



# Workshop com Usuários 2013

Auditório Fernando de Mendonça - INPE - São José dos Campos, SP - 11 de outubro de 2013

# Clima Espacial?

## Programa Embrace

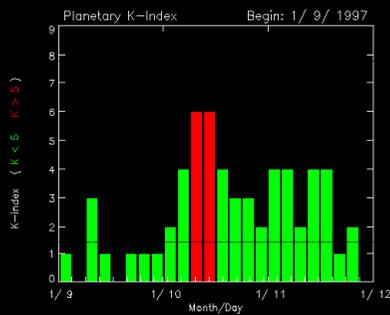
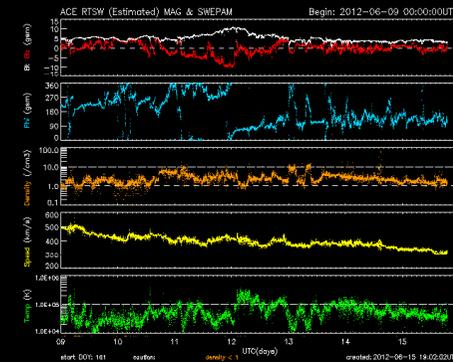
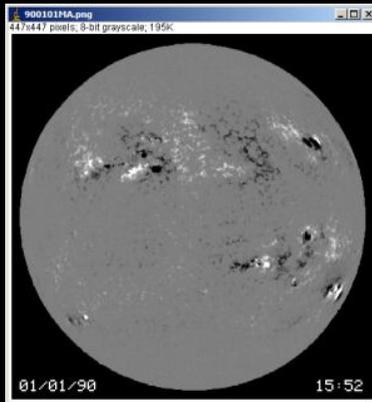
**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**  
**Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas - CEA**  
**Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada - LAC / CTE**  
**Divisão de Sistemas de Solo - DSS / ETE**  
**Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPETC**  
**Divisão de Geração de Imagens - DGI / OBT**

**Apresentado por:**  
**Dr. Clezio Marcos De Nardin**

---



# Previsão do Clima Espacial

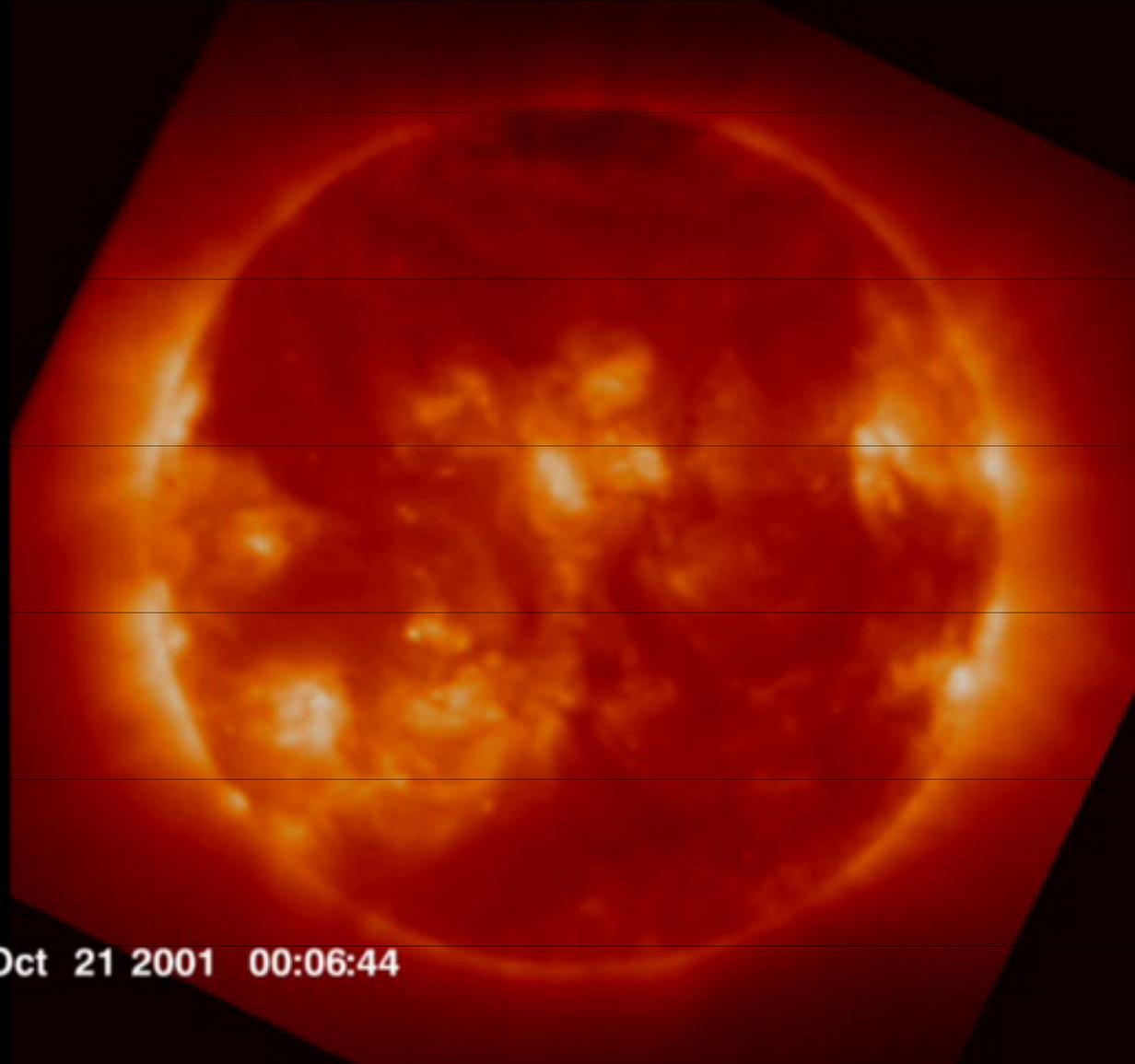


Photograph courtesy Shawn Malone



# O Sol visto em Raios-X

O Solar X-Ray Imager (SXI), GOES-12, em 0.6-6.0 nm

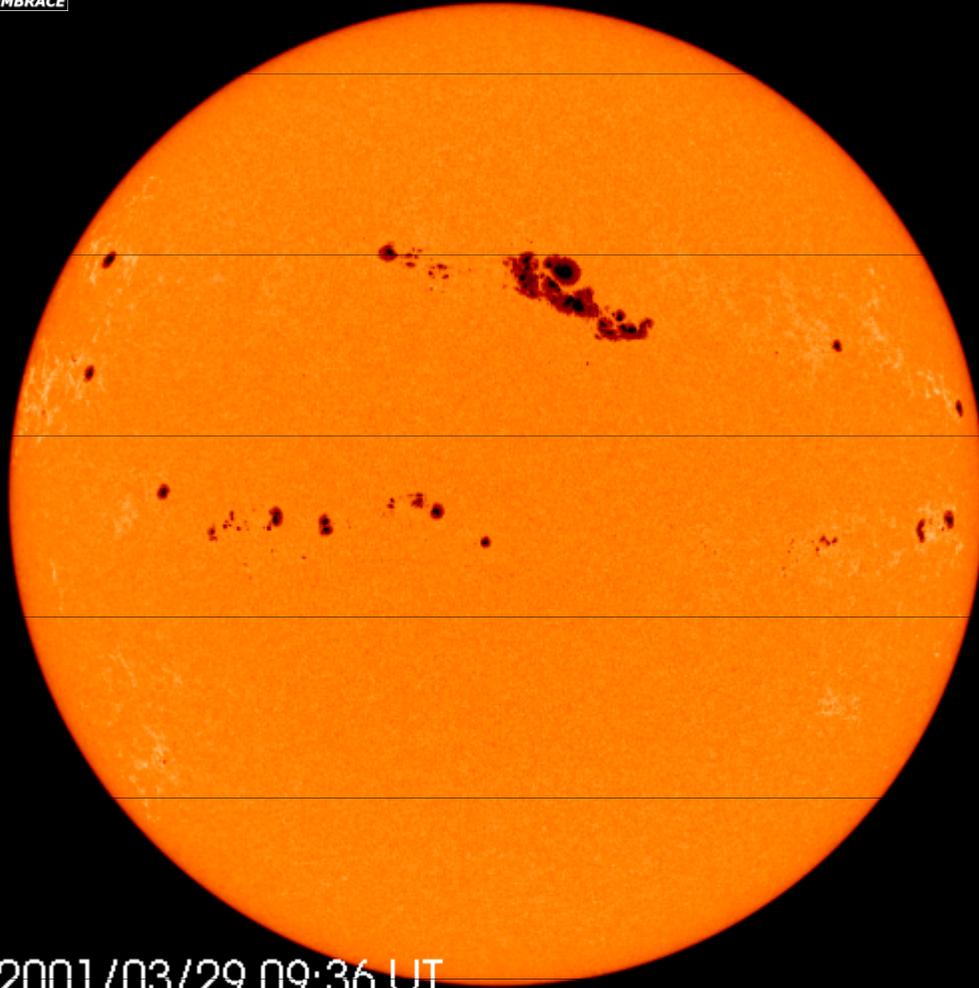


Oct 21 2001 00:06:44

NASA - Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio  
<http://svs.gsfc.nasa.gov>



# Manchas Solares



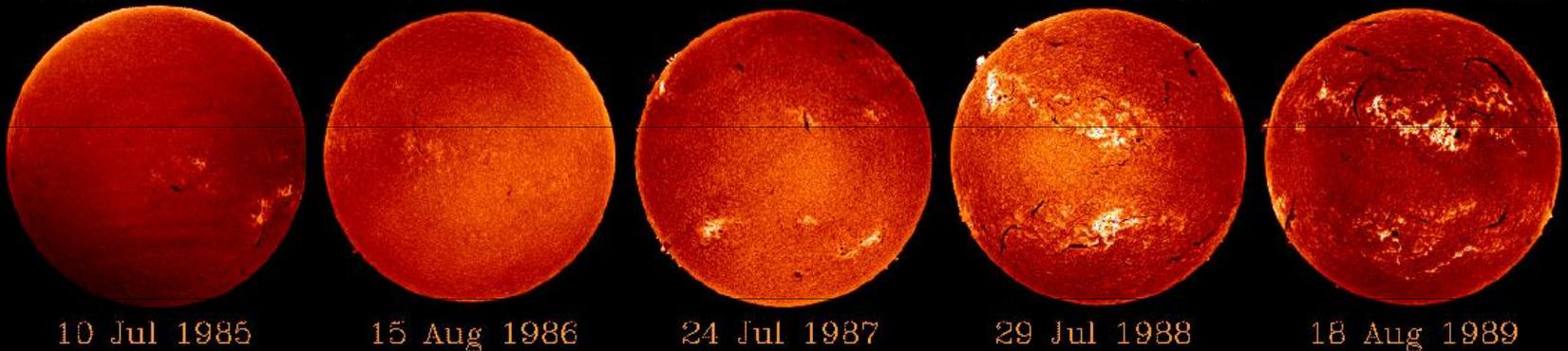
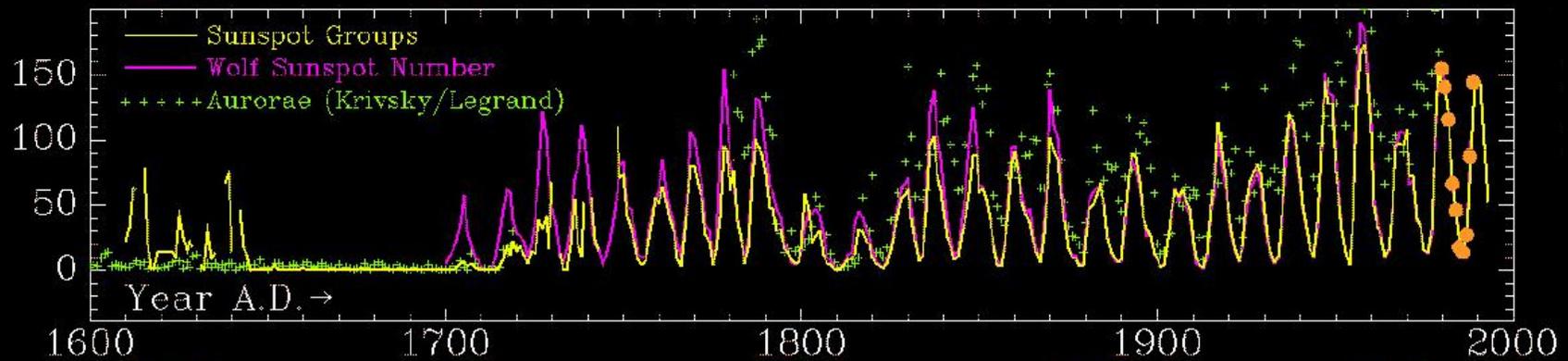
2001/03/29 09:36 UT



NASA - Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio  
<http://svs.gsfc.nasa.gov>



