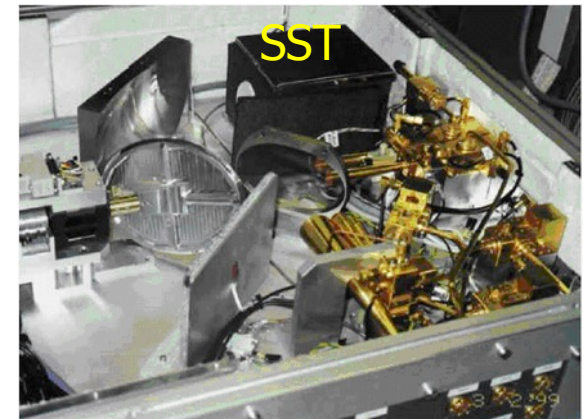
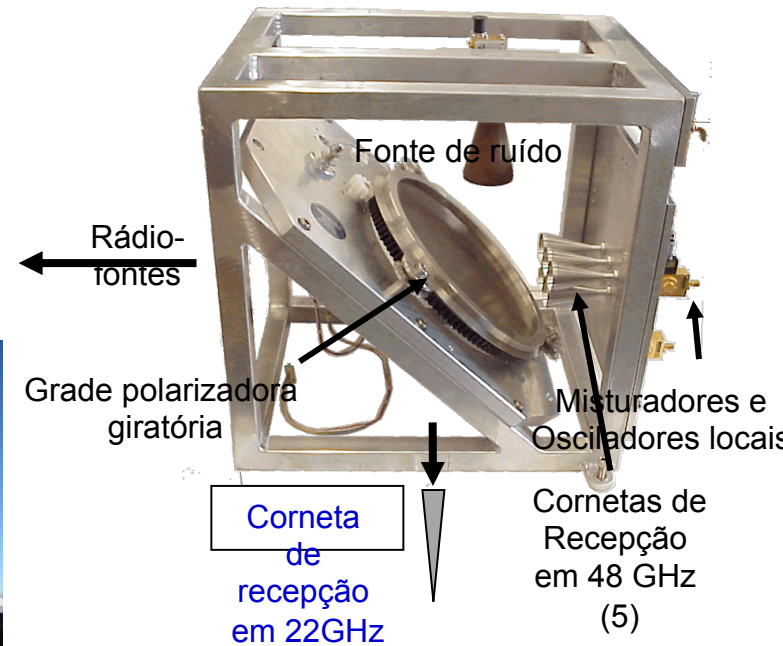
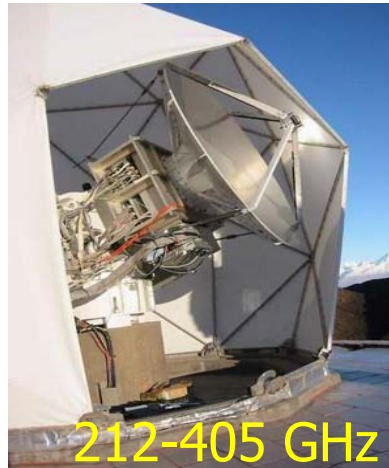


Nossa estrela: O Sol

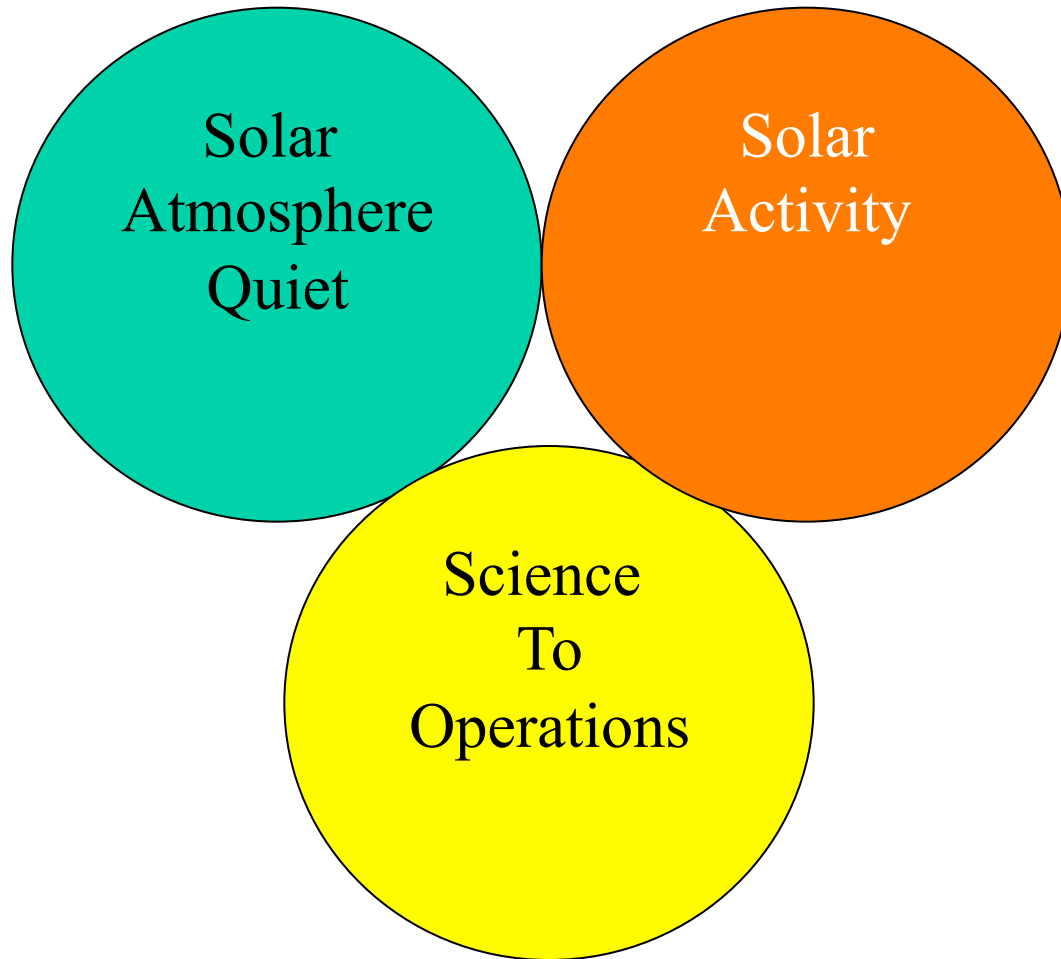
J.E.R.Costa – INPE

Instrumentos

- Um pouco de desenvolvimento instrumental
- Um pouco de desenvolvimentos de operação

