

**Redação selecionada e publicada
pela Olimpíada de Química SP-2010**

Autor: Renan Oliveira Pivati

Co-autores: Lucas Vieira de Souza

Série: Segunda Ensino Médio

Profs.: Ivan Marques Pollarini e Murilo Chales Pereira

Colégio: Colégio Unigrau

Cidade: São José do Rio Pardo

VERDE: a nova cor da Química

De acordo com o próprio criador do termo, Paulo T. Anastas, “a química verde consiste na utilização de um conjunto de princípios que reduzem ou eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos”, ou seja, são processos e produtos químicos que ao causam danos a natureza e à saúde humana, ou ainda, que possam ajudar a natureza de alguma forma (gerando energia limpa, queimando combustíveis que não liberem gases estufa na atmosfera, sequestrando o carbono do ar artificialmente e substituindo matérias-primas prejudiciais por outras biodegradáveis e ecologicamente corretas).

É comum haver uma confusão entre “Química Verde” e “Química Ambiental”. A segunda difere da primeira por não ter como objetivo criar processos não prejudiciais à natureza. A Química Ambiental, na verdade, estuda as modificações e alterações que ocorrem ou que o homem faz na natureza, seus efeitos e consequências. Assim, podemos dizer que a Química Ambiental é a química do meio ambiente, enquanto a Química Verde é a química para o meio ambiente.

Já a “Química Verde”, é uma iniciativa recente que objetiva criar processos não prejudiciais ao meio ambiente. Há mais de dois séculos o homem substitui sua forma de produção artesanal pelo modelo de produção em grande escala (Revolução Industrial), gerando assim, subprodutos indesejáveis a natureza. A Terra sofreu com esses avanços, devido ao contínuo descarte de produtos tóxicos na atmosfera, nos solos e nos ecossistemas aquáticos.

A liberação da enorme quantidade de CO₂ (gás carbônico) e CH₄ (metano) no ambiente, a destruição da fauna e flora de diversas regiões do planeta, e muitas outras catástrofes causadas ao

meio ecológico, movimentaram a população mundial a se preocupar com os problemas ambientais causados pelos avanços tecnológicos.

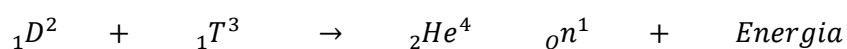
Com todos esses problemas que afetam o globo, fez-se necessário uma nova “revolução”, só que desta vez nas tecnologias usadas para a obtenção de produtos químicos e nas fórmulas de obtenção de energia para a indústria, transporte e fins sociais.

Foi assim, com essa corrente de preservação da natureza, que esse jovem ramos da Química ganhou fama e hoje, o assunto é discutido em todos os jornais, revistas científicas e outros meios de comunicação e preocupa grande parte da população e dos líderes mundiais.

A produção de energia através da fusão nuclear, o uso de gás hidrogênio como combustível de automóveis, a substituição de embalagens plásticas ou metálicas por embalagens orgânicas comestíveis e os “sequestradores” de carbono são algumas das formas de atuação da Química Verde, atualmente, mas há milhares de outras ações já praticadas ou em planejamento.

Começemos pela fusão nuclear. O processo consiste na fusão de dois núcleos de átomos leves. Os mais usados são os isótopos deutério (${}_1\text{H}^2$ – próton, 1 elétron e 1 nêutron) e trítio (${}_1\text{H}^3$ – 1 próton, 1 elétron e 2 nêutrons), ambos isótopos de hidrogênio ou prótio (${}_1\text{H}^1$). Entretanto, a fusão só é possível em condições de altíssimas temperaturas e pressões, uma vez que dois núcleos atômicos se repelem por serem positivos.

Com altas pressões e temperaturas, os átomos de deutério e trítio podem ser acelerados um em direção ao outro e, eventualmente, podem vencer essa força repelente, a “barreira de Coulomb”. Quando isso ocorre, os dois núcleos se unem e formam um átomo de hélio com 3 nêutrons, porém um nêutron será afetado com uma grande velocidade para que o átomo de hélio (${}_2\text{He}^4$ – 2 prótons, 2 elétrons e 2 nêutrons) fique estável. A reação é a seguinte:



Diferentemente da fissão nuclear, que produz resíduos radioativos, a fusão tem como produto o gás hélio, que é um gás inerte e inofensivo. Por isso, pode ser considerada uma energia limpa. Além disso, é extremamente energética (é o processo de geração de energia em estrelas como o nosso Sol): calcula-se que 2 gramas de deutério com 3 gramas de trítio podem produzir energia suficiente para abastecer uma casa com 4 pessoas durante 130 dias!

Vários projetos e pesquisas para dominar a produção de energia elétrica através da fusão nuclear têm sido realizados. Alguns estão muito próximos de obterem sucesso.

Entre eles o ITER (Reator Termonuclear Experimental Internacional). O projeto é uma pesquisa conjunta da União Européia, Japão, China, Índia, Rússia e EUA (que abandonou o projeto). Os pesquisadores preveem que o reator de fusão nuclear será instalado até 2014 na França. Além das vantagens de se obter energia limpa, o risco de haver algum acidente é mínimo, pois, no caso de algum problema, a reação de fusão é interrompida quase instantaneamente.

