



Polímeros

Pedro Miguel Martins da Costa Almeida (CIV) N° 12149
Victor Hugo da Silva Magalhães (INF) N° 12470

Universidade Fernando Pessoa (UFP)
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Disciplina de Ciências dos Materiais
Porto, 2004

Sumário:

Polímeros são macromoléculas constituídas por monómeros. Os polímeros podem ser agrupados segundo várias classificações, nomeadamente: quanto à natureza da sua cadeia, à sua estrutura, à morfologia, à reacção que os originou. Sendo esta última a mais importante de todas. Neste campo os polímeros dividem-se em polímeros de adição e polímeros de condensação. De referir que existem diferentes tipos de materiais poliméricos, os quais têm inúmeras propriedades atribuindo-lhes diversas aplicações nos mais variados ramos do nosso quotidiano.

Abstract:

Polymers they are macromolecules constituted by monomers. The polymers they can be grouped second you vary classifications, namely: as regards the nature from its chain, to the its structure, to the morphologic, to the reaction that originated them. Being this finalizes to more important thing of everybody. In this field the polymers they divide themselves in polymers of addition and of condensation. Of it refer that they peculiar kinds of stuff exist polymeric, which they have countless estates attributing them diverse application in the more varied branches of ours daily.

Abreviaturas:

ABS – Acrilonitrila – Butadieno – Estireno
BSPQ – Boletim da Sociedade Portuguesa de Química
C – Carbono
C₅H₈ – Isopreno
CH₂ – Etileno
Cl – Cloro
H – Hidrogénio
H₂O – Água
M – Massa Molecular
O – Oxigénio
PET – Polietilenotereftalato
PPO – Polioxido de fenileno
PVC – Policloreto de Vinila

Palavras-chave: Polímeros, Monómeros, Classificação, Polimerização, Aplicações

1. Introdução

Nas primeiras décadas do século XX, alguns investigadores começaram a manifestar curiosidade e interesse em relação ao comportamento anormal de certas substâncias, o que os levou a orientar a sua investigação na área dos materiais poliméricos. Por exemplo, ao solubilizar borracha com fórmula empírica C_5H_8 ($M=68$), a solução apresentava elevada viscosidade e quase não provocava abaixamento crioscópico do solvente, situação a qual só se justificaria por moléculas de muito mais elevada massa molecular.

Contudo, esta ideia de moléculas gigantes não foi bem aceite entre os químicos, os quais acreditavam na existência de aglomerados de moléculas unidas por ligações intra moleculares.

Estas dúvidas só chegaram a ser ultrapassadas graças ao trabalho de Hermann Staudinger, (1881-1963, químico alemão – Prémio Nobel da Química em 1953), que demonstrou claramente, que em vez dos supostos agregados, o que existia era afinal enormes moléculas, onde milhares de átomos estão ligados covalentemente. A partir daí, o desenvolvimento dos polímeros tem sido estonteante.

Hoje em dia, 90% dos químicos e bioquímicos trabalham com polímeros naturais ou artificiais. Em que os polímeros naturais são o suporte dos processos biológicos. E os polímeros sintéticos dominam a indústria química.

Polímeros não são apenas meros objectos de plástico (baldes, vasos, etc.), que utilizamos no dia-a-dia. Não são também apenas os objectos detestáveis que poluem as nossas ruas, os nossos campos e as nossas praias. Os polímeros são muito mais do que estes objectos, eles são elementos essenciais na bioquímica e fazem parte dos materiais de alta tecnologia que tantos avanços tecnológicos nos têm proporcionado.

Ao olharmos em redor depressa nos apercebemos que os polímeros invadiram todos os diferentes domínios da nossa actividade. Eles influenciaram, influenciam e continuarão a influenciar decisivamente a vida das sociedades. Na medida em que, cada

vez mais assistimos, à substituição das matérias-primas tradicionais por mais aplicações poliméricas.

Os materiais orgânicos são uma das três categorias mais importantes de materiais. Estes têm sido desde sempre utilizados na construção civil, tendo por conseguinte que acompanhar a evolução do tempo e da tecnologia.

A exigência crescente por materiais de melhor desempenho, mais resistentes a temperaturas elevadas, grande poder de isolamento, etc. faz com que os materiais poliméricos ganhem mais espaço na corrida tecnológica, se vulgarizem e se desenvolvam constantemente.

Graças às suas propriedades diferenciadas, conseguem substituir com vantagem o metal, a cerâmica e outros materiais, permitindo além de projectar peças de maior complexidade com menor peso, melhorar a aparência, reduzindo significativamente os custos.

O presente trabalho sobre polímeros tem como principal objectivo, familiarizar-nos e adquirir conhecimentos sobre este tipo de materiais.

Assim, de uma forma sistematizada e sintetizada, começamos por descrever o que se entende por polímeros, seguidamente passamos a referir as suas classificações e características e por fim as suas aplicações.