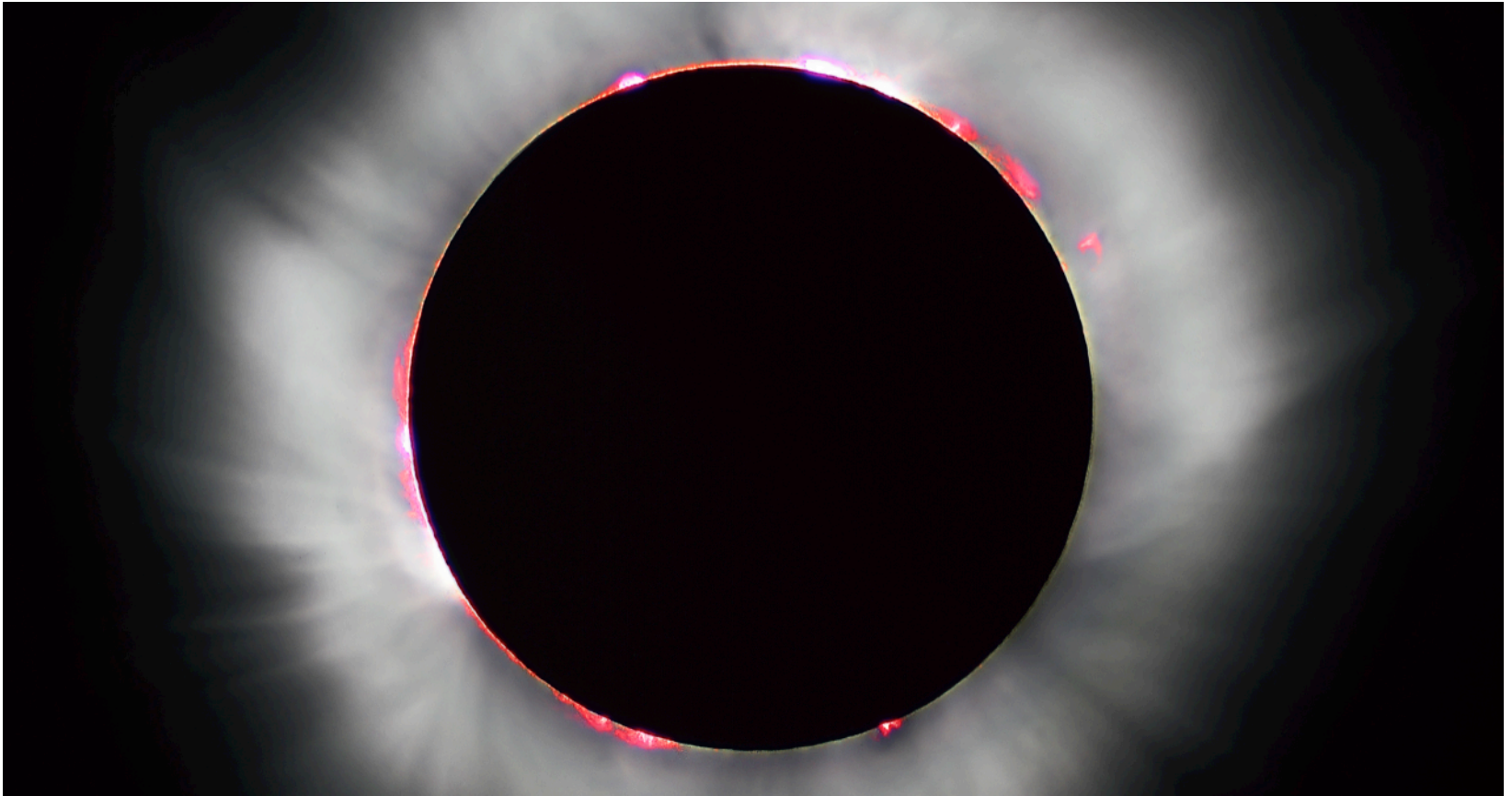


Areas



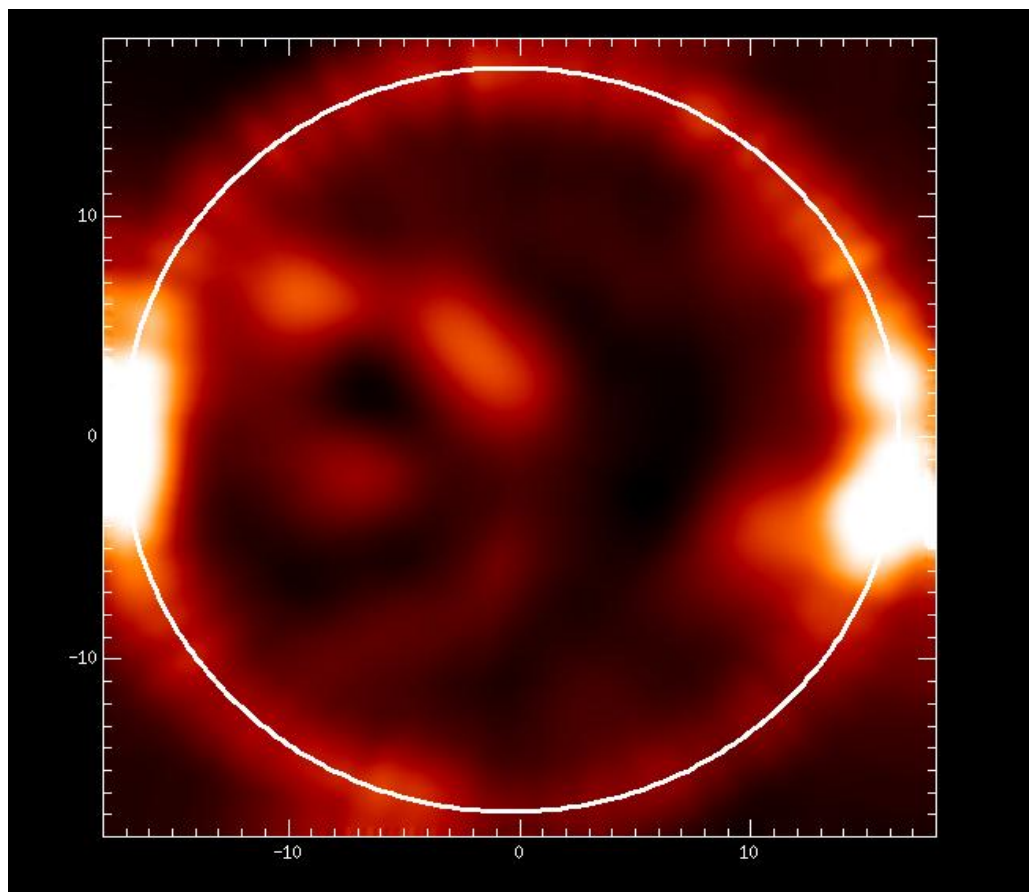
Solar
Atmosp
here
Quiet

Solar Atmosphere



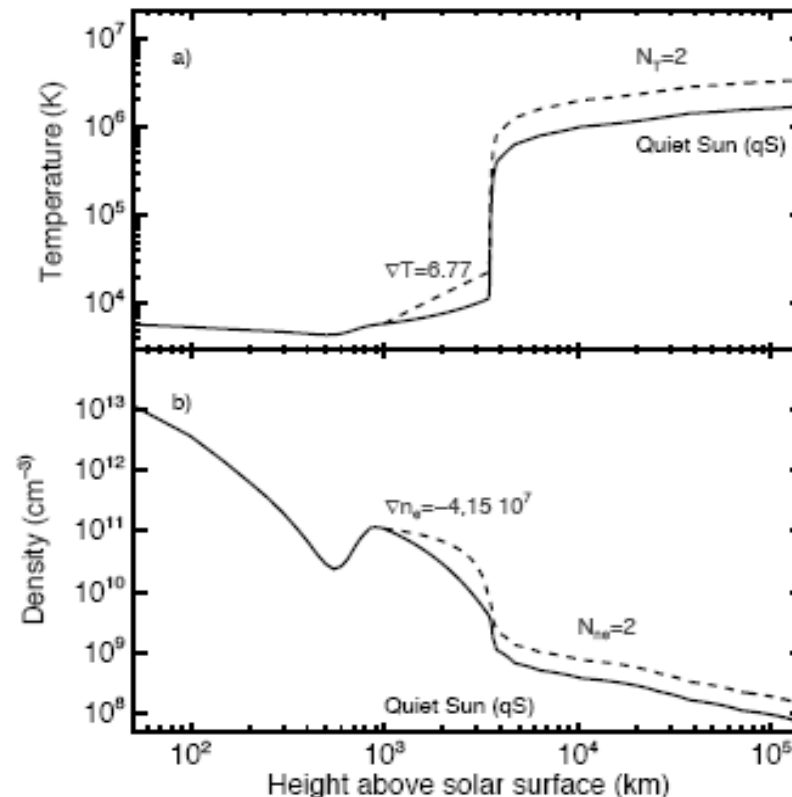
Mapa do Sol obtido na frequência de 48 GHz no Rádio Observatório do Itapetinga (ROI)

- Estuda se a emissão quiescente do Sol para a construção de modelos de atmosfera.
- Estuda se a emissão transiente para a caracterização do fenômeno explosivo local e suas consequências na Magnetosfera da Terra.



Solar
Atmosp
here
Quiet

Temperatura e Densidade da Região Ativa



SOLAR ATMOSPHERIC MODEL OVER A
HIGHLY POLARIZED 17 GHz ACTIVE REGION

Caius L. Selhorst, Adriana V. R. Silva, and Joaquim E. R. Costa
A&A 2008

J.E.R.Costa INPE

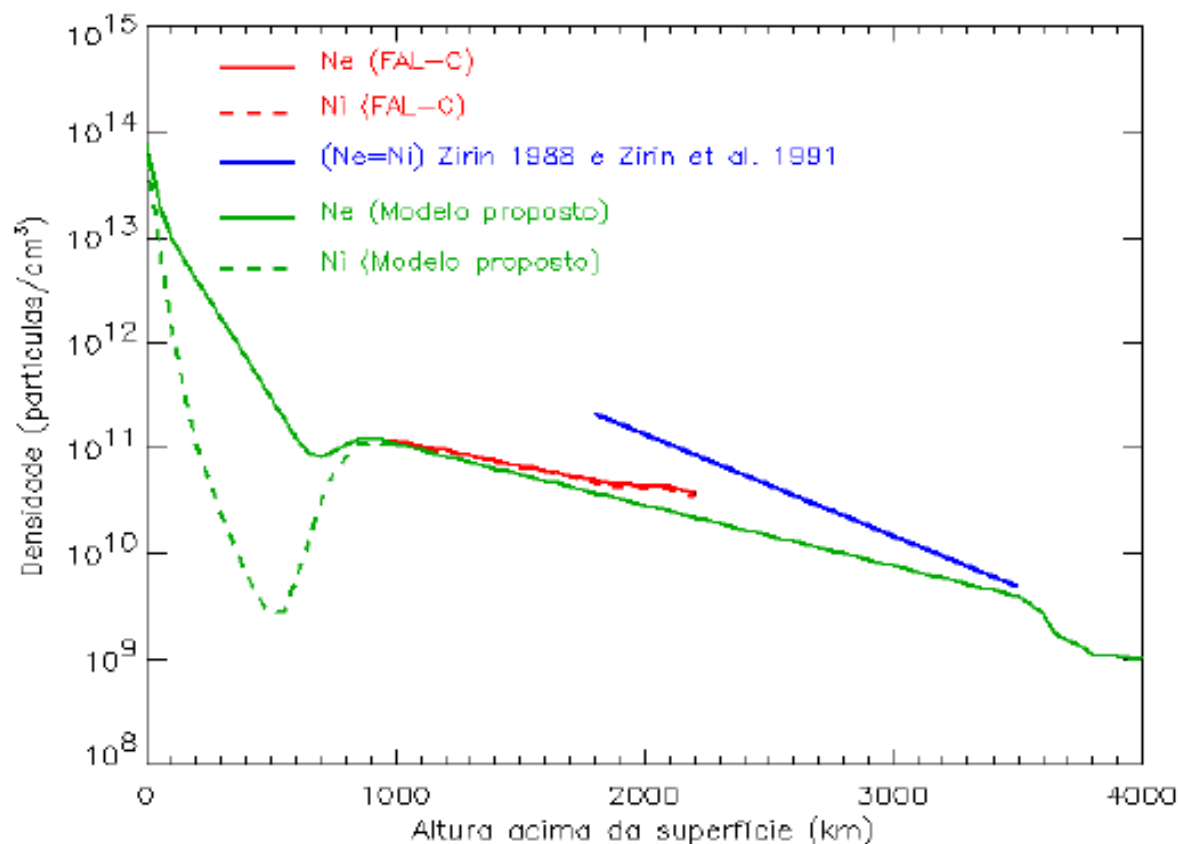


FIGURA 3.4 - Variação das densidades de elétrons (Ne) e prótons (Ni) adotadas para o modelo proposto neste trabalho (curva verde). Também são mostrados as curvas do modelo proposto por Zirin (1988) e Zirin et al. (1991) (curva azul), e do modelo FAL-C (curva vermelha).

