



Astrofísica Geral

Tema 26: A vida na Terra

Alexandre Zabet

Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

Atmosfera e a vida

Extinções em massa

Bibliografia



Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

Atmosfera e a vida

Extinções em massa

Bibliografia



Fases da formação

Data (Ma)	Evento
0 – 0.1	Colapso da nebulosa
0.1 – 50	Sol é uma T Tauri
0.1 – 10	Planetas exteriores são formados
10 – 100	Planetas rochosos são formados Grandes Impactos Formação da Lua Água é depositada na Terra
50	Sol entra na Sequência Principal
200	Rochas mais antigas da Terra
500 – 600	Ressonância em Júpiter e Saturno move a órbita de Netuno para o Cinturão de Kuiper
800	Último grande bombardeamento Vida mais antiga conhecida na Terra
Hoje – 4600	Sol continua na SP, torna-se 10% mais brilhante a cada 1 bilhão de anos

Tempos para as diversas fases de formação do Sistema Solar



Terra Primitiva

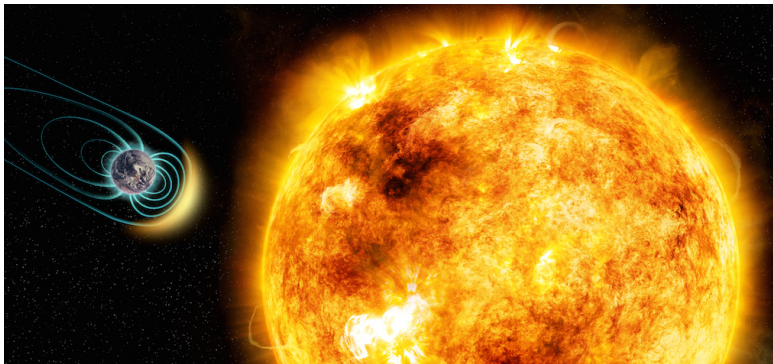


A terra primitiva era quente e instável demais para a vida.

- ▶ Temperatura de 360°C
- ▶ Em 100 Ma, água e carbono
- ▶ Hostil até 150 Ma depois da formação
- ▶ Condições para vida: 500 Ma
- ▶ Evidência de vida: 800 Ma



Terra Primitiva



Em 06/2016 José dias do Nascimento, professor da UFRN e de Harvard, publicou um artigo no ApJL mostrando que a vida só pôde surgir na Terra por causa do nosso campo magnético, que nos protegeu dos ventos Solares. Ele estudou κ -Ceti, estrela com $1 M_{\odot}$ e 400-600 Myr (aproximadamente a idade do Sol quando a vida surgiu na Terra). Ela tem um vento solar $50\times$ mais intenso que o Sol.



Evidências do surgimento da vida



Estromatólitos são deposições de elementos químicos por microorganismos. São a evidência fóssil mais antiga aceita em geral para o início da vida na Terra.



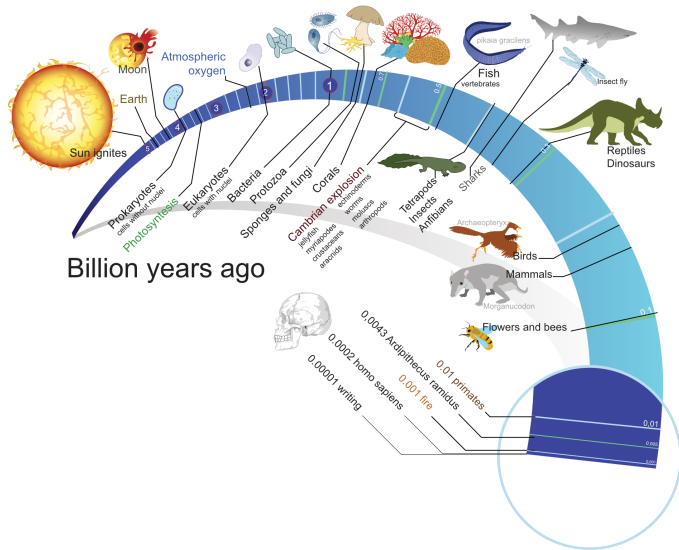
Evidência mais antiga



Em 08/2016 Allen Nutman e colegas publicaram um artigo na Nature dizendo que esses pequenos nodos de 1 a 4 cm são estromatólitos fossilizados com 3.7 bilhões de anos. Se estiverem corretos, é o registro mais antigo de vida na Terra.