2. Conceito de Polímeros

Os polímeros¹ são moléculas muito grandes constituídas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas, denominadas por monómeros² (meros), ligadas covalentemente (Andrade; 1995).

O Homem tem-se servido dos polímeros desde a Pré-história, embora só no século XIX é que os começou a sintetizar deliberadamente.

Os materiais poliméricos, os quais incluem os plásticos, a borracha e alguns adesivos, são uma das três grandes classes de materiais utilizados em engenharia.

Os polímeros podem ser classificados de diversas formas, entre elas, em relação: à sua ocorrência, à sua estrutura, à natureza da sua cadeia, ao seu comportamento

¹ Do grego “Polys” – muitos; “Meros” – partes

² Do grego “Mono” – um

mecânico, à disposição espacial dos seus monómeros, à sua morfologia e ao tipo de reacção que lhe deu origem.

Em relação à sua ocorrência, os polímeros podem ser: naturais e sintéticos. Os naturais são aqueles que já existem normalmente na natureza. São exemplos destes polímeros, entre outros, a celulose, a borracha natural, o amido, as proteínas e os ácidos nucleicos. A maioria dos polímeros sintéticos são compostos orgânicos, produzidos pelo homem através da reacção de polimerização de moléculas simples, dos quais são exemplos: o Nylon, o Dacron, o PVC, o vidro acrílico, o polietileno, etc. Os polímeros sintéticos são obtidos pela

união de monómeros à molécula em crescimento, um de cada vez, como o exemplo apresentado na figura 1, no qual o etileno (monómero)

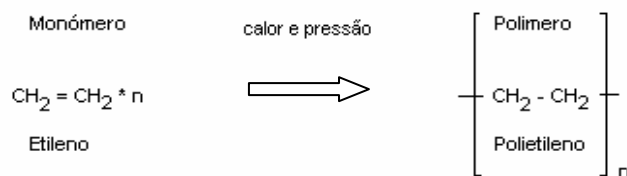


Fig.1- Formação do Polímero Sintético (Salvador, 2000)

origina o polietileno (polímero sintético). A sua produção é feita através de um processo de polimerização, de modo a formarem-se as longas cadeias de moléculas orgânicas (Salvador; 2000 e BSPQ; 1986).

Em relação a estrutura final do polímero, estes podem ser: lineares e tridimensionais. Os polímeros lineares possuem uma estrutura de uma cadeia linear (estrutura unidimensional), como

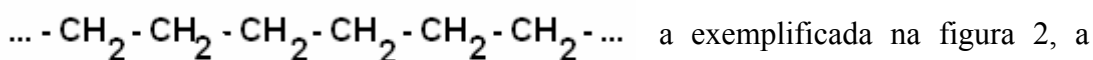


Fig.2 - Estrutura de uma cadeia linear. (Andrade; 1995)

a exemplificada na figura 2, a qual é produzida por monómeros bifuncionais, temos como exemplo o polietileno. De referir, mesmo que a cadeia apresente ramificações (não podendo esta ramificação ligar uma cadeia a outra próxima) o polímero continua a ser considerado linear, como caso da borracha sintética (Salvador; 2000 e Kroschwitz; 1982). Estes polímeros dão origem a materiais termoplásticos, ou seja plásticos que amaciam quando aquecidos e endurecem quando arrefecem, estes plásticos podem ser moldados sucessivamente (ex. polietileno). (Andrade, C; 1995).

Os polímeros tridimensionais têm uma rede tridimensional, como se demonstra na figura 3, em que os monómeros são trifuncionais ou tetrafuncionais. Esta rede expande-se em todas as direcções, isto é, entre as cadeias adjacentes existem ligações através de átomos que estão localizados na cadeia (Salvador; 2000 e Vlack; 1970). Este tipo de polímeros são geralmente termoestáveis e dão origem a polímeros

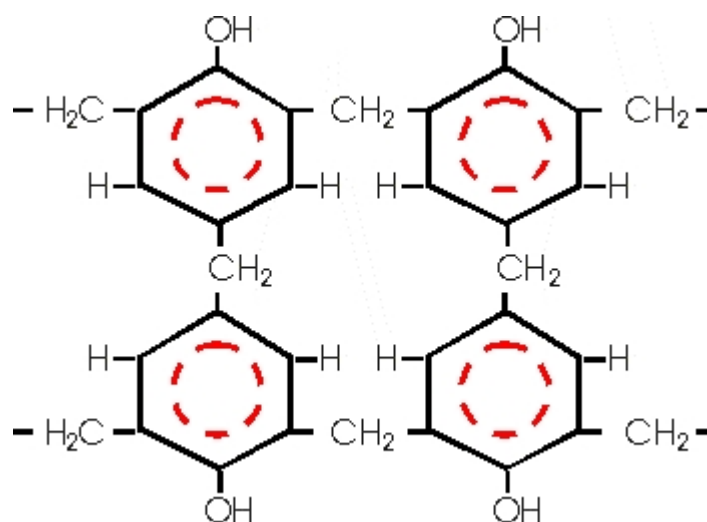


Fig. 3 - Estrutura de uma cadeia tridimensional (Andrade, 1995)

termoendurecíveis. De referir que estes polímeros são permanentemente duros, não podendo ser reaproveitados industrialmente na moldagem de novos objectos. Devendo assim, pelo menos, a ultima fase de produção destes ser feita simultaneamente com a moldagem do objecto desejado (ex. apóxidos) (Salvador; 2000,Andrade; 1995 e Kroschwitz; 1982).