Solar
Atmosp
here
Quiet

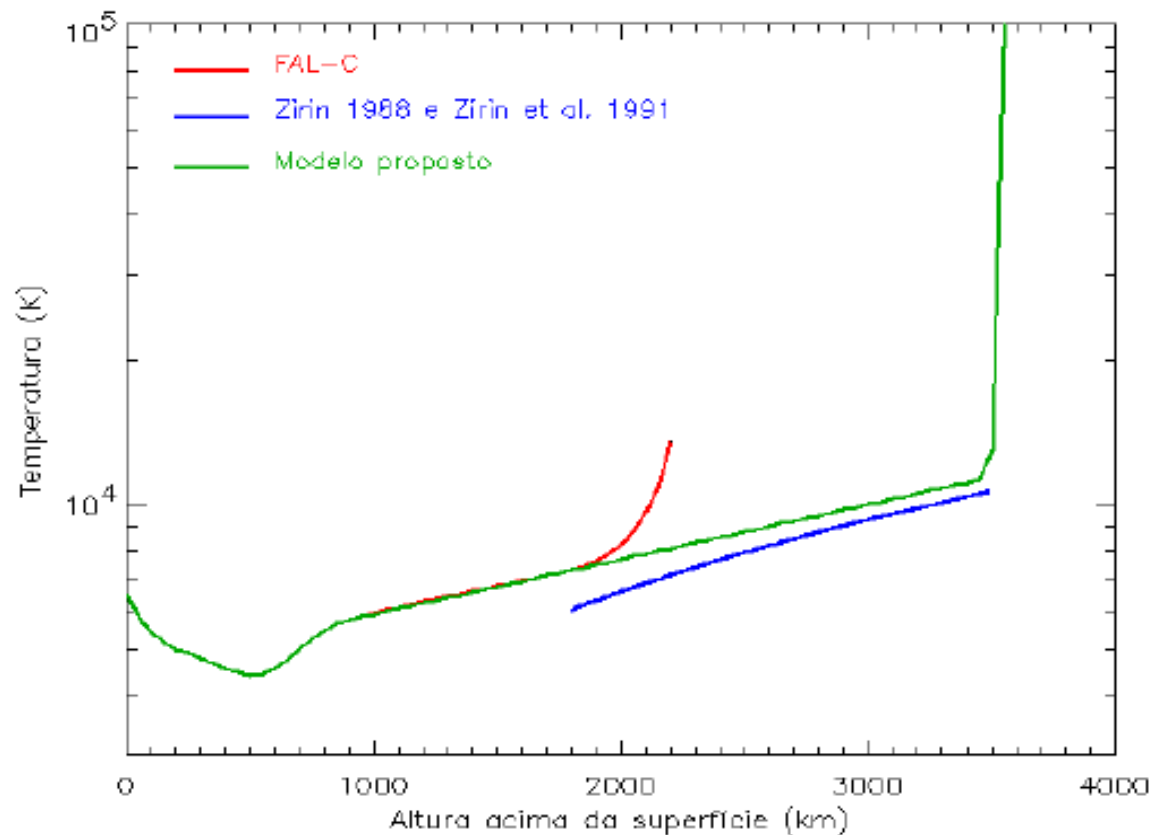
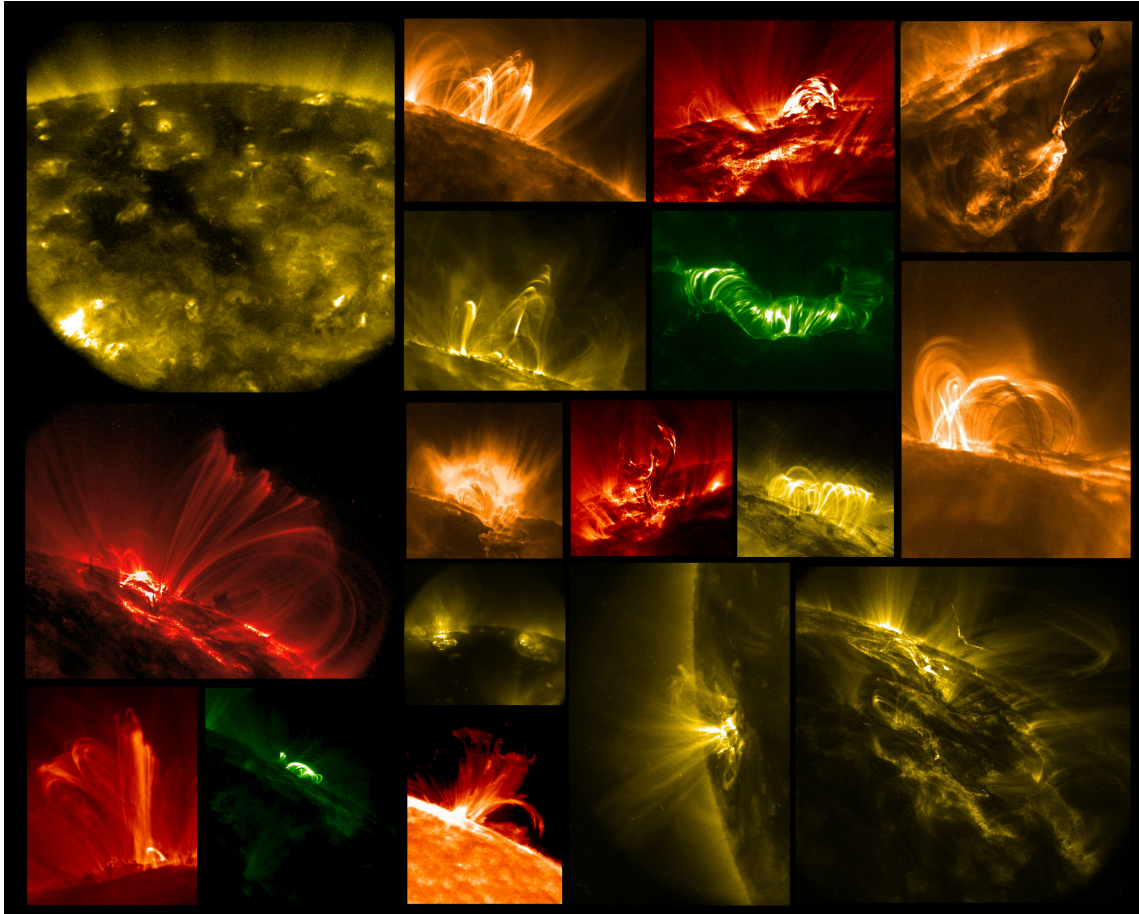
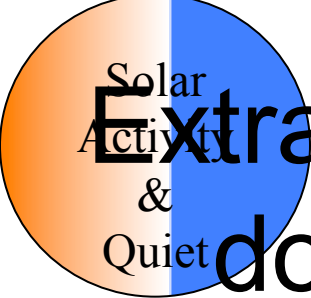


FIGURA 3.3 - Variação da temperatura da atmosfera solar para o modelo proposto neste trabalho (curva verde). Também são mostrados o modelo proposto por Zirin (1988) e Zirin et al. (1991) (curva azul), e modelo FAL-C (curva vermelha).

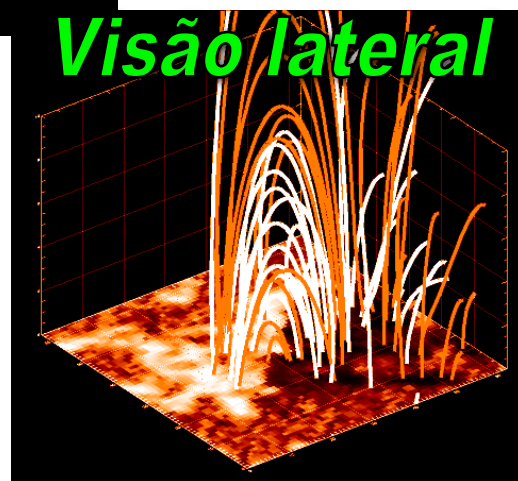
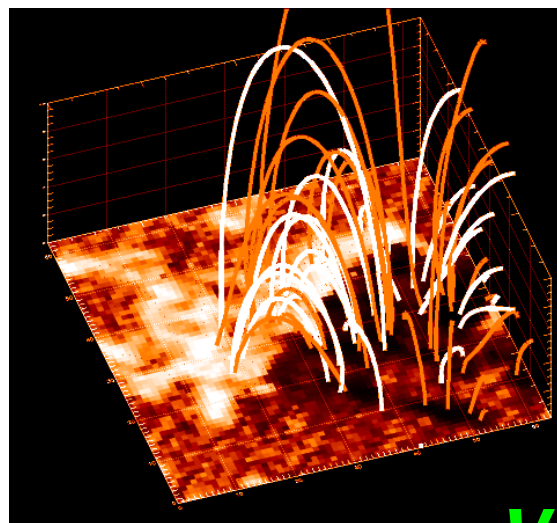
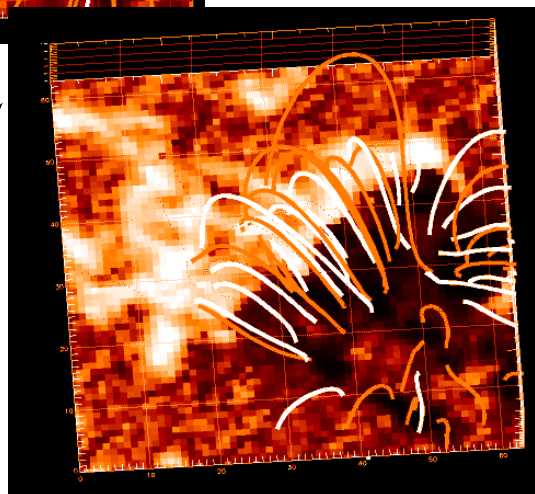
Campos Magnéticos



a 2.1 - Mosaico de imagens obtidas pelo instrumento TRACE na faixa espectral do ultravioleta extremo, nos comprimentos de onda de 171 Å, 195 Å e 284 Å.
Fonte: NASA/Lockheed Martin.



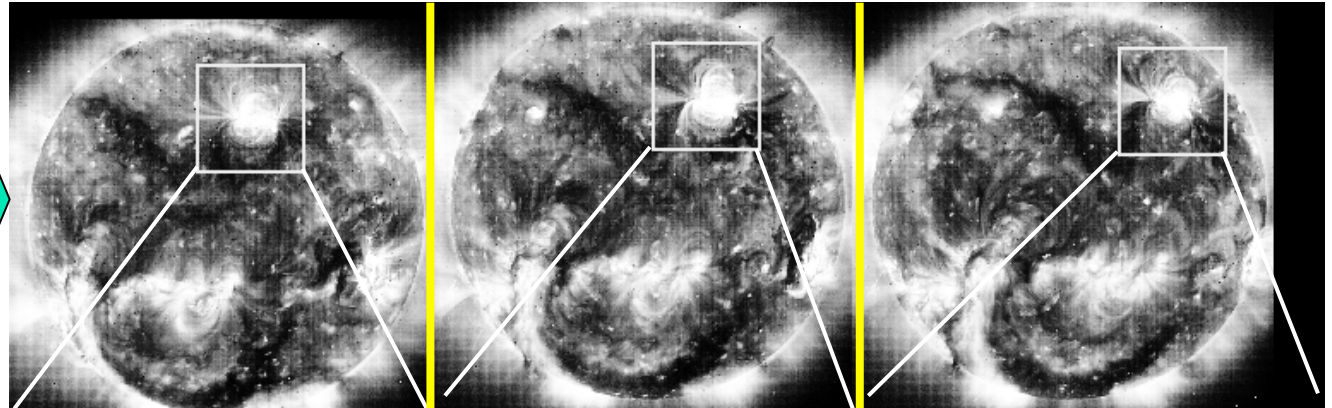
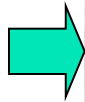
Extrapolações “FORCE FREE” (3D) do campo magnético fotosférico



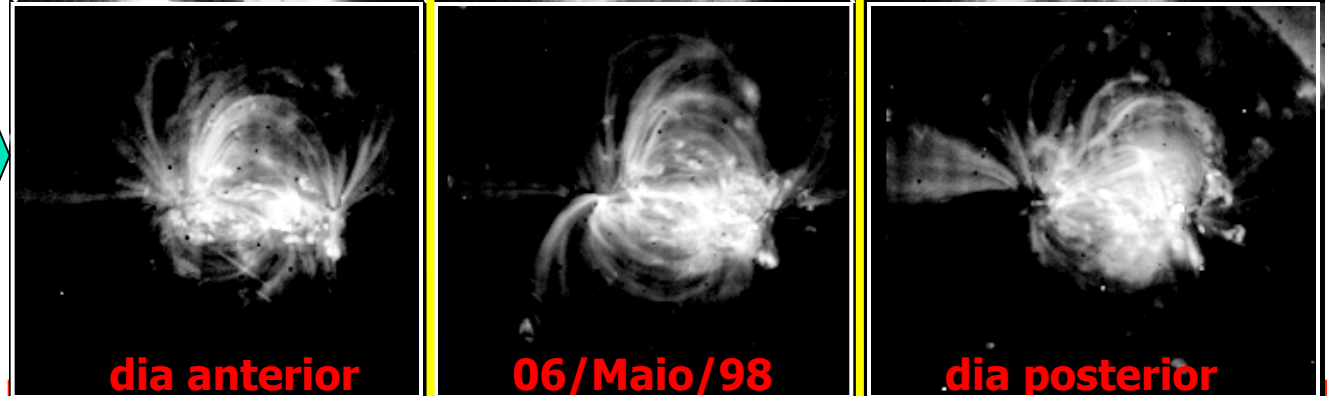
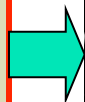
Cálculo do campo Magnético das Regiões Ativas

