

Aula 11 - Origem e Evolução dos Oceanos e da crosta continental: Temperatura, PHs e Salinidade; Tectonismo e vulcanismo.

1. Introdução

Após a formação da Terra, há cerca de 4,6 bilhões de anos, grandes quantidades de vapor de água foram expelidas por vulcões e da superfície do planeta, que ainda era extremamente quente. Alguns milhões de anos mais tarde, com o resfriamento da superfície da Terra, ocorreu, então, a condensação desse vapor, formando então, um oceano primitivo, que, era muito diferente do atual. Suas águas eram ácidas e sua temperatura beirava a o ponto de ebulição.

1.1. Escala do Tempo Geológico

A Escala do Tempo Geológico representa a linha do tempo desde a formação da Terra até os dias de hoje (figura 1). Assim, ela se divide em: Éons, Eras, Períodos; que se baseiam em grandes acontecimentos geológicos do planeta (figura 2).

- Éons: é a maior divisão na escala, é a unidade de tempo igual a bilhão de anos. É dividido atualmente, em quatro grandes éons:
 - Hadeano: Período de formação da Terra até o início do processo de formação das rochas.
 - Arqueano ou Arcaico: Compreendido entre 4 e 2,5 bilhões de anos, é marcado por atividades vulcânicas e fluxo de calor três vezes maior que o atual.
 - Proterozoico: Vem do Latim, e quer dizer 'primeira vida'. Compreendido entre 2,5 bilhões de anos e 541 milhões de anos, marcado pelo acúmulo de oxigênio na atmosfera, atribuído às algas azuis.
 - Fanerozoico: Começou a cerca de 550 milhões de anos e estende-se até os dias de hoje. Abrange o período de tempo em que animais com cascos duros que se fossilizariam eram abundantes.
- Eras: é a divisão dos éons na escala do tempo geológico.
- Períodos: são as divisões de uma era na escala de tempo geológico. Somente as eras do Éon Arqueano e o Éon Hadeano não se dividem em períodos.