No que diz respeito à natureza da cadeia dos polímeros, estes podem ser: de cadeia homogénea ou de cadeia heterogénea. Os de cadeia homogénea são aqueles em que o esqueleto da cadeia é apenas formado por átomos de carbono. Os de cadeia heterogénea são aqueles em que no esqueleto da cadeia possuem átomos diferentes de carbono (Heteroátomos) (Salvador; 2000 e Kroschwitz; 1982).

Quanto ao comportamento mecânico os polímeros podem classificar-se em: elastómeros, plásticos e fibras. Os elastómeros incluem todas as borrachas sintéticas ou naturais. Por exemplo o látex é uma emulsão que contém polímeros de isopreno. A borracha natural é um material mole e alterável com o tempo. Este problema resolve-se fazendo a sua vulcanização isto é, aquecendo-a com derivados do enxofre. Esta descoberta que permitiu que a borracha seja utilizada para muitos fins, nomeadamente, em pneus de automóveis e em dentaduras. Os plásticos são polímeros que se apresentam no estado sólido mais ou menos rígidos. São exemplos o PVC e o polietileno. Quando a polimerização não é tão elevada, muitos plásticos servem para a produção de tintas e vernizes, como é o caso do poliactanto de vinila (PVA). As fibras são polímeros que apresentam grande resistência à tracção mecânica, são corpos em que a razão entre comprimento e as dimensões laterais são muito elevadas e por isso são utilizadas para a fabricação de fios. Temos como exemplo o nylon e o poliéster. Actualmente, roupas e

demais vestimentas são executadas com fibras poliméricas sintéticas. Roupas especiais, como roupas de mergulho submarino, fatos para corredores de fórmula um, e de astronautas espaciais também são feitas com polímeros especiais que possuem as propriedades e qualidades exigidas para cada situação (Smith;1998, Branco;1994, Bauer; 1988 e Kroschwitz; 1982).

Quanto a disposição espacial dos monómeros temos: polímeros táticos e polímeros atáticos. Nos polímeros táticos os monómeros ao longo da cadeia polimérica dispõem-se de uma maneira organizada, como se pode ver no esquema da figura 4. Estes podem ainda ser divididos em isotáticos e sindiotáticos. Nos primeiros os monómeros distribuem-se ao longo da cadeia de tal forma que unidades sucessivas podem ser exactamente superpostas, após rotação e translação. Nos polímeros sindiotáticos, a rotação e translação de uma unidade monomérica, em relação à seguinte, reproduz a imagem especular desta última.

Dizem-se polímeros atáticos quando os monómeros se dispõem ao longo da cadeia polimérica ao acaso, ou seja, desordenadamente, tal como exemplifica o esquema da figura 4. Estes polímeros tem a consistência de borracha, são amorfos e pouco resistentes. Exemplo polipropileno (Salvador; 2000 e Kroschwitz; 1982).