Activity
&
Quiet

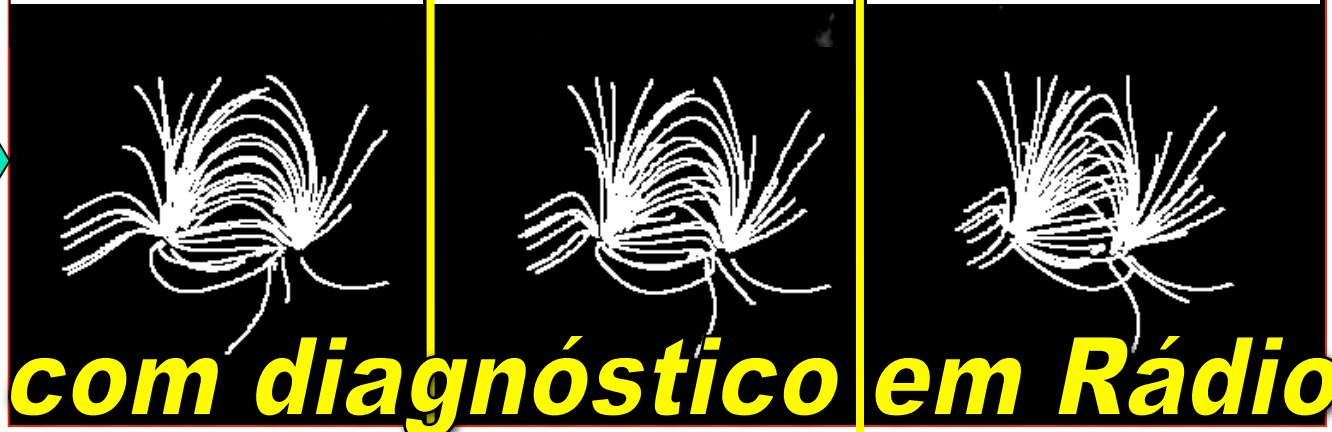
Sol em EUV
(Extremo Ultra
Violeta)



Uma Região
Ativa em EUV

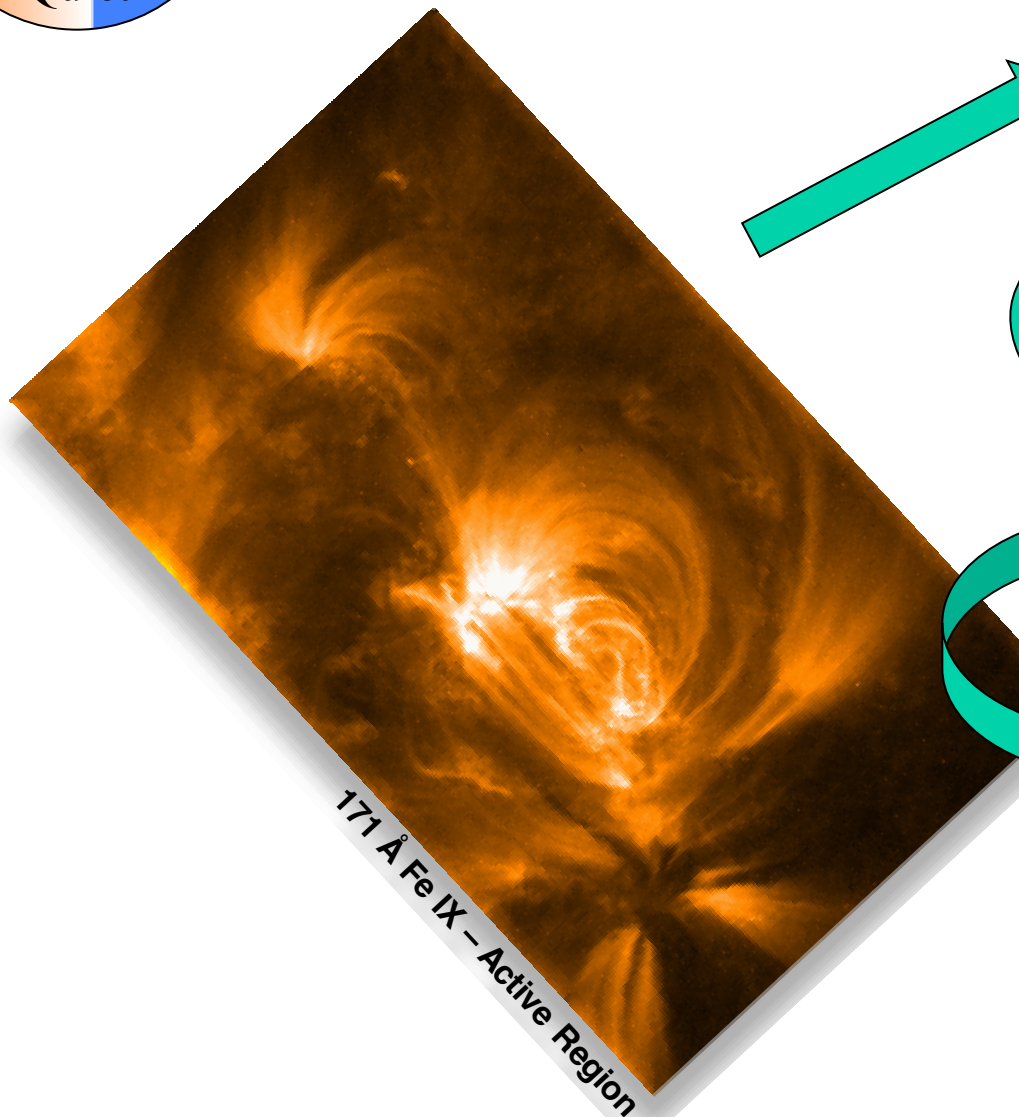


Linhas de
campo
calculadas para
o diagnóstico
de Explosões e
da Estrutura da
Atmosfera

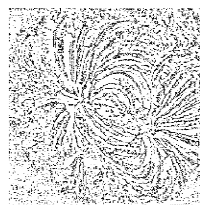
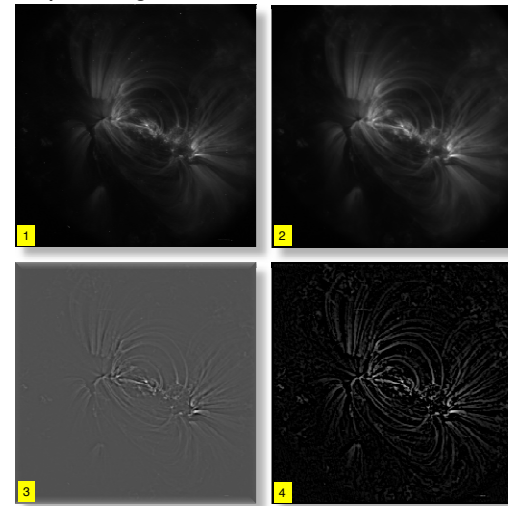


Solar
Activity
&
Quiet

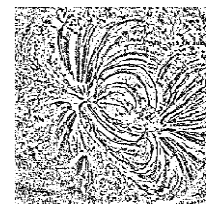
ecção robotica



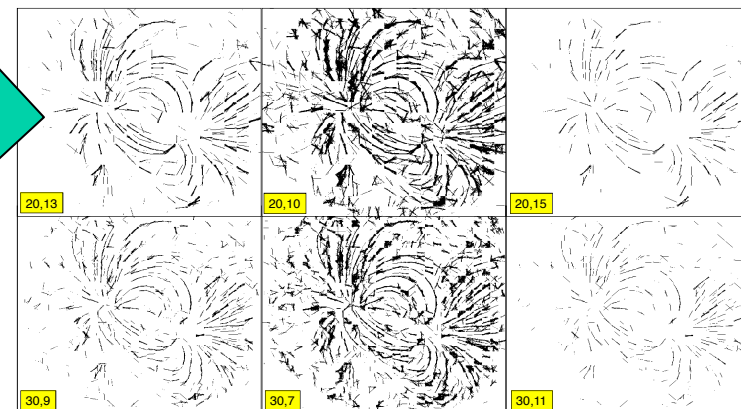
Pre-processing



Strous's Algorithm 1



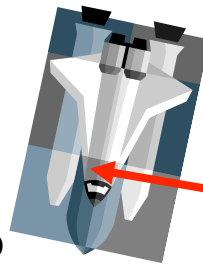
Strous's Algorithm 2



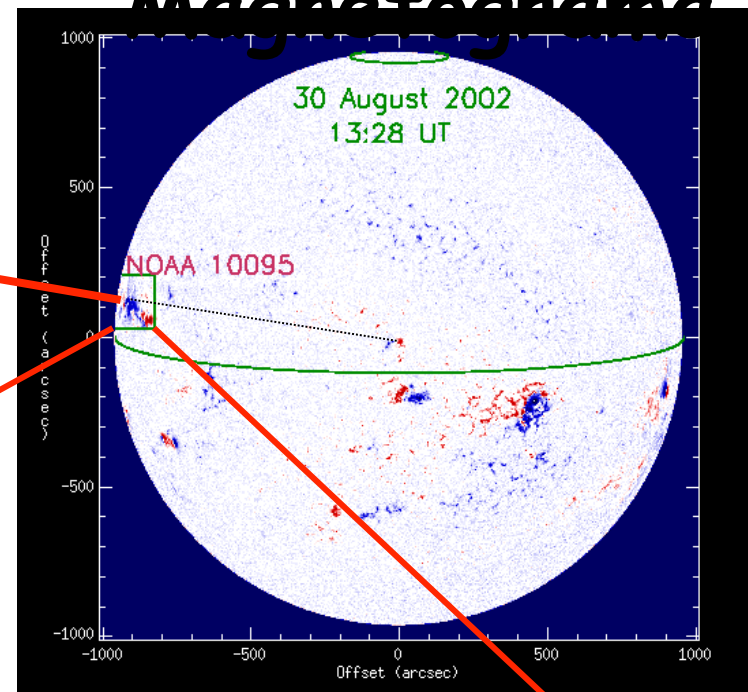
Fragmented Hough Transform

Solar Activity

mos abaixo uma visão da região
A 10095 como seria vista do
na direção da coordenada
ográfica N09 E70. A rotação
diferencial foi corrigida.



Magnetogram



No centro do slide aparece um fluxo
magnético positivo as 13:28 UT. Posição
que coincide com o brilho da explosão
observada pelo RHESSI em raios X duros
neste instante. O perfil temporal em 35
GHz foi observado por Bumishus (Berna).



