) e para embalagens especiais. Os polímeros mais utilizados são: poli(ácido láctico) – PLA, poli(ácido glicólico) – PGA, poli(ácido glicólico-ácido láctico) – PGLA, poli(Σ – caprolactona) – PCLA (ver Figura 10). (AMASS et al., 1998; CHANDRA & RUSTGI, 1998)

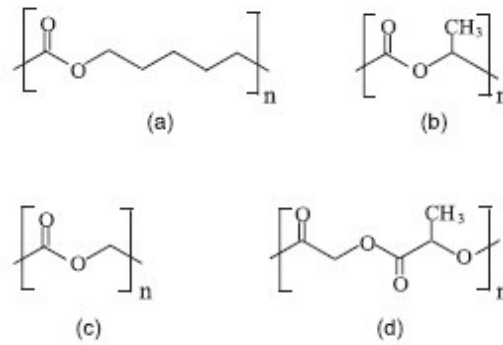


Figura 10 – Estrutura química de: a) poli(Σ – caprolactona); b) poli(ácido láctico); c) poli(ácido glicólico); d) poli(ácido glicólico-acido láctico)

PLA, PGA e PGLA são poliésteres muito utilizados em suturas absorvíveis dentro de um sistema vivo, sendo biodegradado por hidrólise simples da cadeia de éster em meio aquoso, ou seja, nos fluidos corporais (CHANDRA & RUSTGI, 1998). O PCL foi muito estudado como substrato para liberação controlada de drogas, sendo biodegradado por hidrólise enzimática, por fungos. (CHANDRA & RUSTGI, 1998)

6. MATERIAIS PLÁSTICOS X MEIO AMBIENTE

Um estudo realizado pela entidade ambientalista Greenpeace, apresentado em maio num congresso na Inglaterra, mostrou aos presentes que a concentração de material plástico nas águas, atingiu níveis inéditos na história. Os cientistas descobriram que a poluição por plásticos, antes restrita a alguns pontos conhecidos, hoje é onipresente nas águas dos mares do mundo inteiro. Segundo o pesquisador inglês Adam Walters que viaja a bordo dos barcos do Greenpeace disse que: “É absolutamente chocante quando se navega no meio do nada, a milhares de quilômetros da costa, e se descobre à alta concentração de plástico na água”. O programa Ambiental das Nações Unidas estima que existam 46.000 fragmentos de materiais plásticos em cada 2,5 quilômetros quadrados da superfície dos oceanos. O que significa que a substância já corresponde por 70% da poluição marinha por resíduos sólidos (VEJA, 2008). Isso sem mencionar que 70% da superfície da Terra é ocupado pelos oceanos, o que nos dá aproximadamente uma razão de (1: 1) de água e lixo por materiais plásticos. As primeiras vítimas dos plásticos, lançados ao mar, é sem dúvida a vida marinha. Calcula-se que 267 espécies principalmente de pássaros e mamíferos marinhos engulam algum tipo de material plástico (na sua maioria sacos) ou os levam para seus filhotes julgando tratar-se de alimento (VEJA, 2008 com adaptações). Em regiões como a Califórnia é comum achar tartarugas marinhas, leões marinhos e focas mortas por ingestão de plásticos. No Atol de Midway, próximo ao Havaí, devido ao fluxo das correntes marinhas, recebe diariamente entulhos plásticos proveniente do Japão e da costa oeste dos Estados Unidos. O lixo plástico do Atol de Midway provoca a morte de metade dos 500.000 albatrozes que nascem anualmente no atol, aos quais confundem plástico com comida. (VEJA, 2008)

