

# **Processos macroevolutivos**

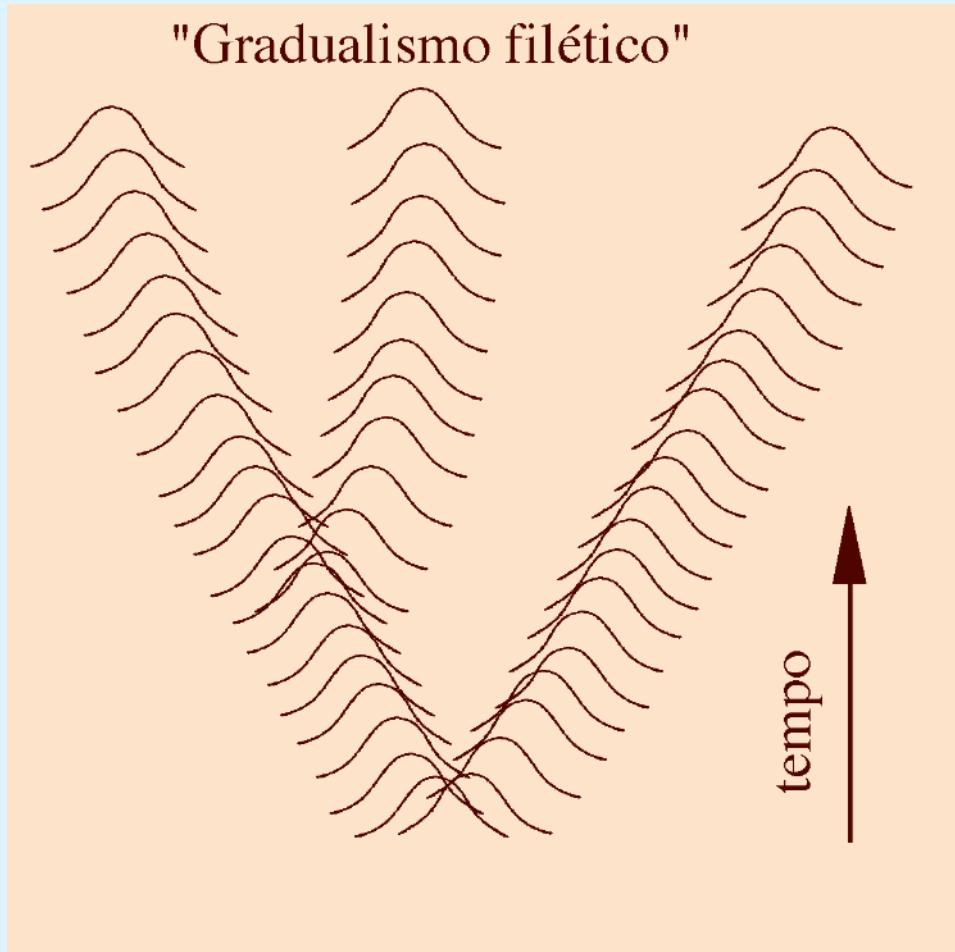
Sergio Russo Matioli  
Departamento de Genética e Biologia evolutiva  
Instituto de Biociências - USP

# Macroevolução

- Simplesmente a microevolução em escala maior
- Idéia dominante entre os defensores do Neodarwinismo
- Exponente: George Gaylord Simpson (1902-1984)



# Macroevolução



Macroevolução  
como o acúmulo de  
microevolução

# Macroevolução

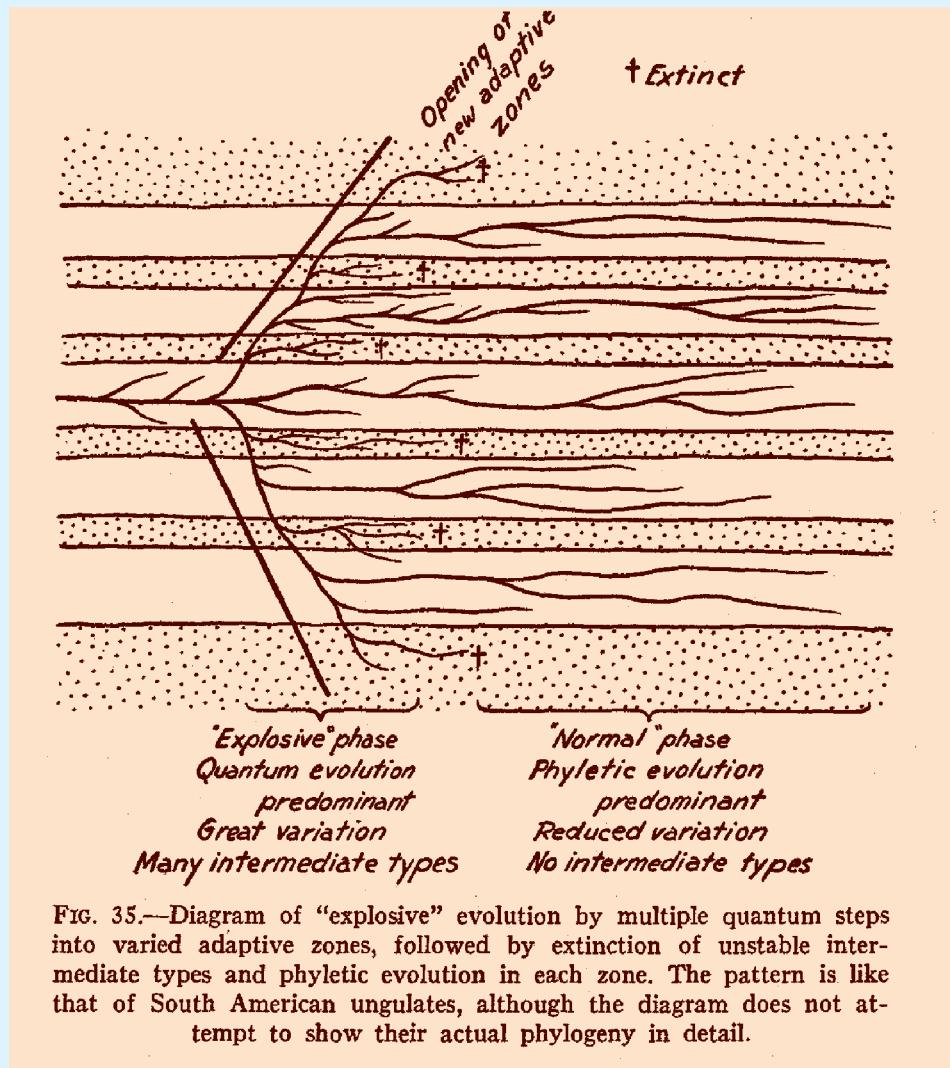
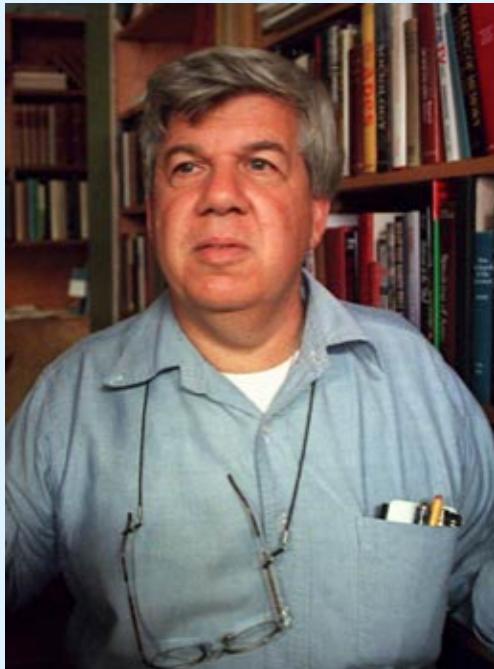


FIG. 35.—Diagram of “explosive” evolution by multiple quantum steps into varied adaptive zones, followed by extinction of unstable intermediate types and phyletic evolution in each zone. The pattern is like that of South American ungulates, although the diagram does not attempt to show their actual phylogeny in detail.

Evolução quântica: A explicação de Simpson para eventos concentrados em espaços “curtos” de tempo

# Macroevolução: equilíbrio intermitente

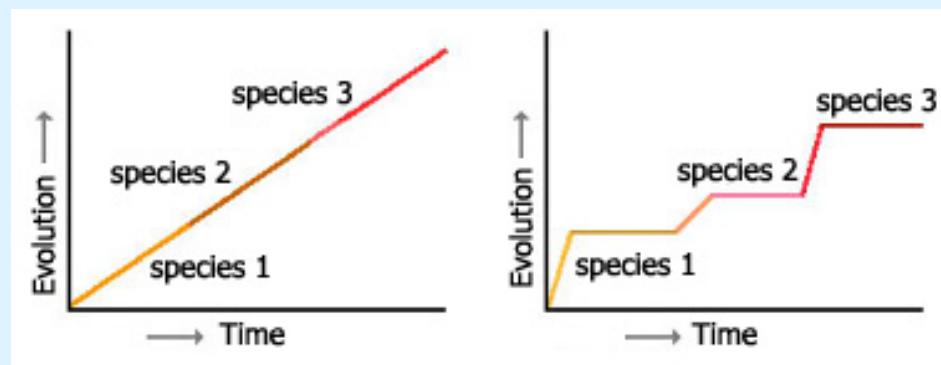
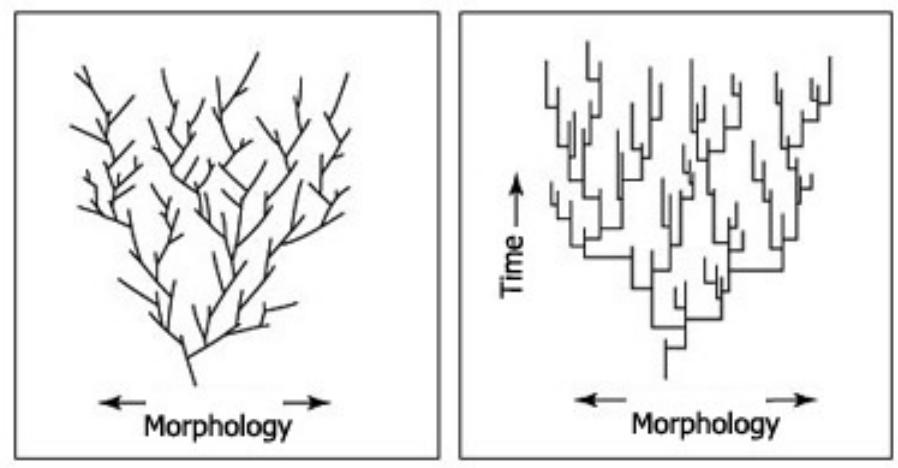


