

## À volta da borracha

António de Jesus Valverde <sup>a</sup>

Por macrocélula entende-se a molécula de grande dimensão constituída por centenas ou milhares de átomos, apresentando por isso mesmo elevado peso molecular.

As macromoléculas existem na natureza e existem igualmente sintetizadas pelo homem. De entre as que existem na natureza podemos dar como exemplo o amido (aparece na vulgar batata), a celulose (ramos das árvores) e os ácidos nucleicos (fundamentais na hereditariedade).

Se nos referirmos às macromoléculas sintéticas podemos então falar de fibras, de plásticos e de parte dos elastómeros, sendo estes últimos a razão deste artigo.

Mas o que caracteriza afinal um elastómero?

Essencialmente o seu elevado grau de elasticidade, ou seja, a capacidade para se poder deformar (em alguns casos até oito vezes o seu comprimento) e retornar à posição inicial. Para que isto seja possível, um elastómero deve apresentar:

- cadeias longas e flexíveis;
- fracas forças intermoleculares;
- reticulação ocasional.

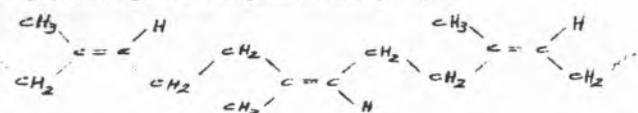
Para que os elastómeros se possam distender com relativa facilidade é claro que terão de ter forças intermoleculares fracas pois, caso contrário, as moléculas estariam demasiado presas entre si para que a distensão pudesse ocorrer; por essa razão os elastómeros não apresentam quer grupos polares quer ligações por ponte de hidrogénio.

No que diz respeito à reticulação esta torna-se necessária para impedir que as moléculas resvalam umas sobre as outras, devendo no entanto ser ocasional (a espaços), logo, pouco numerosa, já que em excesso provocaria uma perda de elasticidade das cadeias visto estas ficarem demasiado presas entre si.

A esta reticulação ocasional na borracha chama-se vulcanização.

Os elastómeros podem ser divididos em naturais e sintéticos. A borracha natural ou caucho é um elastómero natural existente na seringueira que é uma árvore muito comum em países como a Malásia, Tailândia, Indonésia e certas zonas do Brasil.

O caucho é um polímero cujo monómero é o 2-metilbutadieno-1,3 possuindo a configuração cis em quase todas as ligações duplas e a seguinte configuração:



Inicialmente a borracha sintética apresentava uma mistura de configuração cis e trans ao contrário do caucho que é esma-

gadamente cis. A partir de 1955 com a descoberta de um novo catalisador e de um novo mecanismo de polimerização, conseguiu-se finalmente que a borracha sintética apresentasse uma configuração mais próxima da sua congénere natural. O novo tipo de polimerização usado designou-se por «polimerização de coordenação» consistindo essencialmente na utilização de um complexo de metal de transição que inicia o processo e que permite um melhor controlo estereoquímico deste. Assim, com este método, podemos obter polímeros lineares enquanto que na polimerização por radical isso se torna mais difícil de conseguir visto o radical facilmente poder arrancar um hidrogénio à cadeia em formação podendo originar assim uma ramificação.

Referindo-nos agora à vasta gama de elastómeros sintéticos existentes no mercado, devemos antes de mais dizer que estes são geralmente apresentados não pelo seu nome completo mas por siglas. Por normalização internacional entende-se que os elastómeros cuja sigla acabe em R possuem a cadeia de carbonos insaturada enquanto que aqueles cuja sigla acabe em M a possuem saturada.

O butadieno-estireno é a principal borracha sintética em termos de utilização. O seu desenvolvimento ficou a dever-se, em grande parte, ao facto de no decorrer da 2ª Guerra Mundial o Japão ter cortado as fontes de abastecimento de caucho a partir da Malásia. Trata-se de um copolímero constituído por 75% de butadieno e 25% de estireno sendo a sua principal aplicação a manufatura de pneumáticos.

O policlorobutadieno é igualmente bastante utilizado na manufatura de correias de transmissão e na indústria de adesivos (colas contacto). Trata-se de um elastómero em que o monómero constituinte é o 2-clorobutadieno-1,3 possuindo 35% de cloro o que contribui para a sua forte resistência à oxidação.

O copolímero etileno-propileno possui a cadeia de carbonos saturada e é constituído por 55% de etileno e 45% de propileno apresentando elevada resistência ao calor e aos agentes químicos. Derivado do facto de não possuir ligações duplas na cadeia, é de difícil vulcanização, o mesmo acontecendo com os restantes elastómeros de cadeia saturada.