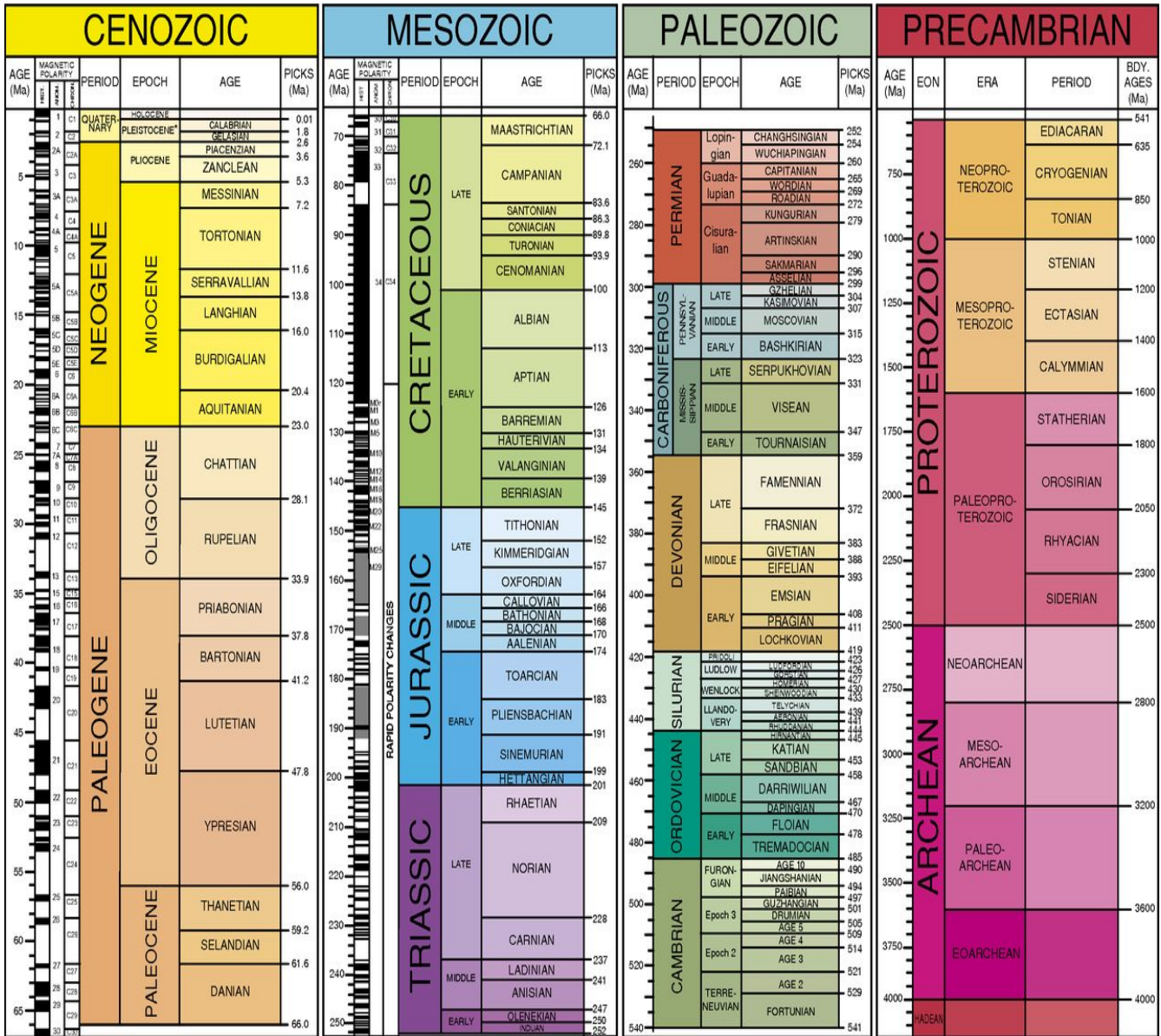


Fig. 1: Escala do Tempo Geológico. O Pré-Cambriano, é o único Super-Éon, e compreende os éons Hadeano, Arqueano e Proterozoico. O Éon Fanerozoico, está representado por suas três grandes eras: Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico.

