



Adriana Valio

(Adriana Silva, Adriana Silva-Valio)

Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Áreas de Pesquisa

- Física solar:
 - Observações: em múltiplos comprimentos de onda, mas principalmente em rádio (POEMAS, SST, Nobeyama)
 - Simulações numéricas
- Atividade estelar e planetas extrassolares
 - Observações:
 - CoRoT
 - Kepler
 - Simulações numéricas





Grupo de Pesquisa

- Local: CRAAM – Universidade Mackenzie
- Pos-doc: [Ana Helena Fernandes Guimarães](#)

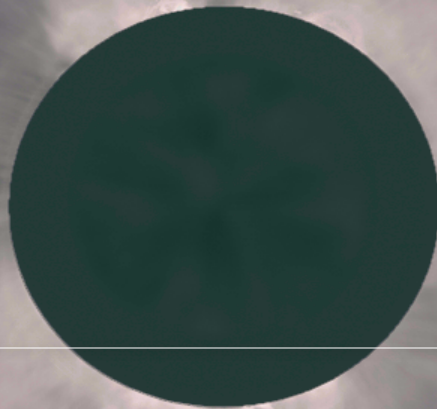
Doutorandos	Mestrandos
Luís Ricardo Moretto Tusnski (DAS/INPE)	Luiz Henrique Guimarães dos Santos (DAS/INPE)
Israel Florentino dos Santos (Mack/PGEE)	Adilson Eduardo Spagiari (Mack/PGEE)
Antonio Luiz Basille (Mack/CAGE)	Dirceu Yuri Simplício Netto (Mack/CAGE)
	Douglas Felix da Silva (Mack/CAGE)

[Sol](#)

[Planetas](#)

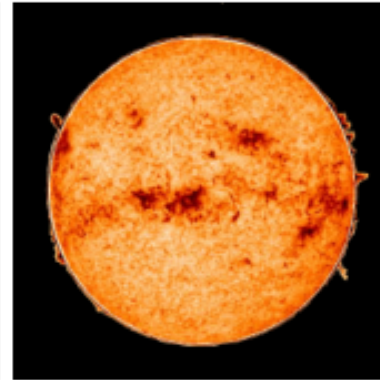
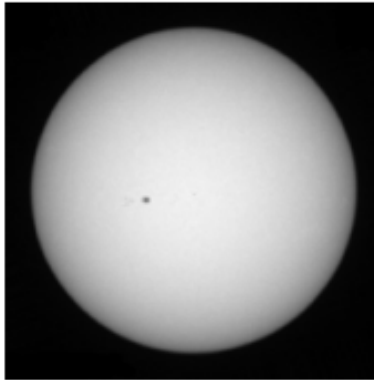
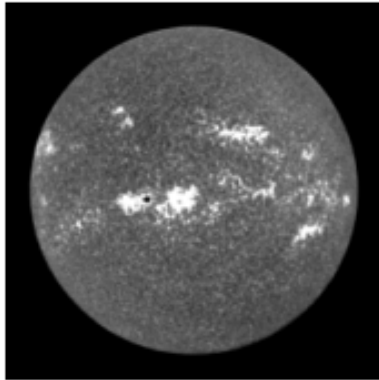
[Estrelas](#)

Física Solar



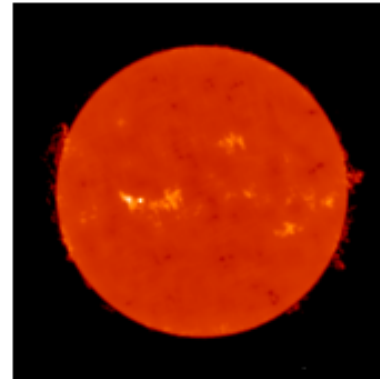
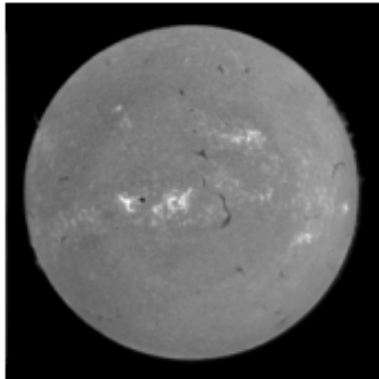
Luz branca

Ca



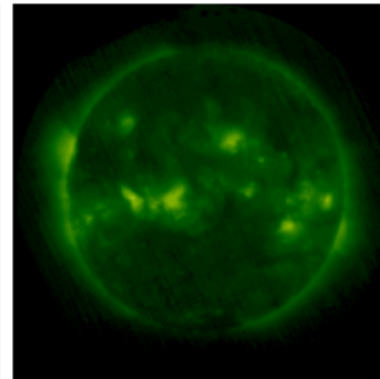
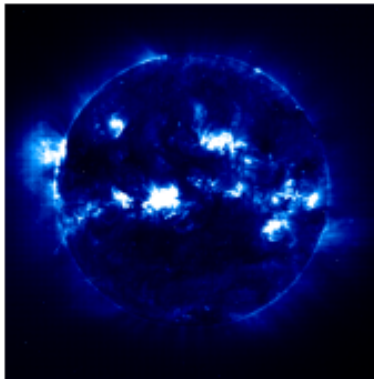
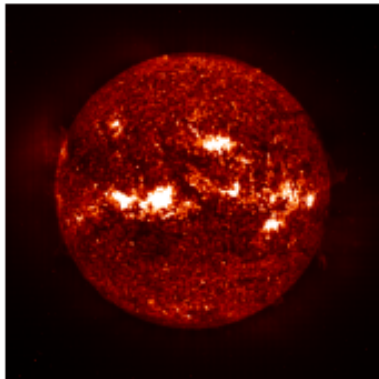
Infra
vermelho

