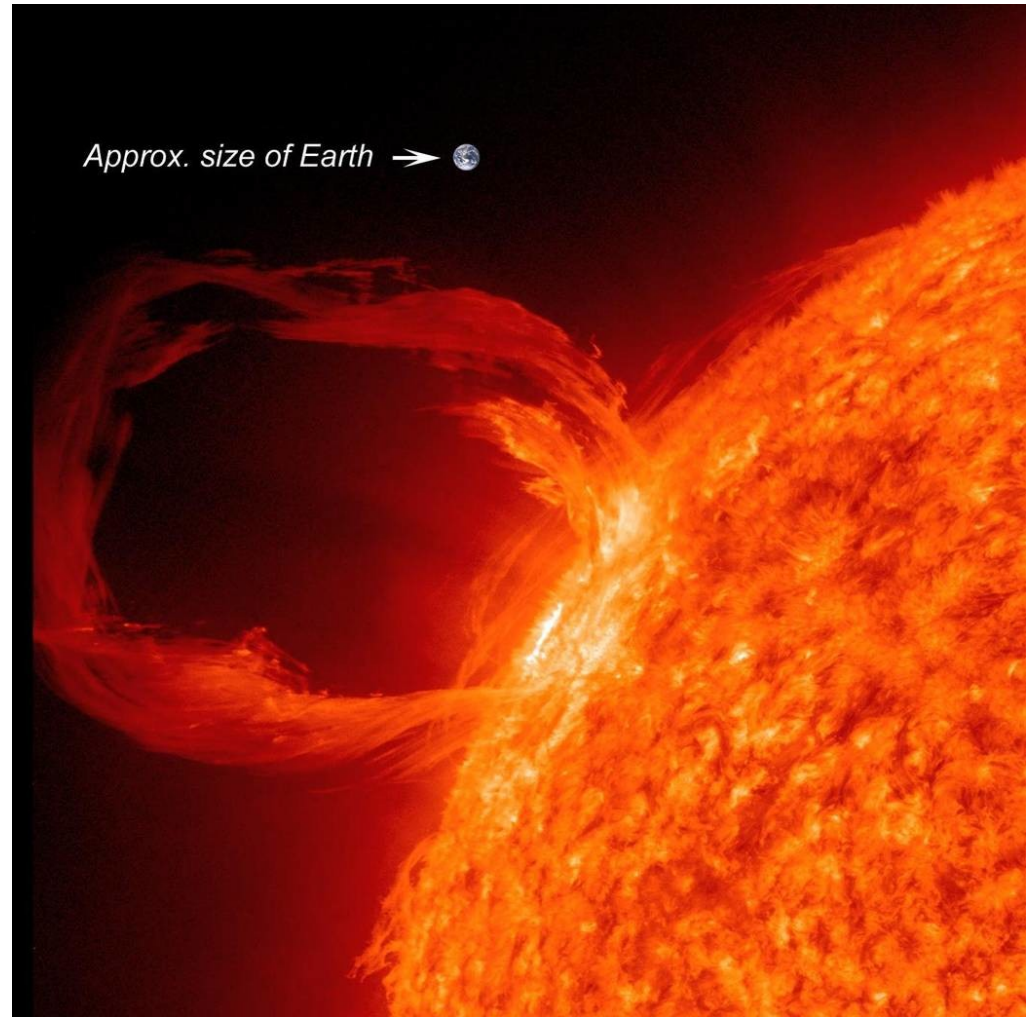
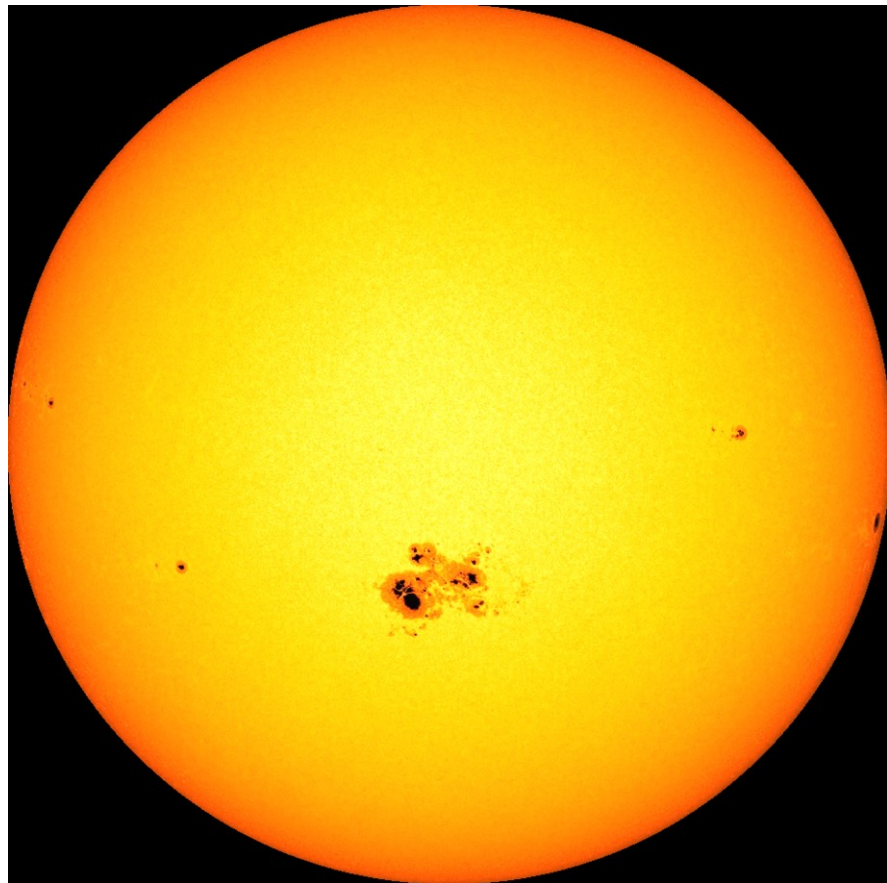
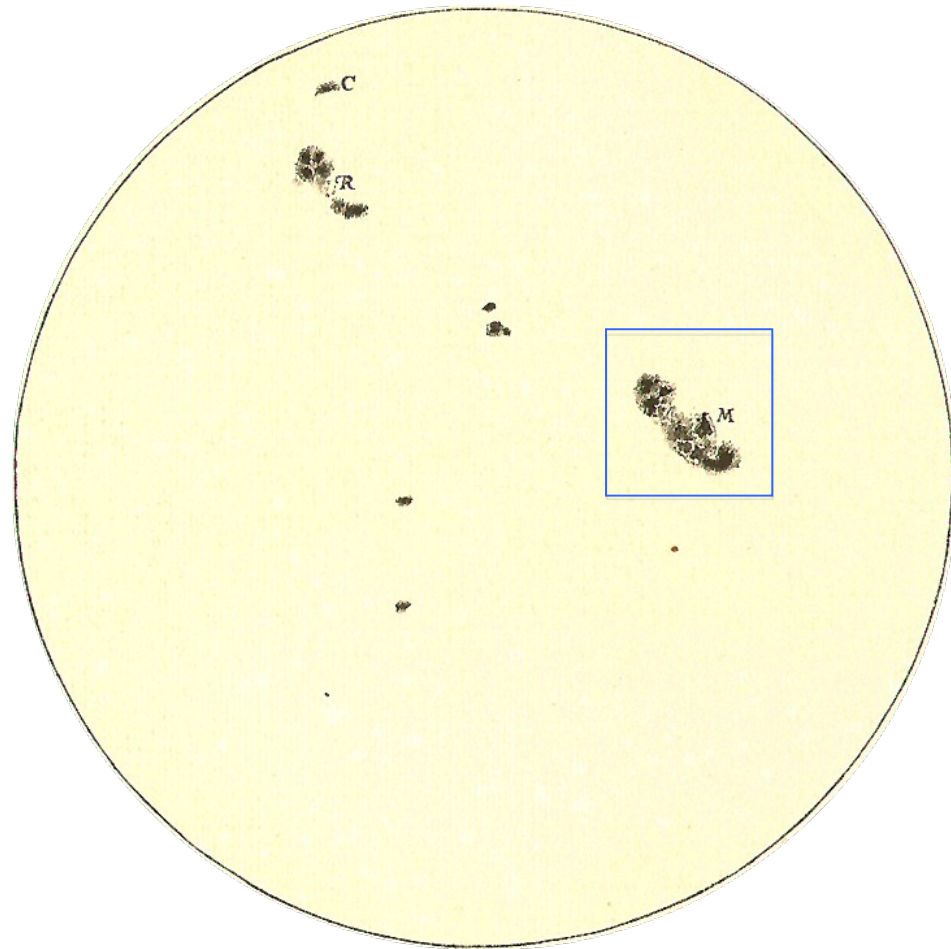


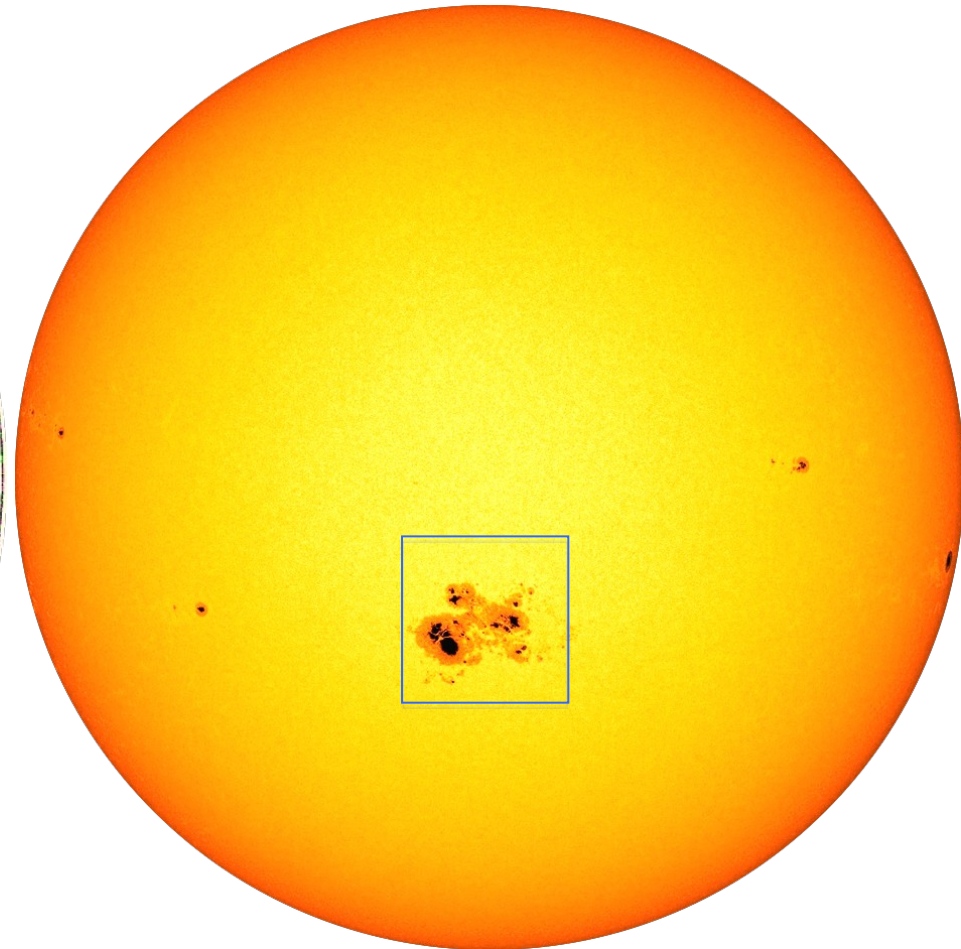
1b. O Sol: atividade solar e impacto na Terra



Manchas solares

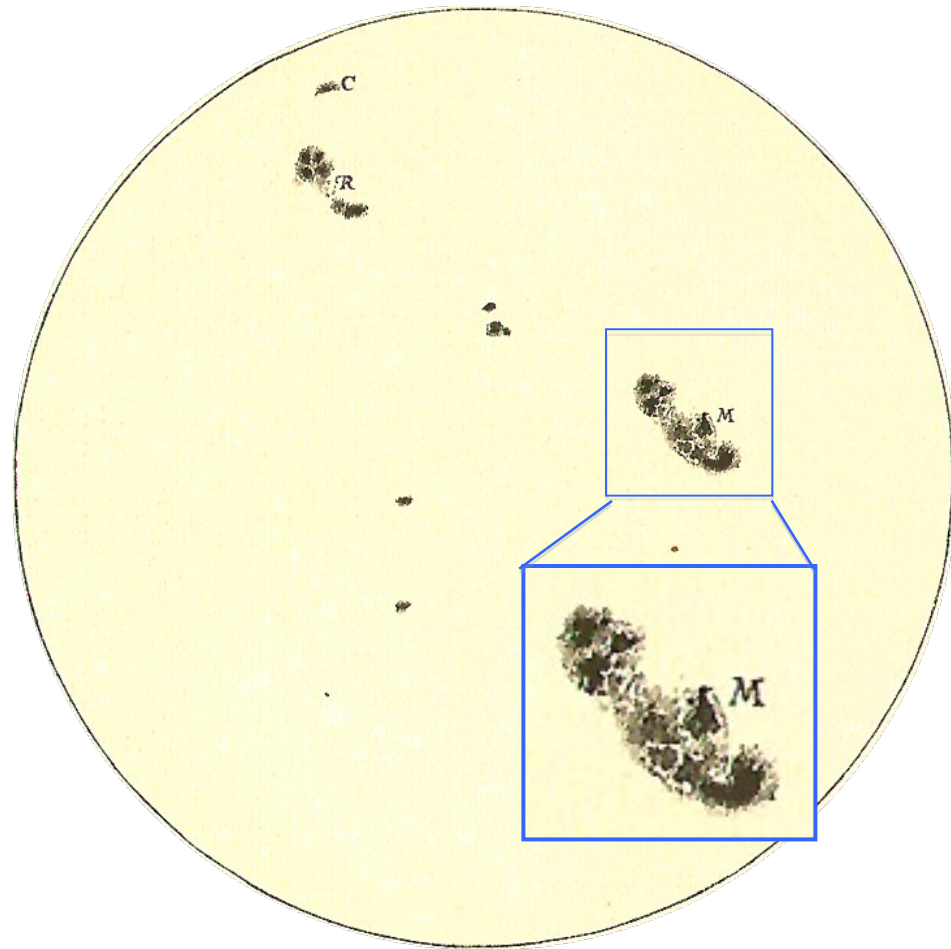


23/6/1613
Galileu Galilei

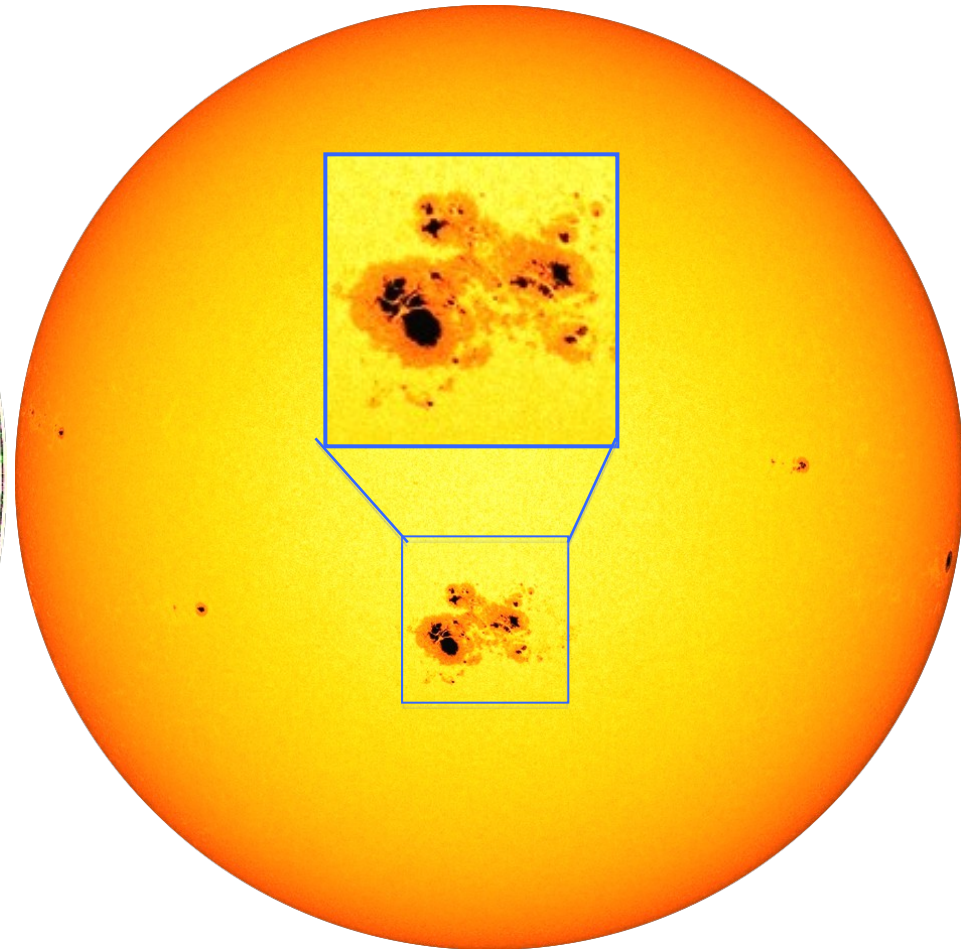


23/10/2014
NASA/SDO

Manchas solares



23/6/1613
Galileu Galilei



23/10/2014
NASA/SDO

22/6/1613

27/6/1613

23/6

26/6

24/6

25/6

Manchas
solares
observadas
por Galileu



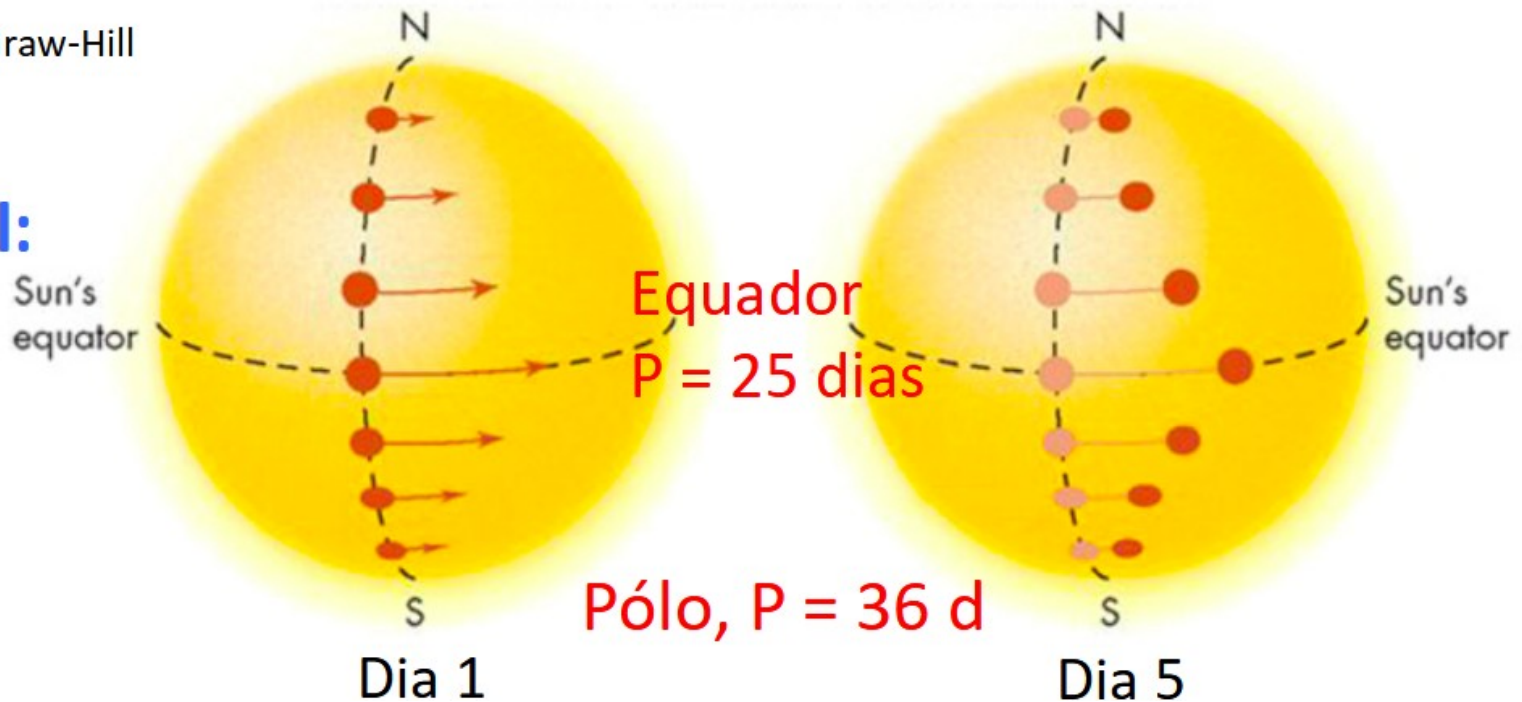
O Sol não é um corpo rígido.

O equador roda mais rápido que o polo.