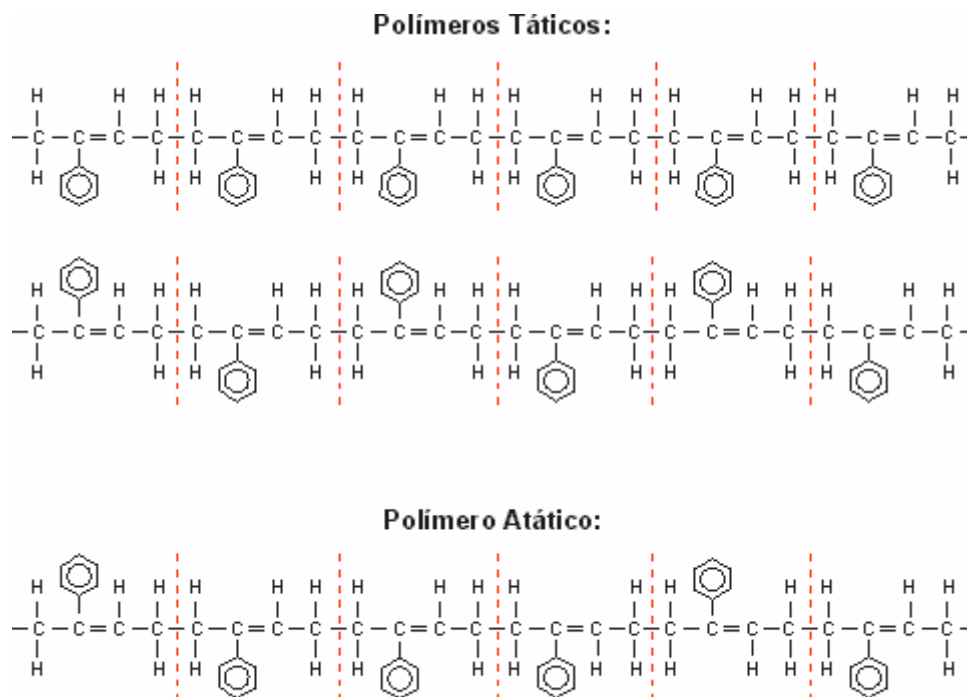


Fig.4 - Cadeias de polímeros táticos e atáticos (Rocha; 1999)

Em relação à sua morfologia, os polímeros podem ser considerados em amorfos e semi-cristalinos (figura 5).

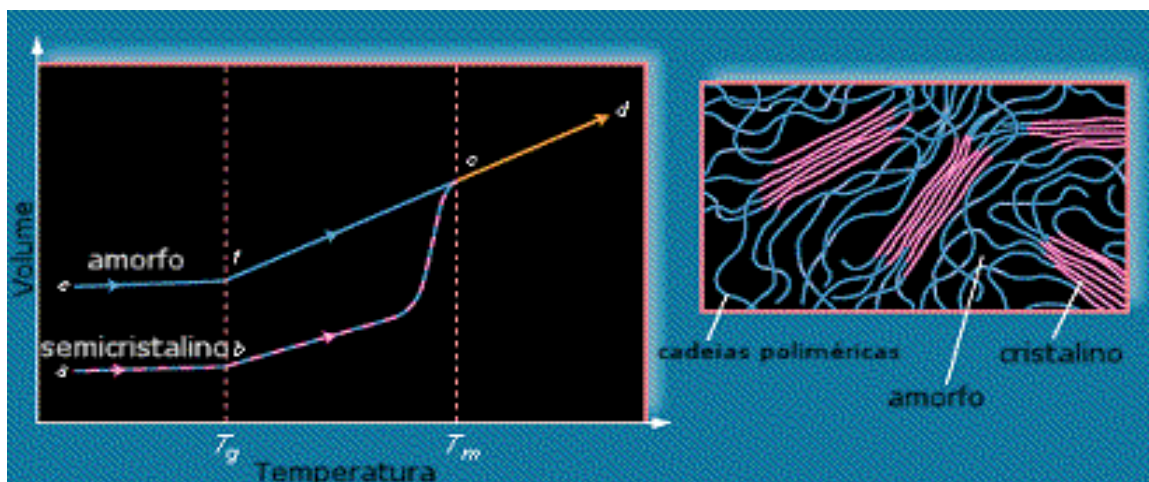


Fig.5 - Polímeros amorfos e semi-amorfos (<http://qmc.ufc.br>)

Os amorfos são aqueles que não possuem capacidade de cristalização, neles existe uma completa desordem de moléculas. Os semi-cristalinos, geralmente denominados de polímeros cristalinos, são constituídos por regiões cristalinas e regiões amorfas. Nas regiões cristalinas as cadeias moleculares estão perfeitamente ordenadas, formando um empacotamento regular, denominado o cristalito. Geralmente os polímeros nunca são totalmente cristalinos. Como exemplo de um polímero deste tipo temos o PET (Kroschwitz; 1982).

Os polímeros podem também ser classificados em relação ao tipo de reação que os originou. Esta trata-se da classificação mais importante.

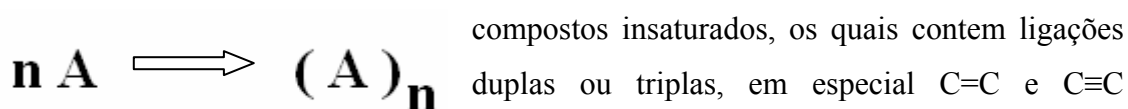
3- Reações de polimerização

Os polímeros são produzidos sinteticamente através da reação de polimerização dos seus monómeros. A polimerização é a reação na qual pequenas moléculas de uma substância se combinam entre si formando um composto de peso molecular elevado com ou sem formação de subprodutos de baixo peso molecular. A formação do plástico polietileno, a partir do etileno é um exemplo de reação de polimerização (Russel; 2000).

Neste domínio podemos agrupar os polímeros em dois grandes grupos: polímeros de adição, formados por sucessivas adições de unidades moleculares que se encontram repetidas, e polímeros de condensação, formados por eliminação de pequenas moléculas como a água.

