

**EVIDÊNCIA DE EMISSÃO SINCROTRÔNICA COERENTE DE MICRO-ONDAS POR
INSTABILIDADE TIPO "MICROBUNCHING"
EM EXPLOSÃO SOLAR**

Pierre Kaufmann^{1,2}, Jean-Pierre Raulin¹

1 - CRAAM/Mackenzie

2 - CCS/Unicamp

A descoberta de componente espectral distinta em explosão solar com intensidade crescendo com a frequência, com máximo na faixa THz, foi particularmente bem observada pelo Telescópio Solar para Ondas Submilimétricas (SST), El Leoncito, Argentina, no evento de 4 de novembro de 2003. Uma segunda componente de emissão, com máximo bem mais intenso em micro-ondas, foi observada simultaneamente pelo Owens Valley Solar Array, USA, trazendo sérias dificuldades de interpretação fazendo uso de modelos existentes de emissão. Os diferentes picos espectrais poderiam ser atribuídos a diferentes populações energéticas de elétrons aceleradas simultaneamente, muito embora não existam evidências que suportem esta sugestão. Por outro lado, as características da emissão explosiva nas duas faixas de frequência, aliadas ao espectro duplo, apresentam extraordinária semelhança com a emissão de radiação sincrotrônica coerente (CSR) produzida em aceleradores de laboratório por feixes de elétrons de alta energia ($E > 100$ MeV) submetidos a instabilidade por "microbunching". A componente THz seria atribuída a emissão sincrotron incoerente (ISR) de aglomerados de elétrons, e o CSR produzido quando o feixe é submetido a modulação em densidade com escalas de dimensão da ordem ou menor do que o comprimento de onda de emissão, emitindo potência proporcional a intensidade incoerente ao quadrado. A instabilidade "microbunching" se produz causando super-radiação coerente de banda larga na faixa cm-mm de comprimentos de onda, com pulsações superpostas cuja taxa de repetição e amplitude aumentam com fluxos maiores (ou correntes maiores em aceleradores), exatamente como se observa nas explosões solares em micro-ondas. A adoção desta sugestão atenderia a algumas questões até agora não esclarecidas em explosões solares, como a discrepância do número total de elétrons necessários para produzir emissões nas faixas de raios-X e de micro-ondas. Esta interpretação requer a observação do espectro completo das explosões solares na faixa THz, desconhecido para a maioria das explosões solares.

OBSERVATION AND ANALYSIS OF SOLAR LOOP NONLINEAR OSCILLATIONS

Reinaldo Roberto Rosa¹, Marian Karlick², Ademilson Zanandrea³,

Francisco Carlos Rocha Fernandes¹

1 - INPE

2 - Ondrejov Observatory, Chzech Republic

3 - Instituto Tecnológico de Aeronautica - Centro Tecnico Aeroespacial

Solar magnetic loop structures can exist in a broad range of spatio-temporal scales and their mutual interactions are described by nonlinear processes of magnetic reconnection triggered as a secondary regime by a primary MHD instability. From the application of wavelet analysis on decimetric time series as a counterpart of spatio-temporal flare loop observations we derive, using Tajima's model for quasi-periodic MHD coalescence, possible ranges of minimum Sagdeev potential. From this parameter we obtain the Alfvén period of nonlinear oscillation for a typical mutual solar loop interaction observed by SOHO and TRACE. We found that the loop interaction scales involves nonlinear oscillations ranging from milliseconds up to hours. Physically, it can be interpreted as a scaling free and a self-correlated intermittent stochastic process. Based on the Tajima's mutual loop interaction model, we found that for small values of the Alfvén period involved, with an upper limit of 0.5 s, more than 80% of the magnetic energy must be transformed into the kinetic nonlinear oscillating energy.

**ANALYSIS OF THE SOLAR LIMB BRIGHTENING AT EUV
WAVELENGTHS FROM 1996 TO 2004**

**Antonio Carlos Varela Saraiva¹, Carlos Guillermo Giménez de Castro², Joaquim Eduardo
Rezende Costa¹
1 - CRAAM/INPE
2 - CRAAM/Mackenzie**

We present, for the first time, daily measurements of the solar limb brightening at the transition region/coronal lines of He II $\lambda 304 \text{ \AA}$ and Fe IX,X $\lambda 171 \text{ \AA}$, observed by the Extreme Ultraviolet Imager Telescope (EIT) on board the SOHO satellite. We have determined the brightening ring's intensity and width for every day with available data since 1996 until 2004, about the complete solar cycle XXIII. From every calibrated 2D image, radial profiles every 0.5° were obtained and a gaussian fit to these 1D limb brightenings was applied. The amplitude and sigma determined by the fittings represent the intensity and width of the limb brightenings. After correcting the data by the satellites's orbit, we found periodic variations of both intensity and width. For the Fe IX,X line we found a one year variation, and for the He II line we found a six month variation, synchronized with the Fe IX,X line. The intensity of the limb brightening shows a dependence with the longitude, being 20% more intense in the Equatorial region than in the Poles. We compared our results with similar works made with radio continuum observations at 17 GHz, and we found a very good correlation with the periodicity at the Fe IX,X line. We discuss possible mechanisms that could modulate the EUV emission.