H α



Rádio

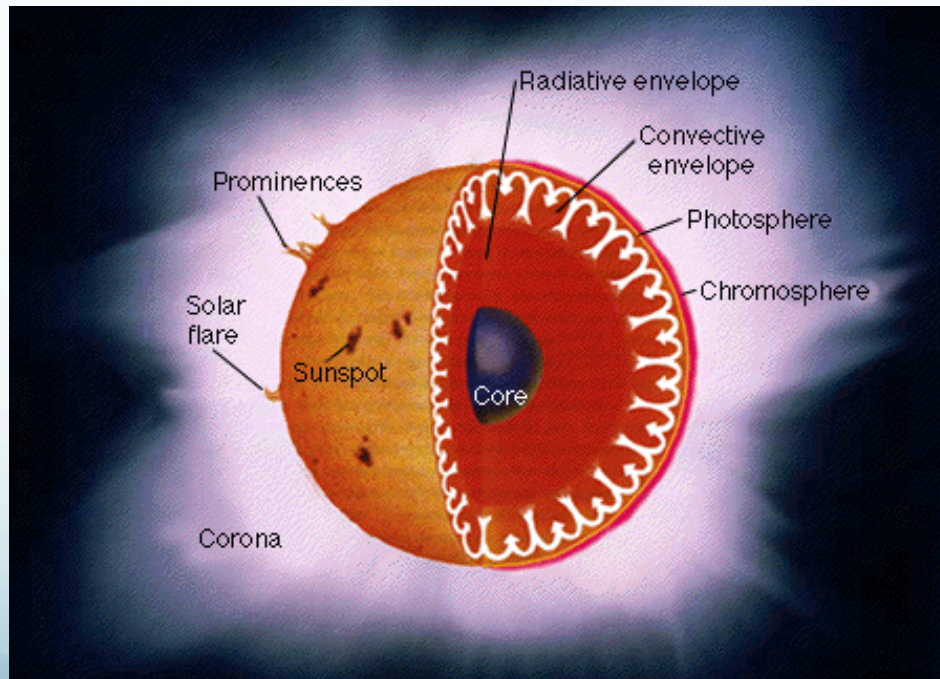
Ultra
violeta



Raio-X

UV extremo

Atmosfera solar



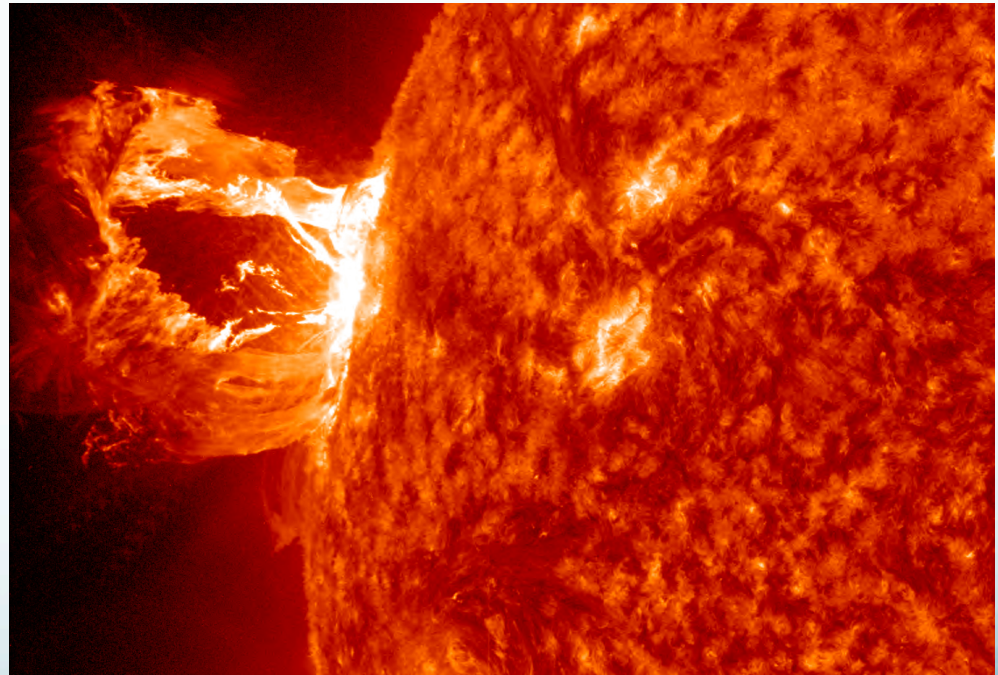
- **Fotosfera:** superfície até 300 km, $T=5780$ K, manchas solares
- **Cromosfera:** 10,000 km acima da superfície, $T=15,000$ K, cor avermelhada em eclipses
- **Coroa:** vários raios solares, $T=2-4$ milhões K, vento solar

3 regimes

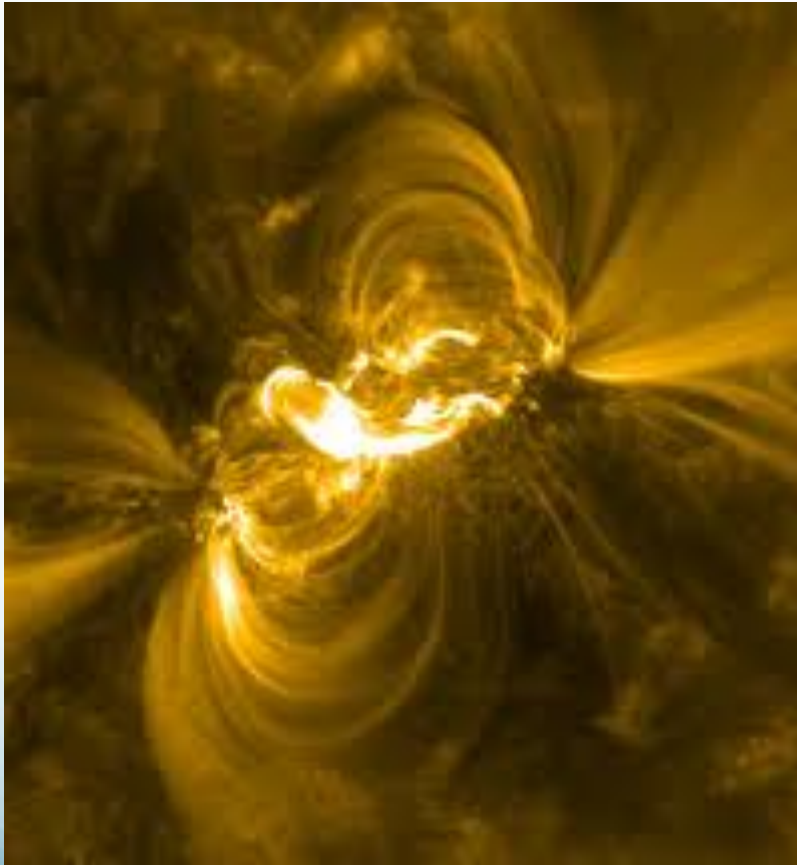
- Sol calmo: emissão térmica da atmosfera solar – variação em 11 anos
- Sol quiescente: regiões ativas – variação em semanas
- Sol ativo: explosões, ejeções de massa – variação abruptas em horas a segundos.

Atividade Solar

- Local: atmosfera
- Energia: associada ao campo magnético (bem menor que a energia nuclear)
- Explosões
- Ejeções de massa coronal



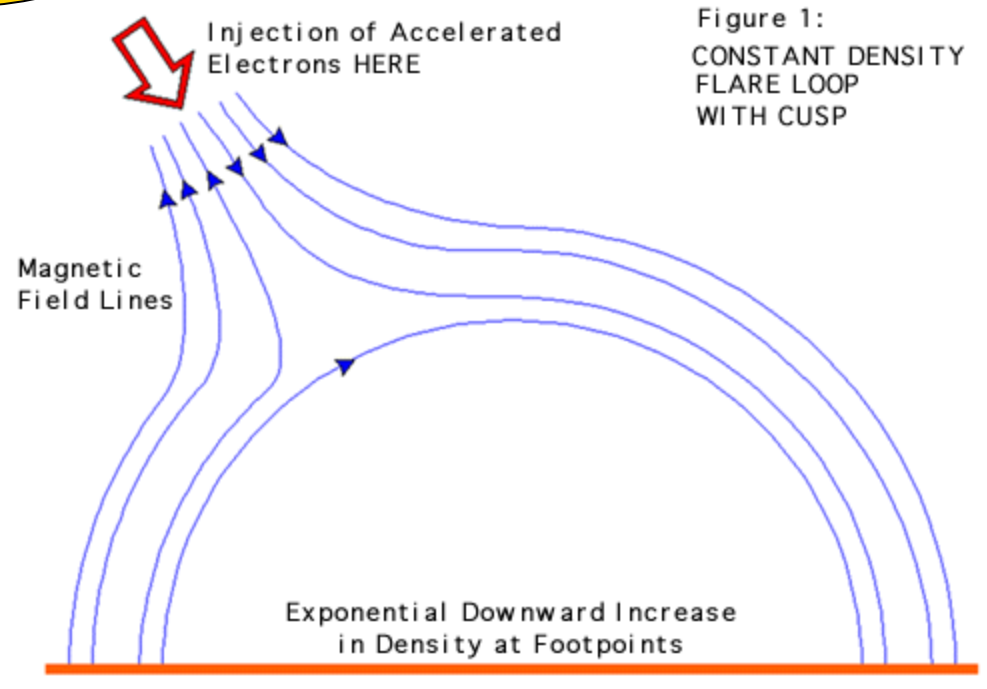
Explosão solar



- Súbita liberação de grandes quantidades de energia (segundos a minutos)
- aquece o plasma local
- acelera partículas a altas energias e produz grande quantidade de partículas e radiação em todo espectro eletromagnético
- fonte de energia \Rightarrow campo magnético

