

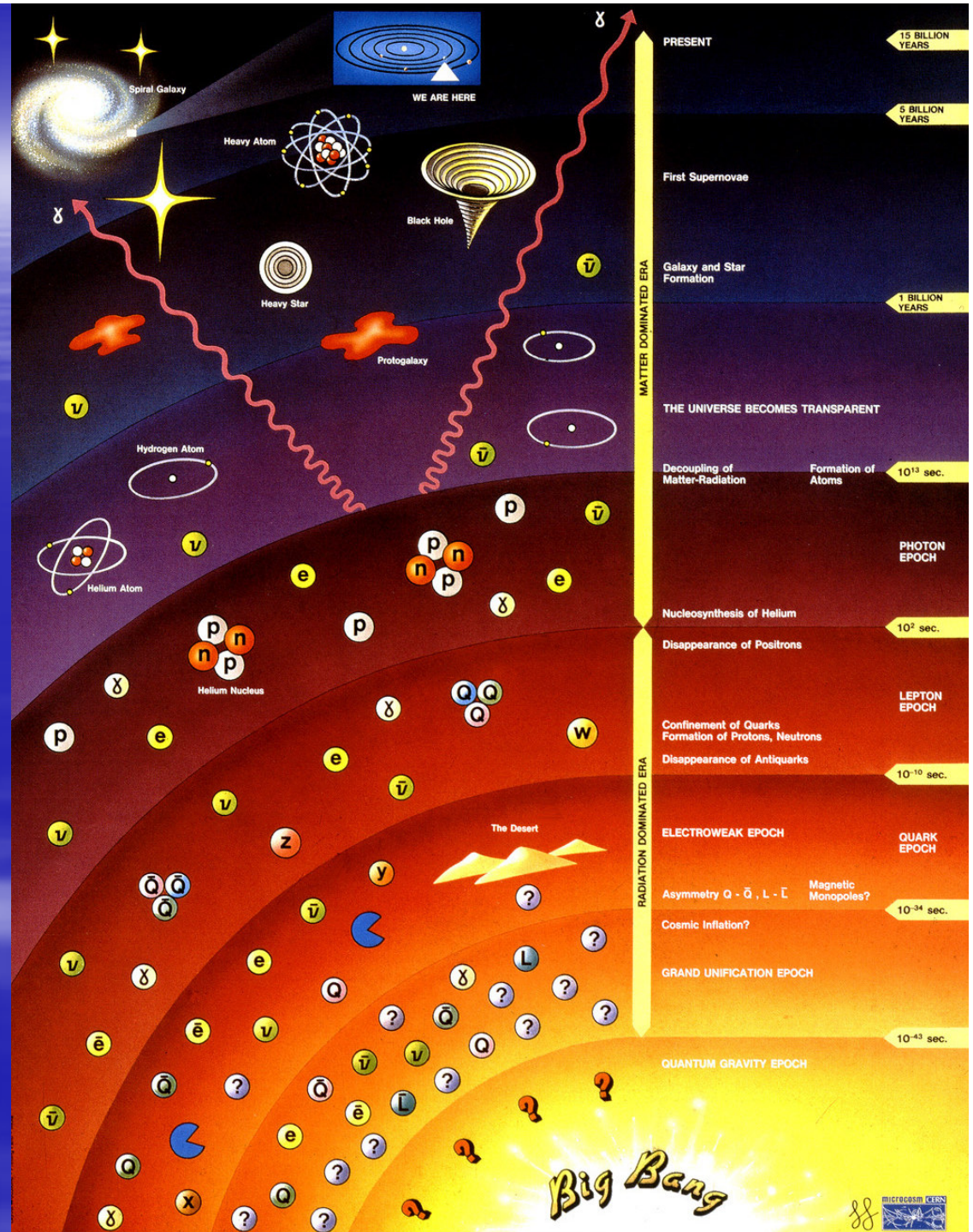
De um ponto negro a um ponto azul: geosfera, atmosfera e vida

E. Ivo Alves

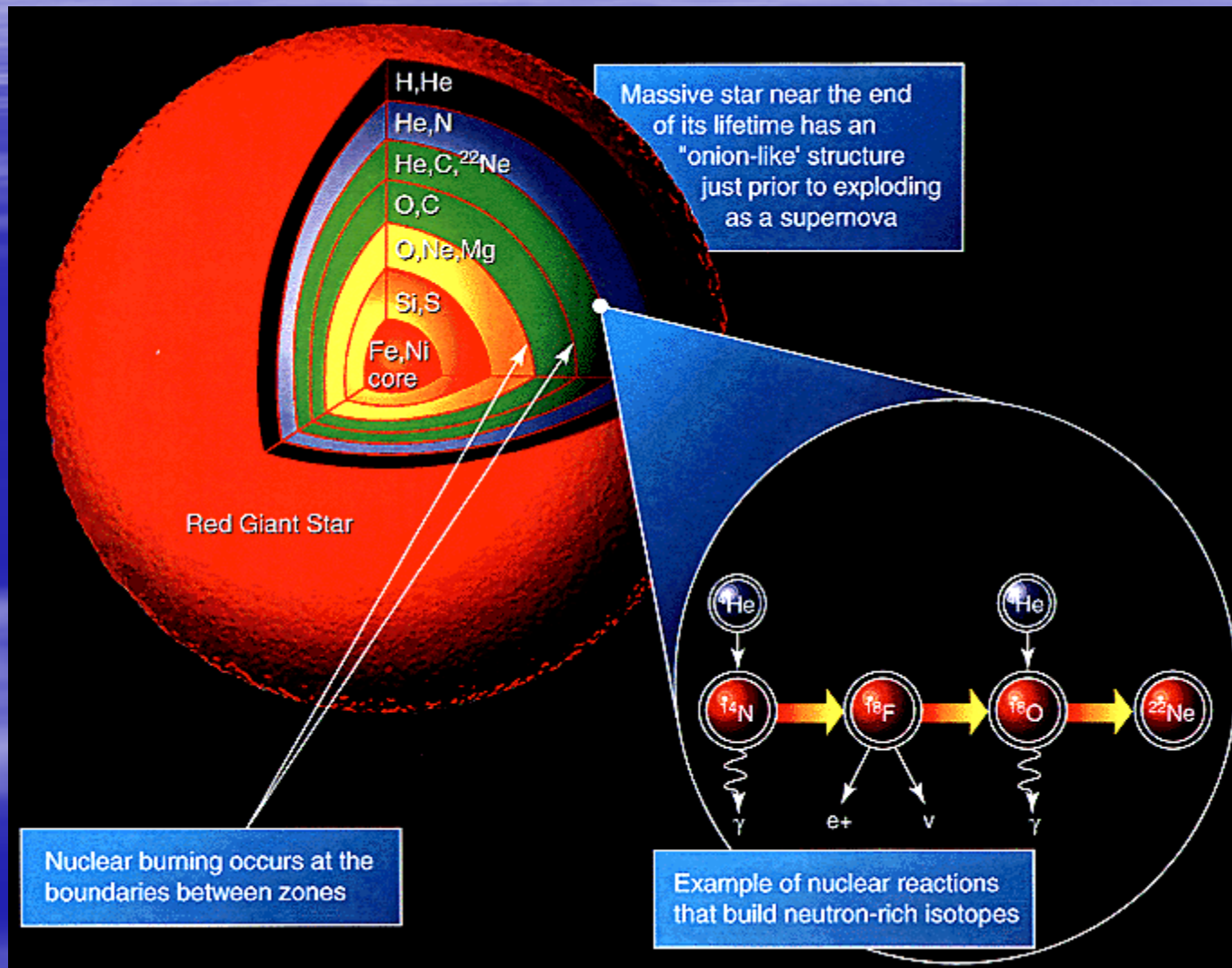
Instituto Geofísico, Centro de Geofísica e Departamento de Ciências da Terra
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Uma História do Universo

Com o Big Bang começou o tempo e o espaço e tudo...



Nucleossíntese

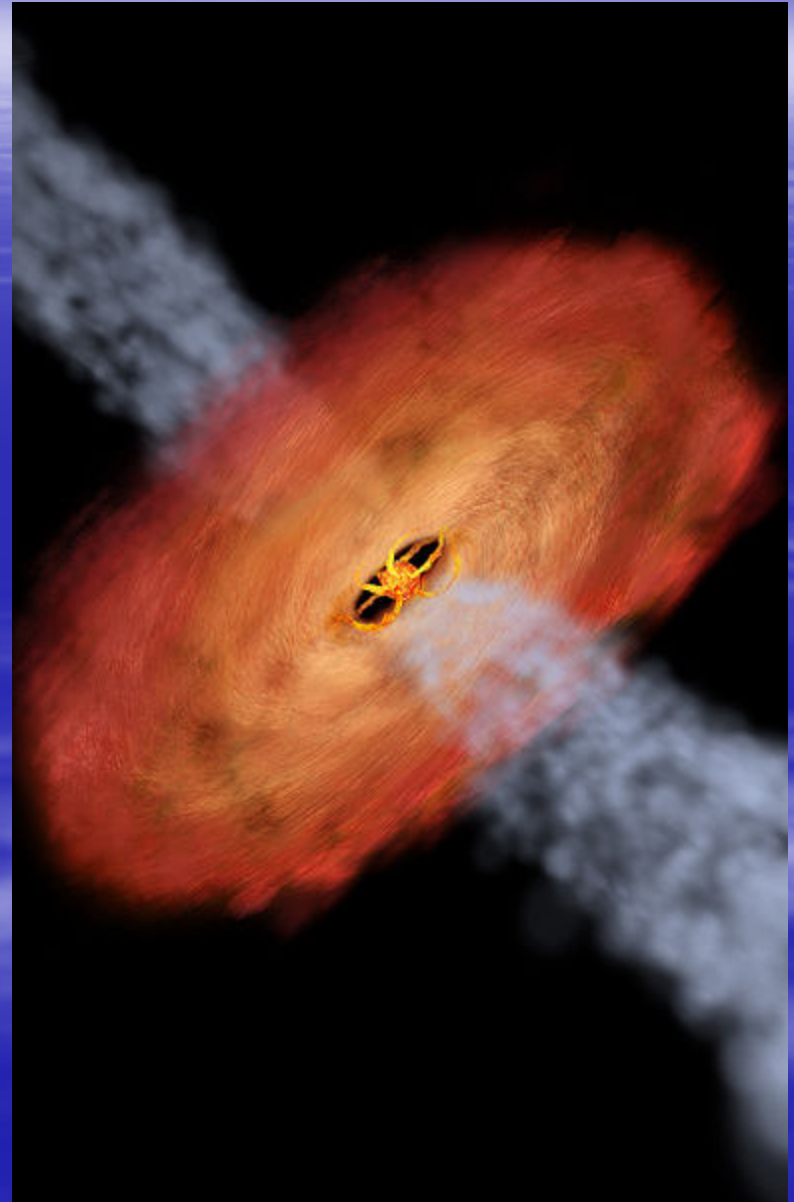


Onde nascem as estrelas?