MODELO 3D DA ATMOSFERA SOLAR ACIMA DE REGIÕES ATIVAS

**Caius Lucius Selhorst^{1,2}, Joaquim Eduardo Rezende Costa^{1,2},
Adriana Válio Roque Silva²
1 - CRAAM/INPE
2 - CRAAM/Mackenzie**

São apresentados os resultados parciais de um modelo em 3 dimensões da atmosfera solar acima de regiões ativas. Regiões ativas são locais com campos magnéticos intensos, onde a emissão em rádio frequências provém do bremsstrahlung dos elétrons térmicos, além da emissão devida à giro-ressonância. O modelo considera as distribuições de temperaturas, densidades de elétrons e prótons da atmosfera solar, bem como a estrutura magnética desta atmosfera. Para a construção do modelo, as linhas de campo magnético foram obtidas a partir da extrapolação livre de força das medidas de magnetogramas obtidos pelo MDI (SOHO). O resultado é um cubo com as linhas do campo magnético local. Ao redor destas linhas de campo formam-se tubos de fluxo magnético com densidades e temperaturas distintas dos valores presentes na atmosfera ambiente. Assim, as regiões da atmosfera permeadas pelos tubos de fluxo tiveram também alteradas suas densidades e temperaturas. O modelo se estende por um volume de $500 \times 500 \times 200 \text{ arcsec}^3$, e tem como parâmetros variáveis as distribuições de densidades e temperaturas dos tubos de fluxo magnético, e também a espessura destes. Para cada coluna do cubo atmosférico perpendicular à superfície do Sol, foram resolvidas as equações de transporte radiativo em 17 GHz, para as emissões bremsstrahlung e de giro-ressonância, fornecendo uma matriz de $500 \times 500 \text{ arcsec}^2$. As matrizes obtidas foram comparadas com as observações destas regiões ativas em 17 GHz obtidas pelo Rádio Heliógrafo de Nobeyama (NoRH), a fim de obter os parâmetros físicos que melhor representam as regiões ativas. Para reproduzir uma região ativa, cuja temperatura de brilho máxima observada pelo NoRH em 17 GHz foi de $\sim 5 \times 10^4 \text{ K}$, e com um módulo máximo do campo magnético observado pelo MDI de 1800 G, o modelo precisa de tubos de fluxo magnético com espessura de 2500 km, densidade eletrônica de $8 \cdot 10 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$, e temperaturas entre 1,0 e $2,4 \times 10^6 \text{ K}$.

**15 ANOS DE INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE SOLAR EM ONDAS DECIMÉTRICAS COM O
BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE (BSS)**

**Francisco C. R. Fernandes¹, José R. Cccatto¹, Cláudio Faria^{2,1},
Maria C. Andrade¹, Hanumant S. Sawant¹**

1 - INPE

2 - PUCMINAS

O "Brazilian Solar Spectroscop" (BSS), único rádio-espectrógrafo dedicado às observações solares em operação no hemisfério sul ocidental, foi desenvolvido no INPE, a partir de 1990. O BSS opera em conjunto com uma antena parabólica de 9 metros de diâmetro. Até 1994, este instrumento operou numa banda estreita em frequência (1500-1700 MHz) e com um sistema analógico de aquisição de dados em filme fotográfico. A partir de 1996, após uma completa modernização do instrumento, foram iniciadas as observações em banda larga (1000-2500 MHz). As principais características de operação do BSS são: alta resolução temporal (10-1000 ms), alta resolução espectral (3-10 MHz), alta sensibilidade (3 s.f.u.), aquisição digital dos dados em até 100 canais de frequência, preciso de tempo absoluta de 3 milissegundos e visualização dos espectros dinâmicos em tempo quase-real (5 minutos). Durante esses 15 anos de operação, foram realizadas mais de 5000 horas de observação e registradas quase 750 explosões solares, muitas apresentando estruturas finas inéditas na faixa decimétrica. Neste trabalho, apresentamos detalhes da instrumentação do BSS, as propostas de modernização para manter sua competitividade científica e as principais contribuições do instrumento na investigação da atividade solar nestes 15 anos. Entre os resultados científicos mais significativos a serem apresentados podemos destacar a determinação da altura da região de aceleração das partículas energéticas aceleradas durante os "flares" solares, a estimativa de campo magnético nas fontes de rádio-emissão decimétrica nos "loops" magnéticos, a presença de estruturas finas associadas com a fase pré-impulsiva de "flares" solares e a associação de emissão decimétrica com o lançamento de ejeções de massa coronal.