O plástico encontrado nos oceanos não é apenas aquele que se vê como sacolas e garrafas. Uma das principais ameaças vem de peças quase invisíveis, os chamados pellets, bolinhas com meio centímetro de diâmetro utilizado como matéria-prima pelas indústrias. Essas bolinhas têm enorme capacidade de absorção de poluentes. Apenas uma delas apresenta concentração de poluentes até 1 milhão de vezes maior que a da água onde se encontra, envenenando os cardumes que as ingerem. Quando as pellets são ingeridas pelas aves marinhas, estas se sentem fartas impedindo-as de se alimentar adequadamente. Logo, não conseguem engordar e, assim a sua aptidão para sobreviver é reduzida. Quando se trata dos resíduos liberados pelos materiais plásticos, o perigo é maior, constante em nossas vidas e de ação silenciosa. Substâncias consideradas **disruptores endócrinos** – em inglês: endocrine disruptores (EDs) como (Bisfenol A, ftalatos e alquilfenóis). Causam em animais e seres humanos, distúrbios na síntese, secreção, transporte, ligação, ação ou eliminação de hormônios endógenos e, assim, no metabolismo, diferenciação sexual e função reprodutiva (SKAKKEBAEK et al., 2001; SONNENSCHNEIN et al., 1998). O bisfenol A é usado em revestimentos de algumas latas de alimentos, enquanto os ftalatos são encontrados em outras embalagens de alimentos e em brinquedos infantis (WILKINSON et al., 1999). Estudos demonstram que resíduos de bisfenol A podem ser encontrados em alguns alimentos humanos devido a sua migração das embalagens (FÜRHACKER et al., 2000; KUO et al., 2004). Por ter uso doméstico e industrial, o bisfenol A também pode ser encontrado no esgoto doméstico, efluente e lodo biológico de ETE (FÜRHACKER et al., 2000). Ambos, bisfenol A e ftalatos, podem ser lançados no meio ambiente durante o processo de produção e pela lixiviação dos finais.

A variedade de produtos de PVC com aditivos, os ftalatos, presente nas residências pode expor diariamente as pessoas a múltiplas fontes de contaminação. Os alquilfenóis são empregados como agentes plastificantes, antioxidantes e foto-estabilizantes em plásticos e, também, como matéria-prima na síntese de surfactantes não iônicos, amplamente utilizado em muitos produtos de uso domésticos, industriais e agrícolas (LOYO-ROSALES et al., 2004; YAO et al., 2005). Dos alquilfenóis, o nonilfenol é o mais empregado em escala industrial. Foi detectado acidentalmente, quando uma equipe coordenada por Ana Soto descobriu que o nonilfenol, que havia migrado para os meios de cultura a partir de recipientes plásticos à base de poliestireno, era o responsável pela indução da multiplicação das células de câncer de mama (MCF-7). O nonilfenol foi detectado na água comercializada em garrafas feitas de PVC e de polietileno de alta densidade (PEAD), no leite comercializado em embalagens contendo PEAD (LOYO-ROSALES et al., 2004; YAO et al., 2005), e em amostras de copos descartáveis, pratos e outros materiais plásticos à base de poliestireno ou polipropileno que entram em contato com alimentos (KAWAMURA et al., 2000). Estudos científicos sobre a exposição humana a esses compostos começam a serem apresentados em todo mundo e alguns investigam a hipótese de que alguns plásticos como o PVC, podem afetar a saúde se colocados na boca por crianças muito pequenas (EARLS et al., 2003). Entretanto, para alguns autores, os riscos associados com a exposição oral a alguns ftalatos presentes em produtos infantis não foram confirmados (BABICH et al., 2004). Sendo assim todos os seres não só estão sujeitos aos efeitos drásticos causados pelos plásticos como também pelas substâncias que dele fazem parte.

7. RECICLAR: UM ATO DE RENOVAÇÃO PARA CONSERVAR

Já se sabe que os plásticos, é a classe de polímeros sintéticos mais importantes e presente na vida do homem atualmente. Mediante ao seu crescente consumo, há demanda de produção se torna ainda maior. Então poderíamos fazer a seguinte pergunta: existe prejuízo ao meio ambiente decorrente a esse crescente consumo e consequentemente o aumento de produção de materiais plásticos?

