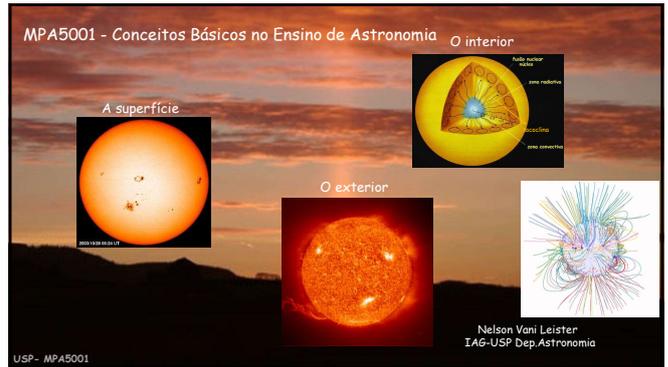
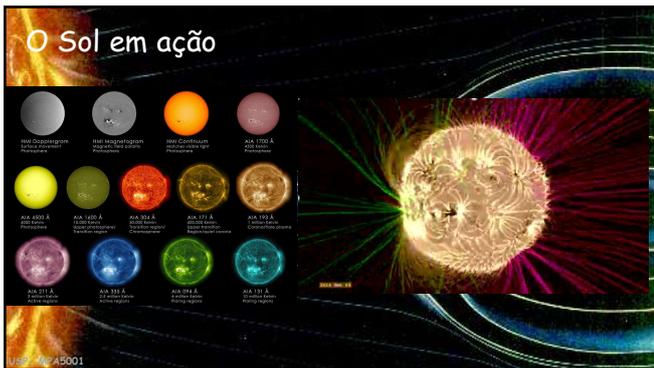




1



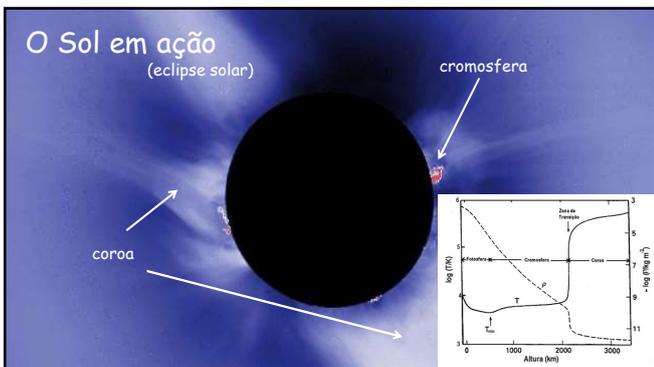
2



3



4



5



6

### Atividades Solar A chave para a compreensão do Sol

Uma visão de perto de uma das explosões associadas ao AR 11944 emitido em 7 de janeiro de 2014. Esta explosão pode ser associada como um SEP's detectados pelo Vento que foram liberados do Sol.  
Orbitas: Helede asiste (NASA/SDO)

USP - MPA5001

7

### programa espacial

Lançamento: 02/Dezembro/1995

**SOHO**  
SOLAR AND HELIOSPHERIC OBSERVATORY

Instrumentação: MDI - The Michelson (Doppler Imager) - Magnetômetro  
EIT - Ultravioleta extremo  
LASCO - coronógrafo

SOHO views 2011 July 03  
Top to bottom: MDI lines magnetogram, EIT F4500, 171A image

USP - MPA5001

8

### SOHO - Proeminências

USP - MPA5001

9

### Observatório de Dinâmica Solar (SDO)

**Objetivos da Ciência da Missão**

- Que mecanismos impulsionam o ciclo quase periódico de 11 anos de atividade solar?
- De onde surgem as variações observadas na irradiação espectral do EUV do Sol e como elas se relacionam com os ciclos de atividade magnética?
- Que configurações de campo magnético levam aos CMES, erupções de filamento e erupções que produzem partículas energéticas e radiação?
- A estrutura e a dinâmica do vento solar perto da Terra podem ser determinadas a partir da configuração do campo magnético e da estrutura atmosférica perto da superfície solar?
- Quando a atividade ocorrerá, e é possível fazer previsões precisas e confiáveis do clima e do clima espacial?