Adatado: (c) McGraw-Hill

**Rotação
diferencial:**

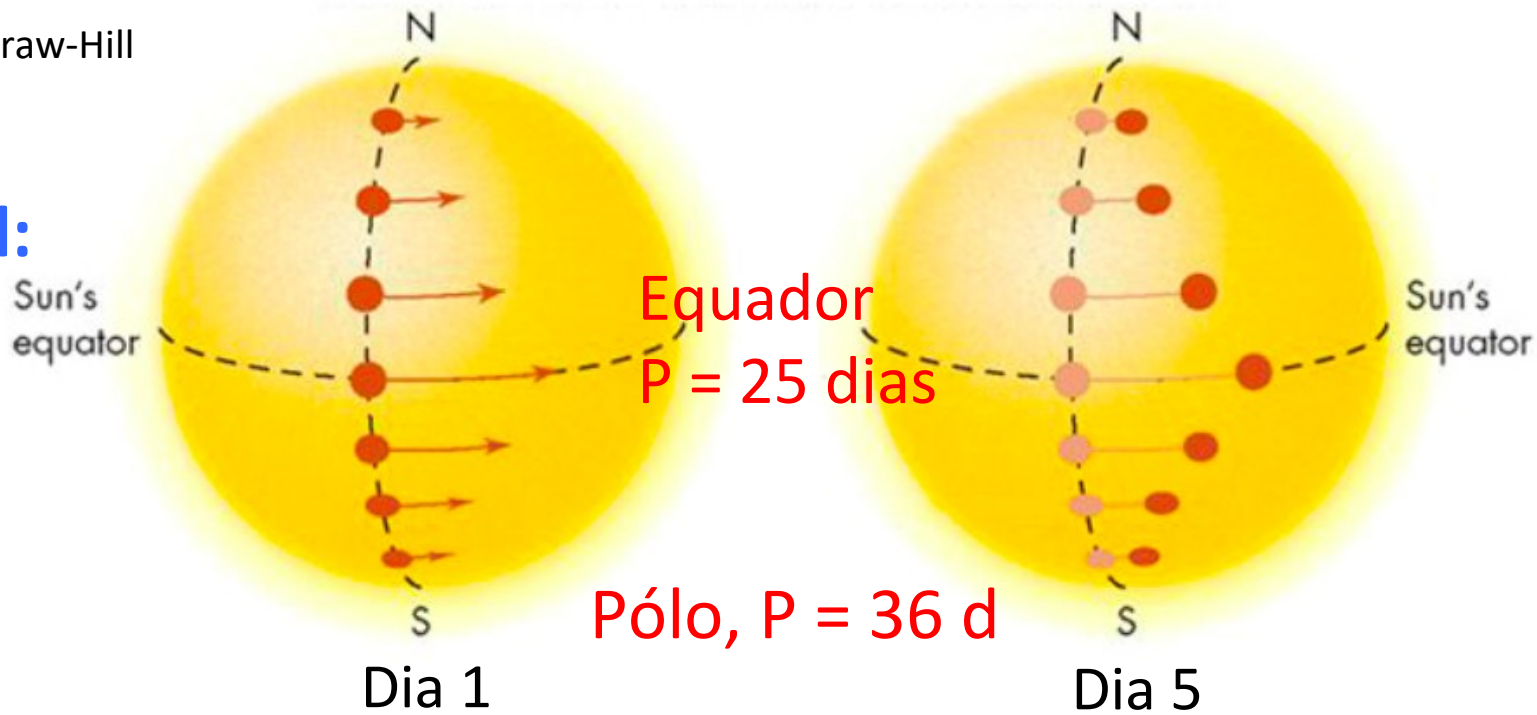
Efeito nas
manchas
solares



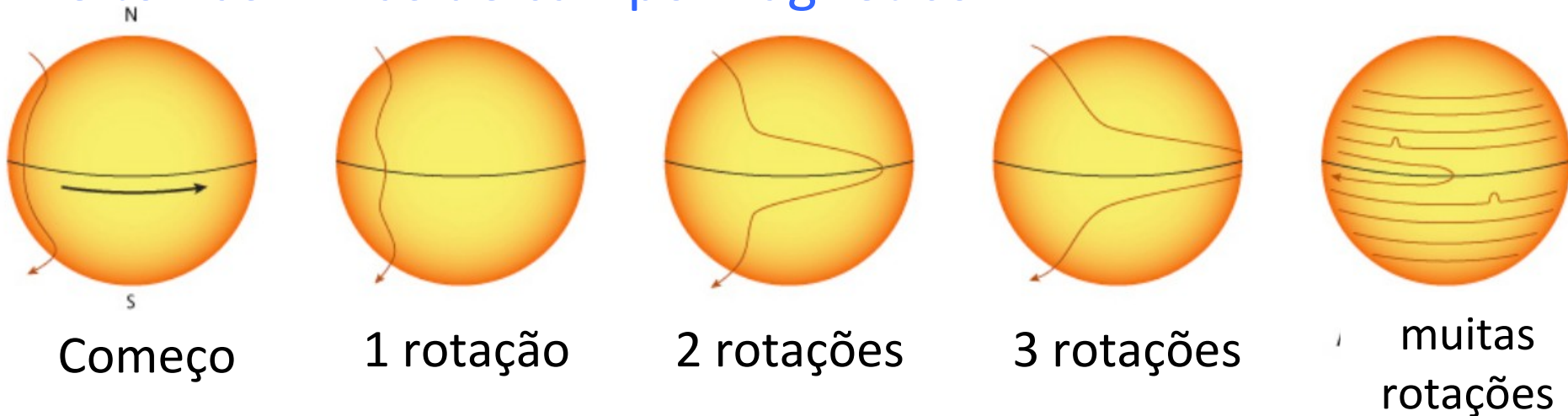
Adatado: (c) McGraw-Hill

Rotação diferencial:

Efeito nas manchas solares

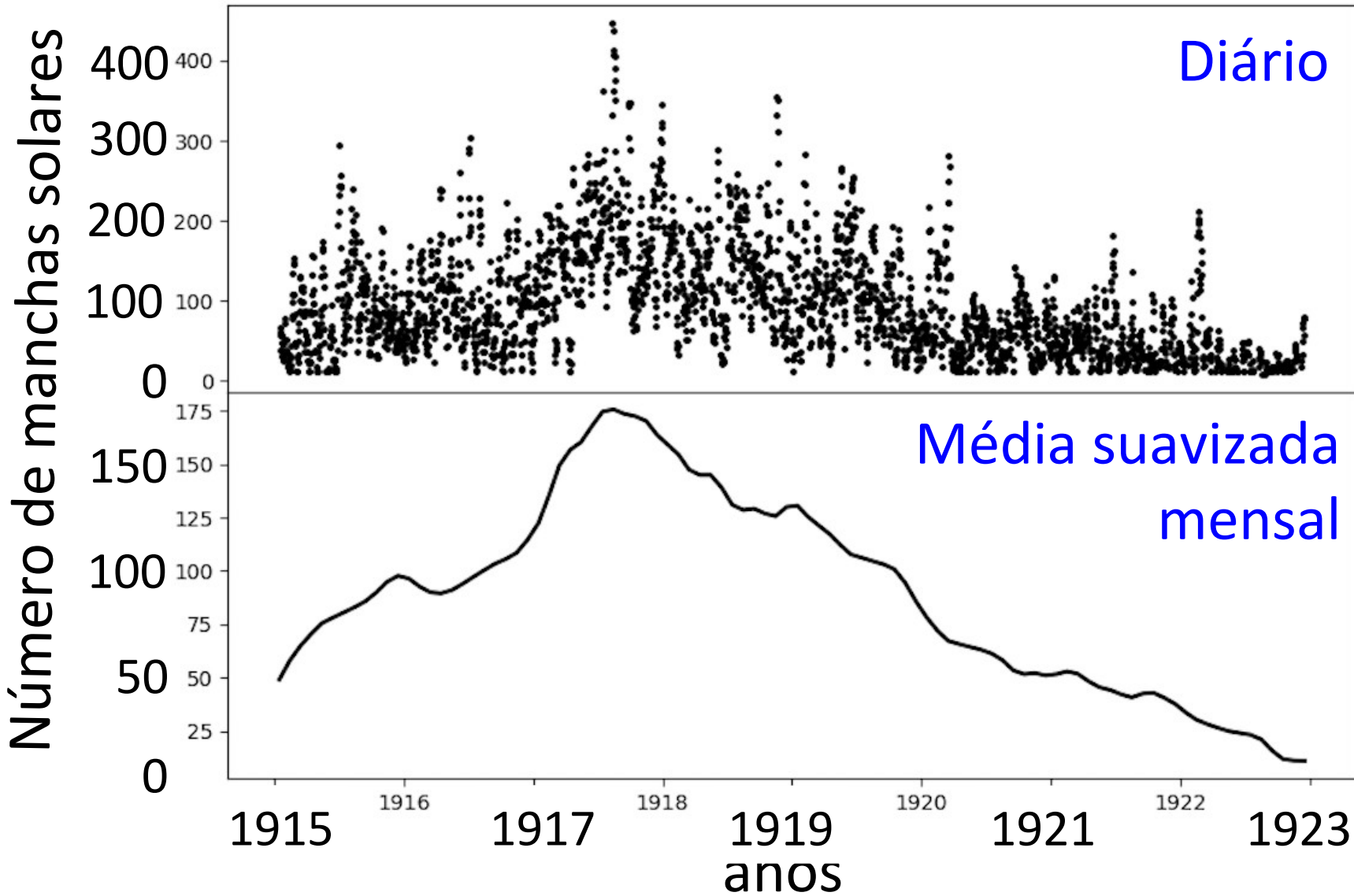


Efeito nas linhas de campo magnético

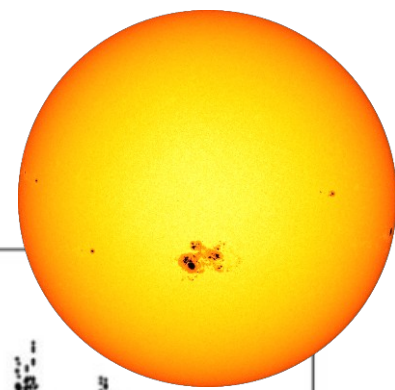


Adatado: (c) NASA/IBEX

Variação do número de manchas



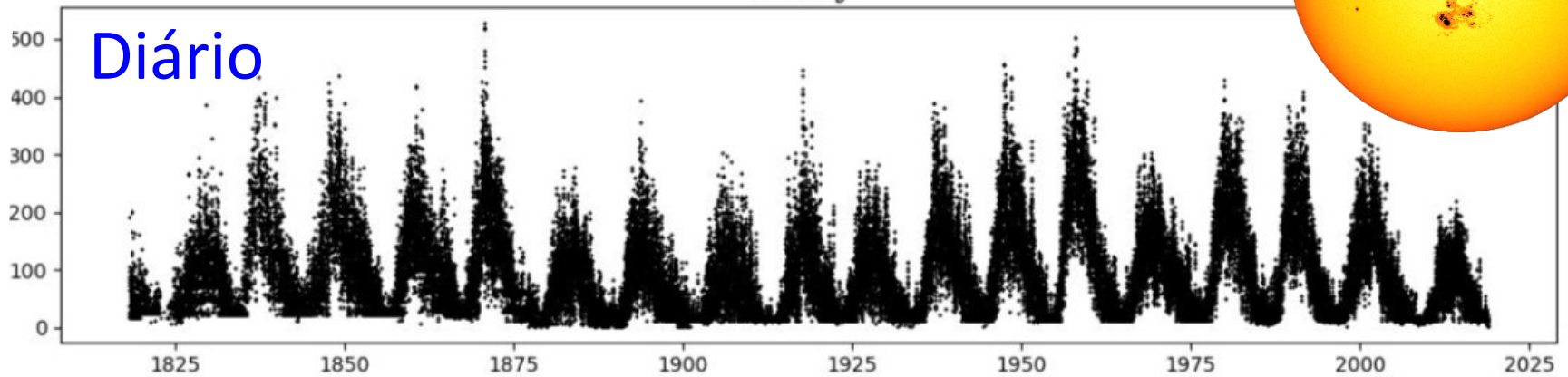
Número de manchas solares



Número de manchas solares

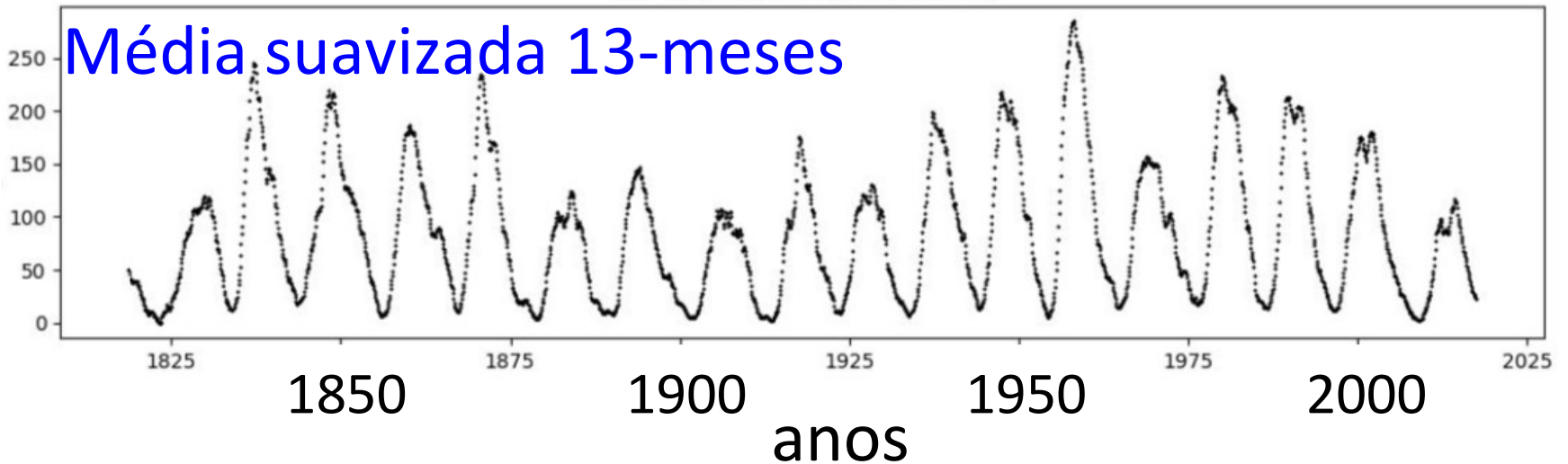
Daily

Diário

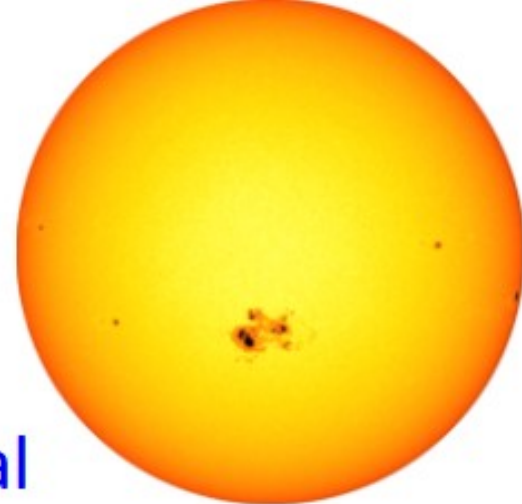


years
13 months smoothed

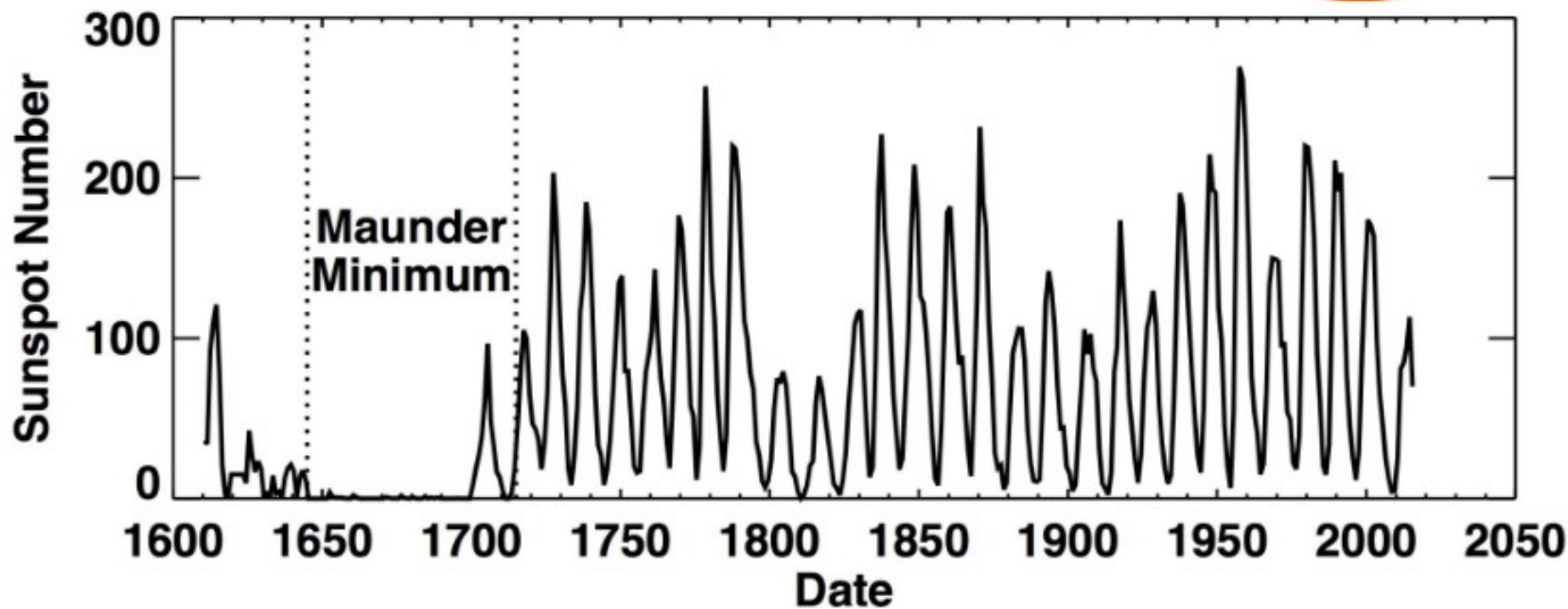
Média suavizada 13-meses



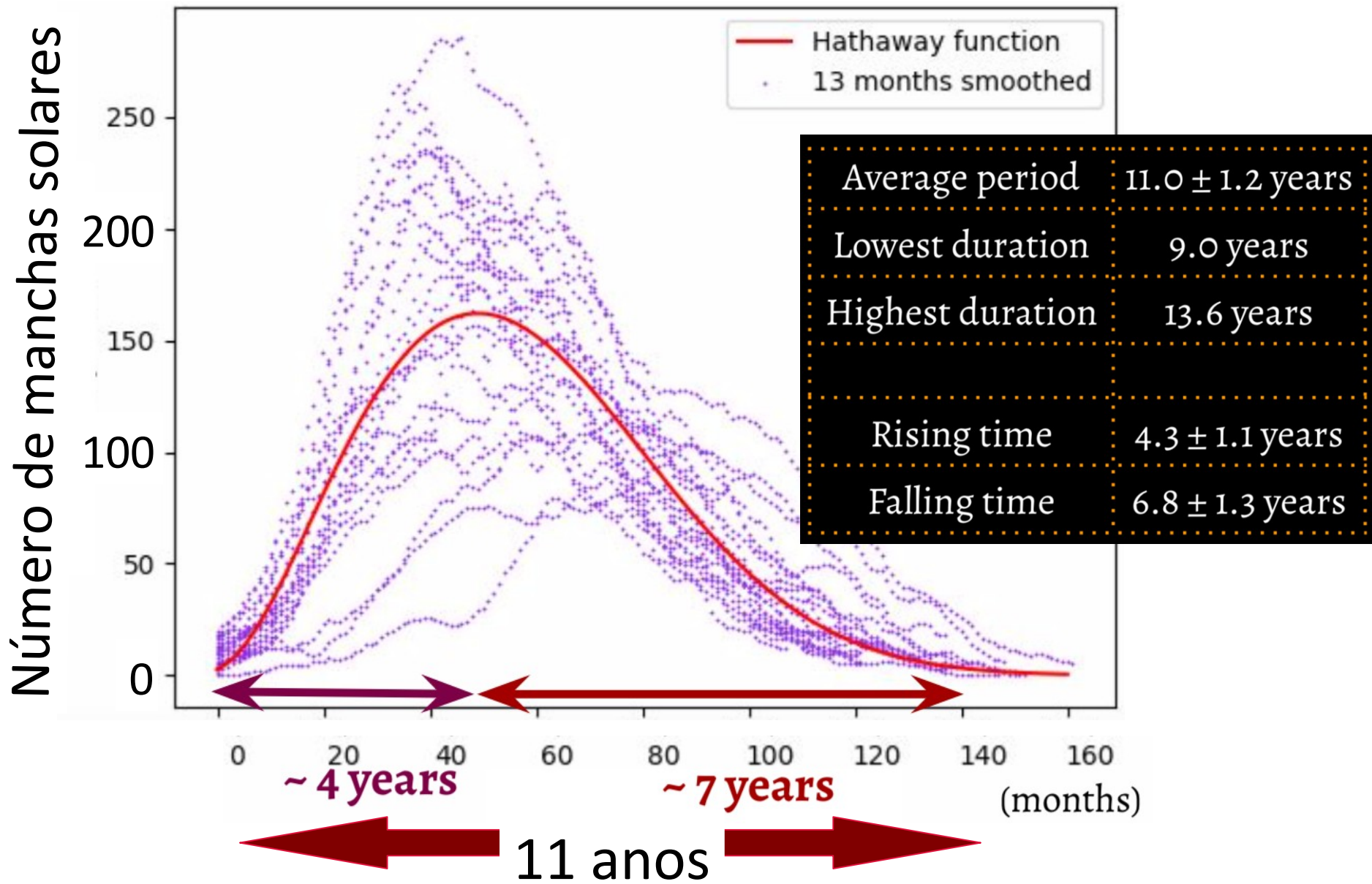
Ciclo de manchas solares quase periódico ~ 11 anos



Média anual



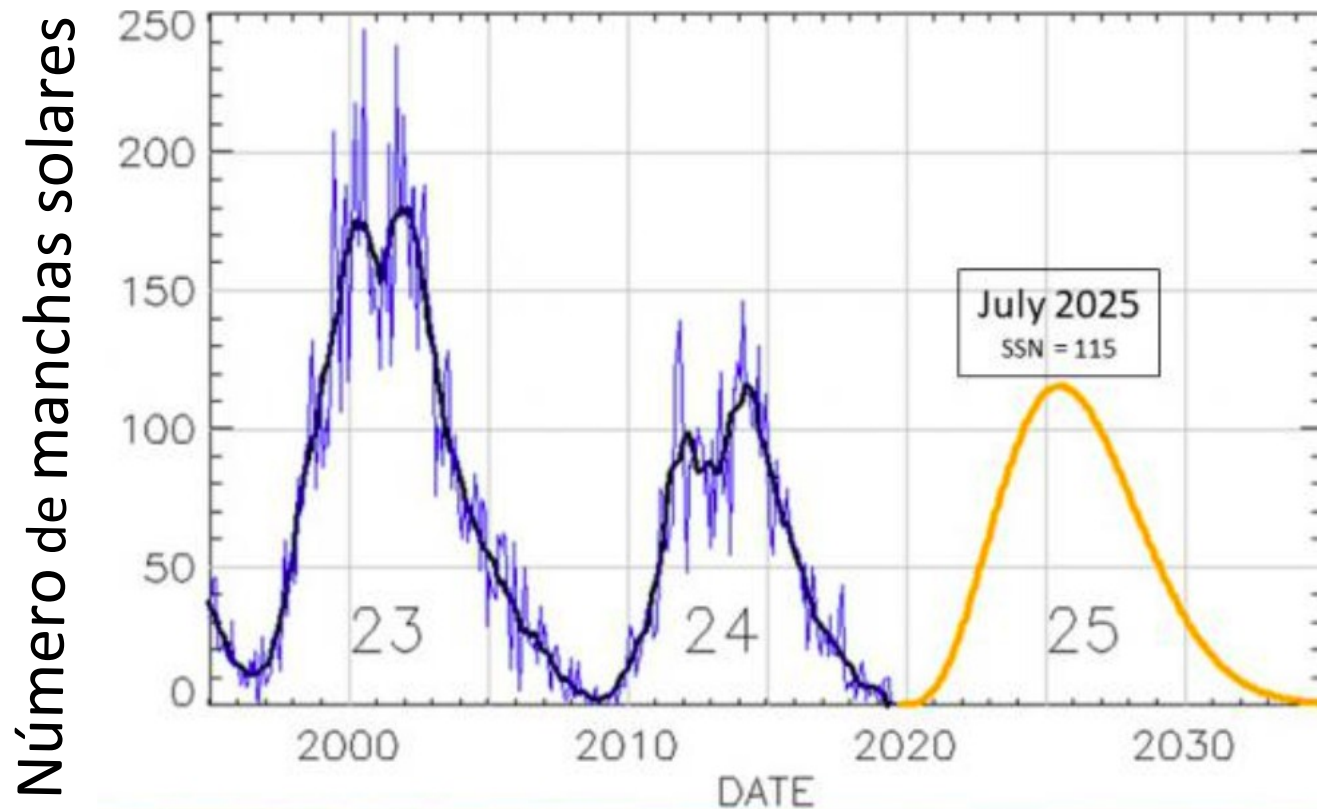
(c) David Hathaway/NASA



(c) Gabriela C. Silva, doutoranda IAG-USP (ex-aluna de IC do grupo SAMPA, 2020)

Previsão do ciclo solar 25 (feita em 9/12/2019): início em 12/2019, máximo 7/2025

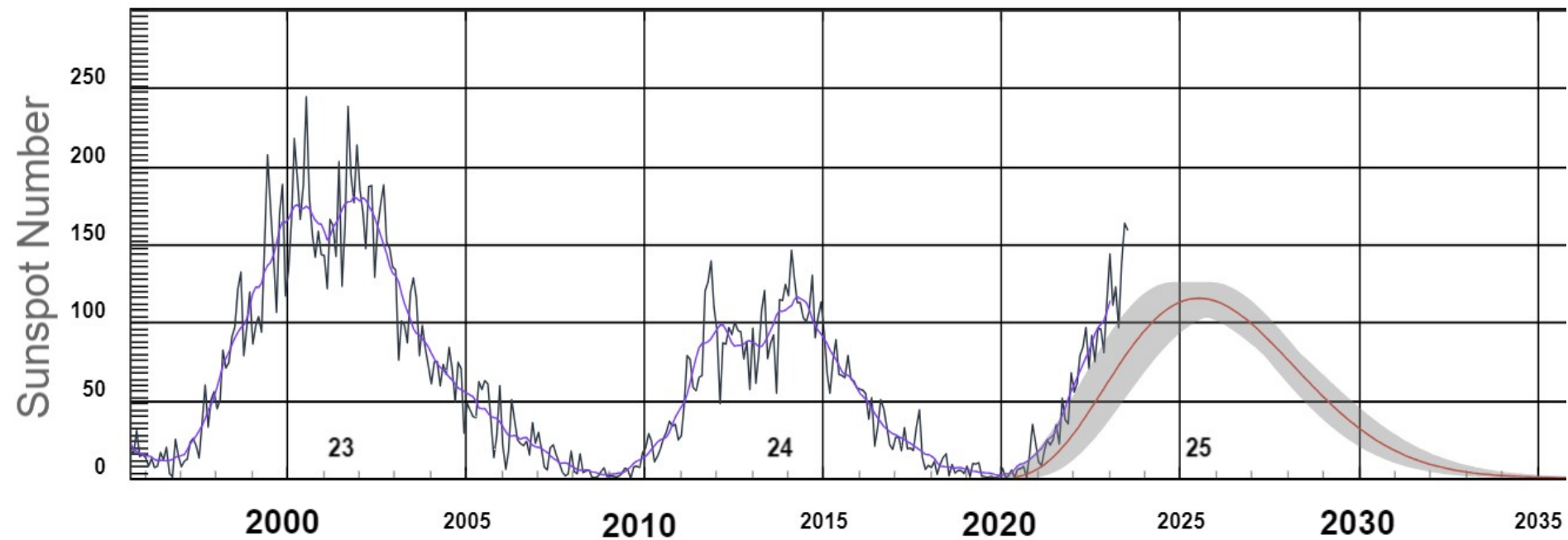
Previsão do ciclo solar 25 de manchas solares



