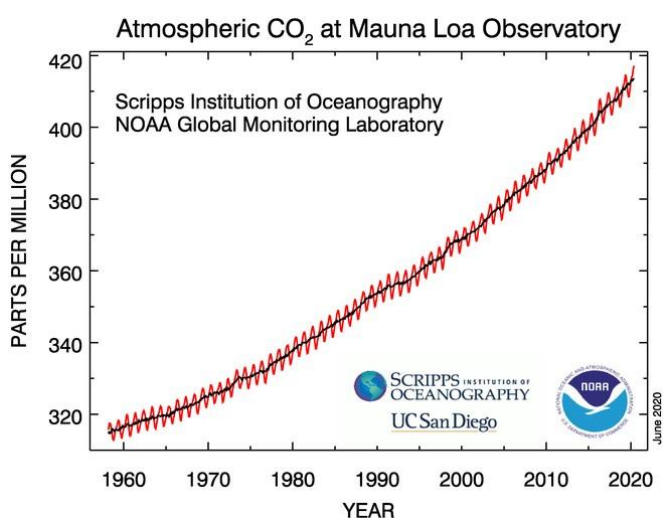


Série em 2021: (x) 3ª; () 2ª ou anterior

Técnica de captura de dióxido de carbono da atmosfera para minimizar problemas relativos à acidificação dos oceanos

É sabido que a liberação excessiva de CO₂ causa drásticas mudanças ambientais no planeta. A mais conhecida dentre elas é, popularmente, chamada de aquecimento global, que consiste em uma elevação muito rápida na média de temperatura da Terra, tendo assim graves consequências, como o derretimento de geleiras que gera a elevação do nível do mar. Entretanto, o que não é muito divulgado é que parte desse gás liberado na atmosfera é absorvido pelo oceano, causando um fenômeno chamado de acidificação oceânica [14].

Figura 1 [2] – Gráfico que evidencia o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera nos últimos 60 anos.



A acidificação dos oceanos é a diminuição do pH da água superficial dos mares e oceanos. Por mais simples que pareça, a queda do pH acarreta drásticas mudanças no ambiente marinho, podendo chegar a extinguir certas espécies [1]. O pH cai por causa de um aumento da concentração de íons H⁺ na água devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera [13], como mostra a figura 1, capaz de se solubilizar na água do oceano, reagindo com a mesma, dando origem aos íons H⁺ e bicarbonato (HCO⁻), como

mostra a equação química presente na figura 2 [3].

A causa do aumento destes íons na água tem relação com o aumento de dióxido de carbono na atmosfera. Os oceanos são instrumentos muito eficazes para o combate na diminuição de CO₂ no ar, pois o absorvem da atmosfera [4]. Porém, desde a primeira Revolução Industrial, a emissão de CO₂ vem aumentando de forma absurdamente rápida, e a partir dos anos 60 a curva sobe quase verticalmente, como mostra o gráfico 1, ultrapassando 400 ppm.

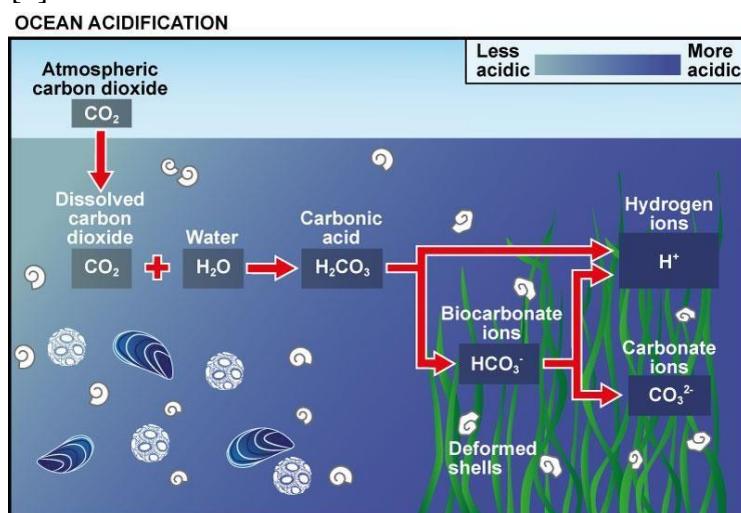
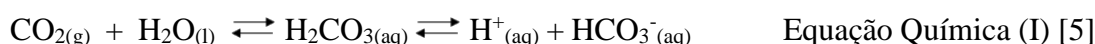


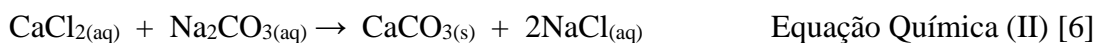
Figura 2 [3] – Equações químicas que representam o processo de acidificação oceânica.