USP - MPA5001

10

### Estudo da conexão Sol-Terra

(25/10/2006)

**Objetivos:**

- Compreender as causas e mecanismos da ejeção de massa coronal
- Caracterizar a propagação através da heliosfera
- Descobrir o mecanismo e o local da aceleração das partículas
- Estudar a estrutura do vento solar.

USP - MPA5001

11

### Parker Solar Probe

**Instrumentos de sonda solar Parker**

- A Sonda Solar Parker funciona em condições extremas enquanto coleta dados na coroa do Sol, passando mais perto de nossa estrela do que qualquer nave espacial antes.
- Suas quatro suítes de instrumentos caracterizam a região dinâmica próxima ao Sol medindo partículas e campos elétricos e magnéticos, e cada uma foi especialmente projetada para suportar a radiação e temperaturas severas que encontrará.

**Instrumentos:**

- **FIELDS** - Captura a Intensidade e a forma dos campos elétricos e magnéticos na atmosfera do Sol
- **WISPR** - The Wide-Field Imager - Imageador que analisa a estrutura em larga escala da coroa e do vento solar
- **SWEAP** - The Solar Wind Electrons Alphas and Protons - Detetor de Elétrons e Prótons
- **ISʘTS** - The Integrated Science Investigation of the Sun - medir partículas através de uma ampla gama de energias

USP - MPA5001

12

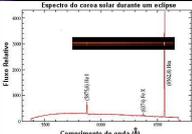
### A cromosfera

A cromosfera é a região do Sol quando é vista através de um espectrógrafo ou de um filtro que isola a emissão H-alfa. Uma riqueza de novos fenômenos ligados ao campo magnético.

A cromosfera tem um padrão semelhante à teia mais facilmente vista nas emissões da linha do hidrogênio (H-alfa) e da linha ultravioleta do cálcio (Ca II K-line - átomos de cálcio com um elétron removido).

A cromosfera é uma camada irregular acima (~ 2000km) da fotosfera, onde a temperatura sobe de 5000° C para cerca de 20.000 ° C. Nessas temperaturas mais altas, o hidrogênio emite luz que emite uma cor avermelhada (emissão de H-alfa).

Essa emissão colorida pode ser vista em proeminências que se projetam acima do limbo do sol durante os eclipses solares.



USP- MPA5001

13

### A cromosfera

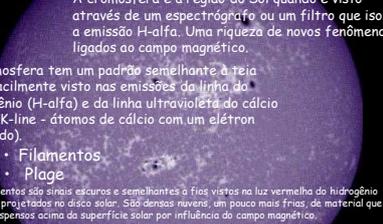
A cromosfera é a região do Sol quando é visto através de um espectrógrafo ou um filtro que isola a emissão H-alfa. Uma riqueza de novos fenômenos ligados ao campo magnético.

A cromosfera tem um padrão semelhante à teia mais facilmente visto nas emissões da linha do hidrogênio (H-alfa) e da linha ultravioleta do cálcio (Ca II K-line - átomos de cálcio com um elétron removido).

- Filamentos
- Plage

Os filamentos são tiras escuras e semelhantes a fios vistos na luz vermelha do hidrogênio (H-alfa) projetados no disco solar. São densas nuvens, um pouco mais frias, de material que estão suspensas acima da superfície solar por influência do campo magnético.

Plage, a palavra francesa para praia, são manchas brilhantes do redor de manchas solares que são mais bem vistas no H-alfa. Plage também está associado a concentrações de campos magnéticos e faz parte da rede de emissões brilhantes que caracterizam a cromosfera.