http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/0907/m16_cognato.jpg

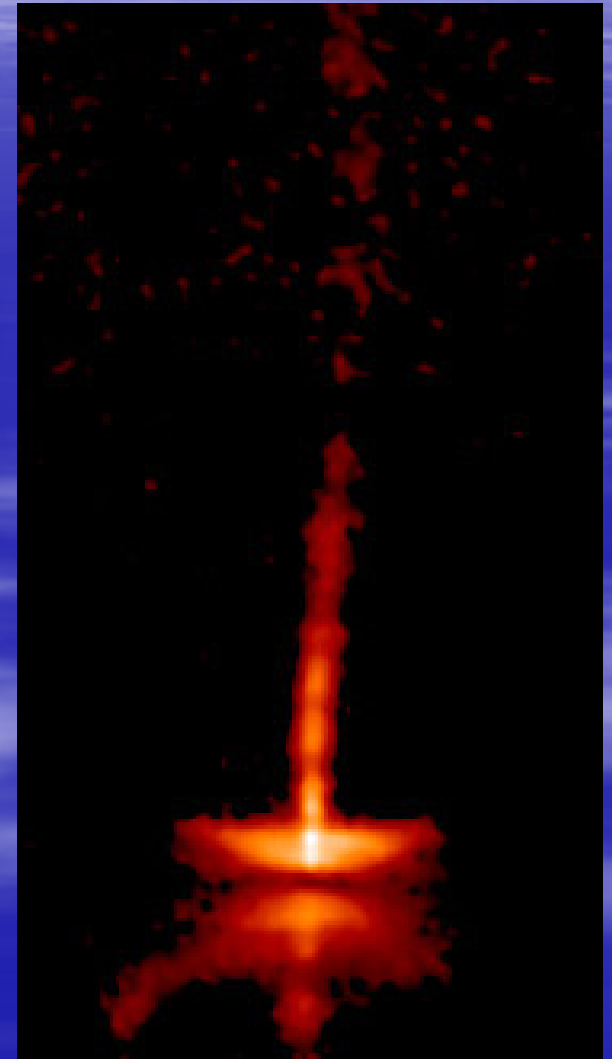
Fase t-Tauri



Jacto e disco proto-planetário

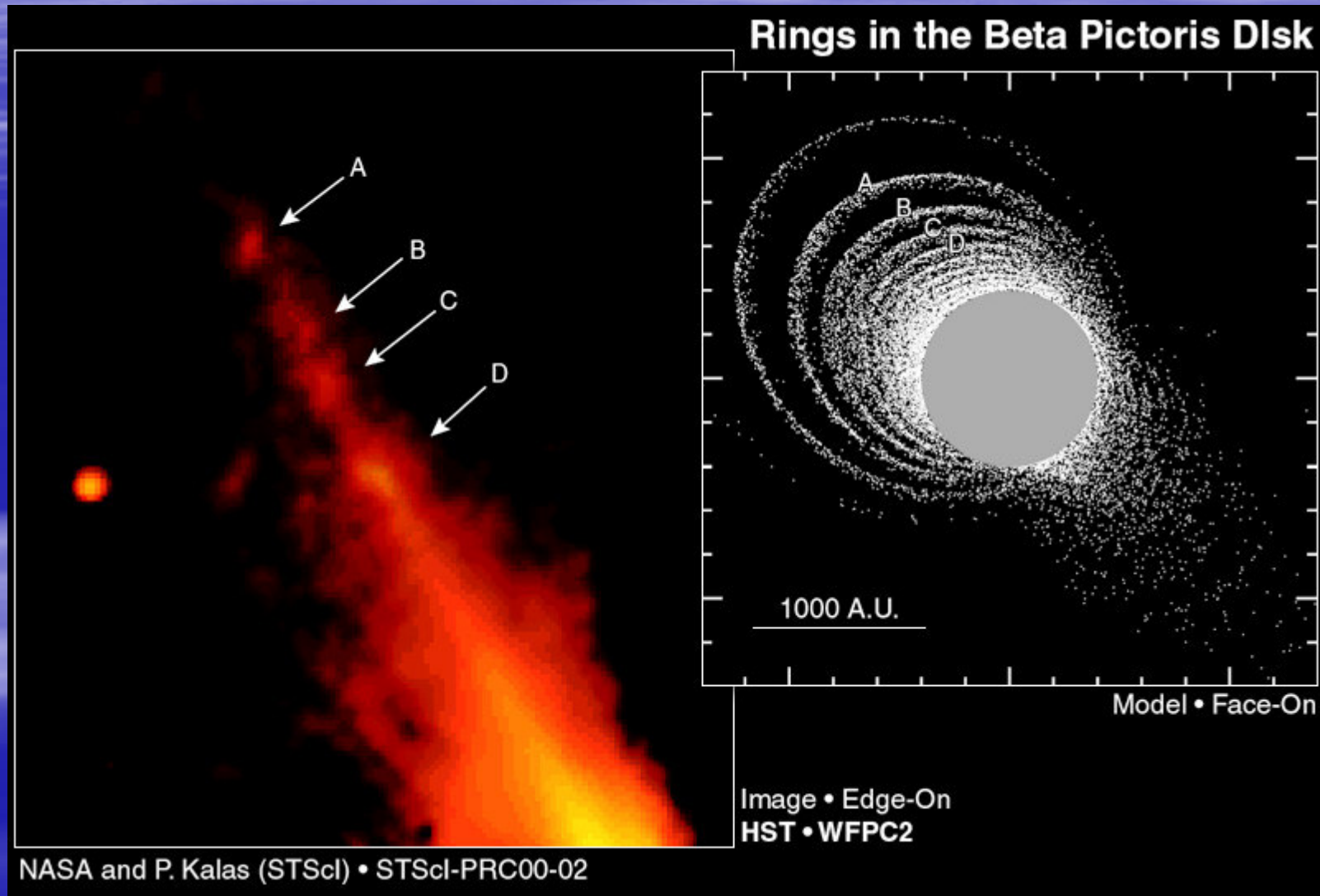


<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1995/45/image/c>



<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2000/32/image/g/>

Disco proto-planetário



Acreção

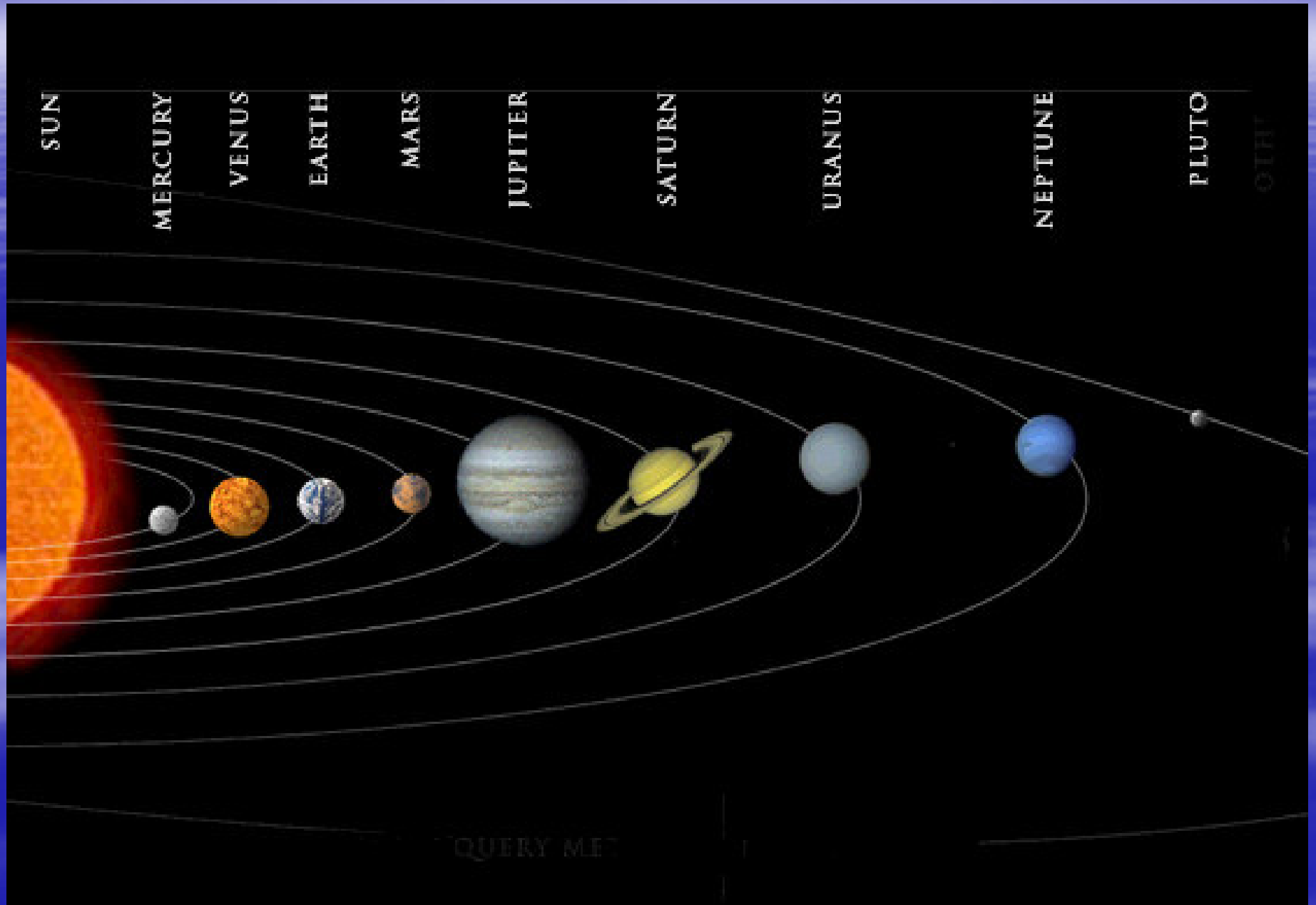


