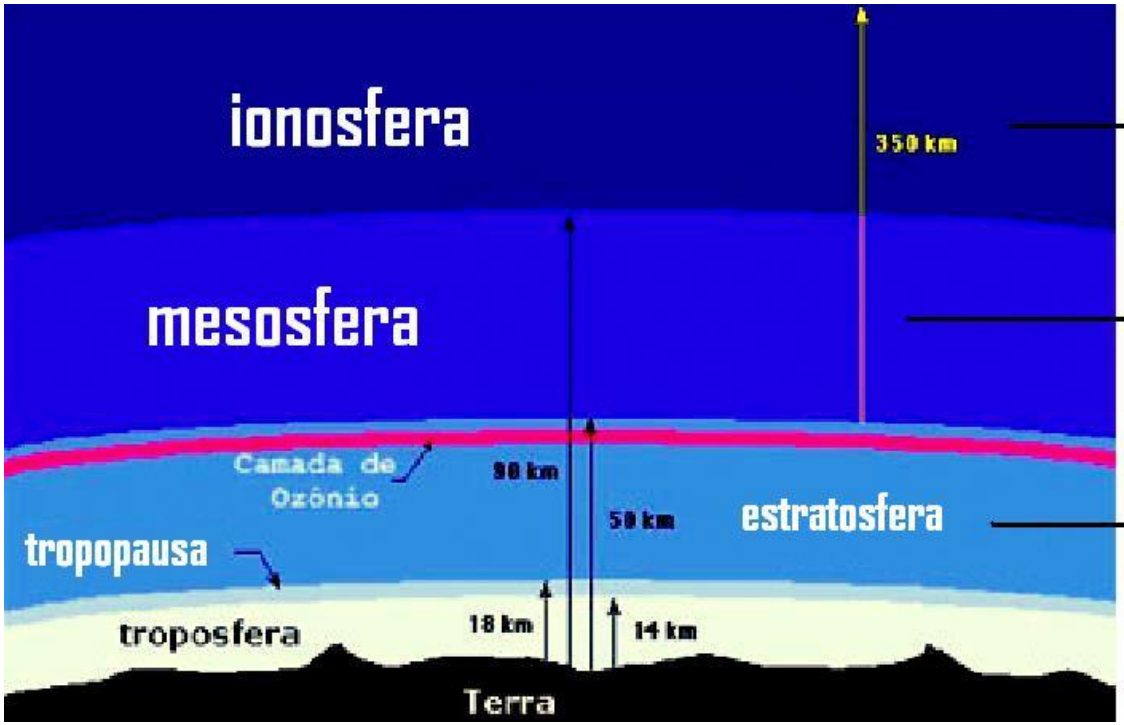
Terra: Fogo, Água e Ar

Curso para a Terceira Idade
IAG/USP – 2016

Professoras Leila Soares Marques
e Márcia Ernesto

A Terra é azul!