USP- MPA5001

14

### A cromosfera

A cromosfera é a região do Sol quando é visto através de um espectrógrafo ou um filtro que isola a emissão H-alfa. Uma riqueza de novos fenômenos ligados ao campo magnético.

A cromosfera tem um padrão semelhante à teia mais facilmente visto nas emissões da linha do hidrogênio (H-alfa) e da linha ultravioleta do cálcio (Ca II K-line - átomos de cálcio com um elétron removido).

- Proeminências

As proeminências são nuvens densas de material suspenso acima da superfície do Sol por laços de campo magnético. Proeminências e filamentos são na verdade as mesmas coisas, exceto que as proeminências são vistas projetando-se acima do limbo, ou bordo, do Sol. Tanto os filamentos quanto as proeminências podem permanecer em um estado quieto ou ativo por dias ou semanas.



USP- MPA5001

15

### A cromosfera

A cromosfera é a região do Sol quando é visto através de um espectrógrafo ou um filtro que isola a emissão H-alfa. Uma riqueza de novos fenômenos ligados ao campo magnético.

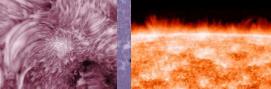
A cromosfera tem um padrão semelhante à teia mais facilmente visto nas emissões da linha do hidrogênio (H-alfa) e da linha ultravioleta do cálcio (Ca II K-line - átomos de cálcio com um elétron removido).

- Espículas

As espículas são pequenas erupções semelhantes a jatos, vistas em toda a rede cromosférica. Elas aparecem como pequenas faixas escuras na imagem H-alfa à esquerda. Elas duram apenas alguns minutos, mas no processo, ejetam o material da superfície e para fora da coroa quente a velocidades de 20 a 30 km / s.

Cromosfera

- Filamentos
- Plages
- Proeminências
- Espículas



USP- MPA5001

16

### A coroa

A coroa é a atmosfera externa do Sol. É visível durante o total de eclipses do Sol como uma envoltória branca ao redor do Sol. A coroa exibe uma variedade de fenômenos, incluindo flâmulas, plumas e laços (loops). Essas estruturas mudam de eclipse para eclipse (ciclo das manchas solares).



USP- MPA5001

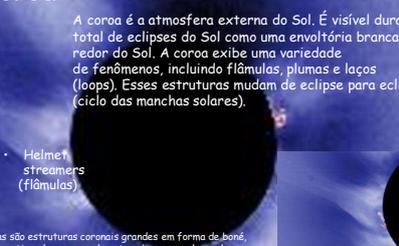
17

### A coroa

A coroa é a atmosfera externa do Sol. É visível durante o total de eclipses do Sol como uma envoltória branca ao redor do Sol. A coroa exibe uma variedade de fenômenos, incluindo flâmulas, plumas e laços (loops). Essas estruturas mudam de eclipse para eclipse (ciclo das manchas solares).

- Helmet streamers (flâmulas)

As flâmulas são estruturas coronais grandes em forma de boné, com picos pontiagudos que geralmente cobrem manchas solares e regiões ativas. As flâmulas são formadas por uma rede de laços magnéticos que conectam as manchas solares nas regiões ativas e ajudam a suspender o material acima da superfície solar. As linhas de campo magnético fechadas retem os gases coronais carregados eletricamente formando essas estruturas densas.



USP- MPA5001

18

### A coroa

A coroa é a atmosfera externa do Sol. É visível durante o total de eclipses do Sol como uma envoltória branca ao redor do Sol. A coroa exibe uma variedade de fenômenos, incluindo flâmulas, plumas e laços (loops). Essas estruturas mudam de eclipse para eclipse (ciclo das manchas solares).

- Helmet streamers (flâmulas)
- Plumais polares

As plumas polares são longas e finas flâmulas (serpentina) que se projetam para fora dos polos norte e sul do Sol. Essas estruturas estão associadas às linhas de campo magnético "abertas" nos polos do Sol. As plumas são formadas pelo efeito do vento solar.