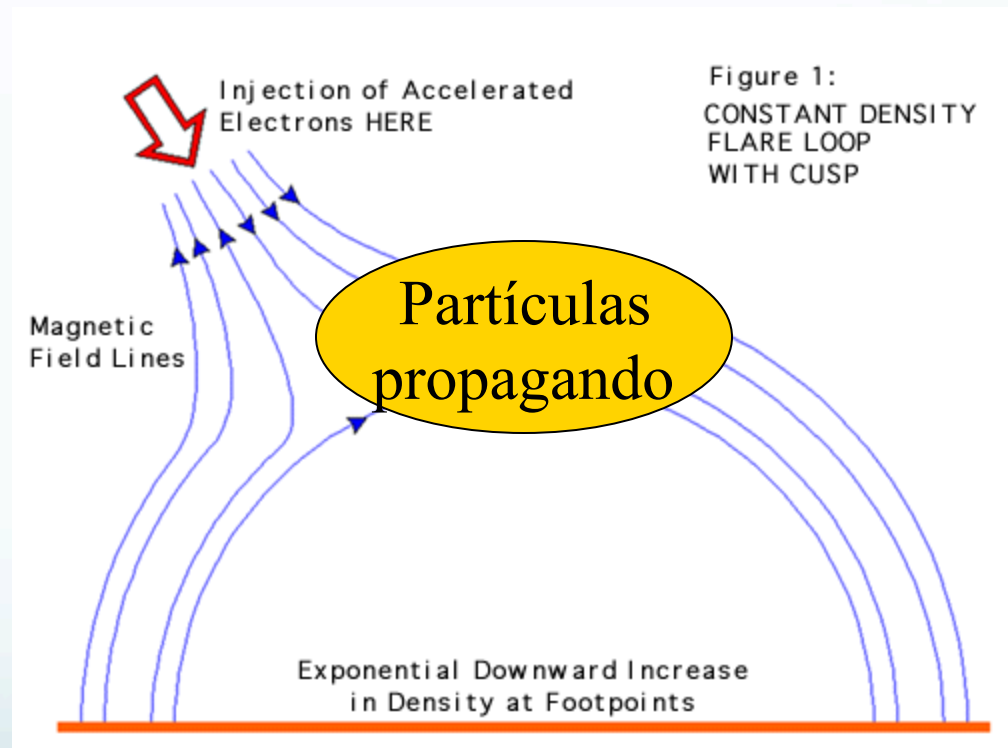
Arco magnético

Aceleração
de partículas



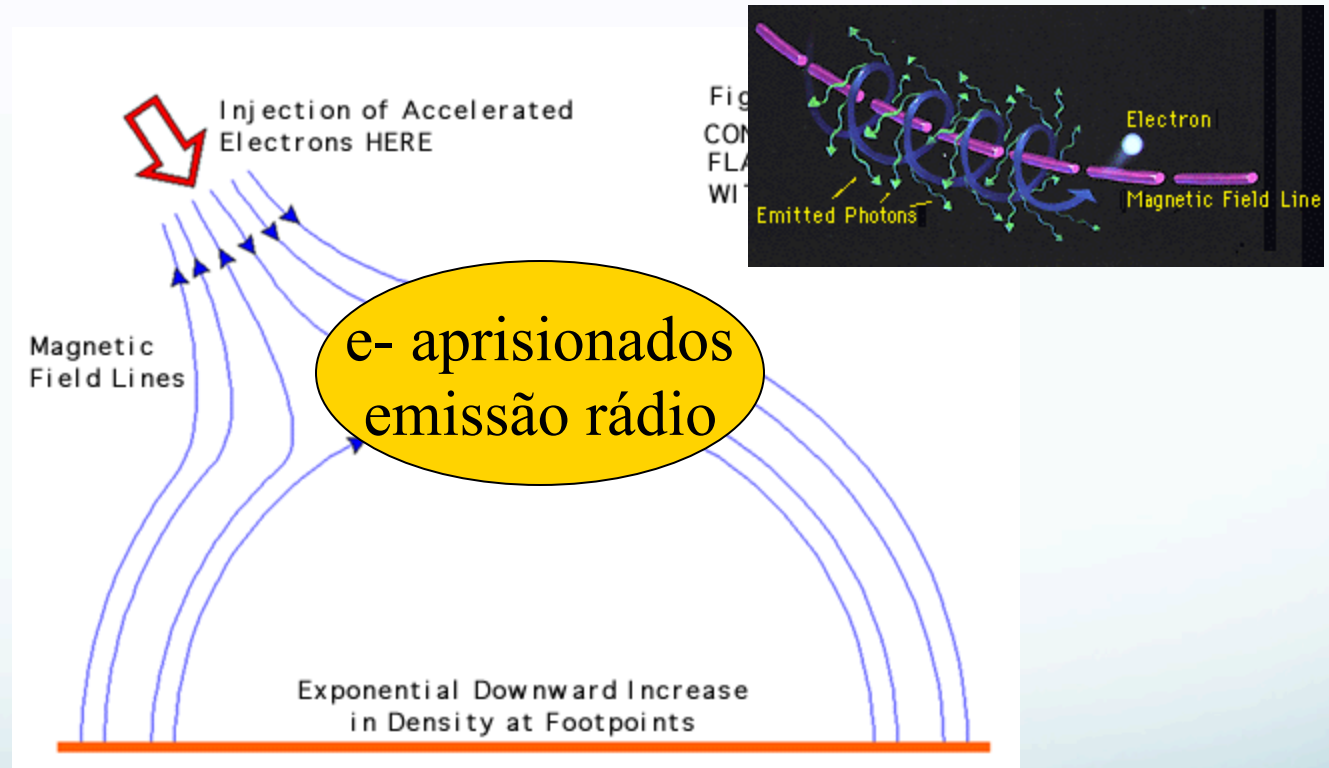
Estado estacionário

Arco magnético



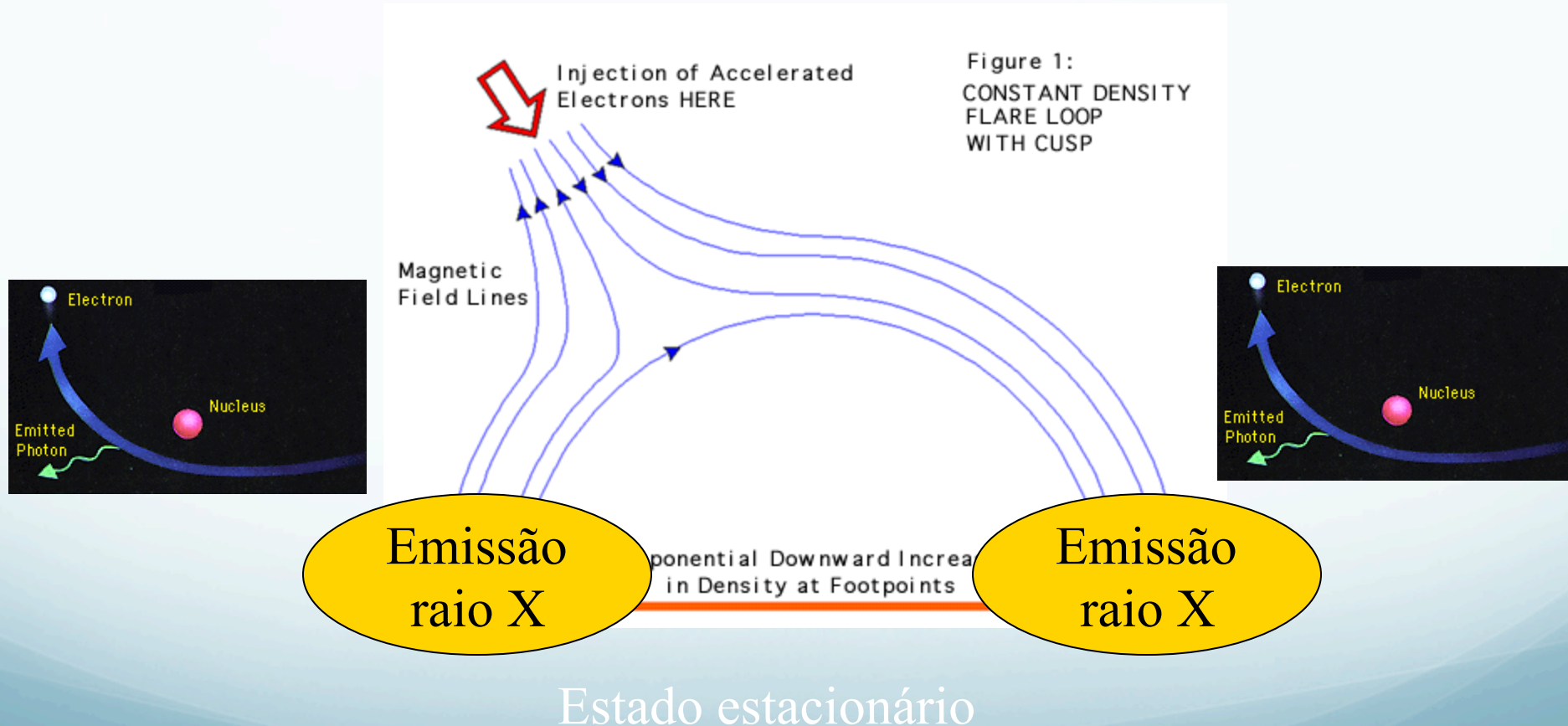
Estado estacionário

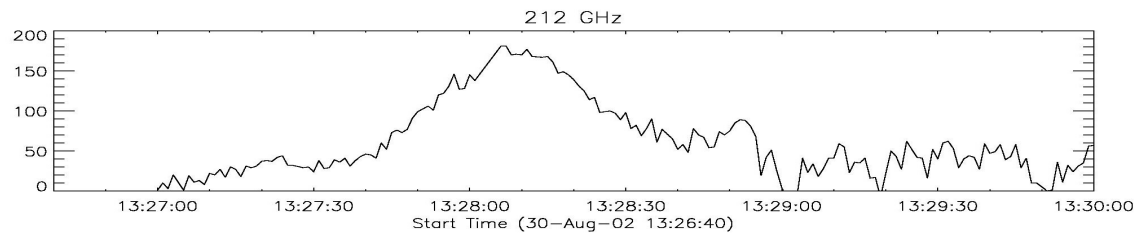
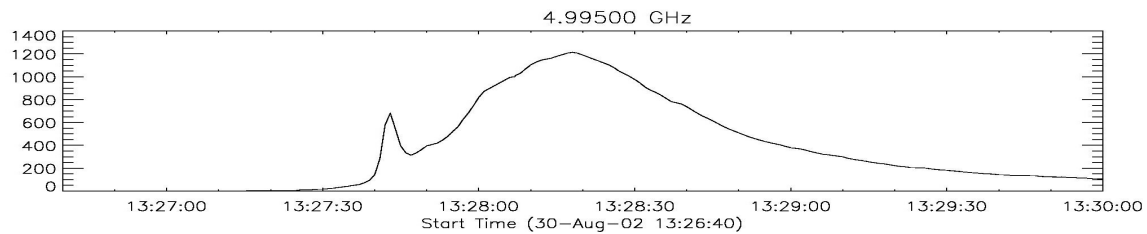
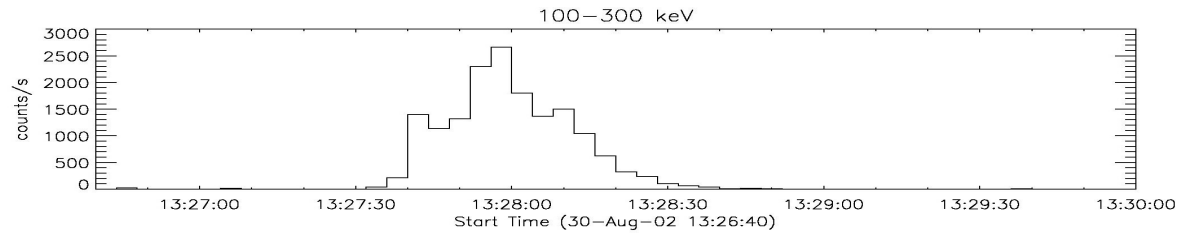
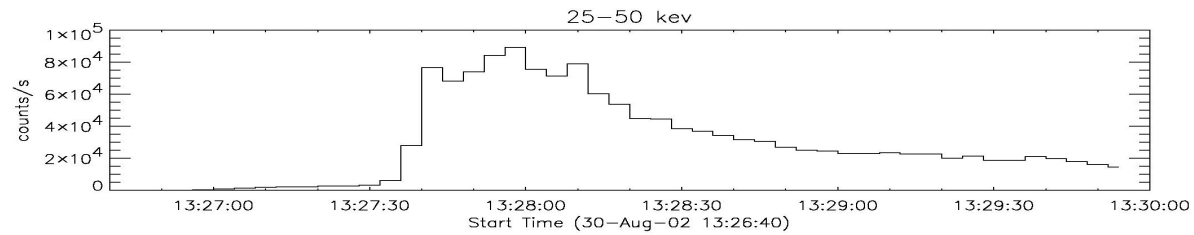
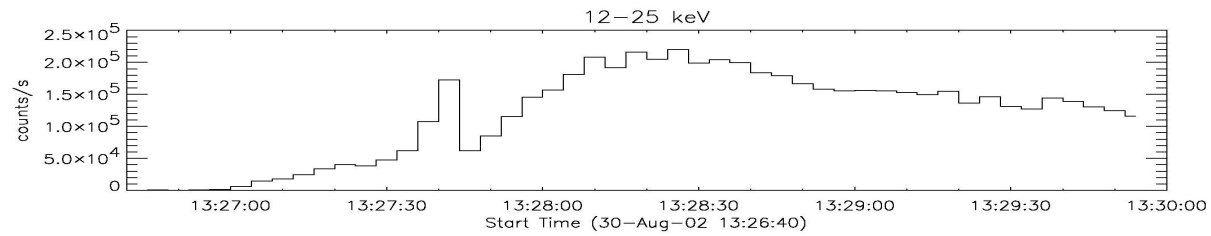
Arco magnético



Estado estacionário

Arco magnético



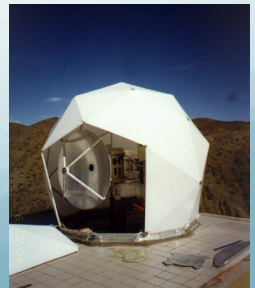


Raio-X
mole