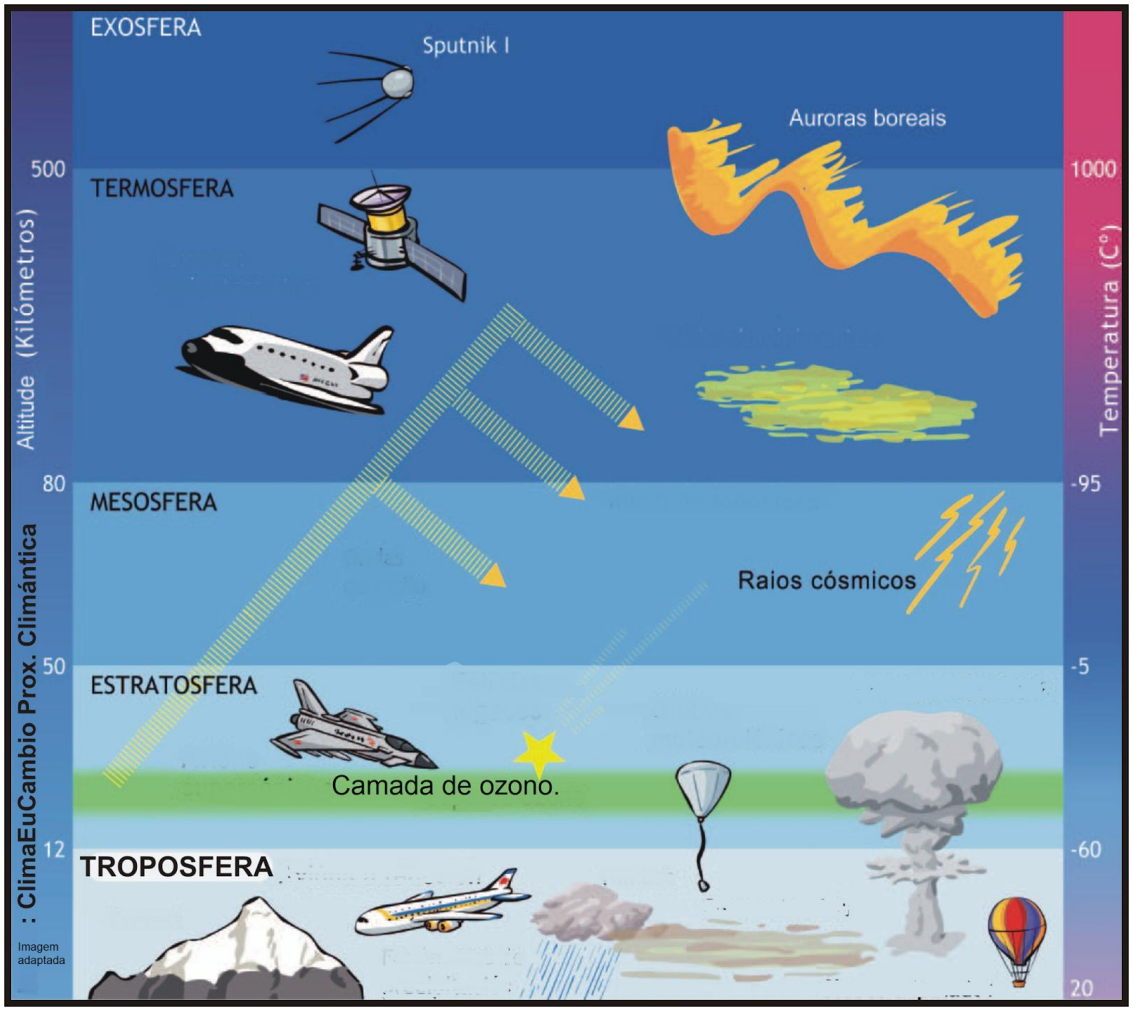
o ar é rarefeito

onde temperatura é fria

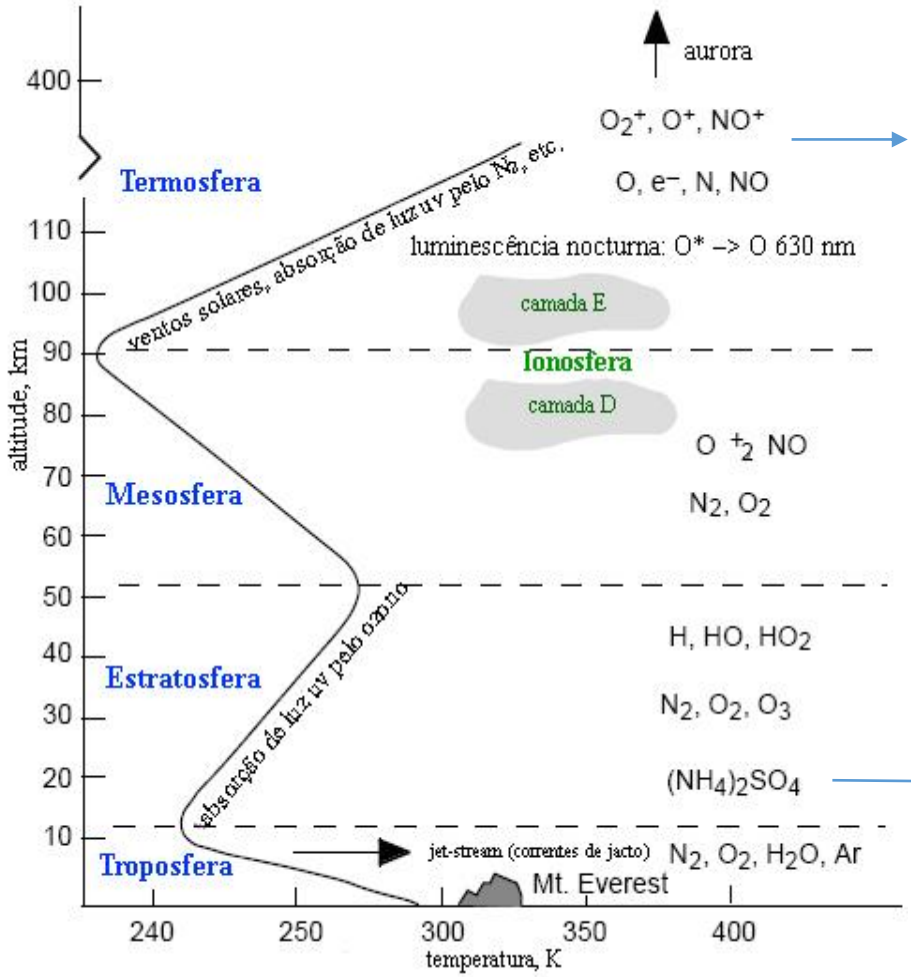
Onde fica grande concentração de O3 Ozônio

Que é o ar puro que respiramos

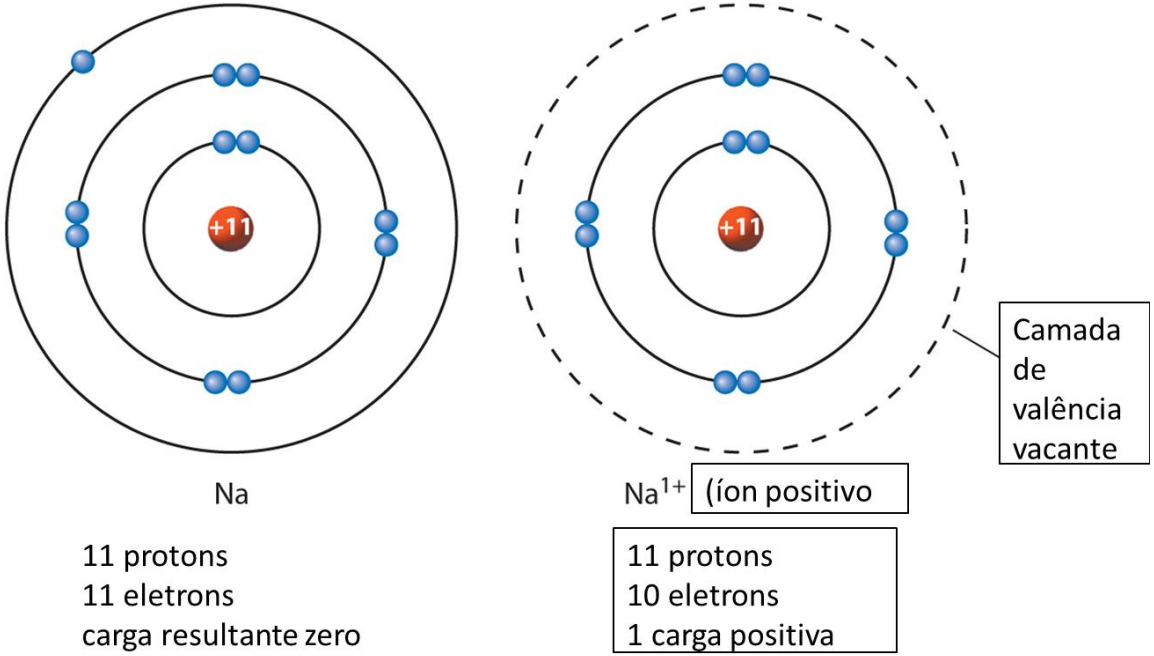
Camadas da Atmosfera



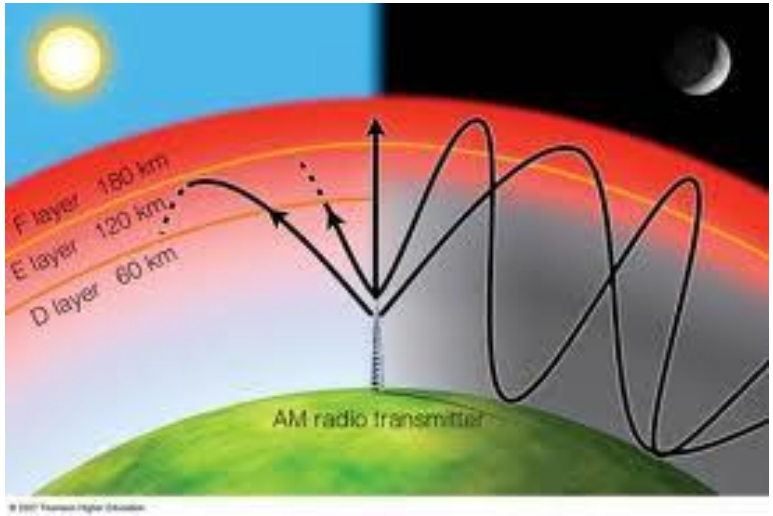
Estrutura e composição da atmosfera atual

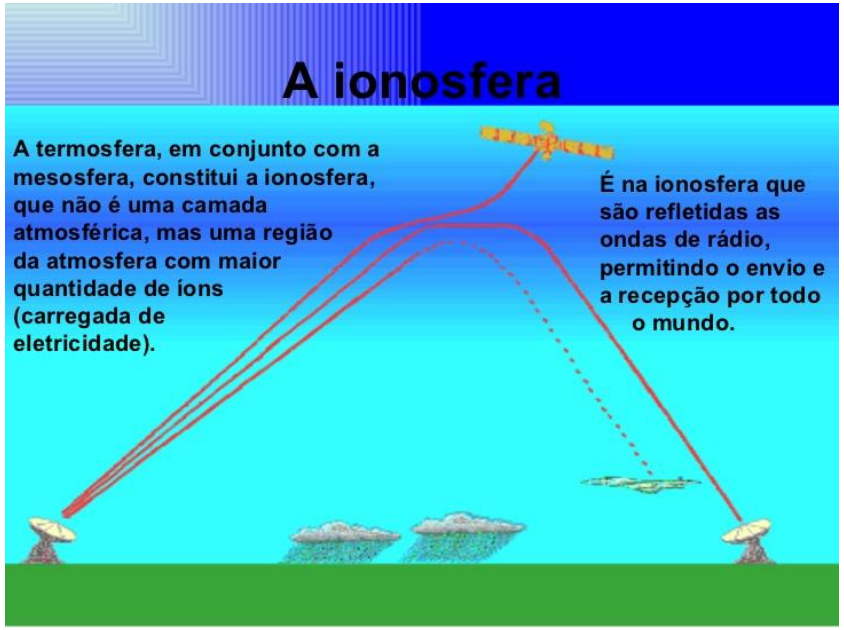


O que são ions?