O gás carbônico atmosférico reage com a água do mar conforme representado pela equação química (I):



Em conjunto com as alterações de pH, muitas espécies estão entrando em risco de extinção por causa desta mudança, principalmente moluscos, como ostras e os corais [1]. As ostras, por exemplo, precisam de um sal para formar seu exoesqueleto e conchas, que é o carbonato de cálcio (CaCO_3) [12], que é pouco solúvel em água, como mostra a figura 3 relativa ao experimento I.

No experimento I [6], foi realizada a síntese em laboratório do carbonato de cálcio a partir de soluções de cloreto de cálcio e carbonato de sódio. O produto da reação, como mostra a equação química (II), é um sólido branco praticamente insolúvel em água pura ou em meio alcalino.



As condições ambientais causadas pelo aumento de gás carbônico na atmosfera influenciam em processos caracterizados pela reação representada pela equação química III durante o desenvolvimento de diversos organismos marinhos para formação de conchas e do exoesqueleto:



Figura 3 [6] – Formação do carbonato de cálcio.

Como já citado, a absorção do gás carbônico é essencial para a prosperidade da vida marinha, quando existe um equilíbrio. Para o carbonato de cálcio (CaCO_3) ser formado é preciso que ocorra uma reação entre CO_2 e água, que gera ácido carbônico, o qual é um ácido muito instável que se ioniza em íons H^+ e bicarbonato (HCO_3^-). O HCO_3^- , em meio alcalino, se decompõe em carbonato e outro íon H^+ , então o CO_3^{2-} se liga ao cálcio, finalmente, formando o sal insolúvel em água, o carbonato de cálcio [1].

No caso dos corais, as zooxantelas e os pigmentos fotossintetizantes [7] precisam de um meio com pH e temperatura específica para atingirem a sua eficácia máxima de captação da luz para que a fotossíntese (assim como acontece nas plantas) ocorra, como representada na equação química da figura 4, e cada mínima alteração no meio pode ocasionar a expulsão das zooxantelas e a destruição desses pigmentos, que é o que causa o chamado branqueamento dos corais, isto é a morte do coral.

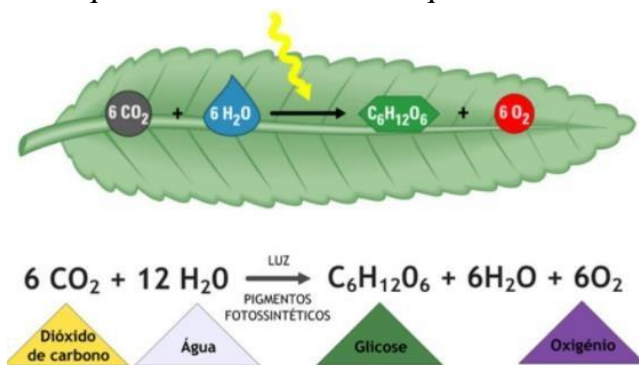


Figura 4 [8] – Ilustração que apresenta a equação química da fotossíntese.

A falta desse sal no mar prejudica a formação das conchas de moluscos, fazendo-as ficar cada vez mais frágeis até chegar em um ponto em que acabam sendo totalmente dissolvidas pela água. Já

o branqueamento dos corais é consequência do aumento da acidez marítima, que mata as zooxantelas e destrói o pigmento que capta a luz para a produção do alimento destes seres vivos, assim perdendo a coloração vibrante e bonita que estes seres vivos tinham na época em que eram saudáveis [7]. As figuras 5 [9] e 6 [10] representam, respectivamente, corais saudáveis e corais durante o branqueamento, prestes a morrer.



Figura 5 [9] – Recife de corais saudável.



Figura 6 [10] – Corais branqueados.

O problema reside na concentração de gás carbônico na atmosfera que vem aumentando paulatinamente. Quanto maior a quantidade de CO₂ no ar mais desse gás o oceano absorve, causando assim um desequilíbrio químico no meio. A consequência desse fato é a maior acidificação dos oceanos [1].

A partir disso, torna-se extremamente importante o desenvolvimento de novas tecnologias que envolvam tanto o desenvolvimento de combustíveis de fontes de energia renovável e menos poluentes, quanto processos de sequestro de dióxido de carbono da atmosfera.

De acordo com essas informações, foi escolhido o experimento II [11] para ser analisado como possível técnica para sequestro e captura de dióxido de carbono da atmosfera, como esquematizado na figura 7 [11].