USP - MP45001

19

### A coroa

A coroa é a atmosfera externa do Sol. É visível durante o total de eclipses do Sol como uma envoltória branca ao redor do Sol. A coroa exibe uma variedade de fenômenos, incluindo flâmulas, plumas e laços (loops). Essas estruturas mudam de eclipse para eclipse (ciclo das manchas solares).

- Helmet streamers (flâmulas)
- Plumais polares
- Laços coronais

Laços coronais são encontrados ao redor de manchas solares e em regiões ativas. Essas estruturas estão associadas às linhas de campo magnético fechadas que conectam regiões magnéticas na superfície solar. Muitos laços coronais duram dias ou semanas, mas se movem rapidamente. Alguns laços, no entanto, estão associados a explosões solares e são visíveis por períodos muito mais curtos. Esses laços contêm material mais denso que o ambiente. A estrutura tridimensional e a dinâmica desses laços é uma área de pesquisa ativa.



USP - MP45001

20

### A coroa

A coroa é a atmosfera externa do Sol. É visível durante o total de eclipses do Sol como uma envoltória branca ao redor do Sol. A coroa exibe uma variedade de fenômenos, incluindo flâmulas, plumas e laços (loops). Essas estruturas mudam de eclipse para eclipse (ciclo das manchas solares).

- Helmet streamers (flâmulas)
- Plumais polares
- Laços coronais
- Buracos coronais

Buracos coronais são regiões onde a coroa é escura. Essas características foram descobertas quando os telescópios de raios X foram lançados fora da atmosfera da Terra, revelando a estrutura da coroa através do disco solar. Os buracos coronais estão associados a linhas de campo magnético "aberto" e geralmente são encontrados nos polos do Sol. Sabe-se que o vento solar de alta velocidade se origina nestes buracos coronais.



USP - MP45001

21

### A coroa

- Helmet streamers (flâmulas)
- Plumais polares
- Laços coronais
- Buracos coronais

Parte da luz emitida pela coroa é devido a ionização de elementos pesados: Fe X e Fe XIV, Ca XV

Características da coroa



USP - MP45001

22

### Erupções solares - a superfície solar

#### Erupções Solares - sua natureza

- Áreas no Sol perto de manchas solares frequentemente explodem, aquecendo material a milhões de graus em apenas segundos enviando bilhões de toneladas de material no espaço.
- As causas das explosões solares (flares) e das diferentes quantidades de massa expelidas pelo Sol é um dos grandes mistérios solares.
- Aqui novamente, sabemos muitos detalhes sobre esses eventos explosivos e entendemos os mecanismos básicos, mas muitos detalhes estão faltando.
- Ainda **não podemos prever** de forma confiável quando e onde um flare ocorrerá ou quão grande será. Este problema é um pouco como tentar prever tornados.
- As explosões liberam energia de muitas formas - eletromagnético (raios gama e raios-X), partículas energéticas (prótons e elétrons) e fluxos de massa.



USP - MP45001

23

### Erupções solares - a superfície solar

#### Erupções Solares - sua natureza

Solar Flare 1971 October 10

Big Bear Solar Observatory

USP - MP45001



24

## Erupções solares - a superfície solar

**Ejeções de Massa Coronal**

- o Ejeções de massa coronal (ou CMEs) são enormes bolhas de gás enroladas com as linhas de campo magnético que são ejetadas do Sol ao longo de várias horas. A existência de ejeções de massa coronal não foi observada sendo na era espacial.
- o As primeiras evidências desses eventos dinâmicos vieram de observações feitas com um coronógrafo do OSO 7 de 1971 a 1973.

USP - MPA5001

25

## O vento solar

- o O vento solar flui do Sol em todas as direções com velocidades de cerca de 400 km/s.
- o A fonte do vento solar é a coroa quente do Sol. A temperatura da coroa é tão alta que a gravidade do Sol não pode reter o vento.
- o Embora entendamos por que isso acontece, não entendemos as distalhas sobre como e onde as gases coronais são acelerados a essas altas velocidades.
- o Esta questão está relacionada à questão do aquecimento coronal.