# A Atividade Solar



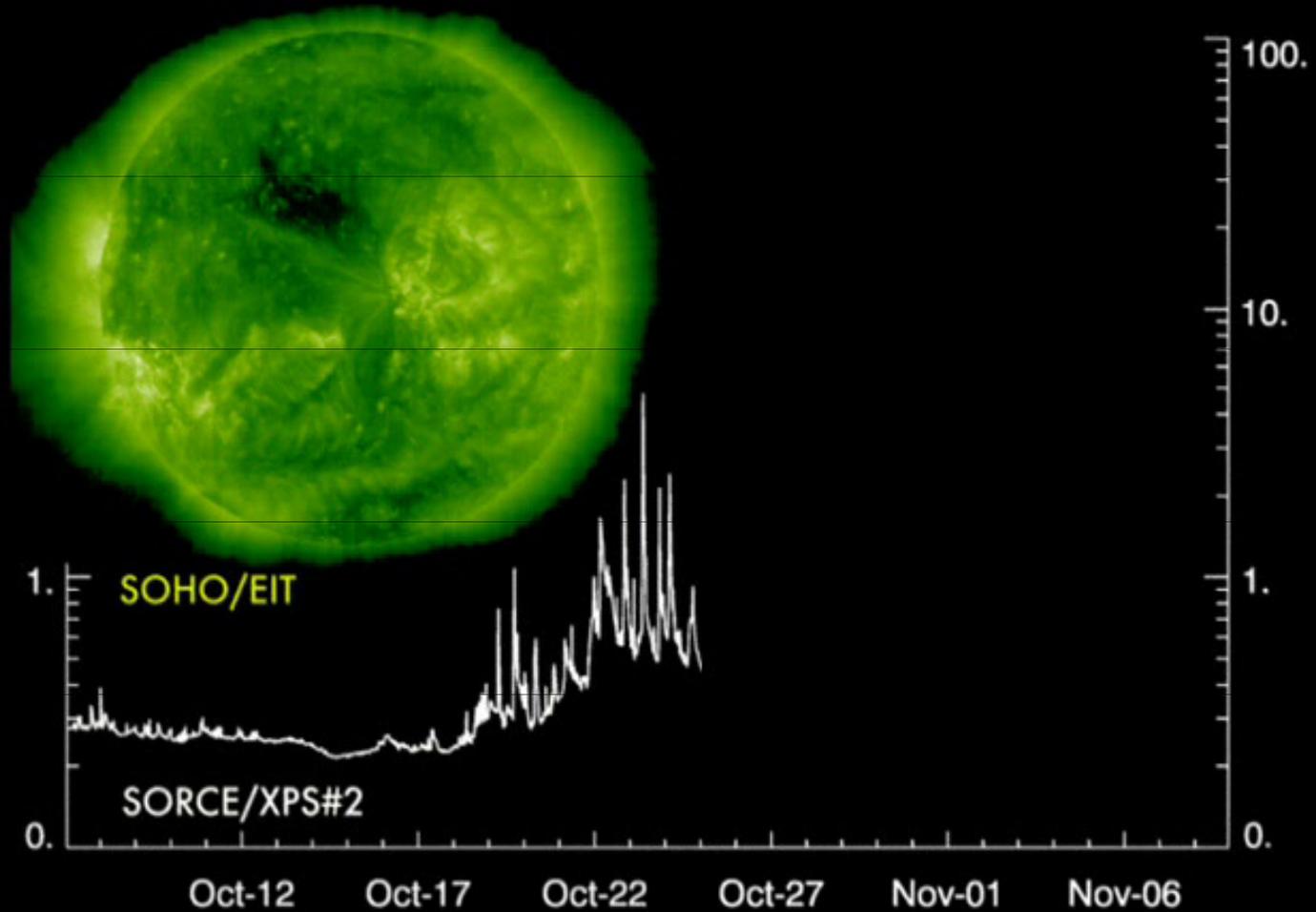
Source: NOAA+Zürich+RDC (D.V. Hoyt)+CNRS/INSU (J.-P. Legrand)+Ondrejov Obs. (K. Krivsky)      HAO A-017 ;



# Explosões Solares



Imagens obtidas  
pelo satélite  
SOHO/EIT,  
out/2003.

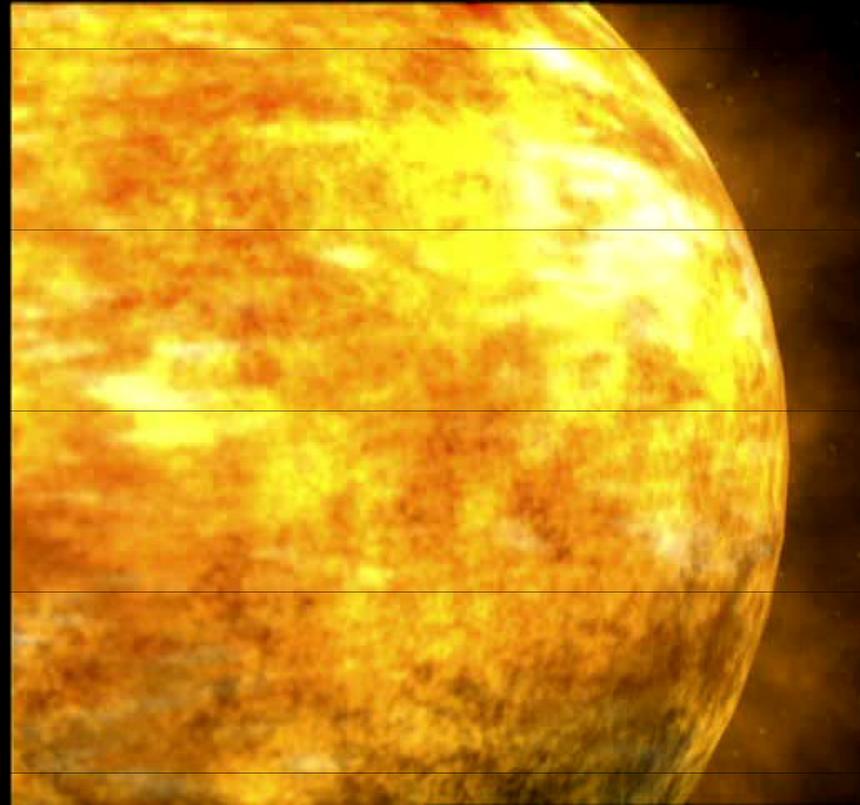
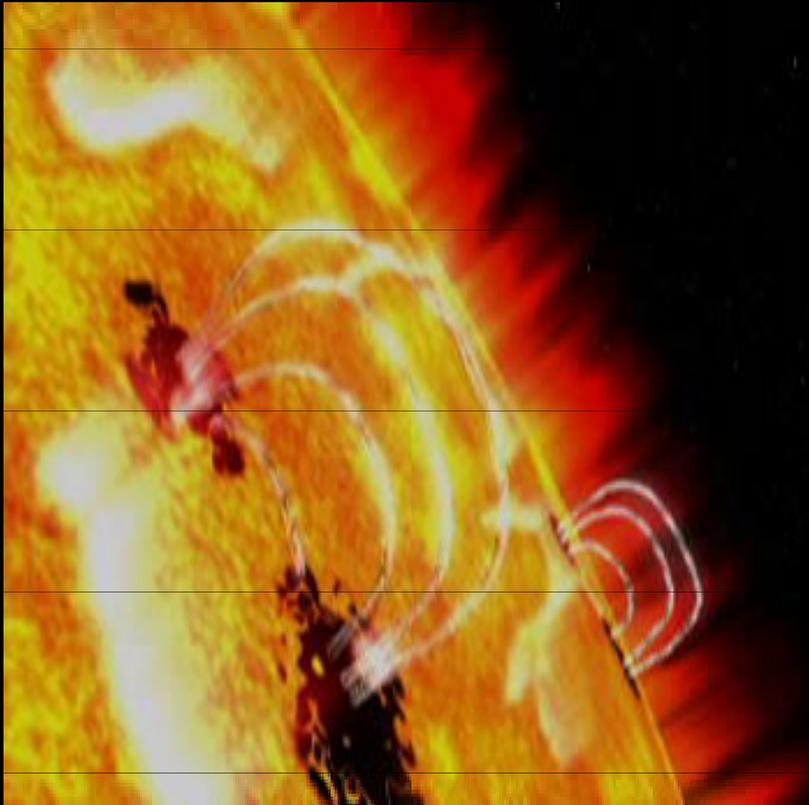


Fotômetro de  
Raio-X a bordo  
do SORCE,  
out/2003.

NASA - Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio  
<http://sys.gsfc.nasa.gov>



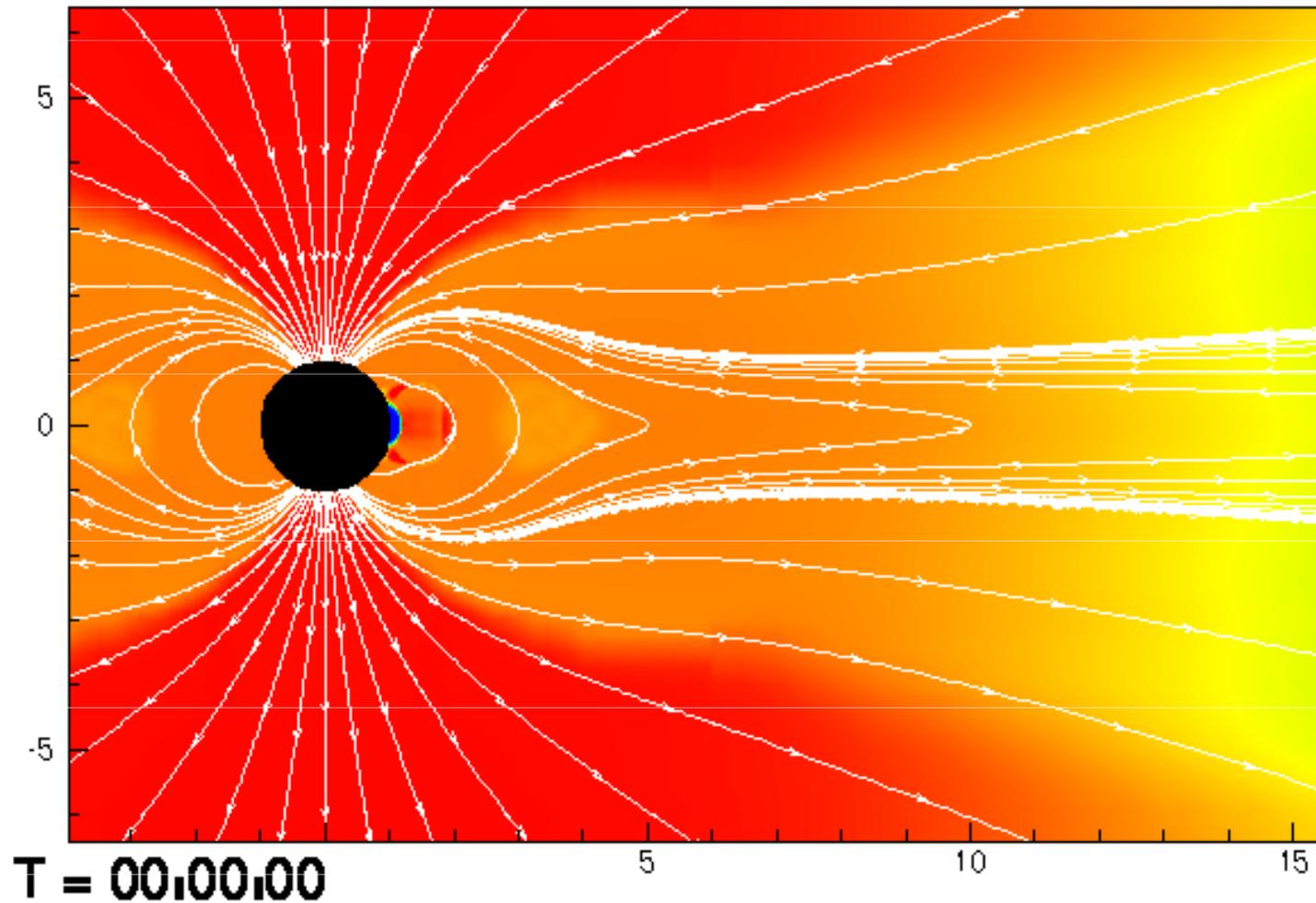
# Ejeção de Massa Coronal



NASA - Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio  
<http://svs.gsfc.nasa.gov>