Linha do tempo



Evolução da vida na Terra



<https://www.youtube.com/watch?v=4BnDWO3KGGg>

Famoso episódio da Série Cosmos de Carl Sagan, descrevendo as principais etapas da evolução da vida na Terra.



Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

Atmosfera e a vida

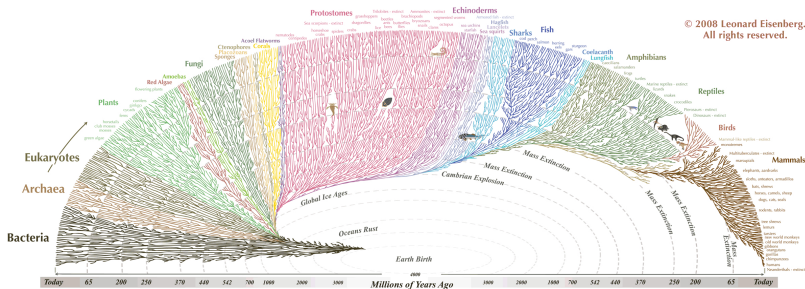
Extinções em massa

Bibliografia



Explosão do cambriano

© 2008 Leonard Eisenberg.
All rights reserved.



All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: Dinosaurs - extinct

© 2008 Leonard Eisenberg. All rights reserved.
www.eisenberg.com

Por volta de 530 Ma atrás houve um grande surto de vida na Terra, chamado de “Explosão do Cambriano”. Durou menos de 50 Ma e neste período surgiram quase todos os filos atuais e a vida complexa.



Explosão do cambriano



Vários animais estranhos surgiram no cambriano. Parece que a vida testou todas as possibilidades.

- ▶ Causas? Só hipóteses ...
- ▶ Glaciação Global com retenção de CO_2 nos oceanos e posterior super efeito estufa
- ▶ Super oxigenação dos oceanos
- ▶ Muitas outras hipóteses, talvez tudo junto!



Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

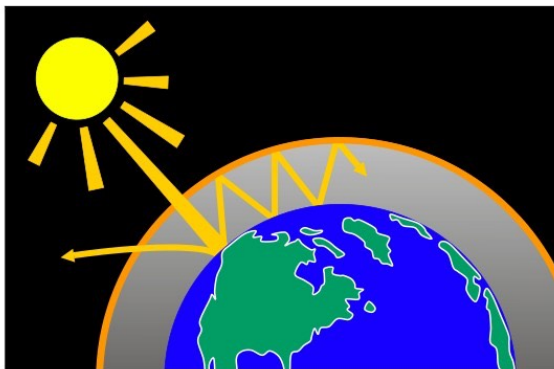
Atmosfera e a vida

Extinções em massa

Bibliografia



Efeito estufa

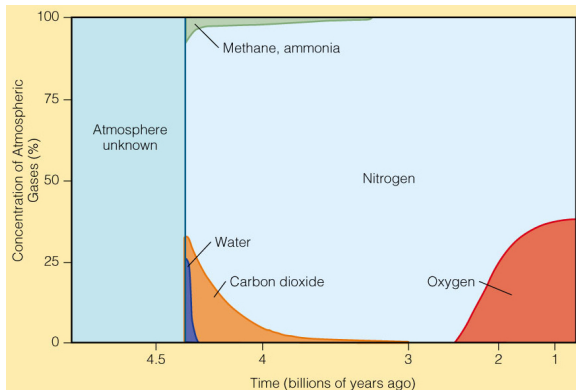


Sem atmosfera, a temperatura terrestre seria de -17°C .

CO_2 , H_2O e CH_4 causam o efeito estufa, aquecendo a atmosfera para $15,5^{\circ}\text{C}$.



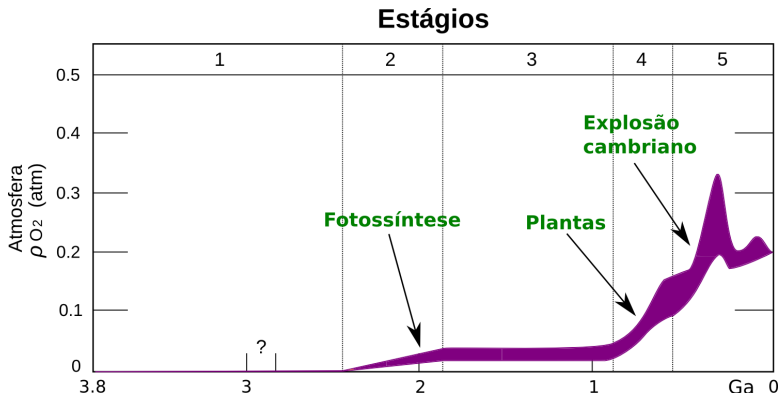
Evolução da atmosfera



Há 4 bilhões de anos o Sol era 30% mais fraco, a Terra estaria congelada, mas não estava. A composição química da atmosfera não é constante.