0803002.mov

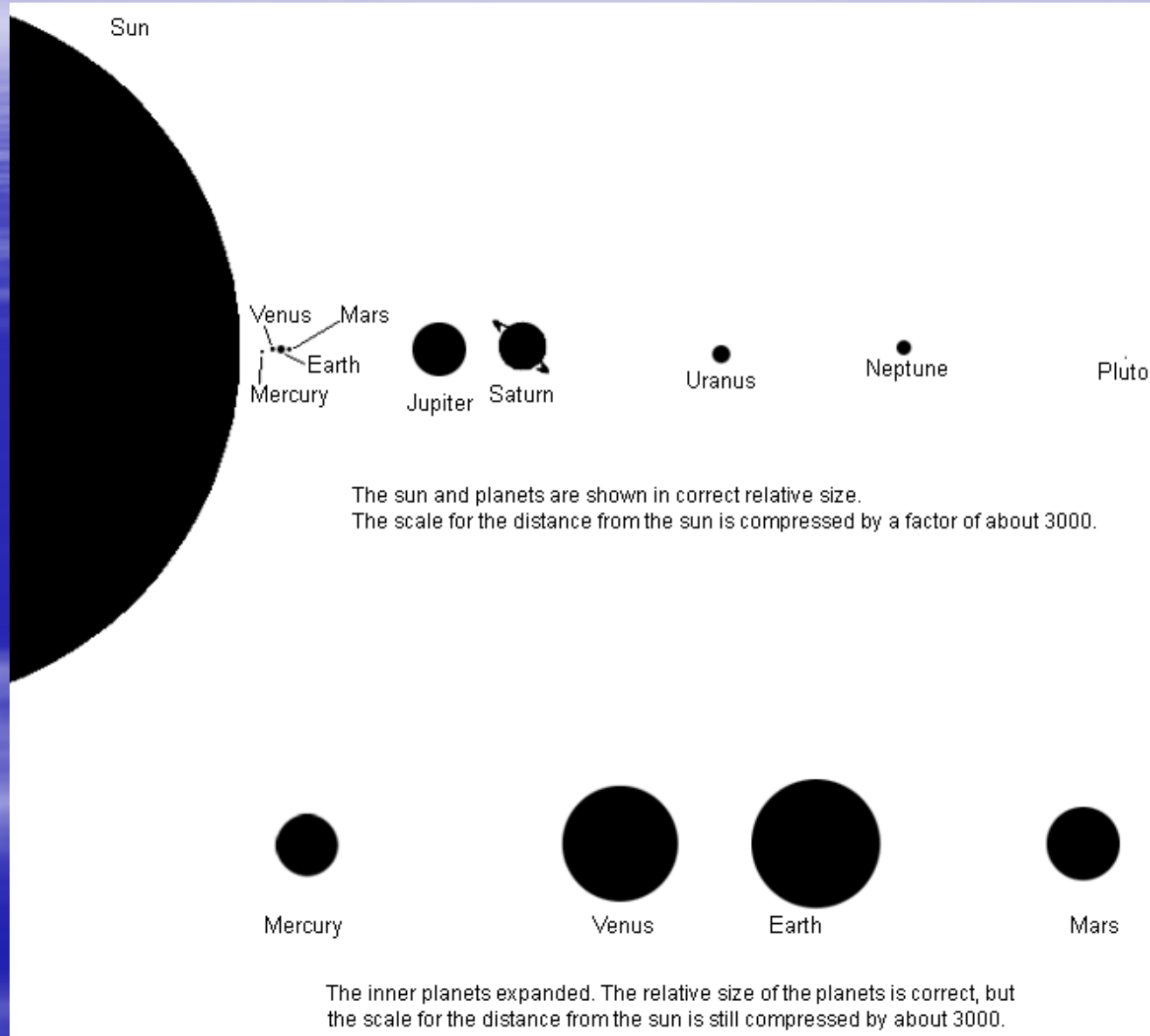


0803002.wmv

O Sistema Solar



O Sistema Solar

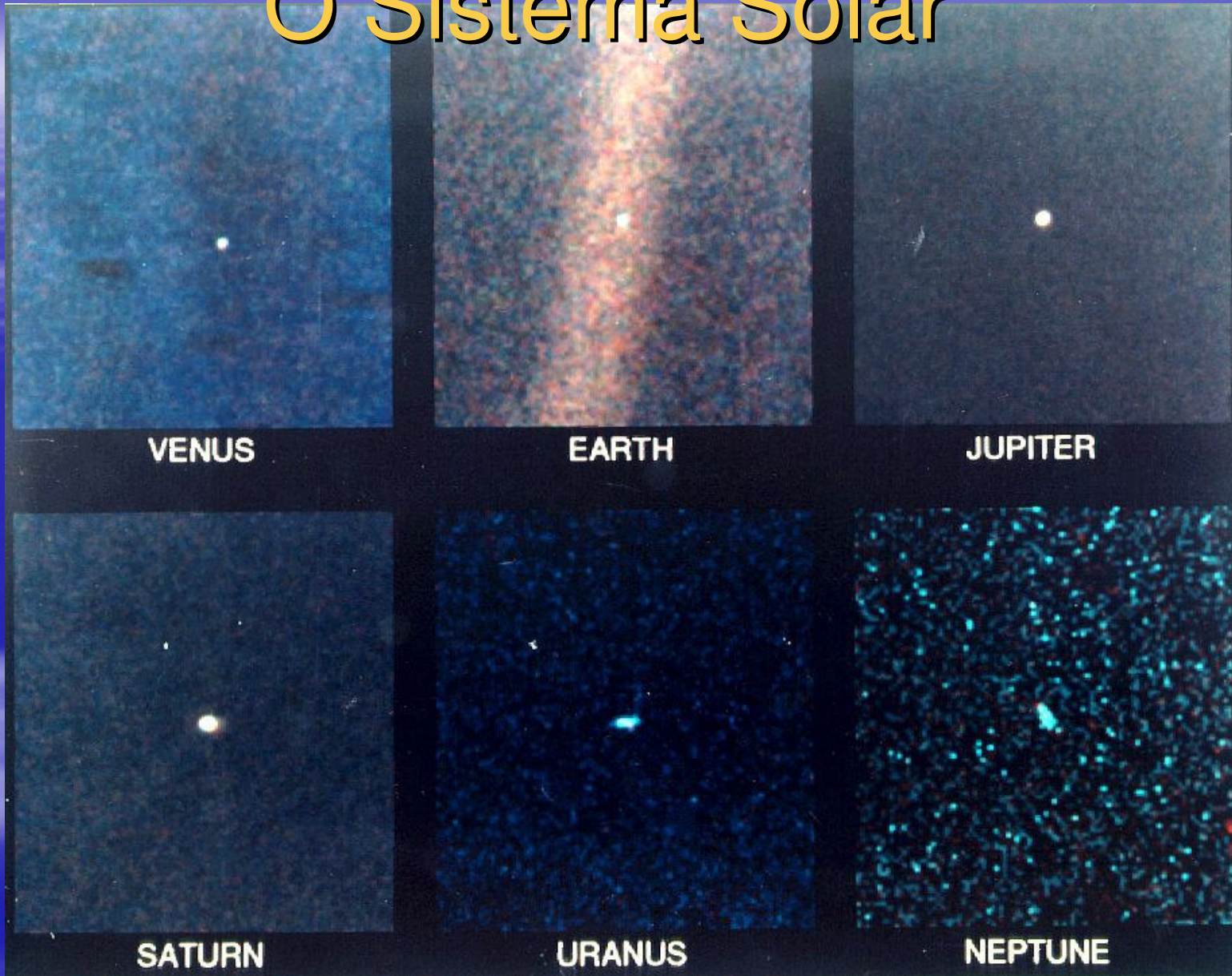


O Sistema Solar



Imagens Voyager 1

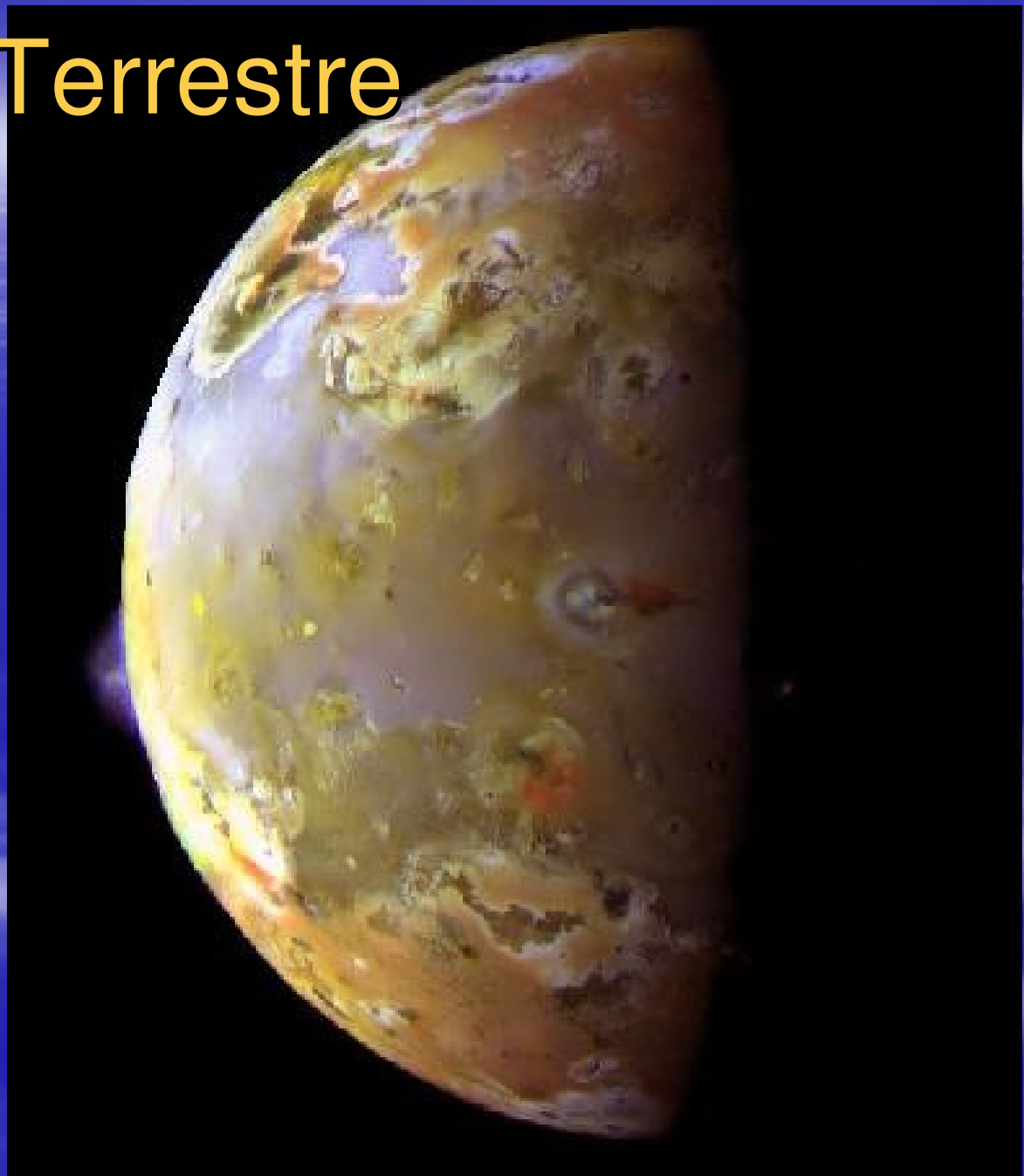
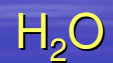
O Sistema Solar



Imagens Voyager 1

A Atmosfera Terrestre

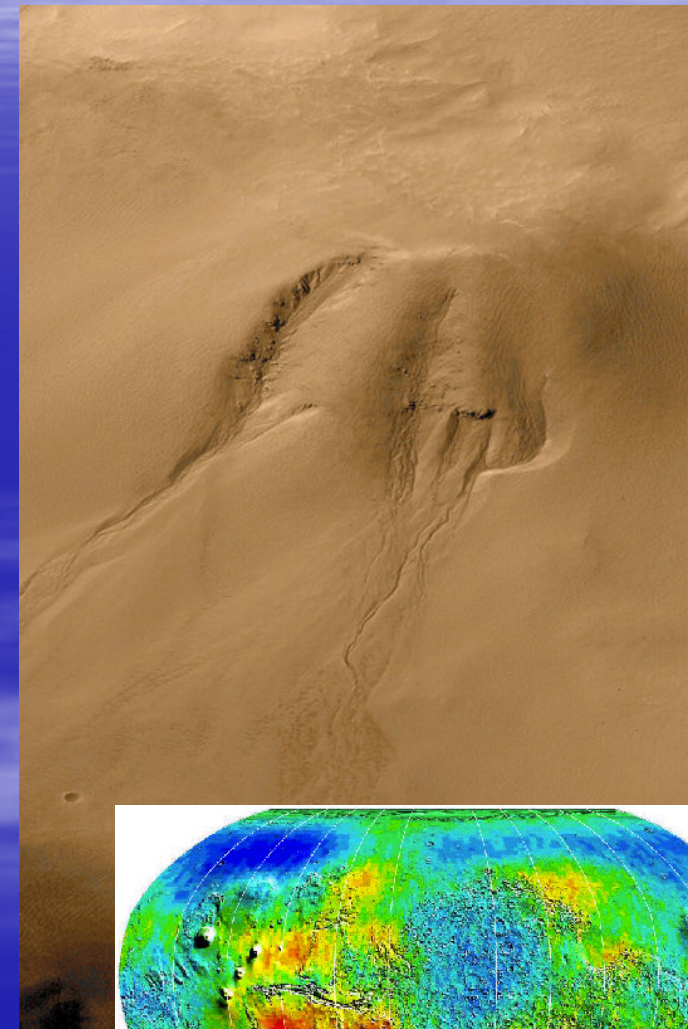
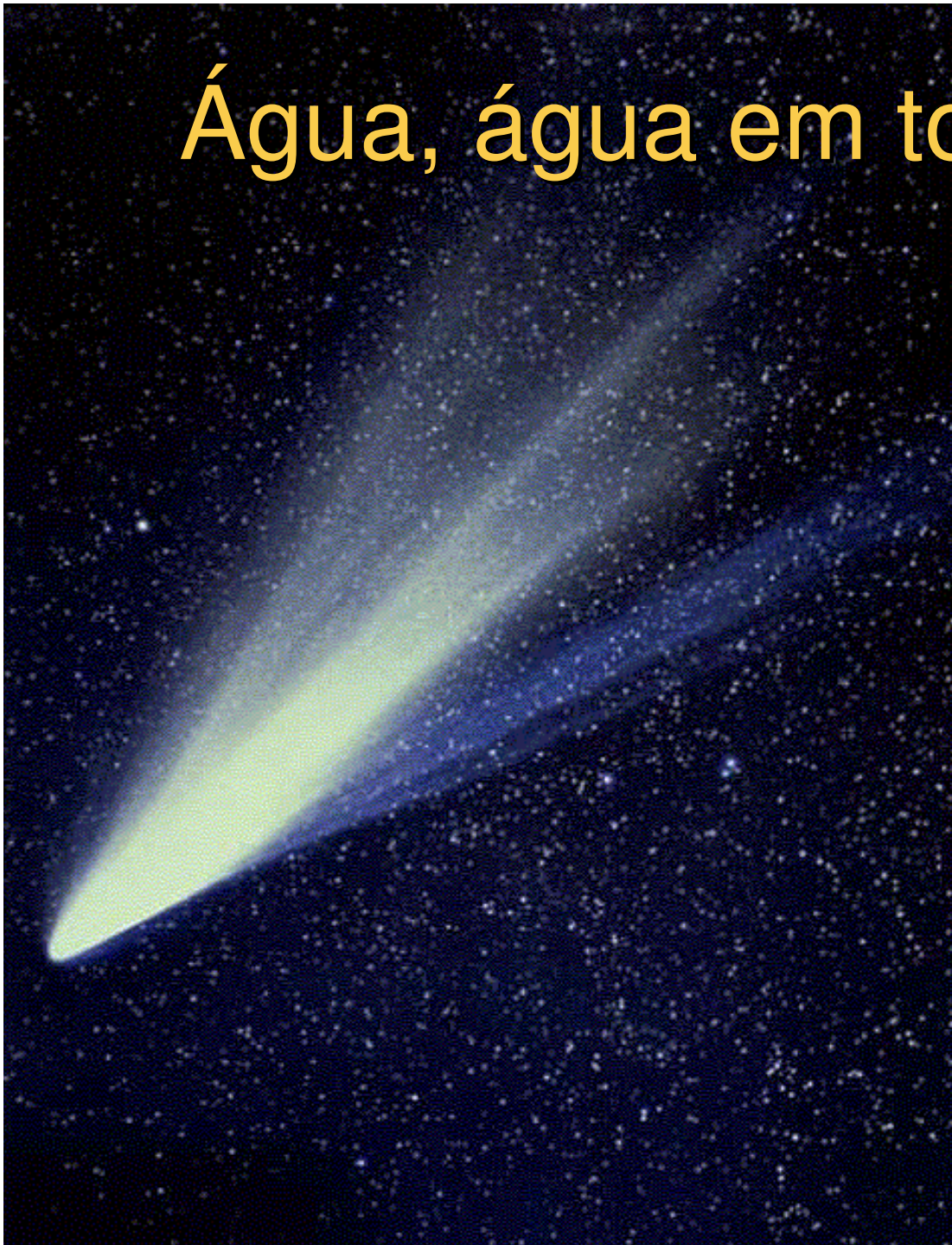
Gases vulcânicos