Stephen Jay Gould  
(1941-2002)



Niles Eldredge  
(1943-)

# Macroevolução



“Punctuated  
equilibria”  
(equilíbrio  
intermitente,  
ou “pontuado”)

# Padrões e processos

Tanto o “gradualismo filético” como o “equilíbrio intermitente” tratam somente de padrões, ou seja, como as linhagens de organismos cujos fósseis são preservados evoluem durante o tempo geológico. Os processos que levam a esses padrões é que são os focos das teorias.

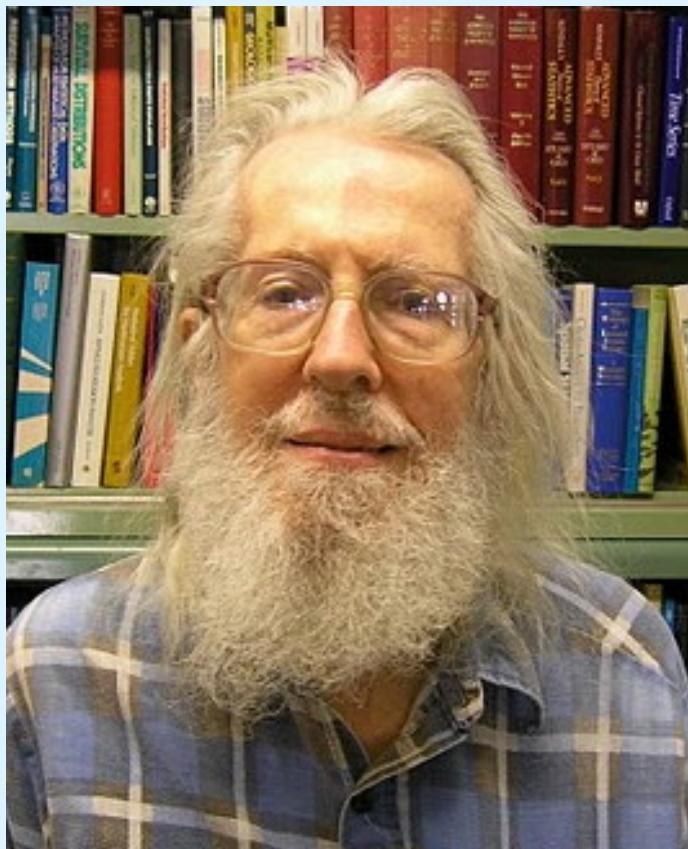
# A hipótese da rainha vermelha



Alice: Por quê precisamos correr tanto?  
Rainha Vermelha: Para ficarmos no mesmo lugar!

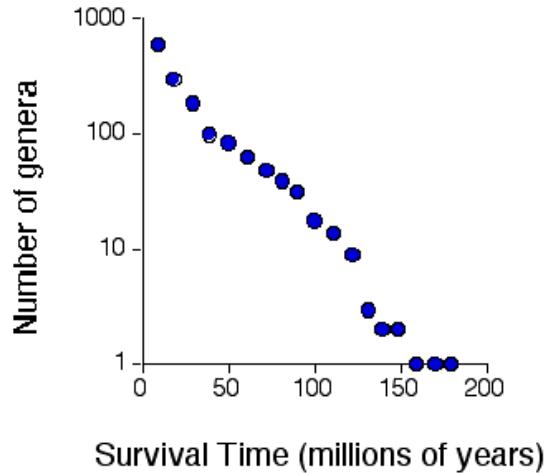
Lewis Carroll, Alice através do espelho

# Leigh Van Valen (1935-2010)



Biólogo evolutivo norte-americano que lecionou na Universidade de Chicago. Baseado em compilações de levantamentos do registro fóssil, concluiu que havia uma probabilidade constante de extinção, que explicou através da hipótese da rainha vermelha (ou de copas).

# Extinções constantes



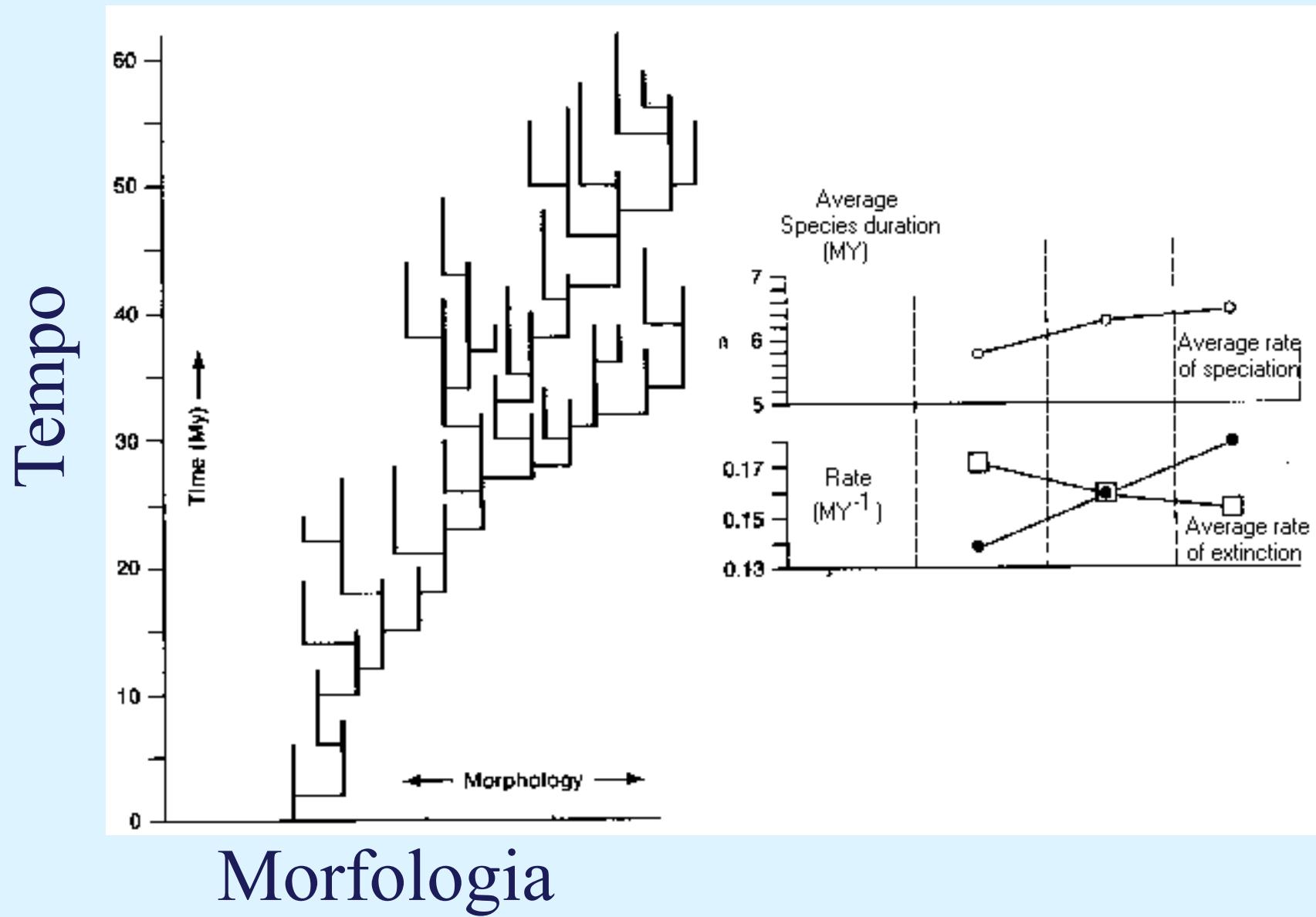
The macroevolutionary Red Queen. Survival times for extinct genera of the Class Echinoidea (sea urchins and sand dollars). The linear relationship between number of genera and the logarithm of survival time suggests that the probability of extinction is constant over time.  
Redrawn from Van Valen (1973).