North

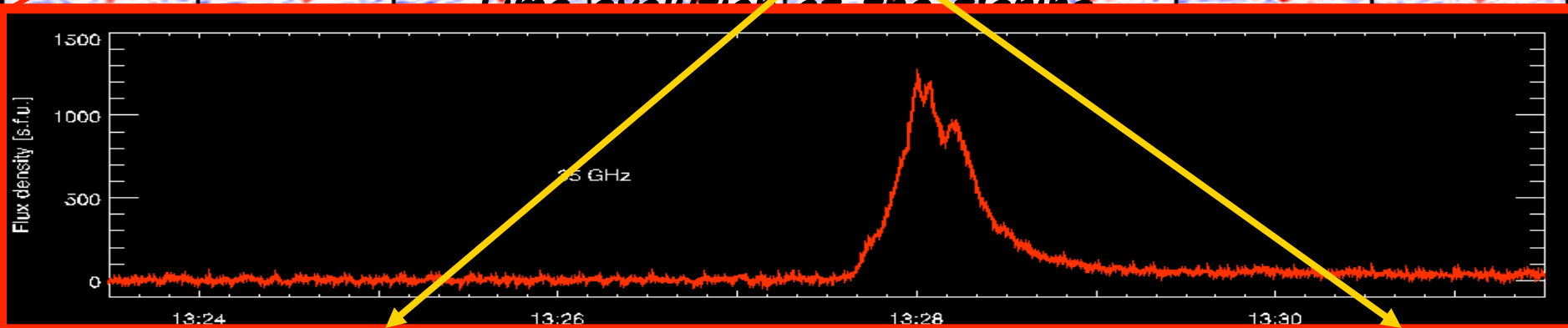


South polarity

13:24 13:25 13:26 13:27 13:28 13:29 13:30 13:31 UT

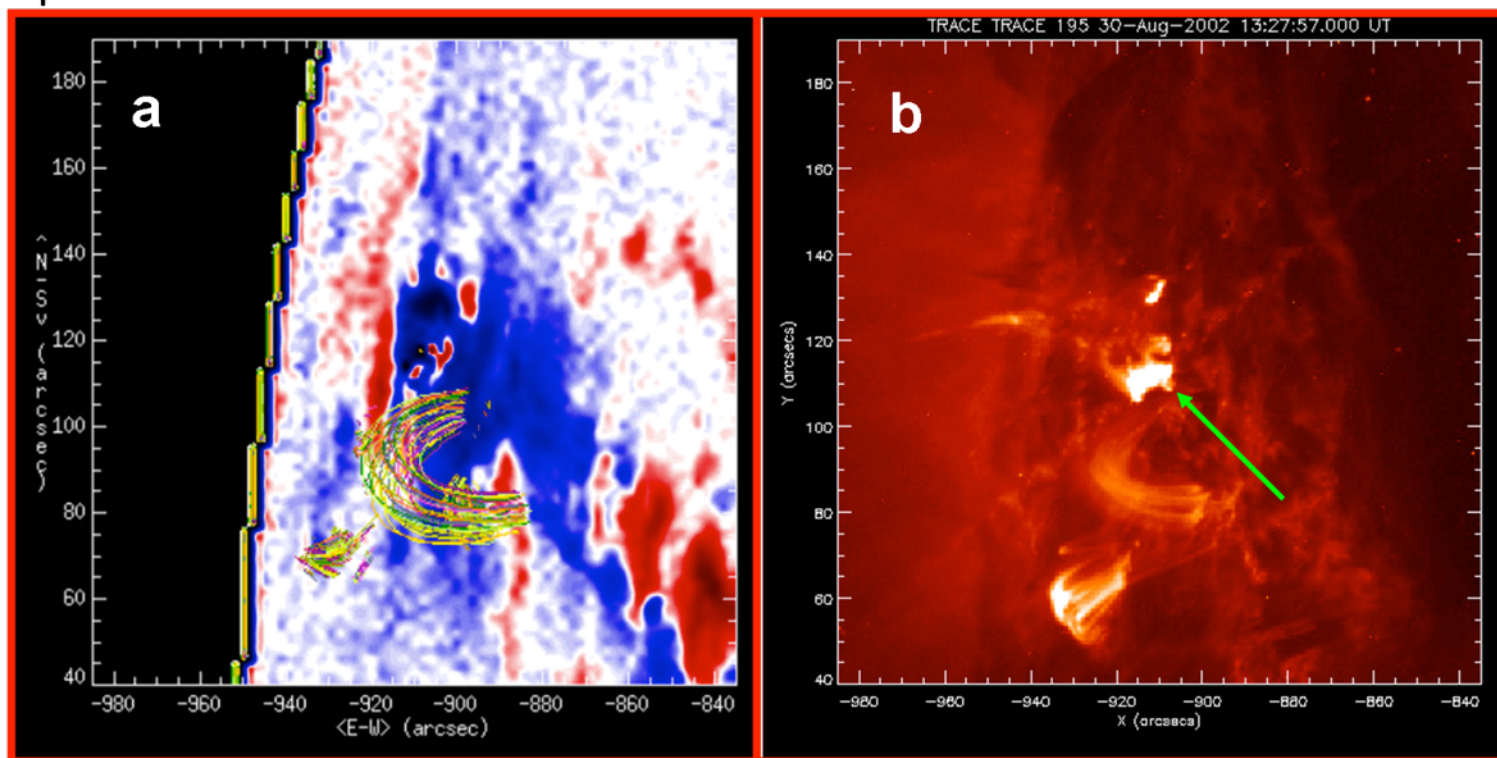
North
polarity

Time evolution of the flaring



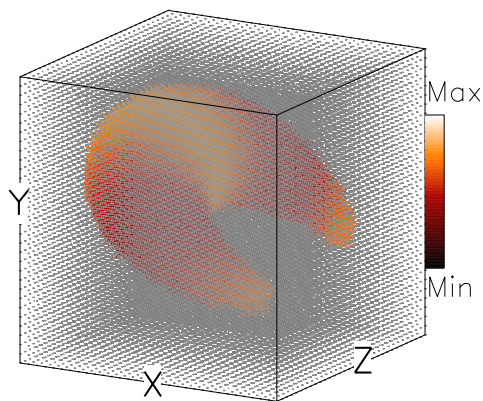
Solar Activity

Quando a extrapolação *force-free* no magnetograma apresentado em 2c reconstruímos as linhas de campo do arco maior (a) visto na imagem do TRACE (b) na linha 195 Å. Porém, a região que emitiu raios X duros observados pelo RHESSI na banda de 30-50 keV coincide com a região brilhante mostrada pela seta que pode ser um pé de um arco magnético. Numa análise apresentada no **painel 145** microondas parece vir de uma região de diâmetro angular da ordem de 40" e a região apontada pela seta aparenta estar associada ao pé nordeste dos arcos reconstruídos.

