

## A. Ciências Exatas e da Terra - 1. Astronomia - 6. Instrumentação Astronômica

### BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE (BSS): 15 ANOS DE INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE SOLAR EM ONDAS DECIMÉTRICAS

Francisco Carlos Rocha Fernandes <sup>1</sup> (guga@das.inpe.br), José Roberto Cecatto <sup>1</sup>, Cláudio Faria <sup>2, 3</sup>, Maria Conceição de Andrade <sup>1</sup>, Reinaldo Roberto Rosa <sup>2</sup> e Hanumant Shankar Sawant <sup>1</sup>

(1. Divisão de Astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - DAS/INPE; 2. Lab. de Computação e Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - LAC/INPE; 3. Depto. de Computação, Pontifícia Universidade Católica – DC/PUCMinas)

#### INTRODUÇÃO:

Mesmo tendo sido as emissões solares em ondas decimétricas muito observadas nos anos 60 e 70, sua associação com a liberação de energia dos “flares” solares (fenômenos explosivos, que liberam grandes quantidades de energia e geram emissões em toda faixa do espectro eletromagnético) foi negligenciada até as observações do Skylab mostrarem que os “flares” solares em raios-X moles se originam em regiões da atmosfera solar com densidades da ordem de  $10^9$ - $10^{10}$  cm<sup>-3</sup>, evidenciando que a aceleração das partículas e o aquecimento do plasma ambiente ocasionados pelos “flares” ocorrem próximos às regiões onde são geradas as explosões decimétricas. Tais evidências mostraram a importância das observações em ondas decimétricas e revelaram, na época, a necessidade do aprimoramento de instrumentação dotada de altas resoluções, alta sensibilidade e banda larga nesta faixa de frequências. Assim, a partir da década de 80, surgiu uma nova geração de rádio espectrógrafos dedicados a observações solares, dotados de melhores resoluções temporal e espectral e melhor sensibilidade, com o objetivo principal de obter registros mais precisos de estruturas finas apresentadas nas explosões solares em rádio frequências para investigação de questões fundamentais da física solar. Entre estes novos instrumentos, está o “Brazilian Solar Spectrocope” (BSS) desenvolvido pelo INPE, o único rádio espectrógrafo exclusivamente dedicado às observações solares em operação no hemisfério sul ocidental.

#### METODOLOGIA:

O projeto de desenvolvimento do Espectrógrafo solar do INPE, em São José dos Campos, SP, teve início em 1990, com a instalação do refletor parabólico de 9 metros de diâmetro, construído em malha de alumínio, com um alimentador de banda estreita (1500 - 1700) MHz e um sistema analógico de aquisição de dados registrados em filme fotográfico. A resolução temporal era de 100 milissegundos e a espectral de (3 - 10) MHz. Nesta configuração, o instrumento operou até o final de 1994 e registrou mais de 350 grupos explosões solares. Entre 1994 e 1996, toda a instrumentação foi modificada e atualizada, com a instalação de um alimentador log-periódico de banda larga (200-2500 MHz), incluindo um sistema de aquisição digital dos dados em até 100 canais de frequência e aquisição do código de tempo do GPS, com precisão de tempo absoluta de 3 milissegundos. A partir de 1996, foram iniciadas as observações solares sistemáticas em banda larga com altas resoluções espectral (1 - 3 MHz) e temporal (10 - 1000 ms). O programa (BSSView) para aquisição, visualização e tratamento dos dados digitais foi desenvolvido em ambiente IDL. O BSS tem capacidade de visualização dos espectros dinâmicos das observações em tempo quase-real (a cada 5 minutos), possibilitando ao observador modificar os parâmetros de aquisição durante as observações conforme o desejado. A sensibilidade do instrumento é da ordem de 3 s.f.u. As observações solares são realizadas diariamente entre 11:00 e 19:00 UT.

#### RESULTADOS:

Durante esses 15 anos de operação do BSS, foram realizadas mais de 5000 horas de observações solares e registradas mais de 700 explosões solares com altas resoluções temporal e espectral, muitas apresentando estruturas finas na rádio-emissão inéditas para a faixa decimétrica. Entre os destaques das observações pode-se citar: (a) uma explosão apresentando banda estreita (1580-1630 MHz), lenta deriva em frequência (5 MHz/s) e separação em duas componentes, registrada pela primeira vez na

faixa decimétrica; (b) emissões raras tipo “lace” apresentando longa duração (horas) e rápidas variações em frequência; (c) o único caso de emissões tipo “zebra” harmônicas (com razão 1:2) observado na faixa decimétrica; (d) emissões tipo “dot” isoladas e correntes de “dot”; (e) emissões tipo III decimétricas observadas com resolução temporal de 20 milissegundos; (f) emissões tipo “fibra” decimétricas (950-2500 MHz), com taxa de deriva intermediária (IMD) da ordem de 30-300 MHz/s observadas com altas resoluções; (g) grupos de estruturas finas associadas com a fase pré-impulsiva de “flares” solares, apresentando individualmente banda estreita em frequência (5-10 MHz) e curta duração (50 ms), e globalmente corte em alta frequência com taxa de deriva normal (10-100 MHz/s), possivelmente relacionadas com o fenômeno de evaporação cromosférica; (h) emissões decimétricas associadas com “flares” observados simultaneamente em raios-X pelo satélite RHESSI e vários outros resultados.

### **CONCLUSÕES:**

Detalhes da instrumentação do BSS, incluindo o sistema de aquisição e visualização dos dados digitais, serão apresentados. Além disso, os resultados científicos mais significativos da análise dos dados de explosões solares registradas pelo BSS nestes últimos 15 anos serão apresentados e o seu potencial para a investigação dos problemas fundamentais atuais da física solar será discutido.

**Instituição de fomento:** CNPq, FAPESP

**Palavras-chave:** radioastronomia solar; espectrógrafo decimétrico digital; explosões solares em ondas decimétricas.

Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE - Julho/2005