

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

**Autor: Bárbara de Melo Codinhoto**

Série: segunda (2016) do Ensino Médio

Profs.: João Vicente Escremin, Waldir Perissini Jr., Valéria Belloti N. Peressini

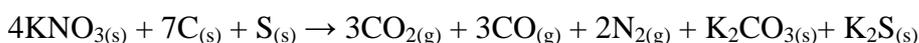
Colégio: Votuporanguense de Ensino

Cidade: Votuporanga

### **Revolução química das tochas**

No ano de 2016 ocorreram no Brasil os Jogos Olímpicos, cuja origem remonta à Grécia antiga, em 776 a.C., eles celebram a harmonia entre os continentes por meio do esporte. O evento é cercado de simbologias que percorrem a história. Uma dessas tradições é o revezamento da tocha olímpica cujo início, assim como as Olimpíadas, também deu-se na Grécia. Baseada na lenda do deus grego Prometeu, o qual teria roubado o fogo de Zeus e dado-o aos homens, consiste em uma espécie de corrida de revezamento: acendia-se a tocha, que era passada de atleta para atleta até a linha de chegada. Hoje, a tocha é acendida na cidade de Olímpia, Grécia, 100 dias antes do evento, percorre algumas cidades do país que sediará os jogos até a abertura oficial, sendo apagada no encerramento. Antigamente, eram utilizados, para a combustão na tocha, feita de aço, combustíveis como óleo, amônia, formaldeído e até pólvora, que foram substituídos pelo GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) em uma estrutura de alumínio, garantindo maior eficiência e segurança ao atleta.

A pólvora, anteriormente usada, foi descoberta por alquimistas acidentalmente na China durante o século IX e é constantemente usada em explosivos e armas de fogo devido à sua alta capacidade de explosão. Tal fato está associado a algumas características químicas. Para entendê-las, é necessário lembrar que a pólvora não é uma substância química, mas sim uma mistura de 75% de nitrato de potássio ou salitre ( $\text{KNO}_3$ ); 15% de carbono, na forma de carvão, e 10% de enxofre. A combinação desses elementos, associada a uma fonte de calor, explode, formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) e nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ), entre outros produtos, conforme a equação global:



Nessa reação, o oxigênio que promove a combustão é oferecido pelo íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), frequentemente utilizado em explosivos, pois o nitrogênio molecular liberado é

um composto altamente estável e quanto maior a estabilidade dos produtos em relação aos reagentes, com maior facilidade dá-se uma reação exotérmica. Além disso, disponibiliza mais átomos de oxigênio, que será o comburente neste caso. Com tamanho potencial explosivo, é inviável que ocorra revezamento entre atletas carregando uma tocha olímpica alimentada por esse combustível. É importante lembrar também que, a partir da queima, a brasa (resíduos da reação) é liberada, poder-se-ia provocar queimaduras graves em quem a carregasse.

Outra substância utilizada na Antiguidade era o óleo. Apesar de ser proveniente de fontes renováveis quando extraídos, por exemplo, de vegetais, e, considerando que a emissão de CO<sub>2</sub> é compensada pela absorção do mesmo gás na produção das oleaginosas, é necessário lembrar a situação em que o óleo está sendo utilizado. O óleo é muito viscoso para ser usado como combustível, por isso é transformado, reagindo com um álcool na presença de catalisador, em ésteres cujas estruturas são próximas às do diesel e, por isso, recebem o nome de biodiesel. Na reação (figura1), chamada de transesterificação, ocorre a quebra das ligações dos triglicerídeos do óleo, que formarão glicerina e biodiesel. Este, portanto, será o verdadeiro combustível da tocha.