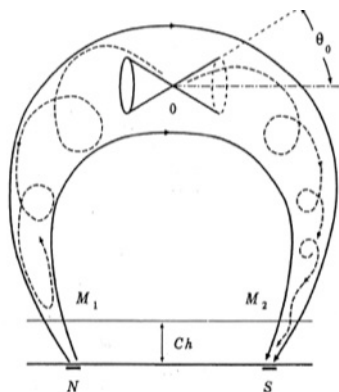


Flare analysis

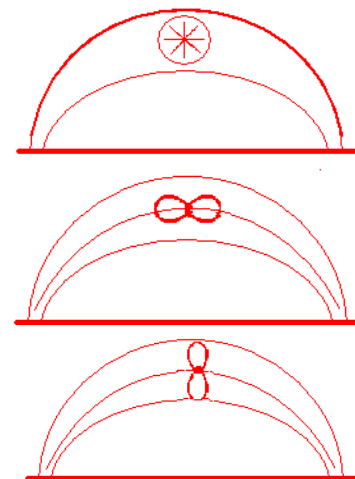
facing the problems



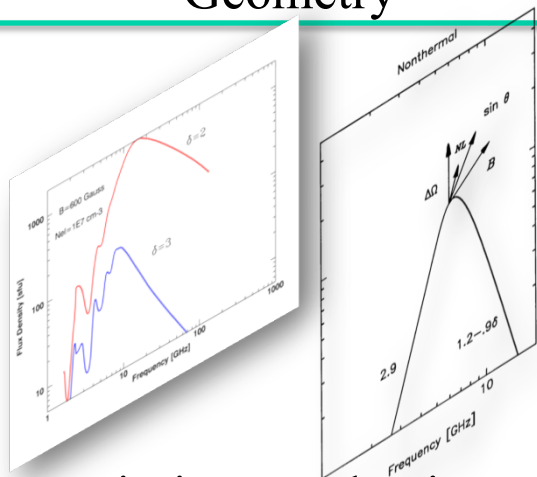
Geometry



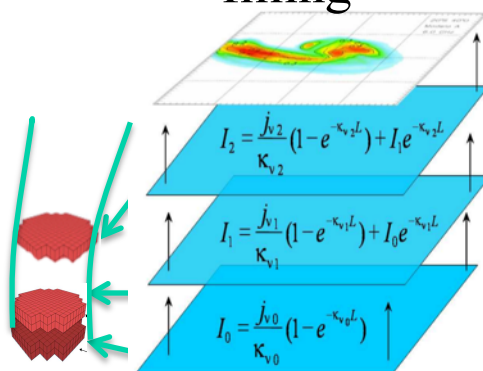
Space, time & energy
filling



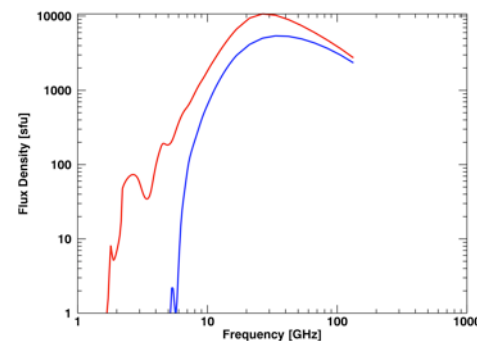
Non stationary evolution



Emission Mechanisms



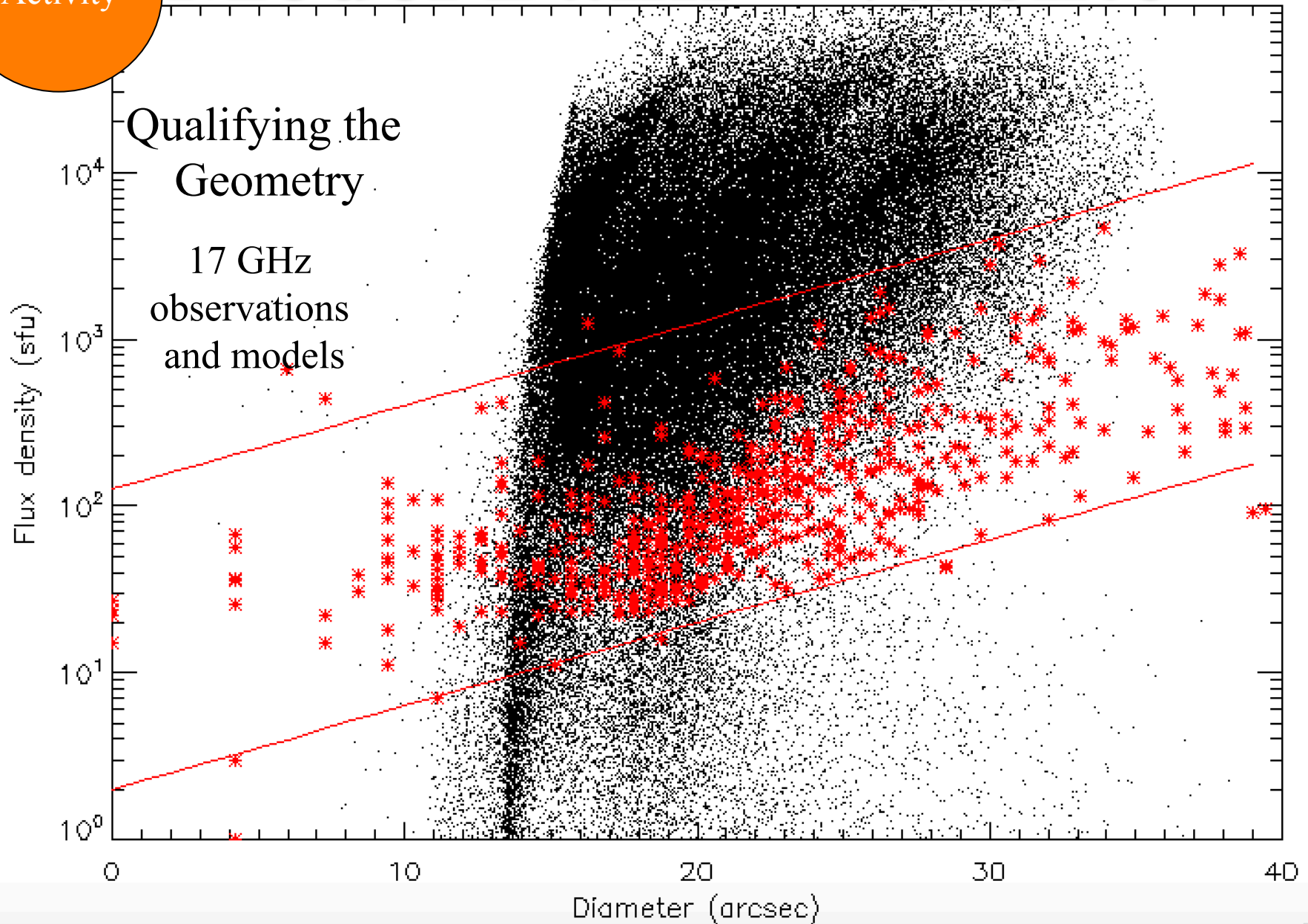
Radiation Transfer



Medium Influence

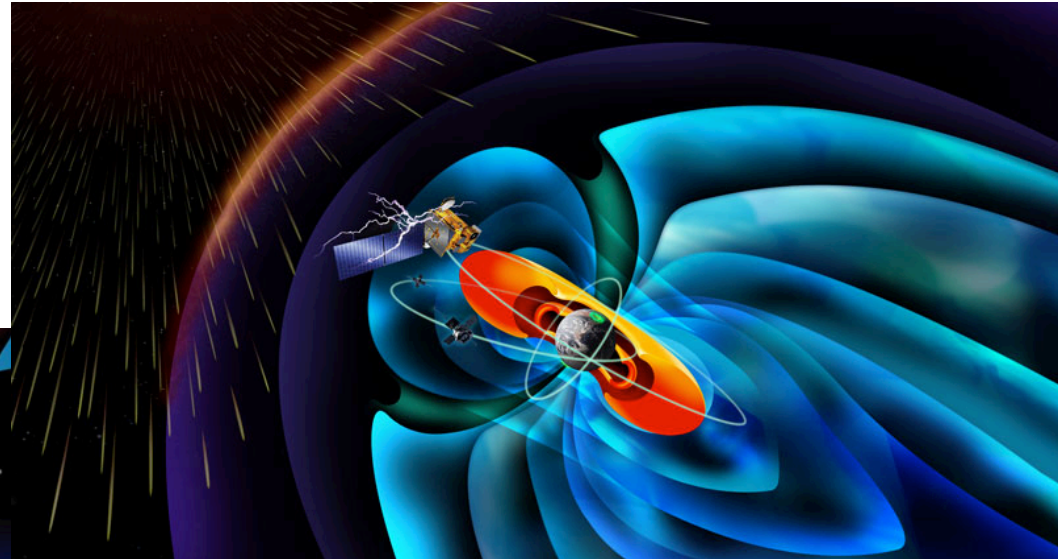
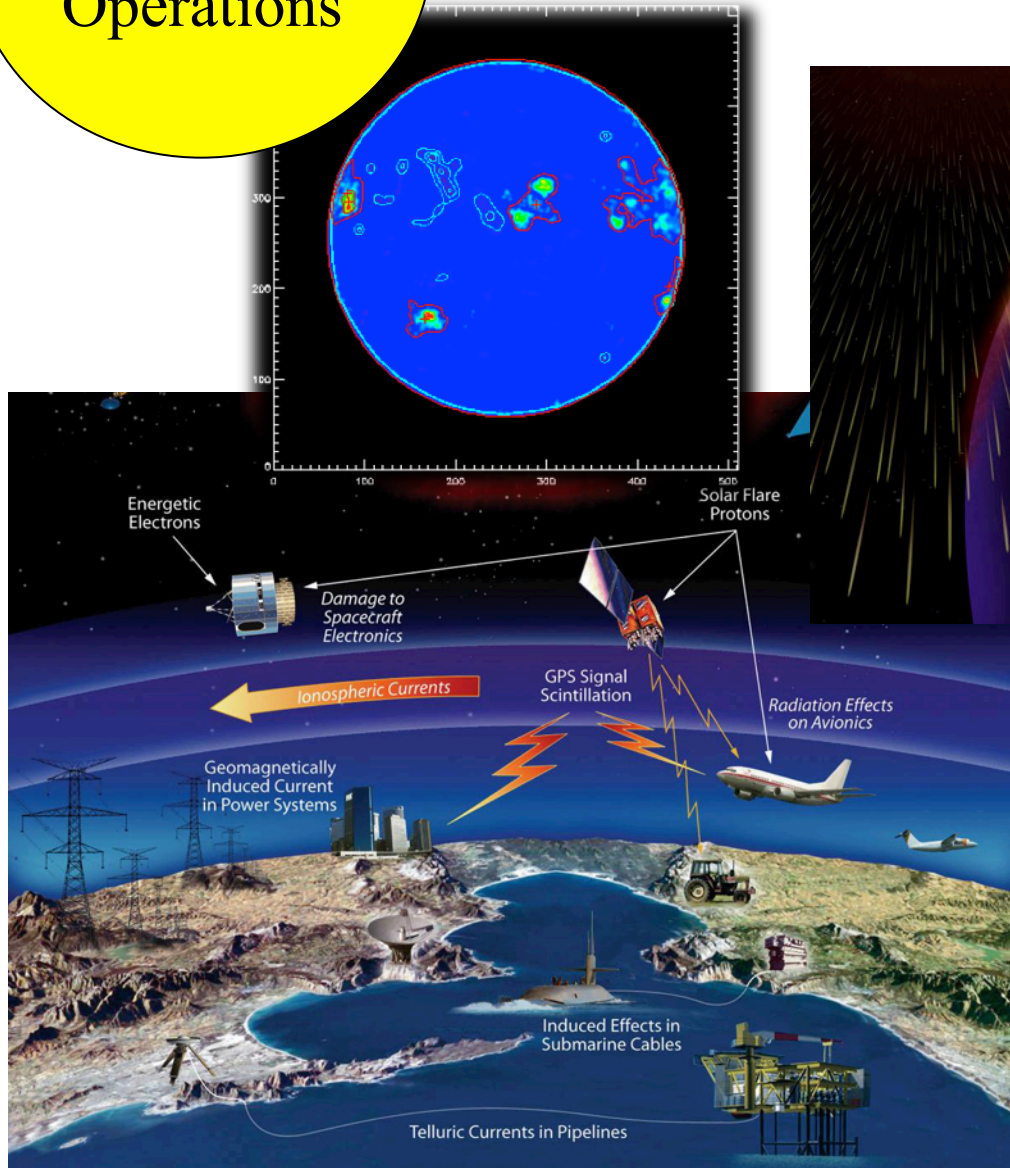
Solar
Activity

Model Bank – Valente



Science To Operations

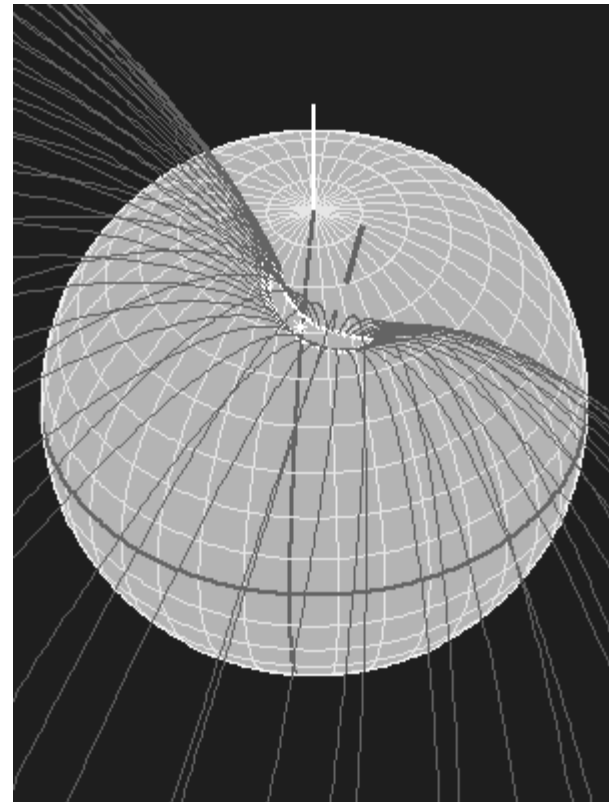
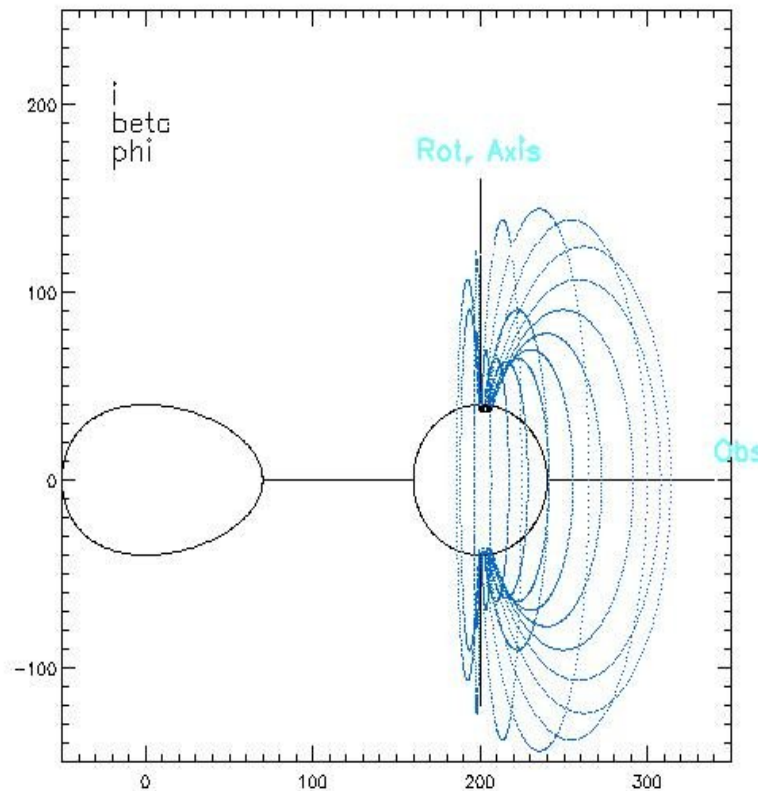
Science to operation



Ref.:20160412 ACTIVE REGION					
	Magnetic	Area	Index 10.7	% M	% X
NOAA2526		0			
NOAA2528		00000			
NOAA2529		12444			
NOAA2530		0			
Flares					