A Atmosfera Terrestre

- A água é a molécula composta mais comum nas atmosferas do sistema solar!
- As altas temperaturas prevalecentes há 4500 Ma não permitiriam a existência de água líquida.
- A atmosfera primitiva só conteria vestígios de oxigénio livre.

Água, água em todo o lado...



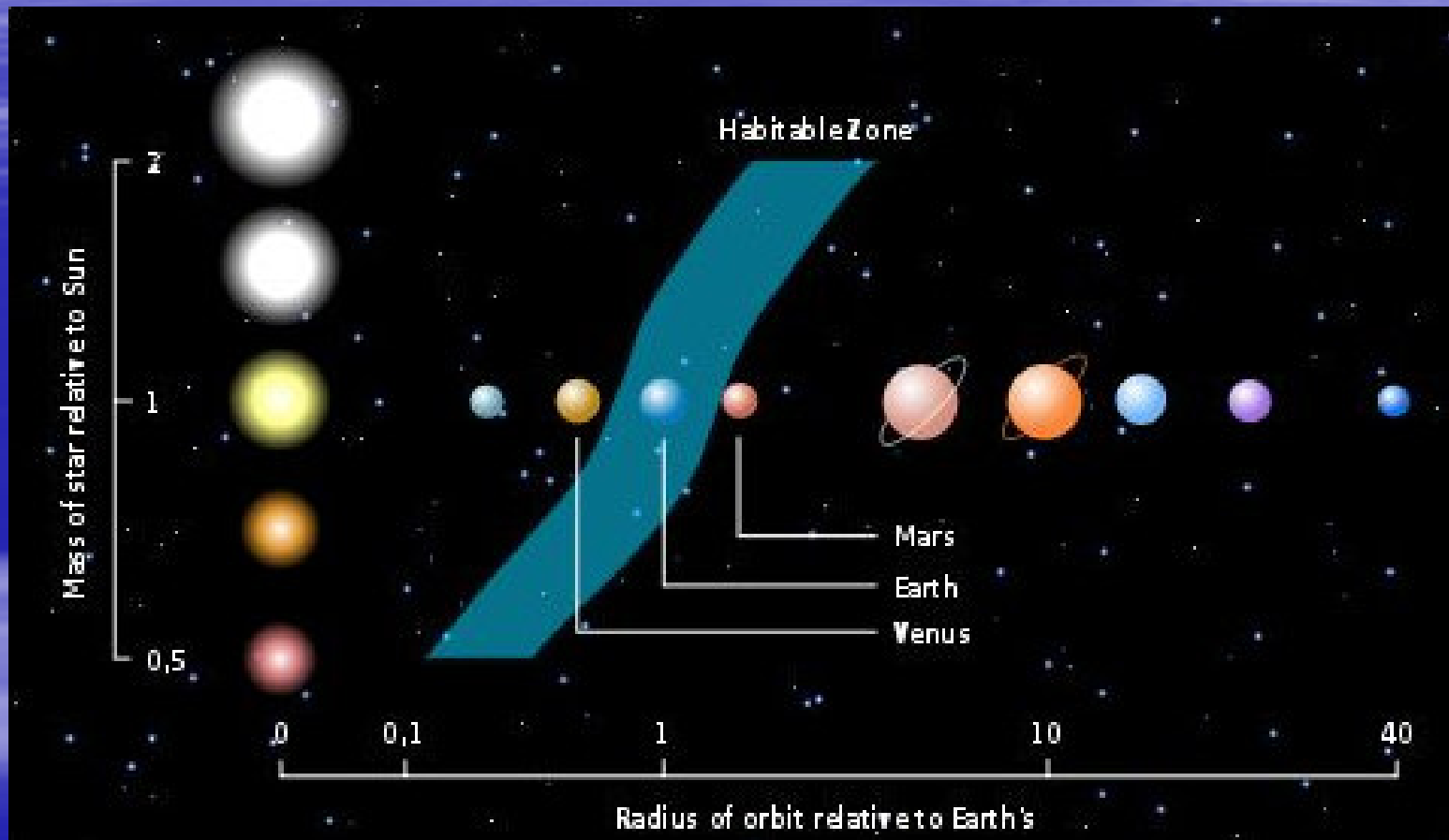
E vida?

- As condições ambientais para a existência de vida são, apenas, a disponibilidade de
 - Energia
 - Água no estado líquido



Gliese 581 d

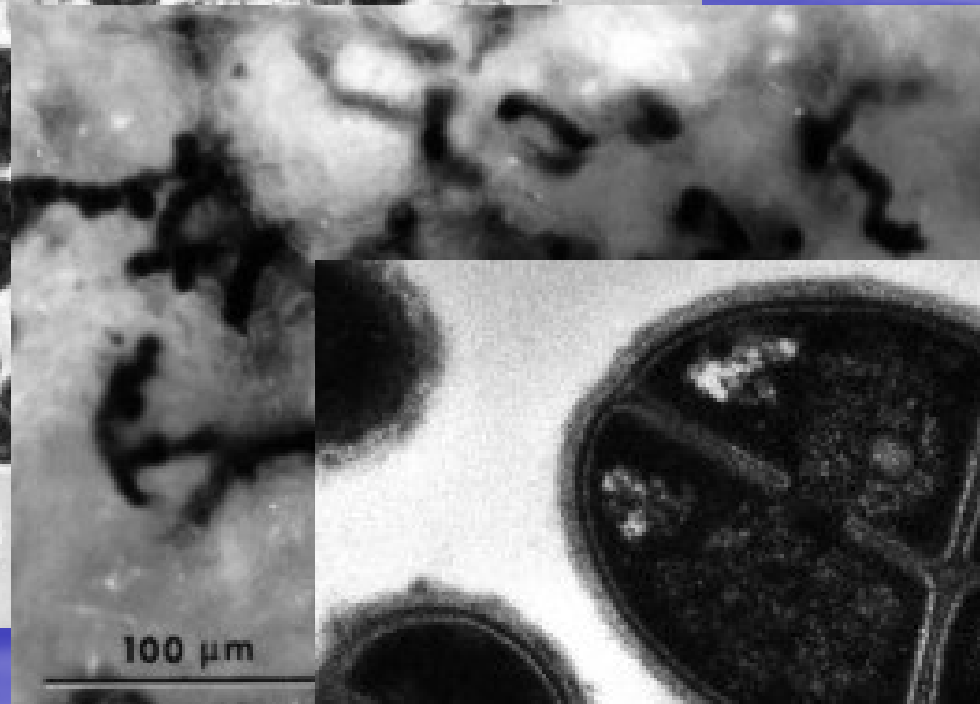
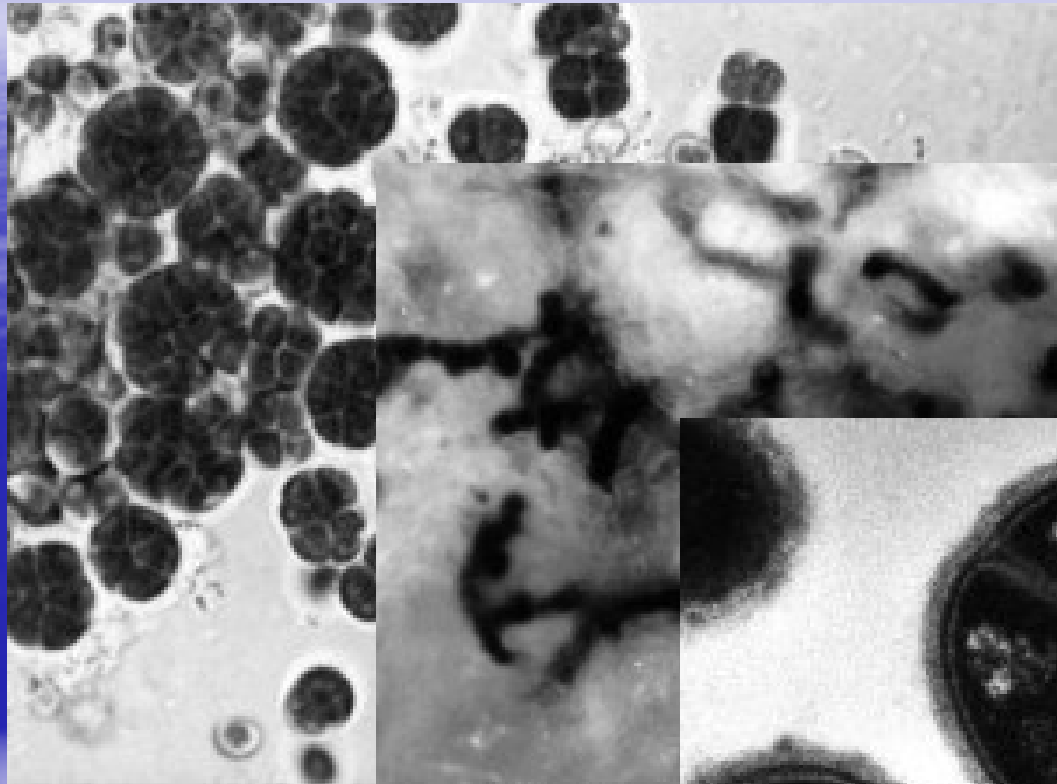
Condições para a existência de água no estado líquido



A "Zona Goldilocks".

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Habitable_zone-en.svg [09.10.27]

Vida?