Figura 7 [11] – Esquema de captura de CO₂ em solução de NaOH.

Nesse experimento, o dióxido de carbono (óxido ácido) é capturado (reage) em uma solução de hidróxido de sódio (base) dando origem a carbonato de sódio e água, como mostra a equação química IV [11]. A evidência nítida da reação é o que ocorre com a garrafa, como mostra a figura 8 [11], ou seja, fez-se vácuo e a garrafa ficou deformada, pois o dióxido de carbono presente na atmosfera da garrafa reagiu com a solução de hidróxido de sódio.

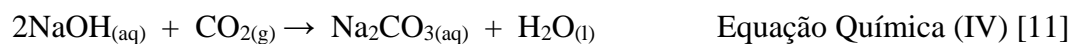




Figura 8 [11] – Sistema antes e depois da captura do CO₂.

Esse processo seria interessante, pois poderia remover grandes quantidades desse óxido ácido da atmosfera e transformá-lo em carbonato de sódio, popularmente conhecido como barrilha, uma matéria prima muito utilizada na indústria química de produção de vidros e detergentes [5]. Dessa forma, o produto obtido poderia ser comercializado em solução ou, ainda, seria possível evaporar a água da solução para obter o sal sólido.

O que se pode concluir a partir destes fatos é que o consumo desenfreado de combustíveis fósseis causará muitos desastres ambientais. Desse modo, espécies desaparecerão do planeta Terra, assim como ecossistemas por todo o mundo. O fato de as mudanças climáticas ocorrerem de maneira relativamente lenta faz com que os malefícios trazidos por ela possam parecer distantes ou sem efeito significativo no dia a dia da população, porém vale realçar que o ser humano depende desses ecossistemas e espécies para a própria sobrevivência.

Então, é de suma importância que grandes empresas e, principalmente, governantes pensem nas consequências de suas ações a longo prazo. Algumas pequenas atitudes como colocar filtros em chaminés de fábricas e sequestrar dióxido de carbono da atmosfera para geração de matérias primas para a indústria química, podem fazer a diferença no futuro e criar um lugar onde as próximas gerações prosperem e não tenham que lidar com a destruição causada pelos seus antepassados.

Referências bibliográficas:

- [1] SILVA, C. A. R. Oceanografia Química, 1. Ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- [2] Site: <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2636/Rise-of-carbon-dioxide-unabated> Acessado em 20/02/2021.
- [3] Site: <<https://econserv.files.wordpress.com/2016/08/02.jpg>> Acessado em 20/02/2021.
- [4] HATJE, V. COSTA, M. F. CUNHA, L. C. Oceanografia e Química: unindo conhecimento em prol dos oceanos e da sociedade, Quim. Nova, Vol. 36, No. 10, 1497-1508, 2013. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol36No10_1497_03-NE13524.pdf> Acessado em 22/03/2021.
- [5] ATKINS, P; JONES, L.; LAVERMAN, L. Princípios de Química : questionando a vida moderna e o meio ambiente, 7. Ed., Porto Alegre : Bookman, 2018.
- [6] Site: <<https://www.youtube.com/watch?v=2x0FyLUOTCI>> Acessado em 23/02/2021.
- [7] Site: <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/branqueamento-corais.htm>> Acessado em 01/03/2021.
- [8] Site:< <http://www.vanialima.blog.br/2014/08/balanceamento-das-equacoes-quimicasenem.html>> Acessado em: 03/03/2021.
- [9]Site:<https://static.wixstatic.com/media/63db52_bc01bb6041374b779d4672d028dba044~mv2.png/v1/fit/w_550%2Ch_400%2Cal_c/file.png> Acessado em: 05/03/2021.
- [10] Site: <https://s1.static.brasilescola.uol.com.br/be/conteudo/images/os-corais-apresentam-uma-relacao-mutualistica-com-as-zooxantelas-perda-dessas-algas-pode-desencadear-branqueamento-5c1a77185bdd3.jpg> Acessado em: 05/03/2021.
- [11] Site: < <https://www.youtube.com/watch?v=BWvroZtaXco>> Acessado em: 01/03/2021.
- [12] Site: <<https://exame.com/ciencia/a-quimica-dos-oceanos-esta-mudando-e-isso-nao-e-nada-bom/>> Acessado em: 03/03/2021.
- [13] Site: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-41719515>> Acessado em: 05/03/2021.
- [14] Site:<https://www.ted.com/talks/triona_mcgrath_how_pollution_is_changing_the_ocean_s_chemistry?language=pt-br> Acessado em: 02/03/2021.