Infelizmente, a resposta, é sim. Um material plástico pode demorar décadas para se degradar naturalmente. A cada novo aumento no consumo, mais materiais plásticos são descartados na forma de lixo, sendo este último o principal veículo de contaminação do meio ambiente. Estima-se que no lixo urbano aproximadamente 10%, em peso corresponde a resíduos plásticos. Porém o volume ocupado pelo plástico no lixo corresponde a algo entre 25% e 30%. Em média, 24% dos plásticos consumidos são destinados à fabricação de embalagens e, consequentemente, serão descartados. A principal forma de combater esse problema é a reciclagem dos plásticos. Reciclar significa reaproveitar material já usado, na obtenção ou fabricação de novos produtos. A principal forma de reciclagem existente consiste na trituração e posterior fusão de um material termoplástico já utilizado, para obtenção de uma nova peça plástica. Isso porque 95% do nosso consumo são de materiais termoplásticos (PET, PE, PVC, PP E PS). (NARCISO Jr & JORDÃO, 2000)

Uma das dificuldades de reciclar os materiais plásticos é obter o mesmo em condições ideais para reciclagem. O processo de reciclagem pode ser inviável caso ocorra à mistura, além de determinado grau, de tipos diferentes de plásticos (PE com PVC, por exemplo). E também se torna inviável caso o plástico esteja contaminado com sujeira, principalmente gordura. Portanto, a participação da população no processo inicial é imprescindível, separar o lixo plástico dos outros componentes do lixo. Os 5% restante correspondem aos termofixos e elastômeros. Essa quantidade indica que os termofixos e os elastômeros apresentam, em relação aos termoplásticos, provocam um prejuízo menor ao meio ambiente. Os termofixos e elastômeros podem ser transformados em energia pela queima. Esse processo, no entanto, pode ser poluente devido aos gases liberados na queima (NARCISO Jr & JORDÃO, 2000). Existem também alguns processos que quebram as ligações entre as moléculas poliméricas, possibilitando dessa forma, que o material possa novamente ser fundido e processado. Esse processo é muito utilizado na reciclagem da borracha dos pneus. Logo, a reciclagem dos plásticos e elastômeros ainda é um processo em desenvolvimento. Para que seja viável, será processo conscientização e cooperação dos cidadãos.

CONCLUSÃO

A presença de polímeros naturais e sintéticos no cotidiano é expressiva. Seja na forma de alimentos ou na forma de bens de consumo duráveis ou não. Tornando-se difícil em alguns momentos, não usarmos ou dar de encontro com materiais do tipo. A necessidade de mudança fez com que o homem buscasse novas fontes para obter novos materiais para fins diversos. Com a chegada do capitalismo muitos processos foram otimizados e novos utensílios foram produzidos. Parte desse progresso esteve associada à transformação e

adaptação de polímeros naturais e a síntese em laboratório de polímeros sintéticos. Dentre os polímeros sintéticos, a classe mais importante é formada pelos plásticos, estes encontrados de diferentes formas, cores e função. Junto com esse avanço, adquirimos problemas com o meio ambiente, graças ao descarte indiscriminado dos materiais que dele se muitas das vezes criminoso de resíduos plásticos. Com intuito de minimizar os efeitos do acúmulo de materiais plásticos no meio ambiente o homem vem se utilizando de dois meios: a reciclagem e a síntese de polímeros sintéticos biodegradáveis. Medidas utilizadas para que os polímeros se tornem menos agressivos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AMASS, W.; AMASS, A.; TIGHE, B.; *Polym. Int.* 1998, **47**: 89.
- BABICH, M. A.; CHEN, S. B.; GREENE, M. A.; KISS, C. T.; PORTER, W. K.; SMITH, T. P.; WIND, M. L.; ZAMULA, W. W.; *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2004, **40**, 151.
- BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e conseqüências. *Quím. Nova* 2007, **30**: 651-666.
- BILES, J. E.; MENEAL, T. P.; BEGLEY, T. H.; HOLLIFIELD, H.C.; *J. Agric. Food Chem.* 1997, **45**, 35-41.
- CHANDRA, R.; RUSTGI, R.; *Prog. Polym. Sci.* 1998, **23**: 1273.
- CHIELLINI, E. & SOLARO, R. "Environmentally Degradable Polymers and Plastics. An Overview", In: ANAIS DO INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENVIRONMENTALLY DEGRADABLE AND RECYCLABLE POLYMERS IN LATIN AMERICA, 1998, Campinas. – SP. p15-20,
- DEMARQUETE, N. R. **Estrutura e Propriedades de Polímeros.** Disponível em: <www.pmt.usp.br/pmt5783/Polímeros.pdf> Acesso em: 21 jun 2008.
- DU, G. C.; CHEN, J.; YU, J.; LUN, S.; *Biochem. Eng. J.* 2001, **8**: 103.
- EARLS, A. O.; AXFORD, I. P.; BRAYBROOK, J. H.; *J. Chromatogr., A* 2003, **983**, 237.
- FÜRHACKER, M.; SCHARF, S.; WEBER, H.; *Chemosphere* 2000, **41**, 751
- HUANG, J. C.; SHETTY, A. S. E.; WANG, M. S. - *Adv. Polym. Technol.* 1990, **10**: 23.
- INFOCEFET. **Poluição do meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.infocefet.hpg.com.br/poluicao.html>> Acesso em: 21 jun 2008.
- JR, J. L. N. & JORDÃO, M. P. **O Mundo do plástico.** São Paulo; Editora Brasil, 2000.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M.; **Principles of Biochemistry**, 2 ed. New York; Worth Publisher, 1993.
- LOYO-ROSALES, J. E.; ROSALES-RIVERA, G. C.; LYNCH, A. M.; RICE, C. P.; TORRENTS, A. Migration of nonylphenol from plastic containers to water and a milk surrogate. *J. Agric. Food Chem.* 2004, **52**: 2016-20.
- KAWAMURA, Y.; MAEHARA, T.; LIJIMA, H.; YAMADA, T. Nonylphenol in food contact plastics and toys. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi.* 2004, **41**: 212-8.
- KOIZUMI, F.; ABE, H.; DOI, Y.; *J. Mat. Sci.- Pure Appl. Chem.* 1995, **A 32**, 759.
- KONING, G.; WITHOLT, B.; *Mater. Sci Eng., C* 1996, **4**: 121.

