

## **Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química SP-2017**

**Autor: Matheus Takayasu**

Série: segunda (2016) do Ensino Médio

Profs.: Rubens Conilho Jr., Victor Tsuneichi, Carlos Cerqueira Jr., Letícia M. Faustino, Daniela Palomino, Igor Rizzo, Gustavo Miadaira e Marcélio Galvão de Castro

Colégio: Etapa

Cidade: São Paulo

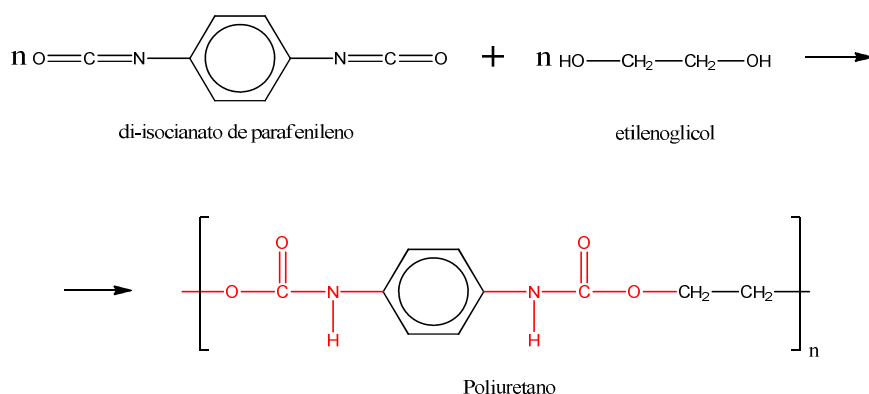
### **Química nas Olimpíadas: contribuindo para atingir novos recordes**

Os Jogos Olímpicos surgiram na Grécia Antiga durante o século VIII a.C., em que gregos de várias cidades-estado competiam entre si a cada 4 anos. Porém, com a ascensão dos romanos ao poder na Grécia, as Olimpíadas foram perdendo importância até chegarem ao fim, por volta do século IV d.C. Só no final do século XIX as olimpíadas foram retomadas, mais especificamente no ano de 1896, em Atenas, na Grécia, com a reunião de 14 países, inaugurando os primeiros Jogos Olímpicos da Era Moderna<sup>1</sup>. Desde então, os jogos passaram novamente a ser realizados de 4 em 4 anos, sendo cancelados apenas 3 vezes: uma devido à Primeira Guerra Mundial, e as outras duas devido à Segunda. Em 2016, os Jogos Olímpicos do Rio marcaram a 31ª edição do evento com a presença de 206 países<sup>2</sup>.

Durante todo esse tempo, as Olimpíadas mudaram bastante. Mais países começaram a participar, novos esportes foram adicionados e também novas tecnologias que melhoram o desempenho dos atletas foram desenvolvidas com o apoio da química. Isso aparenta ser uma injustiça com os atletas do passado, que não tinham acesso aos recursos de hoje. Entretanto, a essência das Olimpíadas é o homem tentar superar os seus limites atingindo novos recordes. A química, ao melhorar a infraestrutura dos esportes, torna as competições ainda mais disputadas, além de aumentar o potencial dos atletas em quebrar novos recordes, o que é um aspecto muito positivo para os Jogos Olímpicos.