Raio-X
duro

microonda

mm



POEMAS

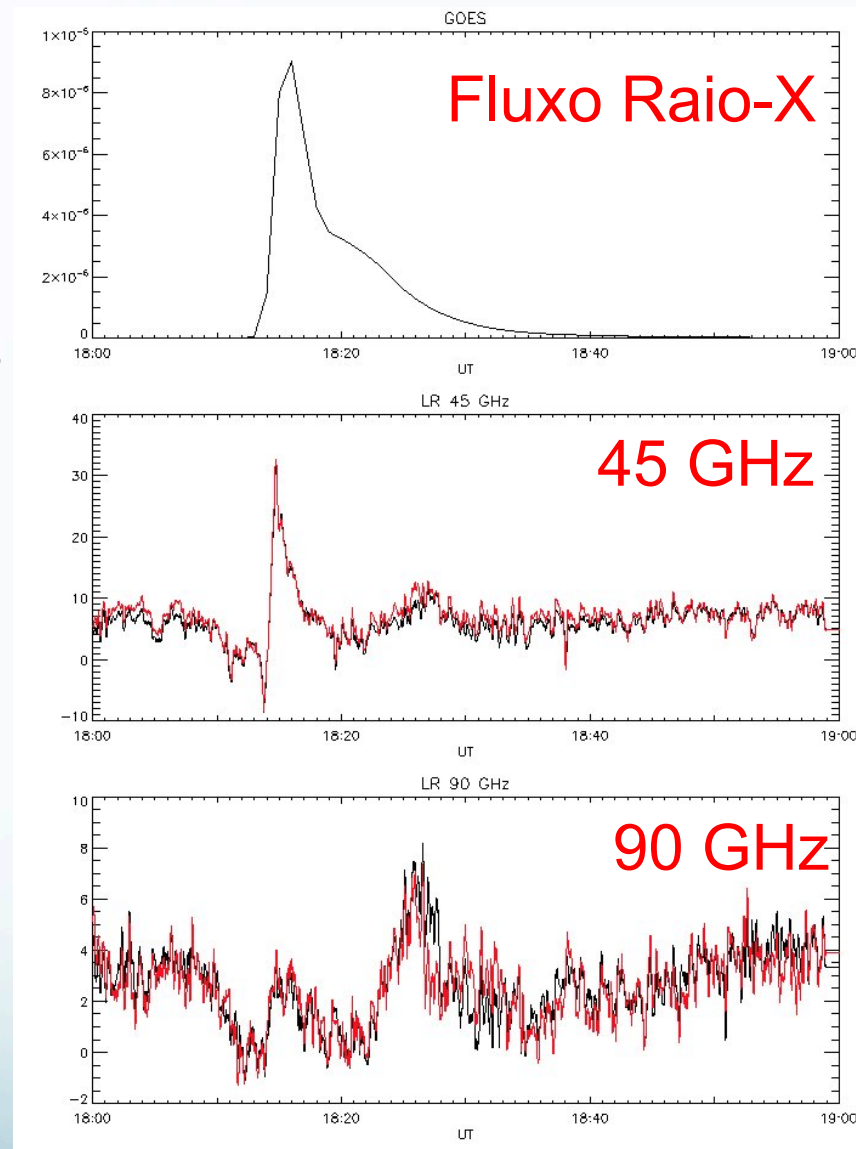
(Polarização da Emissão Milimétrica de Atividade Solar)



- Instalado nos Andes Argentinos em Novembro de 2011
- Opera em 2 frequências:
 - 45 GHz
 - 90 GHz
- Polarização circular
- Resolução temporal de 100 ms
- Monitoramento constante do Sol

POEMAS

- Detectou dezenas de explosões nos últimos 2 anos
- Análise da emissão em diferentes frequências de rádio permite identificar o mecanismo de aceleração das partículas e sua propagação nos arcos magnéticos solares.