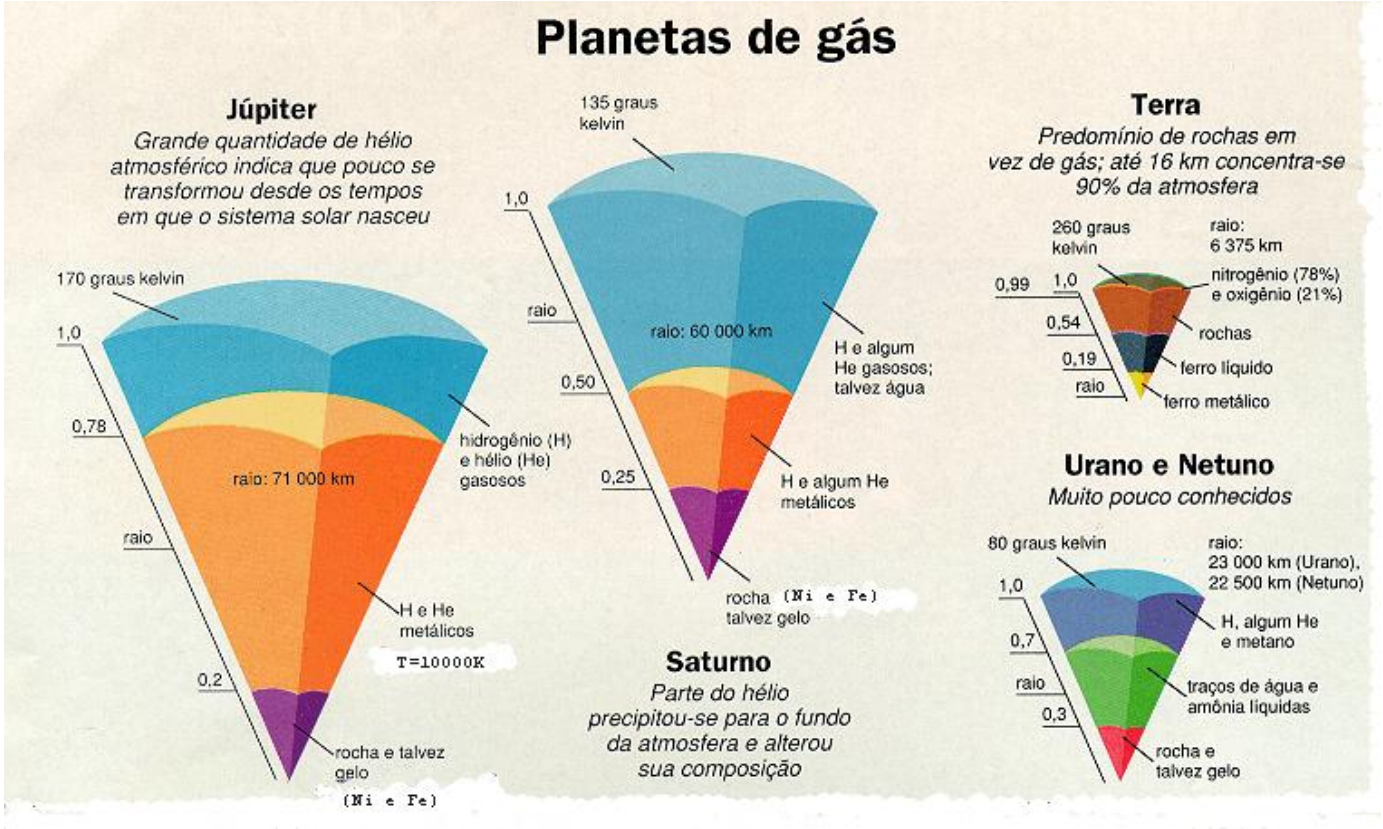


Ionosfera – camada ionizada

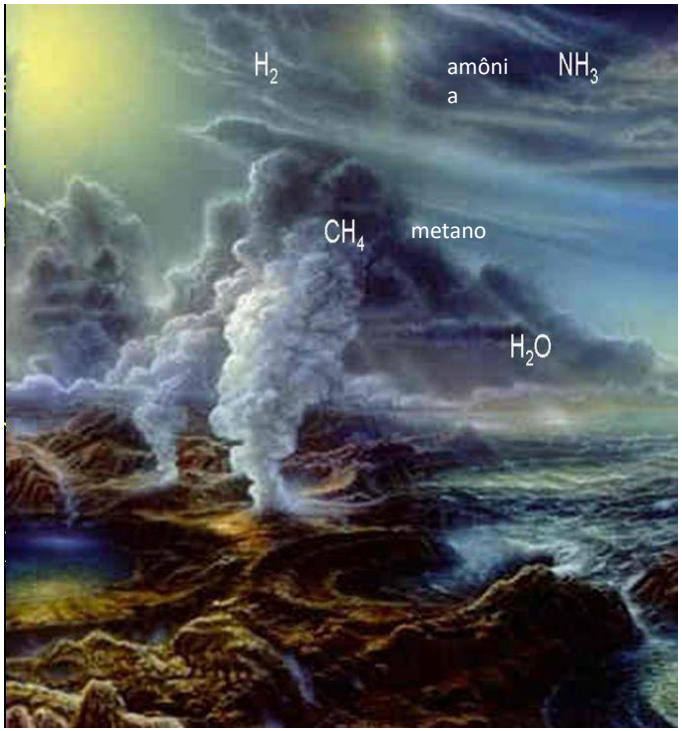




Atmosfera primordial – primeira fase



Atmosfera primordial – segunda fase

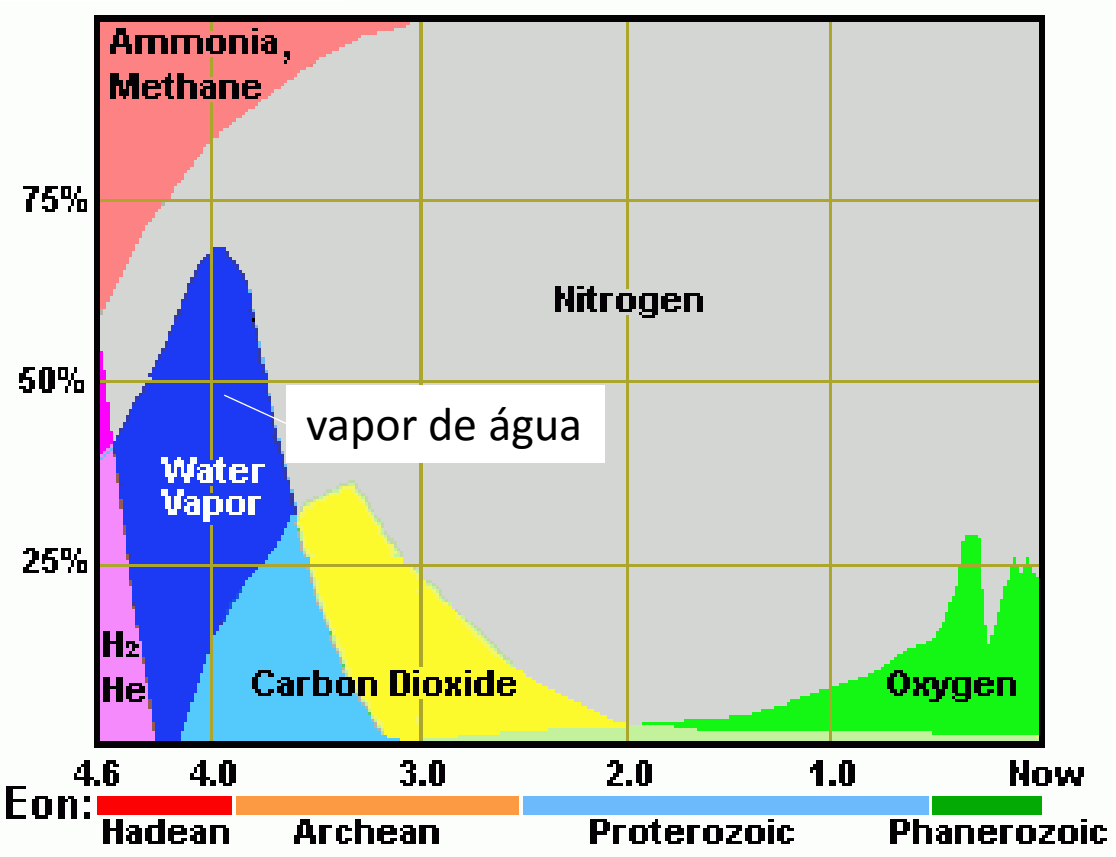


Depois de perder a maior parte de seu H e He, a atmosfera primordial se formou dos gases liberados pelos magmas:

- principalmente H_2O (água) e CO_2 (dióxido de carbono)
- pequenas quantidades de N_2 e sulfatos e outros gases
- H e He devem ter sido eliminados pelos raios cósmicos e/ou dispersados pela baixa gravidade da Terra

Evolução da atmosfera terrestre

% da atmosfera



Tempo em bilhões de anos

A atmosfera primordial tinha ~1000 vezes mais CO_2 do que tem agora para onde foi?

- CO_2 dissolveu nos oceanos e precipitou como carbonatos

Carbonato de cálcio

CARBONATOS

Aragonito

Calcita

Dolomita

Malaquita

Siderita

Calcário (do latim *calx (gen. calicis)* ou *calcariu*, "cal")

- é uma rocha sedimentar que contém minerais com quantidades acima de 30% de carbonato de cálcio (aragonita ou calcita).

- quando o mineral predominante é a dolomita ($CaMg\{CO_3\}_2$ ou $CaCO_3 \bullet MgCO_3$) a rocha calcária é denominada **calcário dolomítico**.