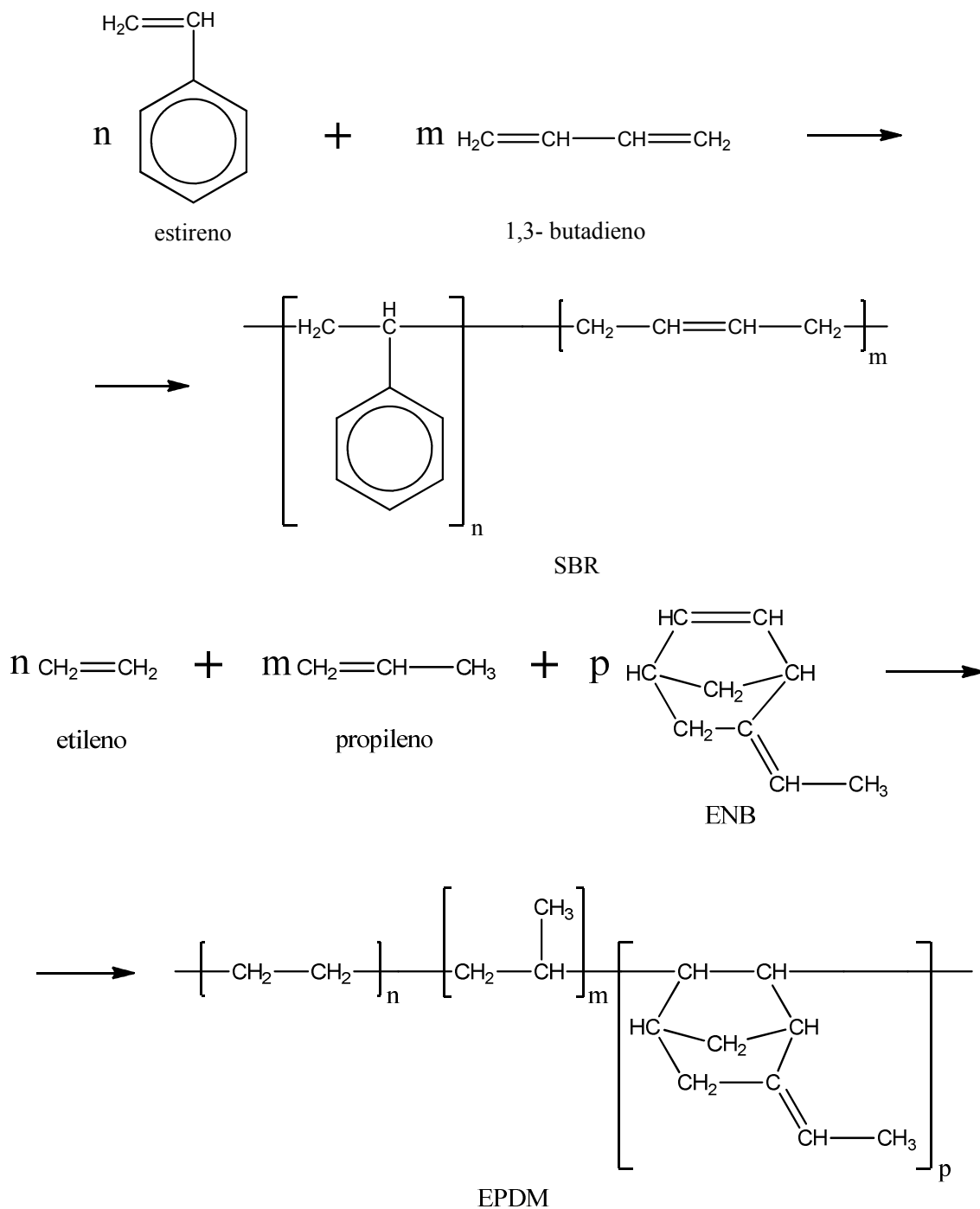
Dentre as diversas contribuições da ciência para o esporte, uma das mais importantes, no entanto pouco notada, é o piso esportivo. No passado, muitos esportes eram praticados sobre a própria terra, as pistas de atletismo, por exemplo, eram feitas de cinza e argila, o que dificultava sua manutenção<sup>3</sup>. Atualmente, o piso esportivo, além de ser durável, deve atender a uma série de critérios como flexibilidade, amortecimento, aderência e restituição de energia adequada para o quique da bola para garantir a melhor performance dos atletas<sup>4</sup>. O material mais recomendado na construção de pisos esportivos é o poliuretano<sup>5</sup>, que é um polímero, ou seja, uma macromolécula formada pela junção de moléculas menores chamadas monômeros, que se repetem e estão ligadas entre si por ligações covalentes. O poliuretano é classificado como um copolímero, já que é formado pela união de dois monômeros diferentes: um di-isociano e um diol, que se unem através de ligações uretânicas. A figura a seguir ilustra a formação de um

poliuretano a partir do di-isocianato de parafenileno e do etilenoglicol, um diol; as ligações uretânicas estão destacadas em vermelho<sup>6</sup>.