Curva de extinção de Equinóides (pepinos do mar e bolachas da praia)

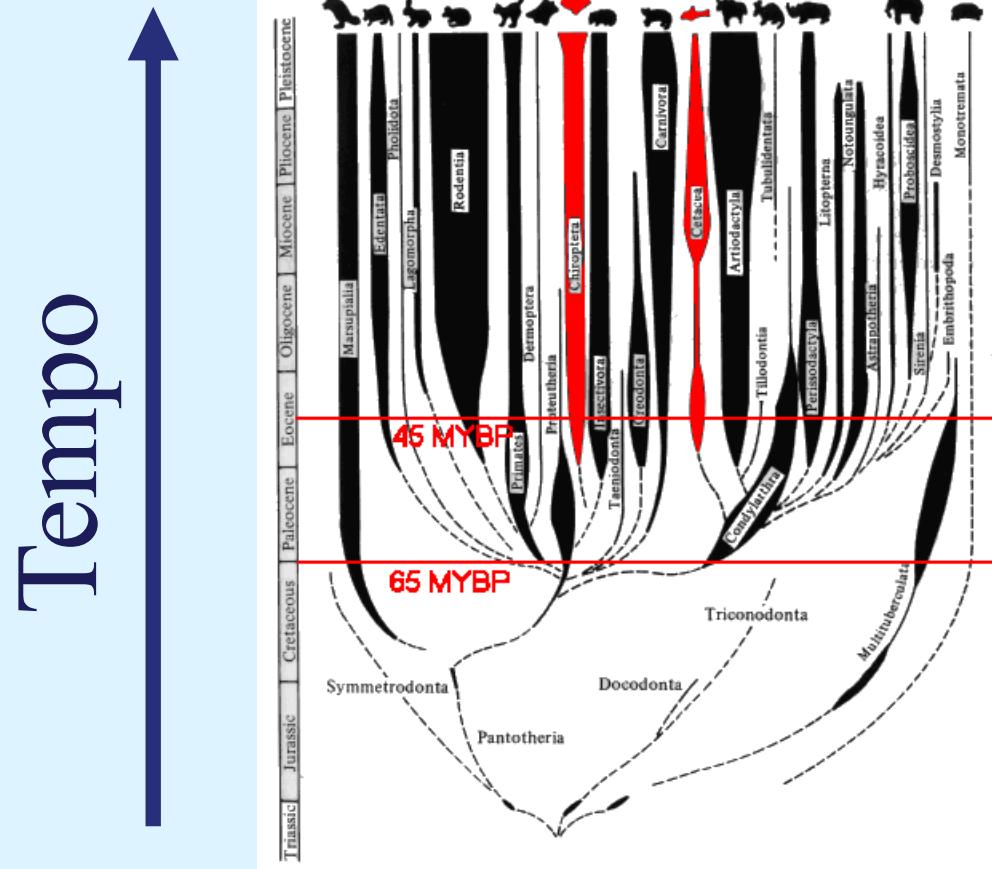
# Seleção ou “ordenamento” de espécies

Alguns autores propuseram que grupos de hierarquia superior àquela de espécies (gêneros, famílias ou quaisquer clados), poderiam estar sujeitos à seleção, de forma análoga ao que acontece em indivíduos de uma espécie.

# Seleção de espécies

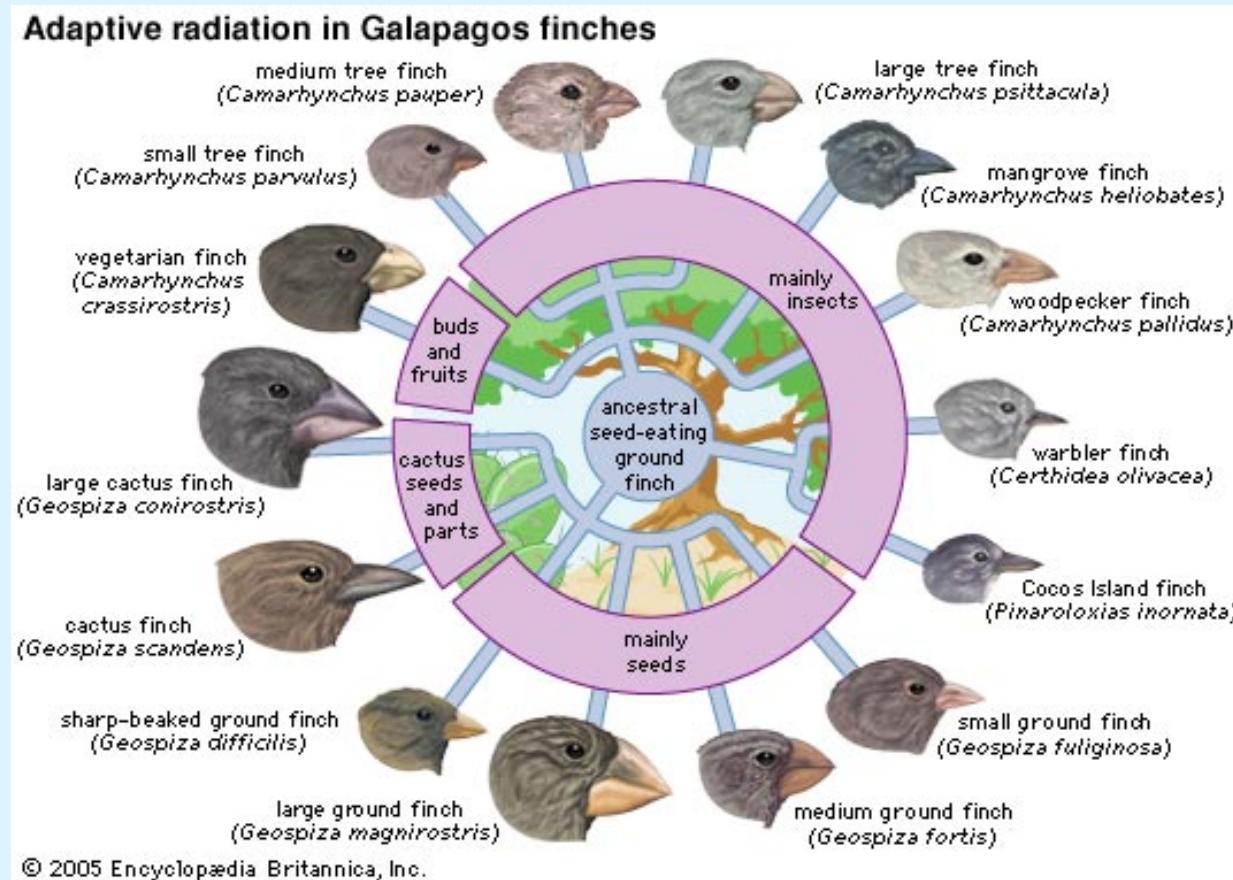


# Radiações adaptativas



Radiação adaptativa dos mamíferos.

# Radiações adaptativas



Radiação adaptativa dos tentilhões de Galápagos. Todas as espécies do gênero *Geospiza* descendem de uma única espécie ancestral.

# Causas das radiações adaptativas

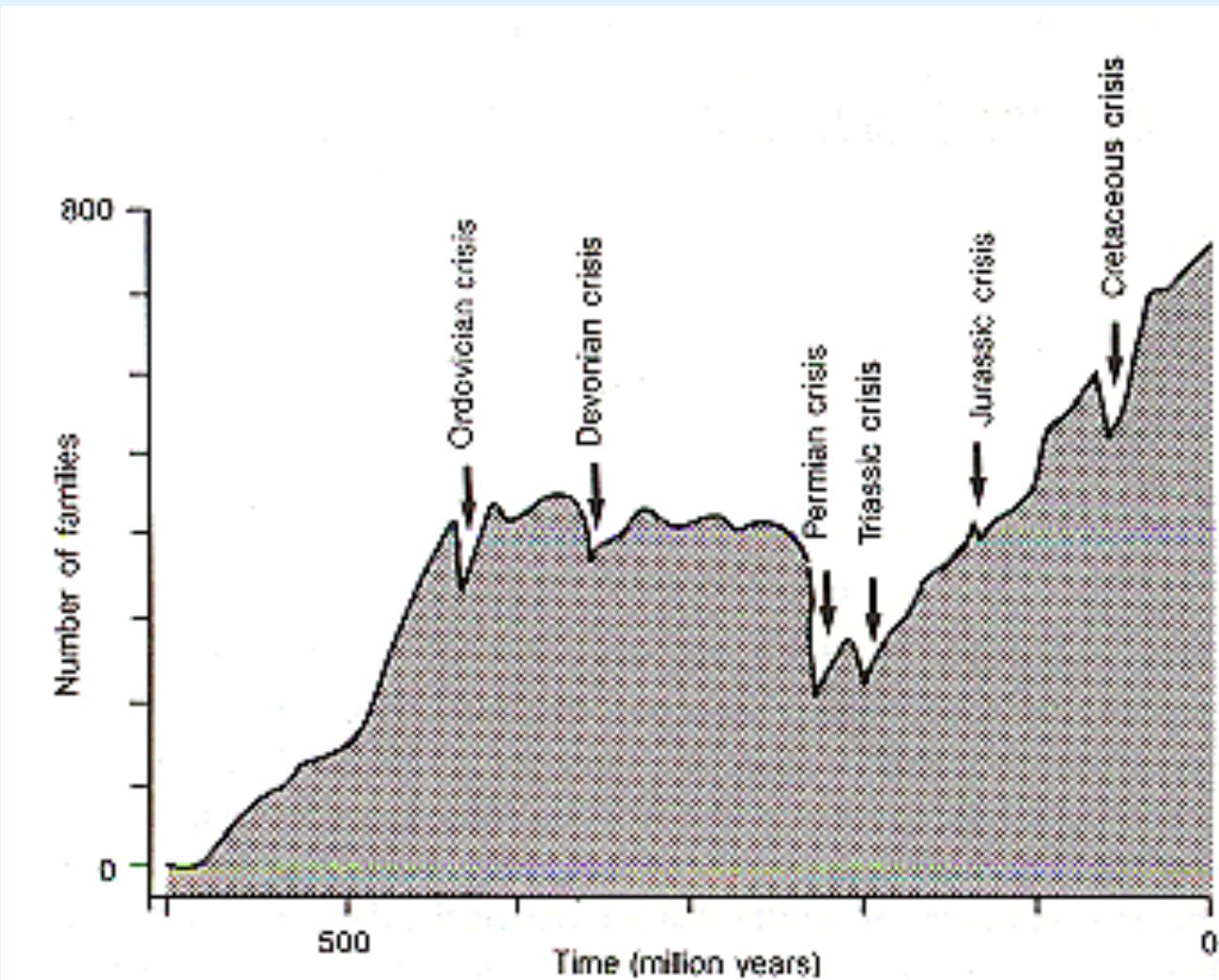
## Inovação

Em uma espécie há a evolução de uma novidade evolutiva. Todas as espécies descendentes desta podem diversificar rapidamente por possuir essa característica inovadora. Exemplo: Mamíferos