Explosão de 25 Dez 2011

Questões

- Distribuição de temperatura e densidade da atmosfera solar (calma e regiões ativas)
- Previsão de quando ocorrerão:
 - explosões solares
 - ejeções de massa coronal
- Causas da atividade solar
 - configuração do campo magnético
 - como e onde energia das explosões é armazenada
 - mecanismo de aceleração das partículas

2000-04-26 16:29



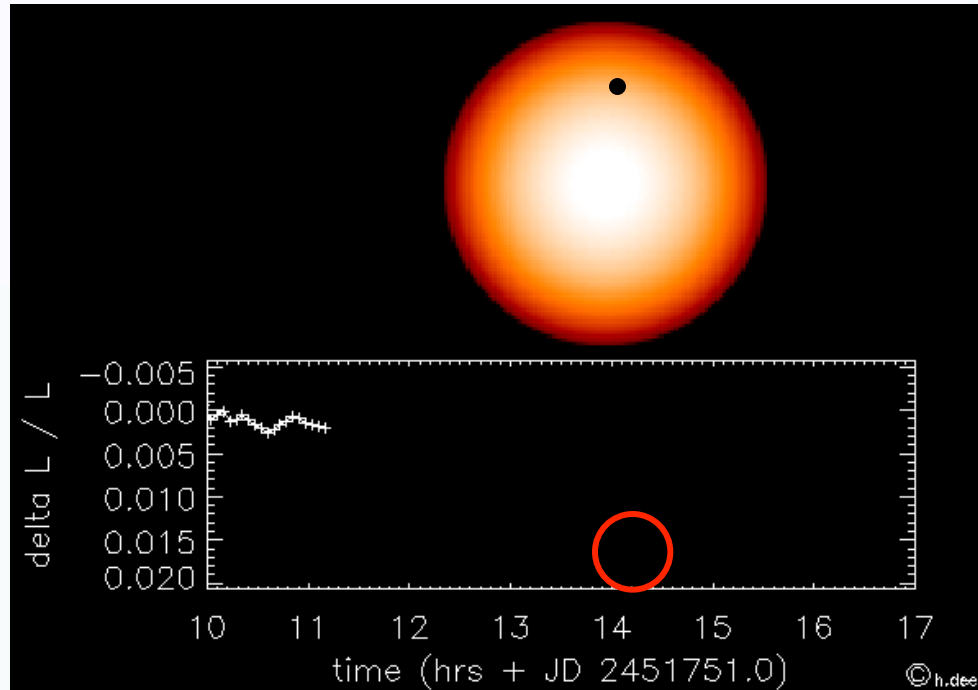
Atividade Estelar e Planetas Extrassolares



Trânsitos Planetários

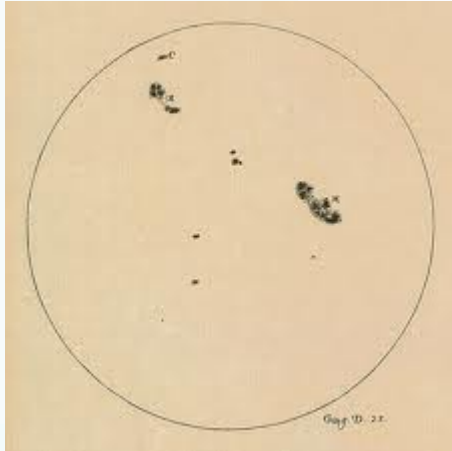
- Total de 1780 planetas descobertos orbitando outras estrelas (5-Abril-2014);
- 1131 (63%) of them transit their host star;
- Satélites:
 - CoRoT
 - Kepler: ~4000 candidatos
- Alunos:
 - Exoluas: detecção e estudo de estabilidade
 - Migração do planeta no disco planetário
 - Método eficiente de detectar pequenos trânsitos

Trânsitos planetários



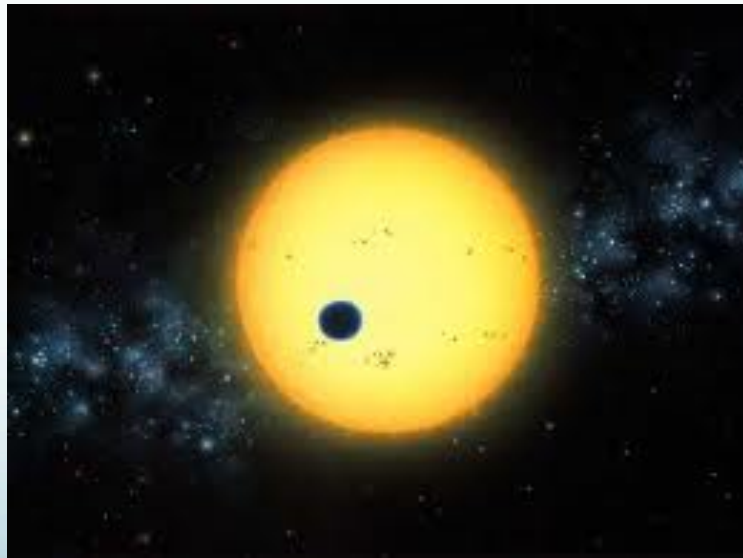
- Durante um destes trânsitos, o planeta pode passar em frente a uma mancha, ou grupo de manchas, e causar um sinal detectável na curva de luz da estrela.

Estudo de manchas estelares



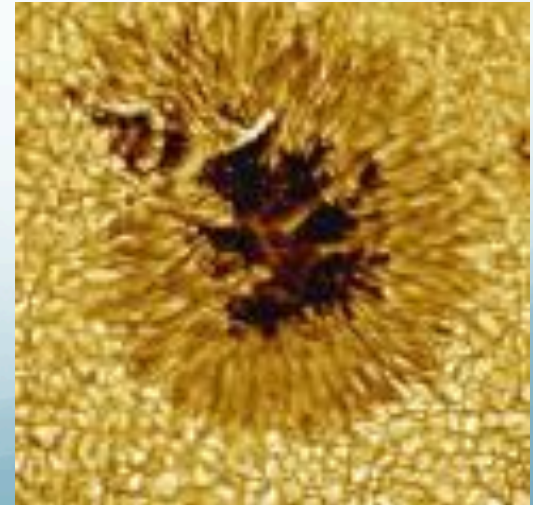
- Objetivo é analisar espacialmente a superfície da esrela e monitorar manchas individuais, como Galileu e Scheiner fizeram 400 anos atrás.
- Este estudo possibilita conhecer:
 - Período de rotação e rotação diferencial de estrelas;
 - Características das manchas;
 - Ciclos magnéticos.

