

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

**Autor: André Cheker Burihan**

Série: segunda (2016) do Ensino Médio

Profa.: Miriam Possar do Carmo

Colégio: Singular

Cidade: São Bernardo do Campo

### Química nas Olimpíadas

Neste ano ocorreu no Brasil a olimpíada Rio 2016, evento aclamado por muitos como um dos maiores espetáculos em solo nacional. Apesar de seus protagonistas serem, sem dúvida, os esportistas que competiram diretamente nas provas, nas entrelinhas apresenta-se a preparação e realização do espetáculo, em que, como em outros eventos olímpicos, a química apresenta um papel essencial.

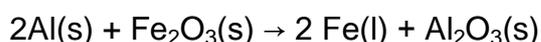
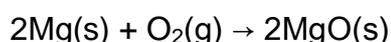
Os usos e aplicações da química nas olimpíadas são quase infinitos, podendo ser citado como exemplo: o desenvolvimento dos polímeros das roupas e equipamentos dos atletas; avanços tecnológicos na área *antidoping*; tratamento da água das piscinas; elaboração da tocha olímpica e até a segurança dos jogos, propiciando o “*background*” técnico para evitar e remediar ameaças terroristas com o uso de armas químicas, biológicas ou nucleares.

Sem dúvida, um dos principais símbolos dos jogos é a tocha olímpica, embebida de simbologia, ela remete à tradição dos jogos olímpicos antigos de manter uma chama acesa enquanto durassem as competições, assim marca uma profunda conexão entre os eventos hodiernos e da antiguidade clássica. A cada quatro anos uma elaborada cerimônia se dá no templo grego de Hera, onde, uma atriz, representando uma sacerdotisa, acende a tocha por meio de um espelho convergente, utilizando dos raios solares para focalizar a luz, que serve como energia de ativação da reação de combustão da tocha.

O principal elemento da tocha, a chama, é o alvo de décadas de pesquisa e desenvolvimento científico, ao longo dos anos diversos combustíveis foram testados e utilizados para manter o símbolo olímpico vigoroso e vivente. A chama é o resultado visível da rápida oxidação exotérmica de um material, gerando luz, calor e subprodutos diversos. Este tipo de reação, denominada combustão, ocorre na presença de três

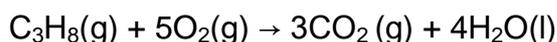
componentes: combustível, comburente e calor. Com o comburente sendo o oxigênio a reação se dá a partir da introdução de uma energia de ativação, o calor, e consiste na transformação das fracas ligações presentes no oxigênio molecular (interações dipolo-induzido;dipolo-induzido, típicas de compostos apolares) em ligações mais fortes encontradas nos produtos da interação com o combustível, sendo estes gás carbônico e água, há também uma participação negligenciável das transformações das ligações do combustível. Além dos produtos materiais da reação temos a liberação de energia (418 kJ por 32 g de O<sub>2</sub>), e a chama é na realidade uma forma de liberação energética que depende da luz. A formação da luz na chama se dá de maneira complexa, ela é a combinação de gases e sólidos emitindo um espectro de frequências intrínseco à sua composição química, fenômeno que se dá pela emissão de fótons por átomos que deixam seu estado excitado na medida que elétrons que foram elevados a camadas de maior energia retornam à sua posição inicial.

Em 1956 a queima dos metais alumínio e magnésio em temperaturas extremamente altas foi usada para carregar a chama no Estádio Olímpico de Melbourne, esta reação chamada de termite produz um espetáculo visual formando uma liberação de partículas de metal incandescente. A termite consiste basicamente em uma reação química em que ocorre a oxidação do alumínio por um outro metal, isto tem um efeito exotérmico muito grande possibilitando reações desse tipo ultrapassarem os 3500°C. Para se iniciar uma reação de termite necessita-se de uma energia de ativação atingida por volta de 2500 K (2327 °C), para tanto é comumente utilizado a combustão de magnésio, que queima a aproximadamente a mesma temperatura de 2500K. As equações químicas do processo de ignição do magnésio e da comum reação de termite com óxido de ferro (III) estão representadas simplificadaamente abaixo:

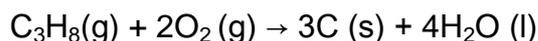


Apesar de ter a função alegórica excelente, o uso desse combustível aluminotérmico acarretou na deposição de material na pista e fez com que pedaços de metal queimassem o portador da tocha, a partir de então combustíveis vem sendo desenvolvidos para manter a tocha olímpica acesa em condições adversas, manter sua chama com uma alta luminosidade, manter os gases produtos da combustão o quão inodoro possível, garantir a mínima emissão de resquícios sólidos além de assegurar a segurança de seu portador.