Solar Cycle 25 will have a peak SSN of 115 (± 10) in July 2025
Solar Cycle 24/25 minimum will occur in April, 2020 (± 6 months)

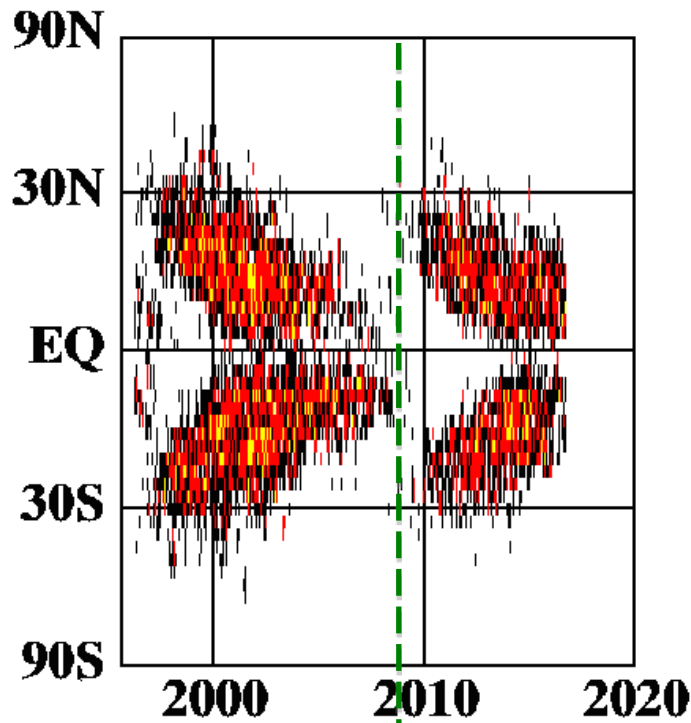
Segundo observações até agora (8/2023), o ciclo 25 é mais forte que a previsão da NOAA. Talvez o máximo de manchas ocorra antes (em 2024) do que a previsão oficial (7/2025)

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression

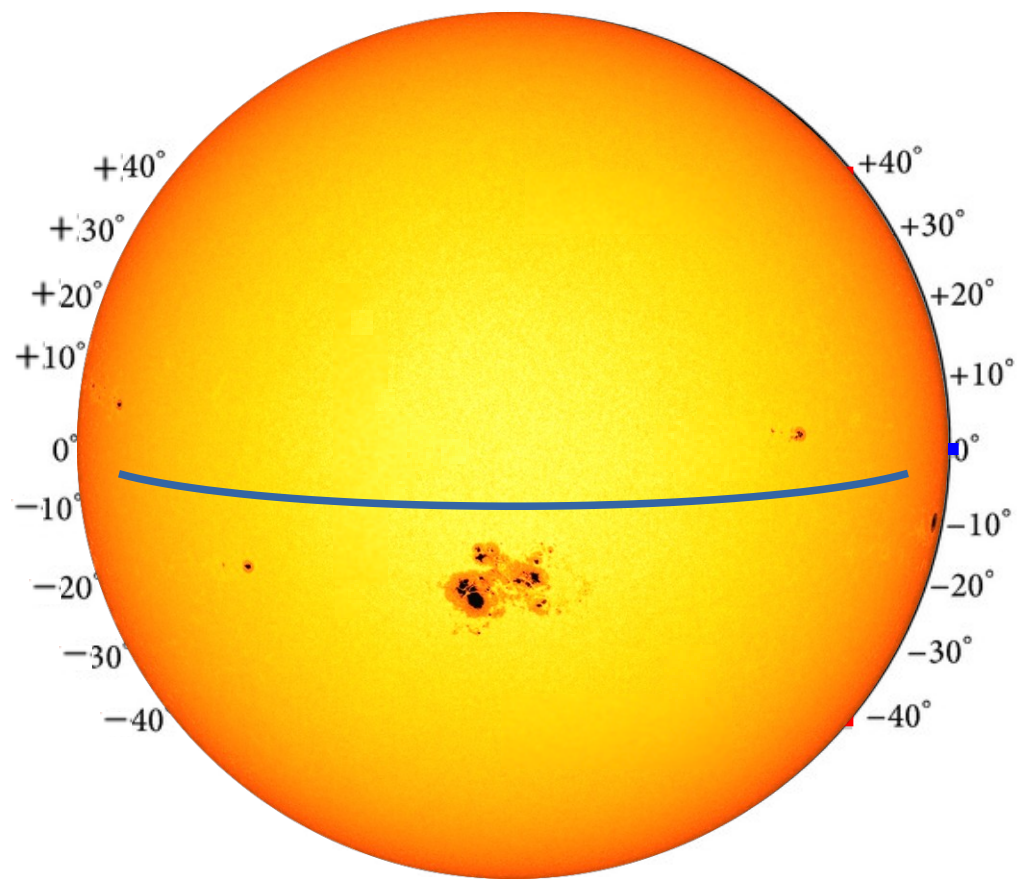
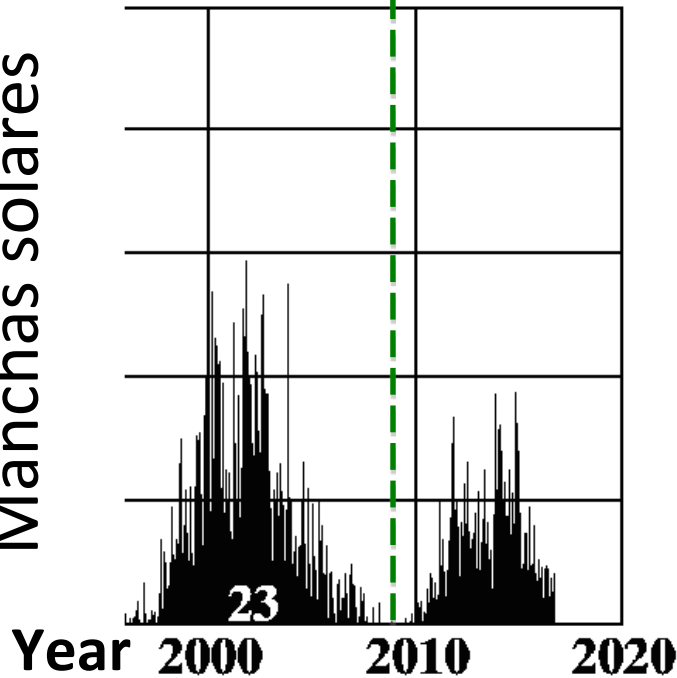


<https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

Latitude no Sol



Número de Manchas solares

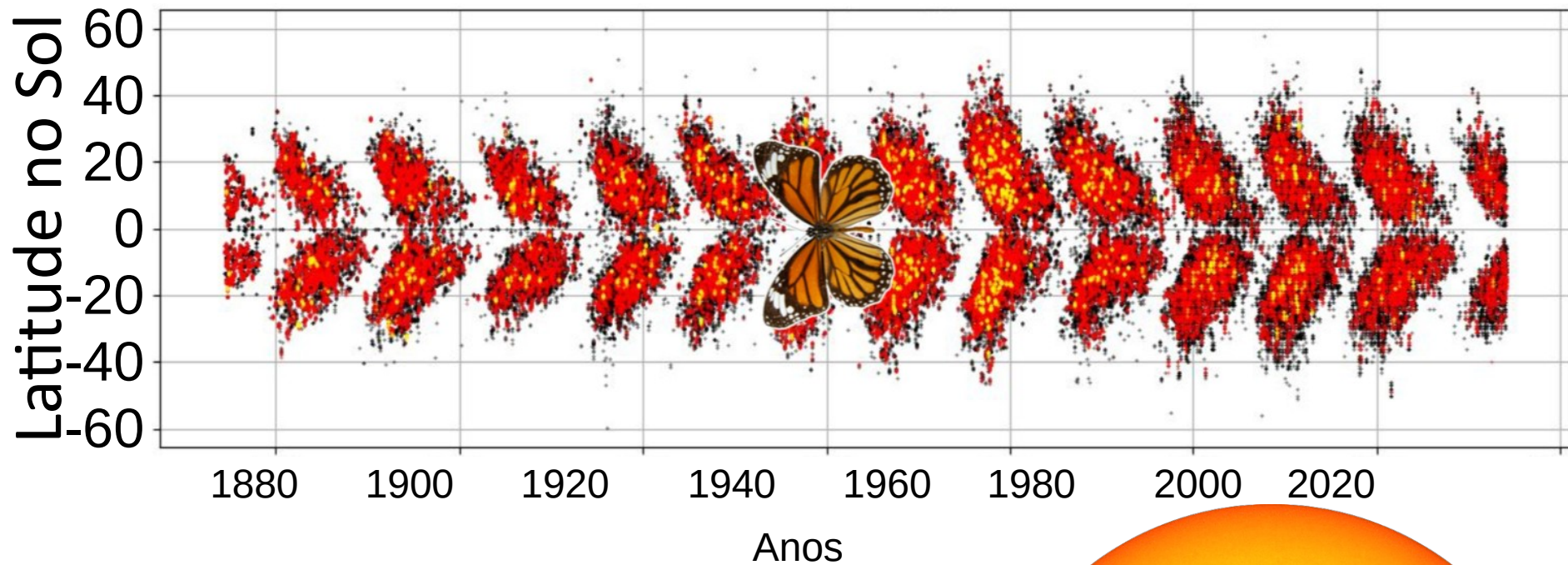


Posição das manchas solares:

Começo ciclo: altas latitudes ($\pm 40^\circ$)

Máximo: latitudes intermediárias

Fim do ciclo: perto do equador



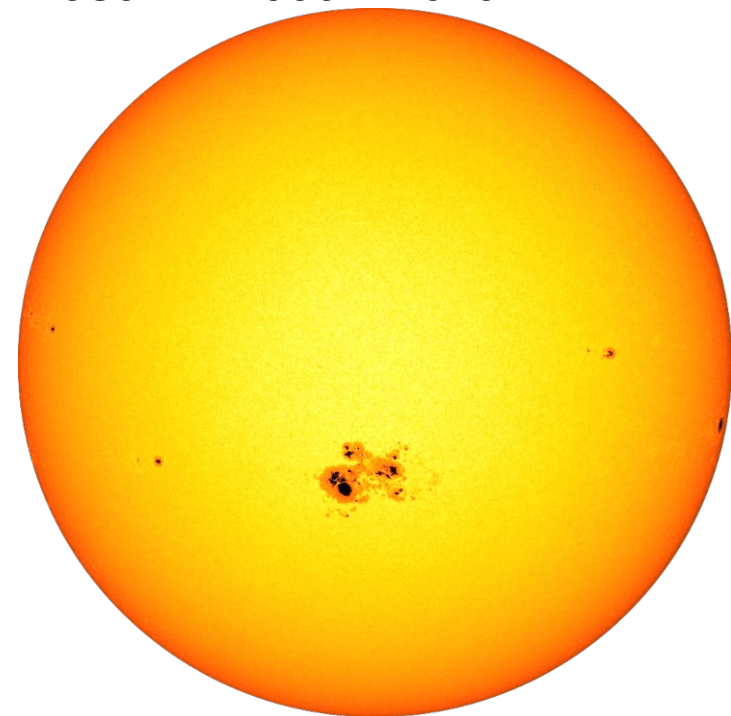
Butterfly diagram

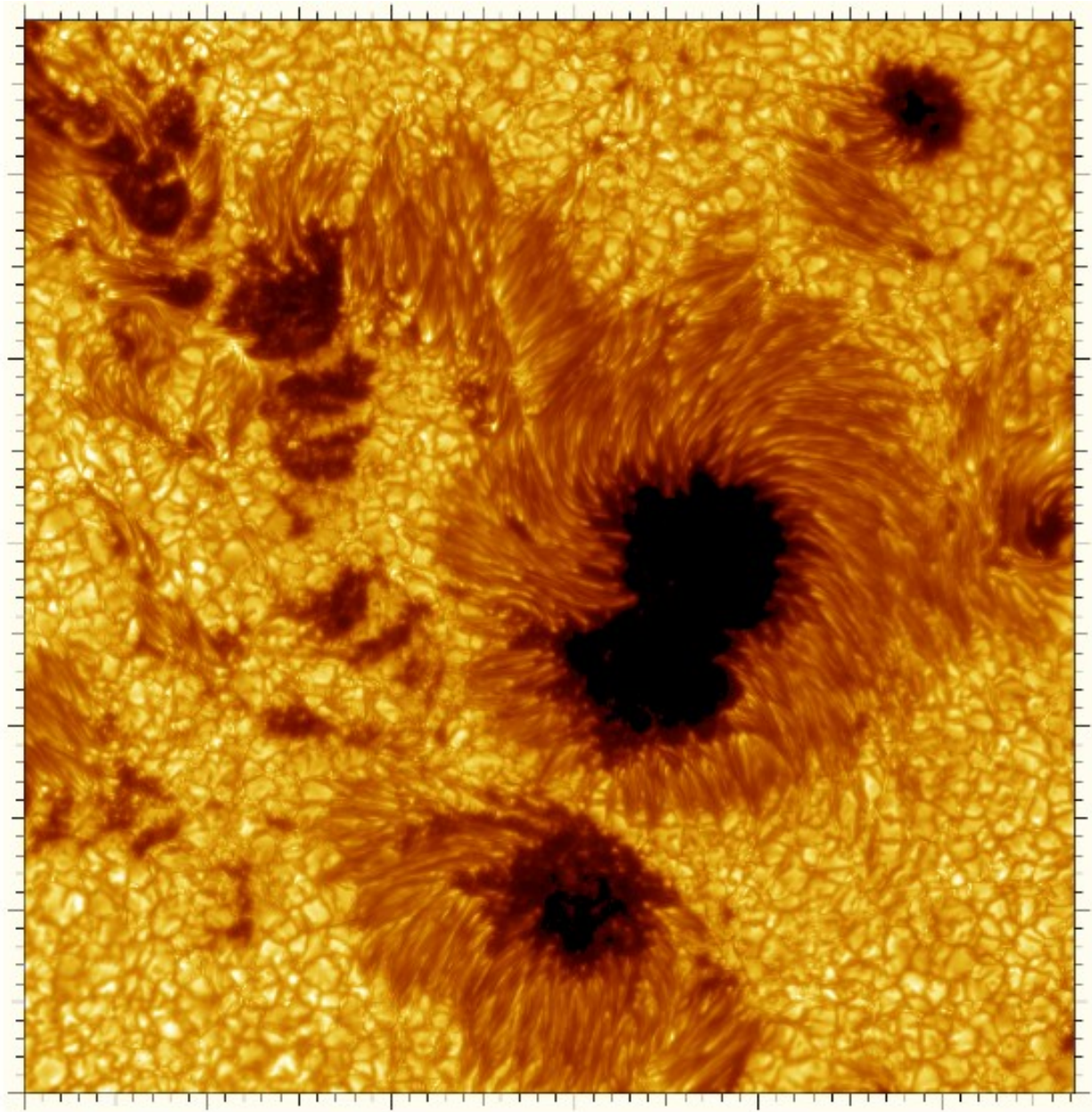
Diagrama da borboleta

Começo ciclo: altas latitudes ($\pm 40^\circ$)

Máximo: latitudes intermediárias

Fim do ciclo: perto do equador





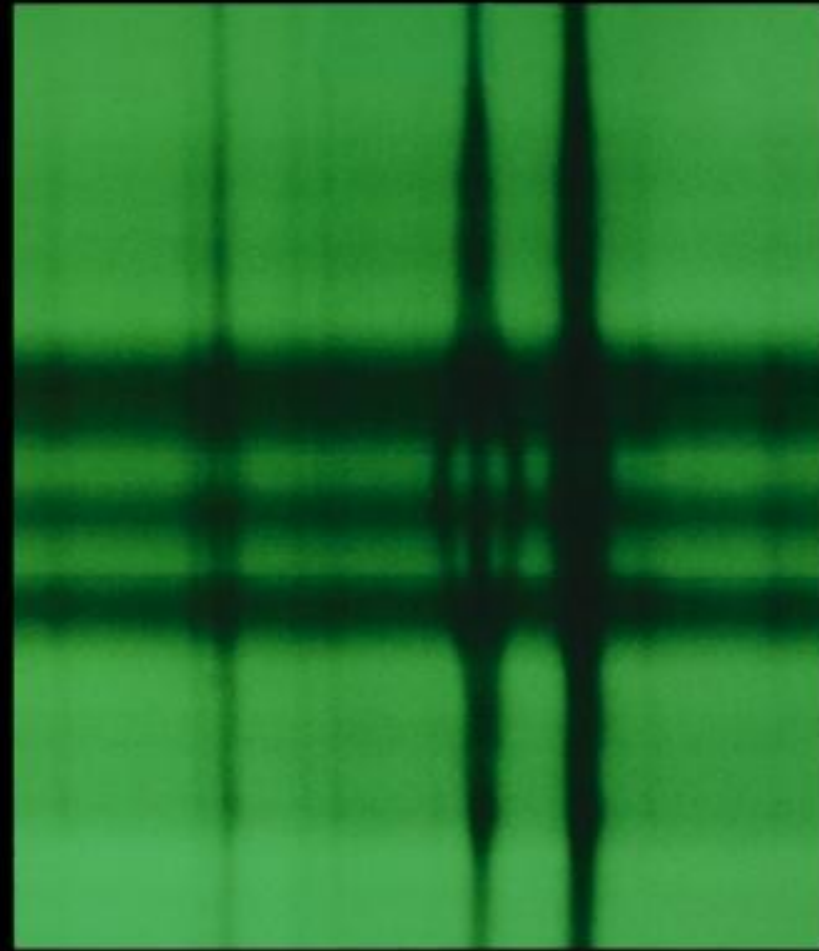
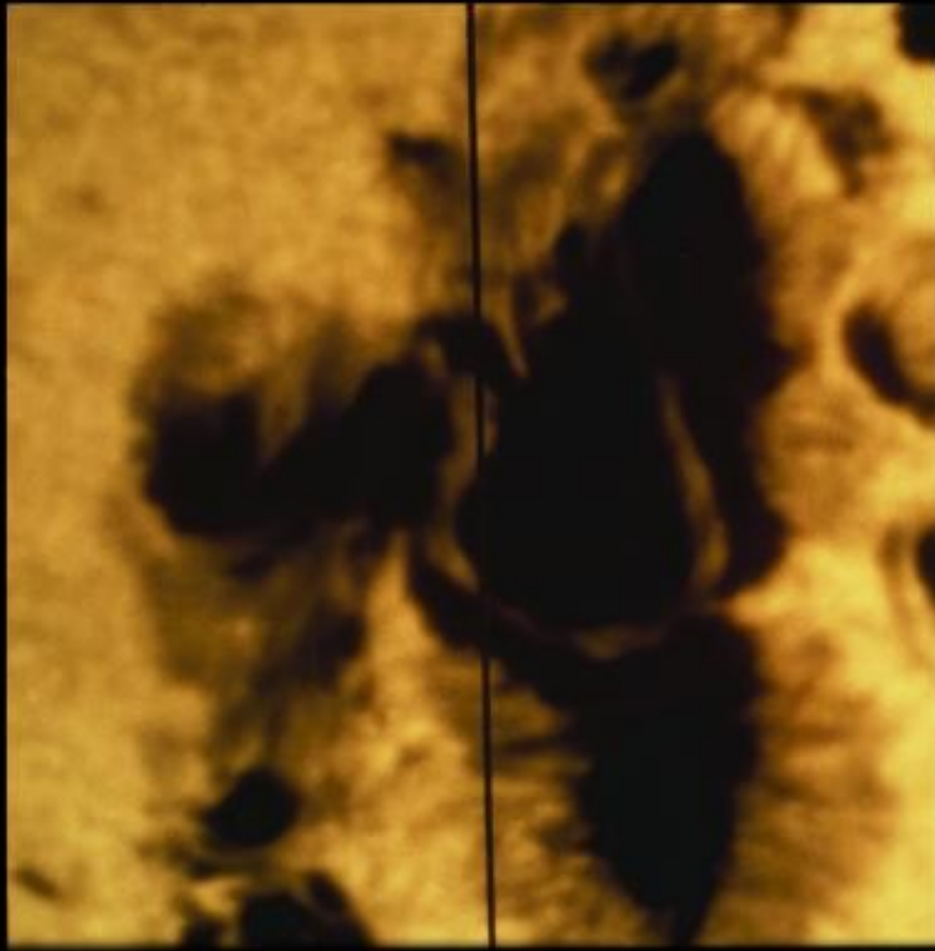
Umbra: região mais escura.

Penumbra: região um pouco mais clara e com estrutura filamentar, que sugere linhas de campos magnéticos.

Nota: além dos grânulos, é possível observar algumas fáculas (pontos brilhantes)

Sunspots observed on 15 July 2002.

The distance between 2 ticks is 1000 km



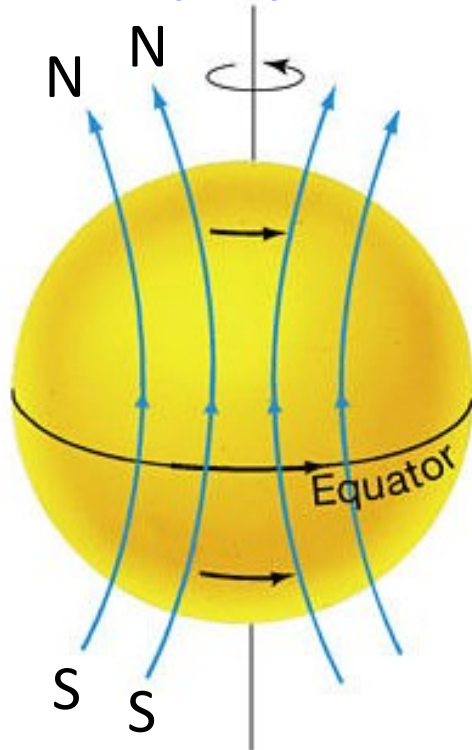
The vertical black line on the **left** indicates the location of the slit for the spectrograph which took the spectrum (**right**). The division of 1 spectral line into 3 demonstrates the Zeeman effect. The splitting of this iron line at 5250.2 \AA , indicates a field strength of 4130 Gauss.

© McMath-Pierce Solar Facility on Kitt Peak.