3.1. Polímeros de adição

Os polímeros de adição obtêm-se a partir da adição de uma molécula a outra, estas moléculas são constituídas por um só monómero (Andrade; 1995). A fórmula geral dos polímeros de adição está representada na figura 6. Estas reacções dão-se com



(Clark;1971). Estas ligações vão-se romper e originar ligações simples, portanto, a polimerização ocorrer sem formação de subprodutos. A polimerização do cloreto de vinila (PVC) constitui um exemplo de polimerização por adição.

- Estes polímeros são termoplásticos.
- Podem ser repetidamente amolecidos pelo calor e endurecidos pelo frio (Salvador; 2000).

O resultado da polimerização de uma só classe de monómeros (como se demonstra na figura 7) é um homopolímero³ (Andrade; 1995). Este é um polímero no sentido mais puro, restrito, exacto e concordante com a etimologia. Como nas reacções de adição, os reagentes somam-se não havendo perda de matéria, todos os átomos do monómero estão na molécula do polímero. Tendo assim monómero e polímero a mesma composição centesimal e igual fórmula mínima, e o peso molecular do polímero é a soma do peso molecular de todos os monómeros (Vlack;1970).

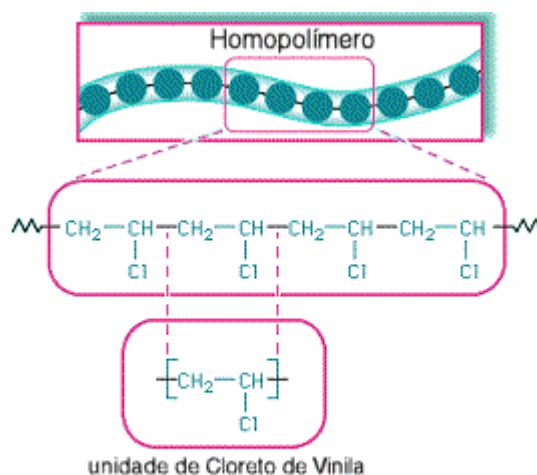


Fig.7 - Homopolímero (<http://qmc.ufc.br>)

³ Do grego “homo” – iguais

No entanto se se polimerizam dois ou mais tipos diferentes de monómeros o polímero recebe a denominação de copolímero (Andrade; 1995); figura 8.

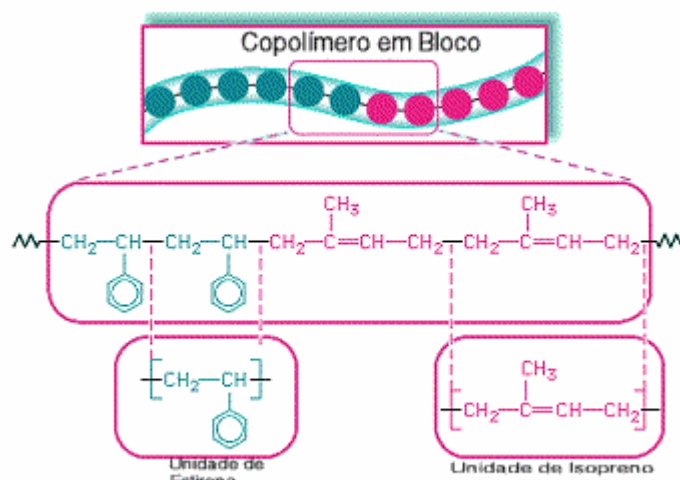


Fig.8 - Copolímero (<http://qmc.ufc.br>)

Os copolímeros são produzidos com dois ou mais monómeros, cujas unidades podem ser distribuídas aleatoriamente de uma maneira alternada ou em blocos. Estes surgem devido à necessidade de se obterem materiais de fácil sintetização e fabrico, e ao mesmo tempo com melhores propriedades

ou com outras (Andrade; 1995).

Como já referimos nos homopolímeros as composições centesimais de monómeros e polímeros são iguais, nos copolímeros podem ser iguais porem, normalmente são diferentes.

3.2 - Polímeros de condensação

A polimerização por condensação consiste na formação de uma macromolécula a partir de monómeros que reagem entre si com eliminação de água ou de outras pequenas moléculas que não participam em reacções posteriores. Na figura 9 está

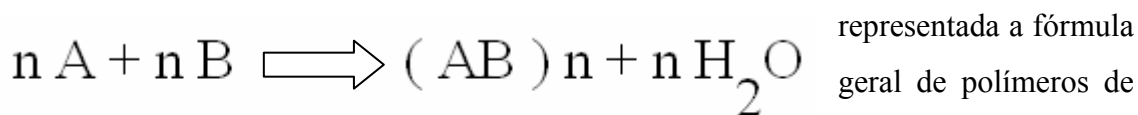


Fig.9 - Fórmula geral dos polímeros de condensação

Por exemplo um álcool como o etilenoglicol condensa-se com um ácido, como o ácido tereftálico, formando uma resina de poliéster. O glicerol condensa-se com o ácido ortoftálico, formando uma resina alquílica (Savador; 2000 e Russel; 1981).