Deinococcus radiodurans

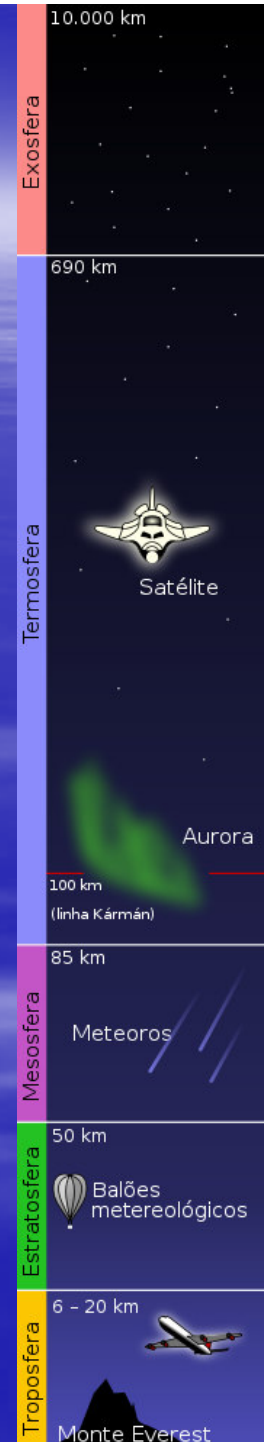
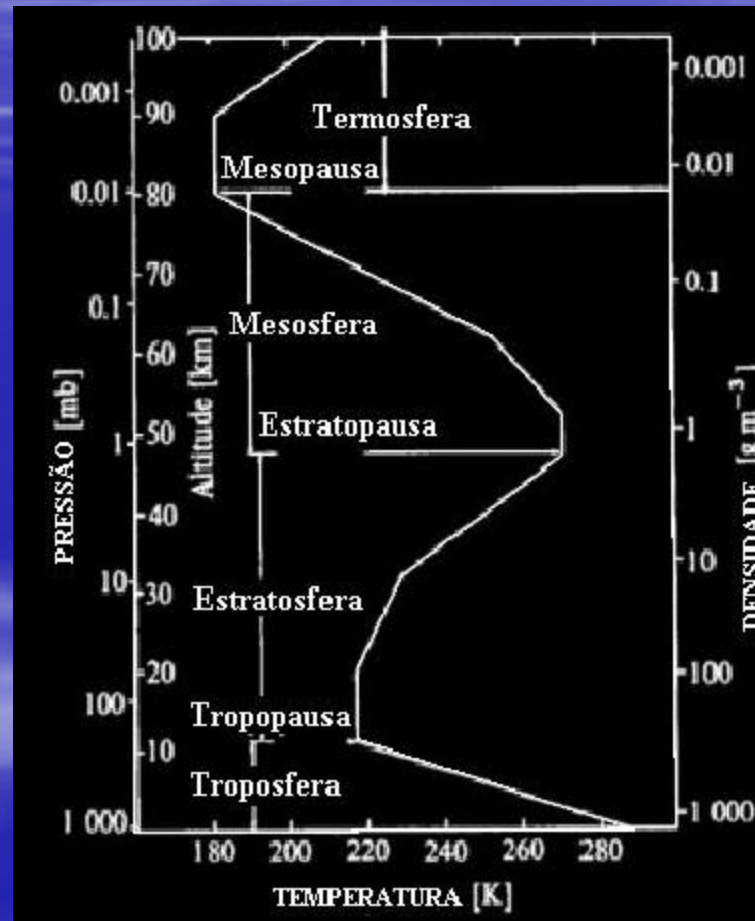
Tema: Poderá haver vida fora da Terra?

Vida?



Tema: Poderá haver vida inteligente fora da Terra?

A atmosfera terrestre



Composição da troposfera

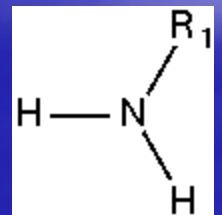
Nome	Fórmula	% em Volume
Azoto	N ₂	78.080000
Oxigénio	O ₂	20.950000
* Água	H ₂ O	0.0 a 4.0
Árgon	Ar	0.930000
* Dióxido de Carbono	CO ₂	0.038000
Néon	Ne	0.001800
Hélio	He	0.000500
* Metano	CH ₄	0.000170
Hidrogénio	H ₂	0.000050
* Óxido Nitroso	N ₂ O	0.000030
* Ozono	O ₃	0.000004

*Teores muito variáveis

Tema: O oxigénio atmosférico é causa ou consequência da vida?

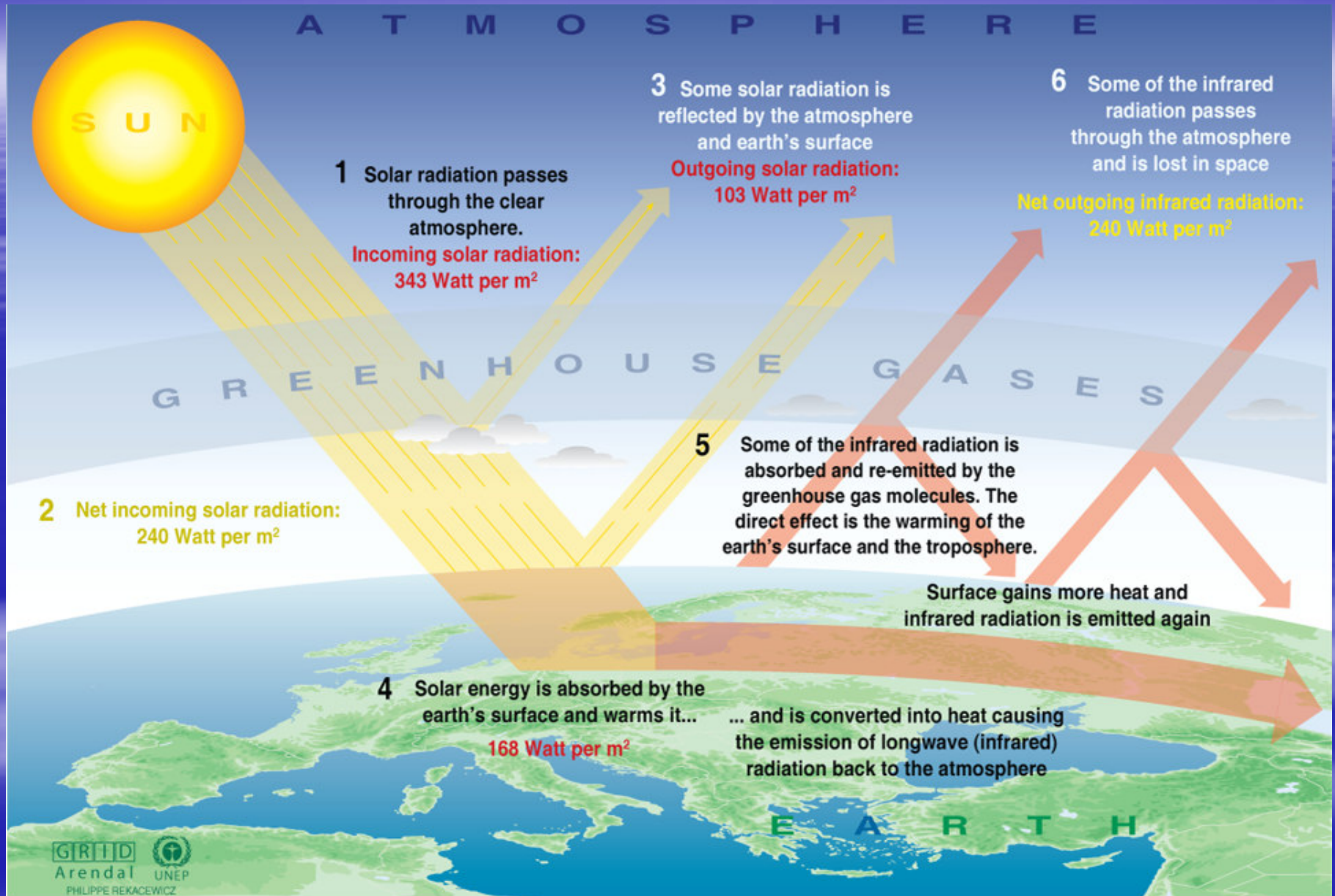
Gases bons, maus e assim-assim...

- O ozono é bom... longe: na estratosfera protege-nos dos raios ultra-violetas. Na baixa atmosfera é extremamente tóxico.
- A água é a mãe de toda a vida mas o vapor de água é talvez o componente da atmosfera com mais importante efeito de estufa – ainda mal estudado.
- O dióxido de carbono é obviamente mau... excepto para as plantas e os organismos autotróficos em geral!
- O azoto parece-nos indiferente, apesar de ser o sétimo elemento mais abundante no Universo. Na molécula diatómica livre que constitui a maior parte da nossa atmosfera é muito pouco reactivo mas... Amino-ácidos?



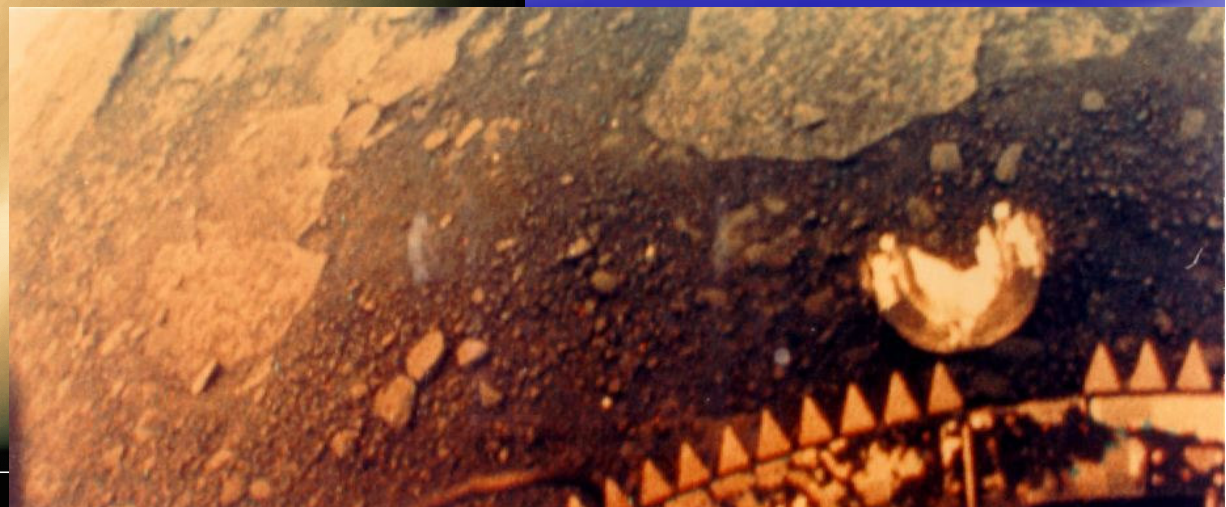
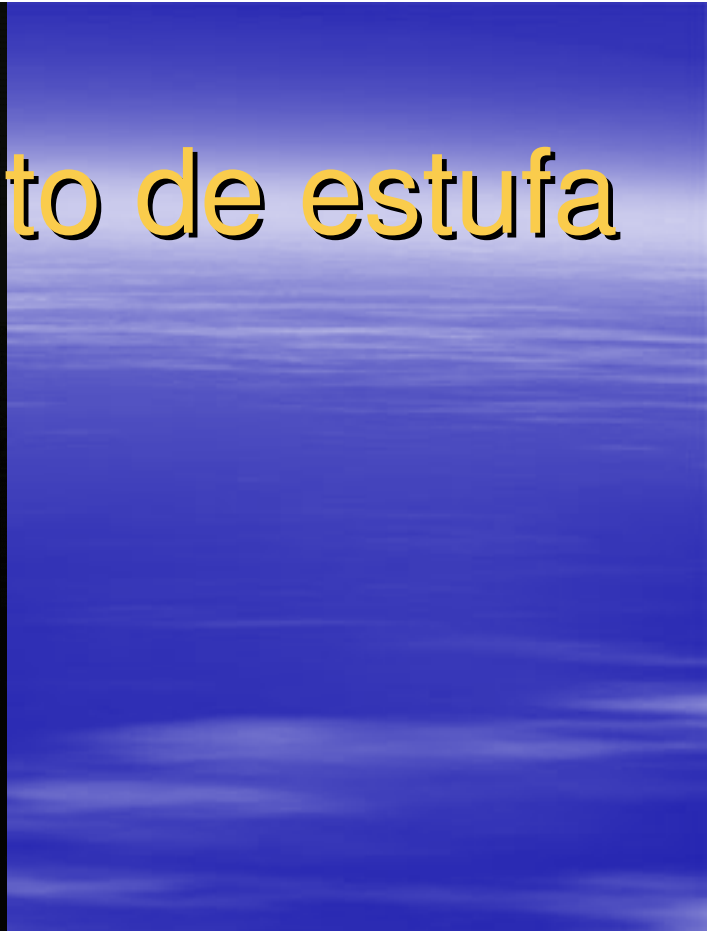
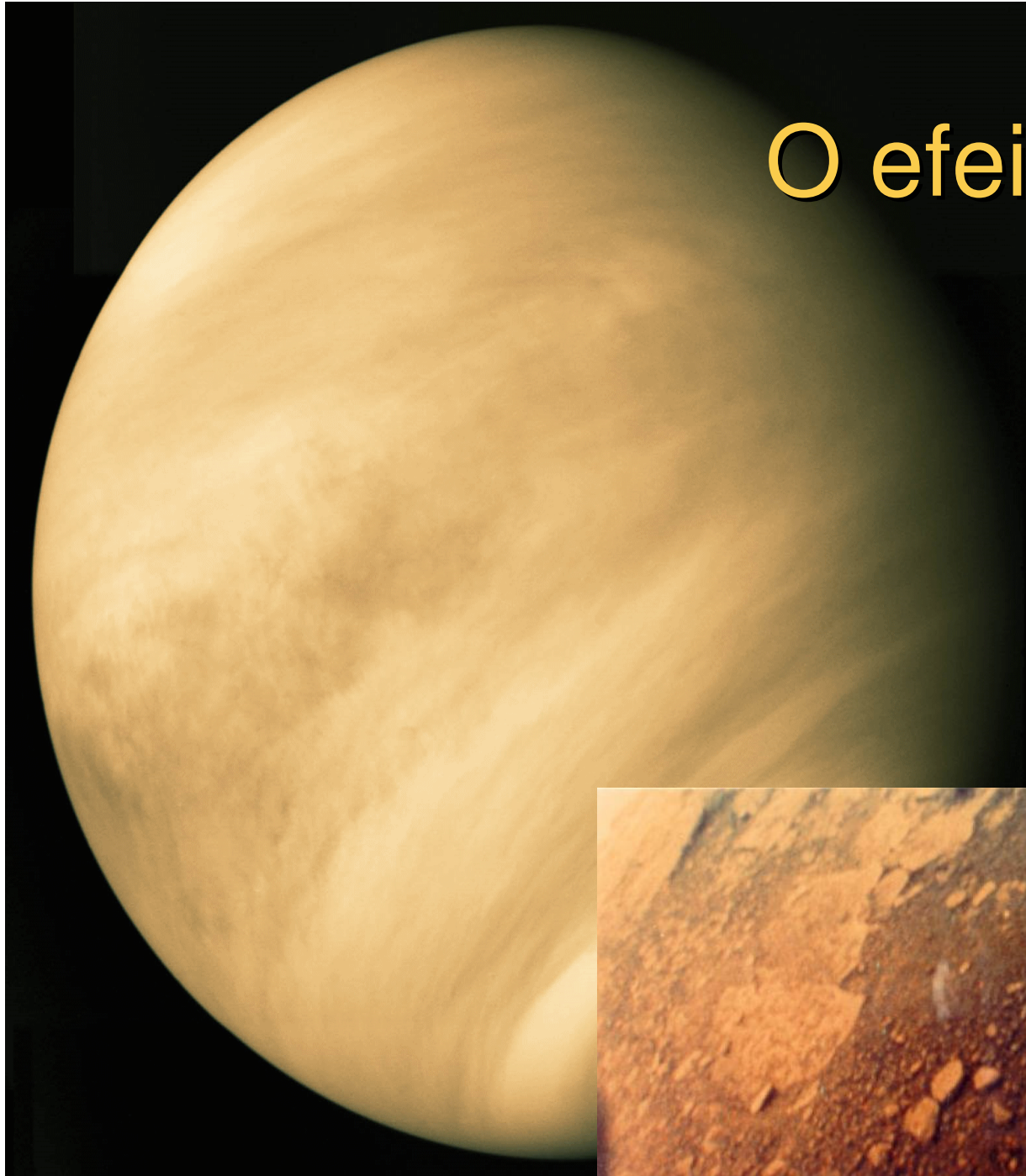
Tema: Quais são os elementos químicos indispensáveis à vida?