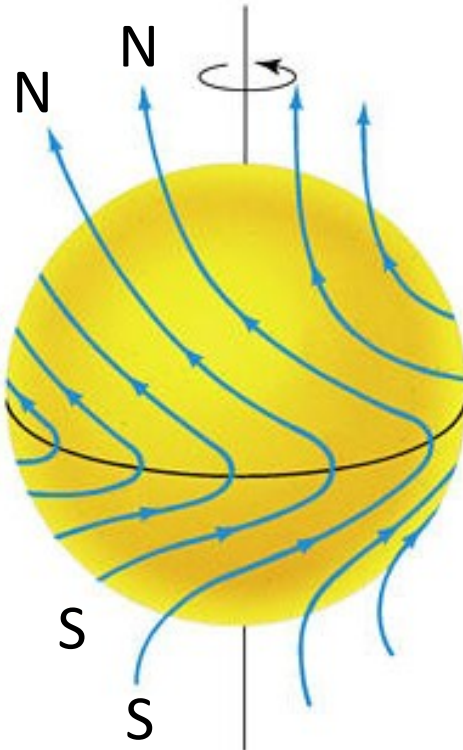
https://www.noao.edu/image_gallery/html/im0404.html

Ciclo de manchas solares

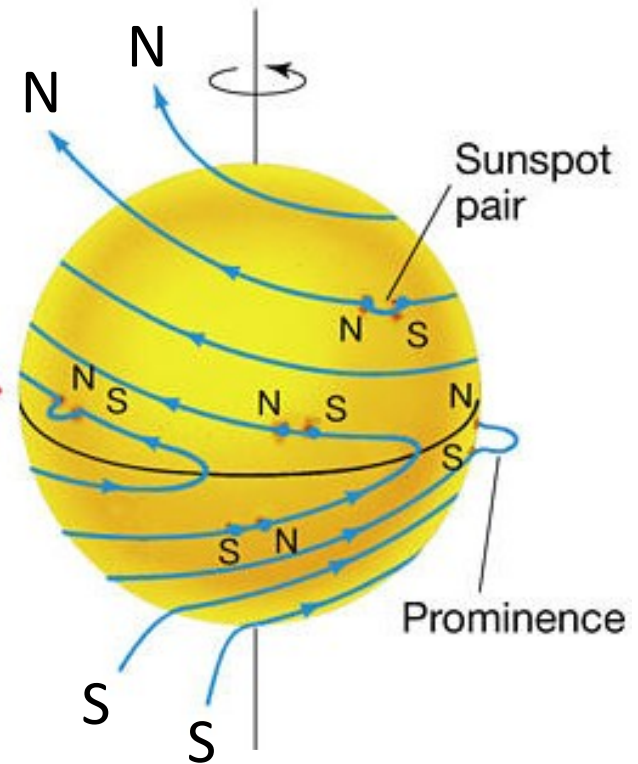
Campo poloidal



North Pole

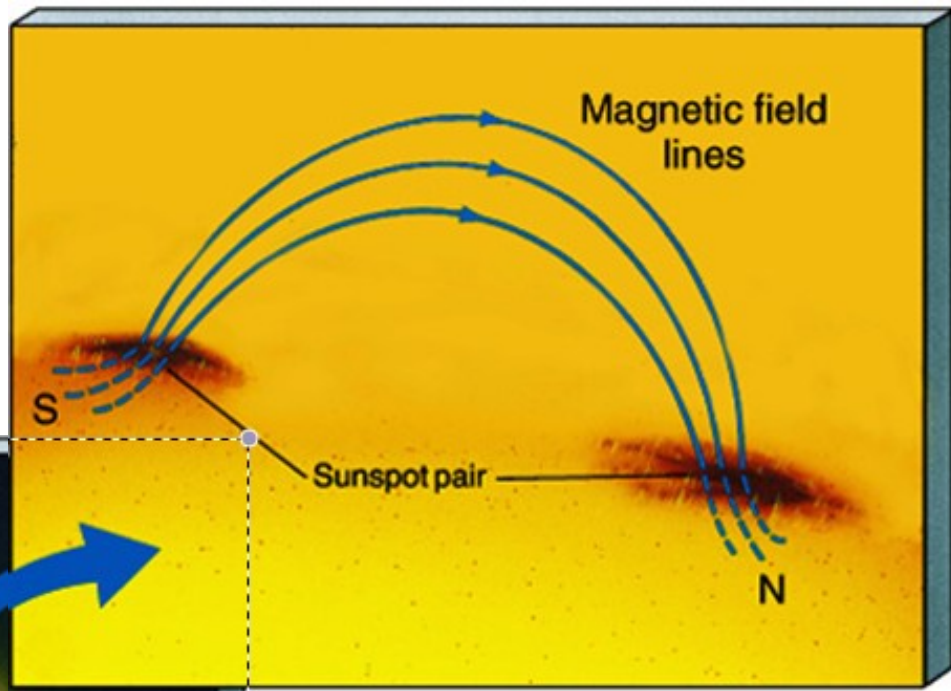
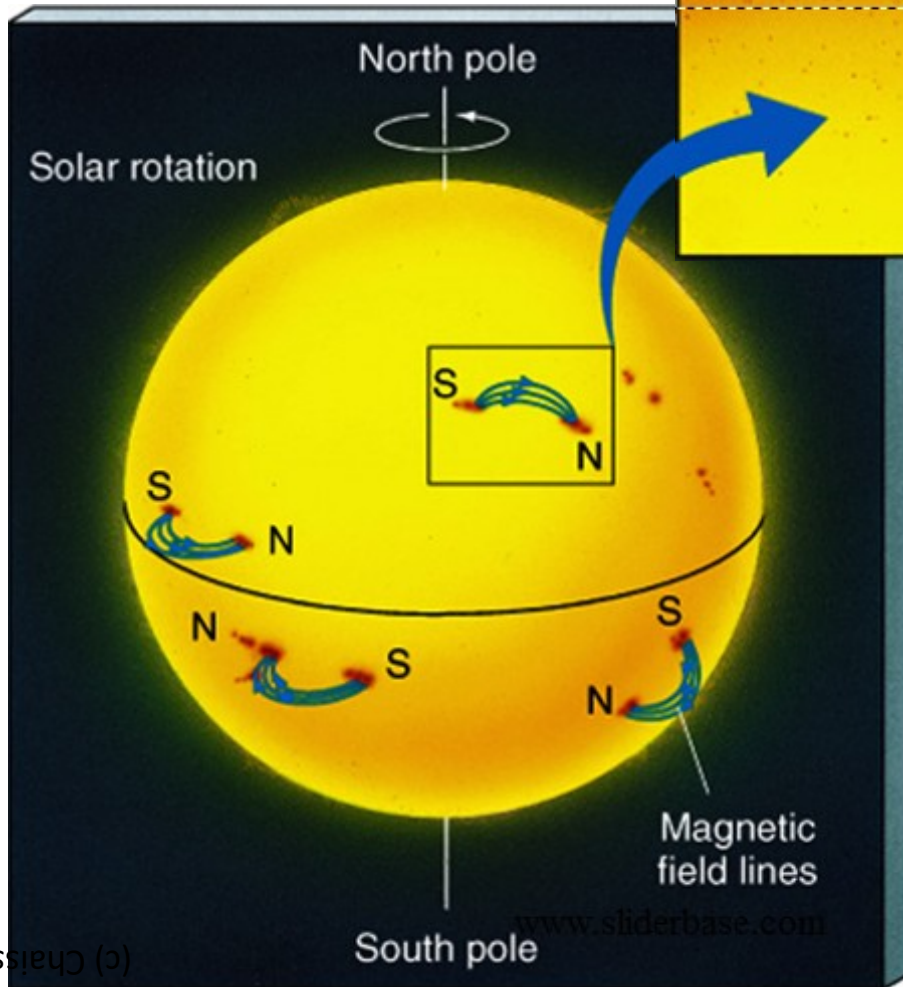


Campo toroidal



Rotação diferencial → linhas de campo magnético mais enroladas → manchas solares

Manchas solares
geralmente aparecem
aos pares, com
polaridades opostas



A ordem das polaridades é
invertida nos hemisférios
Norte e Sul do Sol ☀

Ciclo magnético: 22 anos

Campo poloidal é invertido a cada 11 anos, e volta após 22 anos

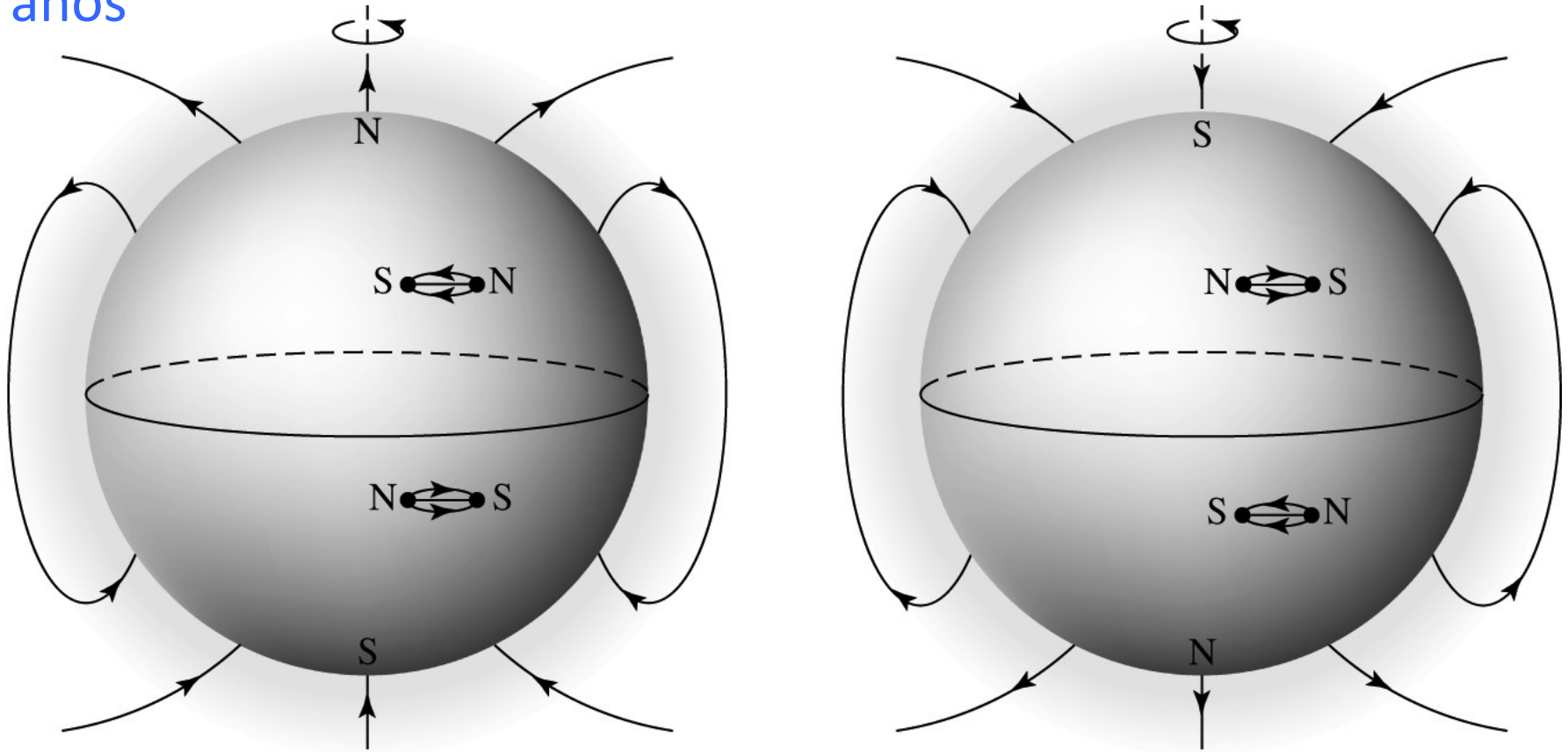
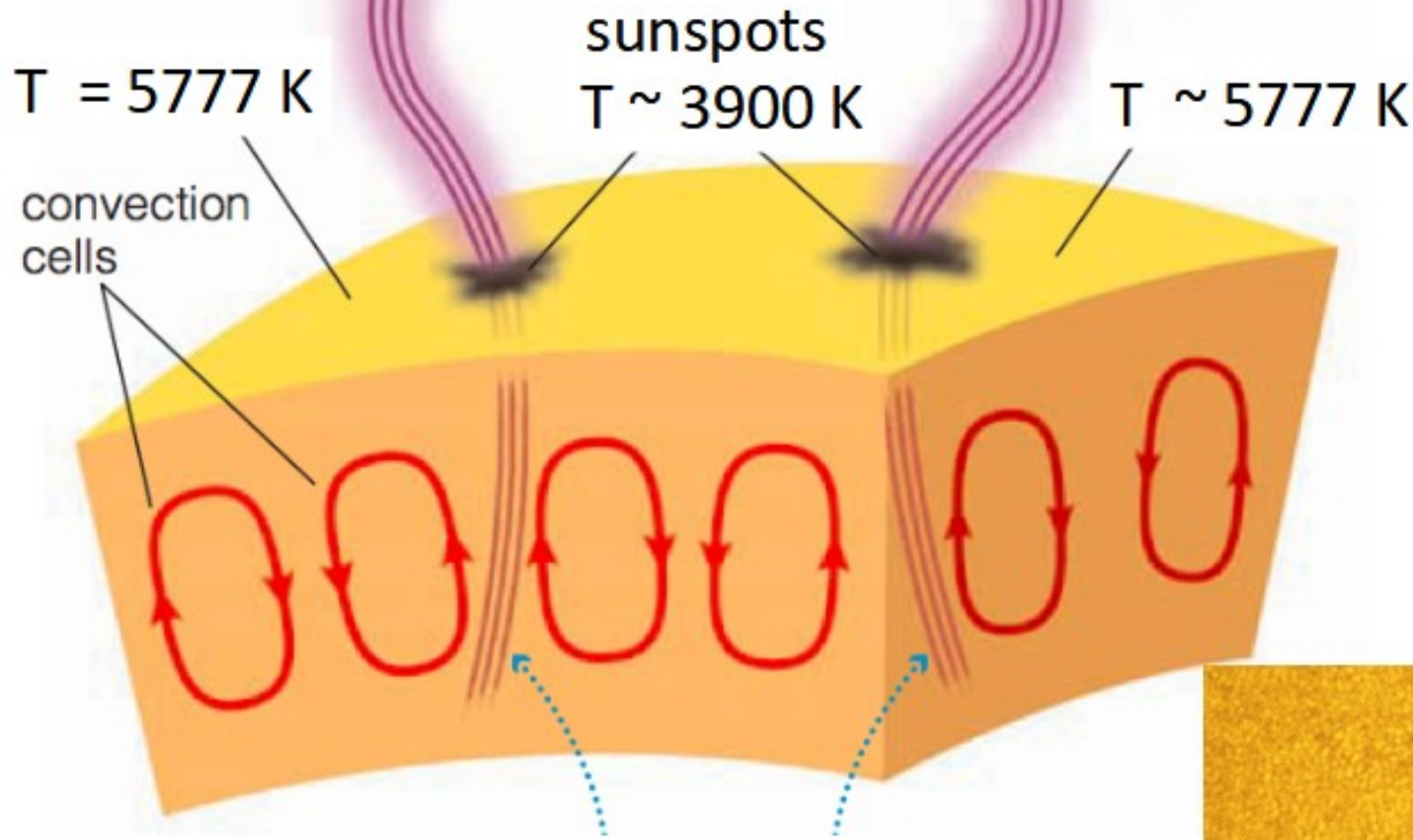


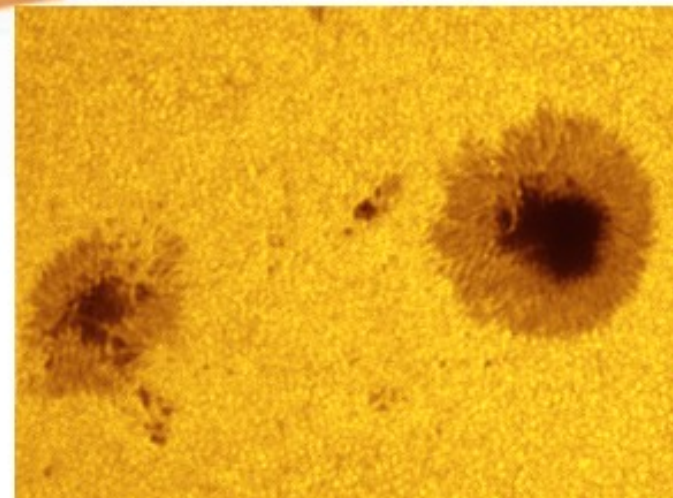
FIGURE 11.32 The global magnetic field orientation of the Sun, along with the magnetic polarity of sunspots during successive 11-year periods.

Magnetic fields trap gas:

$$F_{\text{surf}} = \sigma T_e^4$$
$$(5777/3900)^4 = 4,8$$

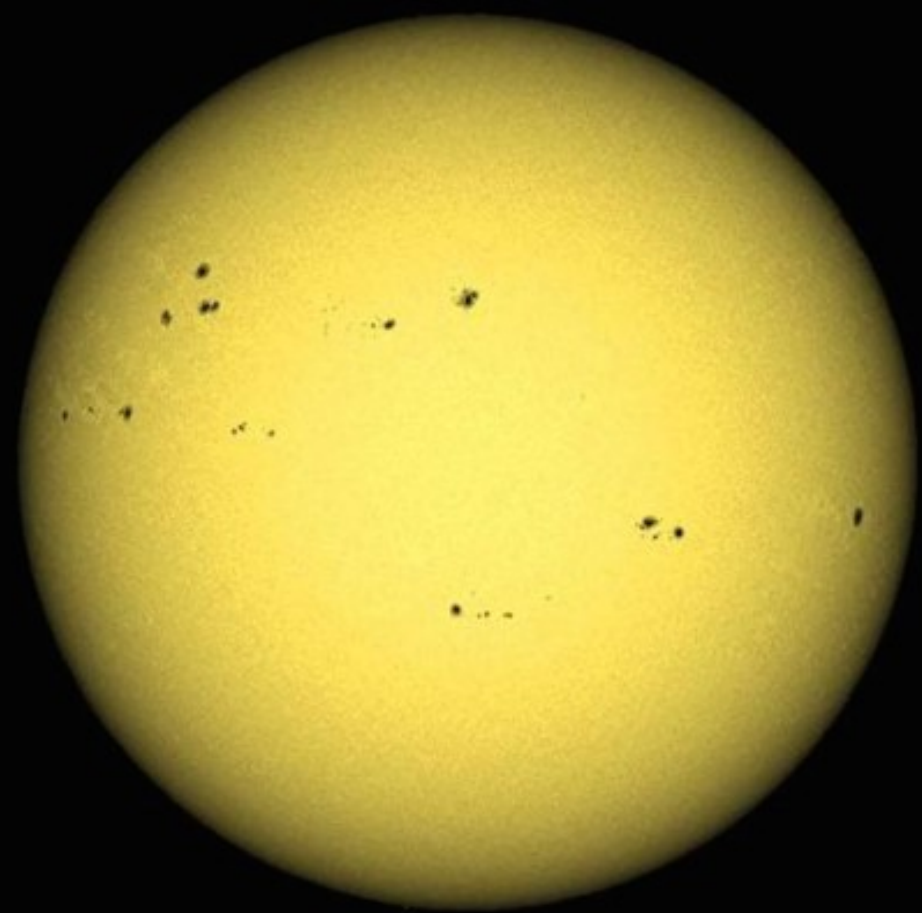
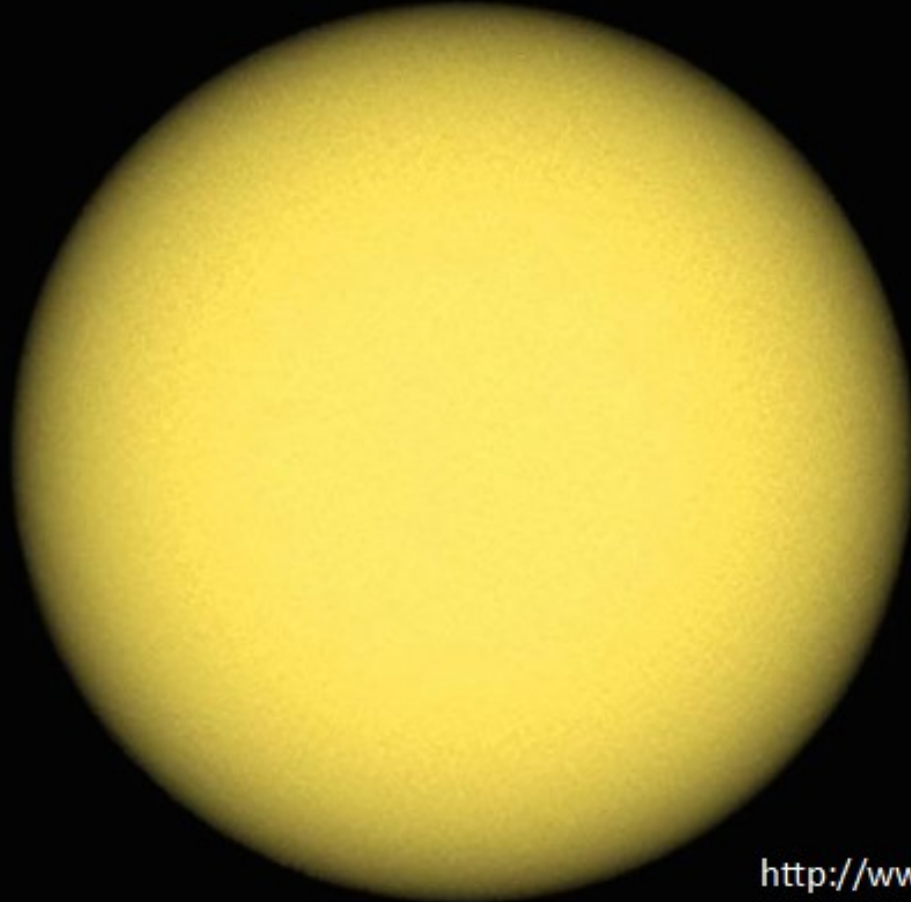


Magnetic fields of sunspots suppress convection and prevent surrounding plasma from sliding sideways into sunspot



Fotosfera solar

**Sol no mínimo de
atividade: sem manchas**



**Sol no máximo de
atividade: maior número
de manchas**

Manchas solares: regiões escuras

Sol em H α

Plages: regiões brilhantes na cromosfera

Cromosfera
solar

Atividade
baixa

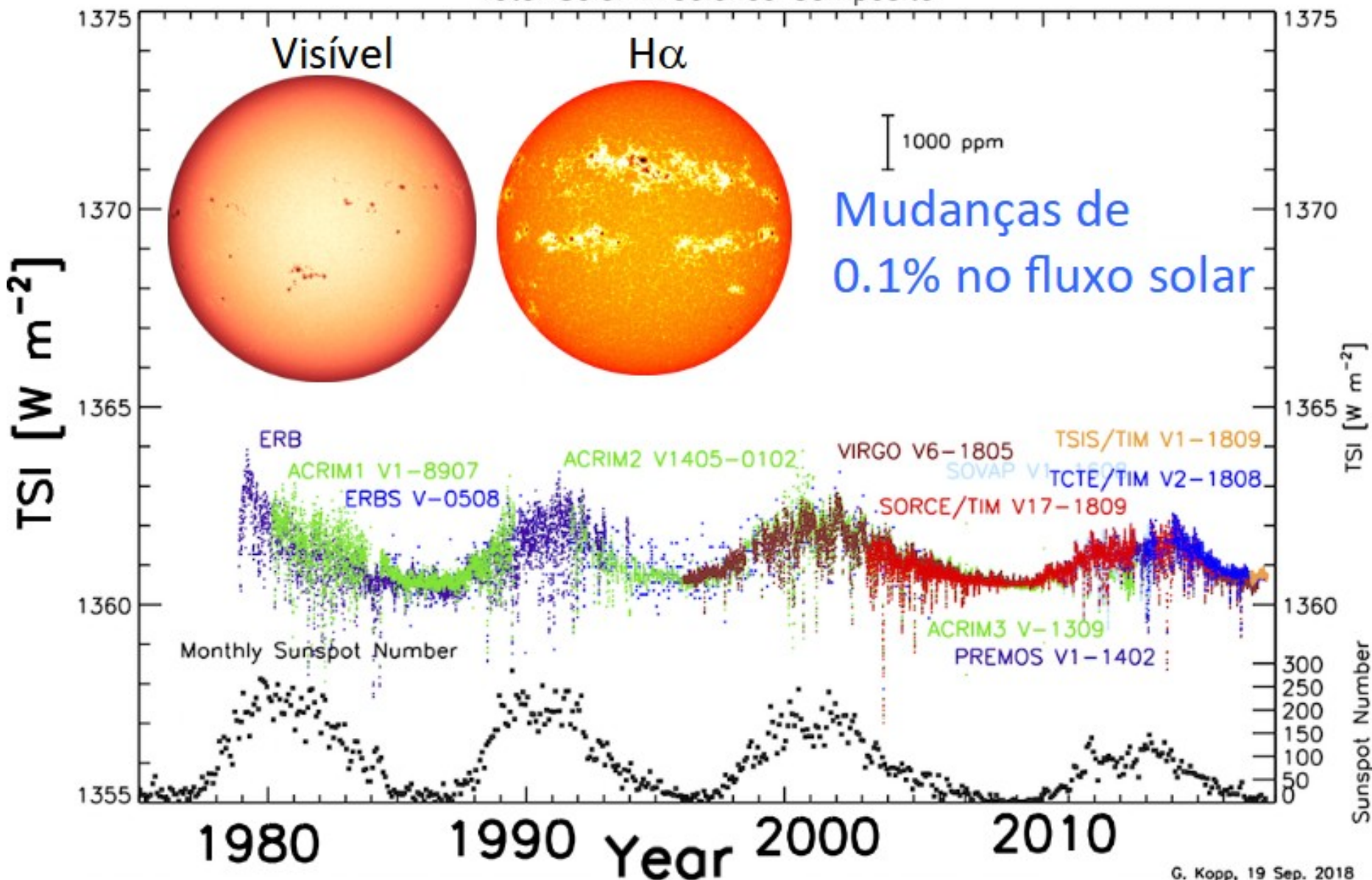
Atividade
moderada

Atividade
Alta

Views of the Sun showing different levels of activity. The color table has been altered to enhance faculae/plage (white regions) which are hotter than sunspots (red-black regions) and whose greater total area contribute to increasing the solar flux reaching the Earth. <https://svs.gsfc.nasa.gov/2644>

