

Resumo

Neste relatório parcial é apresentada uma descrição das atividades realizadas durante o projeto de Iniciação Científica, no período de Setembro/1999 à Fevereiro/2000, cujo principal objetivo foi a elaboração de rotinas para auxiliar na análise dos dados de explosões solares adquiridos pelo Brazilian Solar Spectroscope (BSS), em operação no INPE.

Seguindo o plano de trabalho original, inicialmente foi realizado um aprendizado da linguagem IDL (Interactive Data Language), na qual está escrito o programa de visualização e tratamento dos dados do BSS (BSSView).

Foram então elaboradas rotinas para subtração do background e filtro da diferença para melhor visualização dos dados.

Além disso, já foi iniciada a elaboração de rotinas específicas para análise detalhada e determinação dos parâmetros das explosões observadas.

Foi elaborado um catálogo de imagens das explosões solares ocorridas em 1999. Neste catálogo constam o espectro dinâmico original, com subtração do background e com o filtro da diferença aplicado para cada explosão observada.

Finalmente são apresentadas as atividades programadas para serem realizadas até o término da vigência do projeto em andamento.

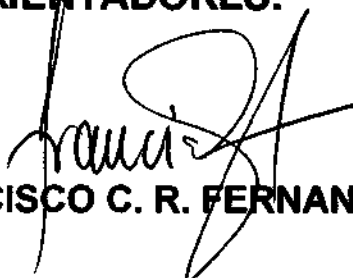
**DESENVOLVIMENTO/ADAPTAÇÃO DE SOFTWARE
COM APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE DADOS DO
BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE (BSS)**

BOLSISTA:



ANDRÉ RICARDO FAZANARO MARTINON

ORIENTADORES:



DR. FRANCISCO C. R. FERNANDES



DR. JOSÉ ROBERTO CECATTO

São José dos Campos

29/02/2000

Conteúdo

| | |
|---|----|
| Introdução | 5 |
| Seção 1. Resumo das Atividades Realizadas | 6 |
| 1.1 – Leituras | 6 |
| 1.2 – Discussões..... | 7 |
| Seção 2. Brazilian Solar Spectroscope (BSS) | 8 |
| 2.1 – Descrição Geral do Instrumento..... | 8 |
| 2.2 – Descrição Geral do Funcionamento..... | 10 |
| 2.3 – Sistemas de Aquisição/Monitoramento de Dados..... | 10 |
| a) Registrador de papel | 10 |
| b) Sistema digital..... | 10 |
| 2.4 – Programa de Visualização e Análise de Dados - BSSView | 11 |
| Seção 3. Desenvolvimento de Rotinas | 12 |
| 3.1 – Introdução | 12 |
| 3.2 – Rotina para subtração do background | 12 |
| 3.3 – Rotina para o filtro da diferença | 12 |
| Seção 4. Catálogo das Explosões Solares | 14 |
| Conclusão | 15 |
| Atividades Programadas | 16 |
| Referências | 17 |
| Apêndice | 18 |

Introdução

Em abril de 1998, entrou em operação regular, no INPE, em São José dos Campos, SP, um rádio espectrógrafo, batizado de Brazilian Solar Spectroscope (BSS), desenvolvido pela linha de pesquisa de Física do Meio Interplanetário (FMI). O BSS é dedicado às observações solares, na faixa de frequência (200-2500 MHz), com altas resoluções espectral e temporal (Sawant et al. 1996; Sawant et al. 2000; Fernandes, 1997).

O objetivo das observações solares realizadas é investigar fenômenos associados com a liberação da energia dos “flares” solares, através da análise das explosões solares decimétricas, observadas principalmente acima de 1000 MHz, com altas resoluções temporal e espectral, pois as explosões decimétricas têm origem próximo às regiões de aceleração de partículas durante os “flares”.

Através do BSS dados de explosões solares são digitalizados em até 100 canais de frequência com resolução temporal de até 10 ms. Um programa desenvolvido em IDL (BSSView) (Faria, 1999) é utilizado para a visualização dos dados registrados. No entanto, este programa padrão não apresentava todas as ferramentas necessárias para determinação dos parâmetros das explosões solares observadas havendo a necessidade de adaptação/implementação de outras rotinas para esta finalidade. Desta forma, foi desenvolvido este projeto de Iniciação Científica.

Neste sentido, inicialmente foi realizada uma revisão da constituição e do funcionamento do BSS, feita através de leituras, discussões com os orientadores e acompanhamento das observações, apresentada na Seção 1. Principalmente foi estudado o sistema de aquisição dos dados e o programa de visualização e tratamento dos dados (BSSView) (Seção 2). Baseadas nas necessidades foram desenvolvidas rotinas para pré-processamento dos dados (Seção 3) e um acompanhamento da classificação preliminar destas explosões, e elaboração junto com os orientadores de um catálogo das explosões solares observadas em 1999 (Seção 4).

Seção 1. Resumo das Atividades Realizadas

Abaixo são relacionadas as principais atividades realizadas durante a vigência do projeto.

- Aprendizado da linguagem IDL e familiarização com o software padrão BSSView de visualização e tratamento de dados do BSS desenvolvido em linguagem IDL.
- Desenvolvimento/implementação de rotinas para subtrair o sinal de background e aplicação de filtro da diferença.
- Adaptações no software de visualização e análise de dados (BSSView), como mudanças nas saídas gráficas e na escala de tempo.
- Acompanhamento da identificação das explosões solares decimétricas observadas pelo BSS em 1999 e elaboração de um catálogo de explosões.

1.1 – Leituras

- Tese de doutorado, INPE, Francisco C. R. Fernandes, 1997 "Espectrógrafo Digital Decimétrico de Banda Larga e investigações de "Flares" solares em ondas decimétricas e raios - X". Cap. 1 à 3.
- Proposta de dissertação de mestrado, INPE, Jorge L. M. Moreno, 1996 "Explosões decimétricas associadas com a fase impulsiva dos "Flares" solares"
- Dissertação de Mestrado, INPE, Cláudio Faria, 1999 "Um sistema para tratamento e visualização de dados astronômicos espectrais"
- Relatório Científico, Projeto: Desenvolvimento de software e integração de:
 1. Espectrógrafo decimétrico digital de alta sensibilidade e alta resolução
 2. Tradutor de tempo e GPS station clock
- Manuais do IDL, Research Systems, Inc.
 - Building IDL Applications Version 5.2
 1. Chapter 9 - Writing IDL Programs
 2. Chapter 15 - Widgets
 - IDL Basics - version 4.0 – abr/95
- Páginas na Internet
 - www.rkling.com
 - www.dfanning.com
 - www.ivsoftware.com/pub/idl_faq.html

1.2 – Discussões

Foram realizados encontros periódicos com os orientadores, através dos quais foram discutidos assuntos relacionados com as atividades em andamento, bem como sobre conceitos básicos ligados ao projeto e às pesquisas realizadas e abordados nos materiais bibliográficos utilizados nas leituras.