KUO, H. W.; DIN, W. D.; *J. Chromatogr., A* 2004, **1027**, 67

MERINGONI, S. **Os perigos do plástico para nossa vida. Disruptores endócrinos ambientais: riscos à saúde pública.** Disponível em <<http://www.permear.org.br/2007/11/13/os-perigos-do-plastico-para-nossa-vida/>> Acesso em 21 jun 2008.

MICHAELI, Walter, et al. **Tecnologia dos plásticos.** São Paulo; Edgard Blücher, 1995

NEIVA, P.; LIMA, R. A. **Oceano de Plástico.** Disponível em: <http://veja.abril.com.br/050308/p_092.shtml> Acesso em: 21 jun 2008

NOGUEIRA, J. S.; BATHISTA SILVA, A. L. B.; SILVA, E. O. Introdução aos polímeros. Mato Grosso: GPNM, 2000

REDDY, C. S. K.; GHAI, R.; RASHIMI; KALIA, V. C.; *Bioresour. Technol.* 2003, **87**: 137.

SANTOS, H.; VEIGA, F.; PINA, M. E.; SOUZA, J. J.; *Int. J. Pharm.* 2005, **295**, 15.

SONNENSCHN, C.; SOTO, A. M. An updated review of environmental estrogen and androgen mimics and antagonists. *J. Steroid Biochem Mol. Biol.* 1998, **65**: 143-50.

SKAKKEBAEK, N. E.; RAJPERT, M. E.; MAIN, K.M. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects. *Hum. Reprod.* 2001, **16**: 972-8.

VAYDIA, U. R.; BHATTACHARYA, M. & ZHANG, D. *Polymer.*, 1995, **36**: p.1179

VENDRUSCOLO, C. W.; ANDREAZZA, I. F.; GANTER, J. L. M. S.; FERRERO, C.; BRESOLIN, T. M. B.; *Int. J. Pharm.* 2005 **296**: 1.

WILKINSON, C. F.; LAMB, J. C.; *Regul. Toxicol. Pharmacol* 1999, **30**: 140

YAO, G.; HU, Y.; LIANG, J.; HOU, Y. Nonylphenol-induced thymocyte apoptosis is related to Fas/FasL pathway. *Life Sci.* 2005, **77**: 3306-20.

AGRADECIMENTOS

Ao CEFET-MA por proporcionar a realização desse trabalho e ao NASQA pelas valiosas contribuições.