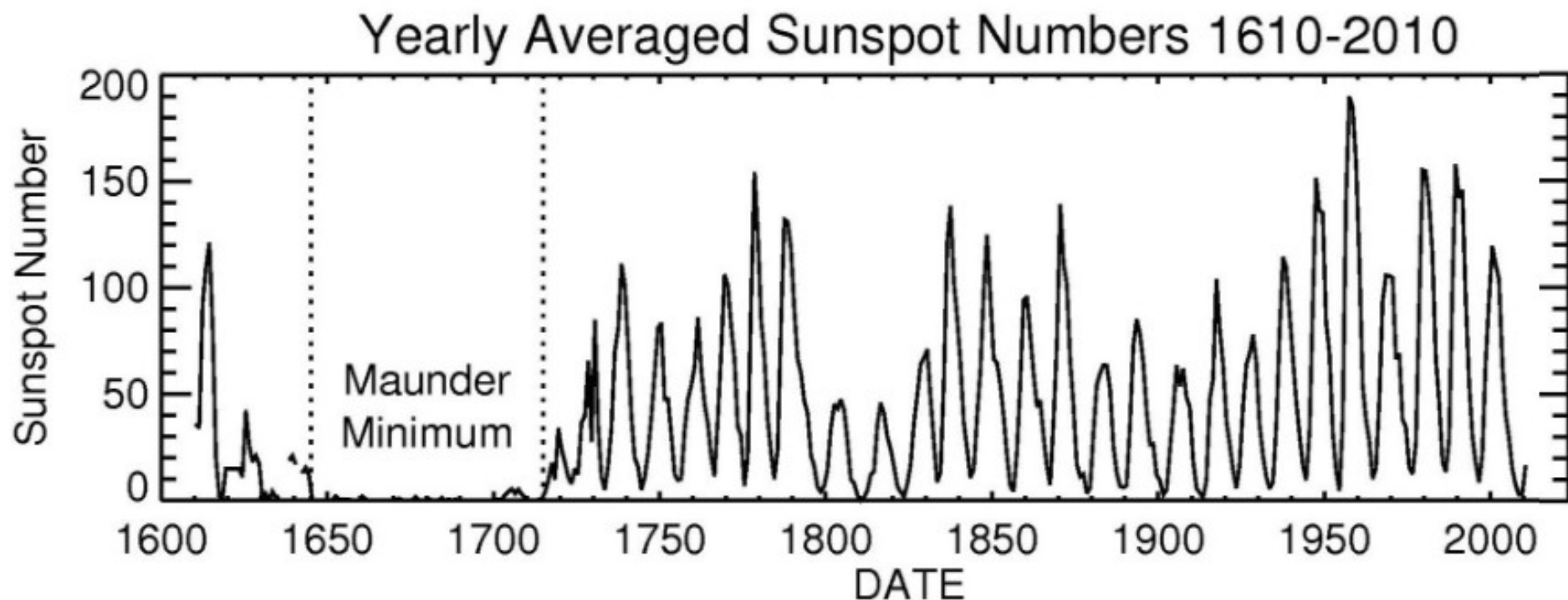
Irradiância Solar Total (TSI)

Total Solar Irradiance Composite

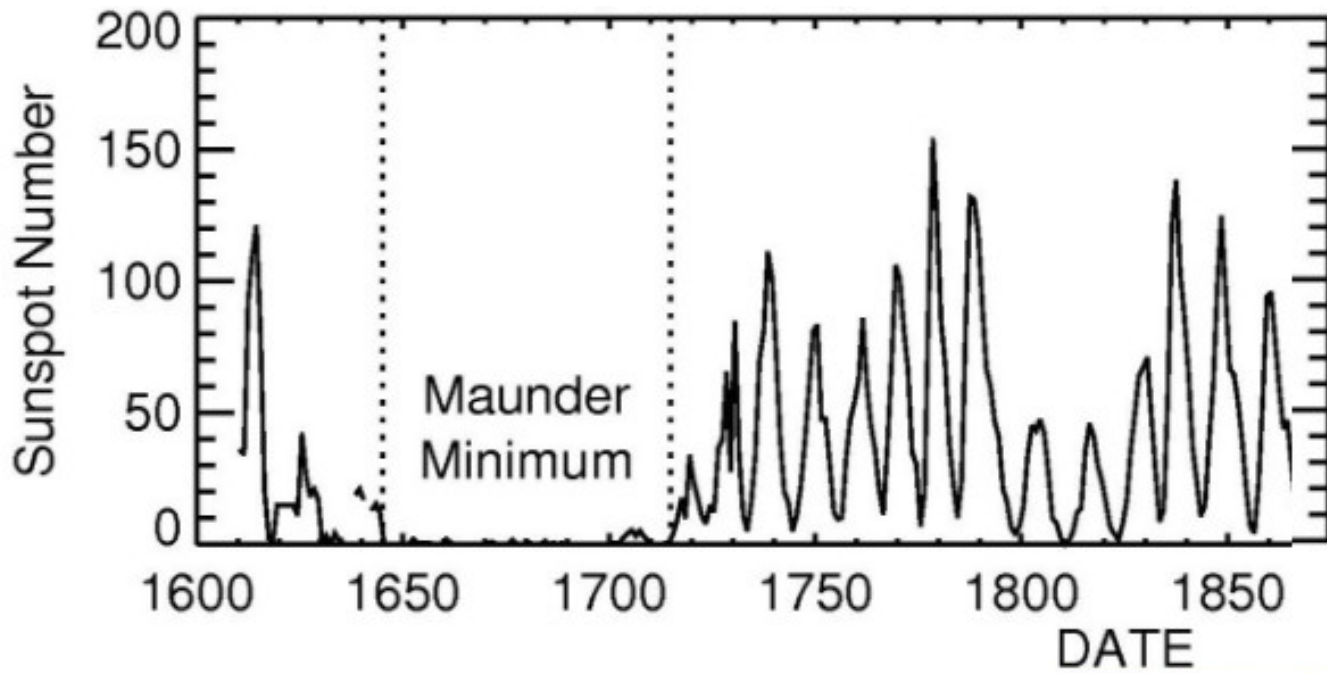


G. Kopp, 19 Sep. 2018

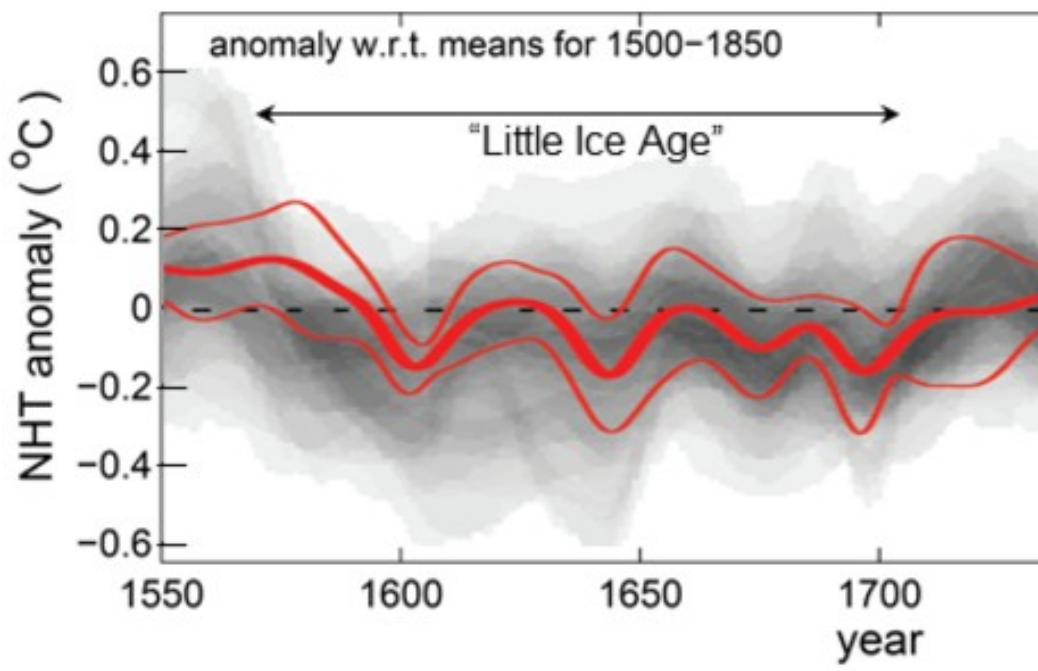
Mínimo de Maunder: entre 1645 e 1715 as manchas solares tornaram-se raras



https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/solarcycle-primer.html



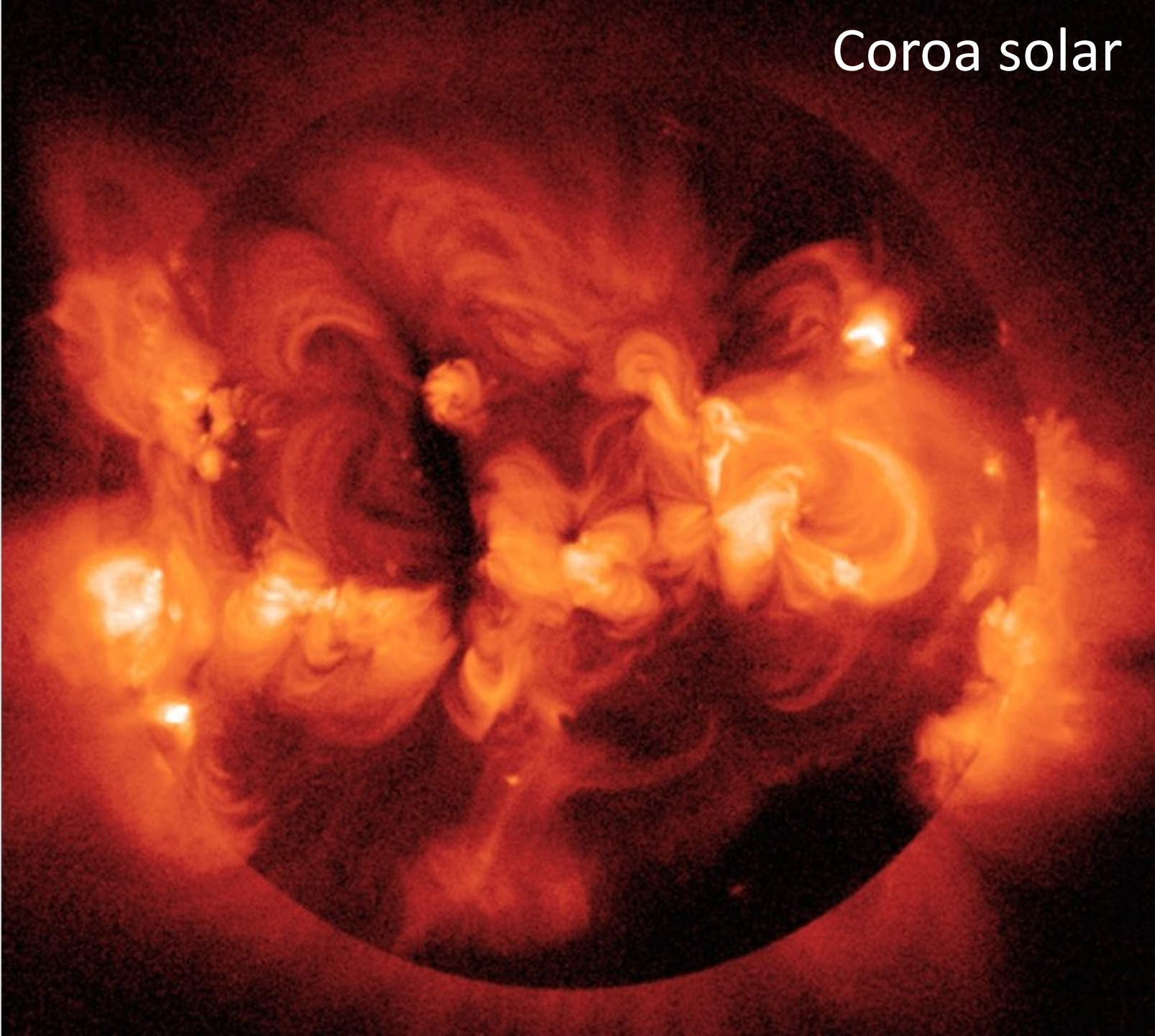
Talvez sem
conexão com
pequena
idade de gelo



Coroa solar

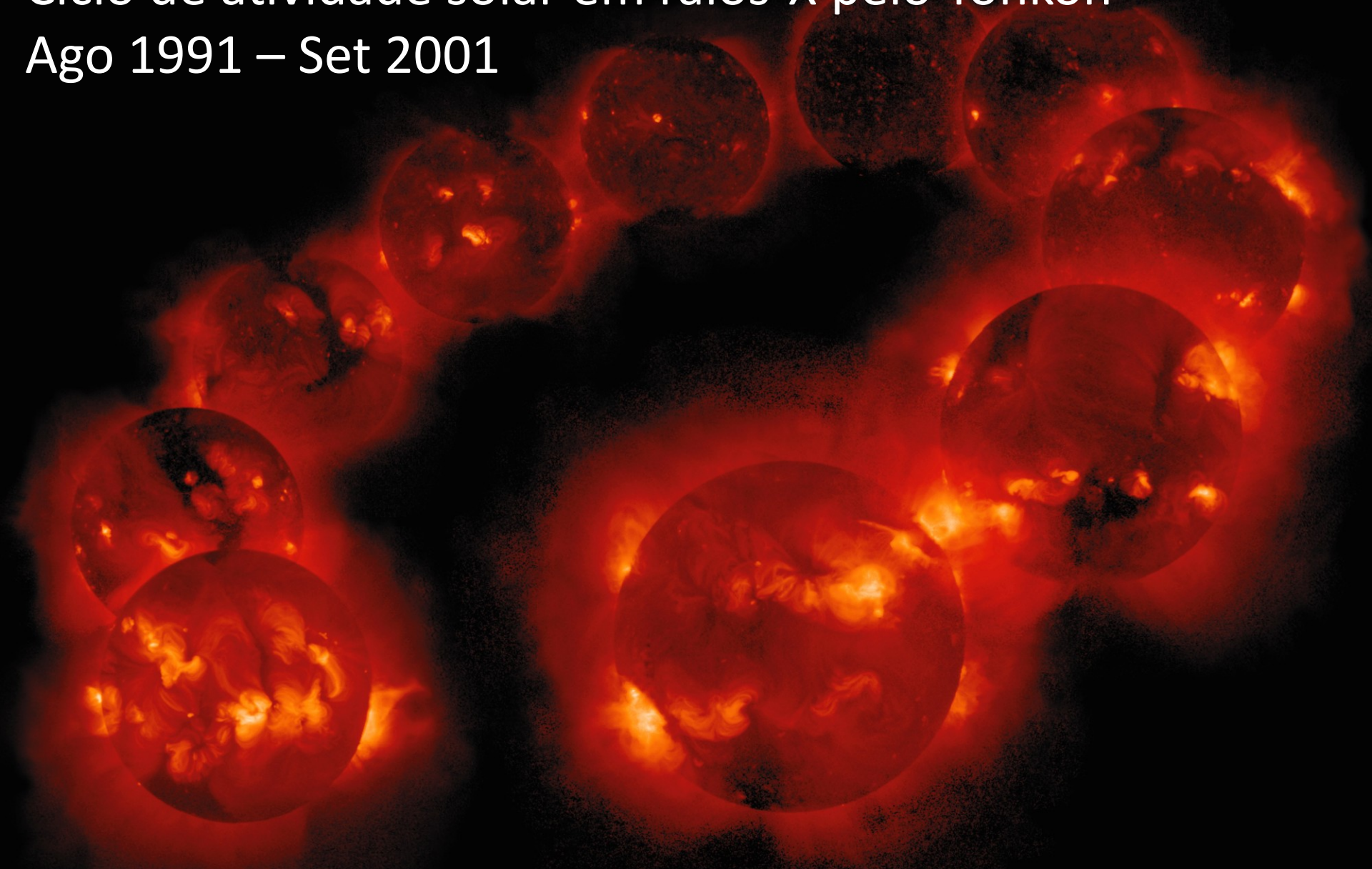
Sol em
raios-X
pelo
Yohkoh
em
1991

Coroa
solar em
raios-X.
As regiões
escuras
têm um
maior
vento solar



Ciclo de atividade solar em raios-X pelo Yohkoh

Ago 1991 – Set 2001



~ máximo do ciclo 22 ao máximo do ciclo 23

Flare solar (erupção solar)

- Energia liberada de 10^{17} - 10^{25} J em poucos minutos (entre milisegundos a horas).
- Temperatura $\sim 10^7$ K
- Grandes flares podem alcançar uma altura de $\sim 100\,000$ km



FIGURE 11.34 (a) A solar flare seen at the limb of the Sun, observed by the Yohkoh Soft X-ray Telescope, March 18, 1999, 16:40 UT. (From the Yohkoh mission of ISAS, Japan. The X-ray telescope

Proeminência solar quiescente

Estruturas de gás ionizado que se estendem até a coroa e podem durar semanas. Perto do limbo são brilhantes em $H\alpha$



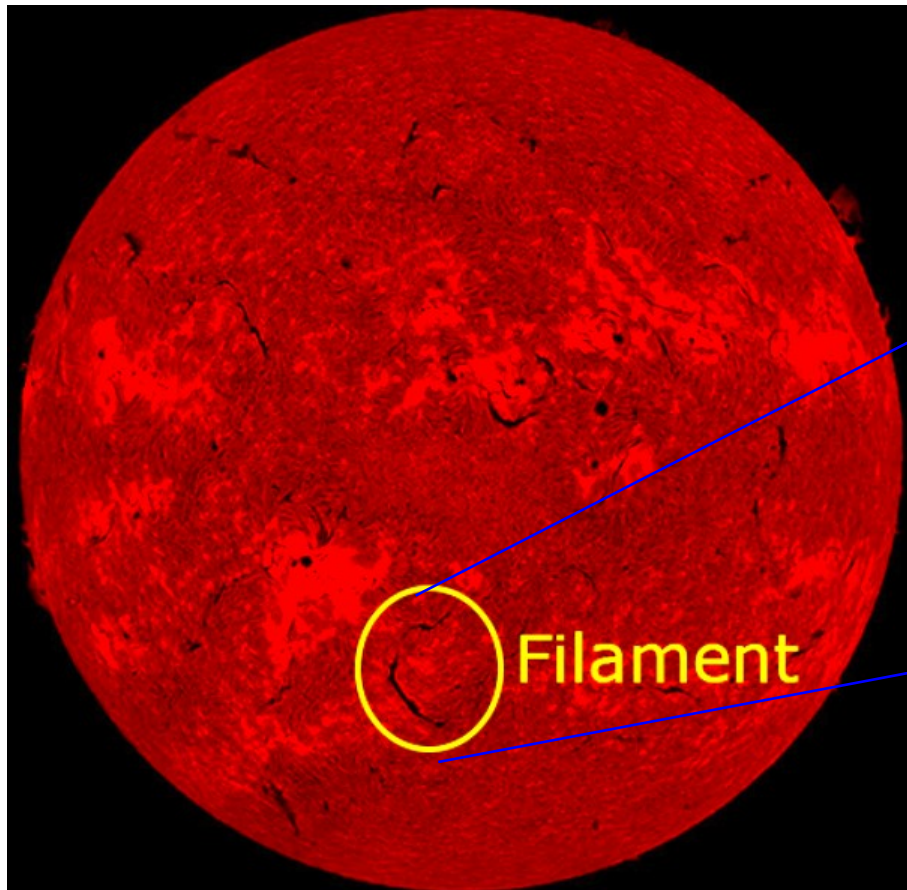
Fig. 11.36. A quiescent hedgerow prominence. (c) Big Bear Solar Observatory



18/6/2017
(c) Eukasz Sujka

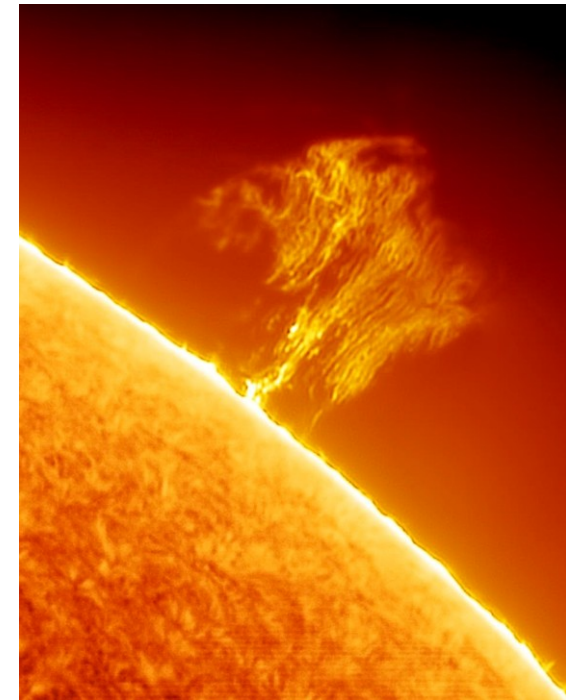
Filamentos solares: são proeminências vistas no disco solar. Os filamentos aparecem escuros pois a temperatura do proeminência é menor à do disco solar visto em $H\alpha$

Proeminência no disco \rightarrow filamento escuro



(c) Big Bear Solar Observatory, 7/2000

Proeminência no limbo
 \rightarrow estrutura brilhante




(c) Eukasz Sujka, 18/6/2017

Uma proeminência solar eruptiva pode existir por apenas algumas horas, ejetando gás do Sol.

Elas podem se desenvolver a partir de proeminências quiescentes.