Os principais temas discutidos foram:

- A constituição e o funcionamento do BSS, com ênfase na aquisição dos dados digitais.
- Utilização do programa de visualização e tratamento de dados (BSSView).
- Os procedimentos necessários para a análise dos dados, como a obtenção de parâmetros de diferentes tipos de explosões.
- Os procedimentos necessários para remover o sinal de background e como implementar o filtro da diferença.

Seção 2. Brazilian Solar Spectroscope (BSS)

2.1 – Descrição Geral do Instrumento

O espectrógrafo decimétrico de banda larga do INPE, batizado de Brazilian Solar Spectroscope (BSS), está em operação regular desde abril de 1998. As principais características do BSS são apresentadas na Tabela 1. Um diagrama de blocos mostrando todo sistema do BSS é apresentado na Figura 1 e a antena parabólica de 9 m de diâmetro é mostrada na Figura 2.

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Antena Montagem | 9 metros de diâmetro polar |
| Alimentador | log-periódico cruzado |
| Banda de Freqüência | 200-2500 MHz |
| Resolução temporal | 0,01 - 1 s |
| Resolução espectral | 1 - 3 MHz |
| Precisão tempo absoluta | 0,003 s |
| Sensibilidade | ~2-3 sfu |
| Número de canais | 25 – 100 |
| Visualização | tempo real |
| Observação | 11:30-18:30 UT |

Tabela 1 – Características do BSS

O BSS destaca-se por apresentar uma flexibilidade de escolha da banda de freqüência em observação entre 200 e 2500 MHz e das resoluções temporal e espectral, permitindo com isso observar pela primeira vez no INPE, explosões solares decimétricas com resolução temporal de 10 ms e com aquisição entre 25 e 100 canais digitais de freqüência.

Através das observações realizadas com BSS, a linha de pesquisa de FMI pretende investigar fenômenos associados com a liberação de energia dos “flares” solares, através da análise das explosões solares decimétricas acima de 1000 MHz, particularmente emissões tipo III, e estruturas finas, que apresentam uma banda estreita em freqüência e curta duração ($t \leq 1$ s).

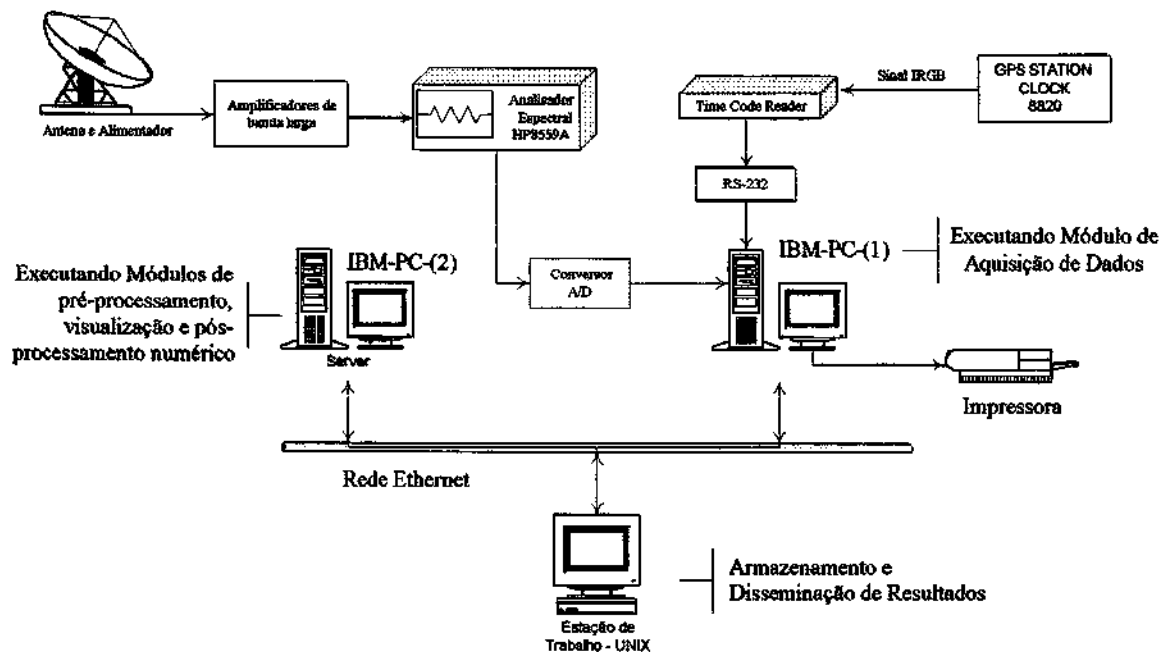


Fig. 1 – Diagrama de blocos representando o Brazilian Solar Spectroscopy (BSS) de alta sensibilidade (~ 2 ufs), alta resolução espectral (3 MHz) e alta resolução temporal (10 - 1000 ms).