# Ordem de Grandeza

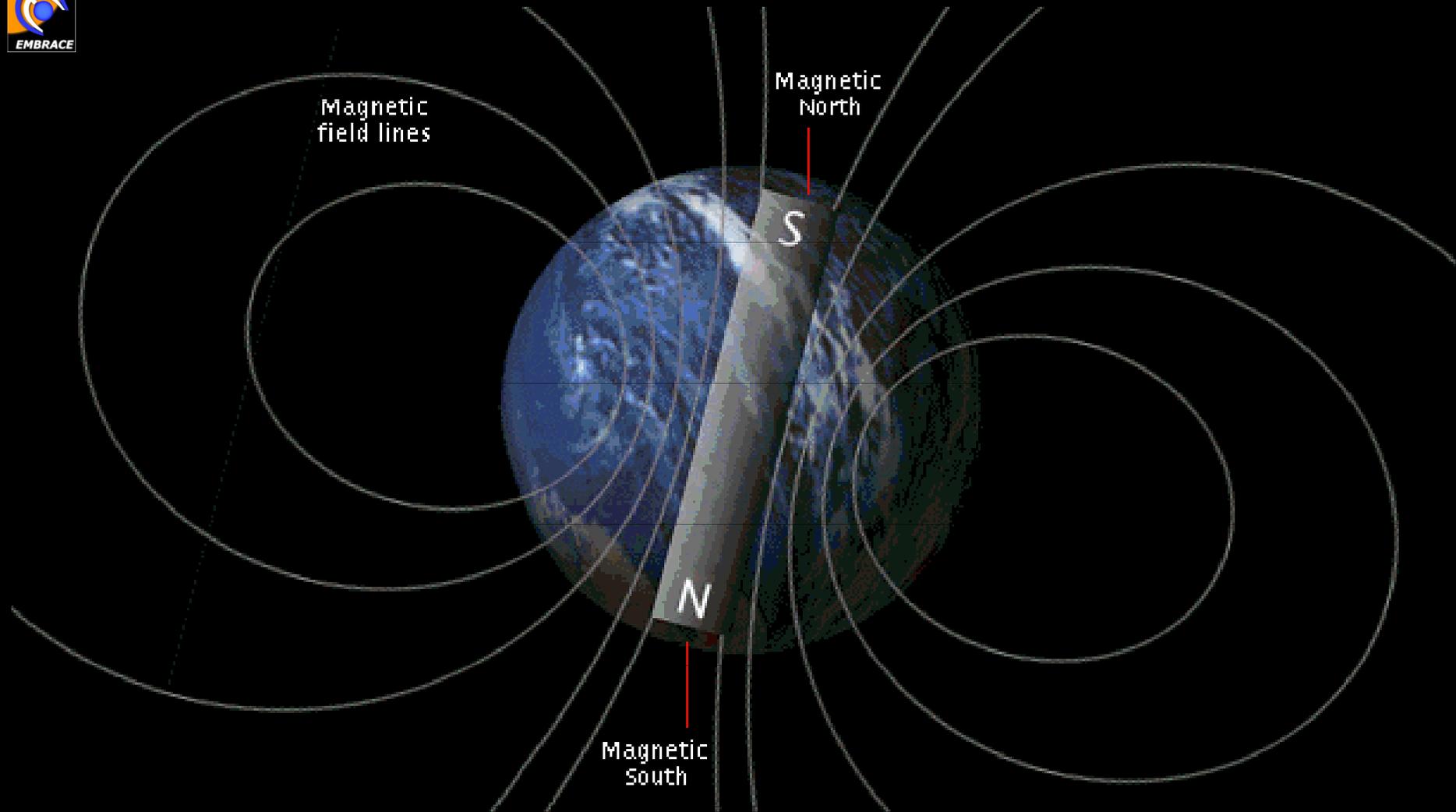


CME Simulation - University of Michigan



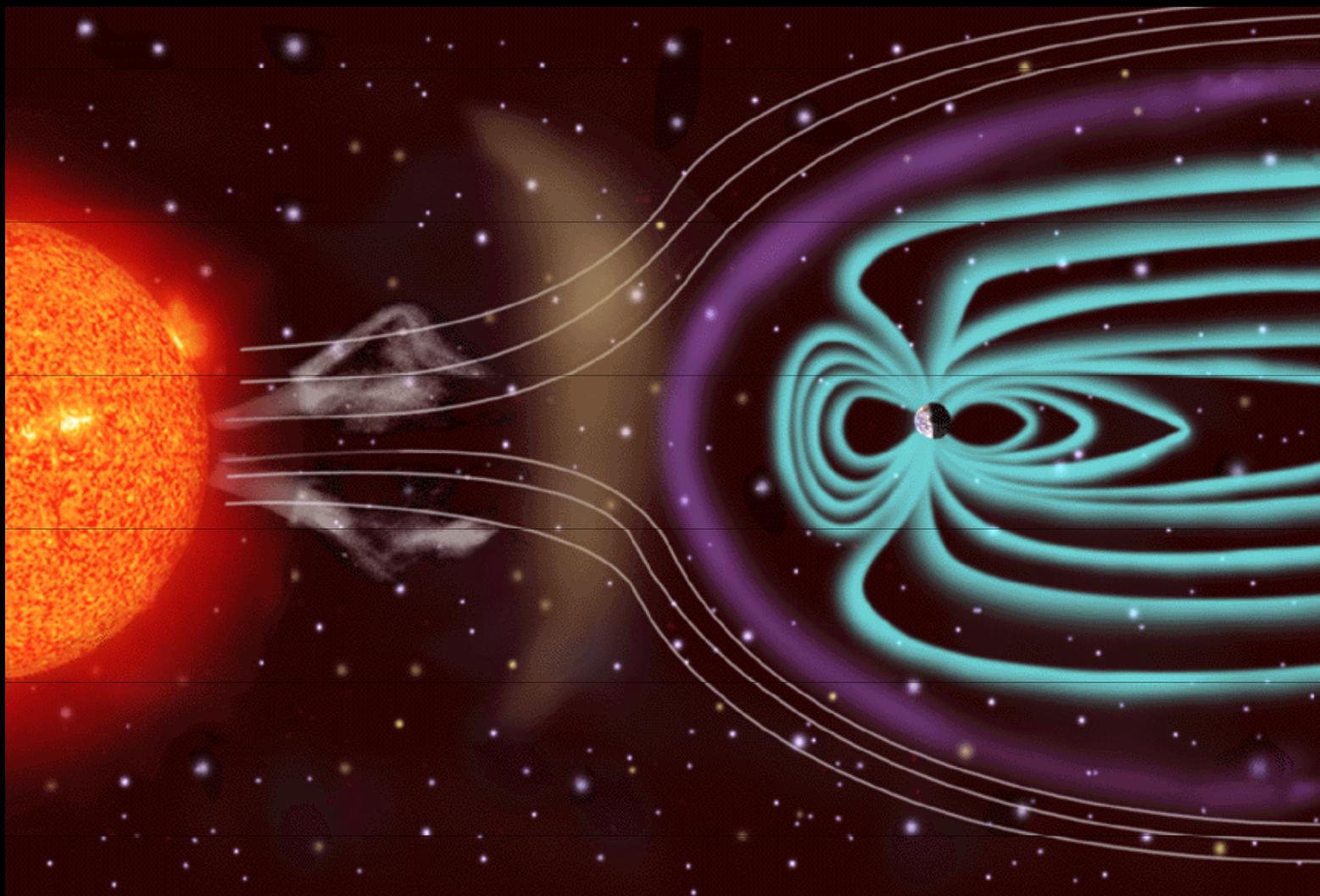


# Campo Magnético da Terra





# Interação Sol-Terra



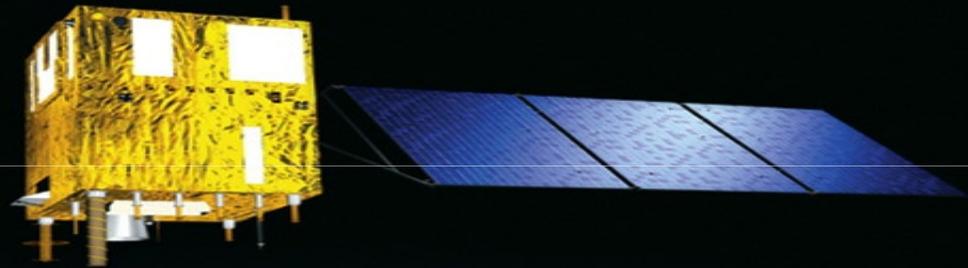
<http://solar-center.stanford.edu/images/>

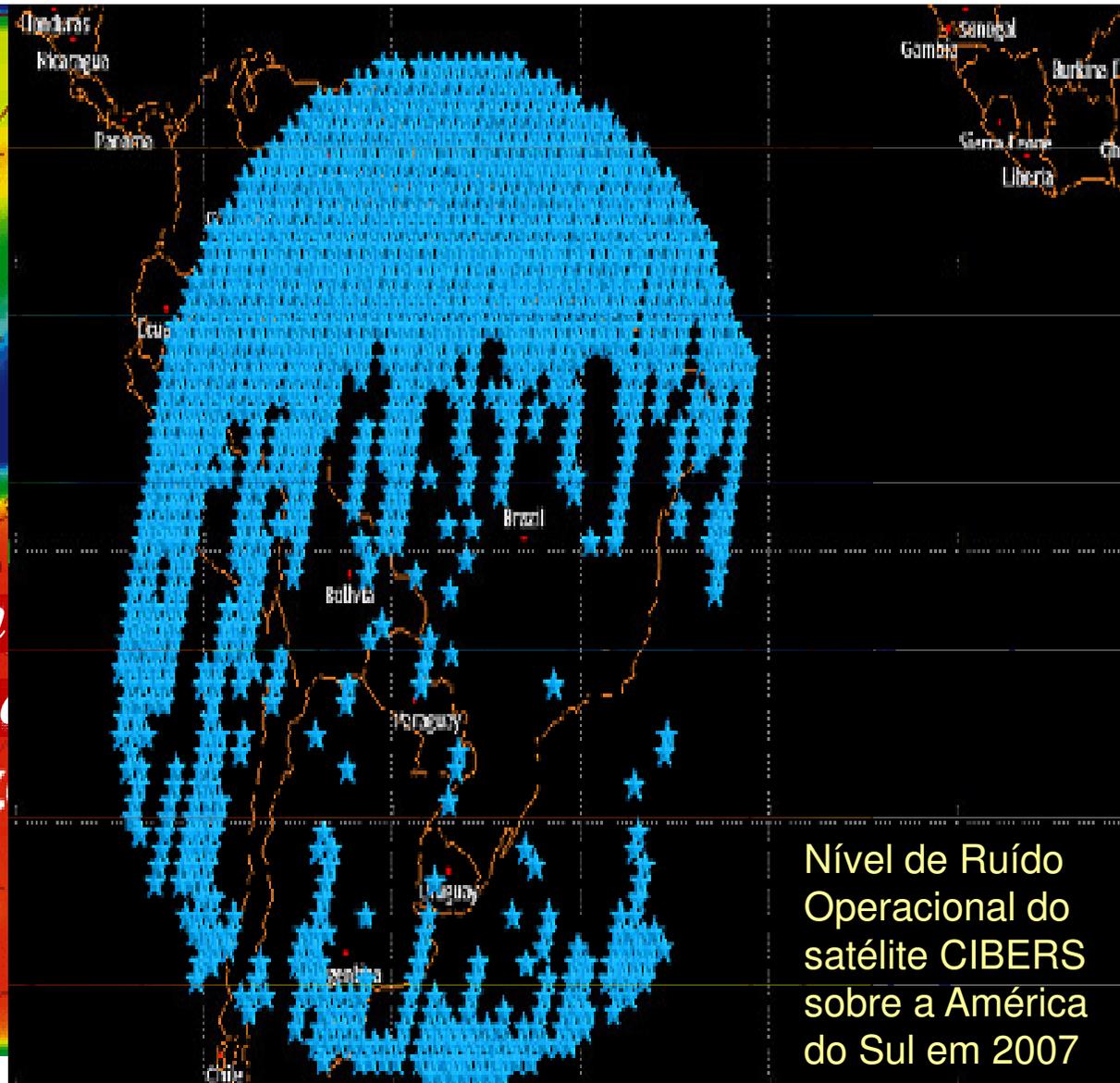
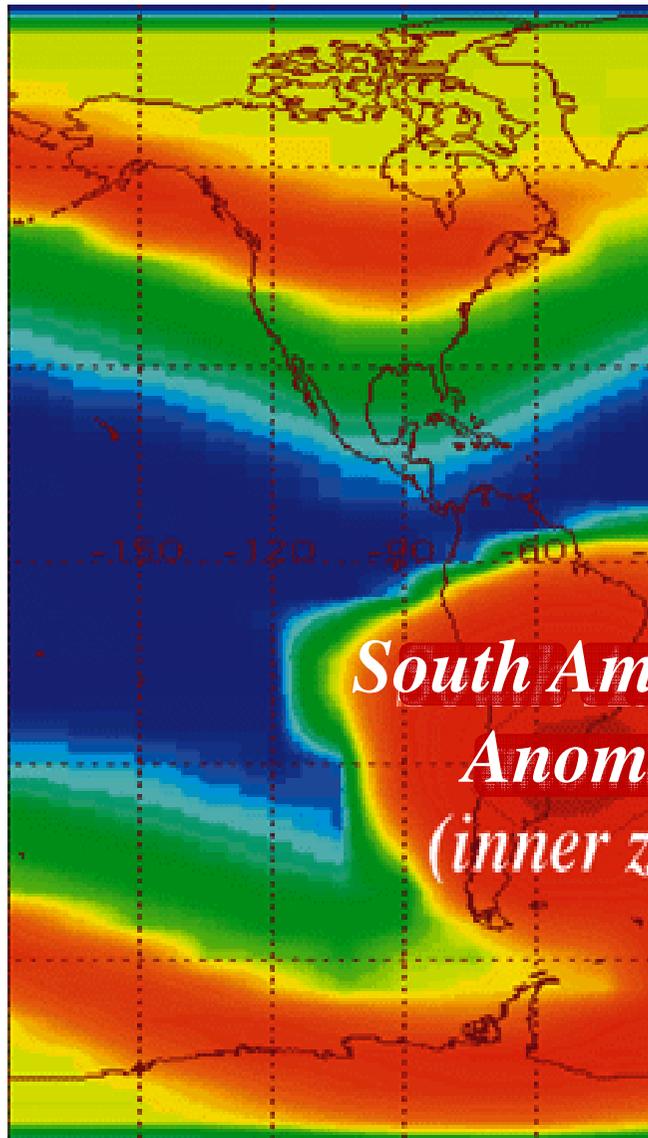


# Plataformas Espaciais



Space environment  
information is  
important for  
satellite operation,  
rocket launches  
and space  
assurances.