Modelo de Trânsito Planetário

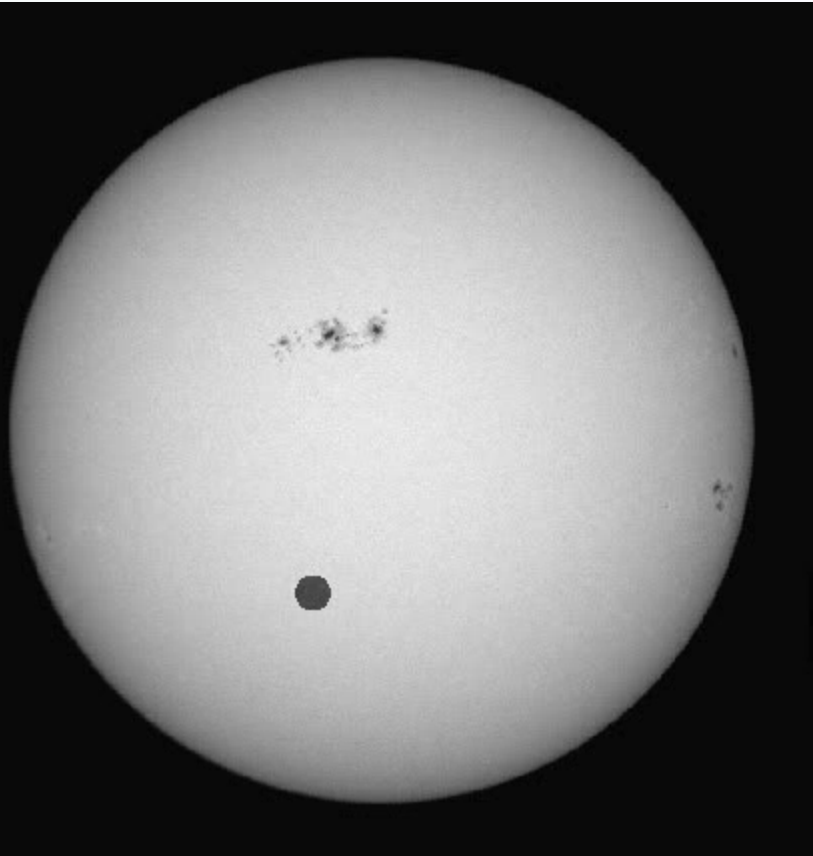


Starspots

- Método que simula um trânsito planetário: o planeta é utilizado como ponta de prova para o estudo de manchas (Silva, ApJ Letters, 585, L147-L150, 2003)
- Atividade estelar – determinação das características das manchas:
 - Tamanho (área da superfície estelar)
 - Intensidade – temperatura
 - Localização (long & lat)
- Propriedades estelares:
 - Período de rotação
 - Rotação diferencial
 - Ciclo de atividade



Modelo



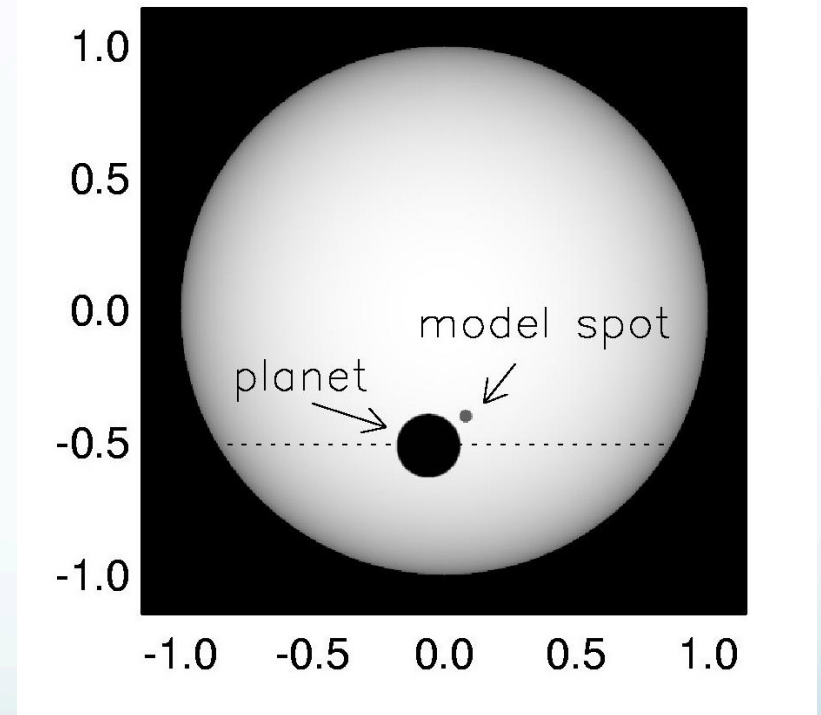
- **Estrela:** imagem sintetizada da fotosfera estelar com escurecimento de limbo
- **Planeta:** disco opaco de raio r/R_s
- Trânsito: a cada 2 min o planeta é centrando em uma posição na órbita circular (a_{orb}/R_s and i) com uma certa obliquidade χ
- Curva de luz é a soma de todos os pixels da imagem.

➤ Parâmetros de entrada: P_{orb} , r/R_s , a_{orb}/R_s , i , e χ

Modelo de manchas

➤ Mancha: 3 parâmetros:

- **Intensidade:** medida com relação ao centro do disco
- **Tamanho:** medido em unidades de raios planetários
- **Posição:** Longitude e Latitude (restritas à projeção do trânsito).



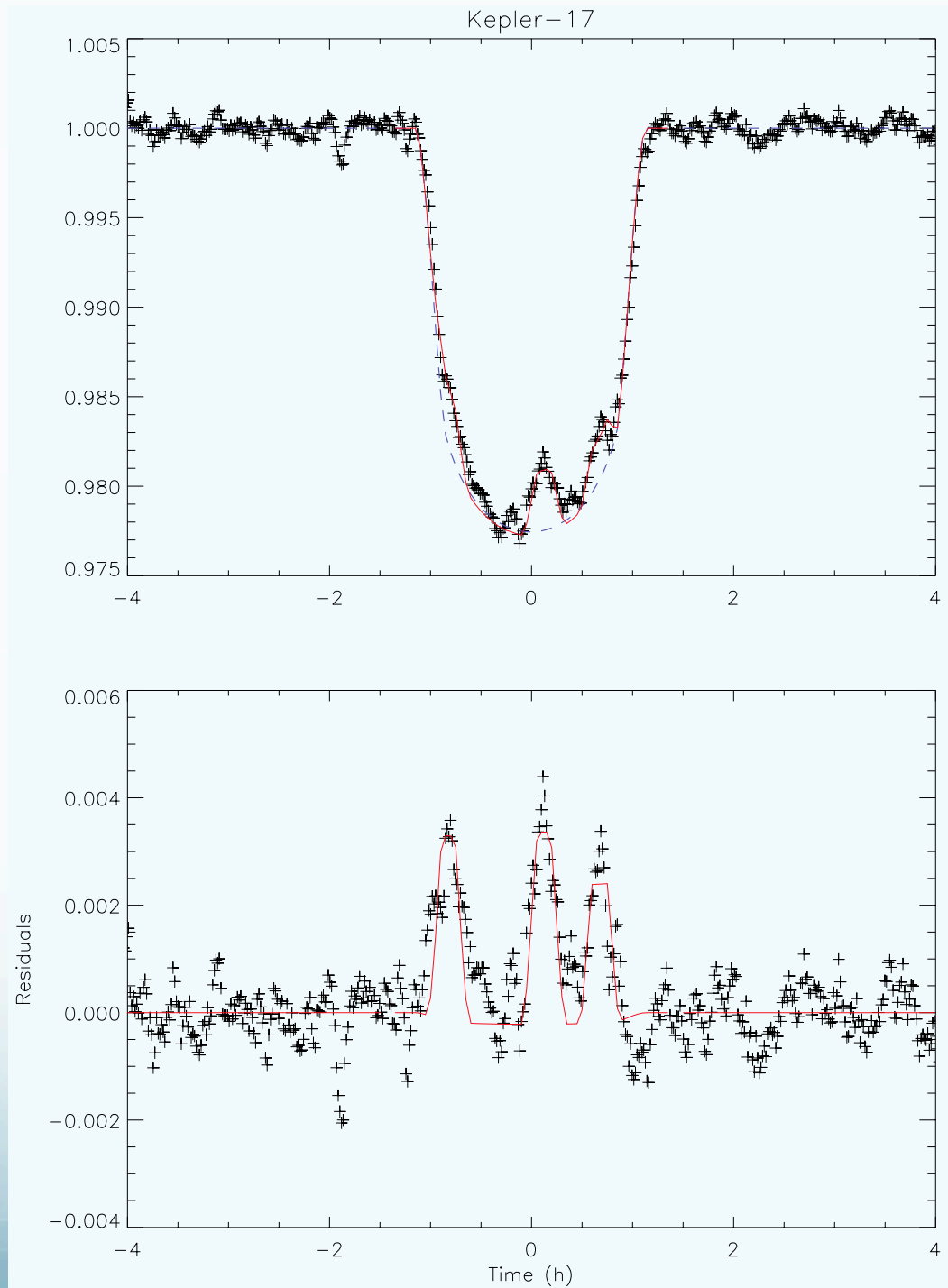
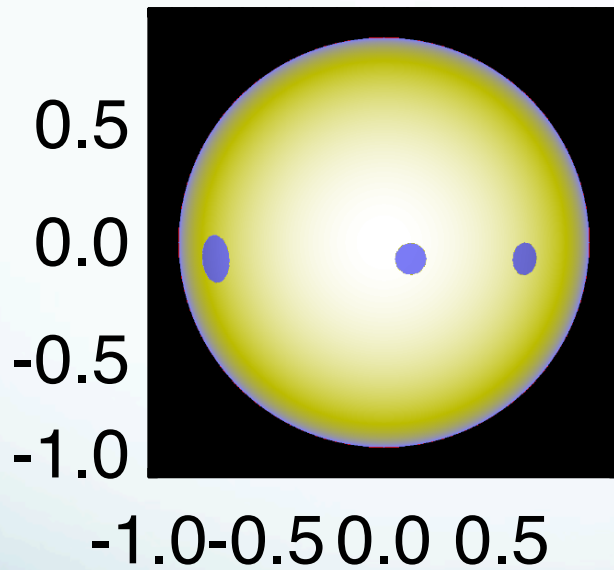
➤ Efeito de projeção no limbo incorporado