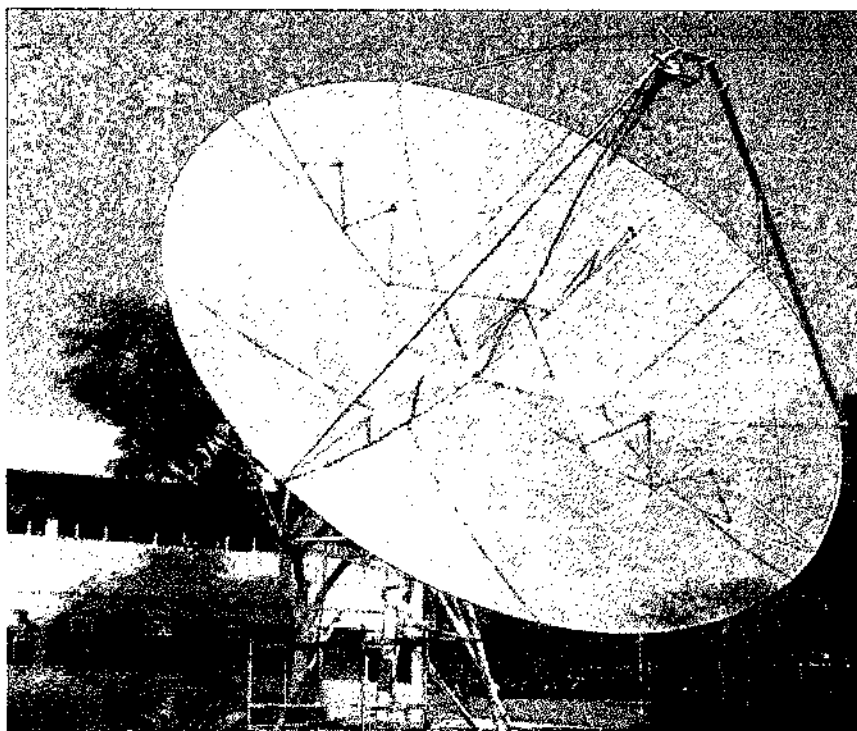


Fig. 2 – Antena parabólica de 9 metros de diâmetro, construída em malha de alumínio, em cujo foco foi instalado um alimentador de banda larga (200 - 2500 MHz) composto por um par de antenas log - periódicas cruzadas.

2.2 – Descrição Geral do Funcionamento

Como mostrado na Fig. 1, o sistema receptor é constituído por uma antena parabólica de 9 metros de diâmetro, construída em malha de alumínio, em cujo foco foi instalado um alimentador de banda larga (200 - 2500 MHz) composto por um par de antenas log-periódicas cruzadas, que permitem a recepção das componentes ortogonais (vertical e horizontal) do sinal recebido da fonte (Sol).

O sistema possui a saída do alimentador conectada a dois pré-amplificadores de baixo ruído, que por sua vez estão ligados a um circuito somador de banda larga. Depois de somado, o sinal é introduzido no analisador de espectros (HP8559A), depois os sinais de variação de tensão na saída do analisador seguem para os sistemas de aquisição e monitoramento.

2.3 – Sistemas de Aquisição/Monitoramento de Dados

A aquisição e o monitoramento dos dados registrados pelo BSS e enviados pelo analisador de espectros são feitos simultaneamente por dois sistemas:

a) Registrador de papel

O sinal é integrado no tempo (~1 seg) e em frequência (banda de observação selecionada) e registrado em papel para monitoramento durante as observações.

b) Sistema digital

O sistema de aquisição de dados do BSS é responsável por digitalizar o sinal proveniente do analisador espectral, através de uma placa digitalizadora ADDA de 12 bits conectada ao microcomputador IBM-PC-01 (ver Fig. 1). O sinal correspondente às potências do espectro varrido é amostrado em até 100 canais de frequências, com resolução temporal selecionável variando de 10 a 1000 ms.

A interface gráfica permite o usuário escolher os seguintes parâmetros de aquisição (ver combinação dos parâmetros na Tabela 2):

- frequência central em torno da qual se fará a varredura, necessariamente entre 200 a 2500 MHz;
- largura da banda de frequência em MHz, 100, 200, 500 e 1000;
- resolução temporal (ou tempo de duração de uma varredura), podendo ser 10, 20, 50, 100, 200, 500 ou 1000 milissegundos;
- número de canais digitalizados para cada varredura da banda de observada, 25, 50 ou 100 canais.
- tempo de aquisição dos arquivos de dados digitalizados, podendo ser 1, 2.5, 5, 10, 15 ou 20 minutos.

Esse programa (Faria, 1999) é constituído por uma série de rotinas de digitalização dos dados desenvolvidas e inseridas em módulo específico em linguagem PASCAL, que também implementa todas as funções de controle da placa digitalizadora, as quais são chamadas pelas rotinas de digitalização. Cada rotina opera sobre uma resolução temporal específica digitalizando uma quantidade fixa de canais, ou seja, para cada resolução temporal e número de canais desejados há uma rotina específica de digitalização.

Os dados digitalizados são armazenados em arquivos binários e em diferentes períodos, previamente escolhidos, são enviados para o microcomputador IBM-PC-(2) para tratamento e visualização em tempo quase real.

O software armazena também o tempo absoluto no qual são feitas as observações através da aquisição do código de tempo gerado pela GPS "Station Clock", do Centro de Controle de Satélites (CCS) do INPE.

| Resolução Temporal (ms) | Números de Canais | Banda de Freqüência de Atuação (MHz) |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 500 | 100 | 1000 |
| 100 | 100 | 1000 |
| 100 | 100 | 500 |
| 50 | 100 | 500 |
| 20 | 50 | 200 |
| 10 | 25 | 100 |

Tabela 2 – Números de canais de freqüência para diferentes combinações de resoluções temporais e banda de freqüência de observação escolhidas.

2.4 – Programa de Visualização e Análise de Dados - BSSView

Para visualização e tratamento dos dados digitais do BSS é utilizado um programa desenvolvido na linguagem IDL ("Interactive Data Language") batizado de BSSView (Faria, 1999).

Este programa permite visualizar em tempo real o espectro dinâmico das observações e obter representações gráficas dos dados digitalizados (plotagem de perfil temporal de múltiplos canais de freqüência, visualização de imagens em escalas de cores e mapas de contorno).

Seção 3. Desenvolvimento de Rotinas

3.1 – Introdução

O software padrão BSSView não apresenta todas as rotinas necessárias para a análise detalhada de explosões solares. Havendo a necessidade de desenvolvimento/modificação de rotinas específicas para aplicação na análise final detalhada das explosões solares observadas.

A necessidade de adaptação e modificação das rotinas de análise é constante, visto a complexidade dos fenômenos solares observados em banda larga e também das estruturas finas registradas tanto em tempo quanto em frequência. Na análise detalhada de cada grupo de explosões solares observado deve-se, portanto, considerar a variação do fluxo do "background" solar em função da frequência, e a variação temporal, além da complexidade das explosões e estruturas finas registradas superpostas ao background variável. Desta forma, seguindo o plano de trabalho original iniciamos alterações/adaptações nas rotinas de tratamento.

As rotinas implementadas até o momento, através deste projeto de Iniciação Científica, são descritas a seguir.

