

INVESTIGAÇÃO DOS PERFIS TEMPORAIS DE ALTA RESOLUÇÃO DE EXPLOSÕES SOLARES TIPO-III DECIMÉTRICAS

J.R. Cecatto¹, F.C.R. Fernandes¹, H.S. Sawant¹, F.R.H. Madsen¹
1- DAS/INPE

Explosões solares tipo-III indicam a presença de feixes de elétrons acelerados durante "flares" solares. Sua investigação fornece informações tanto sobre os processos de aceleração de partículas quanto das características do agente causador e do local de aceleração. Explosões tipo-III decimétricas são geradas por feixes de elétrons viajando através de arcos magnéticos densos da baixa coroa solar. Os perfis temporais destes fenômenos, quando tomados com alta resolução, informam sobre os mecanismos de aceleração de partículas do feixe e o meio de transporte da energia liberada a partir da região de aceleração. Usando o Brazilian Solar Spectroscop (BSS), em operação no INPE, foram registradas dezenas de explosões tipo-III decimétricas, dentro da faixa de 2050-2250 MHz com alta resolução temporal (20 ms), em 13 de setembro de 2001, entre 13: 00 e 16: 10 UT. Foram selecionadas 10 explosões isoladas para uma investigação estatística detalhada de seus perfis temporais, em todos os cerca de 50 canais de frequência. Os resultados indicam que cerca de 70 % dos perfis temporais são complexos tanto durante a subida quanto descida. Os 30 % restantes indicam que os perfis da subida podem ser bem representados, na maioria dos casos, por um processo não-linear e uma parcela significativa por processos lineares. Os perfis temporais da descida são dominados por um decaimento não-linear. Neste trabalho, será efetuada uma análise dos perfis temporais, tanto durante a subida quanto descida do fluxo, para as explosões selecionadas, em termos dos prováveis mecanismos de aceleração e relaxamento.

SIMULAÇÃO DE EJEÇÕES DE MASSA CORONAL

M. A. Corsini^{1,2}, Adriana V. R. Silva²
1 - DAS/INPE
2 - CRAAM/Mackenzie

Ejeções de massa coronal (EMC) são bolhas gigantes de gás permeadas por campos magnéticos que são ejetadas do Sol durante um período de várias horas. Caso estas ejeções atinjam a Terra, geralmente, causam uma série de distúrbios às comunicações de longa distância e navegação, além de danos a satélites e transformadores. Portanto, é desejável que sejamos capazes de prever quando estas ejeções atingirão a Terra. Para tanto, é necessário um bom entendimento dos mecanismos causadores das ejeções e, principalmente, de como se dá a propagação das EMC e sua interação com o vento solar que permeia o meio interplanetário. Nesse sentido foi desenvolvido um programa computacional para resolver as equações MHD (Magneto-Hidro-Dinâmica) que regem a evolução das EMC. Primeiramente foram estabelecidas as condições necessárias para descrever o vento solar, no estado estacionário, que permeia todo o meio interplanetário. Num primeiro momento, resolveu-se o sistema de equações para o caso do vento isotérmico, conhecida como a solução de Parker, a fim de testarmos o modelo. Então, foi considerado o caso do vento solar com temperatura variável no meio interplanetário. Este resultado foi utilizado como a base de nosso sistema em seu instante inicial. Posteriormente foram feitas as considerações necessárias para descrever a propagação da Ejeção de Massa Coronal. As EMC foram simuladas como um aumento de densidade e temperatura local na coroa solar. A órbita e a posição da Terra foram incluídas no sistema. Os dados gerados possibilitaram uma análise da evolução da EMC pelo meio interplanetário até encontrar-se com a Terra. Os perfis de densidade e temperatura a 1 Unidade Astronômica são comparados com os dados de satélites reportados na literatura.

ESTIMATIVA DE IMAGENS SOLARES SOHO ATRAVÉS DE REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

Maria Conceição de Andrade¹, Francisco C. R. Fernandes¹, José Roberto Cecatto¹, Atair Rios Neto², Reinaldo Roberto Rosa²,
Hanumant S. Sawant¹
1 - DAS/INPE
2 - LAC/INPE