**O processo de aquecimento coronal - O grande mistério**

- o A atmosfera externa do Sol (a Coroa) tem temperatura de mais de 1.000.000°C, enquanto a superfície visível tem uma temperatura de apenas cerca de 6000°C.
- o A natureza dos processos que aquecem a coroa, a mantêm sob altas temperaturas e aceleram o vento solar é um dos grandes mistérios.
- o Geralmente as temperaturas caem à medida que você se afasta de uma fonte de calor. Isso é verdade no interior do Sol, até a superfície visível. Então, a uma distância relativamente pequena, a temperatura subitamente atinge valores extremamente altos.
- o Vários mecanismos foram sugeridos como fonte desse aquecimento, mas não há consenso sobre qual deles é realmente responsável.

USP - MPA5001

26

## Ventos estelares

Os ventos estelares podem ser caracterizados por um processo contínuo de perda de massa, como no caso do vento solar (~ 10<sup>6</sup> ton/s), em contraposição aos processos de perda de massa episódicos ou catastróficos, como nas estrelas novas e supernovas.

A estrutura mais externa do Sol - a coroa - estende-se de fato em direção ao espaço interplanetário na forma do vento solar.

Dois exemplos importantes são as sondas Mariner II que, em 1962, detectou e mediu as velocidades do vento solar, e Ulysses, que observou a região dos pólos solares em 1994/1995. Velocidades com dois regimes da ordem de 400km/s a 700km/s (ρ = 5 part/cm<sup>3</sup>) foram detectadas.

USP - MPA5001

27

## Ventos estelares

Os ventos estelares podem ser caracterizados por um processo contínuo de perda de massa, como no caso do vento solar (~ 10<sup>6</sup> ton/s), em contraposição aos processos de perda de massa episódicos ou catastróficos, como nas estrelas novas e supernovas.

A estrutura mais externa do Sol - a coroa - estende-se de fato em direção ao espaço interplanetário na forma do vento solar.

Dois exemplos importantes são as sondas Mariner II que, em 1962, detectou e mediu as velocidades do vento solar, e Ulysses, que observou a região dos pólos solares em 1994/1995. Velocidades com dois regimes da ordem de 400km/s a 700km/s (ρ = 5 part/cm<sup>3</sup>) foram detectadas.

Dois (2) indícios de um fluxo de partículas emitidas pelo Sol, em particular por meio de medidas de raios cósmicos e pela observação da cauda de cometas que penetravam no Sistema Solar. Outras evidências relacionadas com o vento solar incluem as auroras e as tempestades geomagnéticas.

USP - MPA5001

28

## Quais são os impactos sobre a Terra?

### As Auroras

**The Cause of the Aurora**

USP - MPA5001

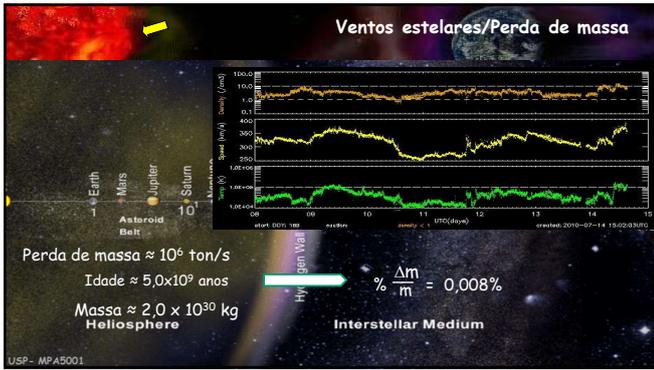
29

## Quais são os impactos sobre a Terra?

### As Auroras

USP - MPA5001

30



31