3.2 – Rotina para subtração do background

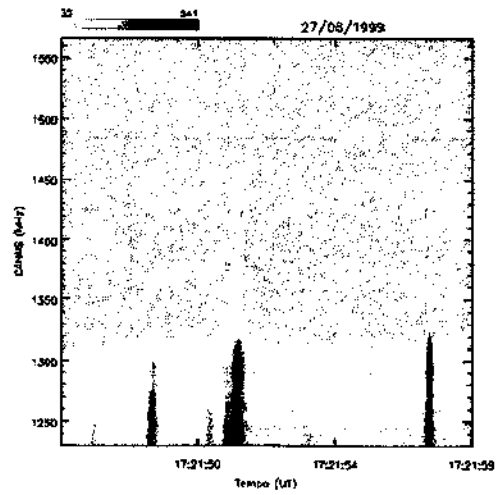
O objetivo dessa rotina é o de subtrair o sinal de background dos dados (fluxo do sol calmo). O sinal de background registrado pelo BSS não é homogêneo em frequência, decorrente da resposta do sistema ser diferente para cada frequência, como pode ser visto na Fig. 3a. Aplicando essa rotina, temos como resultado um espectro dinâmico com um fundo mais homogêneo onde as explosões ficam mais realçadas, como mostra a Fig. 3b.

Essa rotina é importante na análise dos dados, pois com um fundo mais homogêneo podemos destacar explosões mais fracas que antes estavam misturadas ao próprio fundo.

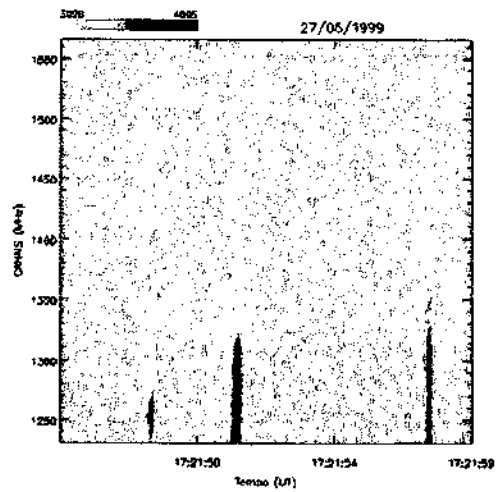
3.3 – Rotina para o filtro da diferença

Esse filtro realça as explosões dando um aspecto de relevo à imagem (pseudo 3D). A principal finalidade desse filtro é ajudar na identificação das fases de subida e descida do sinal. Além de tornar também o fundo mais homogêneo (ver Fig. 3c).

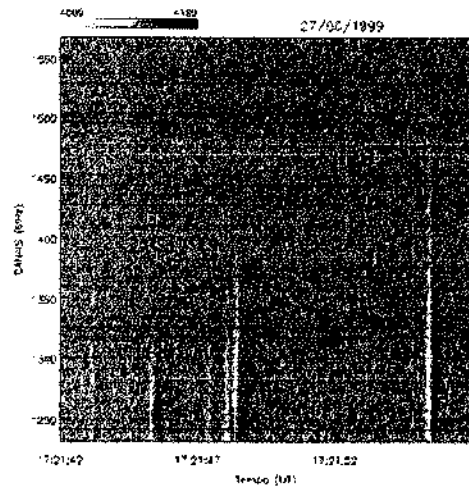
Uma observação importante é que não existe diferença visual no resultado obtido pelo filtro da diferença quando aplicado na imagem original ou na imagem com o background subtraído.



(a)



(b)



(c)

Figura 3 – Espectro dinâmico de explosão solar observada pelo BSS em 27/06/99: (a) espectro dinâmico original; (b) subtração do background; (c) aplicação de filtro da diferença.

Seção 4. Catálogo das Explosões Solares

Como parte das atividades realizadas, foi feito um acompanhamento da identificação das explosões solares registradas pelo Brazilian Solar Spectroscop (BSS) entre 1998 e 1999. Inicialmente foram selecionadas as explosões de 1999. Para as quais foi elaborado um catálogo com os espectros dinâmicos de cada explosão. Além de um levantamento da atividade solar associada em outros comprimentos de onda. A lista das explosões catalogadas está no Apêndice.

Procedimento semelhante está sendo para as explosões registradas pelo BSS em 1998. As Figs. 4, 5, 6 e 7 apresentam exemplos de espectros dinâmicos de diversos tipos de explosões solares identificadas.

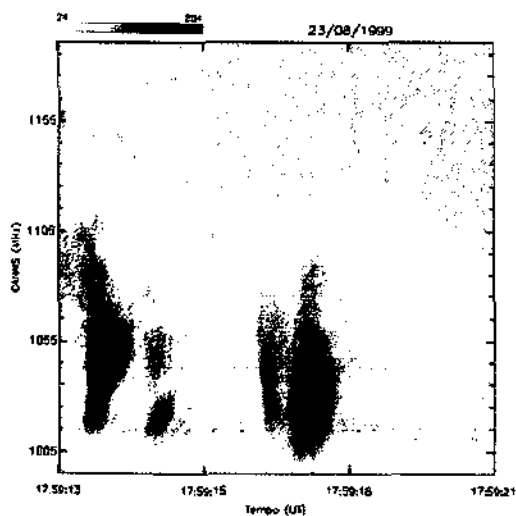


Fig. 4 – Emissão tipo "patches"