Sistemas estelares analizados

Star	CoRoT-2	CoRoT-4	CoRoT-5	CoRoT-6	CoRoT-8	CoRoT-18	Kepler-17
Spectral type	G7V	F8V	F9V	F9V	K1V	G9V	G2V
Mass (M_{sun})	0.97	1.10	1.0	1.055	0.88	0.95	1.16
Radius (R_{sun})	0.902	1.17	1.19	1.025	0.77	1.0	1.05
Prot (d)	4.54	8.87	26.6	6.35	21.7	5.4	12.28
Teff (K)	5625	6190	6100	6090	5080	5440	5781
Age (Gyr)	0.13-0.5	0.7-2.0	5.5-8.3	1.0-3.3	2.0-3.0	?	>1.78
Planet							
Mass (M_{jup})	3.31	0.72	0.467	2.96	0.22	3.47	2.45
Radius (M_{star})	0.172	0.107	0.120	0.117	0.090	1.31	1.312
Porb (d)	1.743	9.203	4.038	8.886	6.212	1.90	1.49
a (R_{star})	6.7	17.47	9.877	17.95	17.61	6.35	5.31
Latitude (°)	-14.6	0	-47.2	-16.4	-29.4	-22.8	-4.6

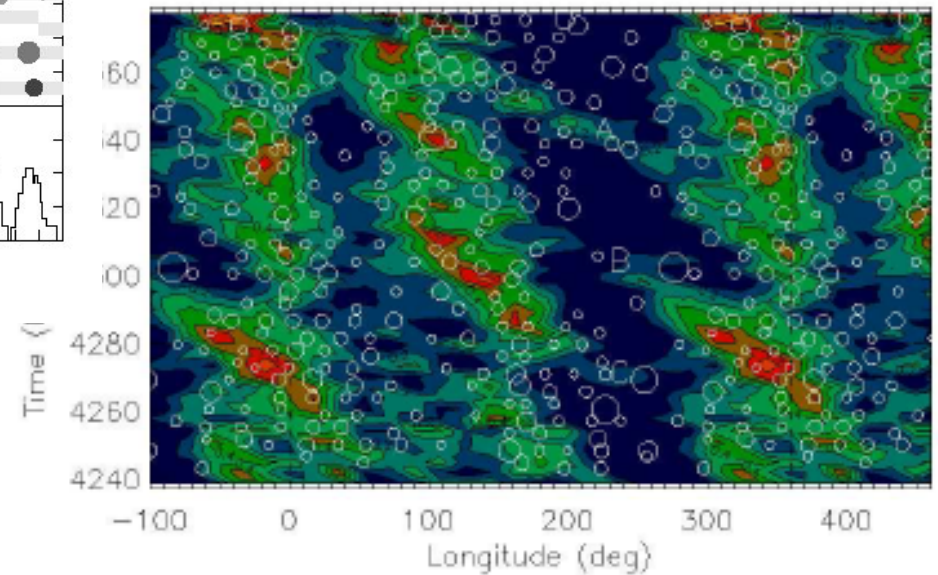
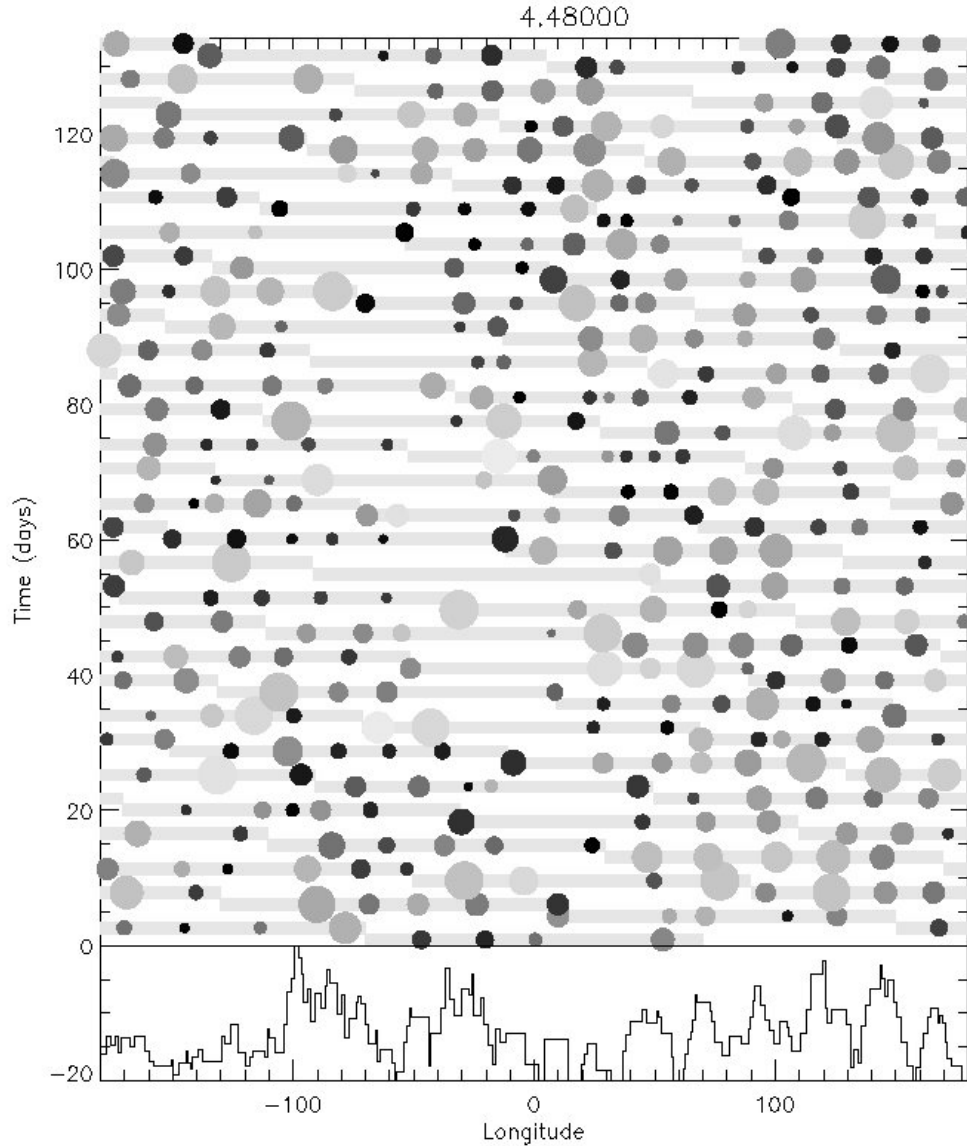
Ajuste dos dados