A Rede Neural Artificial (RNA), no âmbito da teoria computacional, constitui uma teoria emergente que, por possuir habilidade em aprender a partir de dados de entrada, encontra diferentes aplicações em diferentes áreas. Um exemplo é a utilização de RNA na caracterização de padrões associados à dinâmica de processos espaço-temporais relacionados a fenômenos físicos não-lineares. Para obter informações sobre o comportamento destes fenômenos físicos utiliza-se, em diversos casos, seqüências de imagens digitalizadas, onde a caracterização de alguns fenômenos espaço-temporais é o procedimento mais viável para descrever a dinâmica das regiões ativas do Sol. Com base em imagens observadas por telescópios a bordo de satélites, estudos de previsão de eventos solares podem ser programados, permitindo prever

possíveis efeitos posteriores nas regiões mais próximas da Terra (tempestades geomagnéticas e irregularidades ionosféricas). Neste trabalho avaliamos o desempenho da RNA para estimar padrões espaço-temporais, ou seja, imagens solares em ultravioleta, obtidas através do telescópio a bordo do satélite SOHO. Os resultados mostraram que as RNA conseguem generalizar os padrões de maneira satisfatória sem perder de forma significativa os principais aspectos da configuração global da atmosfera solar, comprovando a eficácia da RNA como ferramenta para esse tipo de aplicação. Portanto, este trabalho comprova a viabilidade de uso desta ferramenta em projetos voltados ao estudo do comportamento solar, em trabalhos do grupo de Física do Meio Interplanetário (FMI) na DAS e em programas desenvolvidos pelo Núcleo de Simulação e Análise de Sistemas Complexos (NUSASC) do Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada (LAC) do INPE.

PAINEL 173

INVESTIGATION OF APRIL 4TH, 2002 SOLAR FLARE OBSERVED SIMULTANEOUSLY IN X-RAYS AND DECIMETRIC WAVELENGTHS

Francisco C. R. Fernandes¹, Hanumant S. Sawant¹, José Roberto Cecatto¹, Maria Conceição de Andrade¹, Sharad R. Kane², Marian Karlický³, Hana Meszarosova³

1 - DAS/INPE

2 - SSL/UC Berkeley - USA

3 - Ondrejov Observatory - Czech Republic

The Brazilian Solar Spectroscop (BSS) is in operation at INPE, in conjunction with a 9-m diameter antenna. BSS operates in the decimetric frequency range (1000-2500 MHz) with high temporal (10-1000 ms) and spectral (3 MHz) resolutions and the absolute timing accuracy of less than 3 ms. Data can be digitized up to 100 frequency channels. From March 2002, a couple of solar flares were simultaneous observed in X-rays by the "Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager" (RHESSI) satellite and in radio frequencies by the BSS and by the Ondrejov Solar Spectrographs (OSS). These flares have been selected for multi-spectral investigations. The limb flare observed on April 4th, 2002, around 15: 28 UT was investigated. Hard X-ray and high frequency decimetric narrow-band (< 200 MHz) type III-like radio bursts have been observed in association with the impulsive phase of this flare. The analysis of the RHESSI X-ray images indicates that the flare occurred behind the south-east solar limb (~ 6°). The estimated occultation height was ~4000 km. The X-ray spectrum (8-30 keV) was consistent with a power-law slope with a negative exponent of ~-6. These results are presented and discussed. Moreover, we complement the analysis of the flare of 4th April, 2002, by including studies of correlation between radio structures and X-ray emission. A possible connection with the plasmoid injection is also investigated, since the observation of the limited frequency slowly drifting structures, as recorded by BSS and OSS, is an evidence that the type III-like bursts were generated inside the plasmoid.

PAINEL 174

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA EXPLOSÃO SOLAR DE 06 DE JUNHO DE 2000 APRESENTANDO ESTRUTURAS FINAS EM RÁDIO FREQUÊNCIAS

Francisco C. R. Fernandes¹, Hanumant S. Sawant¹, José Roberto Cecatto¹, Alessandro G. Caracini¹, Hari O. Vats², Marian Karlický³