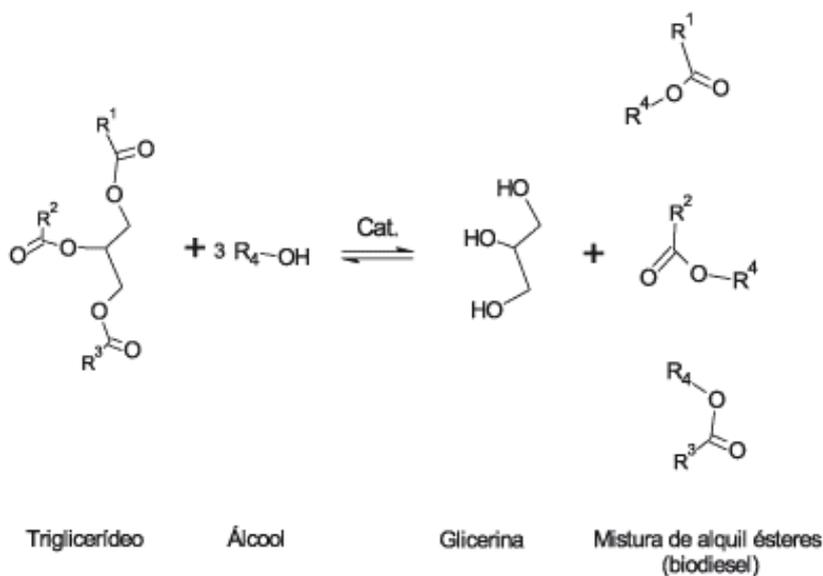


Figura 1: reação de transesterificação

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe9ecAE/producao-caracterizacao-biodieseis?part=6>

O grande problema é que as maratonas do revezamento das tochas olímpicas ocorrem ao longo das cidades, tanto da Grécia, como do país que sediará o evento. Isso

quer dizer que o equipamento está sujeito ao clima do lugar percorrido, incluindo chuvas e grande fluxo de vento. Dito isso, o óleo torna-se inviável como reagente para a chama, pois, por ser menos denso que a água e ter seu ponto de ebulição maior que o dela, se a água da chuva entrar em contato com a chama, irá para a área mais quente e assumirá quase instantaneamente sua forma gasosa, que se expande em até 2 mil vezes. Esse fato, unido à “oxigenação” do óleo, provoca explosões de fogo extremamente perigosas para quem está próximo ao local, portanto, seria ainda mais nocivo carregar uma tocha olímpica nessas condições.

Há ainda a utilização de amônia como combustível, uma aplicação inviável devido à coloração que adquire a chama, verde amarelada pálida, que não destacaria o protagonista da tocha olímpica, o fogo. A reação de combustão de  $\text{NH}_3$  (figura2) só ocorre em presença de catalisador devido à instabilidade do produto dinitrogênio ( $\text{N}_2$ ) em relação aos reagentes amônia ( $\text{NH}_3$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ), assim como todos os óxidos de nitrogênio. É preocupante o uso desse combustível, porque em altas temperaturas a amônia se decompõe em seus elementos constituintes e, em contato com o cloro presente no ar, pode formar o tricloreto de nitrogênio ( $\text{NCl}_3$ ), altamente explosivo.

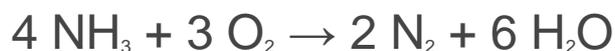


Figura 2: Reação de combustão da amônia balanceada

Fonte: <https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/amonia>

Por outro lado, é vantajoso o uso de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo). Ainda que seja um combustível fóssil, ou seja, não renovável, pois vem da primeira fração do petróleo, o gás, composto de hidrocarbonetos como butano e propano, oferece garantias de segurança muito maiores do que o óleo e a pólvora. Presente também nos botijões domésticos, esse combustível é armazenado em um cilindro no estado líquido devido à pressão, por isso é chamado de liquefeito. Pode ser adicionado ao cilindro um aditivo que evidencie o vazamento de gás, uma vez que tanto o butano quanto o propano são inodoros. Geralmente, utiliza-se de um composto do grupo tiol para essa função, já que apresentam cheiros característicos facilmente detectáveis. Dessa forma, evitar-se-ia um vazamento progressivo de gás pela tocha e, conseqüentemente, possíveis explosões.