Something
Else

Acresção num semi disco com eclipse da coluna em AM-Herculis



X Workshop da Pós-graduação em Astrofísica
4 - 5 Abril 2017

**Ondas magnetoacústicas na região ativa NOAA 111272
durante eventos transientes**

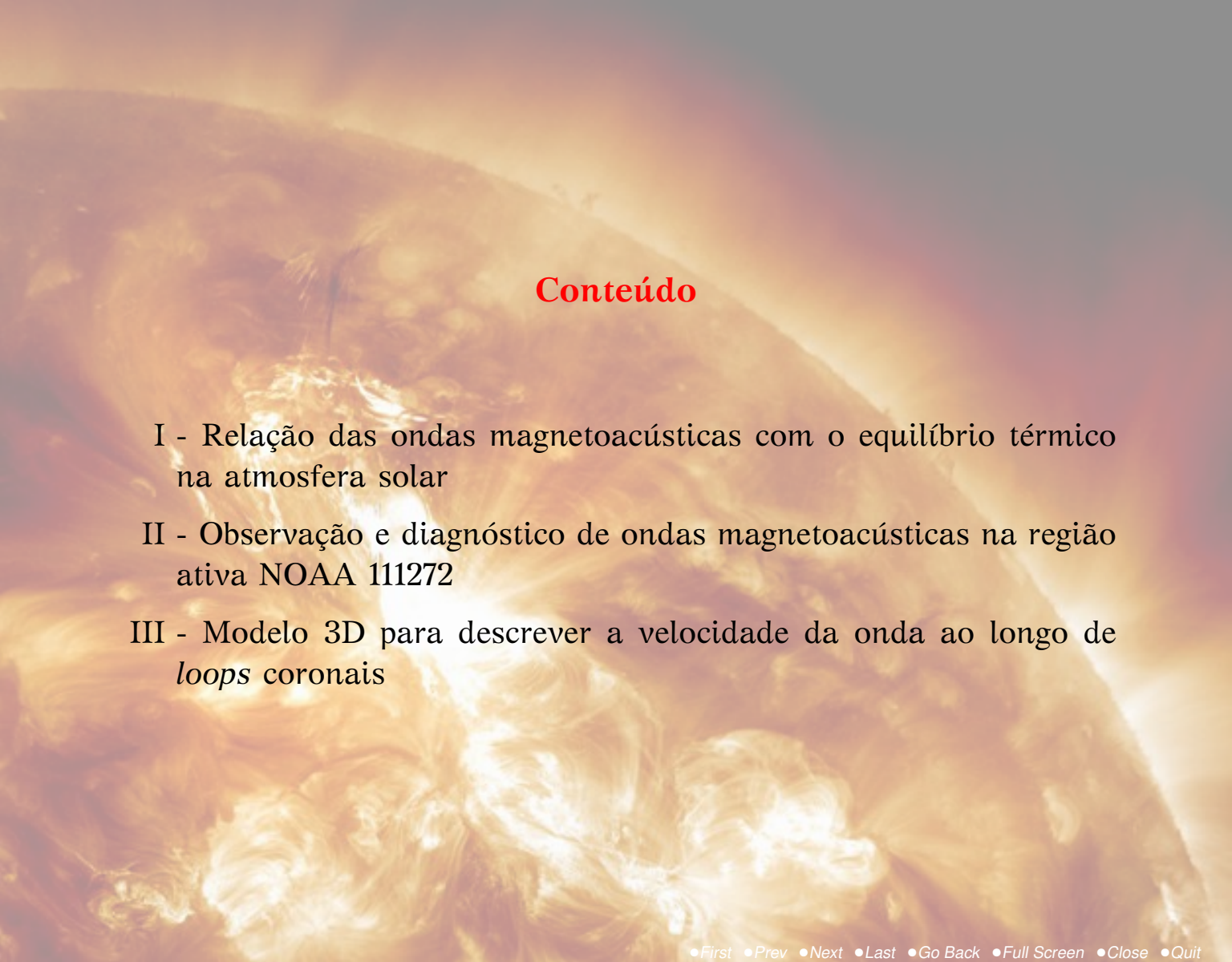
Sandra M. Conde C.
Dr. Joaquim E. Rezende C.

Divisão de Astrofísica (DAS)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
São José dos Campos, Brasil



Resumo

Apresentamos os resultados de uma modelagem em 3D dos parâmetros físicos que descrevem ondas magnetoacústicas ao longo de *loops* coronais. O estudo foi realizado sobre imagens em EUV da região ativa NOAA 111272, na qual aconteceram flares de classe B e C. Ondas estacionárias e viajantes com períodos entre 36 s e 19 min foram detectadas usando o método *Pixelised Wavelet Filtering*. A velocidade Alfvénica ao longo das linhas de campo, mostra uma assimetria coerente com a distribuição do brilho nos *loops* observados em EUV a qual tem seu origem no campo magnético obtido da linha. As ondas estacionárias também foram vistas antes e durante os flares de classe C o qual sugere que podem estar relacionadas com pulsos quase periódicos de baixas frequências.



Conteúdo

- I - Relação das ondas magnetoacústicas com o equilíbrio térmico na atmosfera solar
- II - Observação e diagnóstico de ondas magnetoacústicas na região ativa NOAA 111272
- III - Modelo 3D para descrever a velocidade da onda ao longo de *loops* coronais

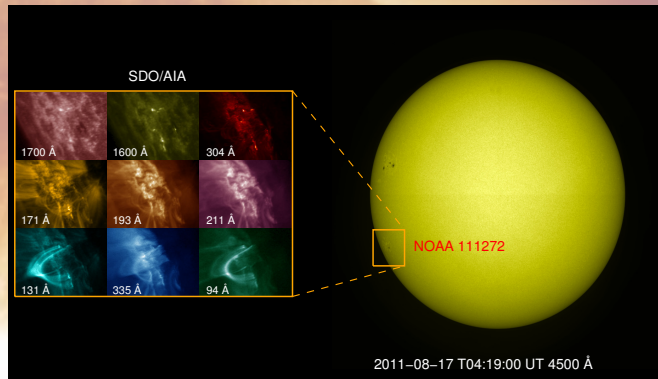
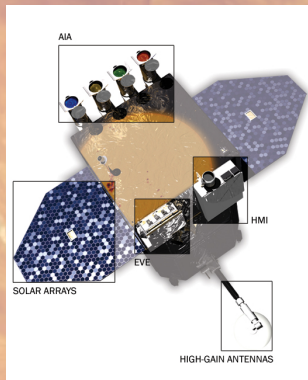
Resumo da Situação

- Cromosfera e coroa perdendo energia por radiação [Rosner, Tucker e Vaiana 1978]
- É preciso de uma fonte mecânica de calor para manter o equilíbrio térmico [Walsh e Ireland 2003]
- A energia dissipada pelo amortecimento das ondas magneto-acústicas podem balancear a perda de energia por radiação [Nakariakov e Verwichte 2005, Moortel 2009]

Regiões ativas no Sol que continuamente apresentam diferentes classes de Flares e onde existe alta probabilidade de encontrar ondas [De Moortel 2006, Kim, Nakariakov e Shibasaki 2012]

Observação e Análise de Ondas em NOAA 111272

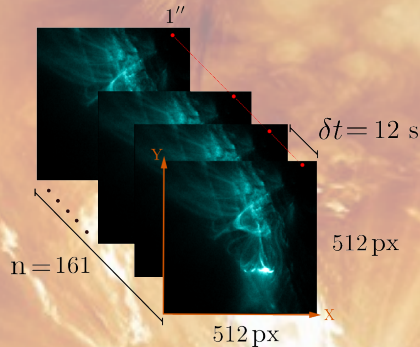
Dados obtidos desde os instrumentos *Atmospheric Imaging Assembly* (AIA) [Lemen et al. 2012] e *Helioseismic and Magnetic Imager* (HMI) [Scherrer et al. 2011] do *Solar Dynamics Observatory* (SDO) [Pesnell, Thompson e Chamberlin 2011]



- Posição: S19E53
- Flares de classe: B3.8, C1.9 e C2.3
- início: 16/08/2011 23:45:00 UT
- Fim: 17/08/2011 05:39:48 UT

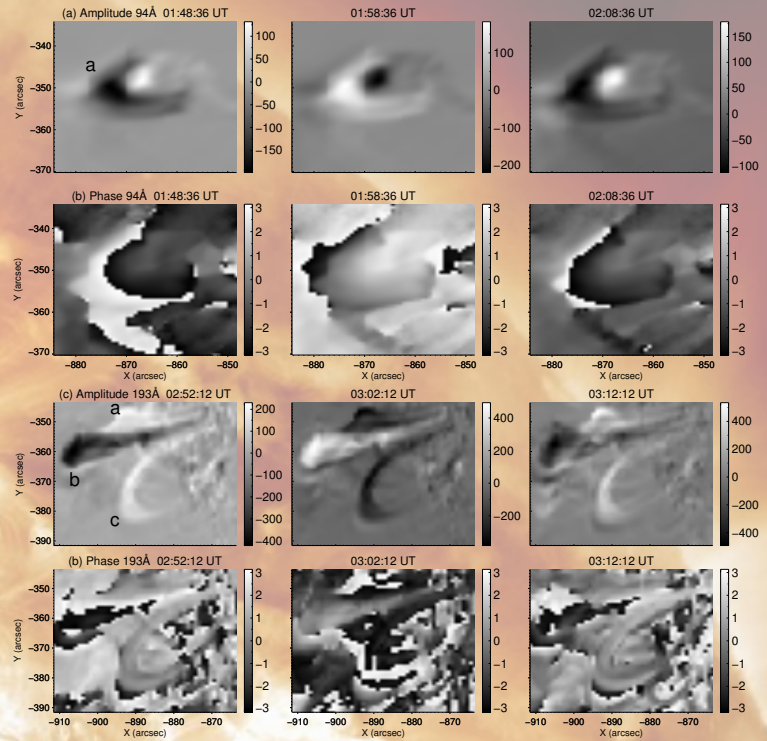
Método Pixelised Wavelet Filtering (PWF)

PWF determina distribuição espacial e evolução temporal de fontes de oscilação em cubos de dados 3D [Sych e Nakariakov 2008].



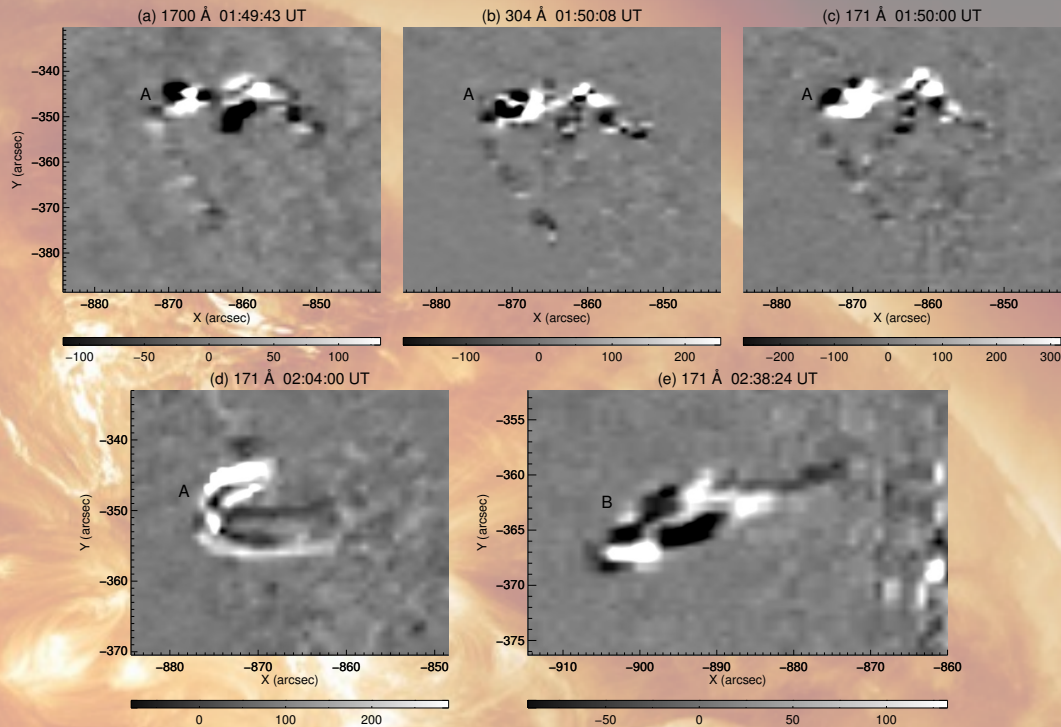
Sequência de imagens igualmente espaçadas.