Estalactites da Gruta Rei do Mato
Sete Lagoas-MG

De onde veio o oxigênio?

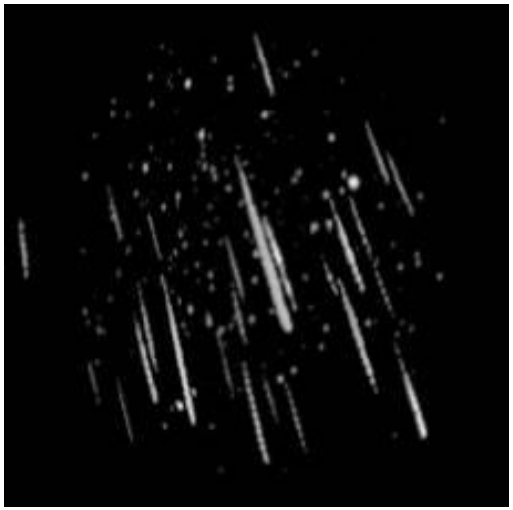
- O_2 é atualmente o segundo maior constituinte da atmosfera, mas não existia na atmosfera primordial
- O conteúdo de O_2 na atmosfera cresceu de 1% a 21% nos últimos 600 milhões de anos.
- Moléculas de oxigênio vieram da fotossíntese das algas e plantas

Cianobactérias ou algas azuis

Mas a atmosfera para se estabilizar precisava de proteção

- Ozônio (O_3) forma-se na estratosfera a partir da interação do O2 com a radiação solar.
- Bloqueia os fótons UV para que não atinjam a superfície.
- Isso permitiu o desenvolvimento da vida, porque a radiação UV é prejudicial à vida.
- A presença de O_2 e O_3 na atmosfera é um sinal de vida (fotossíntese).

Raios cósmicos



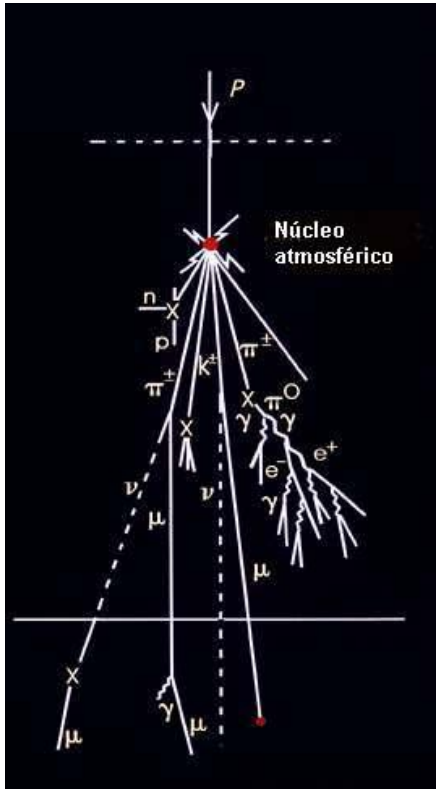
- **Raios cósmicos** são **partículas** de alta energia, extremamente penetrantes, que se deslocam a velocidades próximas à da luz no espaço.

- Portanto, raios cósmicos não são raios, mas partículas.

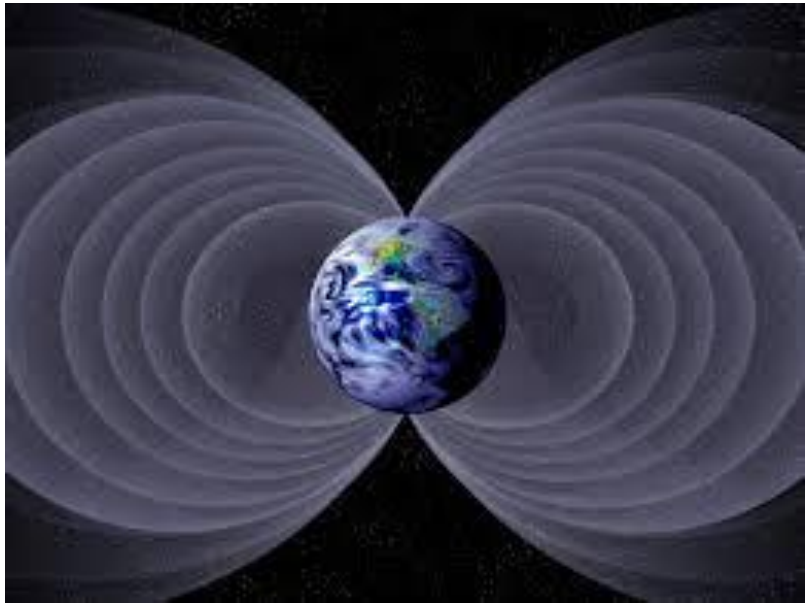
- Essas partículas, ao chegarem à Terra, colidem com os núcleos dos átomos da atmosfera e dão origem a outras partículas.