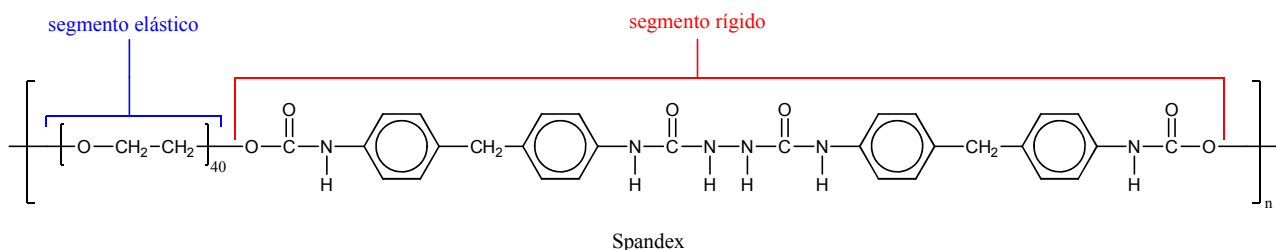
Em quadras poliesportivas, o piso é moldado *in loco*, ou seja, no próprio local em que será construída a quadra. Várias camadas vão sendo adicionadas sobre a base de concreto: a primeira é composta de um adesivo de poliuretano, para garantir aderência ao concreto; em seguida há uma camada amortecedora composta de grânulos de uma borracha sintética chamada SBR, aglutinados com uma resina de poliuretano; sobre ela, é aplicado um selador tapa-poros; a camada seguinte é feita de uma resina autonivelante flexível de poliuretano; e por último há a pintura feita com uma tinta que também é de poliuretano<sup>7,8</sup>. O piso para pista de atletismo é semelhante ao de uma quadra esportiva, o que muda basicamente é a última camada: ao invés de ser pintado, o piso de atletismo é revestido de grânulos coloridos de EPDM, uma outra borracha sintética<sup>9</sup>.

Assim como o poliuretano, as borrachas sintéticas também são polímeros. Elas são chamadas de elastômeros, pois são capazes de sofrer deformações e voltar a seu estado original. Isso se deve à presença de cadeias flexíveis no polímero que estão dispostas de forma aleatória, quando a borracha é esticada essas cadeias se alinham, ficando em um estado de menor entropia e, portanto, tendem a retornar ao estado inicial de maior desordem. SBR é a sigla em inglês para borracha de estireno butadieno, que são os dois monômeros que a constituem<sup>10</sup>. Da mesma forma, EPDM também faz referência aos monômeros que formam essa borracha que são etileno, propileno e um dieno; 'M' significa monômero<sup>11</sup>. O dieno mais utilizado na síntese do EPDM é o etilideno norborneno (ENB), pois o processo de vulcanização da borracha constituída deste monômero é mais rápida<sup>12</sup>. A vulcanização consiste na adição de enxofre à borracha em altas temperaturas, tornando-a mais resistente devido à substituição de algumas ligações C-H por cadeias de átomos de enxofre, que unem as cadeias de polímeros entre si, formando polímeros ainda maiores, este processo também é conhecido como reticulação polimérica<sup>13</sup>. A seguir estão representadas as estruturas dos elastômeros citados.