Desde 1972 hidrocarbonetos líquidos são os combustíveis exclusivos das tochas olímpicas porque são relativamente seguros, emitem pouco odor quando queimando e produzem uma chama intensa. A olimpíada de Beijing utilizou tochas com propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) como combustível. Propano é um gás hidrocarboneto, que queima de maneira limpa mas não tão brilhante, entretanto, sua chama pode ser ajustada para tornar-se amarela (e intensa), a sua combustão está representada na equação química abaixo:



Para obter-se a chama amarela da queima do propano diminui-se a quantidade de oxigênio disponível para a reação levando a uma combustão incompleta e, portanto, a formação de carbono incandescente, o responsável pela coloração amarelada junto com o fato que uma reação incompleta gera menos energia, produzindo assim uma luz com comprimento de onda menos energético. A reação incompleta está representada abaixo:

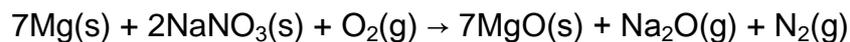


A tocha olímpica também foi instrumento que possibilitou a realização de atos dignos de espetáculo, ainda na olimpíada de Beijing esta foi levada ao topo do Monte Everest, e como a pressão do ar nessa região é de aproximadamente um terço da pressão ao nível do mar foi necessário a adição de um componente extra para permitir a continuidade da tocha de propano, que a princípio depende totalmente de oxigênio ambiente. O artifício utilizado foi o acréscimo de um oxidante interno, substância que libera oxigênio durante a combustão. O oxidante interno é sólido e tem um comportamento muito parecido com o de combustíveis de foguetes, onde se utiliza como oxidante o perclorato de amônio (NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>), que se decompõe a 200°C segundo a seguinte equação:



Na olimpíada de Sydney, a chama olímpica passou por debaixo d'água. A tocha desta olimpíada contou com um combustível inovador, uma mistura de 35% propano e 65% butano, o que permitiu uma chama que produzia menos fuligem que as de combustíveis antecessores, como propileno, e uma fácil armazenagem do combustível em formato líquido na tocha. Quando este é liberado por um pequeno orifício há uma queda de pressão e então este adota formato gasoso. Esta tocha conseguiu atingir níveis

excelentes de visibilidade, confiabilidade e sustentabilidade ecológica graças a um sistema de dois queimadores, onde um produz uma chama luminosa de baixa temperatura e outra estável de alta temperatura, que funciona como uma chama piloto em caso da primeira se apagar. Sua jornada por debaixo d'água foi possibilitada pela utilização de nitrato de sódio como oxidante, o que permitiu a alta emissão de luz no comprimento de onda de 589 nm e a não liberação de químicos que agridem o ambiente aquático, e pela escolha de magnésio como combustível, o que viabiliza a queima debaixo d'água. A representação desta reação de queima em ambientes aéreos é:



Contudo a queima em ambientes com baixa presença de oxigênio se dá por:



Ambas essas reações ocorrem liberando produtos gasosos na temperatura da chama entretanto esses tendem a evaporar quando em contato com a água, para resolver esse problema pode se adicionar um agente moderador que vai sofrer decomposição enquanto a chama queima, formando assim suficiente volume de um gás permanente (Que se dispersa a partir de seu ponto de produção, e.g.  $\text{CO}_2$ ) para que não entre água no bocal da tocha, processo viabilizado pela alta liberação de energia da reação de queima de  $\text{Mg/NaNO}_3$  (normalmente 8,5 kJ /g [Cackett,1965]\*). O agente moderador mais comum usado na "SR series of flare compositions" é o oxalato de cálcio [Cackett, 1965]\*, que se decompõe endotermicamente segundo a reação:

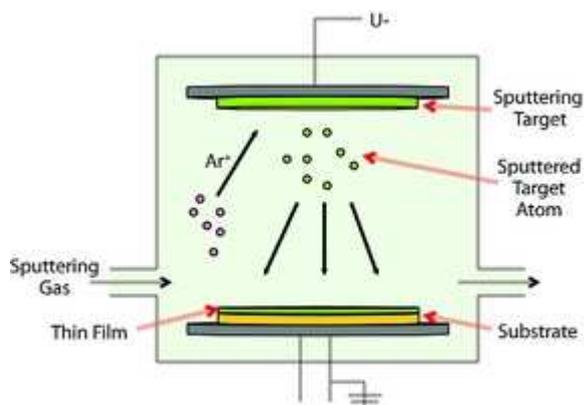


No momento de desligar a tocha, normalmente se interrompe o fornecimento de combustível, sem um dos três componentes essenciais da reação de combustão (combustível, comburente e calor) está se encerra.