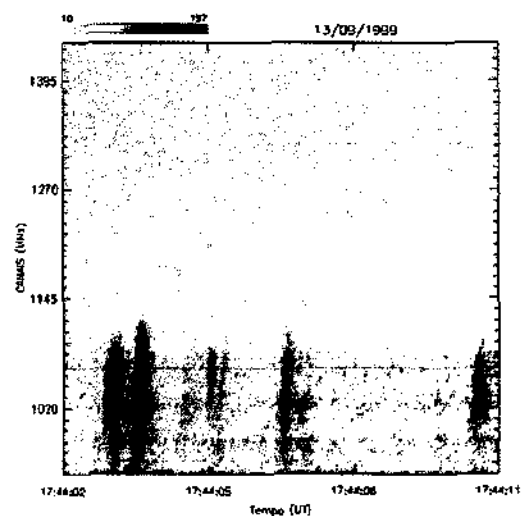


Fig. 5 – Grupo de explosões tipo III

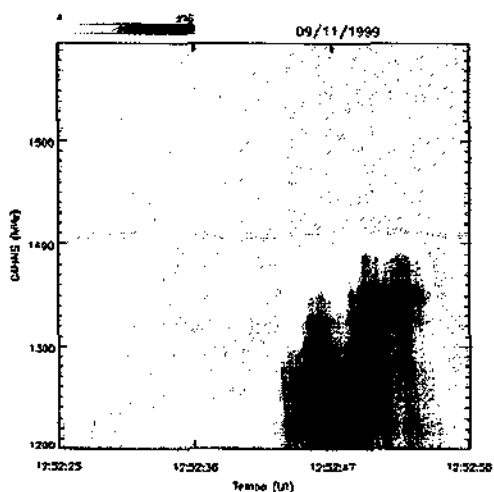


Fig. 6 – Emissão apresentando Estruturas Finas

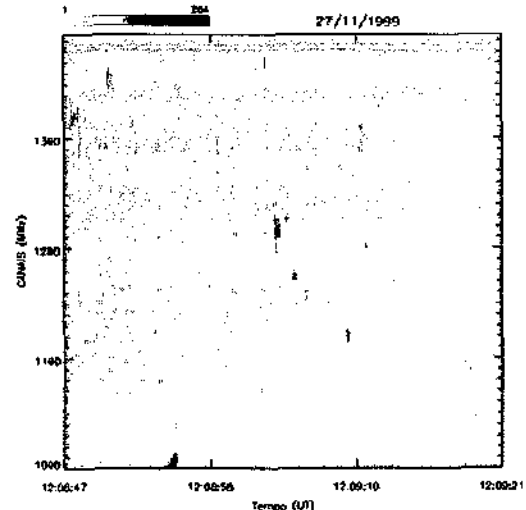


Fig. 7 – (Dots) Estruturas finas em tempo e frequência mostrando corte em alta frequência decrescente com o tempo

Conclusão

Mesmo que parcialmente, através do projeto em andamento, no período de Setembro/99-Fevereiro/00 já foram obtidos resultados significativos contidos no plano de trabalho original. Entre estes objetivos já alcançados podemos destacar:

- Conhecimento da aquisição dos dados digitais do BSS e formato dos arquivos digitais.
- Aprendizado da linguagem IDL e conhecimento do programa BSSView de visualização tratamento dos dados do BSS.
- Acompanhamento da identificação das explosões solares observadas em 1999 e catalogação preliminar destas explosões, incluindo a obtenção dos espectros dinâmicos de cada explosão individual.
- Desenvolvimento de rotinas para a subtração do sinal de background e aplicação de filtro da diferença.
- Acompanhamento das discussões entre os membros do grupo sobre os procedimentos a serem seguidos para a análise e do levantamento das necessidades de rotinas específicas (já em desenvolvimento) para obtenção de parâmetros de diferentes tipos de explosões.

Atividades Programadas

Na etapa restante do projeto serão realizadas as atividades descritas a seguir.

- Completar/Finalizar a catalogação da atividade solar registrada em 1998 (através da recuperação e visualização dos arquivos de dados armazenados em fita).
- Implementação de rotinas específicas para determinação de parâmetros das explosões observadas, tais como tempos de início e fim, duração, banda em frequência e taxa de deriva em frequência (em desenvolvimento).
- Em particular para a determinação de taxa de deriva será implementada uma rotina baseada na correlação cruzada entre os canais de frequência extremos das emissões registradas.
- Implementação de uma rotina (Profile) para obtenção de perfil temporal/perfil espectral das explosões a partir da seleção do canal/varredura via cursor, diretamente no espectro dinâmico
- Desenvolvimento e implementação de rotinas com a finalidade de filtrar os dados para intensificar o contraste das explosões mais fracas.

Referências

- Faria, C., Um sistema para tratamento e visualização de dados astronômicos espectrais, Dissertação de Mestrado, INPE, 1999.
- Fernandes, F. C. R., Espectrógrafo Digital Decimétrico de Banda Larga e investigações de "flares" solares em ondas decimétricas e raios – X, Tese de doutorado, INPE, 1997.
- Sawant, H. S., Subramanian, K. R., Faria, C., Stephany, S., Fernandes, F. C. R., Cecatto, J. R., Rosa, R. R., Alonso, E. M. B., Mesquita, F. P. V., Portezani, V. A., Data acquisition and initial results of the Brazilian Solar Spectroscopy – BSS. HESSI Workshop, ASP Conference Series, aceito, 2000.
- Sawant, H. S.; Sobral, J. H. A.; Fernandes, F. C. R.; Cecatto, J. R.; Day, W. R. G.; Neri, J. A. C. F.; Alonso, E. M. B., Moraes, A., High sensitivity wide band digital solar polarimetric spectroscopy, *Adv. Space Res.*, 17, 385, 1996.

Apêndice

Lista com os dados das explosões solares registradas pelo BSS de 1999.

A lista contém os seguintes dados sobre as explosões:

Dia e hora que ocorreu a explosão, classificação preliminar do tipo de atividade e a banda de frequência. Existe também informações de outros observatórios, que possuem registros da explosão. São eles ONDREJOV (O), YOHKOH (Y) e GOES.

**BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE -- BSS
DADOS DE EXPLOSÕES - 1999**

| DIA | HORA (UT) | TIPO DE ATIVIDADE | FREQ (MHz) | O | Y | BSS FILE | GOES CLASSE | COMENTARIOS | O | B | D |
|-----------------|-------------------|-----------------------|------------|-----|---|----------|-------------|------------------------------|---|---|---|
| MARÇO/99 | | | | | | | | | | | |
| 19 | 15:19:15-15:26:45 | zebra | 1330-1580 | | | B5 | | < 15:32 EPL | X | X | X |
| ABRIL/99 | | | | | | | | | | | |
| 07 | 13:25:01 | Fraco continuo | | | | B7 | | | X | X | |
| MAIO/99 | | | | | | | | | | | |
| 07 | 14:26:47-14:27:06 | Fraco ghost RS | | 3 | | D1 | C7.4 14:23 | 1415-15400 RBR 14:26 FLA SF | | | |
| 08 | 14:23-14:26 | Gradual | | 345 | | C9 | M4.6 14:22 | 245-15400 RBR RSP V | | | |
| 18 | 18:06:05-18:06:14 | TIII-like G | LBX | | | H3 | | 245 RNS | | | X |
| 30 | 16:05:50 | Fraco patch G NB | ~1350 | | | F0 | | 245 16:05 RBR RNS | | | X |
| | 16:06:02 | Fraco patch G NB | ~1350 | | | | | | | | X |
| JUNHO/99 | | | | | | | | | | | |
| 17 | 16:51 | Contínuo BB (> 1 min) | | | | F3 | M3.6 16:47 | | | | X |
| 22 | 18:31 | Gradual | | | | G8,G9 | M1.7 17:37 | | | | X |
| 22 | 18:34 | Fracas EFs + BKG | | | | H0 | M1.7 17:37 | 1415 RBR 18:27 | | | |
| 24 | 16:44-17:17 | Pulsations + EFs | | 5 | | F0-F3 | | 245 RBR 17:14 | | | X |
| 24 | 18:02 | EFs | LBX | | | G3 | | 245 RBR 18:01 | | | X |
| 26 | 13:45-13:56 | Gradual | | | | C2-C3 | | RSP CTM/2 | | | |
| 26 | 15:40 | Fraca EF G BB RS | | | | E1 | | | | | X |
| 27 | 17:21:46-17:21:58 | TIII G IB | LBX | | | F7 | | | | | X |
| 28 | 12:21:02-12:21:11 | TIII NB drift chain | | | | A6 | C1.6 12:13 | 12:19 RSP III/2 12:13 FLA SF | | | X |
| JULHO/99 | | | | | | | | | | | |
| 02 | 15:14:45-15:15:55 | Ghost | | 35 | | D6 | M1.6 15:12 | | | | |
| 02 | 15:15:07 | EF ISO | | 35 | | D6 | M1.6 15:12 | 15:16 FLA | | | X |
| 05 | 16:39:24-16:39:31 | TIII NB | Central | | | E9 | | RSP | | | X |
| 12 | 15:30:50 | EF | LBX | | | D9 | | 15:31 RBR RSP | | | X |
| 16 | 15:45:51 | EF ISO | | 35 | | E1 | M3.1 15:42 | FLA | | | X |
| 19 | 15:08:42-15:09:15 | TIII-like G | LBX | | | D4 | | 15:08 FLA | | | X |
| 23 | 12:45:02 | Fracas EFs | LBX | | | B0 | C5.9 12:37 | | | | X |
| 24 | 12:02:56 | Par EFs | LAI | | | A3 | | 1415 RBR 12:03 | | | X |
| 24 | 12:03:20-12:03:40 | Fracas ghosts | LAI | | | A3 | | 1415 RBR 12:03 | | | X |
| 24 | 12:03:47 | Patch | ~1660 | | | A3 | | 1415 RBR 12:03 | | | X |

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------|----------------|-------|---|----|------------|----------------|---|---|
| 24 | 12:03:48-12:03:51 | Patch complexo | ~1300 | | A3 | | 1415 RBR 12:03 | X | X |
| 25 | 13:09 | Gradual | | 3 | B5 | M2.4 13:08 | 1415 RBR 13:09 | | |

AGOSTO/99

| | | | | | | | | | |
|----|-------------|------------------------|--|-----|-------|------------|--------------|---|---|
| 17 | 12:43-18:34 | Noise + EFs | | 345 | B0-H0 | C2.6 12:32 | C5.9 14:28 | X | X |
| 20 | 18:27-18:37 | Gradual | | | G6-G7 | | 245-2695 RBR | | |
| 23 | 17:58-17:59 | Patches | | | G3-G4 | | | X | X |
| 23 | 18:04 | Zebra | | | G4 | | 18:03 | | |
| 30 | 17:50-17:59 | Gradual + ghost + puls | | | G0-G1 | | | X | X |

SETEMBRO/99

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------|---------------------------|---------|----|-------|------------|-----------------------------------|---|---|
| 02 | 17:39:40 | Faixa clara-escura | | | D1 | | | | |
| 03 | 18:04:38 | Intermitente | Central | | F2 | | | X | X |
| 09 | 14:22-17:14 ? | Gradual + EF lenta deriva | | | B0-B3 | | | | |
| 13 | 16:27:30-16:27:59 | Fracas EFs + dots | | | E9 | | < 16:02 DSF | X | X |
| 13 | 16:57:17 | TIII-like IB ISO | | | F4 | | | X | X |
| 13 | 17:02:26 | Drift dots | | | F4 | | | X | X |
| 13 | 17:43:50-17:44:11 | TIII G | | | G2 | | | X | X |
| 14 | 13:57 | Fracas TIII-like + EFs | | 5 | A2-A3 | | | | |
| 22 | 13:30 | Gradual + ghost | | 45 | C0 | C5.2 13:29 | 245-2695 RBR RSP V/3 III/1 FLA 1F | | |

OUTUBRO/99

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------|---------------------|-------------|-----|----|------------|-------------|---|---|
| 01 | 14:58:47-14:59:08 | 3 picos fortes BB | | 345 | D8 | C6.0 14:49 | 245-880 RBR | X | X |
| 07 | 15:52:31 | Dots normal drift | | | E9 | | | X | X |
| 18 | 16:26:25 | Dots + zebra NB | | | F5 | | | X | X |
| 19 | 17:02:19-17:04:44 | Zebra BB | | | D3 | | | | |
| 19 | 17:27:57-17:28:45 | Zebra BB | | | D8 | | | | |
| 19 | 17:56:44 | Zebra BB + dots | | | E3 | C1.0 17:54 | FLA SF | | |
| 20 | 16:19 | Fraca zebra/dots | | | E2 | | | | |
| 21 | 11:53:39 | Dots NT | Banda total | | A6 | | | | |
| 28 | 17:56:55 | EF TIII-like NB ISO | | | H1 | | | X | X |
| 28 | 18:01:36 | EF TIII-like ISO | | | H2 | | | X | X |
| 28 | 18:04:26 | Line of Dots | | | H3 | | | X | X |
| 28 | 18:05:43 | EF TIII-like NB ISO | | | H3 | | | X | X |