An **eruptive prominence** in extreme UV light on 30/3/2010. © NASA/SDO

Gigantesca proeminência solar eruptiva

Approx. size of Earth → 

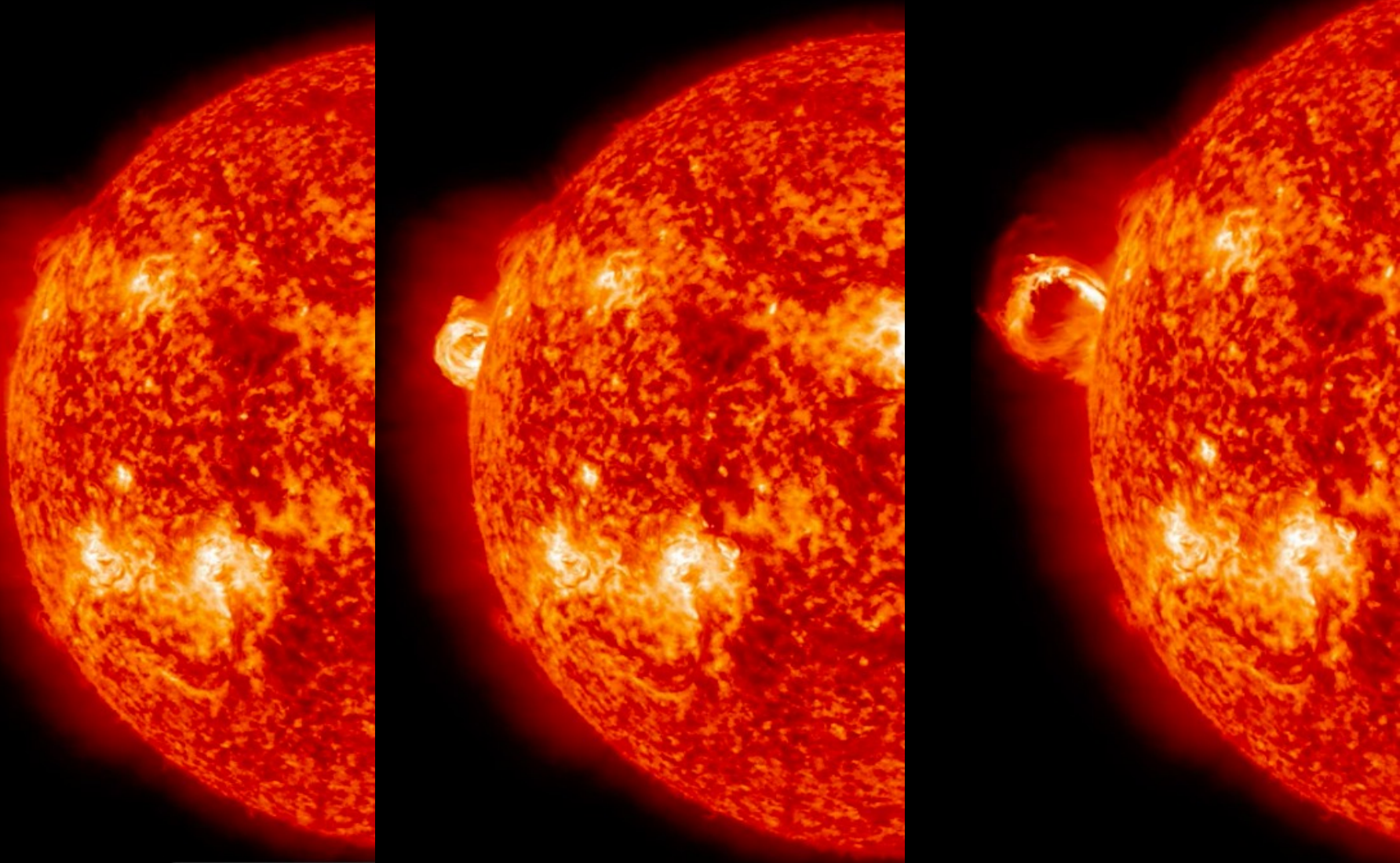


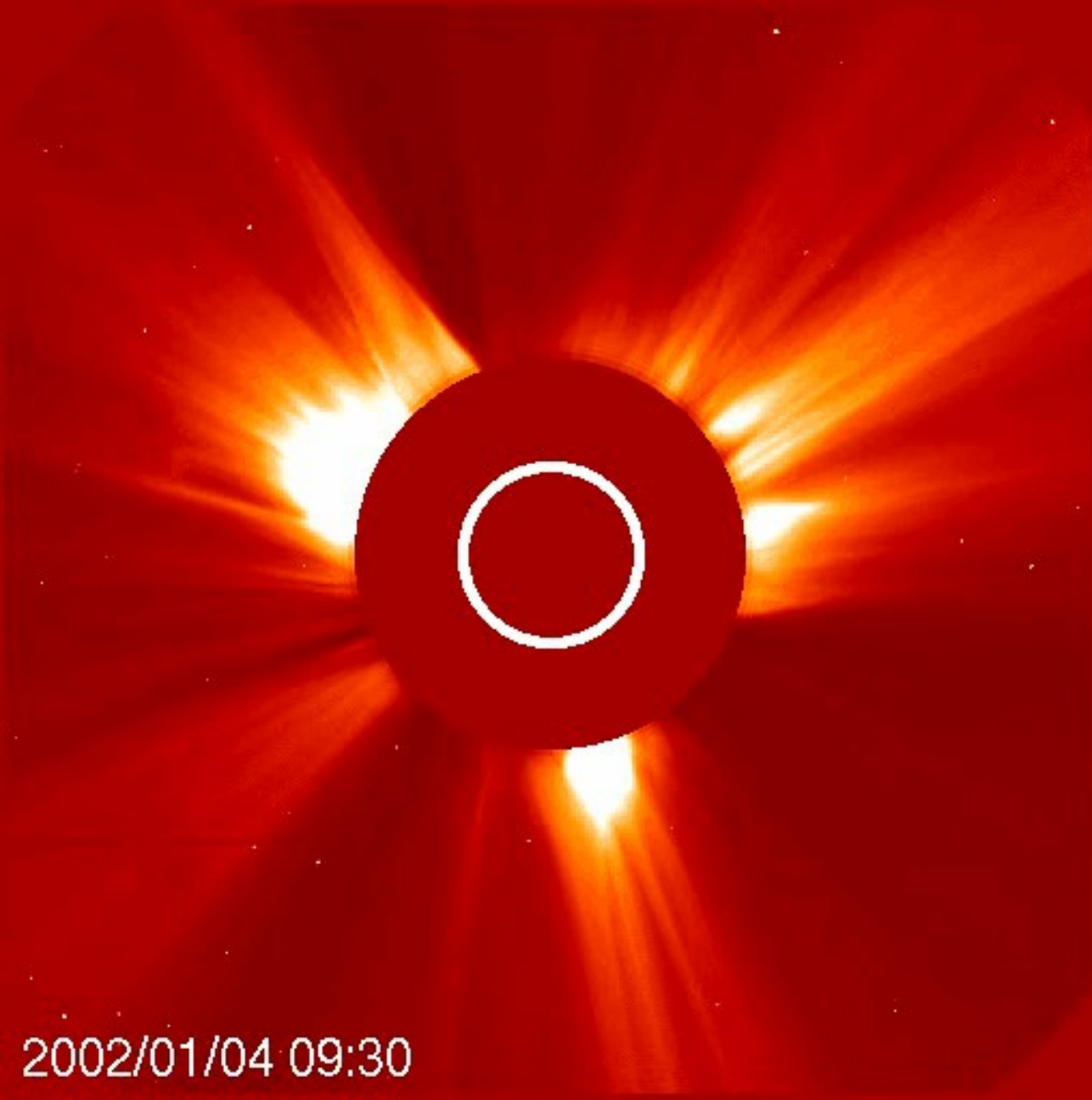
<https://www.nasa.gov/content/goddard/what-is-a-solar-prominence>

Ejeção de massa coronal (CME)

5×10^{12} kg a 5×10^{13} kg

$v \sim 400$ km/s a 1000 km/s



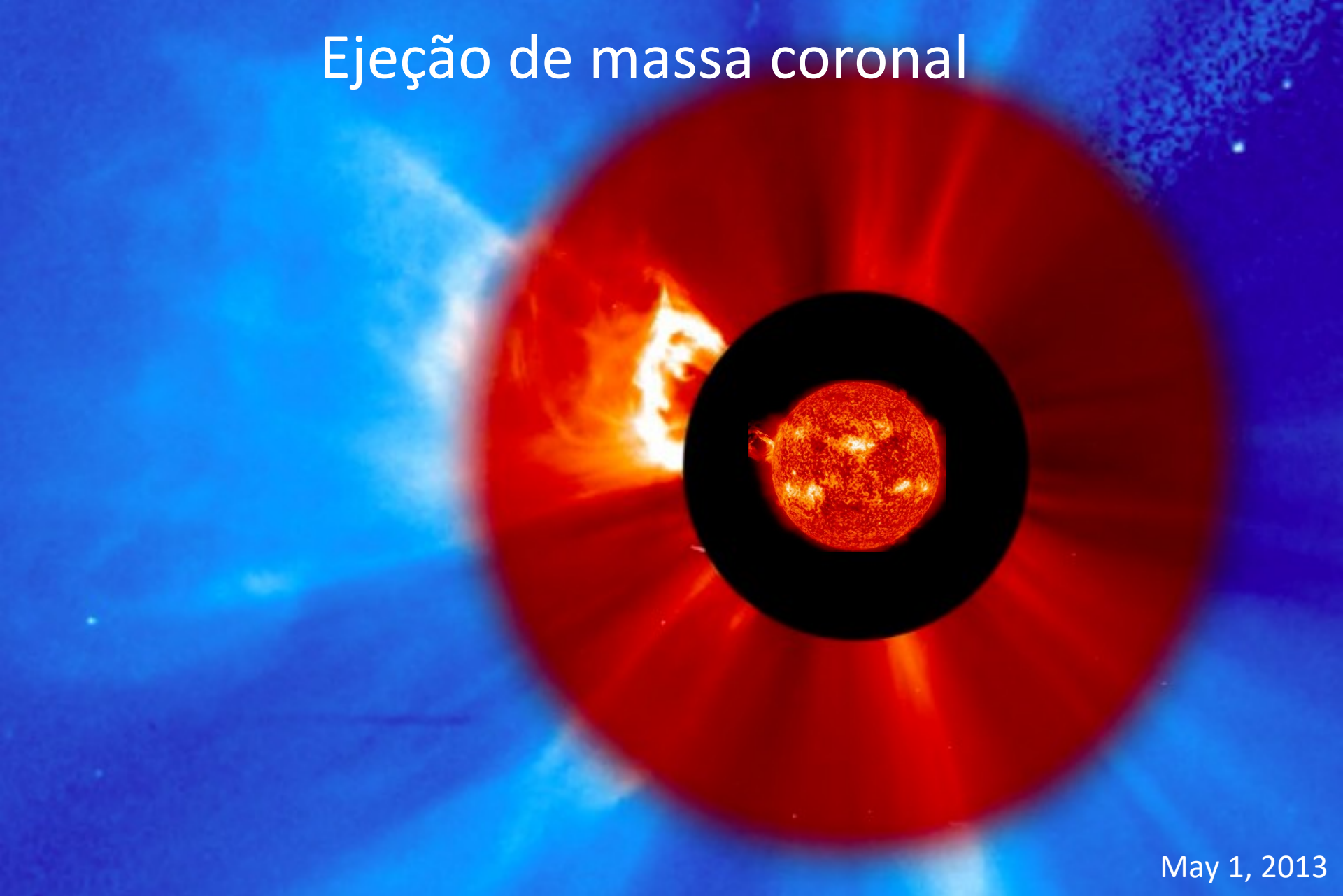


Tempestade solar
CME irrompendo
no Sol em
4/1/2002.

O disco do Sol é
indicado pelo círculo
branco. O Sol está
oculto por um
coronógrafo, que
bloqueia a luz
brilhante da
superfície do Sol,
permitindo-nos ver a
fraca atmosfera
estendida do Sol.

2002/01/04 09:30

Ejeção de massa coronal



May 1, 2013

Besides the SDO images, the CME was also observed by SOHO using 2 coronagraphs where the bright sun is blocked by a disk so it does not overpower the fainter corona.

Máximo do ciclo de atividade:

~ 3,5 por dia

Mínimo: aprox.
1 cada 5 dias.

5×10^{12} kg a
 5×10^{13} kg

$v \sim 400$ km/s a
 1000 km/s

Com *flares*: 40%

Com proeminência solar eruptiva: 70%

Ejeção de massa coronal (CME)



[http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/
The_Sun_has_a_great_idea](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/The_Sun_has_a_great_idea)

2000/02/27 07:42

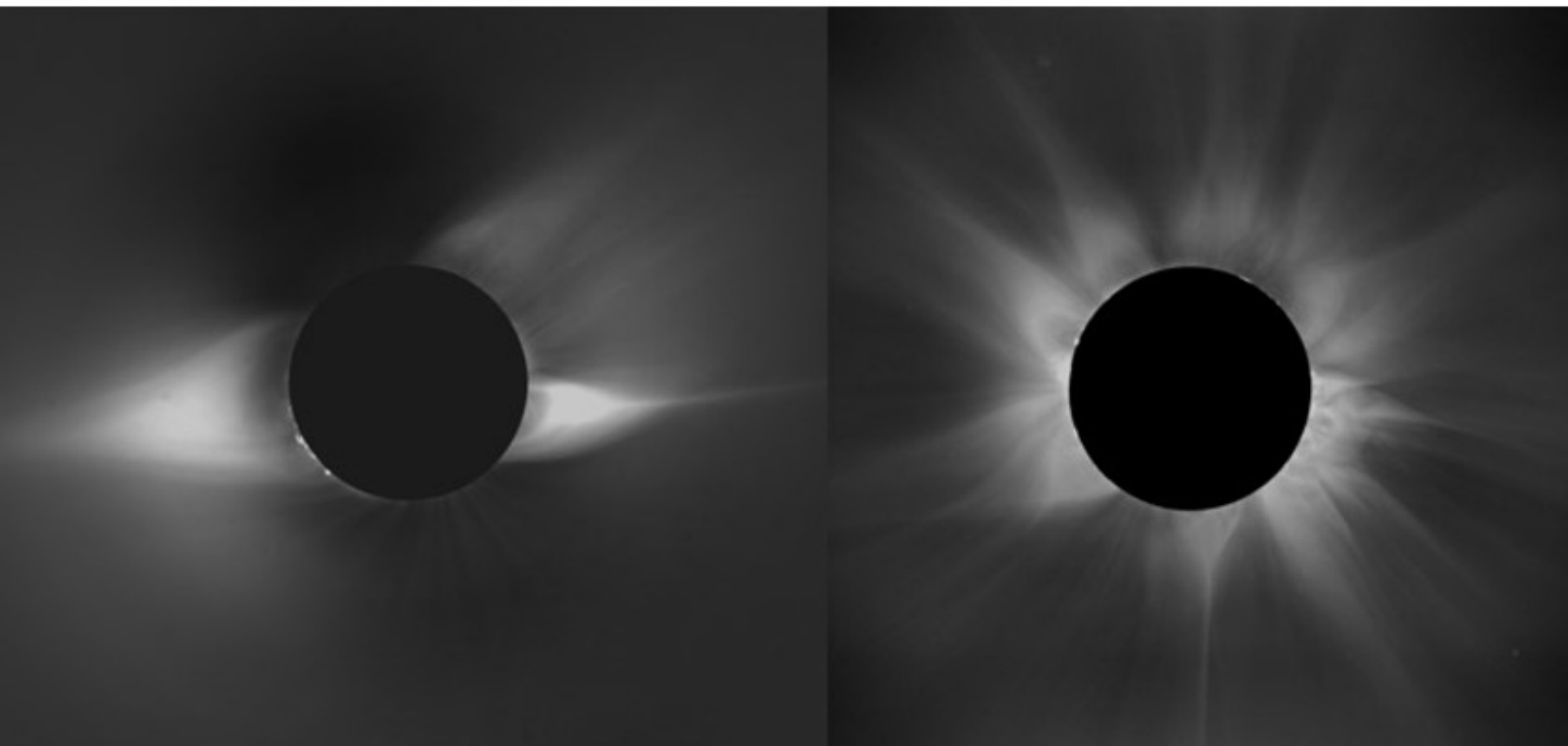
Coroa solar durante eclipse

1994 (mínimo de atividade)

Mais estendida no equador,
consistente com campo dipolar

1980 (máximo de atividade)

Coroa é mais complexa



Eclipse solar, 2/jul/2019, Chile

(c) Jorge Meléndez



Near maximum of
the solar cycle



Near minimum of
the solar cycle



Lambaréné, Gabon, 3. 11. 2013
© Constantinos Emmanoulidis

Marshall Islands, 22.7.2009
© Miloslav Druckmuller

Slides a seguir do Prof. Eder Molina (IAG-USP),
sobre o impacto da atividade solar na Terra

https://www.iag.usp.br/~eder/3_idade_1_2015/AULA5_Atividade_solar_3idade_2015.pdf

**01/SET/1859, 11:18h – RICHARD
CARRINGTON, FAMOSO
ASTRÔNOMO INGLÊS, PRESENCIA
A OCORRÊNCIA DE UMA
EXPLOÇÃO SOLAR A OLHO NU**

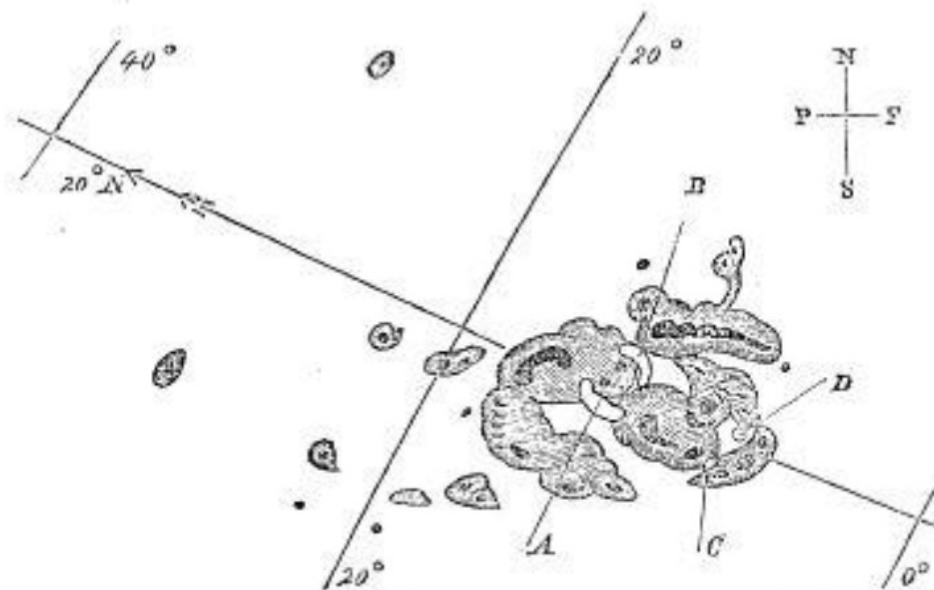
- Ao executar seu rotineiro trabalho de mapear manchas solares, Carrington observou nas bordas de uma mancha dois súbitos pontos brilhantes que evoluíram rapidamente para dois clarões tão intensos que se destacaram em relação à superfície solar.

- Ao chamar uma testemunha para observar o fato, Carrington percebeu que os clarões diminuíram e foram aos poucos desaparecendo. Isso em questão de menos de 5 minutos.

- Antes da madrugada do dia seguinte, auroras puderam ser observadas até na Flórida e em Cuba!

Description of a Singular Appearance seen in the Sun on September 1, 1859. By R. C. Carrington, Esq.

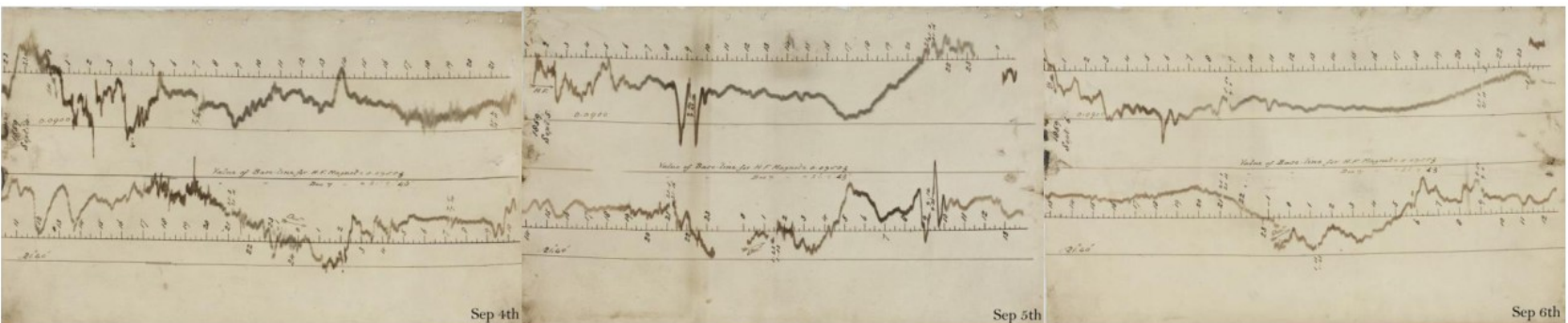
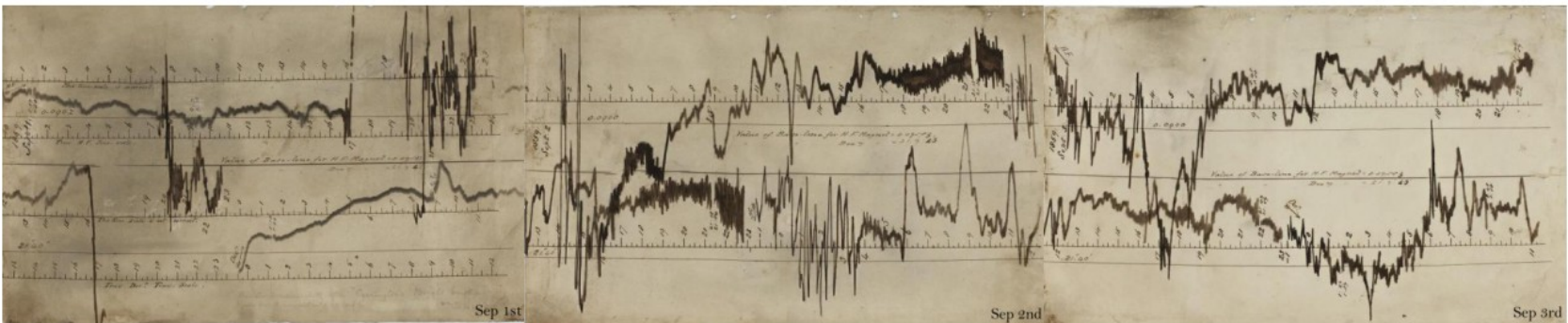
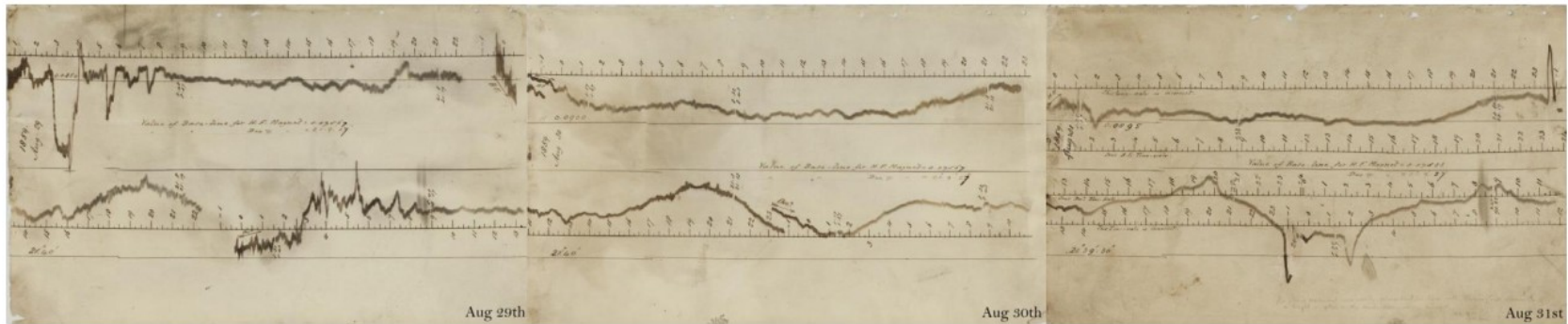
While engaged in the forenoon of Thursday, Sept. 1, in taking my customary observation of the forms and positions of the solar spots, an appearance was witnessed which I believe to be exceedingly rare. The image of the sun's disk was, as usual with me, projected on to a plate of glass coated with distemper of a pale straw colour, and at a distance and under a power which presented a picture of about 11 inches diameter. I had secured diagrams of all the groups and detached spots, and was engaged at the time in counting from a chronometer and recording the contacts of the spots with the cross-wires used in the observation, when within the area of the great north group (the size of which had previously excited general remark), two patches of intensely bright and white light broke out, in the positions indicated in the appended diagram by the letters A and B, and of the forms of the spaces left white. My



first impression was that by some chance a ray of light had penetrated a hole in the screen attached to the object-glass, by

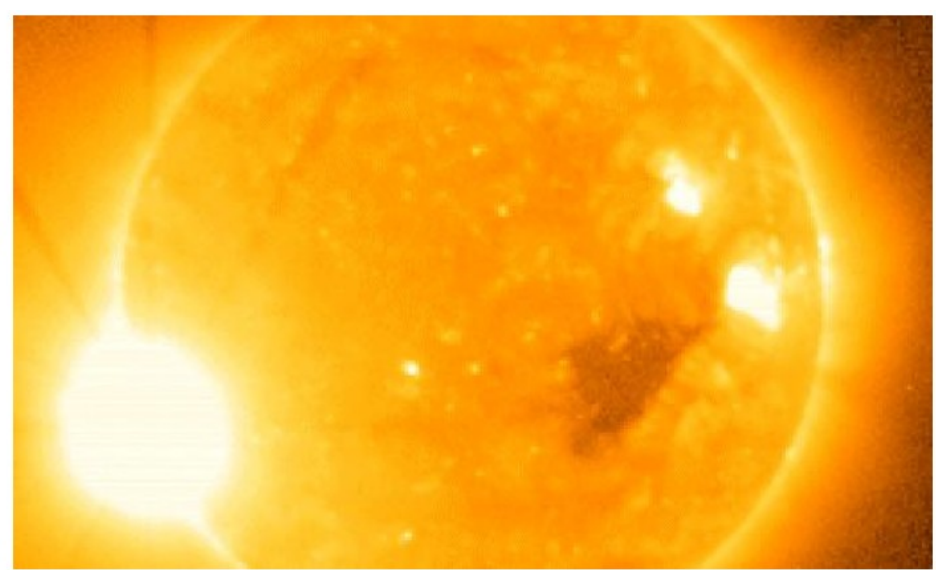
PERTURBAÇÕES NO CAMPO GEOMAGNÉTICO

- Magnetogramas dos dias próximos ao Evento Carrington

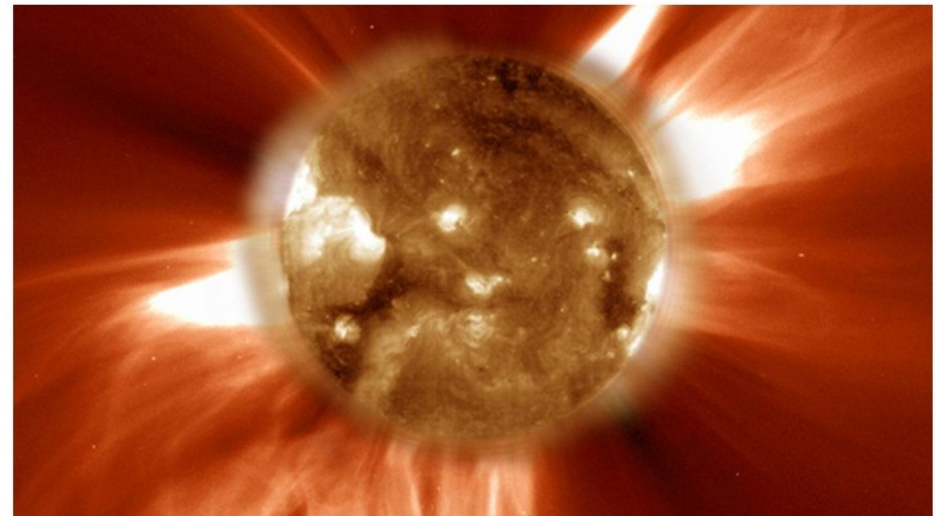


01/SET/1859, 11:18h – EVENTO CARRINGTON

- Telégrafos apresentaram descargas elétricas que queimaram fitas de papel e acarretaram choques nos operadores. Alguns postos telegráficos pegaram fogo.
- Alguns telégrafos chegaram a funcionar e emitir faíscas mesmo desconectados da energia elétrica.
- Hoje sabe-se que o que Carrington presenciou foi uma explosão solar em luz branca; estes eventos são relativamente comuns no Sol, mas não com esta intensidade e característica; estima-se que este evento foi o maior em 500 anos, envolvendo mais do que o dobro de energia do segundo maior evento deste tipo.
- Junto com o clarão foram emitidas imensas nuvens de partículas carregadas envoltas em um fortíssimo campo magnético, que se propagaram pelo espaço e chegaram à Terra na manhã seguinte, originando correntes elétricas que causaram problemas com as linhas telegráficas.