Fonte: <https://gatoprecambriano.wordpress.com/2010/04/13/o-mundo-e-velho/>

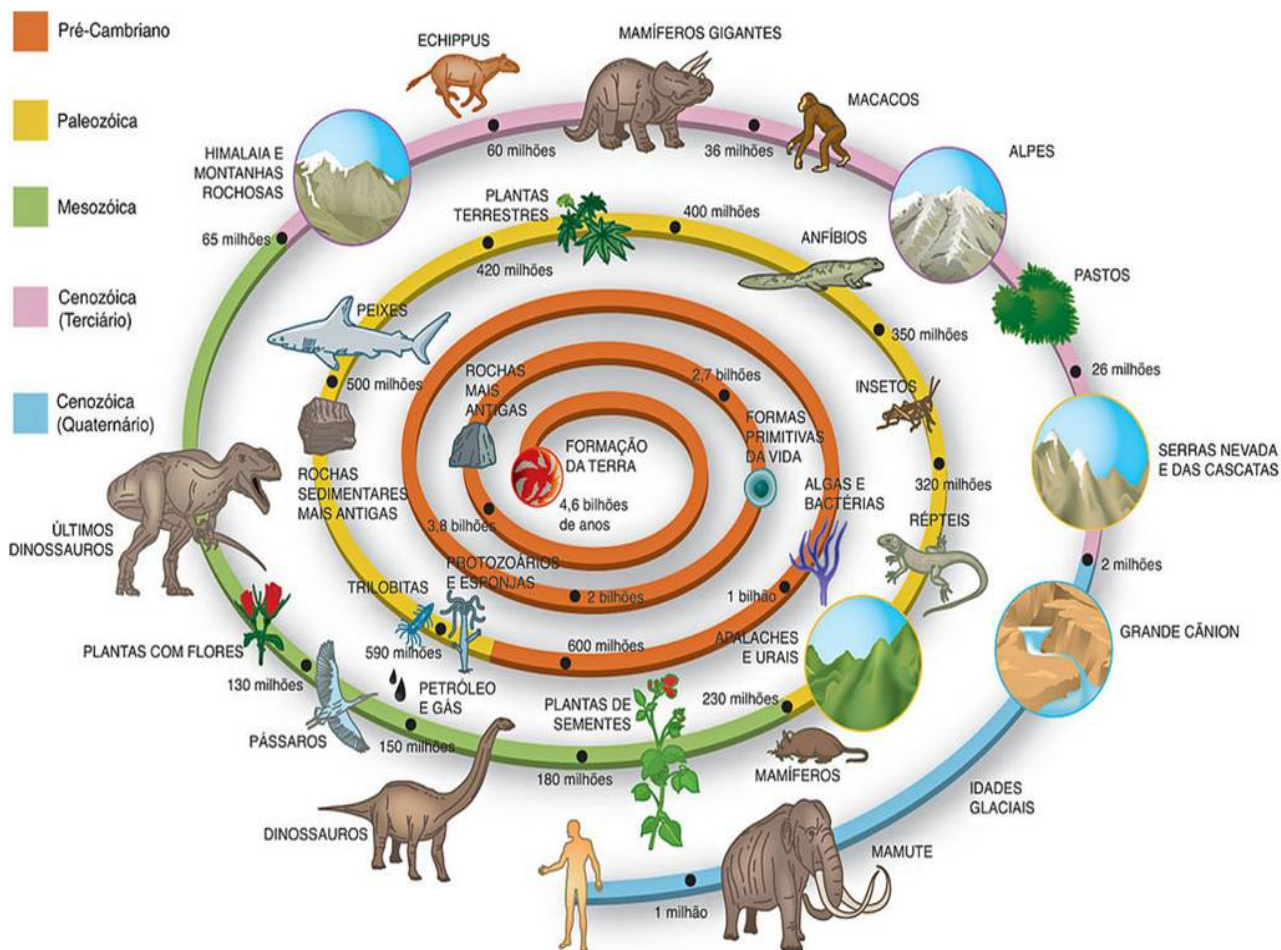


Fig. 2: Ilustração didática grandes acontecimentos geológicos do planeta. O Pré-Cambriano compreende os éons Hadeano, Arqueano e Proterozoico. O Éon Fanerozoico, está representado por suas três grandes eras: Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico, este último, em dois períodos: Terciário e o Quaternário.

Fonte: <http://professordetto.blogspot.com.br/2015/04/blog-post.html>

2. Formação da Crosta Continental e Oceânica

A crosta terrestre foi formada a partir de um resfriamento do material líquido do qual era formado a Terra. Mas, existem diferenças, entre a crosta que forma os continentes, crosta continental, e a que forma os oceanos, crosta oceânica. Assim, elas apresentam diferenças entre si: a crosta oceânica, ocorre sob os oceanos, é menos espessa que a continental, tem espessura de 7 a 10 km, e é formada por extravasamentos vulcânicos ao longo de imensas faixas no meio dos oceanos (chamadas de cadeias meso-oceânicas), que formam rochas basálticas; a crosta continental, é mais espessa, de 20 a 70 km, pode ir até alguns milhares de metros acima do nível do mar, é formada por vários processos geológicos, sua composição química é em média, mais rica em Si e Al, do que as rochas basálticas; zonas da crosta continental podem sofrer uma fratura, acompanhada por um afastamento em direções opostas de porções vizinhas da superfície terrestre, esse processo forma as placas tectônicas. Atualmente a Terra possui doze placas tectônicas e muitas sub-

placas de menores dimensões (figura 3). O movimento dessas placas, formam cordilheiras meso-oceânicas, cadeias montanhosas, até fenômenos naturais, como terremotos e tsunamis, entre outros.