1 - DAS/INPE

2 - PRL - India

3 - Ondrejov Observatory - Czech Republic

Em 06 de junho de 2000 (~15: 00-17: 00 UT), o Brazilian Solar Spectroscop (BSS) registrou uma explosão solar intensa no intervalo de frequência de (1000-2000) MHz, com alta resolução temporal (100 ms) e espectral (5 MHz). A atividade solar relacionada a esta explosão associada à região ativa (AR) 9026 e classificada como X2.3 foi grande. O Ondrejov Observatory registrou rádio emissões até 4,5 GHz. O satélite SOHO registrou uma série de erupções solares, incluindo uma Ejeção de Massa Coronal (CME) tipo "full-halo" (~15: 54 UT). Explosões tipo II/IV também foram registradas. Na faixa de ondas decimétricas, este evento apresentou dois picos distintos (~15: 21 UT e ~16: 42 UT). O primeiro pico coincide com a explosão registrada em raios-X moles (GOES) e em raios-X duros (Yohkoh). Os espectros dinâmicos com alta resolução do BSS revelaram várias estruturas finas, principalmente emissões tipo "zebra" e "fibra", rádio pulsações, emissões tipo III e do único caso de emissões "zebra" harmônicas observado na faixa decimétrica. Neste trabalho, analisamos a evolução temporal e o comportamento global do evento de 06 de junho de 2000, com ênfase na identificação e associação da ocorrência de cada tipo de estrutura fina registrada em rádio com cada etapa da explosão. Resultados preliminares mostraram que, na fase pré-flare, as estruturas finas apresentaram taxa de deriva negativa (~ 70-190 MHz/s). As emissões tipo "zebra" concentram-se na fase de descida do primeiro pico impulsivo e na de subida do segundo pico. Enquanto que as emissões tipo "fibra" ocorrem em ambas fases, mas preferivelmente durante a fase de descida. Os resultados serão apresentados e discutidos.

THE EFFECT OF RANDOM MATTER DENSITY PERTURBATIONS ON THE LARGE MIXING ANGLE SOLUTION TO THE SOLAR NEUTRINO PROBLEM

Marcelo M. Guzzo¹, Pedro Cunha de Holanda¹, Norma Reggiani²

**(1) Instituto de Física 'Gleb Wataghin'
Universidade Estadual de Campinas**

**(2) Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias
Pontifícia Universidade Católica de Campinas**

The neutrino energy spectrum observed in KamLAND is compatible with the predictions based on the Large Mixing Angle realization of the MSW (Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein) mechanism, which provides the best solution to the solar neutrino anomaly. From the agreement between solar neutrino data and KamLAND observations, we can obtain the best fit values of the mixing angle and square difference mass. When doing the fitting of the MSW predictions to the solar neutrino data, it is assumed the solar matter do not have any kind of perturbations, that is, it is assumed the matter density monotonically decays from the center to the surface of the Sun. There are reasons to believe, nevertheless, that the solar matter density fluctuates around the equilibrium profile. In this work, we analysed the effect on the Large Mixing Angle parameters when the density matter randomly fluctuates around the equilibrium profile, solving the evolution equation in this case. We find that, in the presence of these density perturbations, the best fit values of the mixing angle and the square difference mass assume smaller values, compared with the values obtained for the standard Large Mixing Angle Solution without noise. Considering this effect of the random perturbations, the lowest island of allowed region for KamLAND spectral data in the parameter space must be considered and we call it very-low region.

OBSERVAÇÃO DO ABRILHANTAMENTO DE LIMBO SOLAR E DE ESTRUTURAS FILAMENTARES EM 48 GHz UTILIZANDO A TÉCNICA DE REGULARIZAÇÃO ADAPTATIVA

Will R.S. Machado¹, Nelson Mascarenhas¹, Joaquim E.R. Costa^{2,3}, Adriana V.R. Silva^{3,4}

1 - UFSCAR - Univ. Federal de São Carlos - Depto de Computação

2 - INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

3 - CRAAM - Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie

4 - UPM - Universidade Presbiteriana Mackenzie

O radiotelescópio do Itapetinga tem sido utilizado em campanhas de observações de explosões solares gerando um grande número de mapas diários em 48 GHz como sub-produto destas observações. A resolução espacial do telescópio de 14m do Itapetinga nesta frequência é de aproximadamente dois minutos de arco. Estruturas de interesse para análise da atmosfera solar quiescente tais como os filamentos e o anel de abrilhantamento do limbo são de dimensão angular moderada da ordem ou ligeiramente menores que a resolução do telescópio. É conhecido que a convolução da função de espalhamento do telescópio, PSF (padrão de ganho do feixe) borra as estruturas de dimensão angular abaixo do HPBW (largura a meia potência do feixe) e portanto é comum a busca por técnicas de restauração que eliminem pelo menos em parte este borramento. Estudamos a restauração destas radioimagens usando a técnica de regularização adaptativa e os resultados ressaltam estas estruturas espaciais de pequeno contraste. O algoritmo da regularização adaptativa faz uso de k imagens, chamadas protótipos, obtidas através da variação de parâmetros de um filtro de regularização. Para controle da qualidade da restauração utilizamos uma imagem de alta resolução espacial obtida na linha H- α e a PSF do Itapetinga para borrá-la. Pequenos desvios, entre a PSF utilizada para o borramento e a PSF utilizada na restauração, produziram alguns desvios notáveis na imagem restaurada porém a adição de ruído nas simulações de restauração foram mais influentes no cálculo da rugosidade da imagem e portanto mais limitante para a restauração. Apresentamos como nosso primeiro resultado uma imagem em 48 GHz com a presença clara do abrilhantamento de limbo que não estava evidente na imagem original e traços de estruturas filamentosas, porém ainda sem grande evidência.