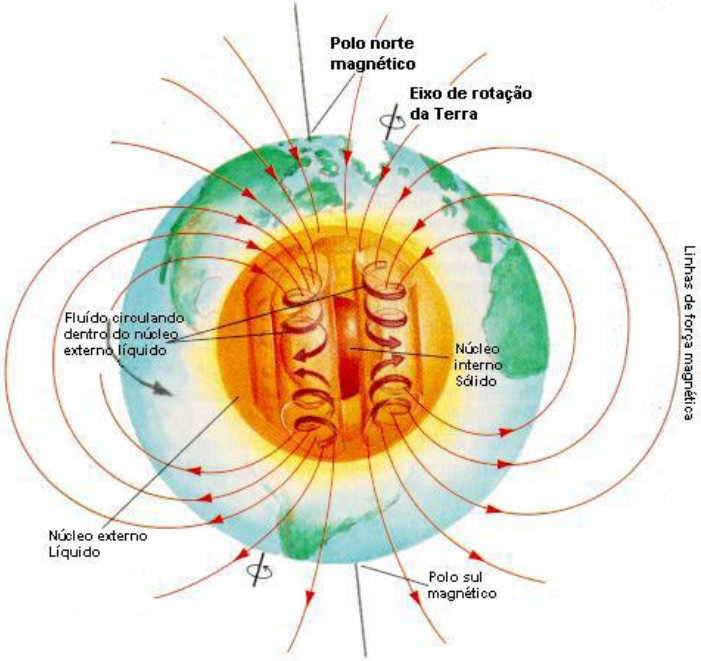
- Forma-se uma “chuva” de partículas com menos energia, os chamados *raios cósmicos secundários*.

- O número de partículas que chegam ao nível do mar, em média, é de uma partícula por segundo em cada centímetro quadrado.



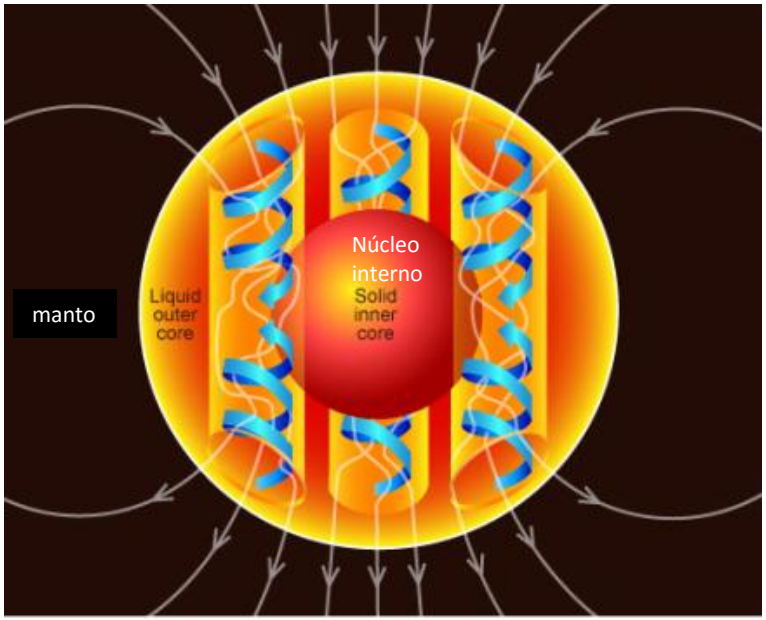
Mas a Terra criou uma proteção – Campo magnético!

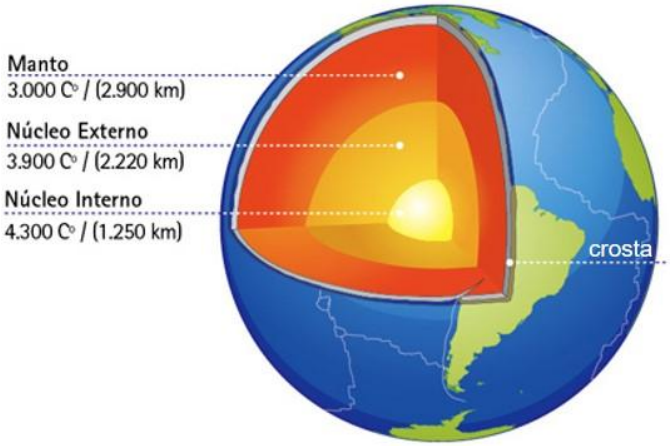




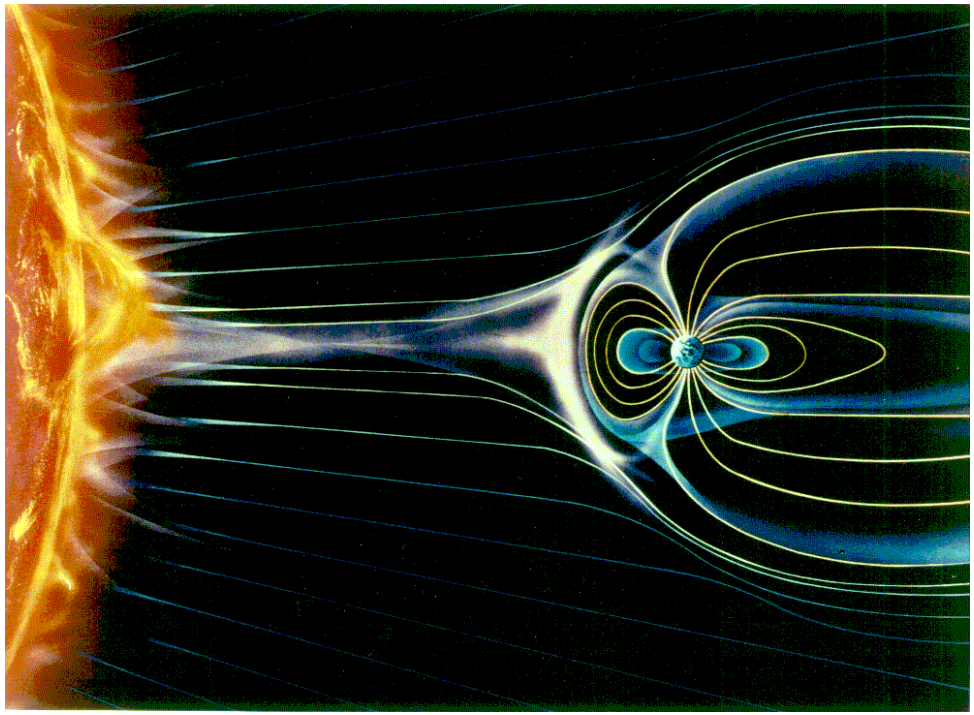
Magnetosfera – invólucro magnético da Terra