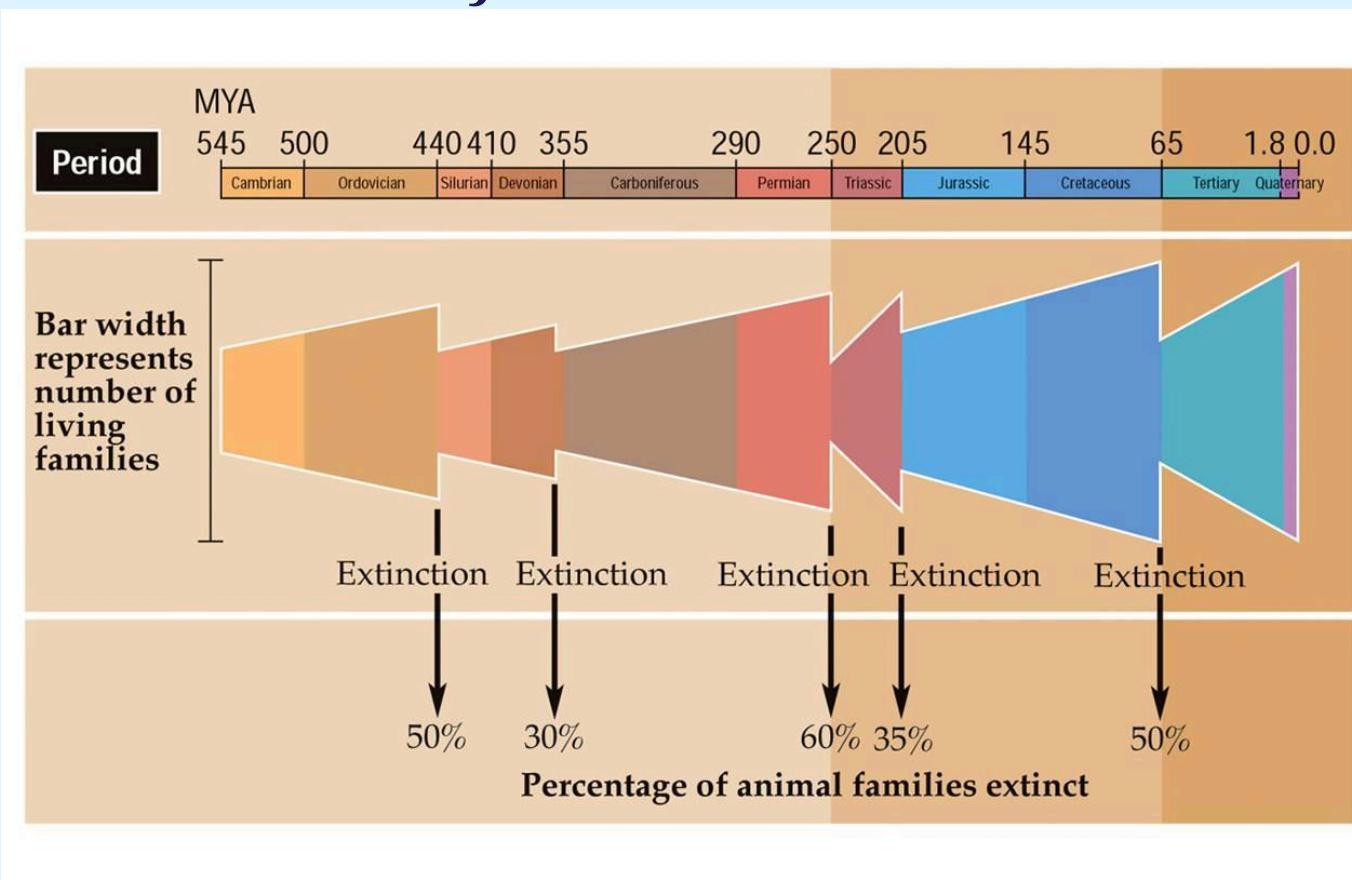
## Oportunidade

Uma espécie passa a ocupar um ambiente ainda inexplorado perante suas capacidades. Assim como no caso da inovação, pode haver rápida diversificação. Exemplo: os tentilhões de Galápagos.