Além dos aspectos inerentes a chama, a química também participa na elaboração da parte estrutural da tocha, essa deve ter leveza, segurança, estética e certa praticidade. Para alcançar esses ideais na confecção da tocha é normalmente utilizado o alumínio, ou ligas deste metal, para comporem o corpo da tocha. As características desse permitem uma leveza excepcional enquanto retida a resistência do material, uma alta durabilidade, fácil confecção e boas características de controle térmico, para impedir o portador da tocha de se queimar. Apesar de tantas boas características, alguns podem dizer que as ligas de alumínio não têm uma boa aparência estética, ou que pelo menos poderia ter

uma melhor, assim são utilizados processos químicos para alterar a aparência do metal.

Na Olimpíada de Londres em 2012 foi utilizado nitreto de titânio (TiN) para dar a peça olímpica um revestimento dourado que assemelha metais preciosos. O nitreto de titânio é normalmente aplicado em camadas muito finas (na maioria das vezes em camadas menores que 5 micrômetros!) em um processo conhecido como deposição física de vapor (normalmente referida como PVD, do inglês physical vapor deposition), nesse processo elétrons são concentrados por meio de campos magnéticos em uma câmara contendo um gás pouco reativo como o argônio, ou para a formação de TiN o nitrogênio, em baixíssimas pressões, quando os elétrons ionizam o gás este incide no metal (Ti) em altas velocidades causando a formação de TiN e a subsequente ejeção deste produto na câmara, possibilitando o revestimento de um objeto situado nesta. Há uma representação do processo de PVD abaixo:



(Imagem de: <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/material-science-products.html?TablePage=108832720> Acesso em: 15

nov. 2016. Reproduzida com a permissão da Sigma-Aldrich.)

Devido à passagem corriqueira do cotidiano, frequentemente os aspectos da elaboração de diversas coisas são negligenciados, entretanto nota-se que no processo da formação de uma olimpíada um quesito específico, como a tocha, apresenta uma imensidão de características para serem considerados no campo da química. A partir deste ponto é possível perceber a relevância dessa ciência, não só para a realização de uma olimpíada, considerando desde a elaboração de medalhas e equipamentos até o controle *antidoping* e de segurança, mas também para a construção do mundo atual como um todo.

## Referências Bibliográficas

- THE OLYMPIC FLAME: CHEMISTRY HELD HIGH. In: *ChemMatters*, Outubro de 2008, 26:3, p.4. Disponível em: <<https://chem-matters.wikispaces.com/file/view/26->

[3+The+Olympic+Flame.pdf](#)>. Acesso em: 12 nov. 2016.

- <http://entertainment.howstuffworks.com/olympic-torch.htm> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://chemistry.about.com/od/firecombustionchemistry/a/How-The-Olympic-Torch-Works.htm> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://news.nationalgeographic.com/news/2008/04/080409-olympic-torch.html> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://www.abc.net.au/science/slab/torch/default.htm> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000853/the-wonders-of-the-olympic-torch?cmpid=CMP00001243> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://www.lboro.ac.uk/departments/materials/what-is-materials/theolympictorch/> Acesso em: 12 nov. 2016
- <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/combustao-chamas-cores-diferentes.htm> Acesso em: 14 nov. 2016.
- FIRE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fire&oldid=749681809>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- TERMITE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Termite&oldid=47044317>>. Acesso em: 13 nov. 2016.
- TITANIUM NITRIDE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Titanium\\_nitride&oldid=748713026](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Titanium_nitride&oldid=748713026)>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- DEPOSIÇÃO FÍSICA DE VAPOR. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Deposi%C3%A7%C3%A3o\\_f%C3%ADsica\\_de\\_vapor&oldid=42972457](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Deposi%C3%A7%C3%A3o_f%C3%ADsica_de_vapor&oldid=42972457)>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- [https://www.youtube.com/watch?v=9OEz\\_e9C4KM](https://www.youtube.com/watch?v=9OEz_e9C4KM) Acesso em: 15 nov. 2016.
- <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/material-science-products.html?TablePage=108832720> Acesso em: 15 nov. 2016.
- \*THE DEVELOPMENT OF AN UNDERWATER FLARE FOR THE OLYMPIC TORCH RELAY, SYDNEY 2000. In: Twenty-Eight International Pyrotechnics Seminar, Novembro de 2001. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8qdyITWG2ZIUGxFMWJWQTdoMUK/view>>. Acesso em: 16 nov. 2016.