Ondas estacionárias de 19 min em loops a, b e c da região NOAA 111272



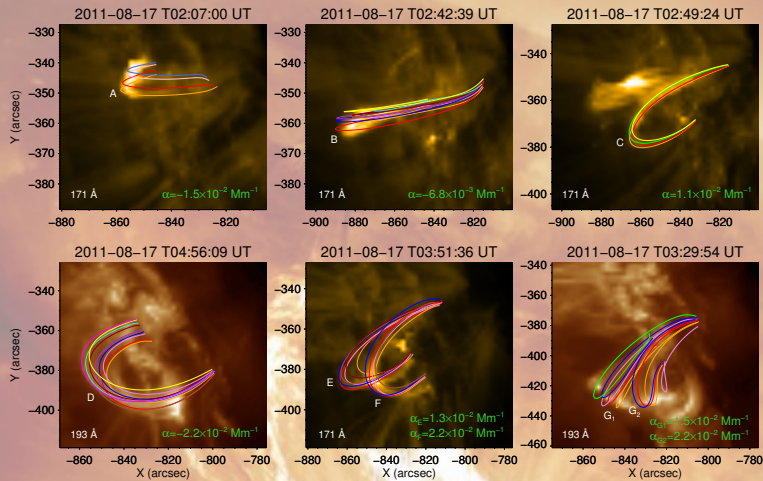
[Conde, Costa e Cedeño 2016]

Ondas Viajantes

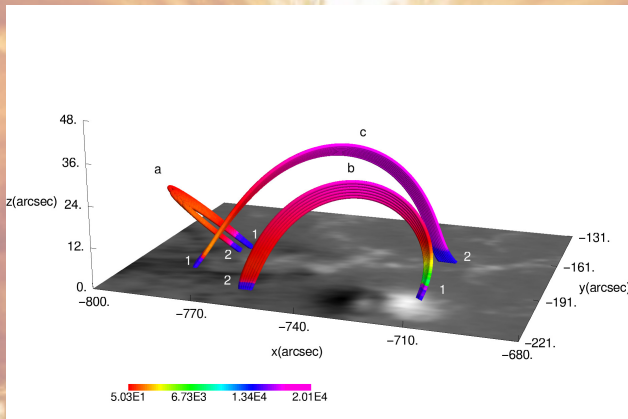


Ondas de 2 minutos viajando nos pés do *loop* A (a)-(c), ao longo do *loop* A (d) e do *loop* B (e)

Modelo 3D para Velocidades ao Longo dos *Loops*



Linhas de campo que melhor batem com os loops observados em EUV

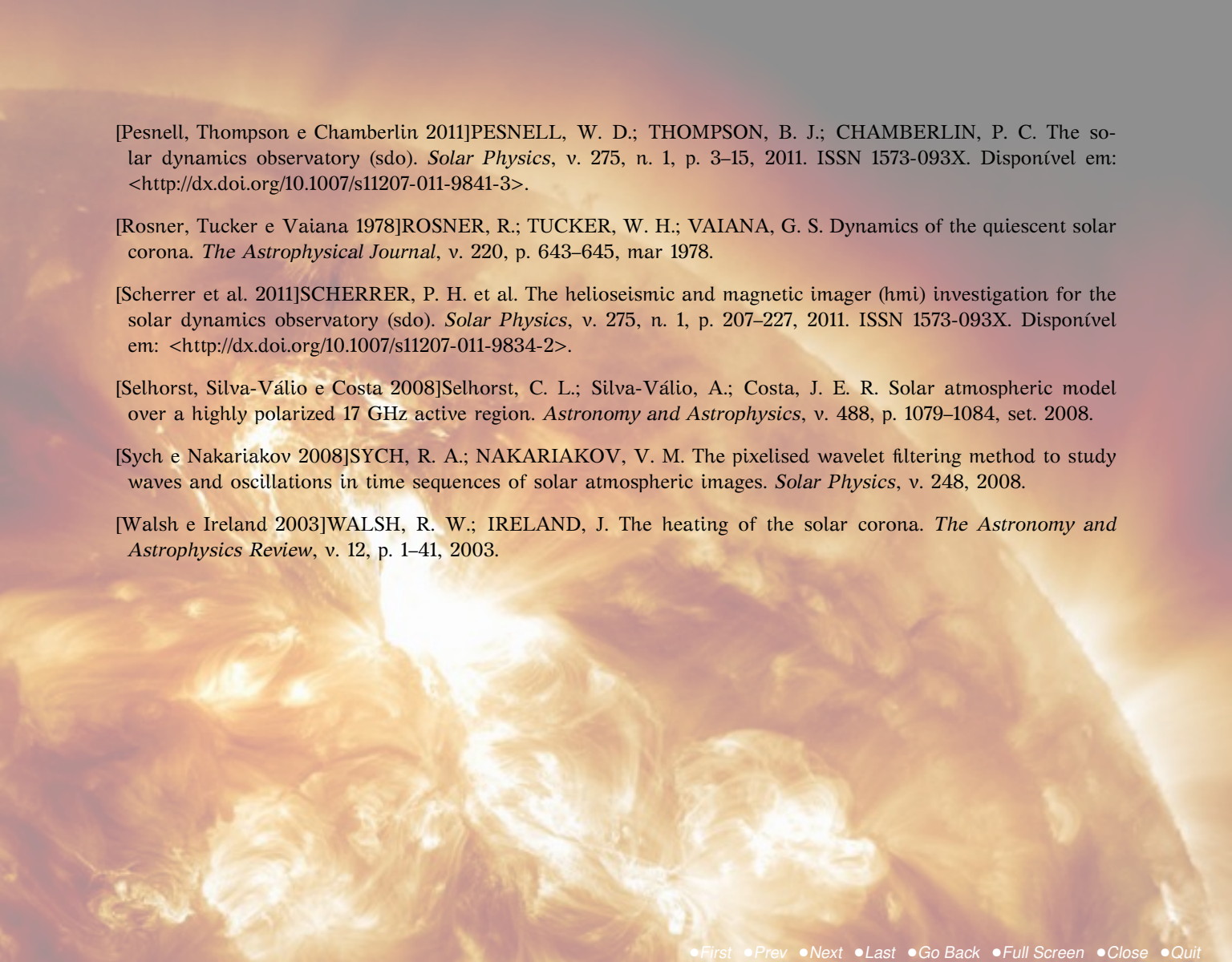


Velocidade Alfvén ($v_a \text{ kms}^{-1}$) ao longo dos loops a, b e c.

[Conde, Costa e Cedeño 2016]

Referências

- [Aschwanden 2004]ASCHWANDEN, M. J. *Physics of the Solar Corona. An Introduction*. [S.l.]: Praxis Publishing Ltd, 2004.
- [Conde, Costa e Cedeño 2016]CONDE, S. M.; COSTA, J. E. R.; CEDEÑO, C. E. Submitted. 2016.
- [De Moortel 2006]De Moortel, I. Propagating magnetohydrodynamics waves in coronal loops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A*, v. 364, p. 461–472, fev. 2006.
- [Kim, Nakariakov e Shibasaki 2012]KIM, S.; NAKARIAKOV, V. M.; SHIBASAKI, K. Slow magnetoacoustic oscillations in the microwave emission of solar flares. *The Astrophysical Journal Letters*, v. 756, p. –36, sep 2012.
- [Lemen et al. 2012]Lemen, J. R. et al. The Atmospheric Imaging Assembly (AIA) on the Solar Dynamics Observatory (SDO). *Solar Physics*, v. 275, p. 17–40, jan. 2012.
- [Machado et al. 1980]MACHADO, M. E. et al. Semiempirical models of chromospheric flare regions. *The Astrophysical Journal*, v. 242, p. 336–351, nov. 1980.
- [Moortel, Munday e Hood 2004]MOORTEEL, I. D.; MUNDAY, S.; HOOD, A. Wavelet analysis: The effect of varying basic wavelet parameters. *Solar Physics*, v. 222, p. 203–228, 2004.
- [Moortel 2009]MOORTEEL, I. de. Longitudinal waves in coronal loops. *Space Science Reviews*, v. 149, p. 65–81, dec 2009.
- [Nakagawa e Raadu 1972]NAKAGAWA, Y.; RAADU, M. A. On practical representation of magnetic field. *Solar Physics*, v. 25, n. 1, p. 127–135, 1972. ISSN 1573-093X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00155751>>.
- [Nakariakov e Verwichte 2005]NAKARIAKOV, V. M.; VERWICHTE, E. Coronal waves and oscillations. *Living Reviews in Solar Physics*, v. 2, n. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.livingreviews.org/lrsp-2005-3>>.

- 
- [Pesnell, Thompson e Chamberlin 2011]PESNELL, W. D.; THOMPSON, B. J.; CHAMBERLIN, P. C. The solar dynamics observatory (sdo). *Solar Physics*, v. 275, n. 1, p. 3–15, 2011. ISSN 1573-093X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11207-011-9841-3>>.
- [Rosner, Tucker e Vaiana 1978]ROSNER, R.; TUCKER, W. H.; VAIANA, G. S. Dynamics of the quiescent solar corona. *The Astrophysical Journal*, v. 220, p. 643–645, mar 1978.
- [Scherrer et al. 2011]SCHERRER, P. H. et al. The helioseismic and magnetic imager (hmi) investigation for the solar dynamics observatory (sdo). *Solar Physics*, v. 275, n. 1, p. 207–227, 2011. ISSN 1573-093X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11207-011-9834-2>>.
- [Selhorst, Silva-Válio e Costa 2008]Selhorst, C. L.; Silva-Válio, A.; Costa, J. E. R. Solar atmospheric model over a highly polarized 17 GHz active region. *Astronomy and Astrophysics*, v. 488, p. 1079–1084, set. 2008.
- [Sych e Nakariakov 2008]SYCH, R. A.; NAKARIAKOV, V. M. The pixelised wavelet filtering method to study waves and oscillations in time sequences of solar atmospheric images. *Solar Physics*, v. 248, 2008.
- [Walsh e Ireland 2003]WALSH, R. W.; IRELAND, J. The heating of the solar corona. *The Astronomy and Astrophysics Review*, v. 12, p. 1–41, 2003.