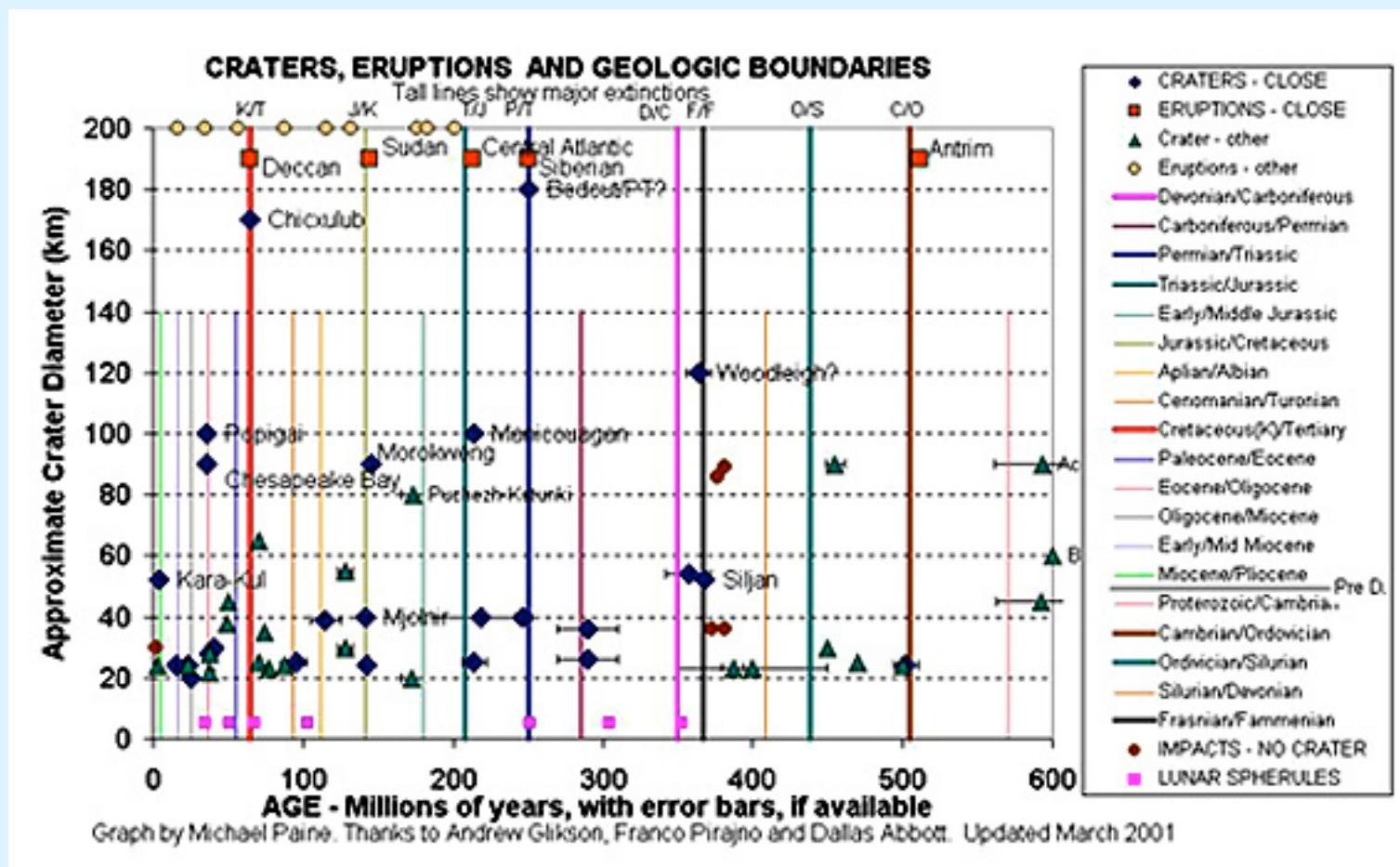
# Extinções em massa



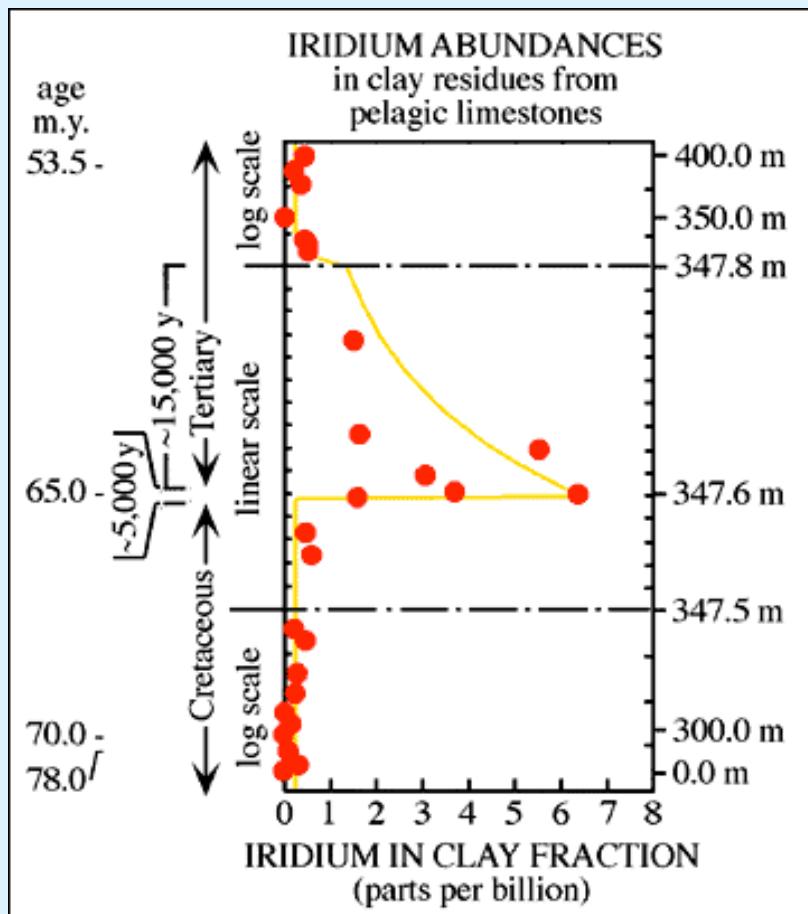
# Extinções em massa



# Extinções em massa



# Extinções em massa



# Alvarez e Alvarez (1980): Excesso de Irídio na interface K/T (Cretáceo/ Terciário)

# Extinções em massa

802 Evolution: Raup and Sepkoski

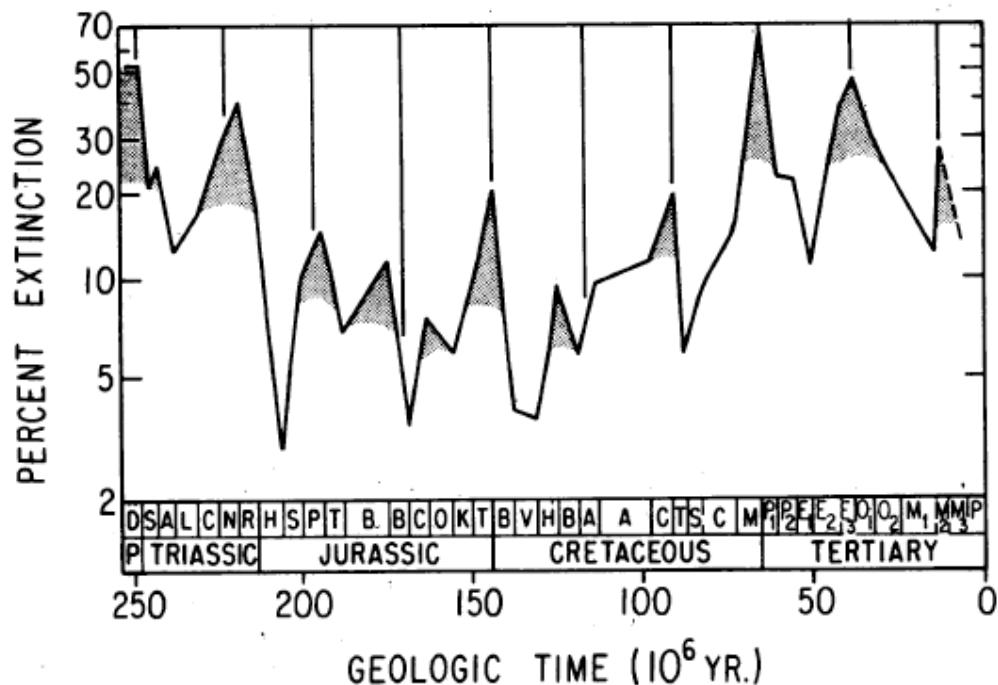


FIG. 1. Extinction record for the past 250 ma. Letter codes (bottom) identify stratigraphic stages. The best-fit 26-ma cycle is shown along the top. The relative heights of extinction peaks should not be taken as literal expressions of extinction intensity because the absence of extant taxa exaggerates the heights of younger peaks.

Periodicidade?  
Raup e  
Sepkoski, 1984

# Extinções em massa



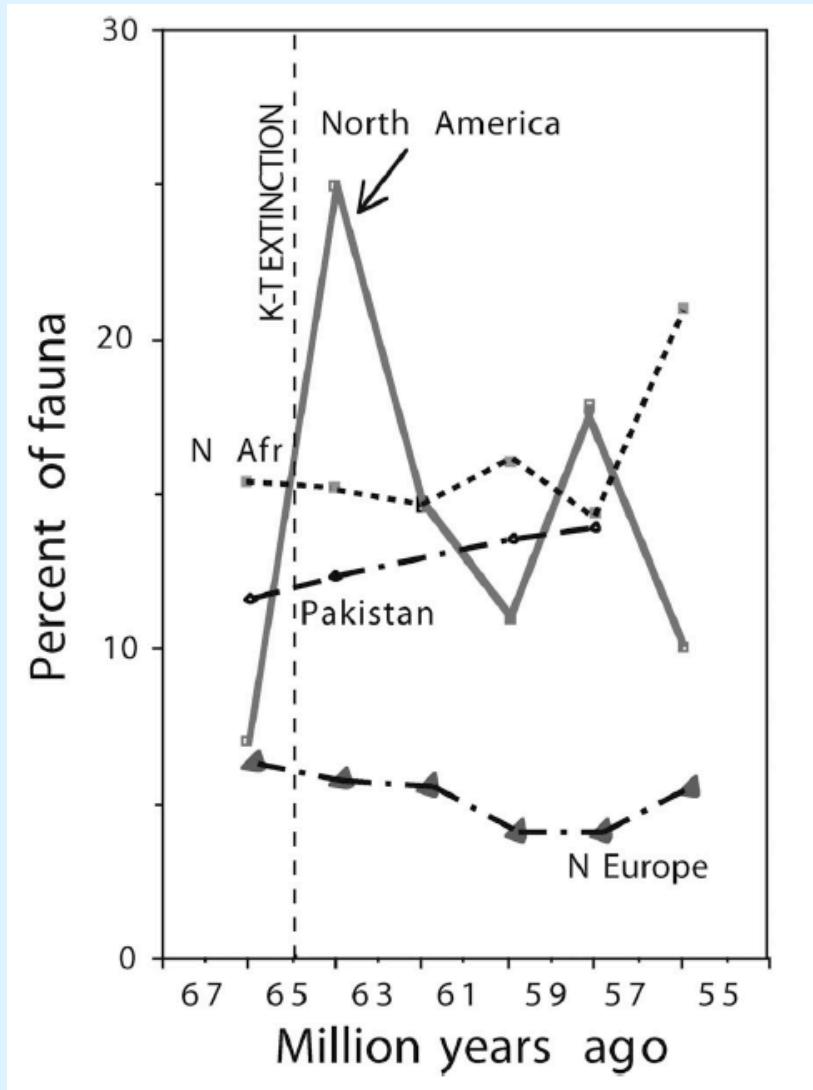
Cratera datada de 65 mA.

# Extinção K/T

Embora a hipótese do impacto seja bem aceita, não há como descartar as evidências de intenso vulcanismo na época

Há também a hipótese do “grande sino”, segundo a qual a ressonância causada pelo impacto causaria um rearranjo da crosta, com vulcanismo.