# Sistemas de Energia



GIC Monitoring is Important for  
Maintenance / Lifetime of Equipment

Super high voltage power lines and  
Gas and Oil Pipelines





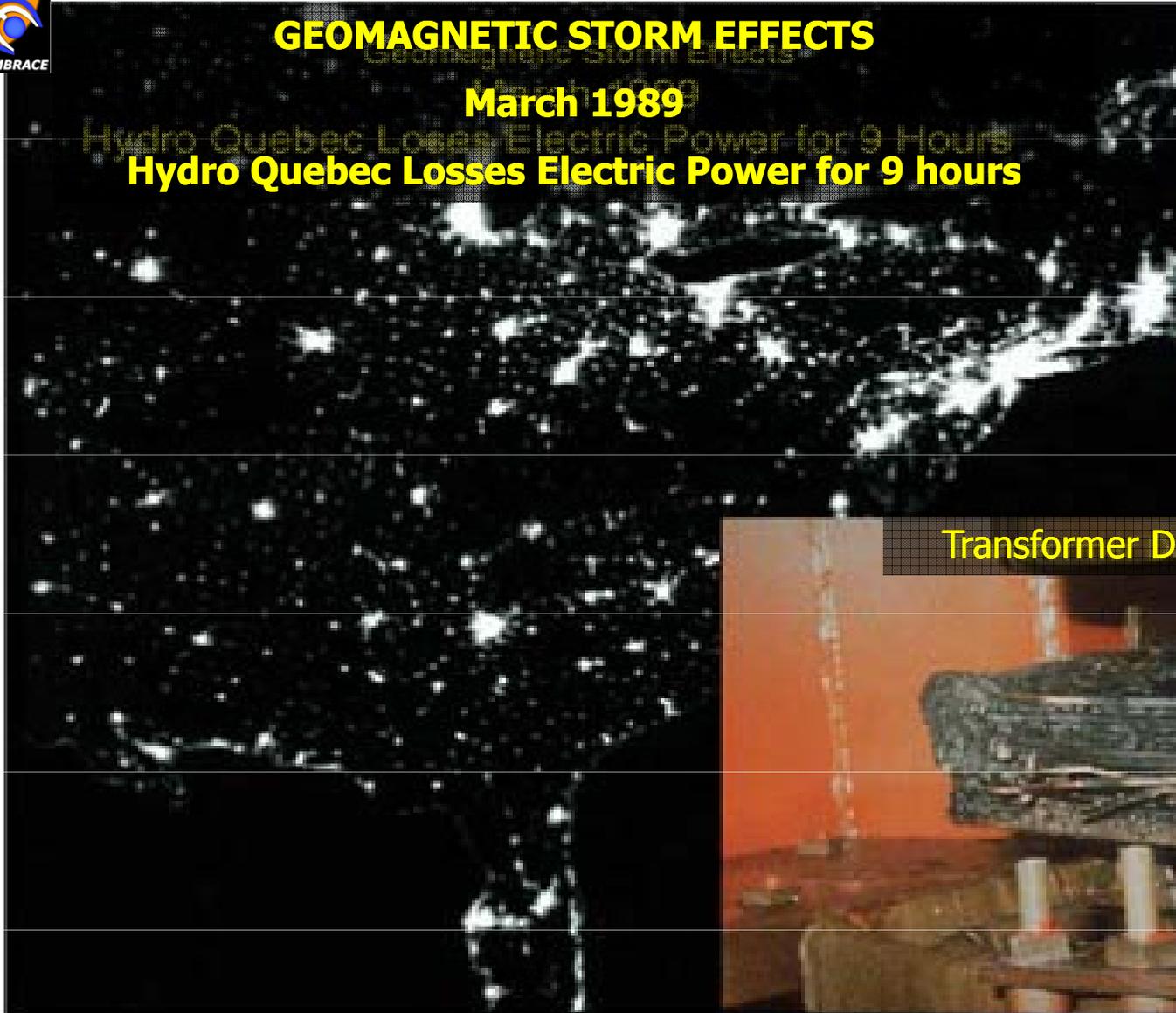
# Sistemas de Energia



## GEOMAGNETIC STORM EFFECTS

March 1989

Hydro Quebec Losses Electric Power for 9 hours



Electric Power Transformer

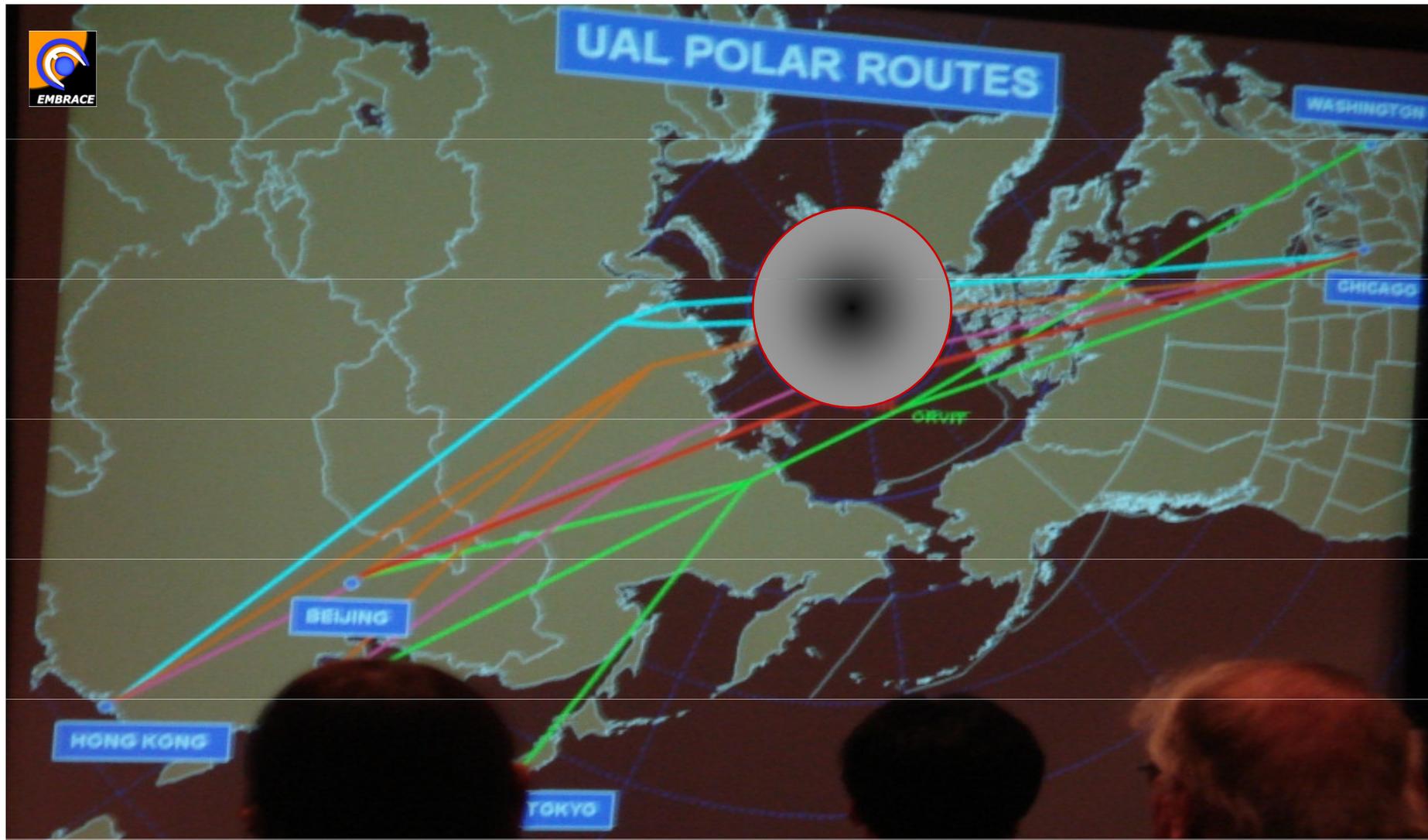


Transformer Damage



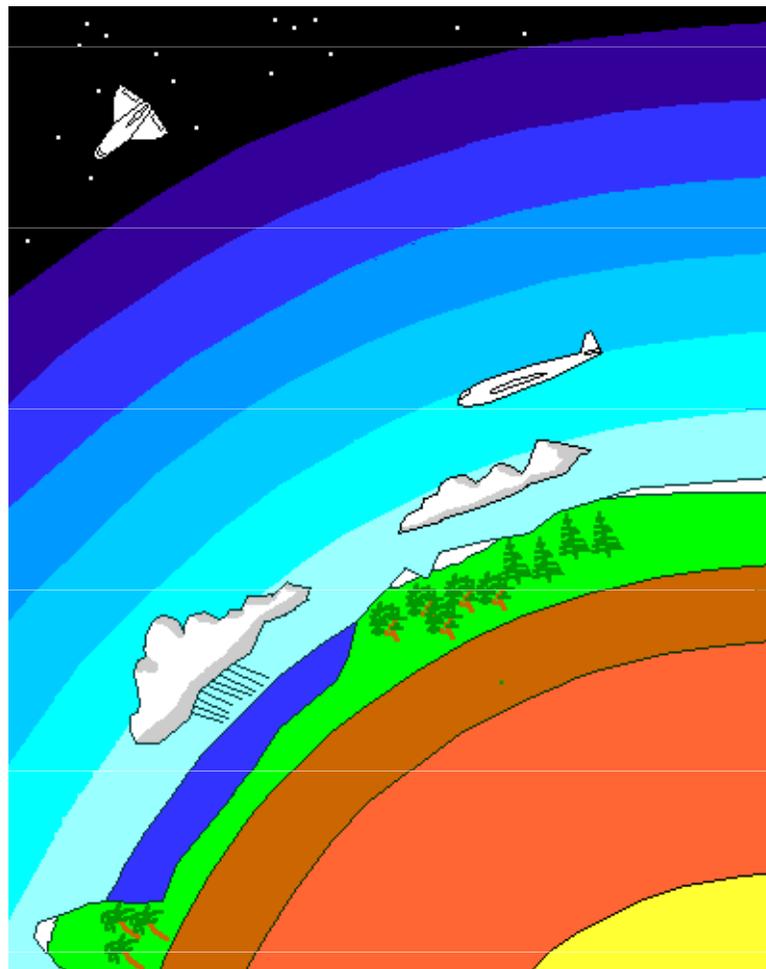


# Blecaute de HF Voos Polares

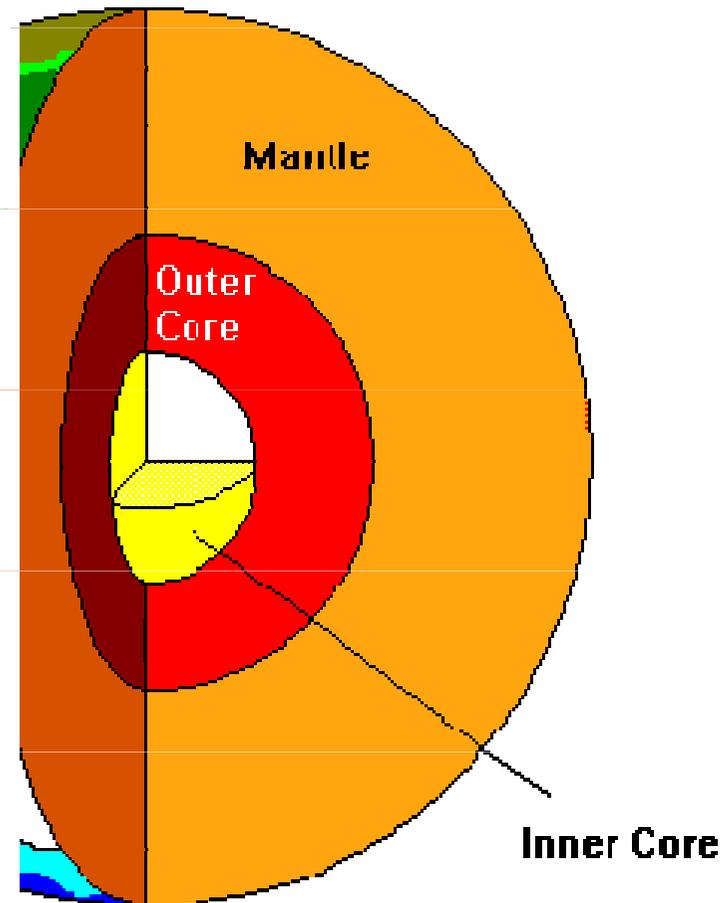


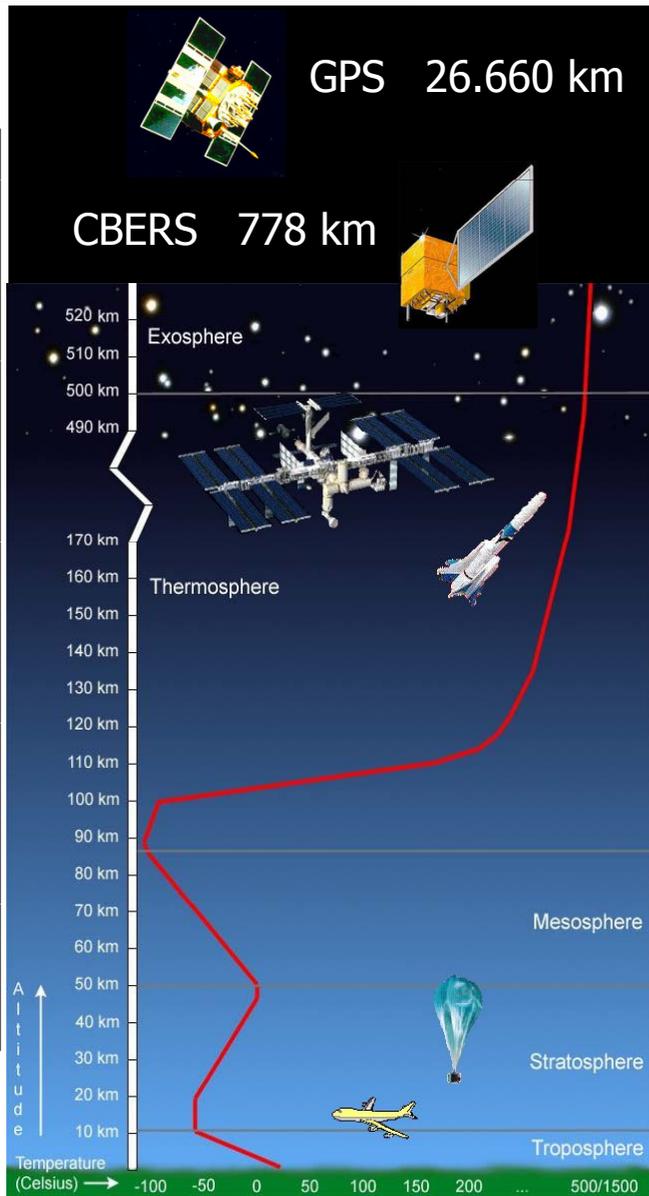
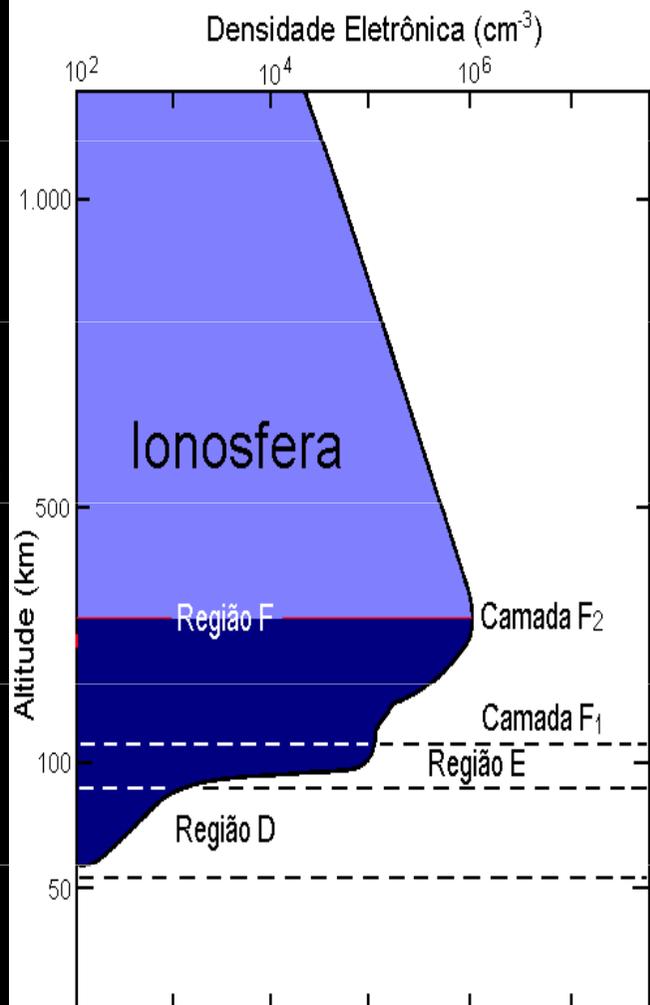
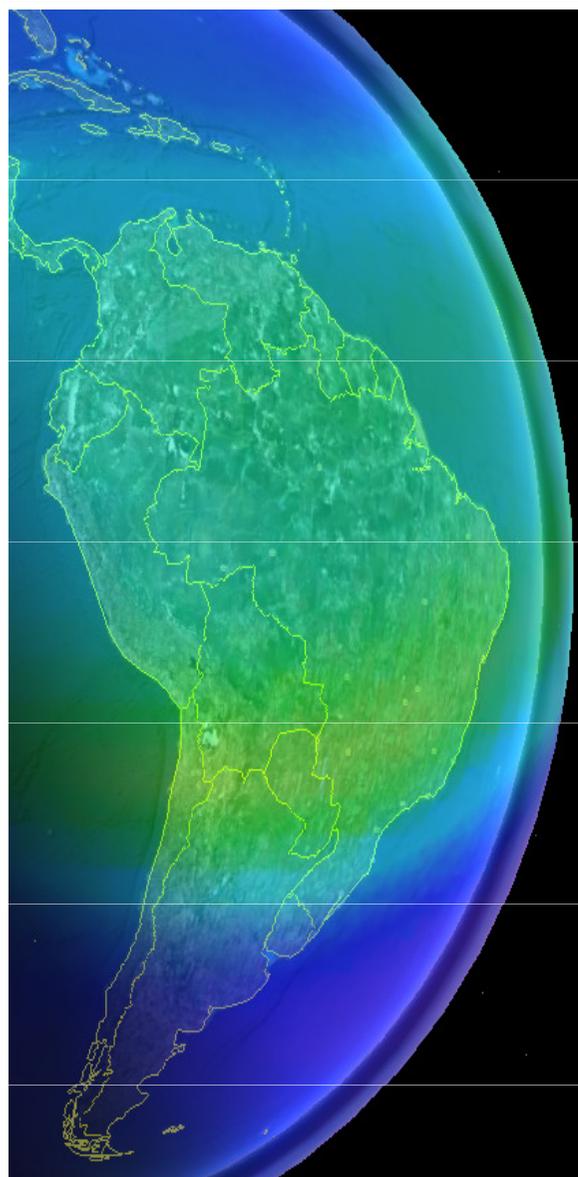
Mike Stills (United Airlines), "Polar Aviation Operation and Space Weather",  
Space Weather Workshop 2009 held in Boulder, April 28, 2009

## A Estrutura da Terra e Suas Camadas



Thermosphere  
Ionosphere  
Mesosphere  
Ozone Layer  
Stratosphere  
Troposphere  
Cryosphere  
Hydrosphere  
Biosphere  
Lithosphere  
Mantle  
Core



