

ACIDEZ DOS OCEANOS

Enquadramento

Devido à grande quantidade de sais dissolvidos na água, os oceanos são globalmente alcalinos, com um pH médio da ordem dos 8,1-8,2. Para além da influência dos sais dissolvidos nesse valor, o pH guarda ainda uma relação com a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) dissolvido, levando a uma maior concentração deste gás na água a uma diminuição do pH.

O dióxido de carbono (CO_2) é um gás fundamental para a vida. Este gás ocorre naturalmente na atmosfera, onde é introduzido através de várias fontes naturais: vulcões, nascentes termais e dissolução de rochas carbonatadas, entre outras. A sua concentração na atmosfera ao longo do tempo sofreu flutuações consideráveis. Ao longo da história da Terra, os níveis de CO_2 sofreram variações acentuadas; durante o Jurássico, por exemplo, a concentração de CO_2 atmosférico seria 4 a 5 vezes inferior à atual, que ronda as 400 partes por milhão. É uma matéria-prima vital para a fotossíntese e um elemento importante na regulação térmica do planeta. O CO_2 , juntamente com outros gases, leva à formação do efeito de estufa, que é fundamental para que o calor produzido pela radiação solar não dissipe para fora da atmosfera.

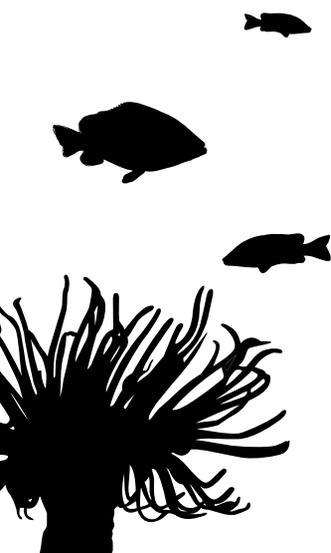
A energia solar que atinge diariamente a Terra chega-nos sob a forma de radiação de comprimentos de onda curtos (ultravioleta ou UVs, altamente energéticos e perniciosos para a vida; muito menos energéticos e compatíveis com as reações bioquímicas e com a vida). Cerca de 1/3 da radiação solar que atinge a terra diariamente é refletida pelas camadas altas da atmosfera. A restante radiação é absorvida pelas massas terrestres e oceanos, sendo uma parte residual absorvida também pela atmosfera. A radiação solar que atinge continentes e oceanos vai, entre outros efeitos, aquecer essas massas que, por sua vez, vão irradiar na gama dos infravermelhos (radiação sem energia suficiente para os processos bioquímicos e que apenas gera agitação nas moléculas; radiação incidente insuficiente para quebrar as ligações entre os átomos de carbono e o oxigénio do CO_2 , apenas gera agitação molecular quando absorvida e que depois é libertada como radiação infravermelha), libertando calor. Essa radiação é absorvida pela atmosfera e, em parte, devolvida para a Terra por reflexão nas nuvens, naquilo que se designa por “efeito de estufa”, em analogia com o efeito das paredes de vidro de uma estufa.

O filtro atmosférico é assim fundamental para manter os níveis de UVs a níveis compatíveis com a vida (daí a importância da camada de ozono na alta atmosfera) e para impedir que a Terra aqueça a níveis que levariam à evaporação da água oceânica e à manutenção da vida (pensa-se que Marte já poderá ter tido oceanos, mas a atmosfera muito mais fina do que a da Terra não permite a existência de água líquida à superfície)¹. A absorção térmica desses gases durante o dia impede que as temperaturas atinjam valores máximos extremos (em astros desprovidos de atmosfera, como é o caso da Lua, as temperaturas máximas são muito elevadas nas zonas expostas ao sol e muito baixas nas zonas não iluminadas). O “efeito de estufa” é, pois, fundamental para que a vida floresça na Terra.

Quando se fala no problema do efeito de estufa no clima atual, refere-se aos desvios em relação a uma situação normal. Sendo o CO_2 o 2º gás com maior influência na absorção da energia térmica radiante (o 1º é o vapor de água), alterações no seu teor atmosférico têm implicações no balanço térmico terrestre, com especial relevo na alta atmosfera e nas regiões polares, onde o vapor de água tem pouca relevância na absorção térmica.

Apesar das alterações climáticas serem um problema relacionado com o excesso de dióxido de carbono na atmosfera de origem antropogénica, o processo de acidificação dos oceanos, que surge como uma consequência desse aumento, constitui igualmente um problema sério que pode determinar alterações profundas na vida marinha num futuro não muito longínquo.