Núcleo externo e o magnetismo da Terra



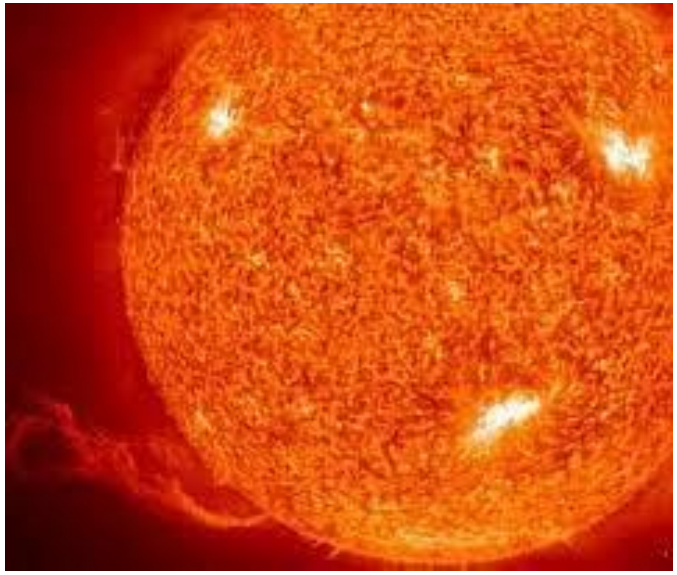


Ação do Sol sobre a magnetosfera



- **Vento solar**
- São principalmente eletrons e protons, além de sub-partículas como os neutrinos.
- Próximo da Terra, a velocidade das partículas pode variar entre 400 e 800 km/s, com densidades próximas de 10 partículas por centímetro cúbico.

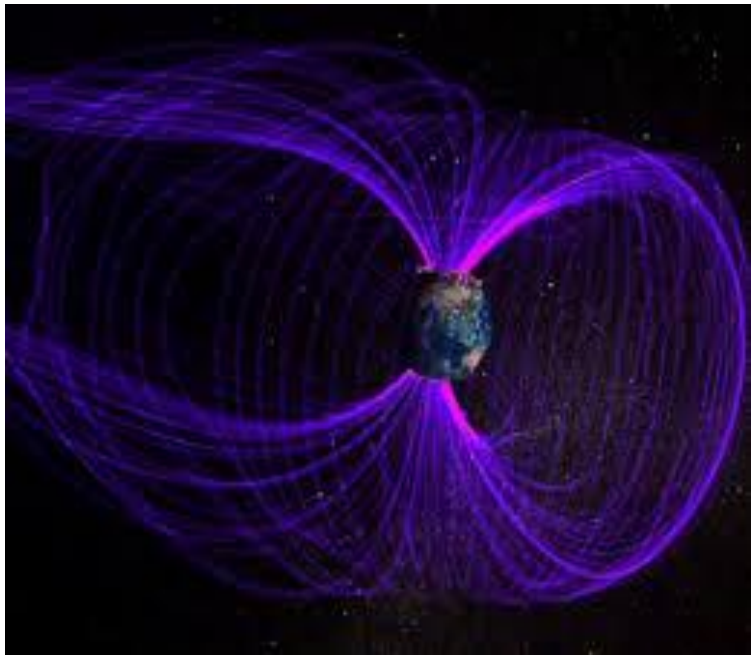
Manchas solares e atividade solar



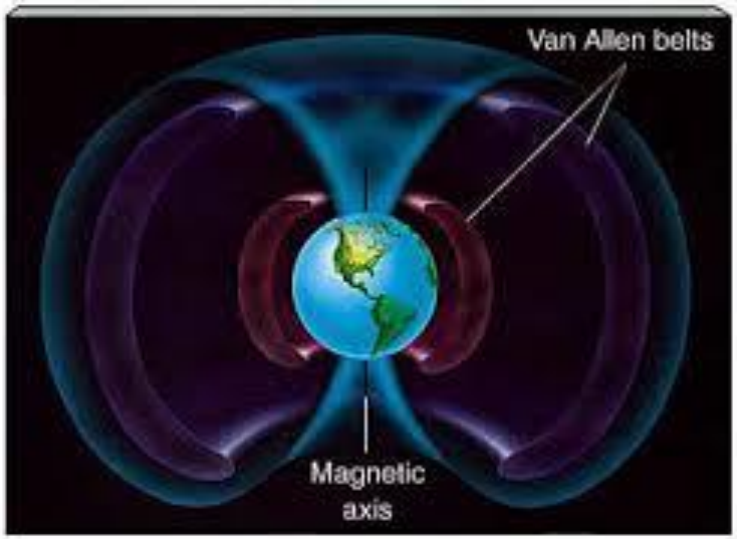
- Ciclo solar= 11 anos
- Atividade mais intensa
- Manchas solares associadas com fluxo de partículas ionizadas provenientes da coroa solar (vento solar)

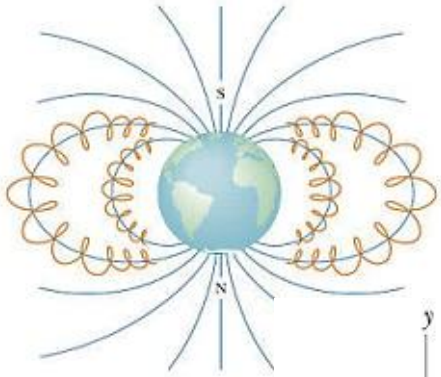
A magnetosfera não é simétrica em relação à Terra por causa do vento solar

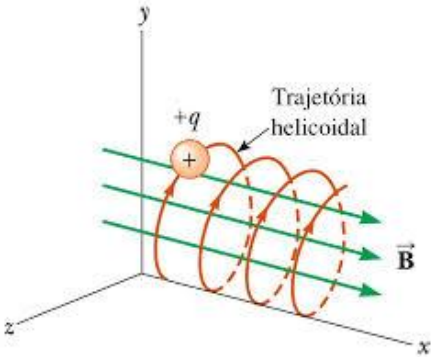
No lado noite da Terra a influência do campo magnético se estica e chega até a Lua



Cinturões de radiação (Van Allen) – a proteção da Terra contra a radiação cósmica e vento solar