O efeito de estufa



Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

O efeito de estufa



Mariner 10 Image of Venus

Ética do efeito de estufa...

- O efeito de estufa transformou a superfície de Vénus num inferno de 470 °C
- Sem efeito de estufa, a temperatura média da superfície terrestre seria sempre menor que 0 °C
- Se um dia quisermos *terraformar* Marte, teremos que induzir efeito de estufa na sua atmosfera.

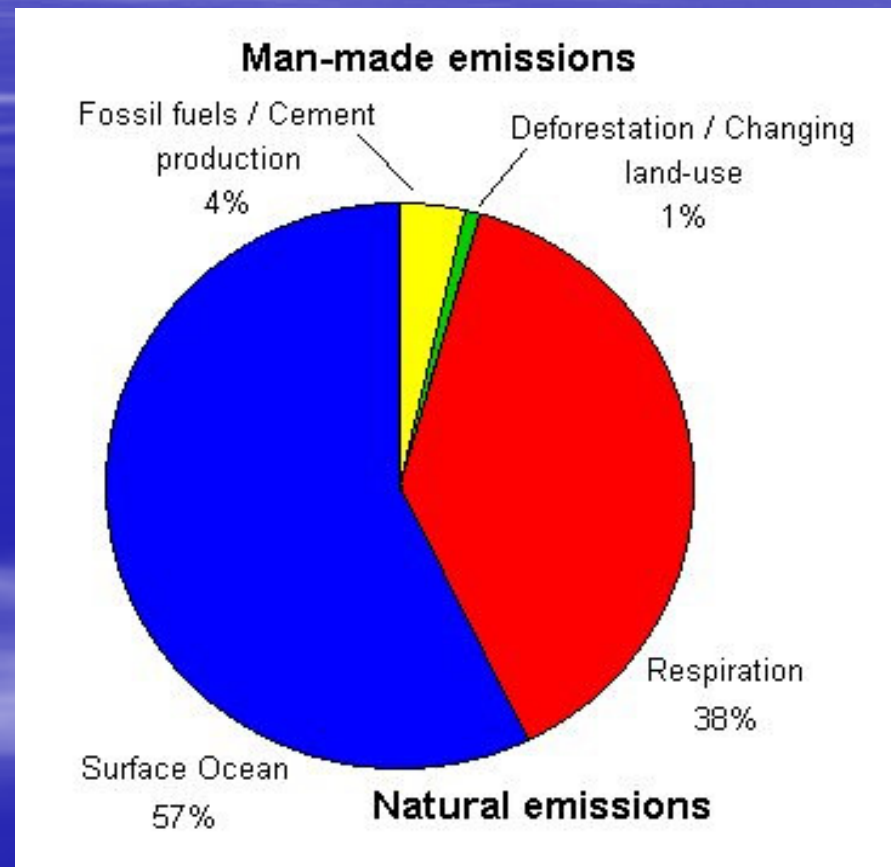


Tema: Aspectos técnicos e/ou éticos da terraformação.

Gases com efeito de estufa

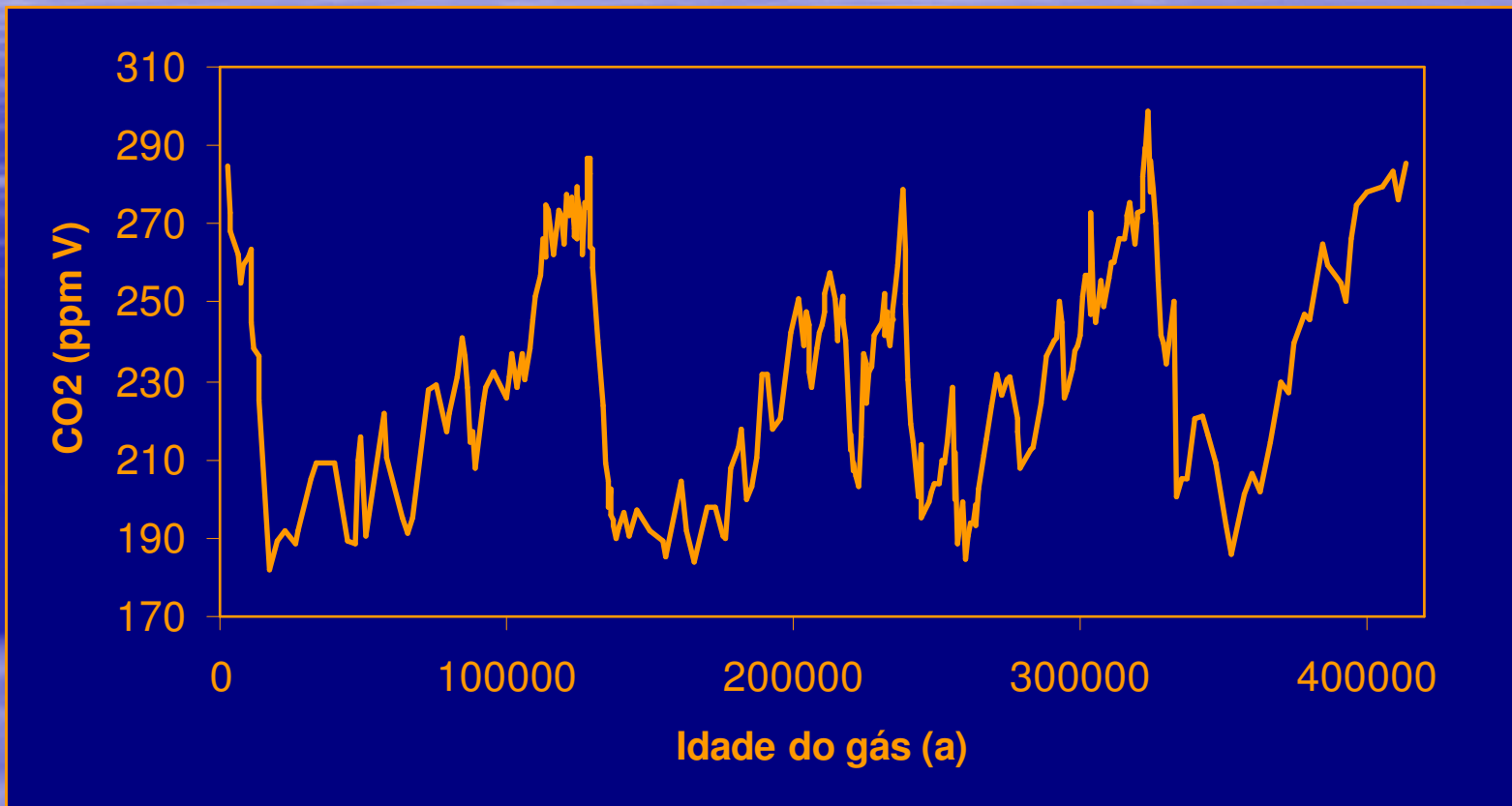
Gás	Contributo
H ₂ O vapor	36 a 66%
incluindo as nuvens	66 a 85%
CO ₂	9 a 26%
CH ₄	4 a 9%
N ₂ O	até 8%
O ₃	até 7%
CFC	até 7%

Qual é a origem do CO₂ atmosférico?



Tema: Por que é que é tão difícil encontrar estes dados?

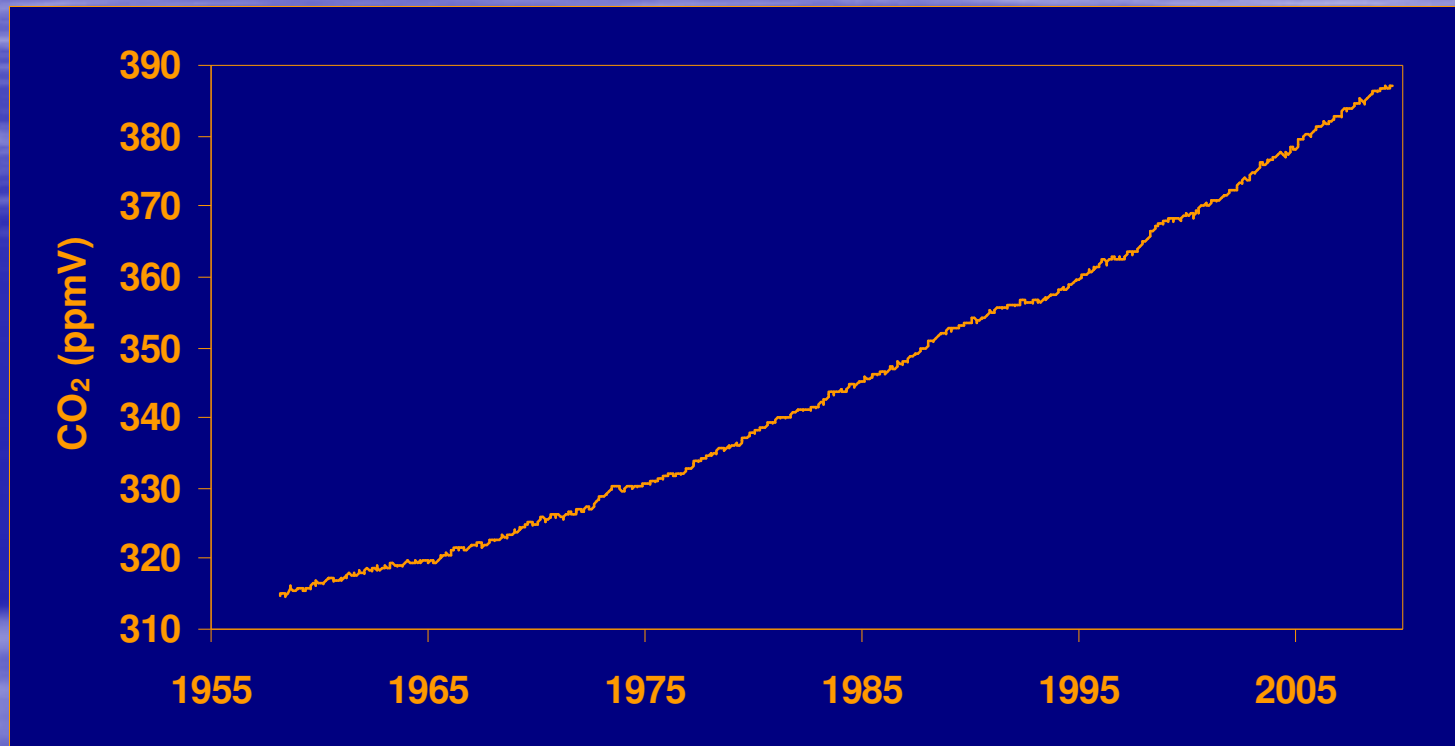
Como têm evoluído os teores de CO₂ atmosférico?