Kepler-17

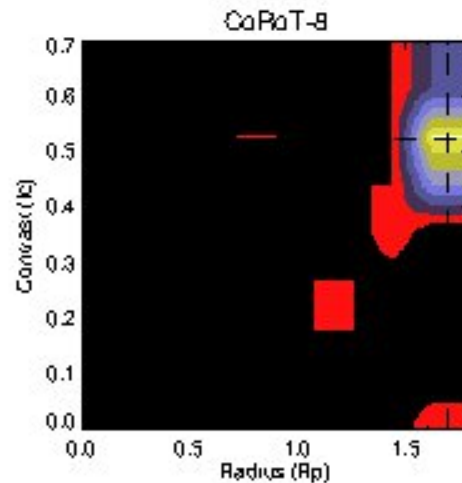
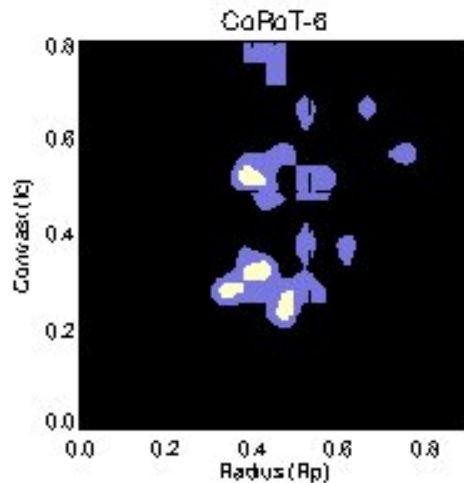
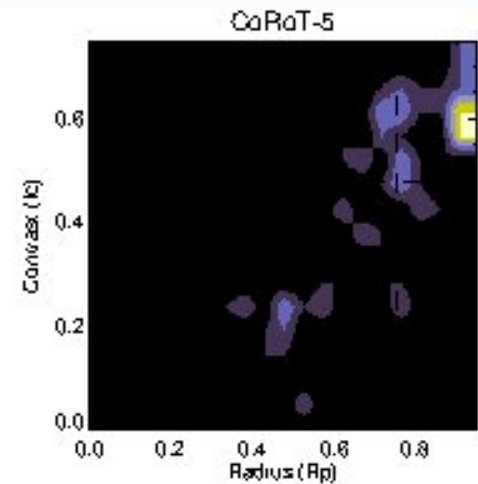
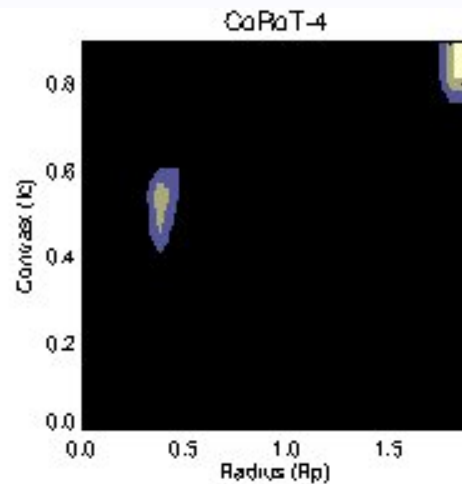
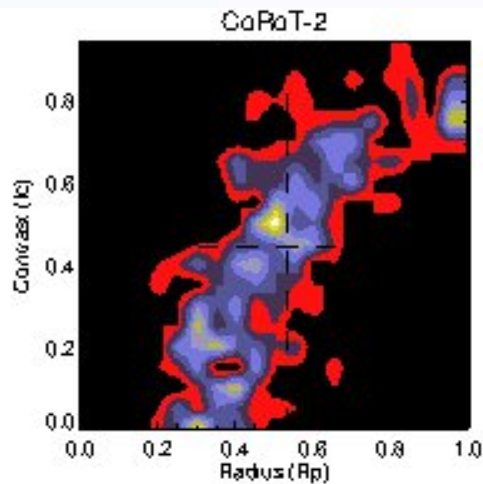


CoRoT-2

Lanza et al. (2009)



Resultados: tamanho X intensidade



Perfil de rotação (lat)

- Tipo solar (max no equador e min nos polos):

$$\Omega = A - B \sin^2(\alpha)$$

- onde

$$P = \frac{2\pi}{\Omega}$$

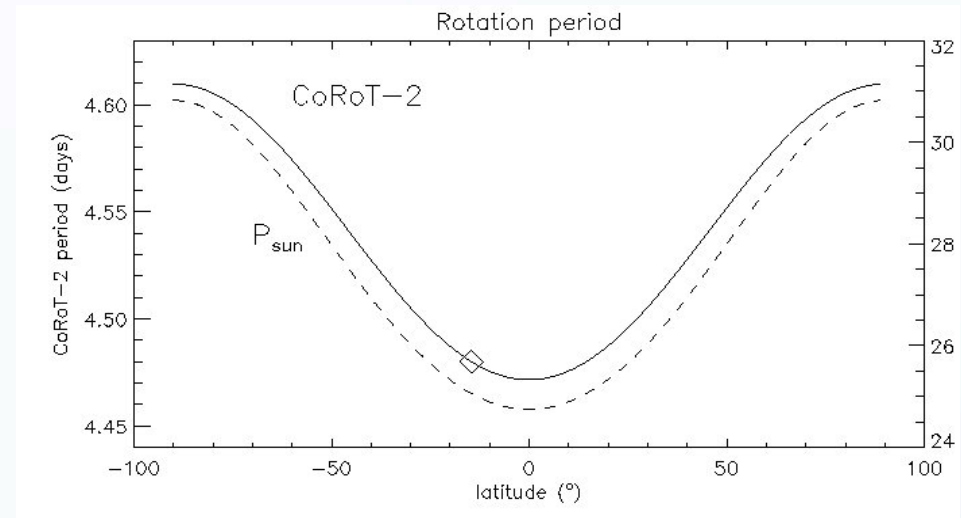
- Duas medidas:

- Período de rotação médio:

- Período na latitude α_1 (trânsito):

- Rotação diferencial: $\Delta \Omega$ (rd/d) = $\Omega_{\text{eq}} - \Omega_{\text{pole}}$

- Rotação diferencial relativa: $\Delta \Omega / \Omega$ (%)



$$\Omega_0 = \sqrt{A(A - B)}$$

$$\Omega_1 = A - B \sin^2(\alpha_1)$$

Rotação estelar

Star	CoRoT-2	CoRoT-4	CoRoT-5	CoRoT-6	CoRoT-8	CoRoT-18	Kepler-17	Sun
Mass (M_{sun})	0.97	1.10	1.0	1.055	0.88	0.95	1.16	1.0
Latitude ($^{\circ}$)	-14.6	0	-47.2	-16.4	-29.4	-22.8	-4.6	
P_{rot} (d)	4.54	8.87	26.6	6.35	21.7	5.4	12.28	27.6
$P_{\text{rot}}(\text{lat})$ (d)	4.48	8.71	26.49	6.08	21.42	5.14	11.8	
Diff Rot (rd/d)	0.042	0.026	0.103	0.101	0.014	0.16	0.038	0.050
Relat Diff Rot. (%)	3.04	3.64	42.9	10.2	4.94	13.7	7.4	22.1

Resumo

- Modelagem de pequenas variações nas curvas de luz das estrelas resultou em (Silva 2003, *ApJL*, 585, L147) :
 - Características físicas das manchas (tamanho, temperatura, localização – longitudes ativas, evolução/duração, cobertura da superfície)
- Trânsitos múltiplos:
 - Rotação estelar (Silva-Valio 2008, *ApJL*, 683, L179)
 - Rotação diferencial (Silva-Valio et al. 2010, *A&A*, 510, 25, Silva-Valio & Lanza 2011, *A&A*, 529, 36)

OBRIGADA!

Código IDL do programa **ECLIPSE** disponível em:
www.craam.mackenzie.br/~avalio/research.html