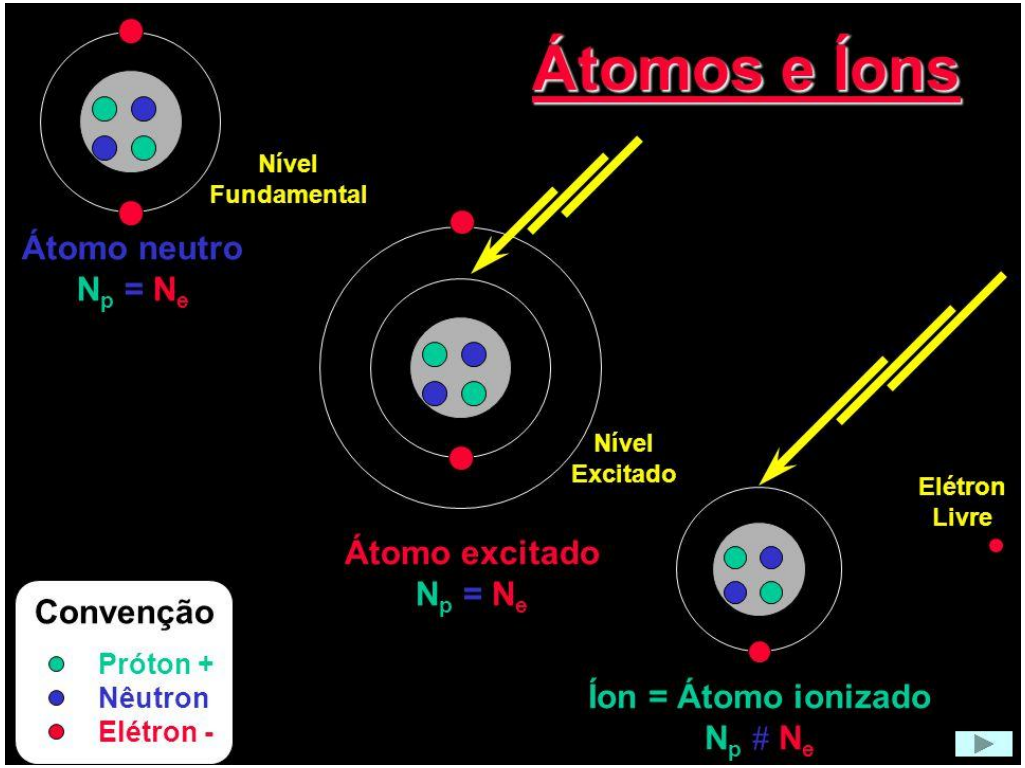


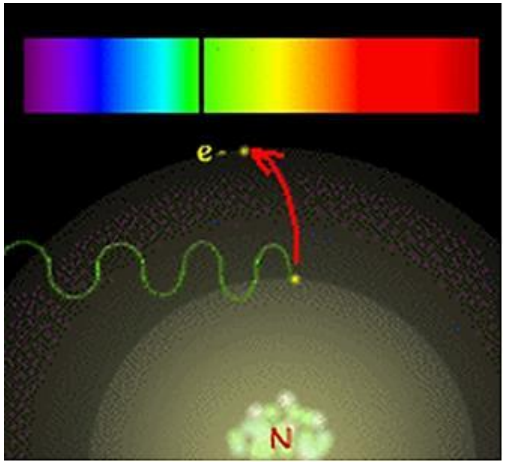




Uma partícula com carga elétrica (íon) em movimento é aprisionada pelo campo magnético e ela passa a ter um movimento helicoidal (gira em torno das 'linhas' de campo), até perder energia e ser aprisionada em níveis mais internos da magnetosfera

O choque de partículas pode arrancar um eletron ou só transferir energia





Ao retornar ao seu estado fundamental, o elétron emite o excesso de energia na forma de radiação luminosa

Auroras – o grande espetáculo da terra

Auroras – são mais visíveis no hemisfério norte

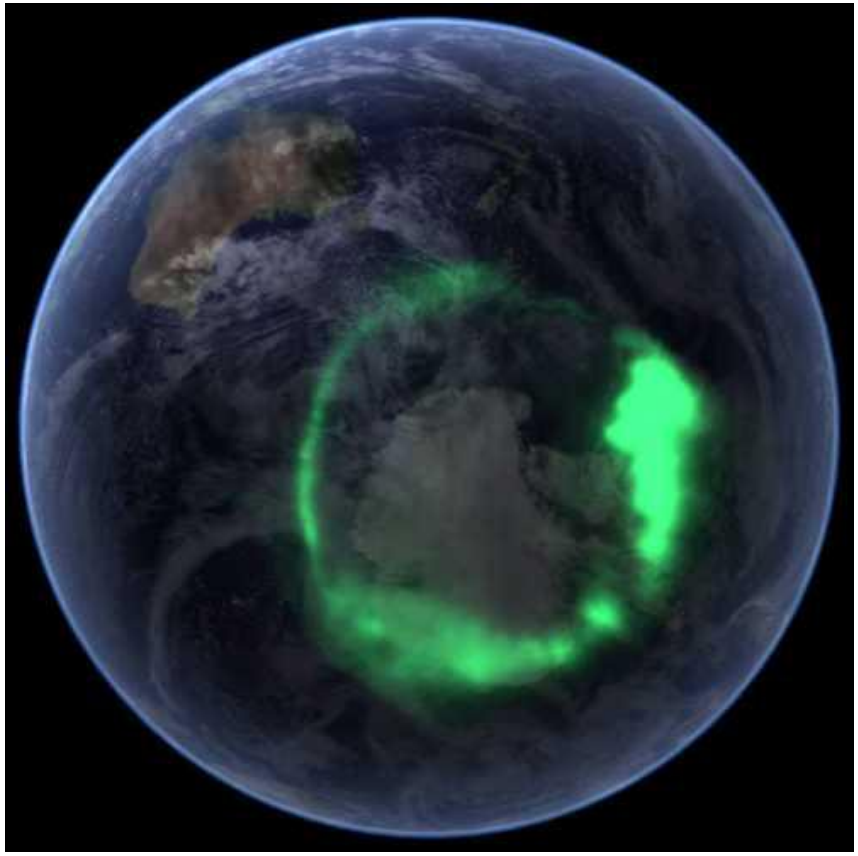
Auroras resultam da interação do campo geomagnético e o vento solar

As cores dependem dos elementos químicos afetados (bombardeados) pela vento solar

Aurora com meteoro na Noruega

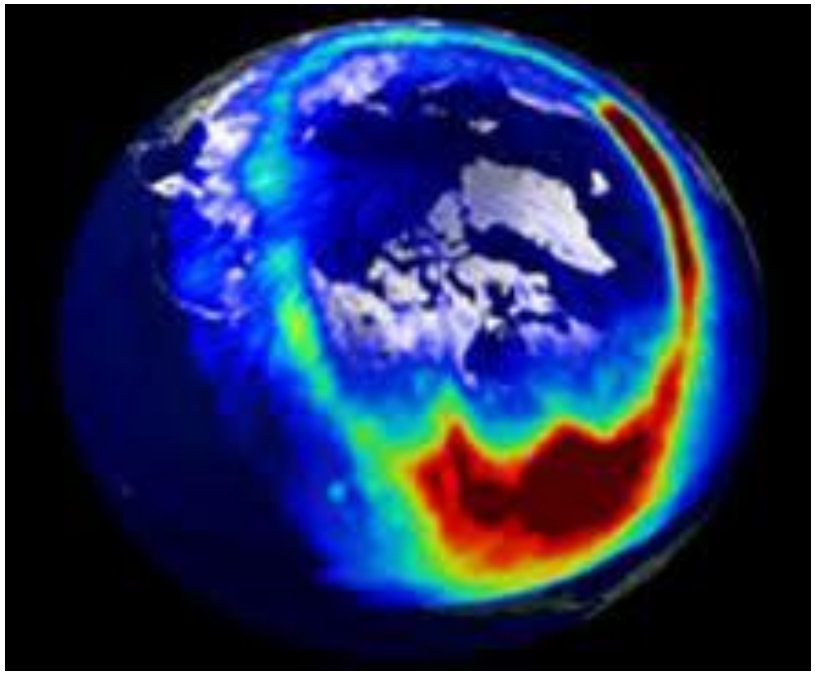
Aurora Austral vista do espaço

Aurora austral

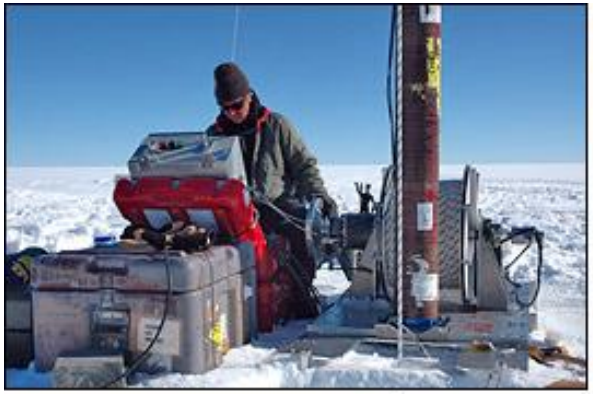
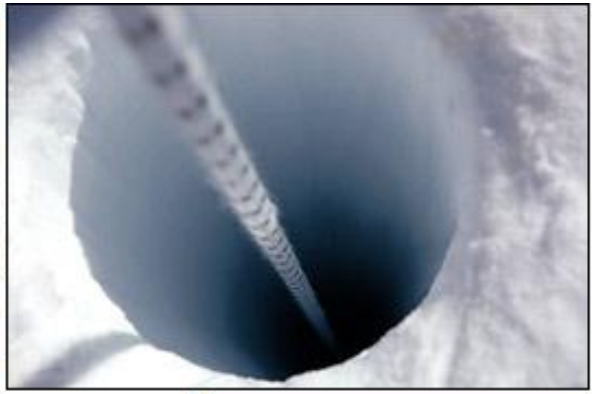