# Extinções em massa



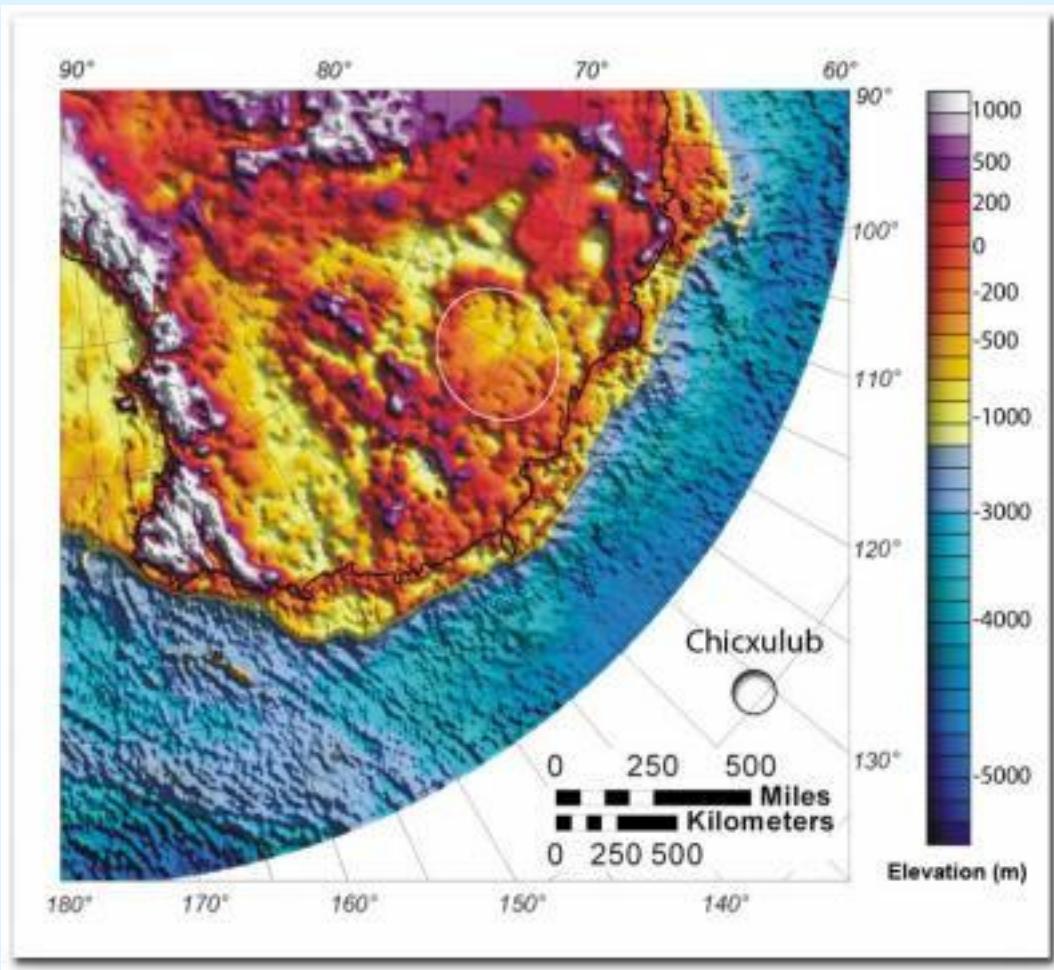
Jablonski, 2004

# Extinções em massa



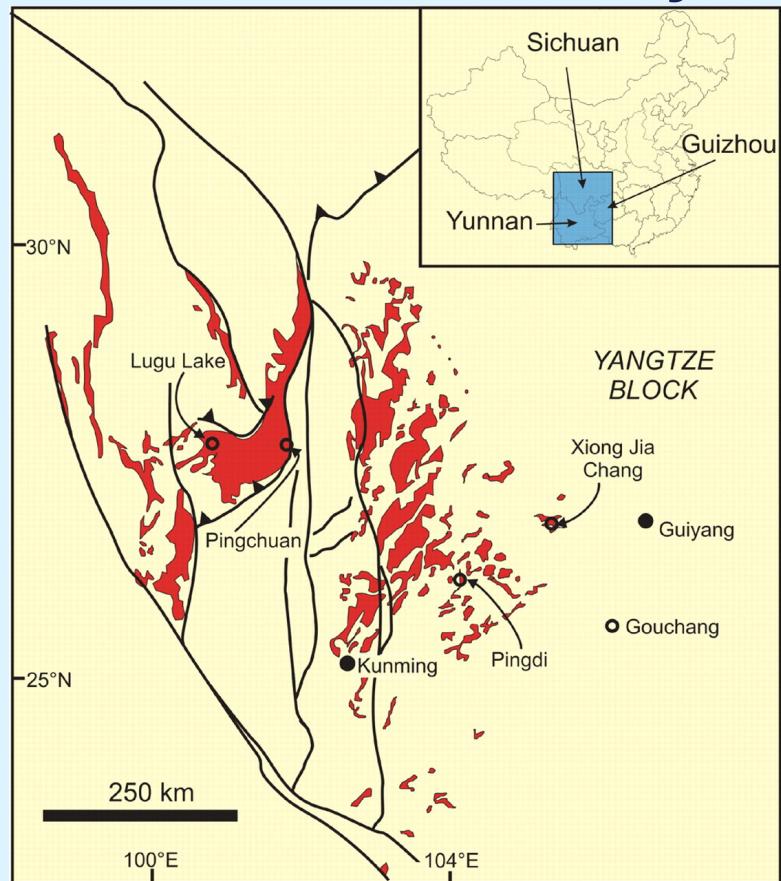
Cratera em  
Popigai (Sibéria)  
com 35 mA,  
Eoceno tardio

# Extinções em massa



Evidências de uma cratera gigante na Antártida, talvez do fim do Permiano

# Extinções em massa



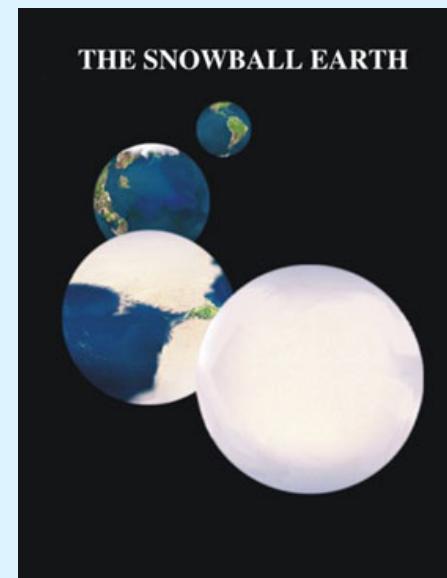
Evidências de um  
enorme derrame de  
lava do fim do  
Permiano

P. B. Wignall et al., Science 324, 1179 -1182 (2009)

# A Terra como bola de neve



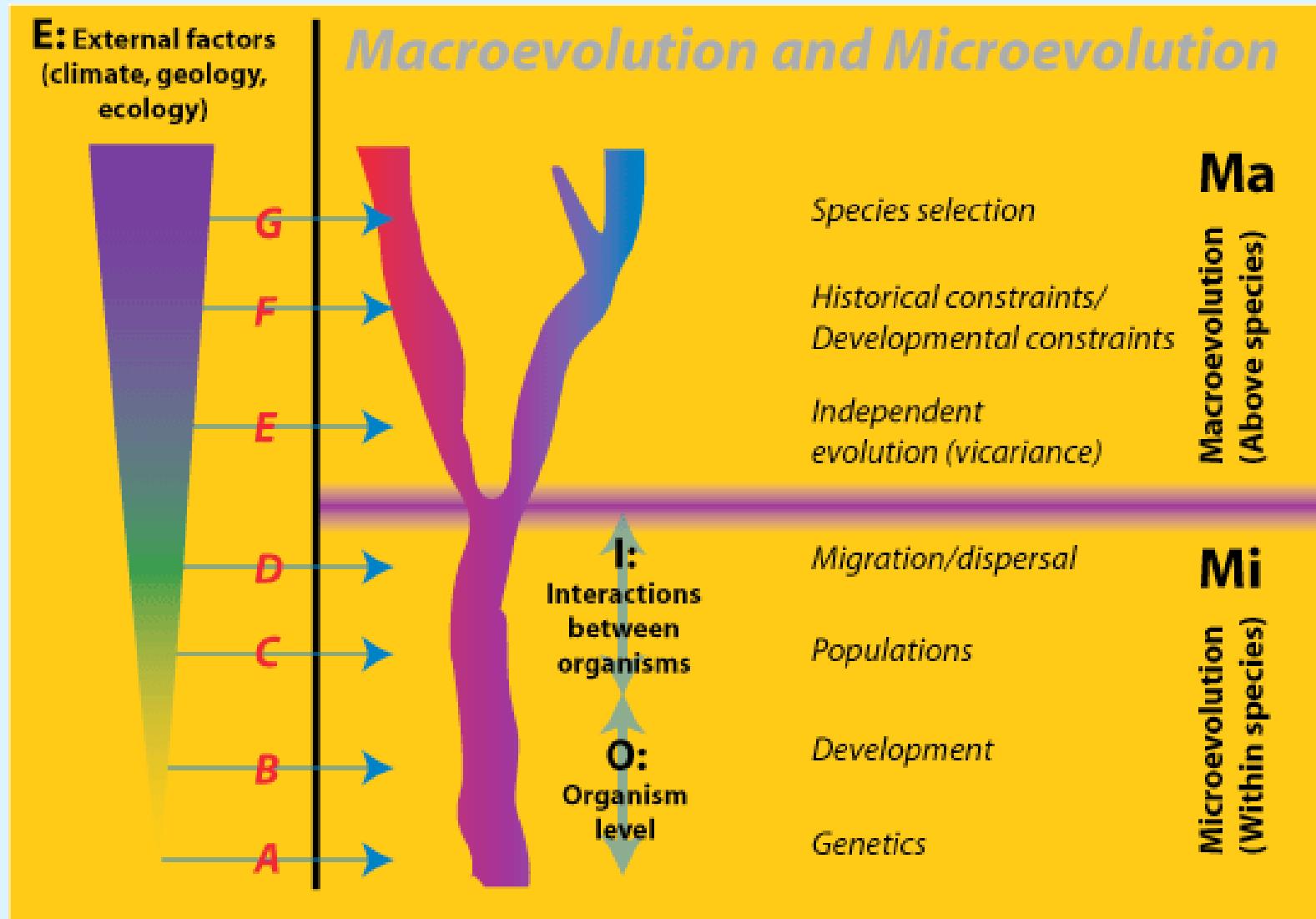
Paul Hoffman mostrando o início de rochas carbonáticas do fim do pré-cambriano sobre vestígios de glaciares