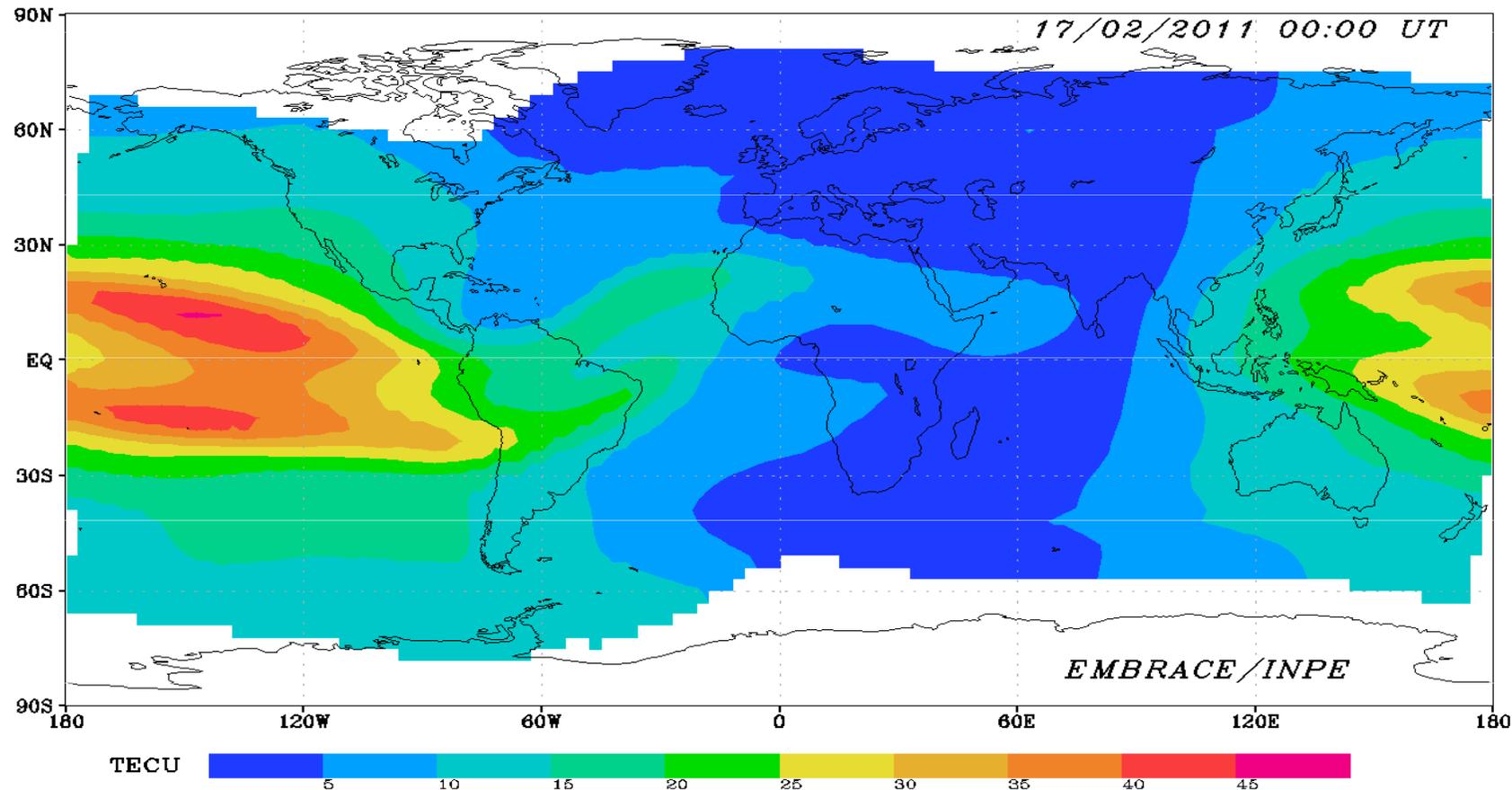




# A Ionosfera depende do Sol



## CONTEÚDO ELECTRÔNICO TOTAL

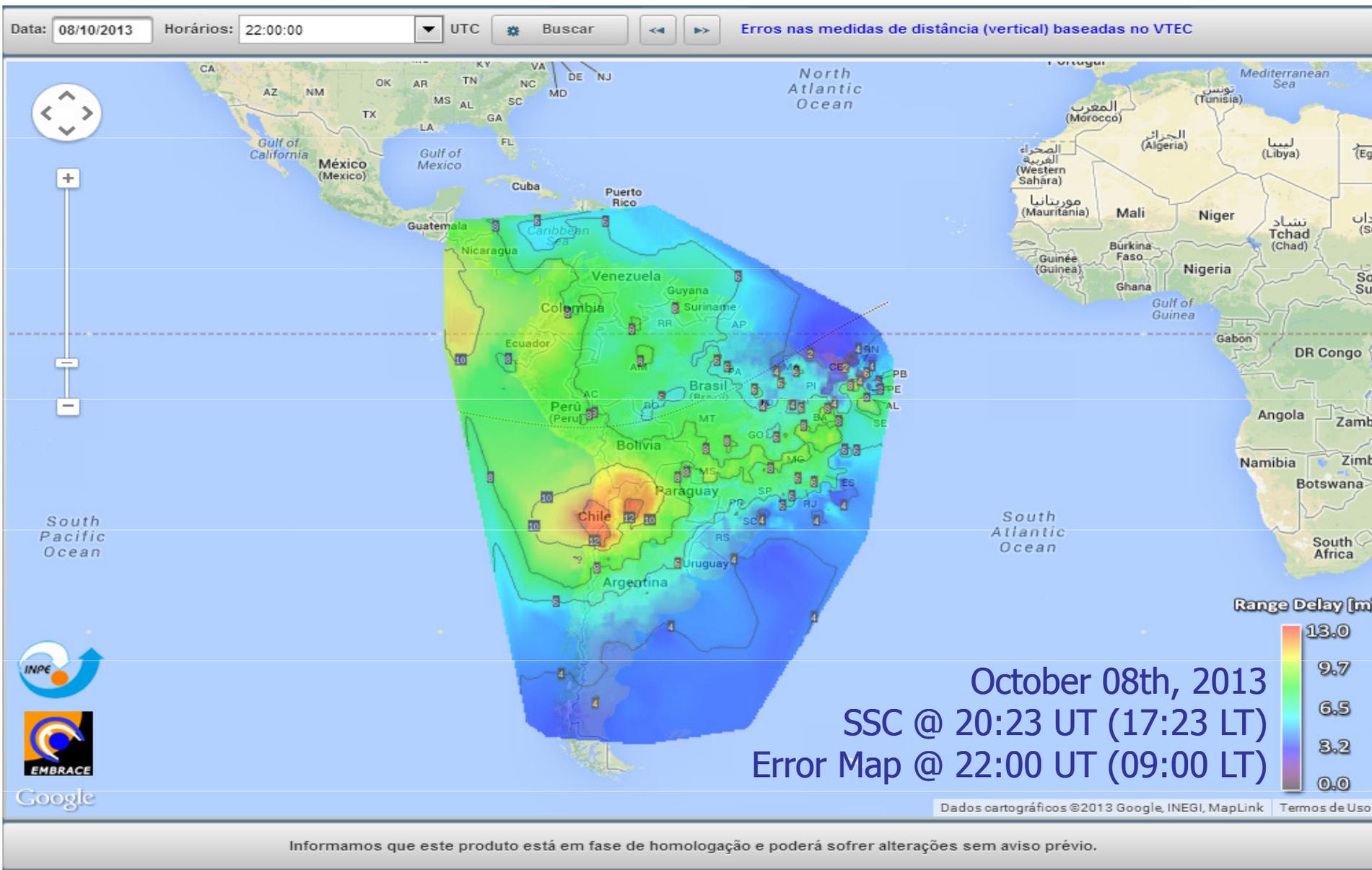


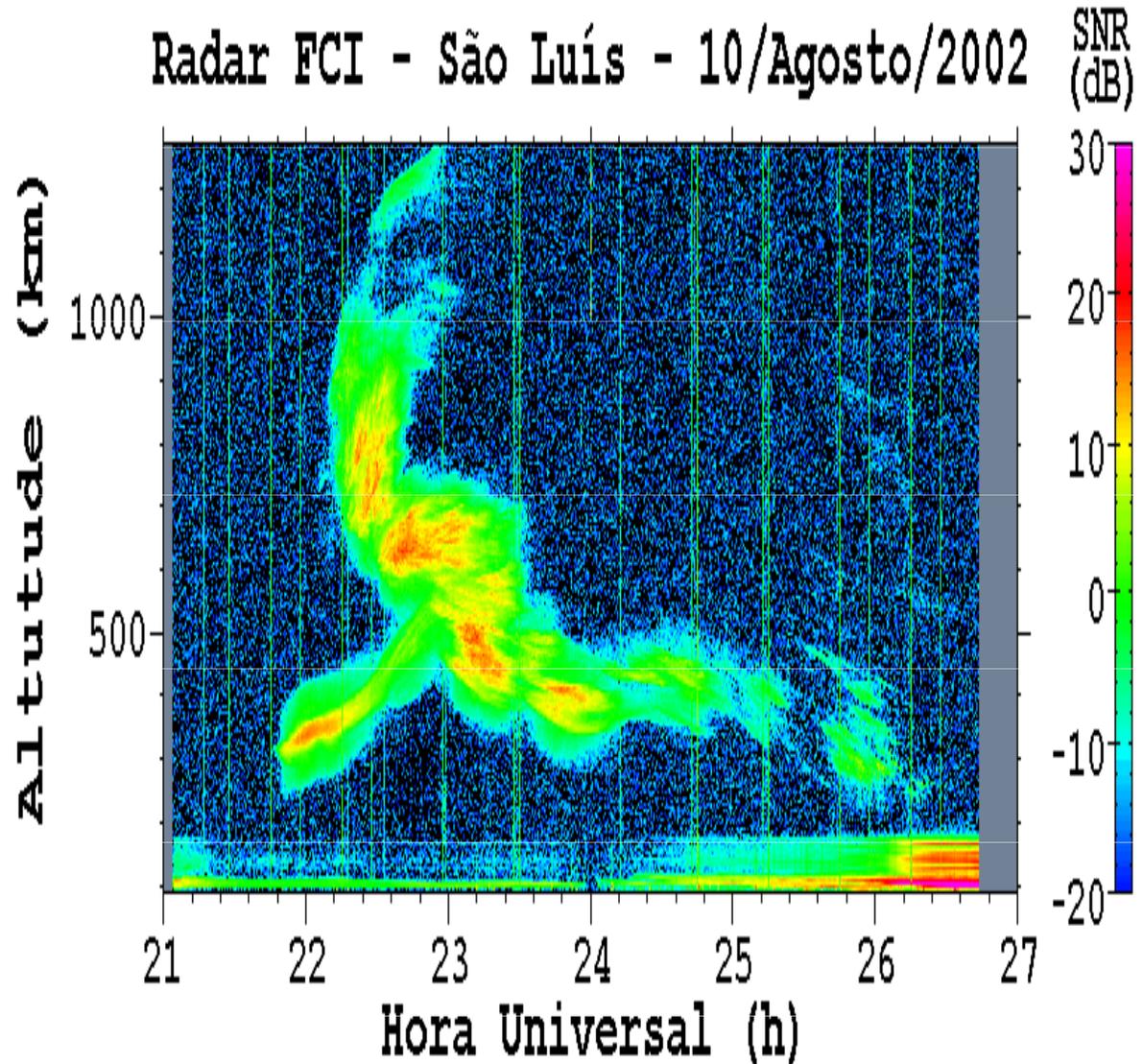
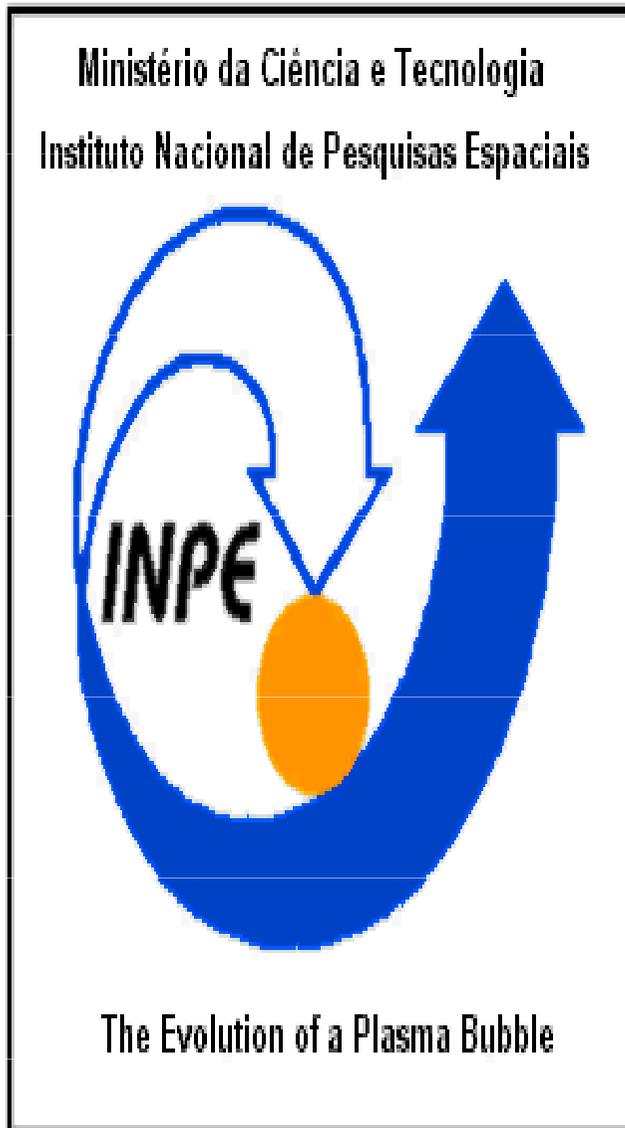
Copyright 2010 © INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Todos os direitos reservados.

Simulation from SUPIM (Aeronomy Division/CEA/INPE, University of Sheffield, Computer Lab for Space Weather/SSO/INPE, Computer Lab for Mathematical and Science/CTE/INPE).



# E introduz erro no GNSS







## Distâncias reduzidas

Novas regras diminuem pela metade a separação longitudinal entre aeronaves