### Tecnologia da borracha

Ao falarmos da tecnologia desenvolvida ao redor da borracha, teremos antes de mais de nos referir ao importante papel

<sup>a</sup> Engenheiro Téc. Químico

desempenhado pela vulcanização. Sendo um termo de uso relativamente corrente, poucas pessoas saberão no entanto o seu significado em termos químicos. A vulcanização consiste na formação de pontes de enxofre entre as moléculas do elastómero, pontes essas que conferem à borracha um carácter menos pegajoso e ao mesmo tempo mais duro e forte. Se no entanto, a vulcanização for excessiva, ou seja, se houver formação de demasiadas pontes de enxofre, a borracha torna-se demasiado dura ao ponto de deixar de se considerar borracha para passar a ser designada por ebonite. Isto acontece se, por exemplo, utilizarmos durante a vulcanização cerca 20% de enxofre, o que é uma percentagem superior ao devido. A vulcanização é uma das últimas operações realizadas na manufactura da borracha e é executada em autoclaves a uma temperatura compreendida entre os 120° e os 150° graus centígrados. A percentagem de enxofre usado pode variar entre 5 e 10% consoante a finalidade a que se destina a borracha. Se a vulcanização for efectuada utilizando ultravioletas a quantidade de enxofre pode ser reduzida a perto de 0,5% o que proporciona uma nítida economia deste elemento.

Durante a vulcanização podem igualmente ser utilizados acelerantes como o ácido octadecanóico que permitem que a operação se faça a temperaturas inferiores e igualmente com economia de enxofre.

A borracha está sujeita a um fenómeno a que se chama «envelhecimento» e que pode ser de tipos diferentes:

- por oxidação;
- por presença de Mn, Cu ou Cr;
- por cansaço.

No envelhecimento por oxidação (provocado pelo oxigénio e ozono) a borracha torna-se gradualmente mais dura e com menor elasticidade. Para combater este problema é vulgar a adição à «mix» de fenóis e seus derivados.

A presença de sais de Mn, Cu e Cr é igualmente nocivo à borracha pois torna esta mais pegajosa.

O envelhecimento por cansaço aparece principalmente quando a borracha é sujeita a solicitações alternadas e repetidas sendo muito corrente o seu aparecimento em pneus e, princi-

palmente, em correias de transmissão. O cansaço da borracha torna-se reconhecível pelo aparecimento de pequenas fendas à superfície e é combatido usando certas ceras e parafina visto que estas substâncias possuem tendência para migrar para a superfície formando aí uma película protectora.

Para minorar os efeitos do «envelhecimento» em geral, pode-se usar entre outros, o alfa-naftilamina que consegue proteger razoavelmente a borracha.

Se for do interesse reduzir o coeficiente de atrito da borracha (um dos responsáveis pelo seu rápido desgaste), é aconselhável mergulhar a borracha durante algum tempo numa solução aquosa contendo hipoclorito de sódio e ácido clorídrico, ou, em alternativa, fazer o tratamento com parafina líquida. Vejamos agora qual o efeito de cargas como, por exemplo, o óxido de zinco, silicatos e carbonato de cálcio, nas propriedades mecânicas da borracha:

- dureza: aumenta com qualquer tipo de carga;
- plasticidade: varia consoante a carga utilizada.

A borracha pode ser regenerada, o que, em termos industriais significa a eliminação do enxofre livre nela existente (não aproveitado durante a vulcanização) para além de fibras, metais e substâncias várias. A regeneração visa obter de novo uma borracha pronta a ser laborada podendo o método usado ser de natureza química ou mecânica. No respeitante à regeneração química, ela será alcalina se utilizado soda cáustica e ácida se ácido sulfúrico, podendo igualmente ser efectuada recorrendo a solventes apropriados no sentido de efectuar a extracção desejada.

#### Referências

- T. W. Graham Solomons, *Fundamentals of Organic Chemistry*, John Wiley & Sons Inc., 1986.
- R. Bevet, J. Néd, P. Sigwalt, *Chemie Macromoléculaire 2*, Hermann, 1982.
- M. A. Pimenta Bueno, *A Borracha, Typ. Imperial e Constitucional de J. Villeneuve*, 1872.
- Luís da Silva Carvalho, *A Borracha e as Preparações Injectáveis*, (S. N.) Lisboa, 1960.
- J. Load, P. W. Gleen, *A Framework for Strategic Management of Future Tyre Technologie*, The Book, 1979.
- R. Morrisson, R. Boyd, *Química Orgânica*, Fundação Calouste Gulbenkian, 1986.

52  
Te  
127,60

TELÚRIO, de **Tellus**, a terra; descoberto em 1782. O Telúrio tem um comportamento peculiar. Está «fora do lugar» na tabela periódica, pois tem um número atómico inferior mas uma massa atómica superior aos do iodo. A inalação dos seus vapores provoca hálito com cheiro a alho.

53  
I  
126,90

IODO, de **Iodes**, ou violeta; descoberto em 1811. É um sólido negro-azulado que aquecido se transforma em vapor violeta. Inicialmente era preparado a partir das algas, mas agora produz-se a partir de depósitos de salmoura. O sal de mesa é «iodizado» para suplementar a dieta humana, uma vez que deficiências de iodo causam problemas na tiróide.

54  
Xe  
131,3

XENON, de **Xenos**, ou estanho; descoberto em 1898. É o gás mais raro na atmosfera. Utiliza-se em fontes de luz especiais, tais como nos «flashes» electrónicos de alta velocidade. Nestes, a grande volatibilidade, consequência da sua estrutura electrónica, produz instantaneamente uma luz intensa.