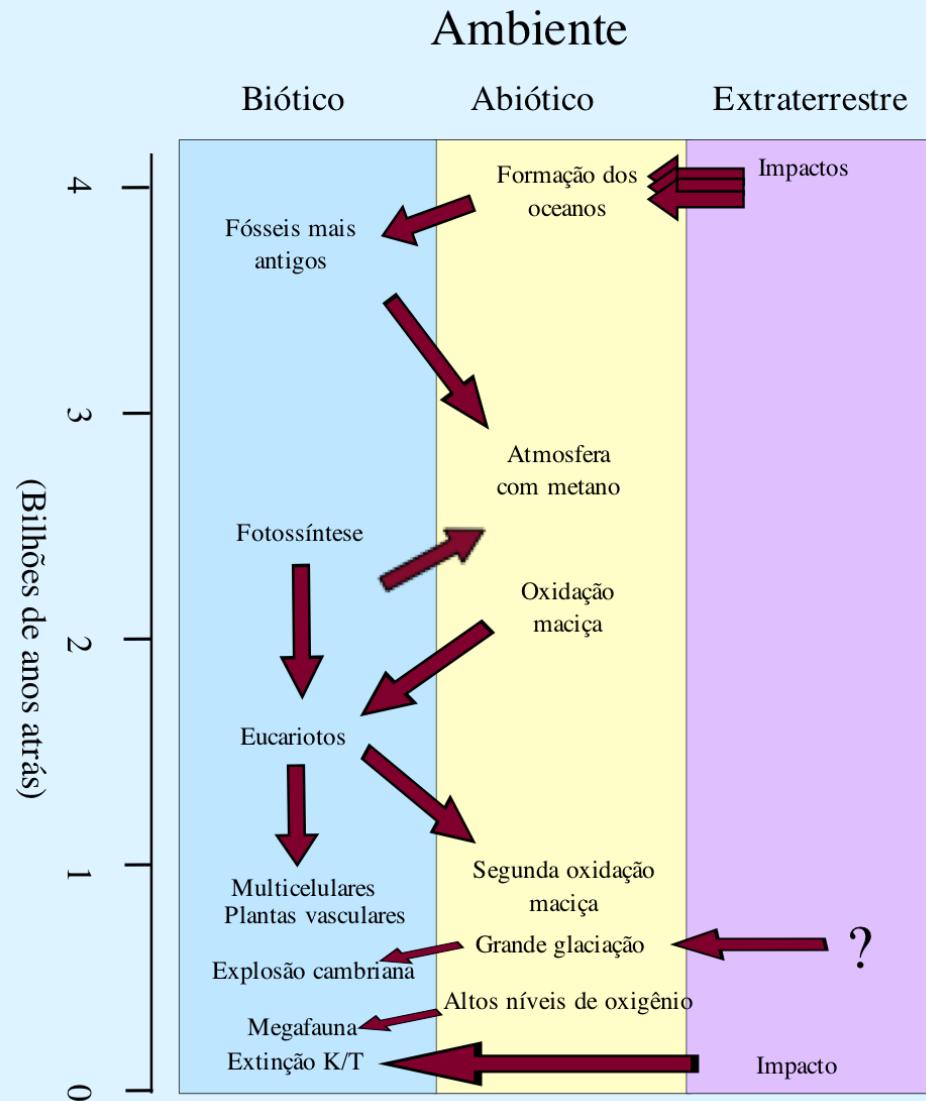
# Macroevolução

- Simplesmente a microevolução em escala maior?
- Sujeita a leis diferentes daquelas da microevolução?
  - a) Influências bióticas
  - b) Influências abióticas

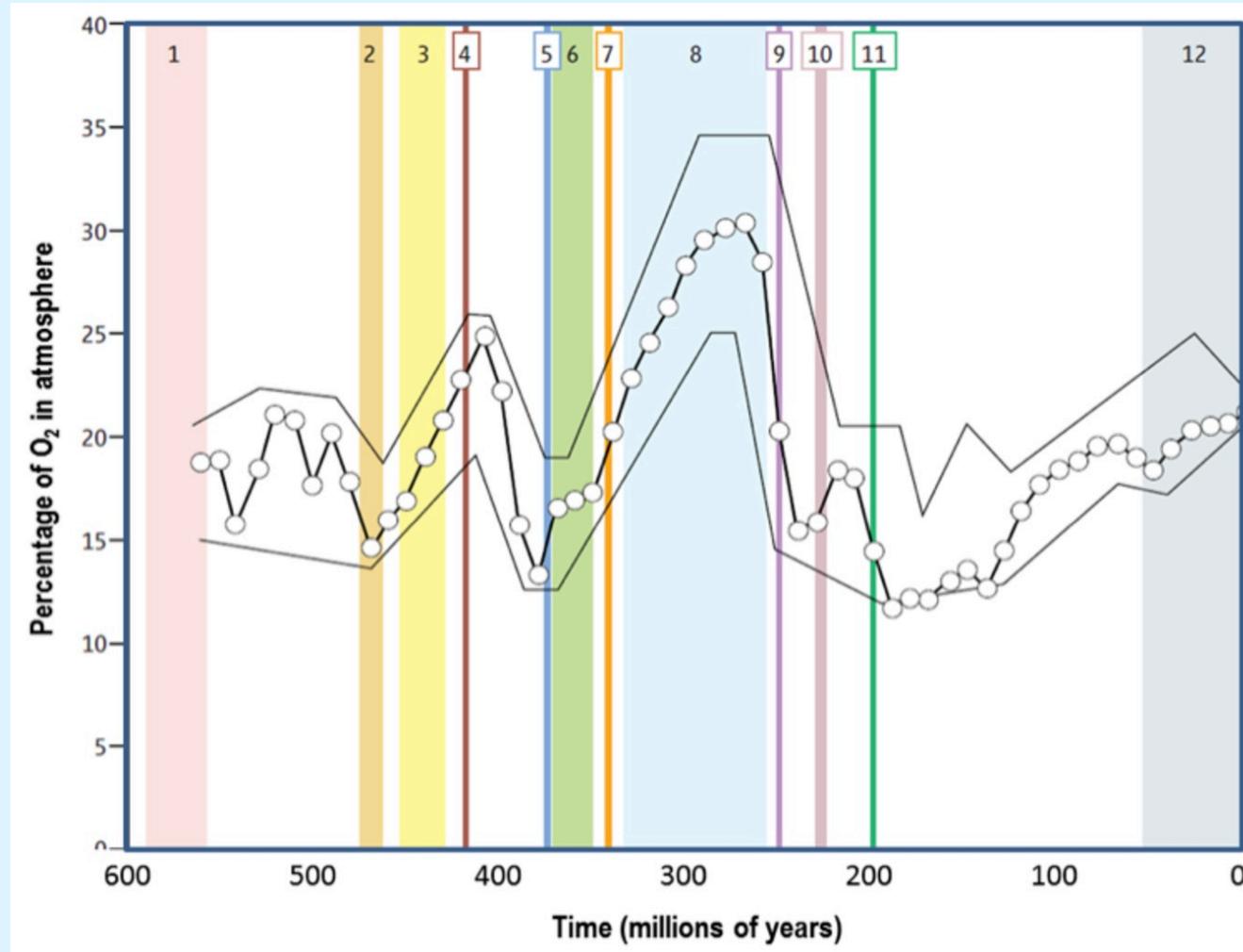
# Macroevolução



# Megaevolução



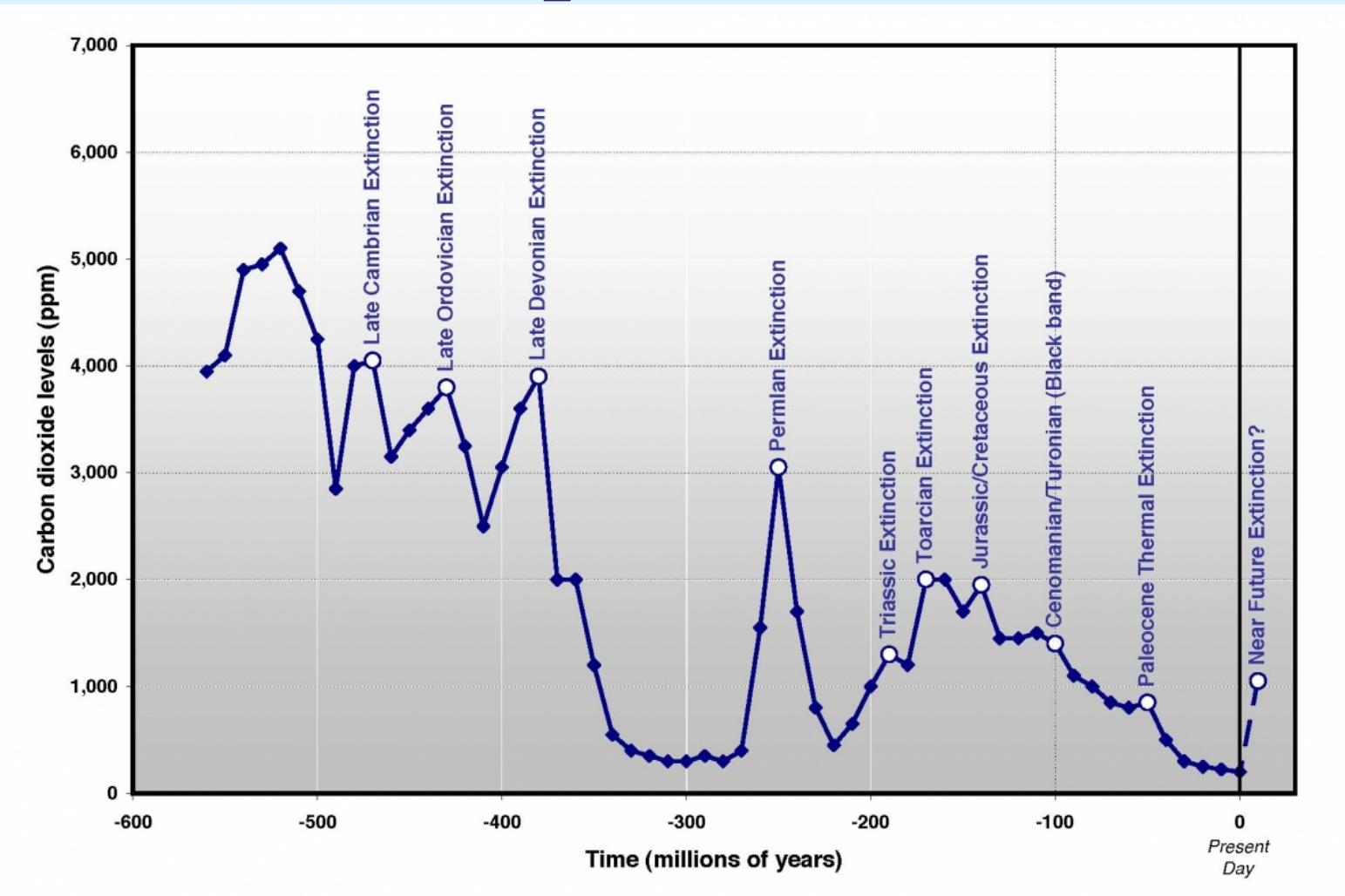
# Oxigênio no passado



1. Planos animais
2. Peixes
3. Ordoviciano
4. Conquista da Terra<sup>1</sup>
5. Ext. devoniano
6. Pós-Devoniano
7. Conquista da Terra<sup>2</sup>
8. Carbonífero-Permiano
9. Ext. Permiano
10. Triássico tardio
11. Triássico/Jurássico
12. Mamíferos grandes