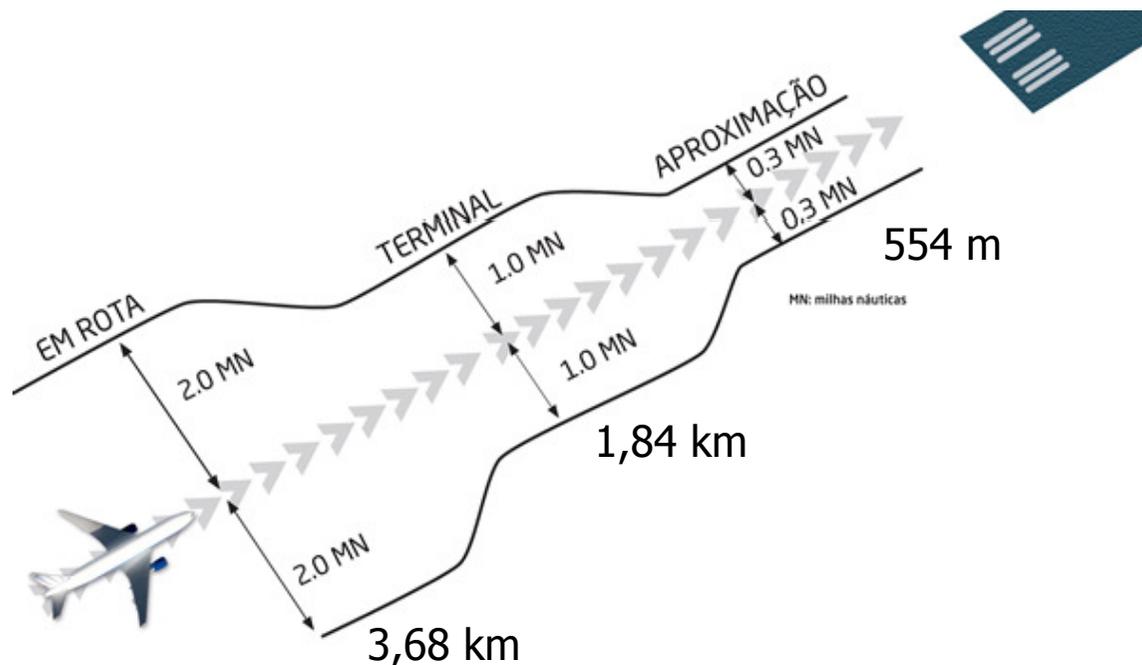
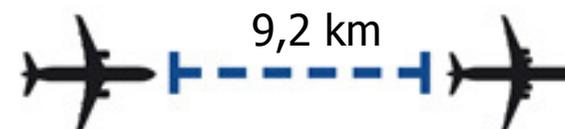
Jorge Filipe Almeida Barros

23 de Janeiro de 2012

ANTES



AGORA



FlightSafety International Vero Beach Academy	Doc: 1150-CCL-75-01-07-0107 Rev.: 1.2 Date of Rev: 01/05/2009
--	--

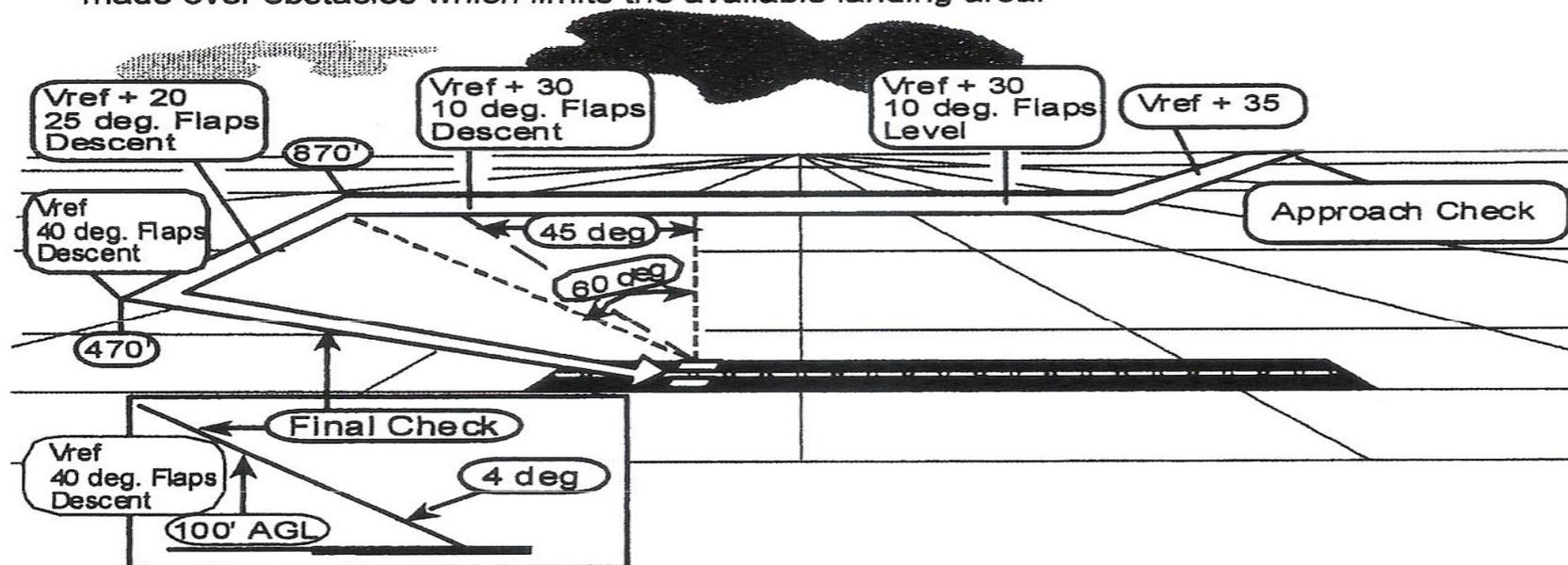
*FOR TRAINING PURPOSES ONLY*

## SHORT-FIELD APPROACH AND LANDING

REF. FAA-H-8083-3A, page 8-17

### Objective:

This short field operation requires the use of procedures and techniques for the approach and landing at fields which have a relatively short landing area or where an approach must be made over obstacles which limits the available landing area.