NOVEMBRO/99

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------|-----------------------|-----|--|----|--|----------|---|---|
| 09 | 11:53:47-11:54:17 | Fraca EF + CONT | | | A7 | | | X | X |
| 09 | 12:06:25-12:06:37 | EFs TIII-like G TCONT | LBx | | A9 | | 1415 RBR | X | X |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|--|--|--|-------|--|---------|------------|------------------------|--|---|
| 09 | 12:07:40-12:07:49 | CONT | | | | | A9 | | | | X |
| 09 | 12:08:01 | EF | | | LBx | | A9 | | | | X |
| 09 | 12:09:06-12:09:06 | EF TIII-like | | | LBx | | A9 | RSP III/2 | | | X |
| 09 | 12:10:21 | EFT IB ISO | | | LBx | | B0 | | | | |
| 09 | 12:11:08-12:11:16 | Fracas EF (~1s) | | | LBx | | B0 | | | | |
| 09 | 12:52:22-12:52:57 | EF + CONT IB drift chain | | | LBx | | B7 | C5.6 12:44 | 245-8800 RBR RSP III/3 | | X |
| 09 | 12:56:24-12:56:59 | CONT | | | LBx | | B8 | C5.6 12:44 | 245-8800 RBR RSP III/3 | | |
| 09 | 12:57:37-12:58:08 | Fraco CONT | | | LBx | | B8 | C5.6 12:44 | 245-8800 RBR RSP III/3 | | |
| 09 | 12:58:33 | EFT | | | Total | | B8 | C5.6 12:44 | 245-8800 RBR RSP III/3 | | |
| 09 | 14:33 | EF IB | | | LBx | | D0 | | | | X |
| 09 | 15:15:10 | EFT TIII-like G + patch | | | | | E3 | | 245-410 RBR RSP III/3 | | X |
| 09 | 16:24:51 | EF TIII-like NB drift / patch NB split | | | | | F6 | C4.6 16:19 | | | X |
| 10 | | | | | | | D0 | | | | |
| 10 | 15:46-15:51 | EFs TIII-like low-high drift | | | | | E8 | M1.5 15:44 | 245-15400 RBR FLA SF | | X |
| 18 | 14:40 | Fraco CONT NT | | | 1/2Bx | | D6 | | | | |
| 18 | 17:12 | TIIIG | | | LBx | | G3 | C2.7 17:10 | | | X |
| 19 | 15:01 | Fraco EF | | | LBx | | F2 | | | | X |
| 20 | 14:34:42 | Fraco TIII-like ISSO | | | Lal | | D2 | | | | X |
| 21 | 18:13 | EF + Gradual CONT | | | | | H4-H6 | M3.4 18:10 | 606-15400 RBR FLA 2N | | |
| 22 | 12:13 | EFIII NB | | | | | B0 | C8.9 12:10 | | | X |
| 25 | | CONT NT | | | | | E7...H3 | | | | |
| 26 | 13:41 | CONT NT | | | | | C3 | M6.0 13:38 | 2695-15400 RBR FLA 2N | | |
| 26 | 14:15 | CONT | | | | | C9 | | | | |
| 26 | 16:26:44-16:28:12 | EF GG | | | LBx | | F3 | | | | |
| 27 | 12:08:22 | EF Dots cutoff drift | | | | | A1 | X1.4 12:05 | 1415-15400 RBR FLA 2B | | X |
| 27 | 12:09-12:22 | Gradual | | | | | A1-A3 | X1.4 12:05 | | | |
| 29 | 14:02 | EF NB | | | | | D0 | | RSP 14:02 CTM/1 | | |
| 29 | 15:23 | Fracas ghost | | | | | E3 | | 15:32 - 16:05 FLA SF | | |
| 29 | 16:01 | | | | | | F0 | | | | |

DEZEMBRO/99

| | | | | | | | | | | | |
|----|---------|--------------|--|--|--|--|---------|--|------------------------|--|--|
| 01 | 13:17 - | Fracas ghost | | | | | B0...C8 | | 13:47-07:32 FLA SF ERU | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

MMOC #1 MMOC#2

DESENVOLVIMENTO/ADAPTAÇÃO DE SOFTWARE COM APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE DADOS DO BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE (BSS)

André Ricardo Fazanaro Martinon (Bolsista PIBIC/CNPq)

Aluno da Universidade de Taubaté (UNITAU)

Orientadores: Dr. Francisco C. R. Fernandes, Pós-Doutorado - FAPESP, DAS

Em 1998, entrou em operação regular, no INPE, em São José dos Campos, SP, um rádio espectrógrafo, batizado de Brazilian Solar Spectroscope (BSS), desenvolvido pela linha de pesquisa de Física do Meio Interplanetário (FMI). O BSS é dedicado às observações solares na faixa de frequência (200-2500 MHz), com altas resoluções espectral (3 MHz) e temporal (10-1000 ms). Através do BSS dados de explosões solares são digitalizados em até 100 canais de frequência.

O objetivo das observações solares realizadas é investigar fenômenos associados com a liberação da energia dos “flares” solares, através da análise das emissões decimétricas, observadas principalmente acima de 1000 MHz, com altas resoluções temporal e espectral, pois as explosões decimétricas têm origem próximo às regiões de aceleração de partículas durante os “flares”.

Um programa (BSSView) é utilizado para a visualização dos dados registrados pelo BSS. No entanto, este programa padrão não apresentava todas as ferramentas necessárias para determinação dos parâmetros das explosões solares observadas. Desta forma, este projeto de Iniciação Científica foi proposto com o objetivo principal do desenvolvimento de programas com aplicação na análise de dados do BSS.

Durante a vigência do projeto, entre as principais atividades realizadas, está o desenvolvimento de um programa base em linguagem C++, desenvolvido de modo a permitir fácil inclusão de novas rotinas de tratamento dos dados e que oferece ferramentas para:

- **Filtragem dos dados (Fig. 1):**

Remoção do background: o background (fluxo do sol calmo) não é homogêneo em frequência, decorrente da resposta do sistema ser diferente para cada frequência. Filtrando e removendo esse sinal obtém-se um espectro dinâmico com um fundo mais homogêneo, realçando as explosões.

Filtro da diferença: sua principal finalidade é ajudar na identificação das fases de subida e descida do sinal, além de realçar as explosões dando um aspecto de relevo à imagem (pseudo 3D).

- **Plotar perfis temporais e espectrais (profile):** Plota dinamicamente, através do movimento do mouse, os perfis temporais e espectrais do conjunto de dados, contido em uma área previamente selecionada pelo usuário, auxiliando na determinação visual dos parâmetros das explosões (obtenção dos tempos de subida e descida, da duração total, da taxa de deriva em frequência).
- **Manipulação de cores:** Exibe uma janela onde é possível escolher uma paleta de cores para exibir o espectro dinâmico.
- **Gerenciar projetos:** Permite agregar todas as informações referentes às explosões em arquivos de projeto separados.

A Fig. 2 apresenta uma tela mostrando a execução do programa e suas diversas ferramentas.