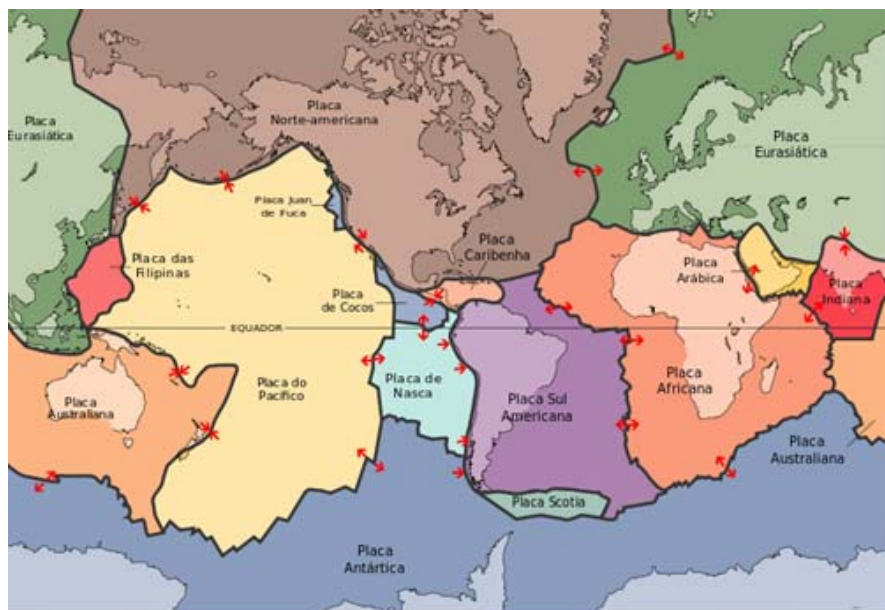


Fig. 3: Placas tectônicas da Terra. As setas vermelhas indicam o tipo de limite entre as placas.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_tect%C3%B3nica

Existem três tipos de limites entre as placas:

- Limites convergentes: zonas de subducção, onde as placas se encontram e explodem. Uma delas mergulha por debaixo da outra (sempre a mais densa) e regressa à astenosfera, que é parte do manto superior;
- Limites divergentes: nesses limites está sendo aumentada a crosta oceânica, a partir de magma vindo do manto, causando o afastamento das placas tectônicas. São exemplos de formações de limites divergentes as cordilheiras submarinas meso-oceânicas;
- Limites transformantes: é um tipo de limite entre placas tectônicas, em que estas deslizam e roçam uma pela outra, ao longo de uma falha transformante, não havendo geralmente nem destruição nem criação de crosta. O movimento ao longo destas falhas classifica-se como sendo horizontal direito ou esquerdo.

Cordilheiras meso-oceânicas são formadas por um mecanismo chamado correntes de convecção divergentes, que força a cordilheira a se abrir periodicamente para que materiais mais novos possam se colocar ao longo das aberturas, chamada de rifte, formando e expandindo o oceano; em outros locais, promove colisões entre as placas, ou seja, a placa que contem a crosta oceânica, é mais pesada, entra debaixo da placa que contem a crosta continental, que se enrugam e deforma, o que gera grandes cadeias continentais, como os Andes, por exemplo. Contudo, então, os oceanos se formam, a partir do afastamento dos continentes (figura 4).

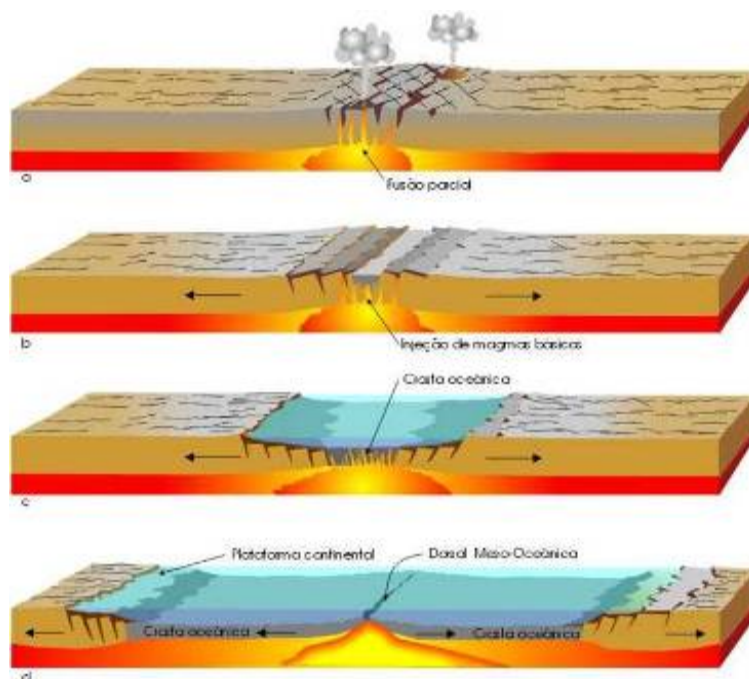


Fig. 4: Exemplo da formação de um oceano. Em a e b, mostram a formação de um rifte na crosta continental; em c e d, o afastamento da crosta continental, com a formação da crista oceânica, depósito de água e formação da dorsal meso-oceânica. **Fonte:** http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=2140