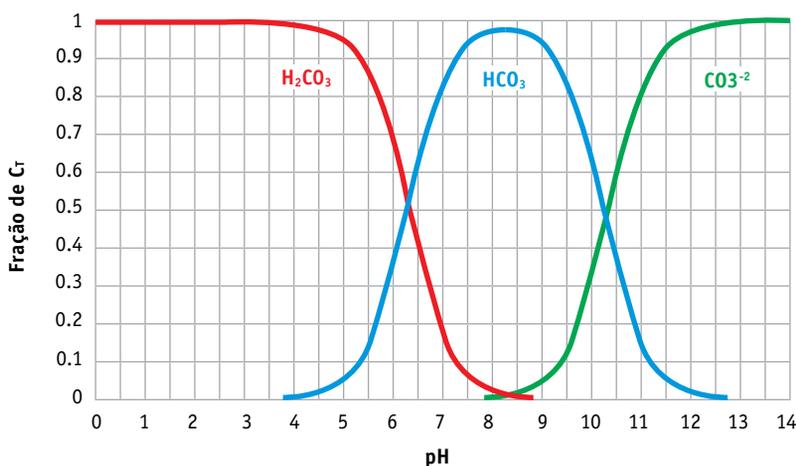
¹ Para mais informação, consultar <http://www.space.com/16903-mars-atmosphere-climate-weather.html>; <http://quest.nasa.gov/aero/planetary/mars.html>



Os gases atmosféricos estão em equilíbrio com os gases dissolvidos nas massas de água. Aumentos ou diminuições nos seus teores atmosféricos vêm-se refletidos nas massas de água, embora as alterações sejam muito mais amortecidas nos oceanos. Como as massas oceânicas são muito grandes e a água tem uma capacidade muito elevada de dissolução de gases, as alterações atmosféricas só se manifestam de forma acentuada na composição dos oceanos se estas forem muito acentuadas e por períodos de tempo muito grandes.

Uma das consequências da existência de mais CO_2 na atmosfera é a maior absorção deste gás por parte dos oceanos. Quando a água dos oceanos (H_2O) e o dióxido de carbono (CO_2) se misturam, é formado o ácido carbónico (H_2CO_3) que se dissocia formando iões de carbonato (CO_3^{2-}) e de bicarbonato (HCO_3^-), por libertação de hidrogénio (H^+). A acidez deve-se à presença de iões de hidrogénio numa solução, neste caso a água do mar; quanto mais iões existirem em solução, mais ácida é a água. A forma dissociada predominante está relacionada diretamente com o pH da água (ver Figura 1).

Figura 1 - Influência do pH na disponibilidade do ião carbonato.



Em meios ácidos ou neutros (como é o caso da maioria das águas doces continentais), predomina o ácido carbónico e o ião bicarbonato; em meios com pH acima de 8, o ião carbonato começa a formar-se, sendo a forma predominante em pHs elevados. Este balanço é muito importante para a vida marinha pois **a formação do esqueleto externo de muitos organismos marinhos, como bivalves, gastrópodes e corais, depende da disponibilidade do ião carbonato**. Com efeito, esse esqueleto implica a combinação do ião carbonato com a forma iónica do cálcio, que é mais abundante em solução quando o meio é alcalino (a solubilidade máxima do ião cálcio é máxima a pHs entre 7,92 e 8,62). Como a disponibilidade do ião carbonato diminui com o pH, o aumento da concentração de CO_2 na água por dissolução faz com que o pH desta diminua, levando não só à dissolução do carbonato de cálcio dos organismos, mas também a uma menor disponibilidade de ião carbonato.

As captações oceânicas do carbono libertado pelas atividades antropogénicas podem alterar a composição química da água dos oceanos a nível mundial, com potenciais consequências para a biodiversidade marinha, incluindo a diminuição de processos de calcificação, aumento da acidez, declínio de fitoplâncton e redução da capacidade de transporte de oxigénio. A acidificação iniciou-se desde a primeira revolução industrial, em meados do século XVIII, quando a emissão de poluentes aumentou rápida e significativamente devido à instalação de indústrias por toda Europa.

Sendo a escala de pH logarítmica, uma pequena diminuição deste valor implica, em percentagem, variações de acidez de dimensões extremas, com um aumento muito grande de iões H^+ em solução.

Nos últimos 200 anos, os oceanos absorveram cerca de metade de todo o CO₂ produzido pela combustão de combustíveis fósseis levando à redução do pH na superfície da água do mar em 0.1 unidades, equivalente a 30% de aumento na concentração de íons de hidrogênio. Seriam necessárias dezenas de milhares de anos para que a composição química do oceano retorne a condições semelhantes às dos tempos pré-industriais de 1790.