Os primeiros plásticos foram produzidos condensando-se formaldeído com fenol obtendo-se uma resina fenolica, mais conhecida por baquelite (Podemos ver a formula reacção química de formação da baquelite na figura 10) (Clark; 1971).

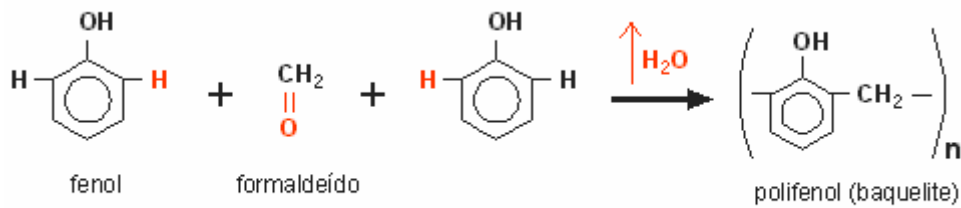


Fig.10 - Reacção química de formação da baquelite (Rocha, 1999)

São termoestáveis (termoendurecidos), depois da cura transformam-se num produto praticamente insolúvel (Vlack; 1970).

Para terminar este capítulo mostramos na figura 11 o esquema de polímeros de adição e de condensação.

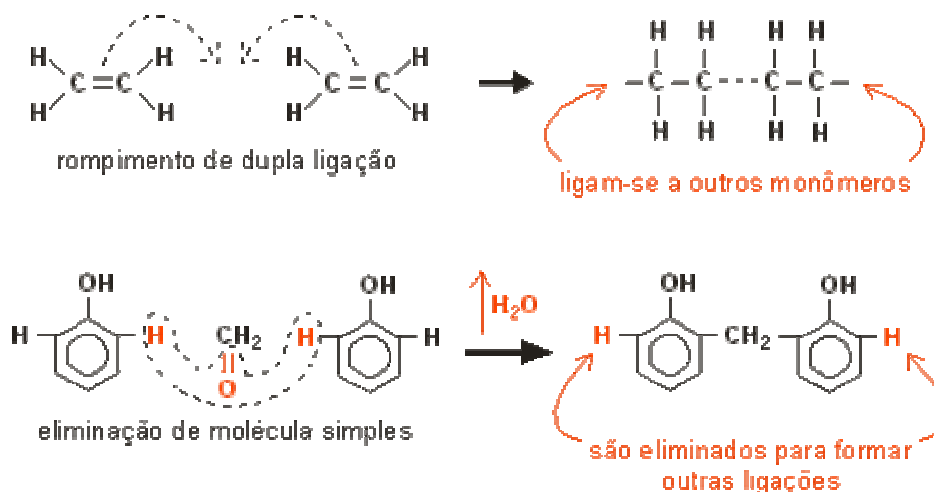


Fig.11 - Polímeros de Adição e de Condensação (Rocha, 1999)

4. Propriedades de polímeros

Como temos vindo a falar ao longo do trabalho, existem diferentes tipos de materiais poliméricos (plásticos, borrachas, fibras, adesivos, espumas e filmes), os quais tem propriedades específicas e inúmeras aplicações.

Desde que se começou a usar esses materiais, inúmeras tentativas foram efectuadas para melhorar as suas propriedades. De referir que a engenhosidade dos tecnólogos, não se limitou a melhorar os materiais orgânicos naturais, pelo contrário, muitas substâncias sintéticas foram criadas (Kroschwitz; 1985). No campo dos plásticos as criações são espantosas, o que tem proporcionado, não só, à construção civil mas também a vários domínios uma variedade cada vez maior de materiais para sua aplicação.

Os polímeros possuem propriedades químicas e físicas muito diferentes das que tem os corpos formados por moléculas simples.

As principais propriedades dos polímeros são:

- Elevada processabilidade – facilmente moldáveis isto é, a facilidade de converter o material numa determinada forma;
- Resistentes à rotura e ao desgaste;
- Resistente a acção dos agentes atmosféricos, não quebram, não formam pontes e não estilhaçam;
- Elásticos;
- Peso reduzido – são mais leves que os metais e que o vidro (3* mais leves que o alumínio);
- Lubrificação – são materiais de baixo atrito;
- Isolação – tem excelentes propriedades de isolamento eléctrico e acústico;
- Baixo custo de produção;
- Possibilidade de serem usados no fabrico de peças nas mais variadas formas, tamanhos e cores;
- A maioria são recicláveis.

Estas propriedades, juntamente com a sua fácil obtenção a baixas temperaturas, justifica a sua fabricação a grande escala (Kroschwitz; 1985 e Salvador; 2000).