A Química Verde também nos proporcionou a substituição de combustíveis que liberam gases estufa na combustão por combustíveis limpos, que não liberam esses gases. O hidrogênio (H₂), por exemplo, está sendo uma saída verde para os derivados de petróleo. Essa substância é encontrada na molécula da água (H₂O), podendo ser separada do oxigênio através de um processo conhecido como eletrólise. De forma simples, podemos separar as moléculas de hidrogênio preparando uma solução de água e cloreto de sódio (NaCl) e fazendo passar por ela uma corrente elétrica. Esta fará a separação de H⁺ do O²⁻:

- no cátodo (pólo negativo): $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
- no ânodo (pólo positivo): $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$

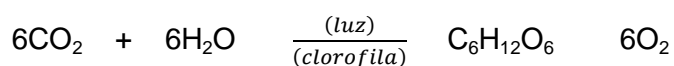
O gás hidrogênio é armazenado em tanques que ficam dentro do veículo e sofrem combustão para gerar energia a fim de fazer o carro andar:



A BMW criou o H2R, um carro de corrida movido a hidrogênio líquido, que atinge a velocidade de 301 Km/h. As vantagens são inúmeras em relação aos combustíveis fósseis: o hidrogênio é o décimo elemento mais abundante na Terra, é renovável, sua queima é limpa, é mais leve, gera mais potência e queima mais rápido que os combustíveis fósseis. O que falta é um incentivo mais forte nessas pesquisas e ações e um acesso mais fácil e barato das pessoas à essas tecnologias. Nessa parte, o governo poderia ajudar, reduzindo impostos sobre esses veículos, incentivando a sua compra ou barateando seu preço com subsídios.

O sequestro de carbono é um processo natural realizado pelas florestas e pelos oceanos, e é ele o responsável por manter um equilíbrio no ciclo do carbono. Entretanto, as atividades humanas desequilibraram esse ciclo. Temos hoje mais carbono sendo produzido do que carbono sendo fixado. Isso tem aumentado o efeito estufa, contribuindo para o aumento das temperaturas na Terra e para o aquecimento global.

Vegetais, algas e principalmente o fitoplâncton realizam a fixação do carbono por meio da fotossíntese, que é o processo de obtenção de alimento desses organismos:



Contudo, temos a necessidade hoje de fazer uma fixação artificial do carbono, para compensar o aumento na emissão. Pensando nisso, o cientista Klaus Lackner desenvolveu uma “árvore artificial”. A estrutura parece uma torre com o topo na forma de um retângulo, onde há várias frestas contendo uma solução de NaOH (hidróxido de sódio) e de Ca(OH)₂ (hidróxido de cálcio), e por essa solução vai passar o ar.

Assim, ocorre a seguinte reação:



O Na OH não está representado na reação, mas ele atua deslocando o equilíbrio no sentido dos produtos, pois na sua presença a concentração de ânions OH⁻ é maior, favorecendo a formação de CaCO₃ e o consumo de CO₂.

Com a reação forma-se CaCO₃ (carbonato de cálcio) que é um sólido branco. Assim, os cientistas podem armazenar o carbono na forma de CaCO₃. Essa é uma forma de tentar reduzir a concentração de CO₂ no ar e fazer o efeito estufa voltar à sua “potência” ideal.

Além o sequestro artificial de CO₂, é importante sinalizar para o problema do descarte de embalagens nos *diversos ecossistemas* que prejudicam a fauna e a flora. Se você for ao mercado hoje, vai notar que praticamente todas as embalagens de produtos são feitas de plástico, metais ou isopor. Os metais são extraídos de seus minérios e a mineração causa sérios danos à natureza. Plástico e isopor são derivados do petróleo, combustível fóssil e não-renovável.

Por que então não mudar a matéria-prima das embalagens? É isso que vários cientistas brasileiros tem feito. A engenheira química Cynthia Dietchfield criou uma embalagem para alimentos feita à base de amido de mandioca e açúcares. A inovação, além de ser biodegradável e comestível, é relativamente resistente contra choques mecânicos e inibe o crescimento de microorganismos. Embalagens como esta podem significar grandes avanços no combate ao aquecimento global.

Como pudemos ver, a produção de energia limpa, a queima de combustíveis limpos, o sequestro artificial de carbono e o uso de embalagens biodegradáveis são mecanismos de atuação da

Química que estão ou estarão em ação para ajudar o homem a mudar o contexto, o panorama que estamos de destruição e degradação do nosso planeta.

Ainda que por diversas vezes apontada como vilã, a Química está se tornando uma útil e indispensável ferramenta para o homem tentar reverter tudo o que fez de mal para a terra. Entretanto, a Química sozinha nada pode fazer. Cabe a nós tomarmos consciência do quanto já prejudicamos o planeta em que vivemos e agir para voltar às condições de antes. Somente dessa forma, a espécie humana terá um planeta para viver por muitos e muitos anos.

Bibliografia

1. <http://ciencia.hsw.uol.com.br/reator-fusao-nuclear1.htm> (28/10/09-21:56)
2. <http://evandergomes.com/solventes-organicos/> (28/10/09 – 22:27)
3. <http://ambientebrasil.hsw.uol.com.br/resgate-de-carbono4htm> (16/11/09 – 19:02)
4. <http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=30268> (16/11/09 19:02)
5. <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,011288608-EI1434,00-Embalagem+comestivel+prolonga+prazo+dos+alimentos.html> (16/11/09 – 20:15)
6. <http://74.125.93.132/search?q=cachê:FylhDGaRYwJ:qaonline.iqsc.usp.br:8180/FCKeditor/UploadFiles/File/Sergio%2520Machado/Seminario%2520No.%252010%2520-%2520Eletrolise%2520%2520Agua.doc+eletrolise+da+água&cd=3&hl=PT-BR&ct=clink&gl=BR> (16/11/09) – 20:52)