Note: This procedure is based on entering downwind 4000 ft from runway centerline at 1000' AGL.

Note: If no obstacle is present, a 3 degree glidepath may be considered. If the obstacle is more than 50' high, the glidepath may need to be steeper than 4 degrees.

O ***Instrument Landing System*** (ILS) é um equipamento de precisão empregado em vários aeroportos do mundo. Proporciona, à aeronave equipada com o correspondente instrumento de bordo, orientação segura de alinhamento e ângulo de descida quando na aproximação final para uma pista de pouso. Em função do grau de precisão dos equipamentos de solo, o ILS é classificado em 5 categorias (CAT I, II, IIIa, IIIb e IIIc).

<b>Categoria</b>	<b>Visibilidade</b>	<b>Teto</b>
CAT I	800 m	60 m
CAT II	400 m	30 m
CAT III a	200 m	Zero
CAT III b	050 m	Zero
CAT III c	Zero	Zero



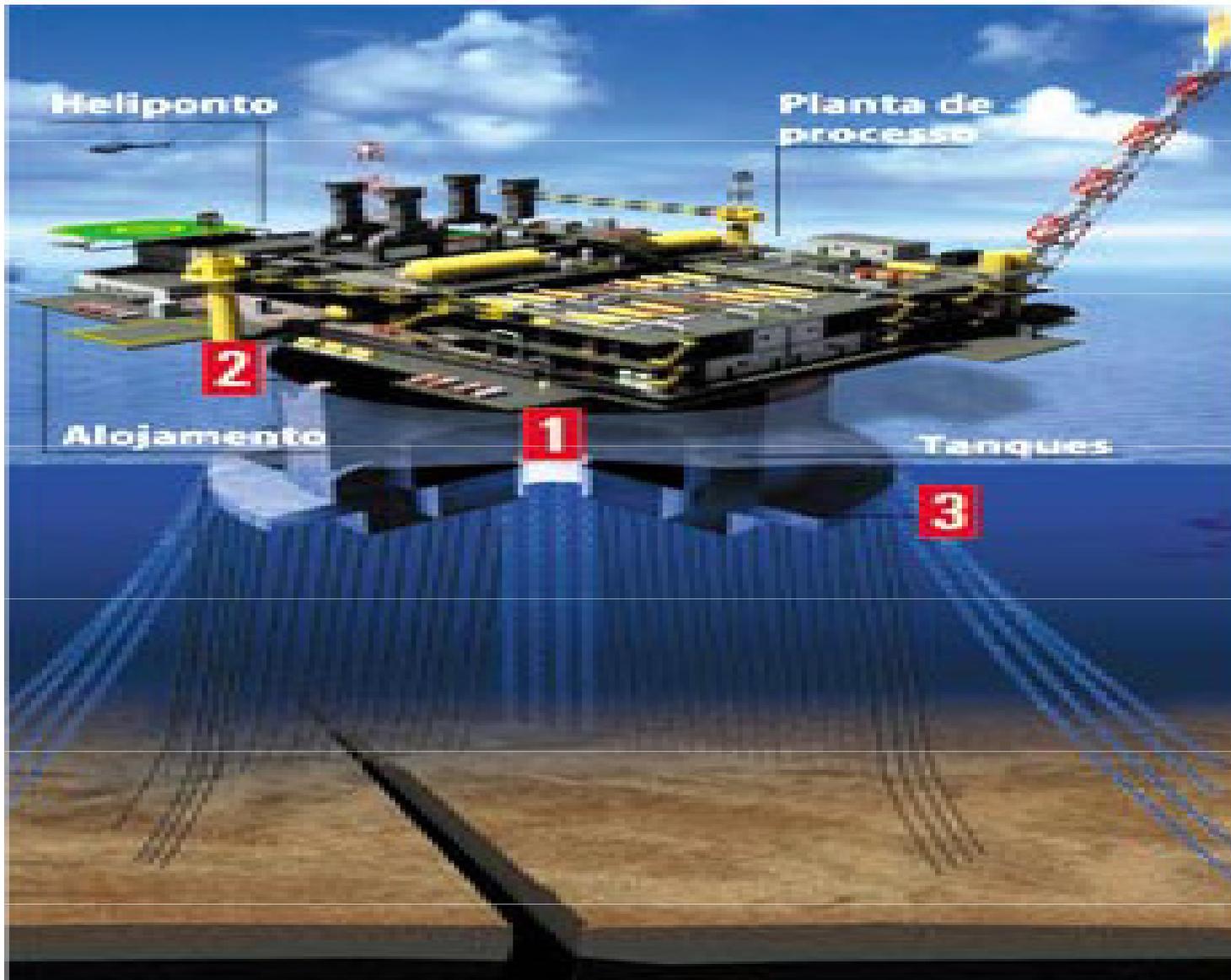
# Atividade Agrícola



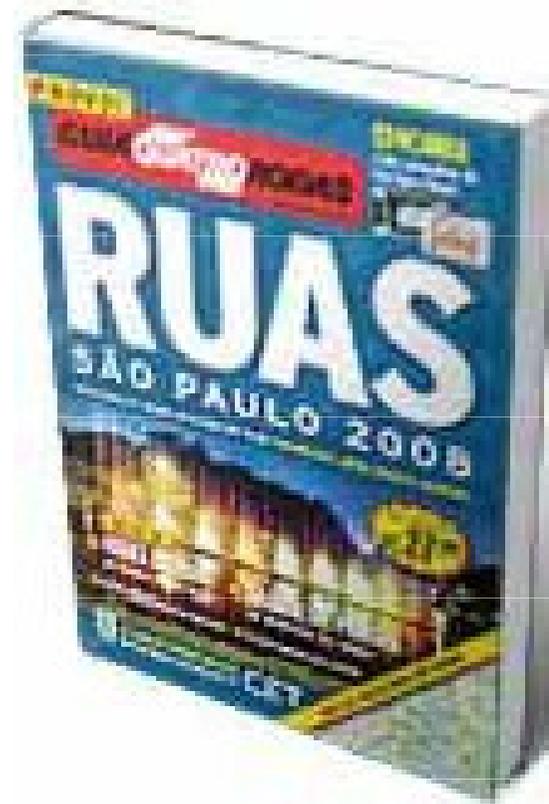
REVISTA VEJA, "A civilização do campo", Edição 1873 de 29 de setembro de 2004.



# Atividade Petrolífera



# Em que isso me afeta ?



**129.500 ruas !**



# Ilustração

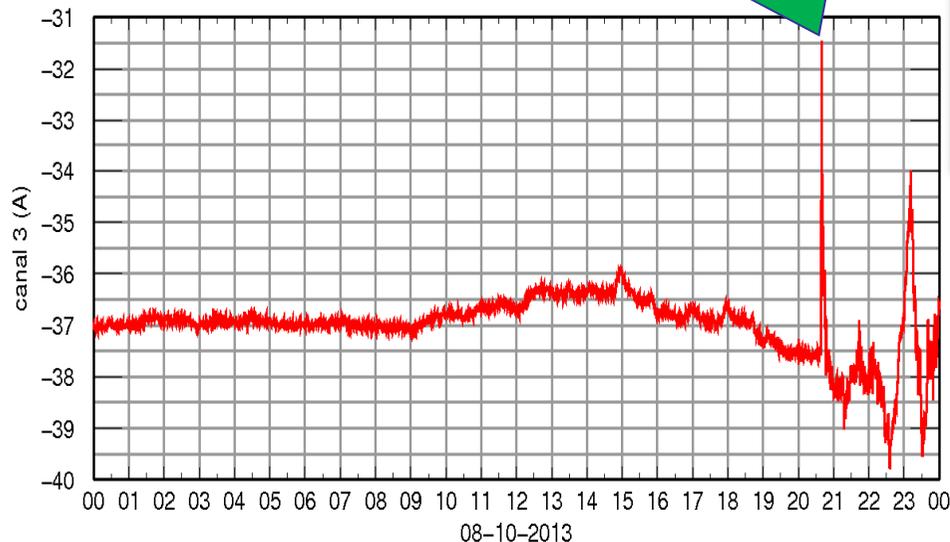
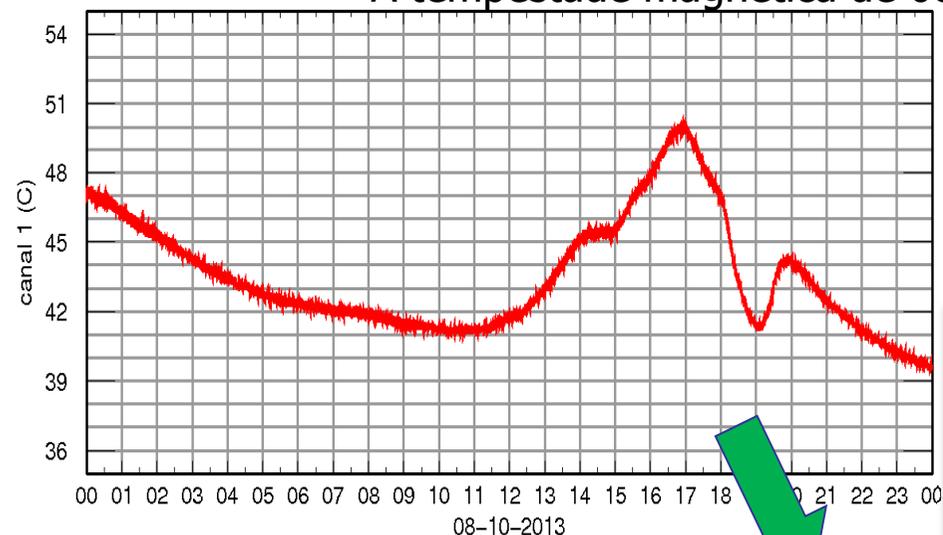


Entrevista ao Jornal da Globo 2013.09.05 - Coluna Conecte



## A tempestade magnética de 08 de outubro: suas causas e efeitos

1. Sudden Storm Commencement (SSC) em 8 de outubro @ 2023 UT (1723 LT)
2. Nesta hora o registro de GIC em Itumbiara chegou a 6 A.



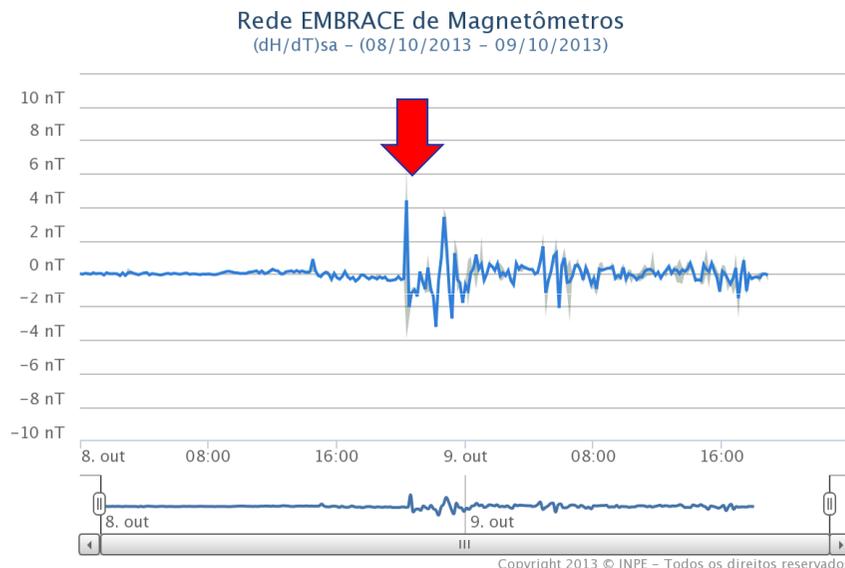
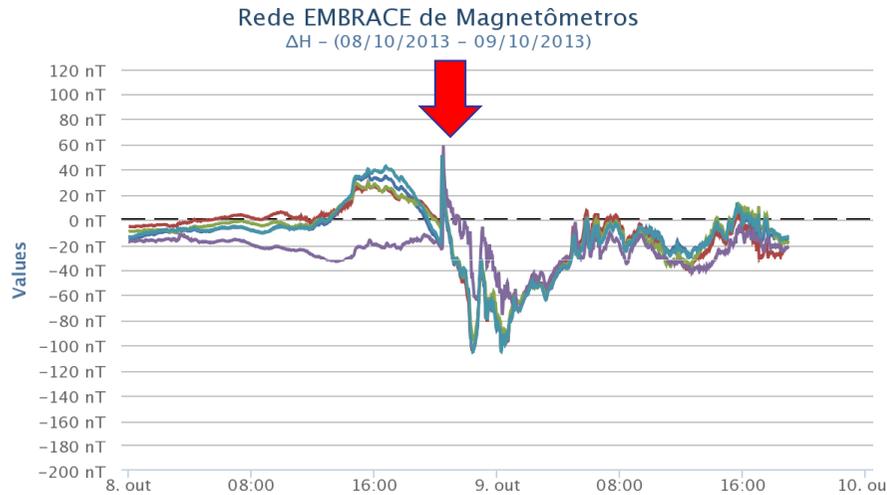
**direta:** magnetômetros instalados no neutro do terra de sistemas de transmissão de energia (medem corrente por efeito Hall)