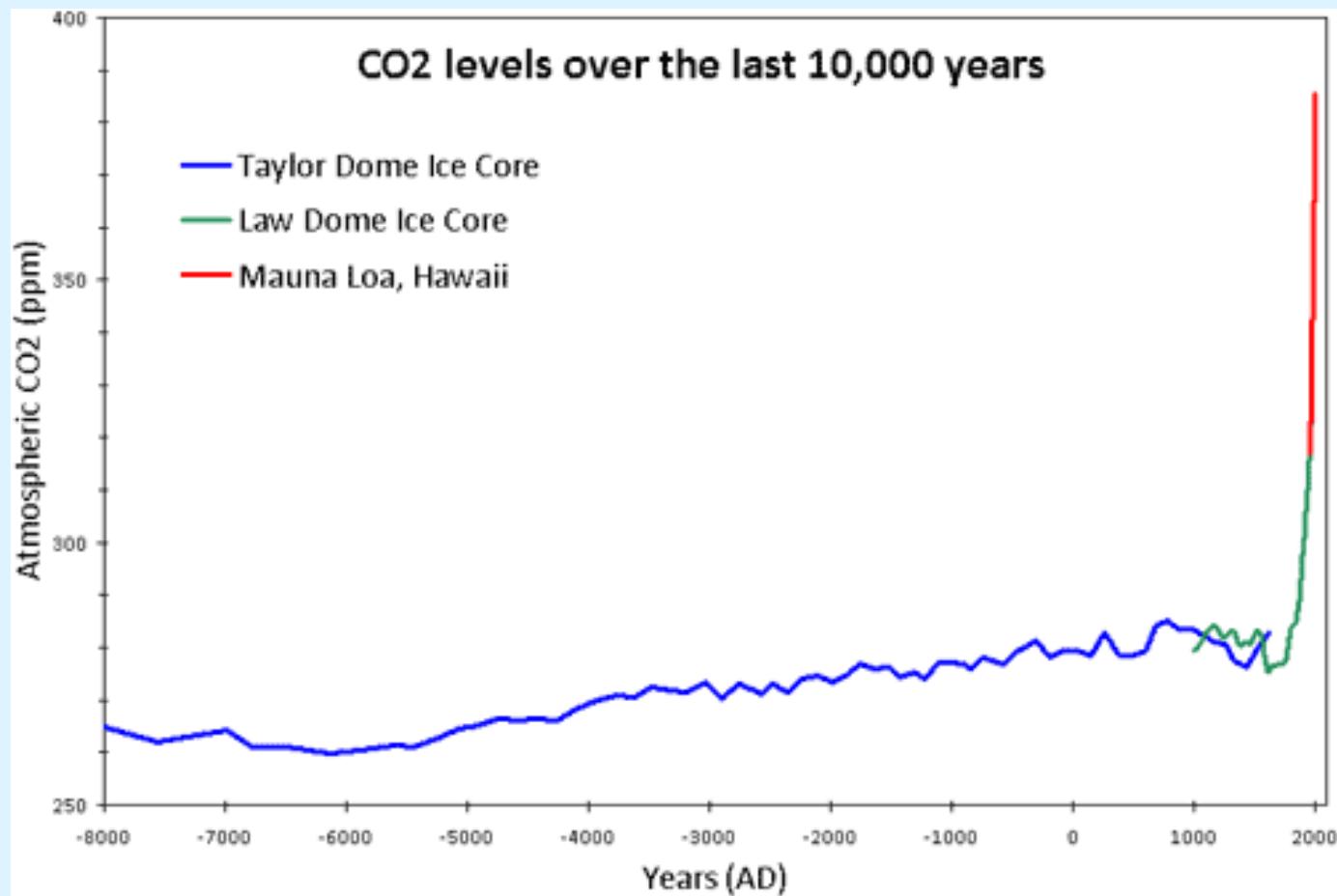
Berner et al. (2007). Oxygen and evolution. **Science** 316:557.

# CO<sub>2</sub> no passado



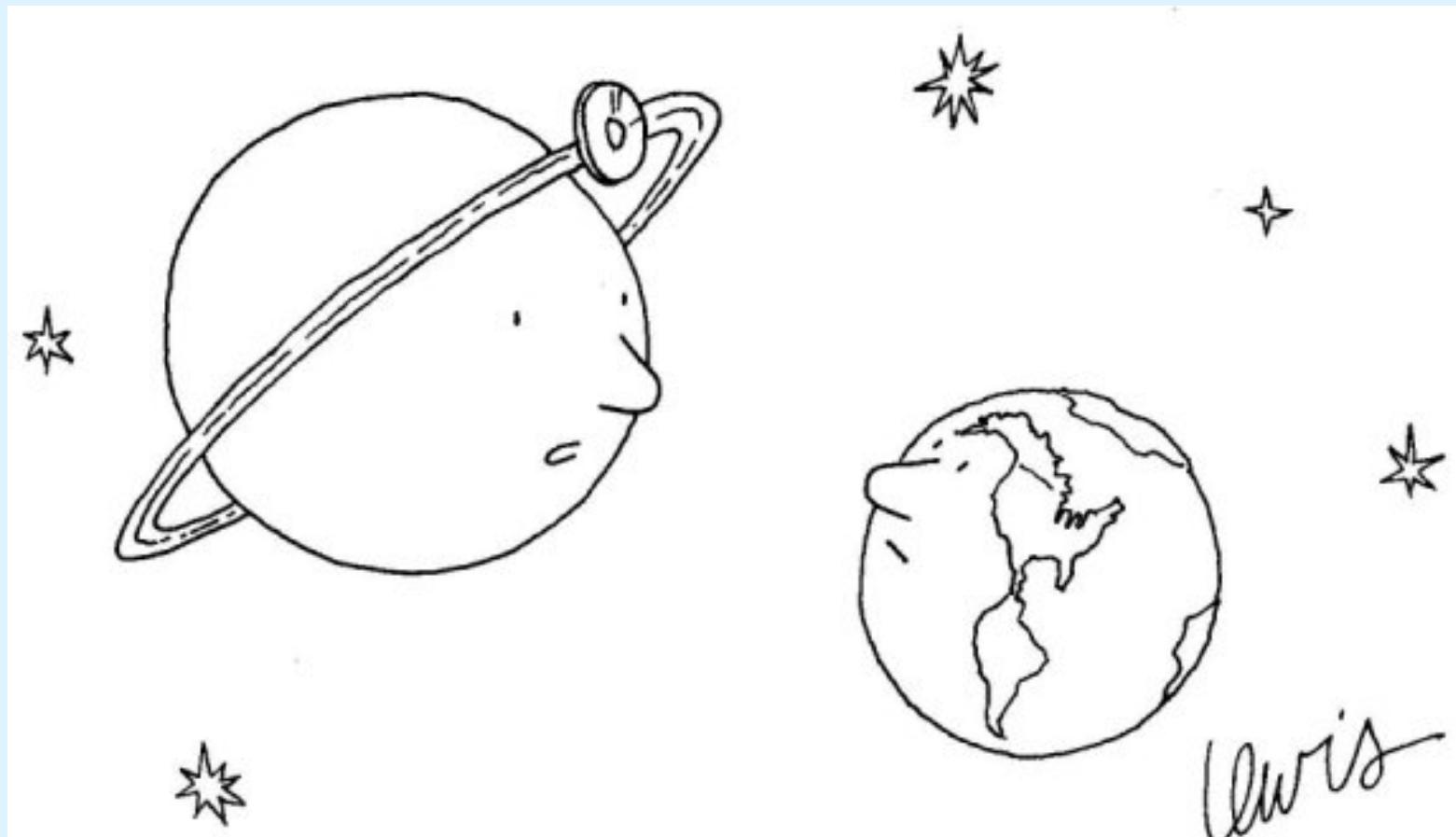
<http://johnenglander.net/CO2-Extinction-Graph-500Myr>

# $\text{CO}_2$ no passado mais recente



<http://www.skepticalscience.com/co2-levels-airborne-fraction-increasing.htm>

# Biosfera doente



*"I'm afraid you have humans."*

# Vanishing Islands

[http://www.youtube.com/watch?  
v=hFsZm0ddAL8](http://www.youtube.com/watch?v=hFsZm0ddAL8)

Documentário ~7 minutos  
[Youtube Vanishing Islands](#)