MICROSCOPIC DECIMETRIC RADIO FINE STRUCTURES ASSOCIATED WITH SOLAR CHROMOSPHERIC IRREGULARITIES IN DENSITY

Felipe R. H. Madsen¹, Francisco C. R. Fernandes¹, José Roberto Cecatto¹, Hanumant S. Sawant¹

1-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DAS/INPE)

Brazilian Solar Spectrocope (BSS), operating in the frequency range of (1000-2500) MHz with high time and frequency resolutions for the last ten years, has observed various fine structures showing intensity variations as a function of time and frequency. Various types of plasma effects explain many of these fine structures. We have analysed a group of fine

structures observed by BSS from August to October/2001 associated with decimetric type III bursts, showing variation of intensity as a function of frequency and curvatures in the time-frequency plane. In particular, decimetric type III bursts presented emission gaps over 50-100 MHz, and curvatures at the low frequency edge. These fine structures can be explained as a propagation effect. We suggest that these structures are the signatures of the chromospheric inhomogeneities lying in the line-of-sight path between the observer and the radio source. For the emitted frequencies lower than the plasma frequencies of the density inhomogeneities, there will be absorption over a certain band, corresponding to the dimension of the inhomogeneities. The curved like structures are due to the interaction of the waves with the medium. The waves are dispersed since each small range of frequencies travels at a slightly different velocity. Some of the obtained results for the dimensions of the irregularities are of the order of 10^2 10^3 km. The density excess of the inhomogeneities responsible for the curvatures at the low frequency edge is associated with propagation delays of the order of 300 ms.

PAINEL 178

PREVENDO A ATIVIDADE SOLAR ATRAVÉS DE REDES NEURAS NEBULOSAS

Vera Ap. F. Martin^{1,2}, Paulo C.R. Poppe^{1,2}

1 - Observatório Astronômico Antares UEFS

2 - Departamento de Física UEFS

Atualmente, a integração de redes neurais com técnicas da Matemática Nebulosa (Fuzzy Sets), tem sido usada robustamente para fazer previsões em vários sistemas físicos. Este trabalho representa uma continuidade da contribuição apresentada anteriormente durante a XXVIIa Reunião Anual da SAB, onde exploramos a aplicação de redes neurais para previsões futuras de séries temporais. Para este, enfatizamos o uso da técnica ANFIS (Adaptative Neuro-Fuzzy Inference System), que consiste em uma rede do tipo back-propagation, onde os dados são processados em uma camada intermediária, tendo numa camada de saída, os dados numéricos. Para que a previsão seja feita com sucesso utilizando-se técnicas matemáticas adequadas, é fundamental a existência de uma série razoavelmente longa de modo que a dinâmica contida nesta possa ser melhor extraída pela rede neural. Nesse sentido, foram utilizados novamente os dados históricos das manchas do Sol (1818-2002) afim de verificar o comportamento futuro da atividade solar (Ciclos de Schawbe) a partir da técnica descrita acima. Previsões realizadas para o ciclo anterior (n.22, máximo de 158,5 em julho de 1989), bem como para o atual (n.23, máximo de 153 em setembro de 2000), apontam valores bastante coerentes com os publicados na literatura, levando em consideração, respectivamente, as barras de erros associadas: 166+/-18 e 160+/-14. Para o próximo ciclo de Schawbe (2006-2017), nossa previsão aponta o valor de 172+/-23 como máximo para o primeiro semestre de 2011 (Abril +/- 3 meses). A ANFIS acompanha de maneira satisfatória o movimento das séries estudadas durante o treinamento e durante a verificação (menor dispersão das funções de pertinência), com erro absoluto inferior a 20 por cento.