Foi também realizado um acompanhamento da identificação das explosões solares registradas pelo BSS em 1999. Para as quais foi elaborado um catálogo com os espectros dinâmicos de cada explosão. Além de um levantamento da atividade solar associada em outros comprimentos de onda. A finalidade deste catálogo é fornecer um meio rápido para a identificação dos diferentes tipos de explosões registradas. A catalogação das explosões registradas em 2000 está em andamento.

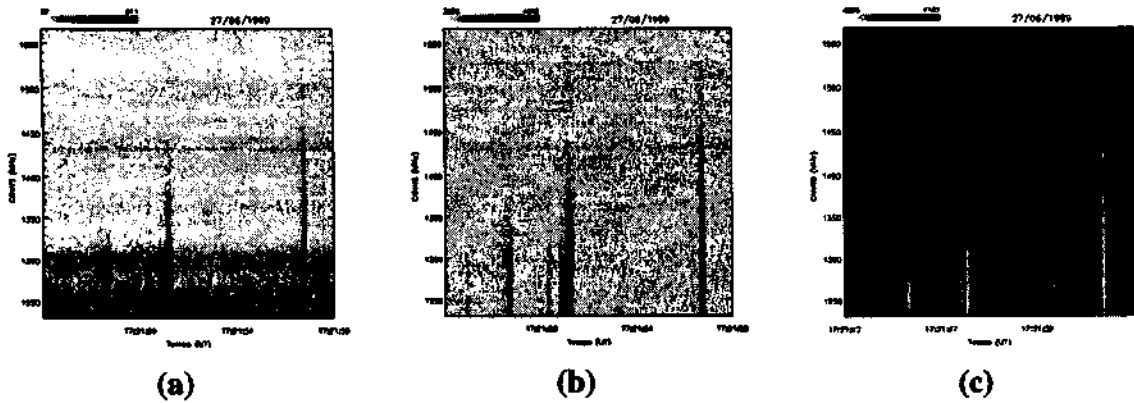


Fig. 1: Espectro dinâmico de um grupo explosões solares observadas pelo BSS em 27/06/99: (a) espectro dinâmico original; (b) subtração do background; (c) aplicação de filtro da diferença.

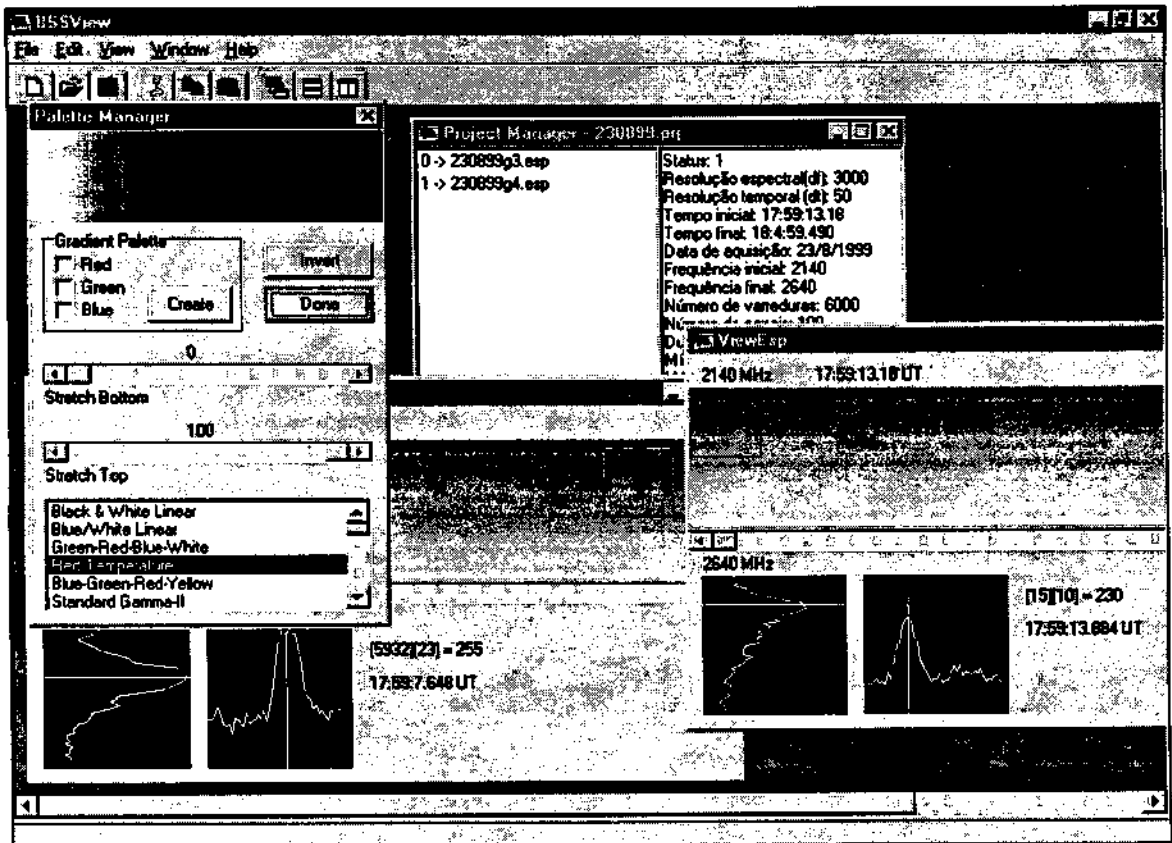


Fig. 2 – Exemplo de tela mostrando várias ferramentas disponíveis durante a execução do programa.

Dentre as atividades em andamento e as programadas para dar continuidade ao desenvolvimento/adaptação de ferramentas computacionais com aplicação na análise de dados do BSS, podemos citar a implementação de novos filtros, de rotina para aplicação de auto-correlação e correlação cruzada, criar um banco de dados para armazenar o catálogo das explosões solares, incorporar eixos graduados nos gráficos e fazer adaptações para melhorar a performance e precisão dos cálculos.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIBIC/CNPq - INPE**

RELATÓRIO PARCIAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

PROJETO:

***DESENVOLVIMENTO/ADAPTAÇÃO DE SOFTWARE
COM APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE DADOS DO
BRAZILIAN SOLAR SPECTROSCOPE (BSS)***

BOLSISTA:

ANDRÉ RICARDO FAZANARO MARTINON

ORIENTADORES:

**DR. FRANCISCO C. R. FERNANDES
DR. JOSÉ ROBERTO CECATTO**

PERÍODO:

09/1999 - 02/2000