satélite IMAGE em 11 de setembro de 2005

Regiões de ocorrência de auroras no hemisfério norte

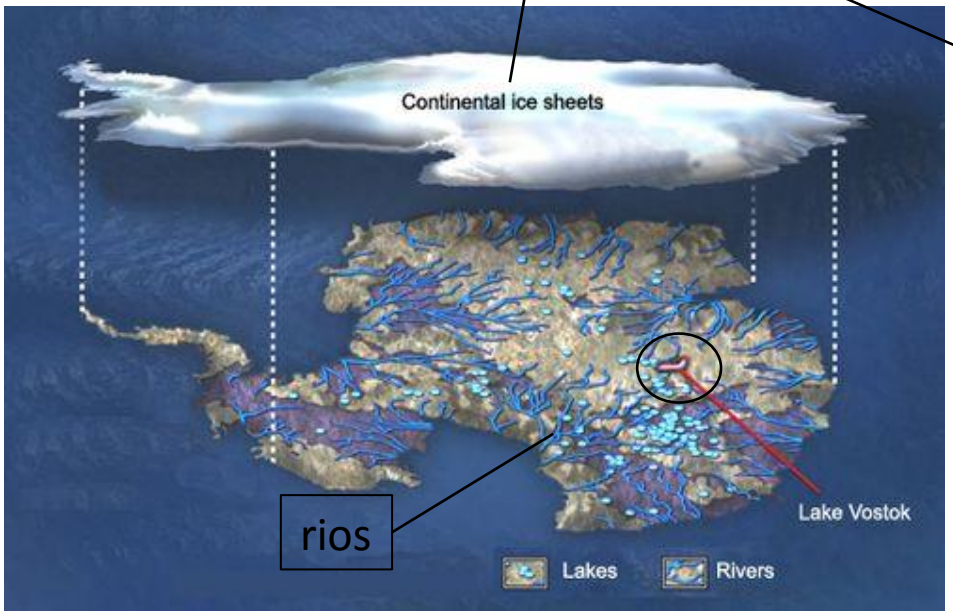


Vostok
registro das variações da composição e temperatura da atmosfera em testemunhos de gelo

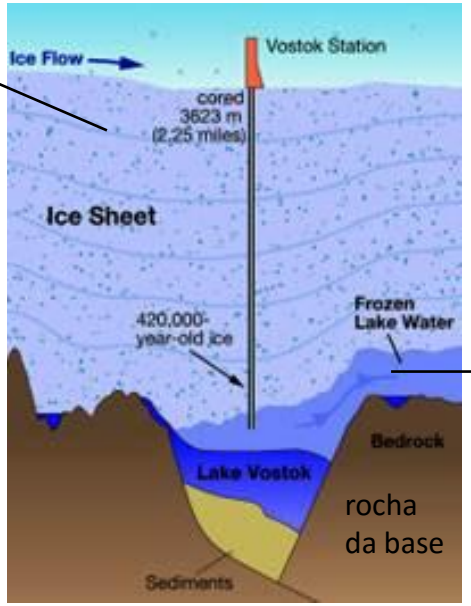



Lago Vostok

Cobertura de gelo



rios



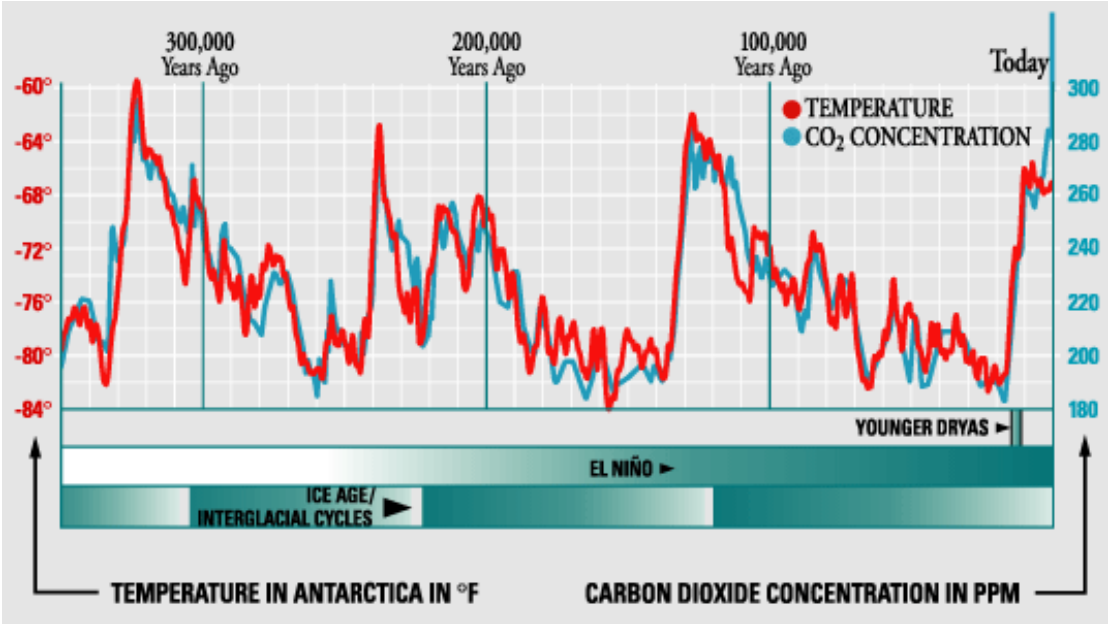
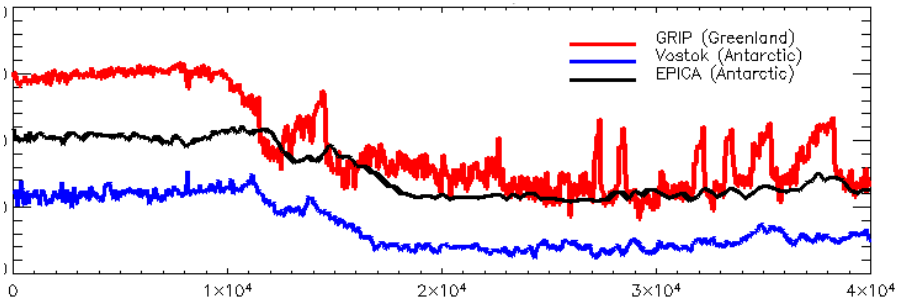
Água congelada

rocha da base

Temperatura e concentração de CO2 na atmosfera nos últimos 400 mil anos

-51°C

-62°C



registos de temperatura, mostrando o evento designado Dryas recente há cerca de 11 000 anos.