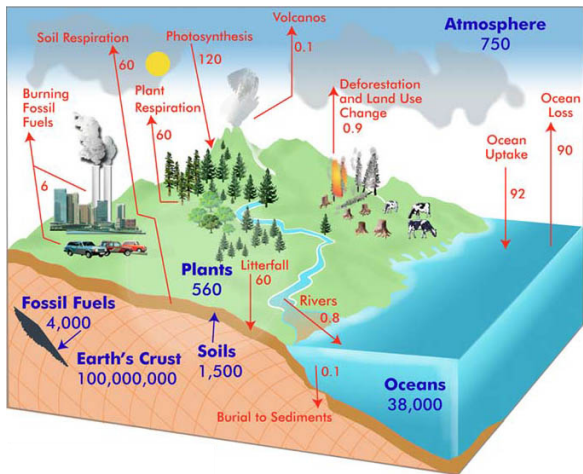
Evolução da oxigênio



Oxigênio desaparece em 4 Ma da atmosfera por ser reativo. Mas é necessário para formas mais complexas de vida por ser mais eficiente metabolicamente. No entanto, com ele, não teriam surgido os aminoácidos.



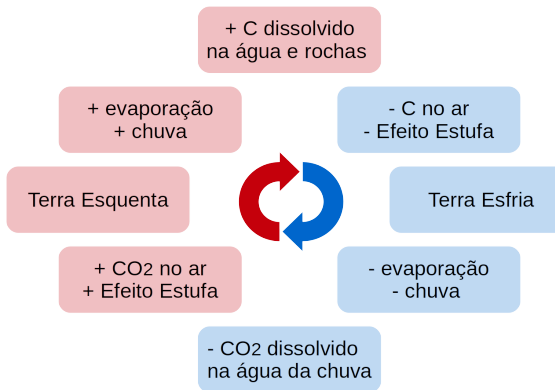
Ciclo do Carbono



O carbono tem um ciclo bastante complexo na atmosfera, que afeta diretamente o clima e a vida na Terra.



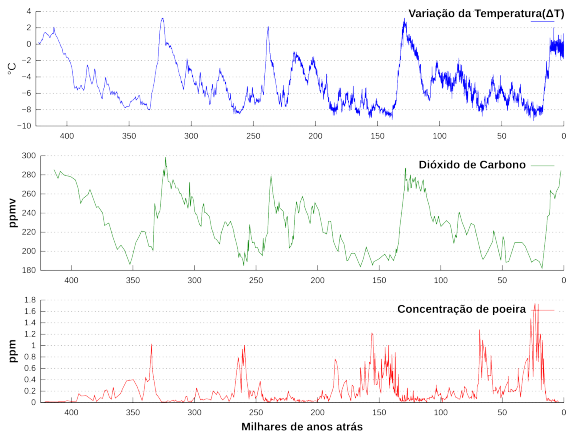
Ciclo do Carbono



O ciclo do carbono tem um equilíbrio dinâmico, muito importante para que as condições da atmosfera sejam estáveis a pequenas alterações.



Idades do gelo



A Terra sofre alterações cíclicas de temperatura e passa regularmente por período de mais frio e mais calor. Os períodos frios são conhecidos por “Eras do Gelo”. O gráfico mostra dados obtidos a partir de amostras de gelo e ar da estação Vostok, na Antártica.



Ciclo de Milankovitch

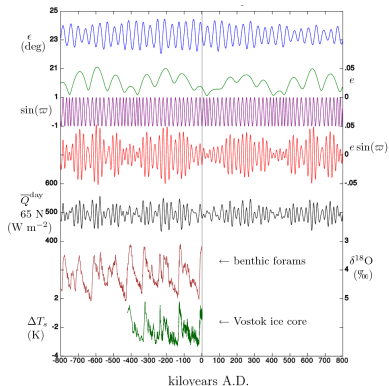
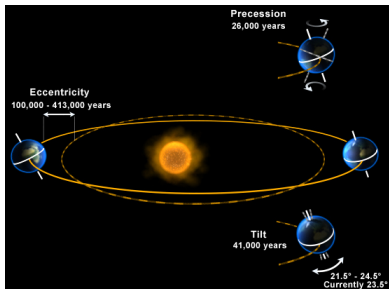


Gráfico da direita: De cima para baixo: inclinação do eixo, excentricidade, longitude do periélio, índice de precessão (mede a insolação), insolação na latitude 65° N. Variação da concentração do isótopo 18 de O (medida indireta de Temperatura – mais quente, mas energia para evaporar isótopos pesados), Temperatura da Terra inferida de dados da Estação Vostok.



Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

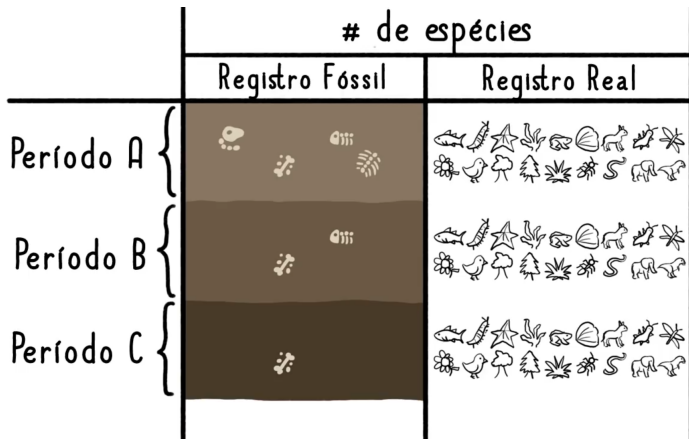
Atmosfera e a vida

Extinções em massa

Bibliografia



Extinções em massa

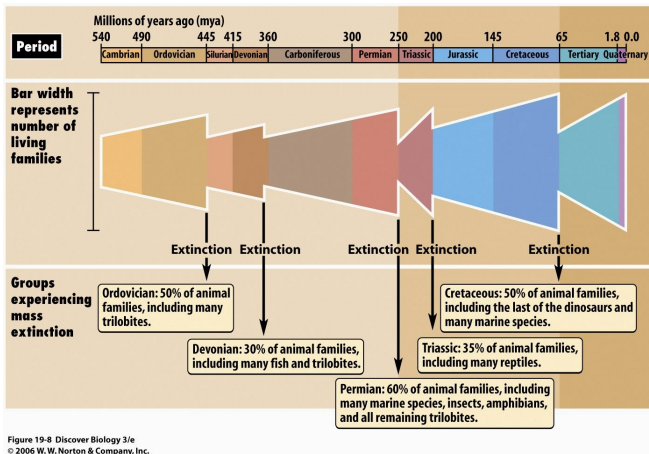


<https://www.youtube.com/watch?v=K08beX9C0uE>

Extinções em massa na história da Terra.



Principais extinções em massa



Aconteceram 5 principais extinções em massa na história da Terra.



Hipótese dos ateroides



A queda de um grande asteroide é uma das possibilidades mais citadas para uma extinção em massa.

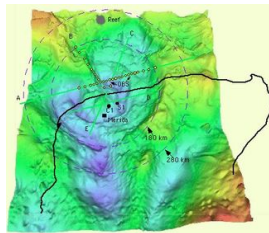


Chicxulub

- ▶ México, 65 Ma atrás
- ▶ 75% das espécies extintas
- ▶ 10 – 15 km de diâmetro
- ▶ Cratera de 180 km de diâmetro



Local da queda.



Mapa da cratera causada pela queda do asteroide.



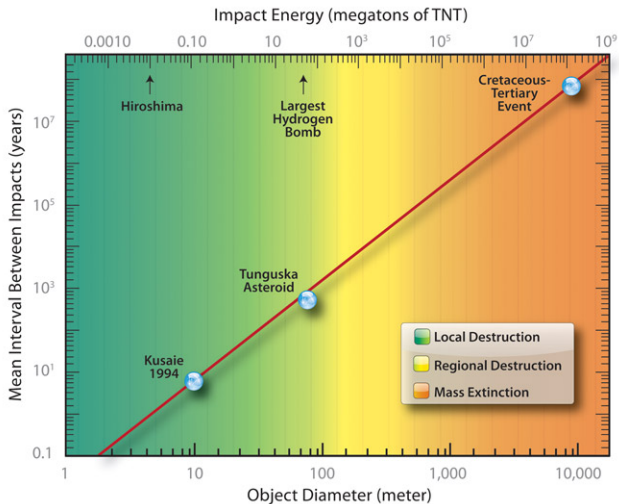
Morte dos dinossauros



Depois da queda do asteroide, a Terra teria sofrido uma profunda alteração climática que levou a morte de quase toda flora, causando a morte dos herbívoros e em seguida dos carnívoros. Somente pequenos animais sobreviveram.