Porém os polímeros não apresentam só vantagens, eles também apresentam algumas, embora poucas desvantagens. Eles causam um problema ecológico. Os objectos plásticos não se decompõem por si só na natureza, visto não serem atacáveis pelos microorganismos, pelo que a sua decomposição pode levar dezenas de anos. De igual modo quando lançados à água (mar, rios ou lagos), podem causar diversos acidentes. Estes e demais problemas só serão solucionados com uma correcta recolha de

lixos de forma que sejam reciclados e tratados convenientemente. O acabar com este tipo de poluição depende de todos nós. Do ponto de vista técnico a reciclagem dos materiais termoplásticos é mais fácil que a dos materiais alternativos.

5 - Aplicações de polímeros

Os polímeros, sobretudo os de natureza termoplástica, impuseram-se na nossa época adquirindo o estatuto de materiais mais utilizados em termos volumétricos.

Apesar do primeiro polímero sintético ou seja, da primeira substância plástica sintética (a baquelite) só ter sido obtida no final da primeira década do século XX, o seu desenvolvimento foi vertiginoso. Como se pode observar pela seguinte tabela.

Tabela 1 - Cronologia dos primeiros polímeros

Polímeros	Data de Sintetização
Fenolformaldaido	1907
Silicone	1930
Acrílico	1932
Poliestireno	1933
Nylon	1935
Polietileno	1939
PVC	1940
ABS	1946
Teflon	1948
Policarbonato	1958
Polipropileno	1959
Poliacetal	1960
PPO	1964

A indústria dos plásticos veio revolucionar o nosso quotidiano porem, ao mesmo tempo, como já referimos, veio criar um problema ambiental, principalmente porque algum lixo e resíduos plásticos produzem gases tóxicos ao serem incinerados. Porem as vantagens sobrepõem-se a este inconveniente.

A grande facilidade de converter os polímeros à forma que se deseja, facilitou a penetração dos plásticos nas mais diversas aplicações e permitiu as populações obterem a baixo custo bens de grande consumo.

A utilização de sistemas poliméricos é vasta. Sem duvida, que estes receberam maior atenção devido a sua aplicação imediata e pelos seus mais variados usos, que vão desde os substitutos do aço até as frágeis válvulas cardíacas.

Actualmente os polímeros são empregados maioritariamente em sectores como: na construção civil, indústria de automóveis, indústria eléctrica e electrónica, no desporto, no campo da medicina, no calçado, em embalagens, entre outros.



Fig. 12 - Aplicações de Polímeros

No que diz respeito a construção civil, a aplicação de polímeros tem vindo dia-a-dia a aumentar gradualmente. Como exemplo apontamos o caso do PVC (policloreto de vinila) (figura 13). Este polímero, há décadas começou por ser utilizado no fabrico de canos, tubos e juntas de

ligações. Ao longo do tempo foi adquirindo novas aplicações e nos nossos dias é utilizado em inúmeras

situações como: janelas, divisórias, portas, forros,

coberturas, pisos, como decoração e na própria construção de paredes externas e internas das casas (Aguiar; 2000).

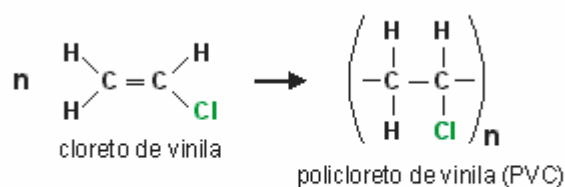


Fig. 13 - Transformação de Cloreto de Vinila em PVC (Aguiar, 2000)

Esta versatilidade é devida por um lado ao desempenho técnico do material, que em alguns aspectos é superior ao da madeira e alumínio e por outro lado à exigência estética dos projectos contemporâneos. De referir que devido a sua composição (etileno e cloro), o PVC é totalmente inócuo, resistente a corrosão e humidade, não absorve fungos, e impede a propagação do fogo. Perante estas características é o material polimérico mais recomendado na construção civil (Bouer; 1988).



Fig. 14 - Casa fabricada em PVC (<http://www.institutodopvc.org/casapvc2htm>)

De referir que é complicado este tipo de construção concorrer com o tradicional, porém a relação custo benefício somada às vantagens técnicas e estéticas deste material talvez possibilitem em muitos casos a opção deste tipo de construção ou utilização para determinados fins.

Como temos vindo a descrever este material apresenta vantagens em relação aos materiais tradicionais, as quais, para melhor elucidação passo a resumir.

Principais vantagens da casa em PVC:

- Baixo custo;
- Resistência a humidade;
- Isolamento térmico-acústico;
- Alta resistência e durabilidade;
- Imunidade a fungos e corrosão;
- Não propaga fogo;
- Fácil limpeza;
- Conforto e tecnologia;
- Indicada para qualquer tipo de clima e terreno;
- Rapidez na montagem;
- Adaptável a qualquer projecto;
- Possibilidade de ampliação.