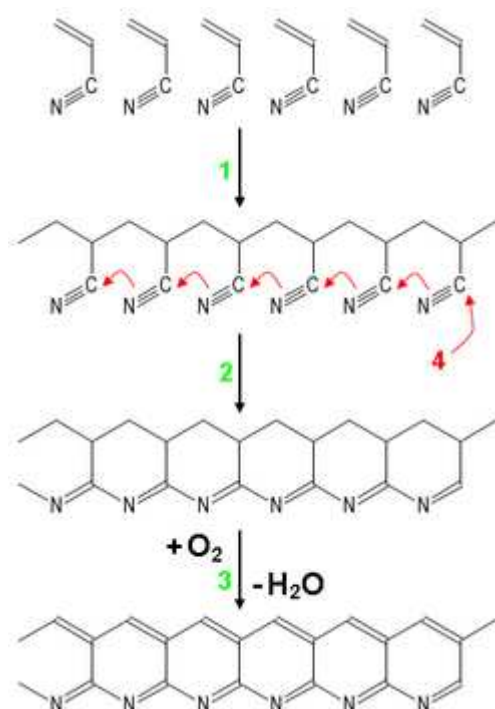


Até mesmo os poliuretanos podem ser elastômeros. Um exemplo disso é a fibra sintética Spandex, cujo nome comercial é Lycra<sup>6</sup>. O Spandex possui uma estrutura complexa, no entanto, ela pode ser dividida em duas partes: a primeira é um segmento elástico, composto por uma pequena cadeia polimérica, com aproximadamente 40 repetições, de um políglicol; já a segunda é um segmento rígido que apresenta ligações uretânicas e anéis aromáticos, estes segmentos unem diferentes cadeias poliméricas através de ligações de hidrogênio que se alinham formando fibras<sup>6,14</sup>. Essa combinação de características faz com que a fibra seja flexível e resistente ao mesmo tempo, tanto que o Spandex pode ser esticado até 5 vezes o seu tamanho original<sup>15</sup>. Isso

possibilita inúmeras aplicações, e a principal é na fabricação de roupas esportivas. Shorts de vôlei, sungas e maiôs de natação, camisas e shorts de ciclismo, uniformes de luta olímpica, roupas de ginástica e atletismo e também munhequeiras para tenistas, todos contêm Spandex<sup>16,17</sup>. Não há dúvidas de que a empresa química DuPont, em 1958, ao desenvolver esta fibra, revolucionou a história do esporte ao criar um material que se ajusta perfeitamente ao corpo do atleta, trazendo mais conforto e possibilitando um desempenho superior.



Outro material inovador foi a fibra de carbono. Ela é feita de filamentos com 5 a 10 micrômetros de diâmetro e é composta principalmente por átomos de carbono que estão ligados entre si com hibridização  $sp^2$  em anéis hexagonais, formando cristais microscópicos que se alinham de forma praticamente paralela ao longo do eixo da fibra. Esse alinhamento faz com que a fibra seja extremamente resistente. Milhares de fibras são enroladas para formar fios e tecidos que geralmente são combinados com outros polímeros a fim de atingir uma rigidez específica, formando os materiais compósitos<sup>18,19</sup>. Estes compósitos são chamados de polímeros de fibra de carbono reforçado, entretanto, na maioria das vezes, referem-se a eles simplesmente como fibra de carbono<sup>20</sup>, que é um termo impreciso, uma vez que os compósitos não são a fibra em si, mas sim a mistura dela com outro material. Os compósitos são constituídos por duas partes: a primeira é a matriz, que geralmente é uma resina polimérica, a mais comum é a epóxi<sup>20,21</sup>, que é um polímero termofixo, ou seja, um plástico que mantém sua rigidez a altas temperaturas, e a segunda é o reforço, que no caso é a fibra de carbono<sup>22</sup>. A maior parte da fibra de carbono é produzida a partir da acrilonitrilina<sup>19</sup>. A figura abaixo esquematiza a síntese.



Na primeira etapa, a acrilonitrila é polimerizada formando a poliacrilonitrila, em seguida ocorre a ciclização em um processo a baixas temperaturas e depois há um tratamento oxidativo em temperaturas elevadas, que remove hidrogênios. Por fim, há o processo de grafitização, no qual o polímero é aquecido em torno de 2000°C em uma atmosfera inerte, utilizando-se o gás argônio por exemplo, fazendo com que átomos de nitrogênio sejam expulsos e as cadeias poliméricas se liguem, formando folhas finas de grafeno que podem se misturar resultando num filamento único. Com isso, tem se como resultado uma fibra com um teor de 93 a 95% de carbono<sup>23</sup>.

Por ser resistente e leve, a fibra de carbono tem diversas aplicações e se encontra nas mais variadas modalidades. Seja na canoagem, em que a fibra está presente nas próprias canoas<sup>24</sup> e também nos remos<sup>25</sup>; na vela olímpica, nos barcos<sup>26</sup>; no ciclismo, nos aros<sup>27</sup> e coroas<sup>25</sup> das bicicletas; no tênis e no badminton, nas raquetes que antes eram pesadas pois eram feitas de madeira<sup>3</sup> e até mesmo no salto com vara. Nos Jogos Olímpicos de 1986, o recorde atingido com uma vara de bambu foi de aproximadamente 3,2 metros<sup>28</sup>, bem diferente dos 6,03 metros que o brasileiro Thiago Braz atingiu com uma vara de fibra de carbono nos Jogos do Rio 2016, estabelecendo um novo recorde olímpico e conquistando, pela primeira vez na história, uma medalha para o Brasil no salto com vara<sup>29</sup>.