**indireta:** a partir da variação temporal do campo magnético em observatórios (dB/dt)



FONTE: <http://www.dge.inpe.br/geoma/>

## A tempestade magnética de 08 de outubro: suas causas e efeitos

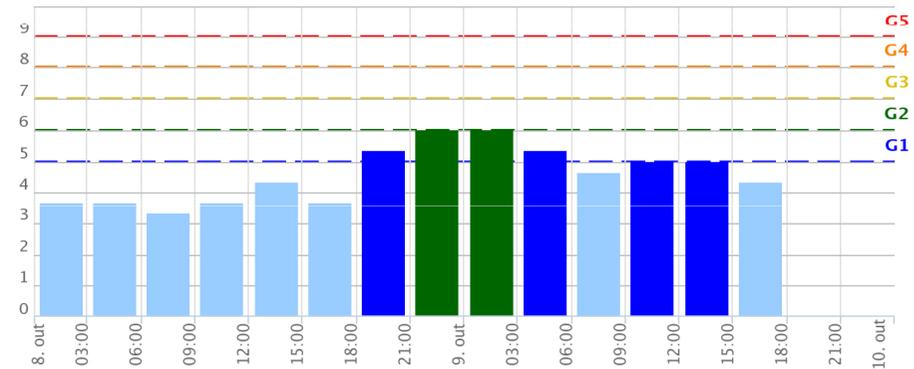


- No mesmo momento, todas estações da Rede Embrace de Magnetômetros registraram **simultaneamente** o sudden impulse de até 60 nT e um efeito GIC ( $dH/dt$ ) médio de 4.37 nT/min.
- Em seguida ao impulso súbito seguiu-se uma tempestade magnética que até às 19 horas de 09 de outubro ainda não tinha sido completamente 'absorvida' pelo sistema terrestre.

## A tempestade magnética de 08 de outubro: suas causas e efeitos

5. Em sua fase mais forte, os índices Ksa da Rede Embrace de Magnetômetros mostraram um valor igual a **6 (barras verdes)**, o que corresponde a uma tempestade G2.

Rede EMBRACE de Magnetômetros  
Índice Ksa - (08/10/2013 - 09/10/2013)

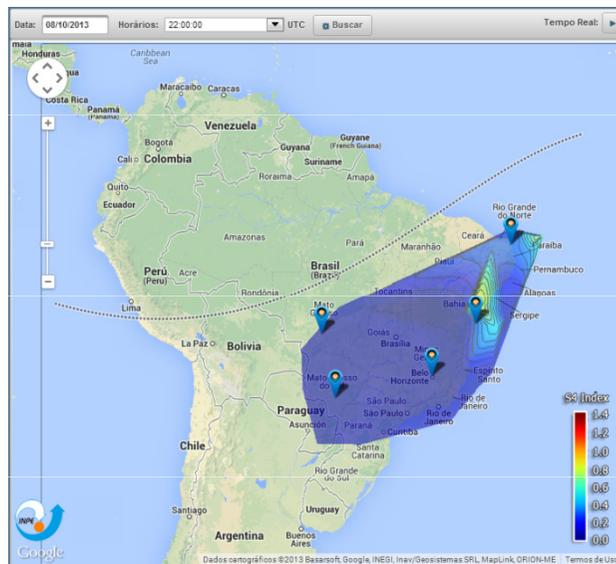


6. Para uma tempestade G2, estima-se

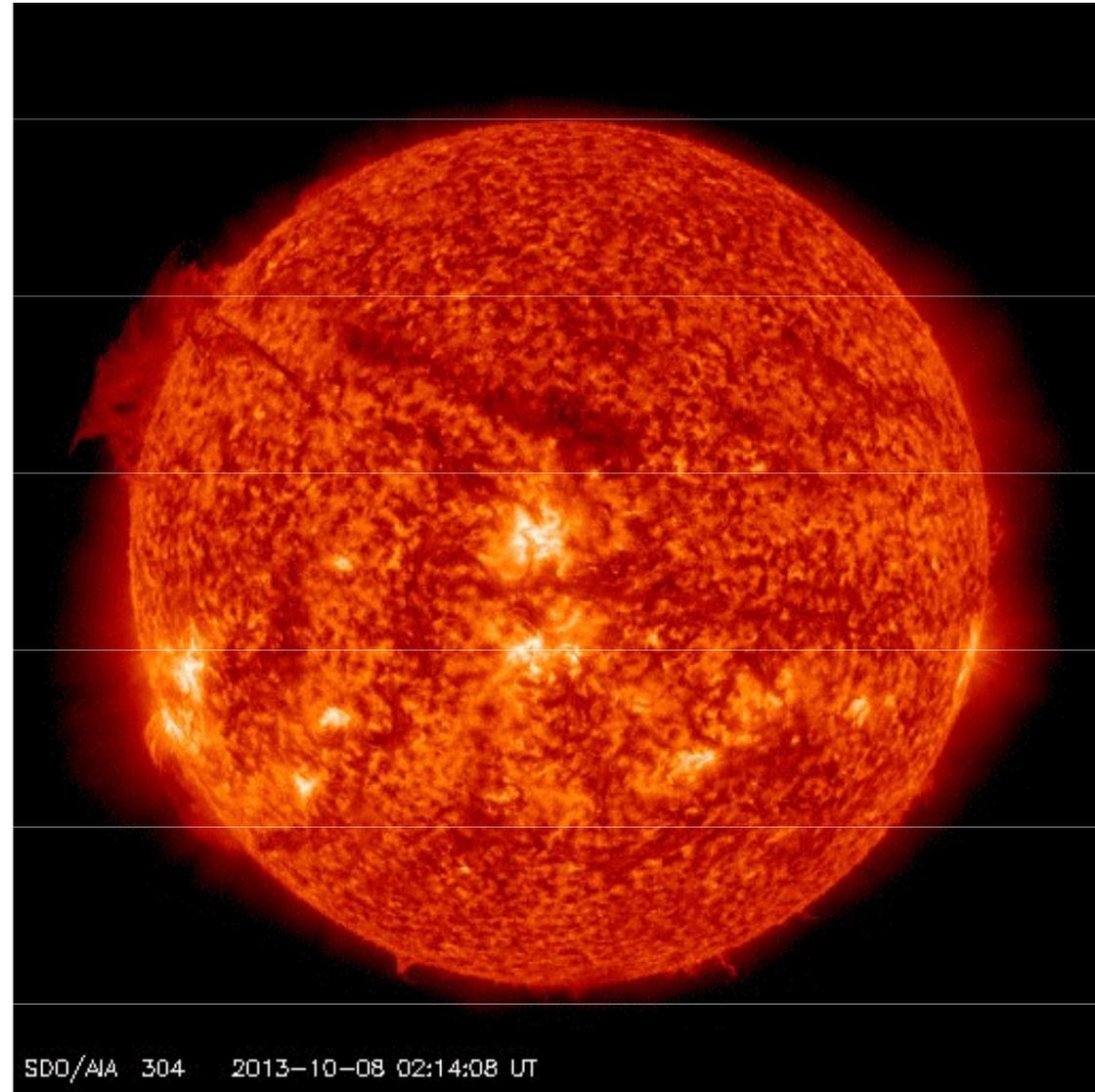
G 2	Moderado	<p><b>Sistema elétrico:</b> sistemas em alta latitude pode experimentar alarmes do nível de voltagem, tempestades de longa duração causam danos aos transformadores.</p> <p><b>Operação de satélites:</b> podem ser requeridas ações corretivas da orientação pelos controles de solo; possíveis mudanças no arrasto podem afetar a previsão das órbitas.</p> <p><b>Outros sistemas:</b> propagação em rádio HF pode enfraquecer em altas latitudes.</p>	Kp = 6	<p>600 per ciclo (360 dias por ciclo)</p>
-----	----------	--	--------	---

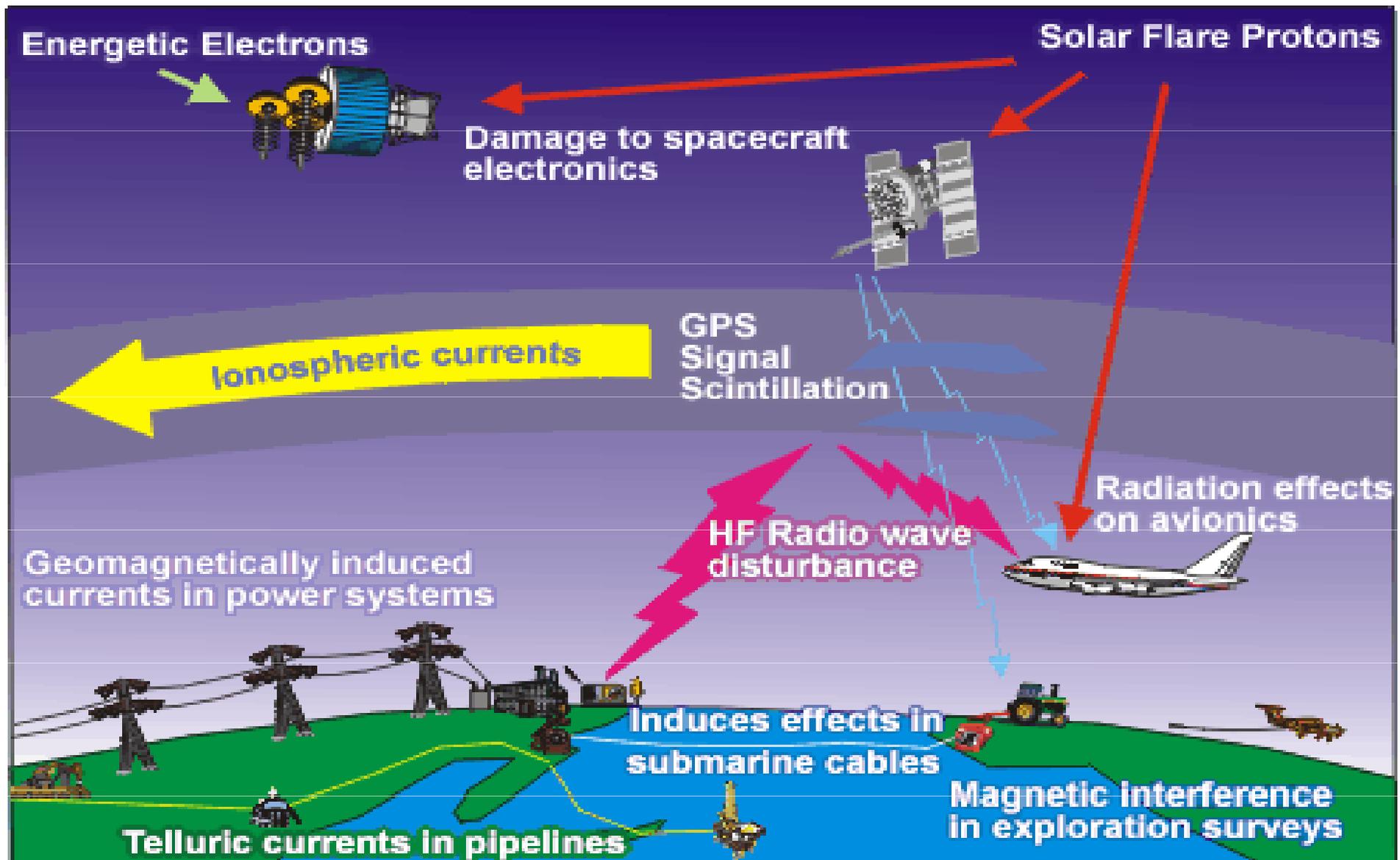
## A tempestade magnética de 08 de outubro: suas causas e efeitos

7. De fato, esta tempestade causou cintilação nos sistemas GNSS à noite



8. Hoje, sabemos que esta tempestade foi causada por uma Ejeção de Massa pela Coroa Solar ocorrida às 09 UT, conforme imagens de satélites do SDO (NASA).







# Programa EMBRACE



**PROGRAMA DE**  
**E**STUDO E  
**M**ONITORAMENTO  
**BRA**SILEIRO DO  
**C**LIMA  
**E**SPACIAL

[www.inpe.br/climaespacial](http://www.inpe.br/climaespacial)