PAINEL 179

PROPRIEDADES DE ESTRUTURAS TEMPORAIS RÁPIDAS SUBMILIMÉTRICAS DURANTE UMA GRANDE EXPLOSÃO SOLAR

Jean-Pierre Raulin¹, Pierre Kaufmann^{1,2}, Carlos Guillermo Gimenez de Castro¹, Alessandra Abe Pacini¹, Vladimir

Makhmutov³, Hugo Levato⁴, Marta Rovira⁵

(1) CRAAM - Universidade Presbiteriana Mackenzie, SP, Brasil

(2) part-time researcher at CCS - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

(3) Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia

(4) CASLEO, San Juan, Argentina

(5) IAFE, Buenos Aires, Argentina

Apresentamos novas propriedades de variações rápidas da emissão submilimétrica durante uma das maiores explosões solares do ciclo solar 23. Os dados analisados neste estudo foram obtidos com o Telescópio Solar Submilimétrico (SST), que observa o Sol em 212 GHz e 405 GHz, e comparados com emissões em Raios-X duros e Raios-gama (fótons de energia > 10 MeV), que foram obtidas pelo experimento GRS do Yohkoh. Aplicamos diferentes metodologias para detectar e caracterizar, ao longo do evento, os pulsos submilimétricos (duração de 50-300 ms) detectados acima de uma componente mais lenta (alguns minutos). Os resultados mostram que durante a fase impulsiva, num instante próximo ao tempo do máximo do evento, houve um aumento da ocorrência de maiores e de mais rápidas estruturas temporais. Também identificamos uma boa correlação com as emissões em raios-X e raios-gama (até a faixa de energia 10-100 MeV), indicando que os pulsos rápidos submilimétricos refletiram injeções primárias de energia durante o evento. O espectro do fluxo desses pulsos é crescente com a frequência entre 212 and 405 GHz, na maioria dos casos, ao contrário do observado para a componente gradual. As posições calculadas para as estruturas rápidas são discretas, compactas e

localizadas em toda a área da região ativa, o que é previsto nos modelos de explosões solares decorrentes de instabilidades múltiplas em diferentes pequenas regiões. Por outro lado, a posição calculada para a componente lenta é estável durante a fase impulsiva. Assim, a comparação entre as características do espectro de fluxo e da localização da emissão, para os pulsos rápidos e para a componente gradual, sugere que as respectivas emissões são de natureza diferente.

PAINEL 180

DETECÇÃO DA FASE IMPULSIVA DE UMA EXPLOSÃO SOLAR GIGANTE ATÉ 405 GHz

Jean-Pierre Raulin¹, Vladimir S. Makhmutov^{1,2}, Pierre Kaufmann^{1,3}, Alessandra Abe Pacini¹, Thomas Luethi⁴, Hugh S. Hudson⁵, Dale E. Gary⁶, M. Yoshimori⁷

(1)- CRAAM, Universidade Presbiteriana Mackenzie

(2)- Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia

(3)- part-time at CSS, Universidade Estadual de Campinas

(4)- IAP, University of Bern, Bern, Switzerland

(5)- CASS, University of California at San Diego, La Jolla, US

(6)- NJIT, Physics Department, Newark, US

(7)- University of Rikkyo, Tokyo, Japan

A explosão ocorrida no dia 25/08/2001 foi uma das mais intensas do presente ciclo solar em ondas de rádio de altas frequências. Foram medidas em ondas milimétricas e submilimétricas, aproximadamente, 10^5 e vários milhares de unidades de fluxo solar, respectivamente. Apresentamos um estudo deste evento em múltiplas frequências, desde microondas (1GHz), até ondas submilimétricas (405 GHz) detectadas pelo Telescópio Solar para ondas Submilimétricas (SST). Esta base de dados foi complementada utilizando-se o experimento Yohkoh, incluindo a emissão em raios-X duros e raios- γ (até 100 MeV), e imagens em raios-X moles da região ativa envolvida. Enfocamos e discutimos principalmente os seguintes aspectos da fase impulsiva do evento: (i) as implicações deduzidas do espectro eletromagnético, obtido pela primeira vez até 405 GHz; (ii) a dinâmica da região ativa. Os resultados mostram que para explicar o espectro rádio observado, são necessários entre $3.5 \cdot 10^{37}$ e $1.5 \cdot 10^{39}$ elétrons acelerados acima de 20 keV em uma região de campo magnético entre 300 e 800 Gauss. A estimativa do fluxo de fótons que seria produzido por estes elétrons, mostra que grande parte deles não precipitou na baixa atmosfera. A evolução temporal da emissão em raios-X moles revela que a configuração magnética da região ativa foi muito dinâmica durante a fase impulsiva da explosão. Em particular, mostramos que a produção dos elétrons altamente energéticos foi iniciada junto com a aparição, na baixa coroa solar, de um novo sistema compacto de estruturas magnéticas. Este fato sugere que os locais de aceleração estão localizados na baixa atmosfera do Sol, como resultado da interação entre o novo sistema compacto e o campo magnético ambiente da região ativa.