Com esse mecanismo de proteção, os atletas ficariam livres de quaisquer queimaduras mais graves, tendo em vista que os resíduos da combustão desse gás são também gasosos e expandir-se-iam rapidamente para a atmosfera. Tanto o propano como o butano, reagindo com o oxigênio, liberam água e gás carbônico em uma queima completa e monóxido de carbono e água em combustão incompleta (tabela1). Para provocar a chama, a tocha contém um mecanismo que gera uma faísca.

Combustão	Completa	Incompleta
Propano	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$	$2C_3H_8 + 14O_2 \rightarrow 6CO + 8H_2O$
Butano	$2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$	$2C_4H_{10} + 18O_2 \rightarrow 8CO + 10H_2O$

Tabela 1: reações balanceadas de combustão completa e incompleta do butano e propano

Fonte: o próprio autor

Seria interessante também que a combustão ocorresse de forma incompleta, pois, dessa maneira, a chama da tocha teria cor alaranjada, mais chamativa em relação à azul de uma combustão completa, permitindo maior destaque ao símbolo homenageado, o fogo. Essa mudança ocorre, uma vez que a coloração varia conforme a temperatura da chama, que é maior na combustão completa devido à abundância de comburente. Conseqüentemente, se mantido o comburente em concentração baixa (8% a 13%), o calor ao qual o atleta estaria exposto seria menor do que se os níveis fossem adequados para uma queima completa (13% a 21%), e o risco de queimaduras mais graves diminuiria ainda mais, tendo em vista que a diferença entre as temperaturas é de 1400°C para 800°C.

É preciso mencionar também a mudança do material utilizado na estrutura da tocha, antes era o aço e agora é o alumínio reciclado. Primeiramente, deve ser considerada a diferença entre as massas dos metais, por ser o alumínio mais leve, permite maior facilidade no manuseio e facilidade de transporte pelos atletas; característica que é reforçada pela presença de um centro de gravidade, ponto no qual o peso do instrumento está igualmente distribuído, equilibrando-o. E, então, levar em consideração que, por ser fruto de reciclagem, torna-se mais sustentável. Para que não haja transmissão de calor entre a chama e o recipiente, a estrutura é revestida por um isolante térmico.

Além disso, as tochas Rio 2016, pesando cerca de 1 kg a 1,5 kg, contêm três camadas de proteção, que resistem a ventos de até 120 km/h e um mecanismo de

travamento que controla a saída de combustível, impedindo vazamentos. Sua estética representa as características naturais brasileiras mais marcantes pelas formas e cores, como a calçada de Copacabana e o relevo do Rio de Janeiro, conforme a figura 3 a seguir.

Foto | ASCOM  
Publicado no Jornal Grande Bahia



Figura 3: Representação da tocha olímpica com seus valores artísticos

Fonte: Na própria imagem

Portanto, é possível concluir que as mudanças nas tecnologias da tocha olímpica proporcionadas pela Química foram fundamentais para garantir a segurança do atleta, a melhoria de seu rendimento e maior praticidade em todo o trajeto feito entre Olímpia e o país sede, promovendo a perpetuação de uma tradição milenar que merece todo o desempenho necessário para que, cada vez mais, seja realizada com sucesso e cause encanto em todos os olhos que testemunham um dos maiores eventos do Planeta e sua consagração ao esporte.

Referências bibliográficas:

<http://blog.enem.com.br/2016/4197/>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polvora-classica.htm>

<http://www.ensinandoeaprendendo.com.br/quimica/nitroglicerina-polvora-explosivos/>

[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_combustiveis.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_combustiveis.pdf)

<http://www.megacurioso.com.br/fisica-e-quimica/69528-voce-sabe-por-que-nunca-devemos-jogar-agua-sobre-oleo-pegando-fogo.htm>

<http://www.quimicavolatil.com.br/2010/03/o-cheiro-do-gas-de-cozinha-glp.html>

<http://infograficos.estadao.com.br/esportes/jogos-olimpicos/2016/por-dentro-da-tocha-olimpica/>

<http://www.quimica.net/emiliano/2016/08/18/boletim-no-1-brilhante-quimica-da-tocha-olimpica/>

<https://sites.google.com/site/scientiaestpotentiaplus/amonia>