Concentrações e idades de dióxido de carbono medidas no testemunho de uma sondagem nos gelos sobre o lago Vostok.

Tema: Em que medida é que estes dados reflectem as concentrações atmosféricas?

Como têm evoluído os teores de CO₂ atmosférico?



Concentrações atmosféricas de dióxido de carbono medidas no Observatório de Mauna Loa.

Como têm evoluído os teores de CO_2 atmosférico?

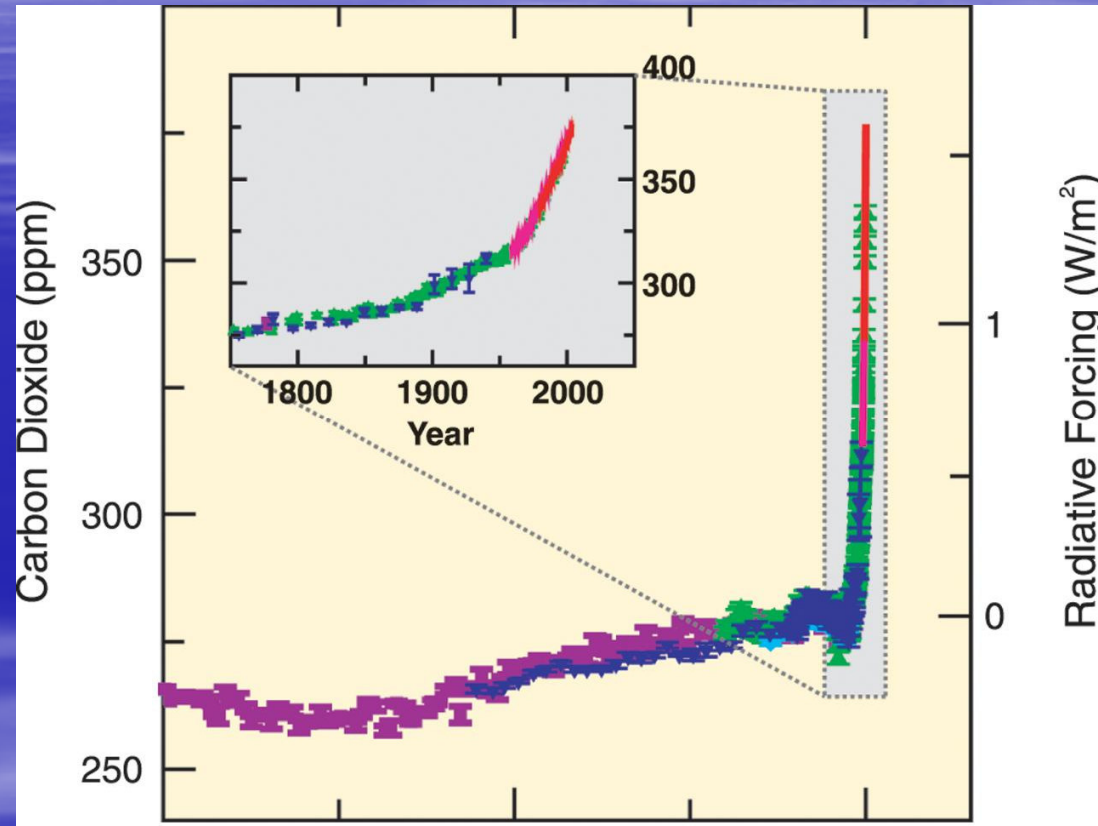
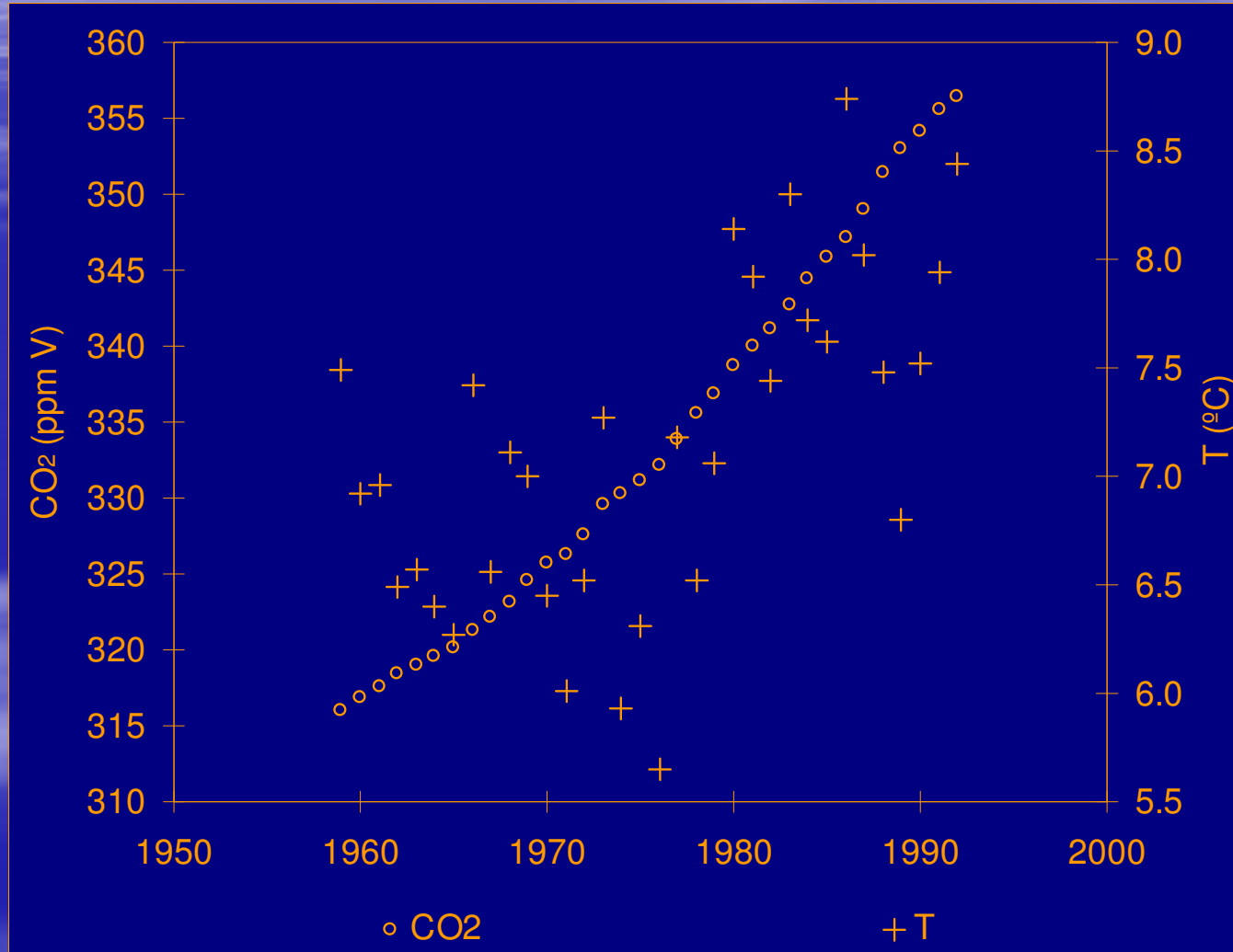


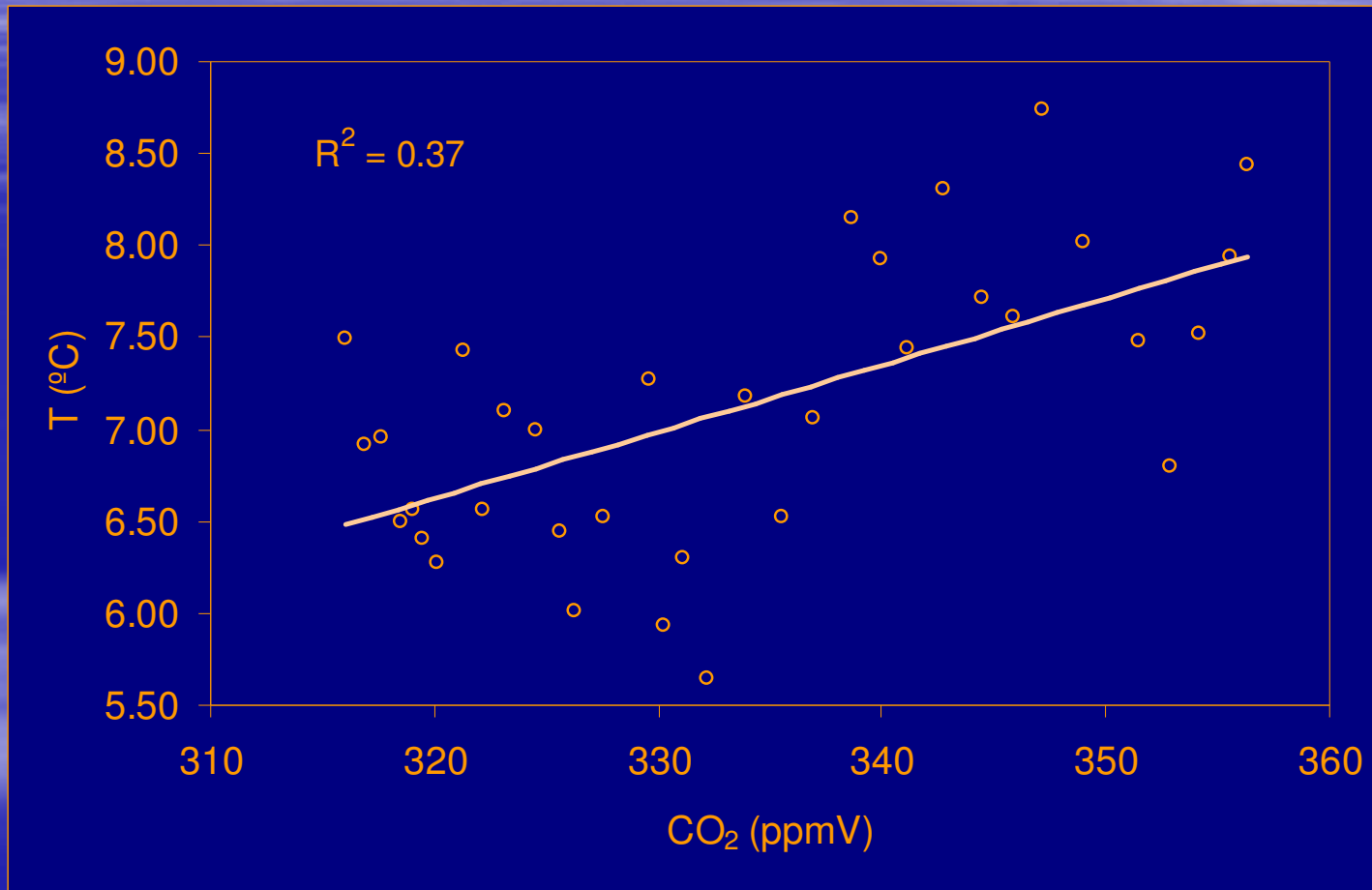
Gráfico misto da evolução das concentrações de dióxido de carbono nos últimos 10000 anos (IPCC, 2009).