Erupção solar ocorrida em 5/dez/2006, observada por um sensor de raios-X a bordo do satélite GOES-13. O evento foi tão energético que chegou a danificar o equipamento de observação. Acredita-se que o evento Carrington tenha sido muito mais energético do que este.

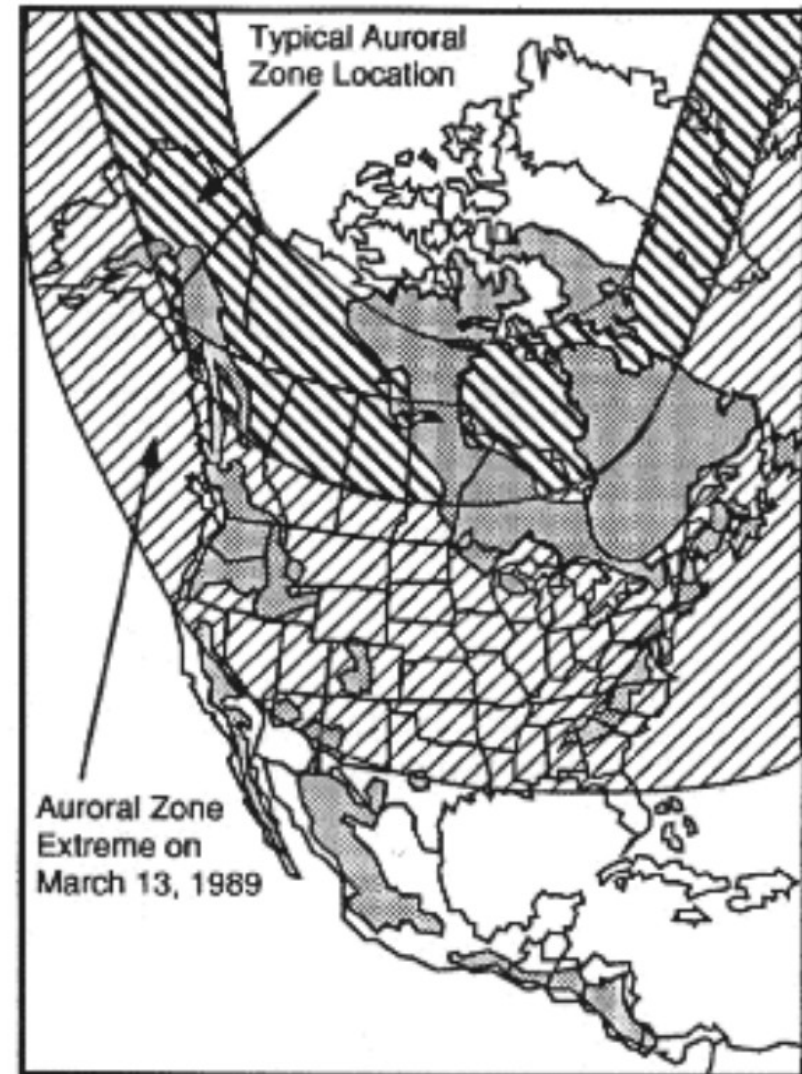


13/MAR/1989 – UM APAGÃO NA REDE ELÉTRICA CANADENSE FOI CAUSADO POR UMA TEMPESTADE MAGNÉTICA, ORIGINADA POR UMA EXPLOSÃO SOLAR OCORRIDA 3 DIAS ANTES

- Em 10/mar/1989 ocorreu uma explosão solar, e uma nuvem com bilhões de toneladas de gás foi ejetada em poucos segundos, com uma energia equivalente a milhares de bombas nucleares explodindo ao mesmo tempo.

- Na tarde de 12/mar/1989 a nuvem chegou à Terra, causando auroras até em latitudes baixas como na Flórida e em Cuba, e correntes elétricas foram geradas até no nível do solo.

- As correntes geradas acarretaram falhas no sistema elétrico de Quebec, que em menos de 2 minutos colapsou inteiramente.



- Durante as 12 horas seguintes, 6 milhões de pessoas ficaram sem energia elétrica, padecendo do frio e dos efeitos colaterais desta falta de energia.

- Metrô, aeroportos e abastecimento em geral ficaram seriamente comprometidos neste período.

- A rede elétrica norteamericana também foi severamente atingida, com mais de 200 problemas em estações de energia elétrica, mas sem apagão.

- Alguns satélites ficaram fora de controle por várias horas; um dos sensores de pressão do ônibus espacial Discovery começou a indicar uma pressão muito acima da normal no período, e só se normalizou no dia seguinte.

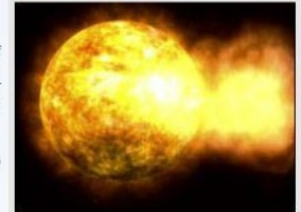
- Centenas de milhões de dólares foram gastos para executar os reparos na rede e no ressarcimento de danos.



Artist rendition of the 1989 blackout. Credit: NASA

On March 13, 1989 the entire province of Quebec, Canada suffered an electrical power blackout. Hundreds of blackouts occur in some part of North America every year. The Quebec Blackout was different, because this one was caused by a solar storm!

On Friday March 10, 1989 astronomers witnessed a powerful explosion on the sun. Within minutes, tangled magnetic forces on the sun had released a billion-ton cloud of gas. It was like the energy of thousands of nuclear bombs exploding at the same time. The storm cloud rushed out from the sun, straight towards Earth, at a million miles an hour. The solar flare that accompanied the outburst immediately caused short-wave radio interference, including the jamming of radio signals from Radio Free Europe into Russia. It was thought that the signals had been jammed by the Kremlin, but it was only the sun acting up!

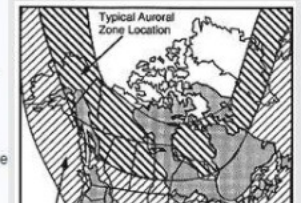


> [Click to view animation](#)

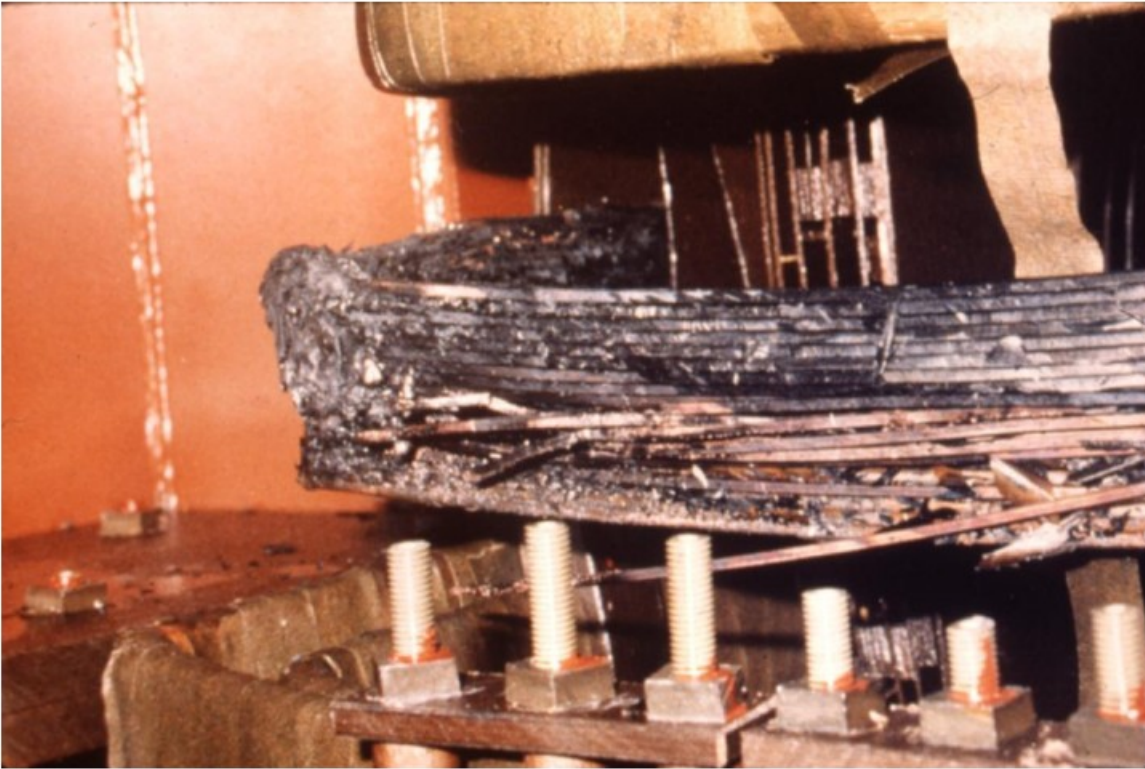
Solar flares and coronal mass ejections (CMEs), associated giant clouds of plasma in space, are the largest explosions in the solar system. They are caused by the buildup and sudden release of magnetic stress in the solar atmosphere above the giant magnetic poles we see as sunspots. CMEs can cause magnetic storms affecting communication systems, power grids and astronauts in space. Click on image to view movie. Credit: NASA/ Walt Feimer

On the evening of Monday, March 12 the vast cloud of solar plasma (a gas of electrically charged particles) finally struck Earth's magnetic field. The violence of this 'geomagnetic storm' caused spectacular 'northern lights' that could be seen as far south as Florida and Cuba. The magnetic disturbance was incredibly intense. It actually created electrical currents in the ground beneath much of North America. Just after 2:44 a.m. on March 13, the currents found a weakness in the electrical power grid of Quebec. In less than 2 minutes, the entire Quebec power grid lost power. During the 12-hour blackout that followed, millions of people suddenly found themselves in dark office buildings and underground pedestrian tunnels, and in stalled elevators. Most people woke up to cold homes for breakfast. The blackout also closed schools and businesses, kept the Montreal Metro shut during the morning rush hour, and closed Dorval Airport.

The Quebec Blackout was by no means a local event. Some of the U.S. electrical utilities had their own cliffhanger problems to deal with. New York Power lost 150 megawatts the moment the Quebec power grid went down. The New England Power Pool lost 1,410 megawatts at about the same time. Service to 96 electrical utilities in New England was interrupted while other reserves of electrical power were brought online. Luckily, the U.S. had the power to spare at the time...but just barely. Across the United States from coast to coast, over 200 power grid problems erupted within



CONJUNTO DE TRANSFORMADORES DANIFICADOS DURANTE UMA TEMPESTADE SOLAR EM 1988. O CUSTO DE UMA UNIDADE DESTA TIPO PODE CHEGAR A 10 MILHÕES DE DÓLARES.

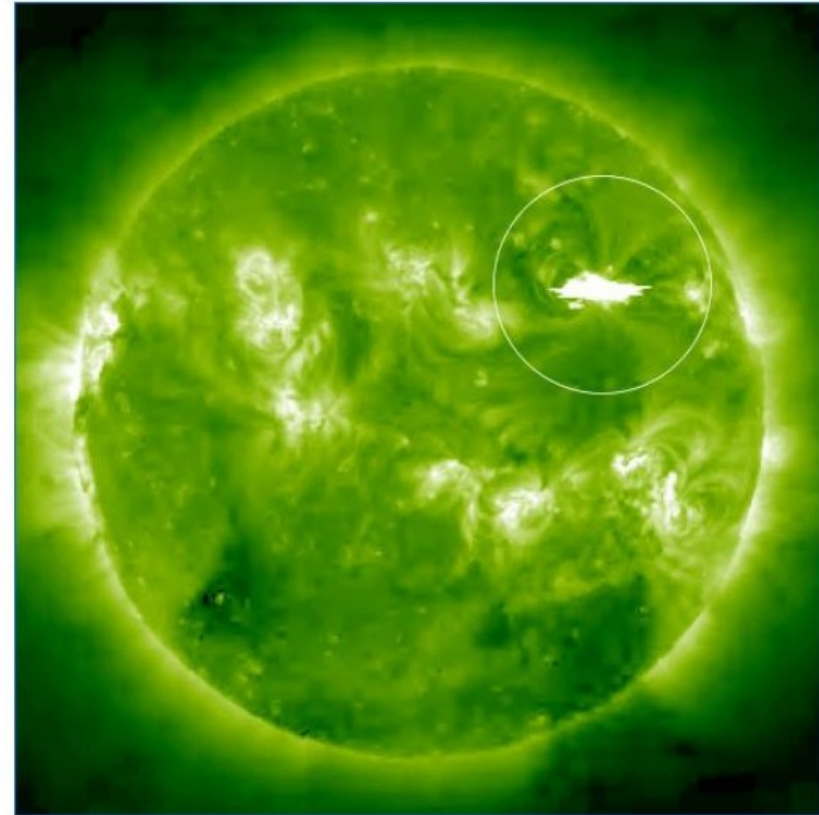


(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)

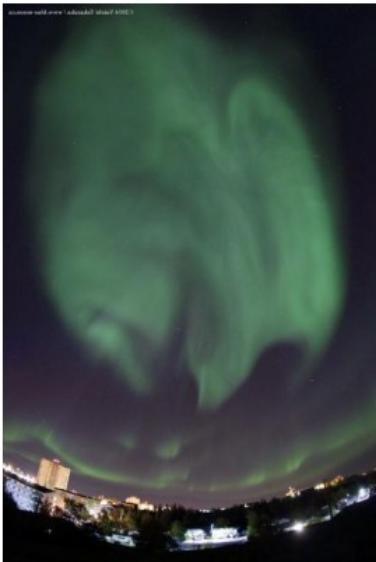
A EXPLOÇÃO DE 01/SET/2014

- Uma forte erupção solar ocorreu no lado do Sol que não estava voltado para a Terra, e foi captada pelo STEREO-B.
- Ocorreu uma ejeção de massa coronal (CME) que se deslocou a 7.200.000 km/h. Efeitos desta CME foram observados na Terra alguns dias depois.
- Como a CME não estava diretamente voltada para a Terra, os efeitos nas telecomunicações e no campo magnético não foram significativos.

SIGNIFICANT FARSIDE FLARE: A sunspot located just behind the sun's northeastern limb exploded yesterday, Sept. 1st @ 1105 UT, producing "a significant solar flare," according to NOAA analysts. NASA's STEREO-B spacecraft, stationed over the farside of the sun, recorded the extreme ultraviolet flash.:



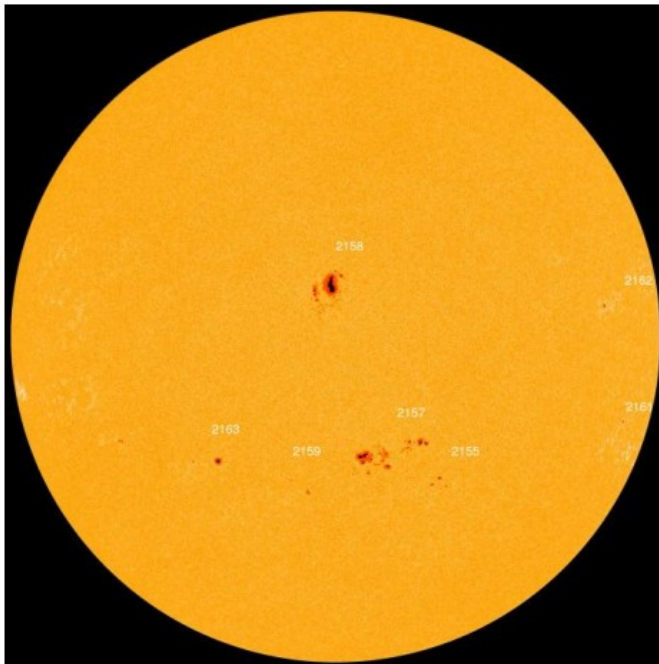
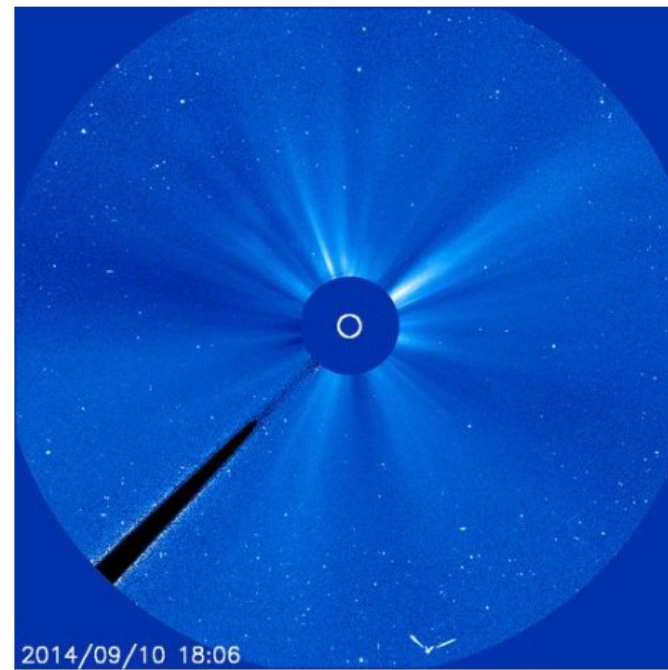
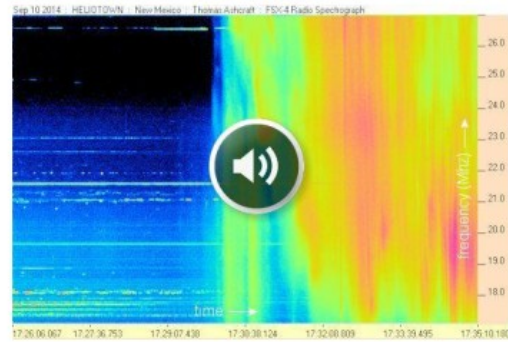
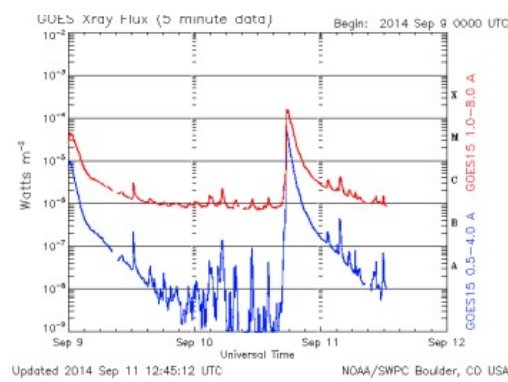
A fast CME emerged from the blast site traveling approximately 2000 km/s (4.5 million mph): [movie](#). The flare also produced strong radio bursts and a farside solar proton storm. Only the intervening limb of the sun prevented potentially-strong Earth effects.



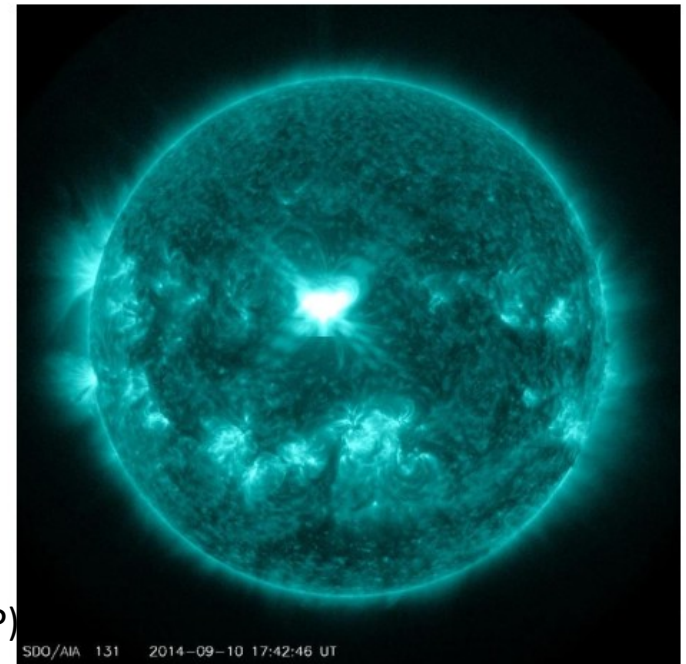
(c) Prof. Eder
Molina (IAG-USP)

A EXPLOSÃO DE 10/SET/2014

- Uma forte erupção solar ocorreu no lado do Sol voltado para a Terra, originando um clarão de classe-X (do tipo mais forte).
- Foram registrados problemas nas telecomunicações por mais de 1 hora, e um nível extremamente elevado de ruído.