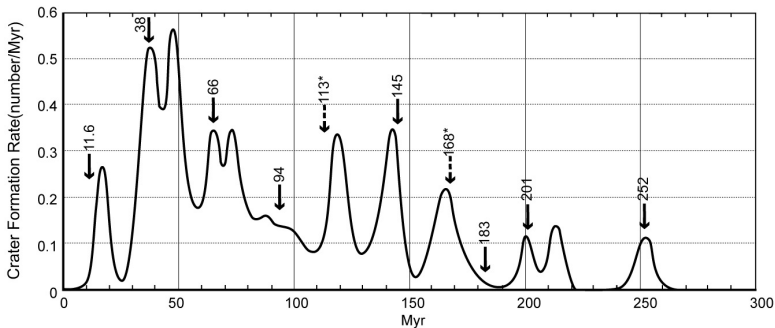
Impactos



Frequência de quedas de asteroides e meteoros na Terra.



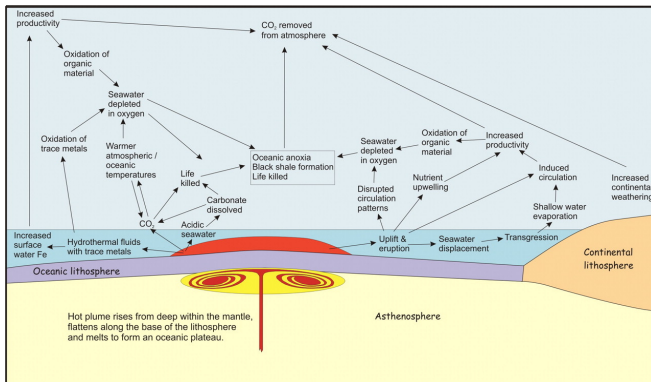
Impactos



Estudo de Michael Rampino & Ken Caldeira, 2015, relacionando a taxa de formação de crateras na Terra com extinções em massa. Os autores defendem que nos últimos 260 Ma há um ciclo de impactos com período de 26 Ma. Vários impactos em um curto espaço de tempo poderiam ter causado as extinções em massa.



Falta de oxigênio no oceano



Vulcanismo no leito oceânico pode causar a falta de oxigênio no oceano, causando extinção em massa. Figura de Andrew Kerr, 2005.

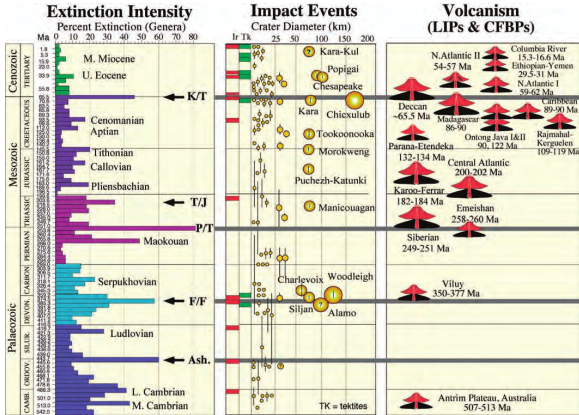




Um número crescente de paleontólogos e geólogos têm defendido que vulcões podem ter causado as extinções em massa da Terra. Num período de muito vulcanismo, há alteração do clima da Terra e aumento da acidez dos oceanos.



Causas das extinções em massa



Extinções em massa. Diagrama de Gerta Keller, 2012. Segundo ela evento de Chicxulub acontecem 300 mil anos antes da extinção em massa do K/T (extinção dos dinossauros). Segundo a autora, a causa da extinção também está relacionada ao vulcanismo.



Índice

Surgimento da vida na Terra

Surtos de vida

Atmosfera e a vida

Extinções em massa

Bibliografia



Fontes para estudo

- ▶ Seção “A Origem da Vida e Vida Extraterrestre” em <http://astro.if.ufrgs.br/>
- ▶ A vida no Cosmo, Scientific American, 2003, Duetto
- ▶ O Universo Vivo, Chris Impey, Editora Larrouse, 2009



REALIZAÇÃO