Tema: *É legítimo construir um só gráfico a partir destas duas fontes de dados?*

Correlação entre temperatura e teor de CO₂

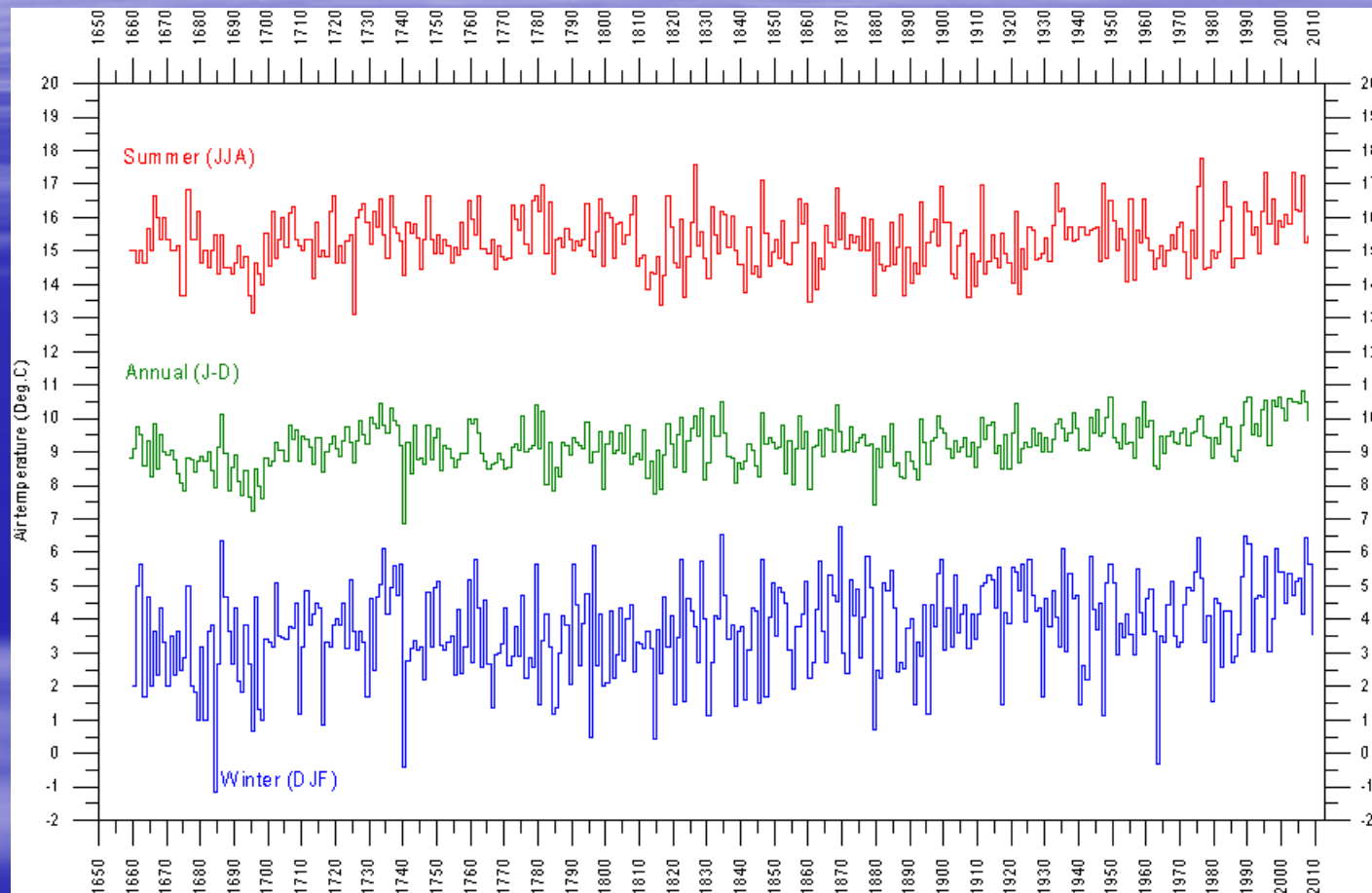


Correlação entre temperatura e teor de CO₂



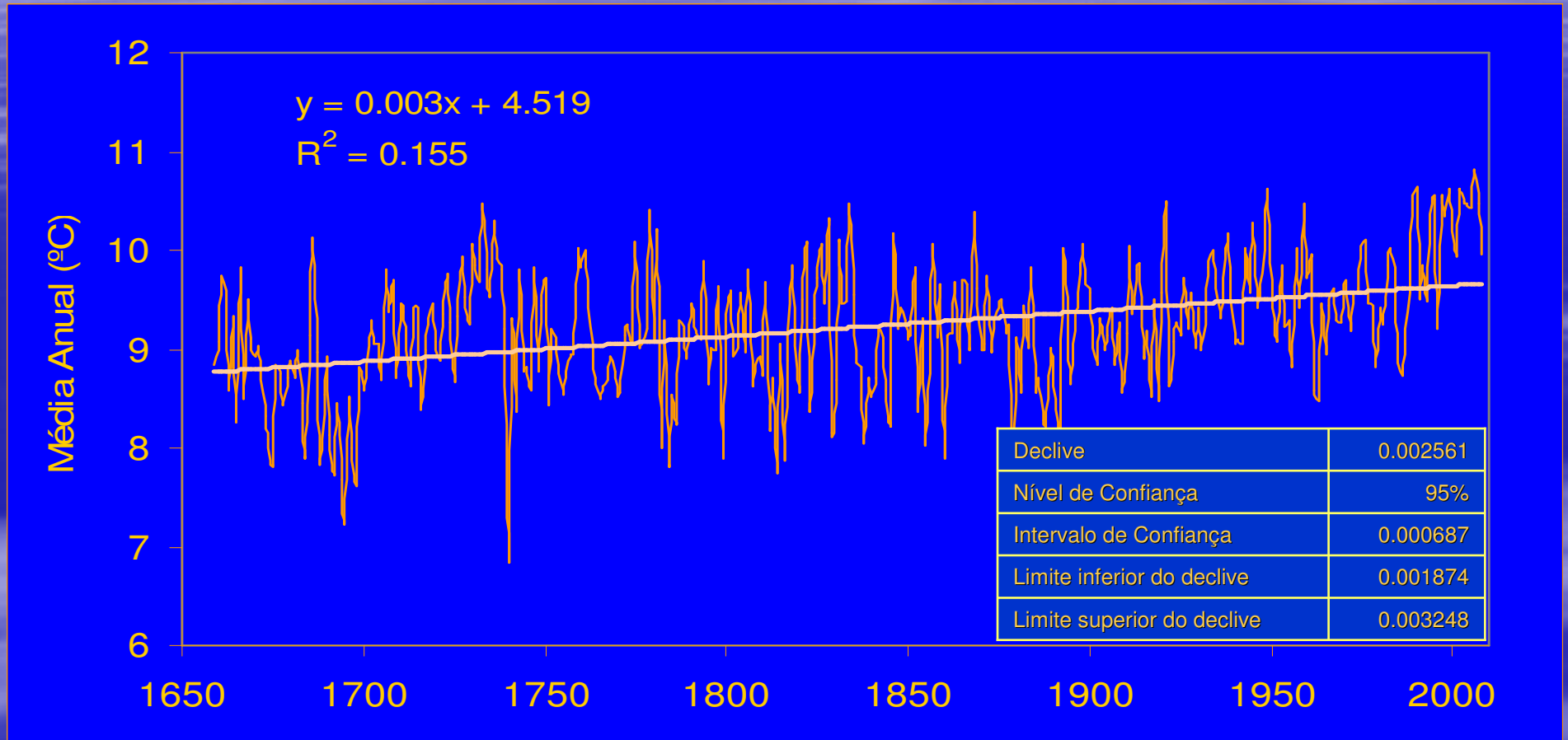
Tema: O que é que se pode concluir destes dados?

Aquecimento Global



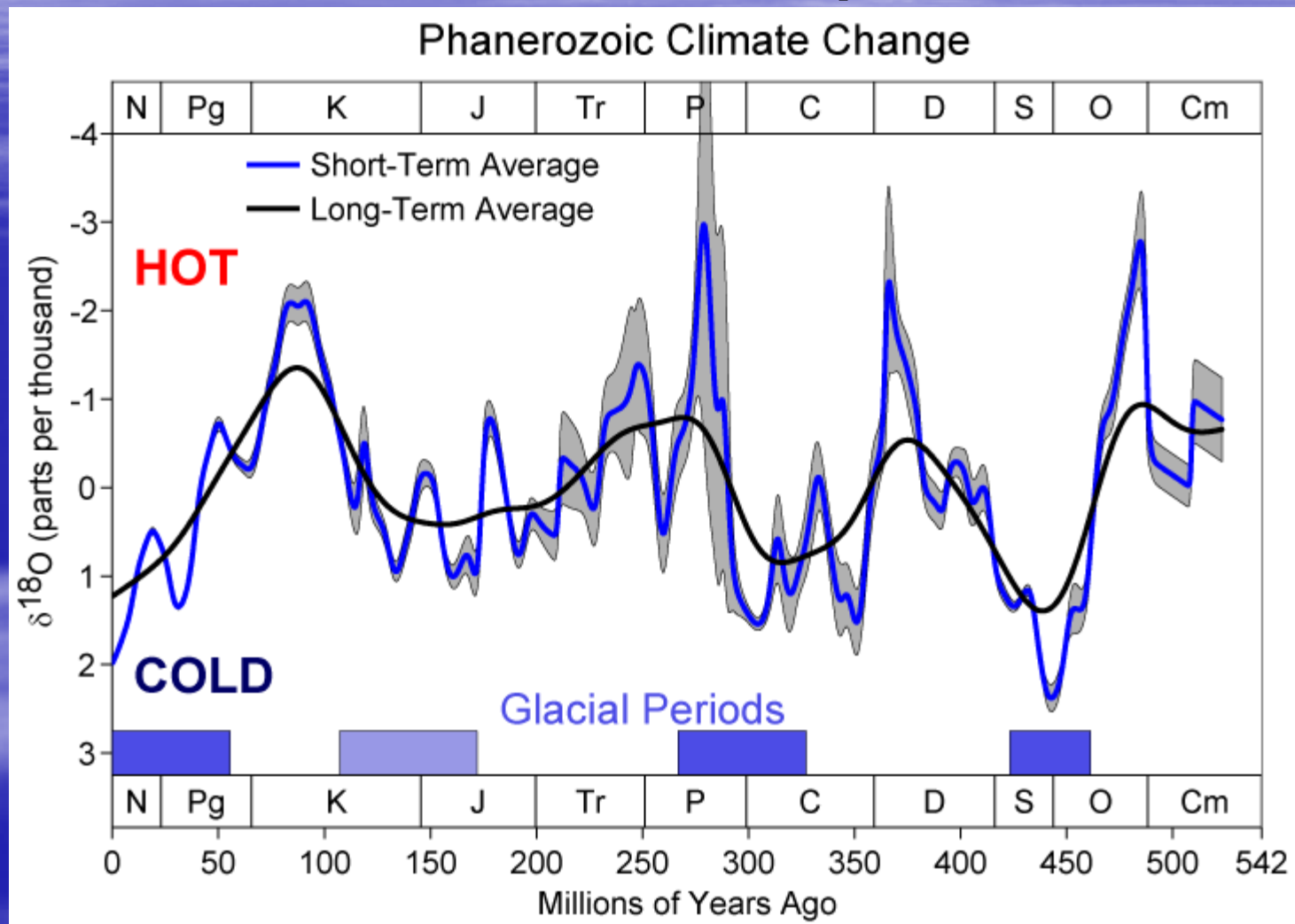
Temperaturas na Inglaterra Central, desde 1659 até à actualidade.

Aquecimento Global



Tema: O que é que se pode concluir destes dados?

Trezentos e cinquenta anos é muito tempo?



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phanerozoic_Climate_Change.png

Tema: Que conclusões?...