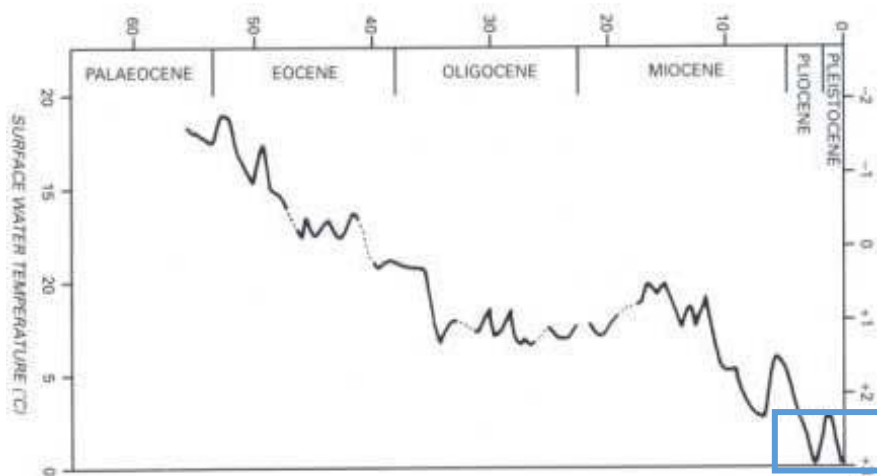
3. Evolução dos Oceanos

Atualmente, a teoria mais aceita sobre a origem e evolução dos oceanos é que a emissão dos gás de rochas, durante a formação da Terra, pode ter liberado gases suficientes para o surgimento de um efeito estufa, parte destes gases era vapor d'água que se condensava a partir de certa altitude e voltava a cair sobre a superfície como chuva, porém, com o calor extremo do solo ainda semiliquefeito, fazia com que a água evaporasse antes mesmo de tocar o solo. Este vapor voltava a condensar-se e se precipitava na forma de verdadeiros “dilúvios”, este processo intermitente durou aproximadamente 100 milhões de anos.

Durante este período de tempo, de constante precipitação e evaporação desses vapores de água, auxiliaram para o resfriamento da superfície do planeta e a água pode-se acumular em pontos mais baixos da superfície, vindo a formar assim, o primeiro oceano, chamado de ‘oceano primitivo’.

3.1. Temperatura, pH e salinidade

Não há como falar em variação de temperatura dos oceanos, sem agregar a variação de temperatura da atmosfera. Na figura 5, o gráfico mostra a reconstituição das temperaturas de superfície dos oceanos nas altas latitudes setentrionais durante o Cenozoico. As temperaturas elevadas do início do Cenozoico deram, gradualmente, origem a condições frias durante o Quaternário.



Extraído de M. Williams et al., 1998

Fig. 5: Variação de temperatura dos oceanos, durante os períodos Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno e Pleistoceno. O retângulo azul, a variação do de temperatura, melhor ilustrado na figura 6. Adaptado de Williams et al., 1998.