Sendo assim, fica nítido que a química possui um papel determinante nos Jogos Olímpicos, principalmente em relação à infraestrutura, desde os pisos até as roupas e utensílios esportivos. Conforme apresentado, diversos materiais que proporcionam aos atletas maior conforto e desempenho foram inventados graças à química, mas ao mesmo tempo isso não os isenta de aperfeiçoar cada vez mais suas técnicas. Por não terem tido acesso a esses avanços, os atletas do

passado merecem reconhecimento e devem ser a fonte de inspiração para os atletas de hoje, já que eles nos ensinam que o importante é dar o seu melhor independentemente das limitações tecnológicas de seu tempo. As Olimpíadas mostram que somos capazes de transpor nossos limites a cada dia e que a química sempre estará ao nosso lado, nos ajudando nessa constante quebra de recordes.

#### Referências Bibliográficas

1. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos\\_Ol%C3%ADmpicos](https://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos)
2. <http://www.bbc.com/sport/olympics/36974387>
3. [http://quid.sbg.org.br/arquivos/ACS-Having\\_Ball.pdf](http://quid.sbg.org.br/arquivos/ACS-Having_Ball.pdf)
4. <http://www.patriciatotaro.com.br/media/imprensa/PUBLICACA0-000-PISOSESPORTIVOS-SET2013.pdf>
5. <http://www.elasta.com.br/piso-esportivo/piso-para-quadras-esportivas/>
6. <http://www.pslc.ws/macrog/urethane.htm>
7. <http://stampaquadras.com.br/produtos/pisos-esportivos/>
8. <http://www.sograma.com.br/detalhe-piso-emborrachado-de-poliuretano-sg-7-56.html>
9. <http://www.elasta.com.br/piso-esportivo/piso-para-pista-de-atletismo/>
10. <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-butadieno-estireno.php>
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/EPDM\\_rubber](https://en.wikipedia.org/wiki/EPDM_rubber)
12. <http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-epdm.php>
13. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vulcaniza%C3%A7%C3%A3o>
14. [http://www.che.vt.edu/Faculty/Wilkes/GLW/matts\\_website\\_stuff/matt\\_webpage.htm](http://www.che.vt.edu/Faculty/Wilkes/GLW/matts_website_stuff/matt_webpage.htm)
15. <http://www.teonline.com/knowledge-centre/spandex-fiber-production-process.html>
16. <https://en.wikipedia.org/wiki/Spandex>
17. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Elastano>
18. <https://sites.google.com/site/kaiserwellnesscenter/home/nanotechnology/carbon-fiber>
19. <http://www.madehow.com/Volume-4/Carbon-Fiber.html>
20. [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_fiber\\_reinforced\\_polymer](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_fiber_reinforced_polymer)

21. [https://en.wikipedia.org/wiki/Thermosetting\\_polymer](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermosetting_polymer)
22. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Comp%C3%B3sito>
23. [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_fibers](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_fibers)
24. <http://www.canoagem.org.br/pagina/index/nome/historia/id/12>
25. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_de\\_carbono](https://pt.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_carbono)
26. <http://esportes.estadao.com.br/noticias/geral,mudanca-de-materiais-transformou-antigo-iatismo-na-vela-olimpica,1818246>
27. <http://www.bikemagazine.com.br/2016/01/a-fibra-de-carbono-no-mundo-das-bikes/>
28. <http://esporte.hsw.uol.com.br/salto-com-vara1.htm>
29. <https://www.rio2016.com/noticias/surpreendente-thiago-braz-e-ouro-no-salto-com-vara-com-direito-a-recode-olimpico>

(Acessados em Novembro 2016)

Obs.: Todas as imagens foram elaboradas pelo autor, exceto a última que se encontra disponível em [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_fibers#/media/File:PAN\\_stabilization.PNG](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_fibers#/media/File:PAN_stabilization.PNG)