Reduzir as emissões de CO₂ para a atmosfera parece ser a única medida prática para que sejam minimizados os riscos a larga-escala e a longo-termo das alterações nos oceanos. Num futuro próximo, a acidificação do oceano terá um impacto negativo dramático nas capturas de peixe e marisco e em outras espécies marinhas com iguais consequências ao nível de todo o ecossistema aquático.

Utilizando uma solução ácida, será demonstrado o que acontece às conchas de moluscos quando expostas a um meio com um pH mais baixo do que o da água do mar. A experiência pode ser feita com um ácido fraco (ex: vinagre), reproduzindo uma situação mais realista e aproximada do que se passa nos oceanos. Nesse caso, o processo será mais demorado e serão precisos alguns dias para observar resultados. Usando um ácido forte, como o ácido clorídrico, é possível demonstrar os efeitos da acidez muito mais rapidamente, embora a situação simulada dificilmente se venha a verificar na natureza. Nesta experiência é possível observar de que maneira as conchas reagem à acidez. Este processo químico pode acontecer quando a acidez dos oceanos alcança um nível de acidez tal que se torna corrosivo para os animais com concha ou esqueletos constituídos por carbonato. A acidez dos oceanos apenas precisa de rondar o pH 7,7 (pH = 7 é considerado quimicamente neutro) para que se torne corrosivo para alguns organismos marinhos.

ATENÇÃO: o ácido clorídrico é perigoso e apenas deve ser manipulado pelo professor ou sob sua supervisão direta.

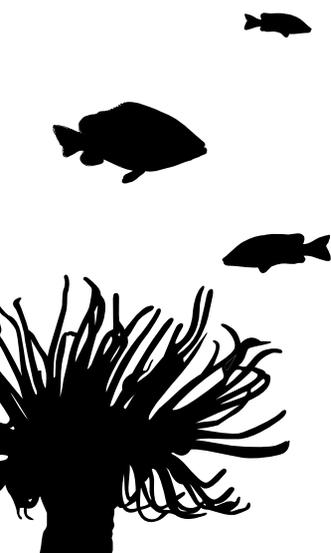
Objetivos:

- Reconhecer os problemas associados à acidificação dos oceanos;
- Demonstrar a capacidade de um ácido para dissolver uma concha;
- Descrever o impacto causado pela acidificação nos seres vivos marinhos.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Material (grupos de 2-4):

- 500 ml de ácido clorídrico;
- 5 conchas de molusco (mexilhão, lapa ou búzio), com dimensões semelhantes, mas de uma única espécie, bem secas e limpas;
- 5 copos de vidro de 250ml, marcados individualmente (1 a 5);
- Balança;
- Tenaz;
- Equipamento de segurança adequado;
- Cronómetro ou relógio;
- Caderno laboratorial.



Procedimento:

1. Na véspera, deixar as conchas num recipiente com água para as hidratar.
2. Escorrer as conchas, colocando-as sobre papel absorvente até que o excesso de água desapareça. Pesar individualmente as conchas e anotar os valores na Tabela 1.
3. Verter 100ml de ácido para cada um dos recipientes.
4. Adicionar uma concha a cada recipiente.
5. Ao fim de 2 minutos, remover com a tenaz a concha do copo 1. Escorrer bem segundo o procedimento do ponto 2, pesar e registar o valor obtido na tabela 1. Proceder da mesma forma para cada um dos copos, a cada 2 minutos.
6. Usar a diferença entre o peso inicial e o peso final para construir um gráfico que mostre a evolução da variação do peso com o tempo.

TABELA 1 - Registo do peso das conchas em função do tempo

Tempo (minutos)	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Peso inicial-Peso final
0	-	-	0
2			
4			
6			
8			
10			

Instruções: usar a coluna “Peso inicial” para registar o peso inicial de cada concha, antes de ser colocada na solução (peso obtido no ponto 2). A coluna “Peso final” é usada para registar o peso obtido no ponto 5. A coluna “Peso inicial-Peso final” é usada para registar a diferença entre os 2 pesos, sendo esse o valor a ser usado para a análise.

QUESTÕES:

1. Os resultados obtidos são os esperados?
2. O que aconteceu à concha quando foi mergulhada em ácido?
3. Tendo em consideração a equação que traduz a reação química de dissociação por efeito de um ácido na concha ($2H^+ + CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$), que gás será produzido quando a concha dissolve?
4. O que aconteceu ao peso da concha ao longo da experiência?
5. De que modo é que o aumento da acidez dos oceanos afeta organismos que se refugiam em conchas? E de que forma afeta os organismos que dependem destes animais para se alimentarem?
6. O gráfico que ilustra a evolução da variação do peso com o tempo evidencia uma relação linear (ou seja, ao longo do tempo, a variação de peso é constante)?