(c) Prof. Eder
Molina (IAG-USP)

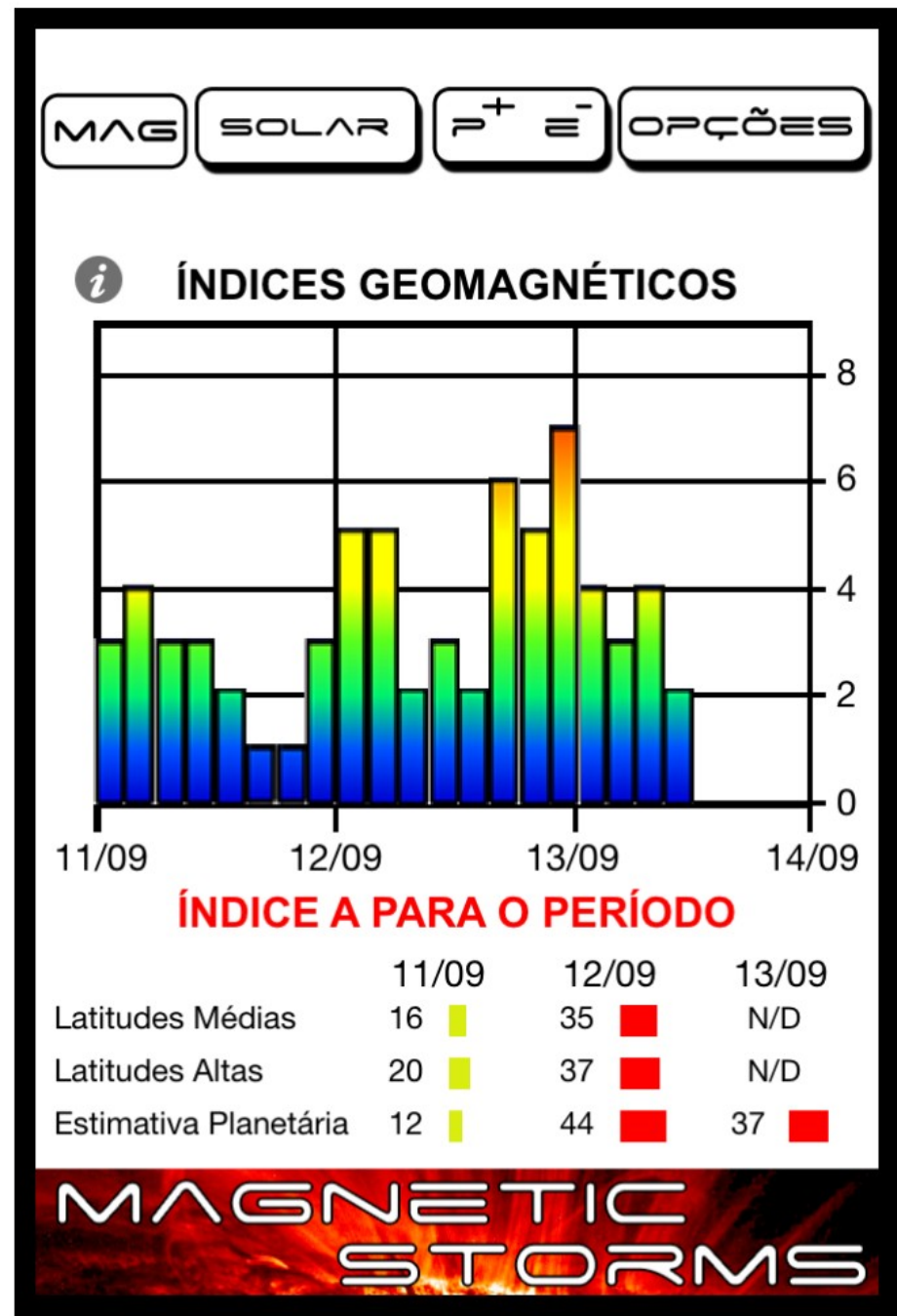


A EXPLOÇÃO DE 10/SET/2014

- No dia 13/set/2014, duas CMEs chegaram simultaneamente à Terra, fato muito incomum nos ciclos solares recentes.
- Foram registradas auroras em diversas partes do mundo, com variações fora do comum.



(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)



A EXPLOSÃO DE 10/SET/2014



(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)

23/JUL/2012 – OCORRE UMA FORTE EXPLOSÃO SOLAR NO LADO DO SOL OPOSTO À TERRA

- Uma forte erupção solar ocorreu no lado do Sol que não estava voltado para a Terra, originando um evento comparável ao Evento Carrington, estimam os especialistas.
- Se a erupção ocorresse alguns dias após esta data, a Terra seria atingida diretamente pelos seus produtos. Os danos seriam imensos, em diversas áreas.
- As estimativas são de que a tempestade magnética resultante causaria um impacto econômico de mais de US\$ 2 trilhões, o equivalente a 20 vezes o prejuízo ocasionado pelo furacão Katrina.
- Grandes transformadores elétricos danificados levariam ANOS para serem reparados.

(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)



This movie shows a coronal mass ejection (CME) on the sun from July 22, 2012 at 10:00 PM EDT until 2 AM on July 23 as captured by NASA's Solar Terrestrial Relations Observatory-Ahead (STEREO-A). Because the CME headed in STEREO-A's direction, it appears like a giant halo around the sun. NOTE: This video loops 3 times. Credit: NASA/STEREO

[Download video](#)
[Download promo image](#)

On July 23, 2012, a massive cloud of solar material erupted off the sun's right side, zooming out into space, passing one of NASA's Solar TERrestrial RELations Observatory (STEREO) spacecraft along the way. Using the STEREO data, scientists at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt, Md. clocked this giant cloud, known as a coronal mass ejection, or CME, as traveling between 1,800 and 2,200 miles per second as it left the sun.

Conversations began to buzz and the emails to fly: this was the fastest CME ever observed by STEREO, which since its launch in 2006 has helped make CME speed measurements much more precise. Such an unusually strong bout of space weather gives scientists an opportunity to observe how these events affect the space around the sun, as well as to improve their understanding of what causes them.

"Between 1,800 and 2,200 miles per second puts it without question as one of the top five CMEs ever measured by any spacecraft," says solar scientist Alex Young at Goddard. "And if it's at the top of that velocity range it's probably the fastest."

The STEREO mission consists of two spacecraft with orbits that for most of their journey give them views of the sun that cannot be had from Earth. Watching the sun from all sides helps improve our understanding of how events around the sun are connected, as well as gives us glimpses of activity we might not otherwise see. On July 23, STEREO-A lay – from Earth's perspective -- to the right side and a little behind the sun, the perfect place for seeing this CME, which would otherwise have been hard to measure from Earth. The Solar Heliospheric Observatory (SOHO), an ESA and NASA mission, also observed the CME. It is the combination of observations from both missions that helps make scientists confident in the large velocities they measured for this event.

E SE A EXPLOSÃO FOSSE VOLTADA PARA A TERRA?

- Como os sistemas de distribuição de energia estão interconectados para otimizar o uso, ocorreria um efeito-cascata; só nos EUA 130 milhões de pessoas ficariam sem energia elétrica por diversas horas.

- Haveria indisponibilidade por horas/dias de serviços de telefonia, rádio/TV, abastecimento de água, refrigeração, combustível, esgoto, GPS, internet.

- Sistemas de transporte e sistemas financeiros estariam indisponíveis por horas/dias.

- Grandes transformadores elétricos danificados levariam ANOS para serem reparados.

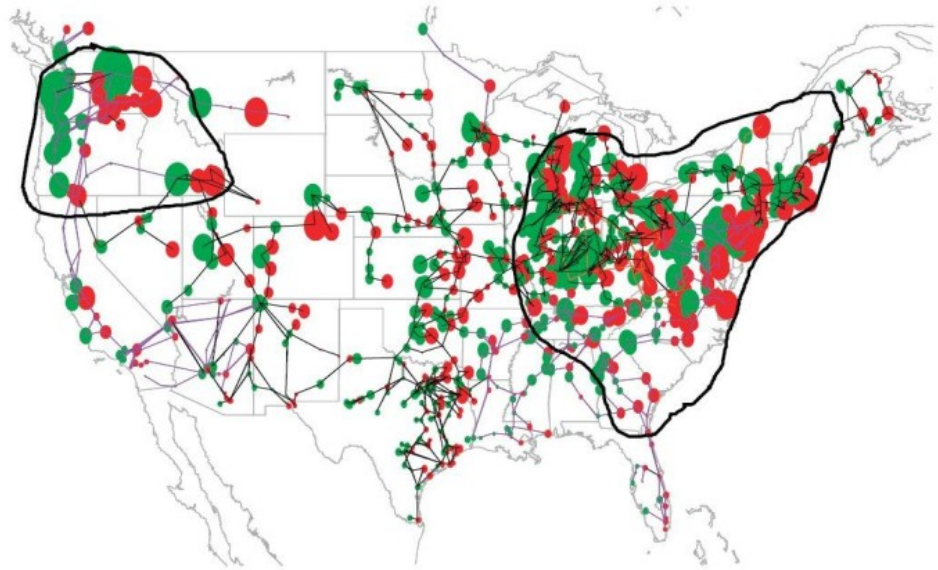


FIGURE 7.1 Scenario showing effects of a 4800 nT/min geomagnetic field disturbance at 50° geomagnetic latitude scenario. The regions outlined are susceptible to system collapse due to the effects of the GIC disturbance; the impacts would be of unprecedented scale and involve populations in excess of 130 million. SOURCE: J. Kappenman, Metatech Corp., "The Future: Solutions or Vulnerabilities?," presentation to the space weather workshop, May 23, 2008.

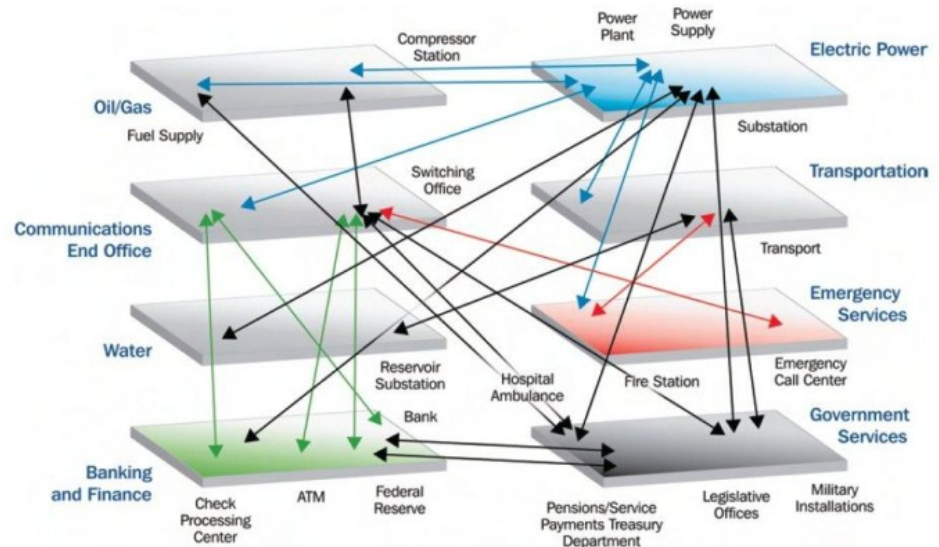


FIGURE 3.1 Connections and interdependencies across the economy. Schematic showing the interconnected infrastructures and their qualitative dependencies and interdependencies. SOURCE: Department of Homeland Security, National Infrastructure Protection Plan, available at http://www.dhs.gov/xprevprot/programs/editorial_0827.shtm.

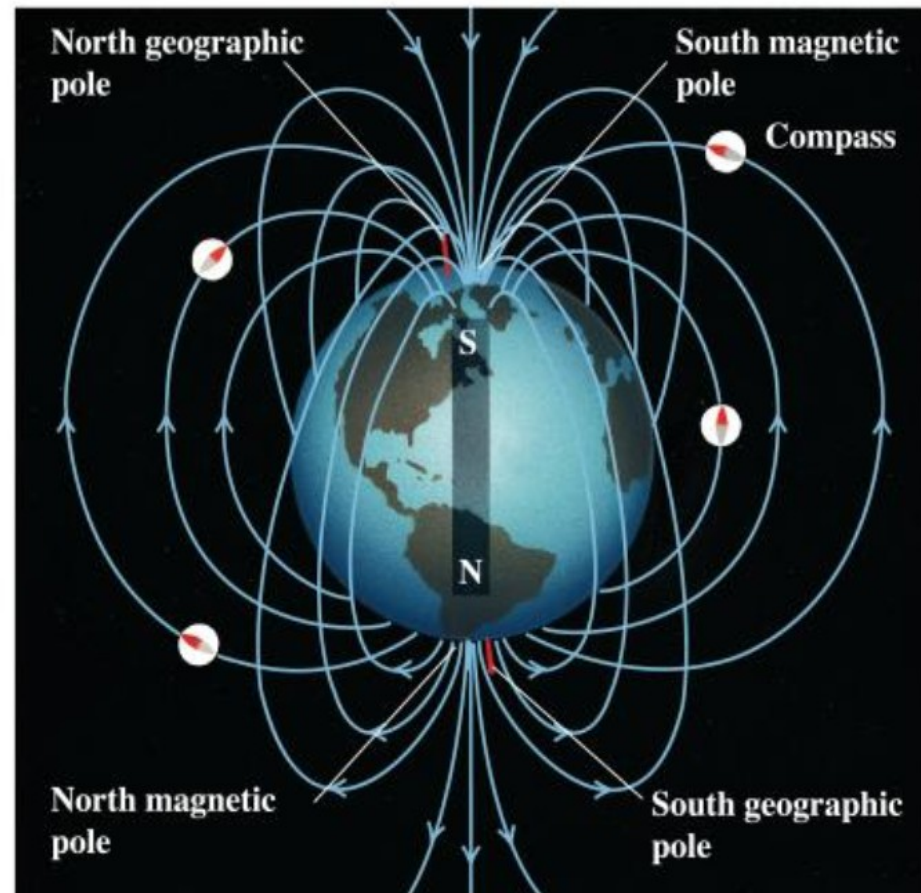
O CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

- O campo magnético terrestre é similar ao de um ímã simples, com polo norte e polo sul. A intensidade média do campo é da ordem de 30.000 nT.

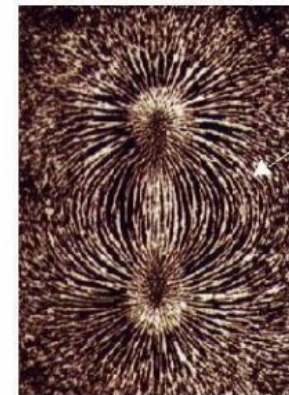
- A geração do campo principal ocorre no núcleo metálico da terra; uma parcela pequena, mas importante, é gerada na alta atmosfera, pela interação das partículas carregadas ali presentes e as partículas emitidas pelo Sol.

- Com a mudança da posição da terra em relação ao sol durante o dia, ocorre uma lenta e constante variação, da ordem de 50 nT.

- Em ocasiões de grandes perturbações da atividade solar, porém, as variações são bruscas e podem atingir 1.500 nT.



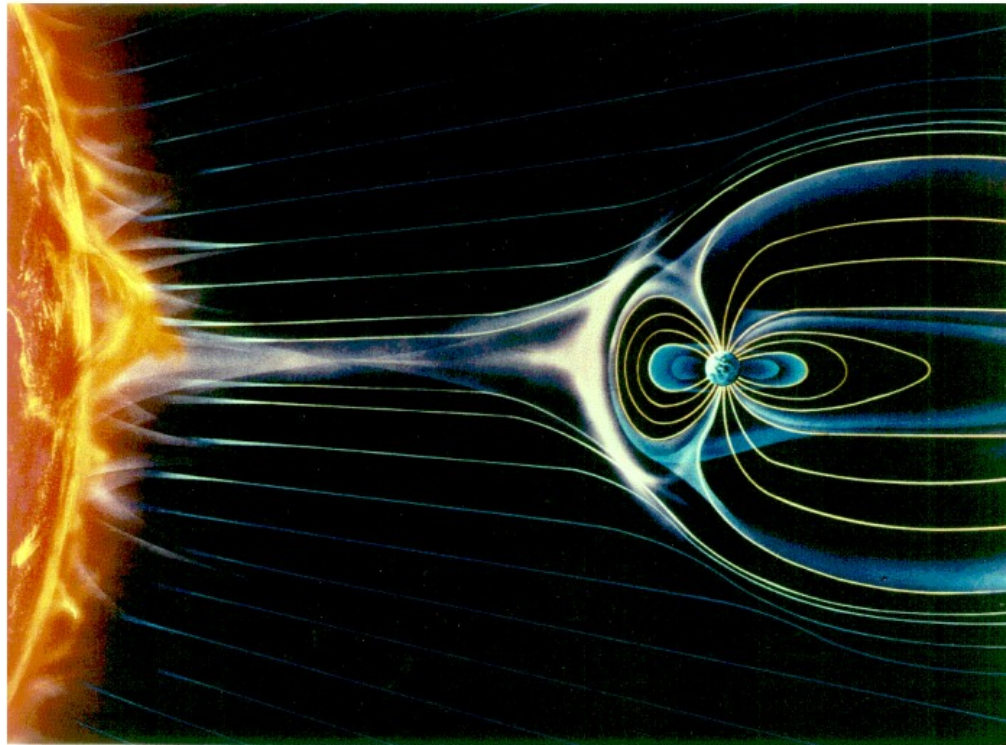
Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.



These field lines emerge from the north pole of the magnet and re-enter at the south pole.

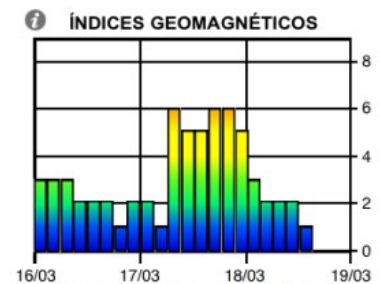
BONS MOTIVOS PARA ESTUDAR O SOL

- O Sol é a fonte do vento solar, um fluxo de gases ionizados e partículas, que chegam na terra com velocidades de aproximadamente 500 km/s (quase 2 milhões de km/h).
- As flutuações no vento solar influenciam o campo magnético terrestre, e a radiação ultravioleta e a emissão de raios-X aquecem a alta atmosfera de nosso planeta.



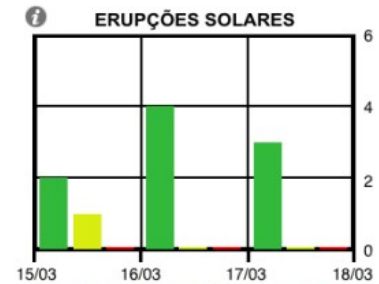
REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA
INTERAÇÃO DO VENTO SOLAR COM O
CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

AURORA OBSERVADA NO "SAINT PATRICK'S DAY" ORIGINADA PELA CHEGADA DA CME OCORRIDA EM 15/MAR/2013, E EFEITOS OBSERVADOS NO CAMPO GEOMAGNÉTICO PELO APLICATIVO "MAGNETIC STORMS"



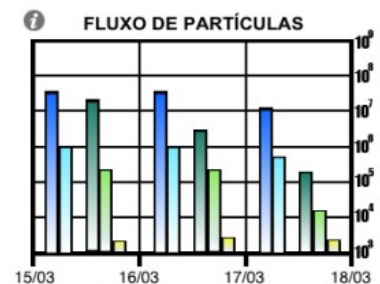
ÍNDICE "A" PARA O PERÍODO

	16/03	17/03	18/03
Latitudes Médias	08	32	N/D
Latitudes Altas	13	79	N/D
Estimativa Planetária	10	46	08



NÚMERO DE ERUPÇÕES EM RAIOS-X

Classe	15/03	16/03	17/03	18/03
Classe-C (pouco intensas)	0	0	0	0
Classe-M (moderadas)	0	0	0	0
Classe-X (muito intensas)	0	0	0	0



FLUXO DE PRÓTONS E ELÉTRONS

elétrons com energia > 0,8 MeV	Blue
elétrons com energia > 2,0 MeV	Light Blue
prótons com energia > 1,0 MeV	Green
prótons com energia > 10,0 MeV	Yellow
prótons com energia > 100,0 MeV	Red



Entrevista de domingo: App brasileiro monitora as atividades solares

Por Vanessa Darvas, de RFD Online - Domingo, 17 de março de 2013 - 19h13

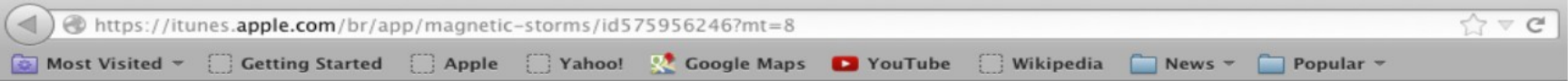


André Molina (esquerda) e Eder Cassola Molina, eles criaram um app para ajudar a monitorar a atividade solar

(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)



APPSTORE.COM/MAGNETICSTORMS



Tempestades Magnéticas

De Andre Molina

Abra o iTunes para comprar e baixar apps.

[Ver mais deste desenvolvedor](#)

(c) Prof. Eder Molina (IAG-USP)



[Ver no iTunes](#)

Grátis

Categoria: [Utilidades](#)

Lançado: 11/11/2012

Versão: 1.0

Tamanho: 9.1 MB

Idioma: Inglês

Vendedor: Andre Molina

© 2012 Mike Bm10

[Classificação +4](#)

Requisitos: Compatível com iPhone, iPod touch e iPad. Requer o iOS 4.3 ou posterior. Este app está otimizado para iPhone 5

Avaliações de clientes

Versão atual:

★★★★★ 6 avaliações

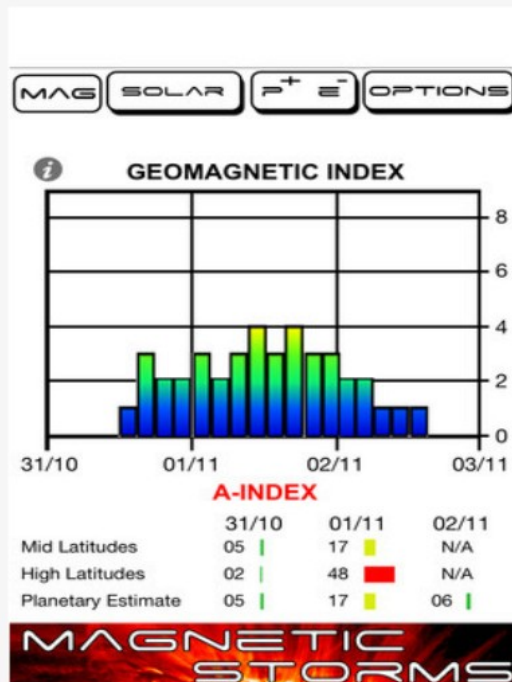
Mais apps para iPhone de Andre Molina

Descrição

O aplicativo Magnetic Storms foi desenvolvido para permitir o monitoramento do campo magnético terrestre em tempo real, utilizando os dados dos satélites GOES que monitoram constantemente a atividade solar. Os três parâmetros principais apresentados são o Índice Kp, as erupções solares e o fluxo de prótons e elétrons. Com estas informações é possível prever mudanças súbitas no campo magnético e a ocorrência de auroras com até dois dias de antecedência.

[Site para Andre Molina](#) ▶ [Suporte para Tempestades Magnéticas](#) ▶

Captura de tela do iPhone



Entrevista de domingo: App brasileiro monitora as atividades solares

Por Vanessa Daraya, de INFO Online • Domingo, 17 de março de 2013 - 11h13



André Molina (esquerda) e Eder Cassola Molina: eles criaram um app para ajudar a monitorar a atividade solar



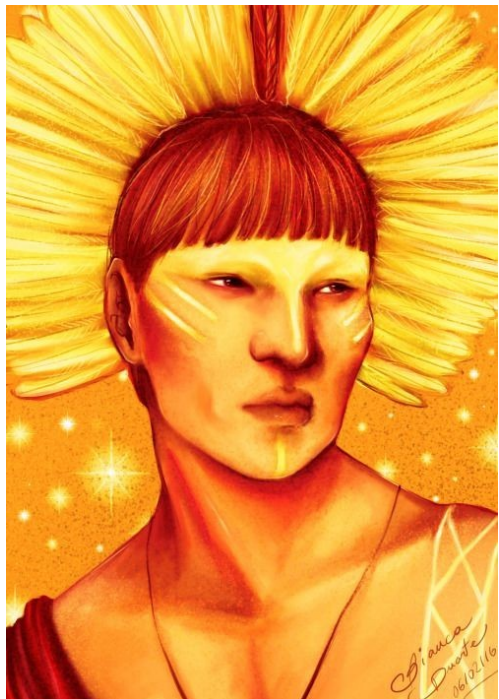
Em Quechua
(Incas)

Sol = Inti

Lua = Quilla



Em Tupi-
Guarani?





Em Tupi-Guarani: Guaraci e Jaci



Gosta de Arqueologia,
Astronomia e Python?

Possível projeto de IC
em arqueoastronomia
dos Incas:
jorge.melendez@iag.usp.br