É ainda de referir, que a manutenção deste tipo de material, e por consequência deste tipo de casa é quase zero, tornando por conseguinte o valor do imóvel mais barato (Aguiar; 2000).

Para concluir, na sequência do anteriormente descrito e para um melhor esclarecimento sobre a utilização dos materiais poliméricos, anexo tabelas com as suas principais utilizações.

Tabela 2 - Polímeros de Adição

POLIMERO	MONOMERO	APLICAÇÃO
Polietileno	Etileno	Baldes, sacos de lixo, sacos de embalagens
Polipropileno	Propileno	Cadeiras, poltronas, pára-choques de automóveis
PVC	Cloreto de vinila	Tubos para encanamentos hidráulicos
Isopor	Estireno	Isolante térmico
Orlon	Acrlonitrilo	Lã sintética, agasalhos, cobertores, tapetes
Plexiglas "Vidro plástico" Acrílicos	Metilacrilato de metila	Plástico transparente muito resistente usado em portas e janelas, lentes de óculos.
Teflon	Tetrafluoretileno	Revestimento interno de painéis
Borracha natural	Isopreno	Pneus, câmaras de ar, objetos de borracha em geral

Tabela 3 - Polímeros de Condensação

POLÍMERO	MONÓMERO	APLICAÇÃO
Amido	a glicose	Alimentos, fabricação de etanol
Celulose	b glicose	Papel, algodão, explosivos

Tabela 4 - Copolímeros de Adição

POLÍMERO	MONÓMERO	APLICAÇÃO
Buna – N ou perbuna	1,3-butadieno acrlonitrilo	Pneus, câmaras de ar e objectos de borracha em geral
Buna – S	1,3-butadieno estireno	

Tabela 5 - Copolímeros de Condensação

POLÍMERO	MONÓMERO	APLICAÇÃO
Nylon	1,6-diaminoexano Acido adipico	Rodas dentadas de engrenagens, peças de maquinaria em geral, tecidos, cordas, escovas
Terilene ou Dacron	Etilenoglicol Acido tereftálico	Tecidos em geral (tergal)
Baquelite (fórmica)	Aldeído fórmico Fenol comum	Revestimento de moveis (fórmico), material eléctrico (tomada e interruptores)
Poliuretano	Poliéster ou poliéter Isocianato de p. Fenileno	Colchões e travesseiros (poliuretano esponjoso), isolante térmico e acústico, poliuretano rígido das rodas dos carrinhos de supermercados

6. Conclusão

Em termos de conclusão, é referir que, o primeiro polímero puramente sintético de uso comercial, somente surgiu em 1907 (Baquelite). Desde então a industria e a utilização de polímeros não parou de se desenvolver e crescer. Os plásticos fazem parte do nosso quotidiano. Grande parte das nossas casas dos utensílios domésticos, dos nossos automóveis, das roupas que vestimos e embalagens que utilizamos são feitas de materiais poliméricos.

No futuro, é provável que, os nossos descendentes se reportem à nossa época como sendo a era do plástico. No entanto, questionamo-nos; seria possível manter os actuais padrões de conforto sem a existência dos plásticos?

Uma coisa podemos garantir, eles tem vindo a contribuir nos mais variados domínios, para a melhoria da qualidade de vida.

Estamos certos também que, certamente os polímeros e os plásticos neles baseados serão os materiais determinantes para vencer alguns desafios do desenvolvimento sustentado no presente século.

7. Bibliografia

- Andrade, C, “Compêndio de Nomenclatura Macromolecular”, UNLZ, Zamora, 1995;
- Aguiar, J, “Apontamentos de Materiais de Construção 2”, Universidade do Minho, Guimarães, Volume 5, 2000;
- Bauer, L, “Materiais de Construção”, Livros Técnicos e Científicos, Lisboa, 1988;
- “Boletim da Sociedade Portuguesa da Química, nº 24, série II”;
- Branco, C, “Mecânica dos Materiais”, Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª Edição, Lisboa, 1994;
- Clark, J, “Química”, Editora da USP, São Paulo, 1981;
- Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.institutodopvc.org>, em linha em 21 de Novembro de 2003;
- Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.qmc.ufc.br>, em linha em 21 de Novembro de 2003;
- Kroschwitz, J, “Enciclopédia de los polímeros e ingeniería”, John Willey & Sons, Nova York, Volume 17, 1985;
- Rocha, W, “Química 2000”, Editora Científica Nacional, Brasil, 2ª Edição, 1999;
- Russel, J, “Química Geral”, MacGraw Hill, São Paulo, 1981;
- Salvador, U, “Química Orgânica 3”, Editora Saraiva, 2000;
- Smith, W, “Princípios de Ciências dos Materiais e Engenharia”, MacGraw Hill, Lisboa, 1998;
- Vlack, L, “Princípios de Ciências dos Materiais”, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1970.