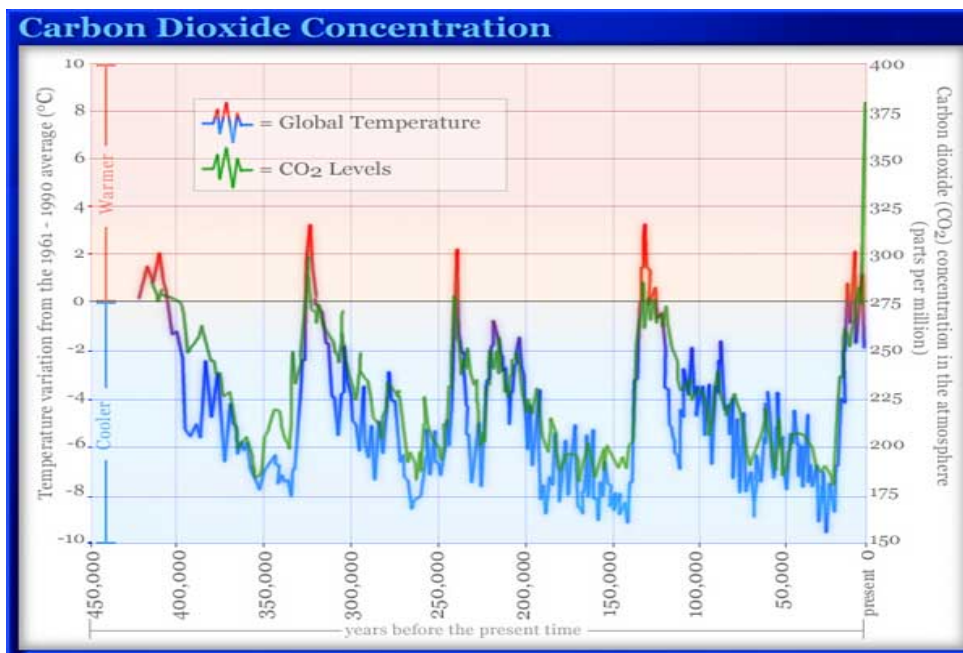


Fig. 6: Variação da temperatura dos últimos 425.000 anos, comparados a última média, de 1961 a 1990, e concentração de dióxido de Carbono (CO₂) na atmosfera, em partes por milhão (ppm). Imagem baseada em dados da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, United States Department of Commerce).

Fonte: <http://www.planetseed.com/pt-br/relatedarticle/co2-e-mudanca-de-temperatura>

A figura 6, mostra um gráfico da variação de temperatura nos últimos 425.000 anos, períodos frios coincidiram com épocas em que a concentração de CO₂ na atmosfera estava mais baixa. O gráfico mostra quatro eras nas quais o mundo era mais frio do que é hoje. Estas são separadas por breves períodos quentes, como o que estamos agora. Quando há menos CO₂ na atmosfera, o efeito estufa fica reduzido, e o mundo se resfria. As linhas azul e vermelha indicam a variação na temperatura média global em comparação com a média de 1961–1990. A linha verde mostra a concentração de CO₂ na atmosfera. As quedas de concentração de dióxido de Carbono, se iniciam sempre após o início de um período de resfriamento, um dos principais

motivos para que isso ocorra é que, quando os oceanos estão mais frios, conseguem dissolver mais CO₂. Há uma troca constante de gases entre a atmosfera e os oceanos, esse gás dissolvido é liberado na atmosfera, e esse 'equilíbrio' é determinado, também, pela temperatura.

Assim como a temperatura, acredita-se que o pH e a salinidade dos oceanos, também varia com o passar dos milhões de anos, embora esse seja um fato de difícil averiguação. Dentre aqueles gases que escapam para a atmosfera e que continuam a ser expelidos por vulcões encontram-se o dióxido de carbono (CO₂) e o ácido hidroclorídrico (HCl), que é fonte de cloro para a água do oceano. Contudo, logo nos primórdios dos oceanos, a água acumulada nas bacias oceânicas sofreu um processo de salinização, que foi incrementado a medida que a erosão dos continentes forneceu mais elementos dissolvidos para o mar. Logo, os oceanos desde que surgiram, já eram salgados, apesar de sais serem adicionados gradualmente, à medida que a crosta foi intemperizada. Acredita-se que a composição química do oceano primitivo era, provavelmente, semelhante a atual, exceto por mudanças ocasionadas por atividade biológica, que aumentou, em muito a produção de oxigênio na atmosfera e hidrosfera.

Referencias

<https://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/33739/origem-e-evolucao-da-atmosfera-e-dos-oceanos>

<https://gatoprecambriano.wordpress.com/2010/04/13/o-mundo-e-velho/>

<http://professordetto.blogspot.com.br/2015/04/blog-post.html>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_tempo_geol%C3%B3gico