



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

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

RELATÓRIO 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

ORIENTADOR:

DR. JOSÉ ROBERTO CECATTO

CO-ORIENTADOR:

DR. FRANCISCO C. R. FERNANDES

PERÍODO:

09/1999 - 12/2000

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

BOLSISTA:



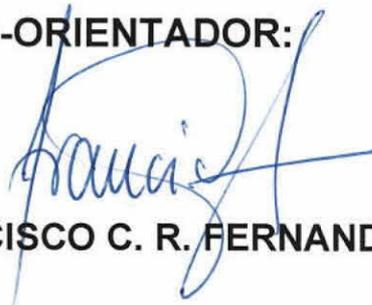
ANDRÉ RICARDO FAZANARO MARTINON

ORIENTADOR:



DR. JOSÉ ROBERTO CECATTO

CO-ORIENTADOR:



DR. FRANCISCO C. R. FERNANDES

São José dos Campos

05/02/2001

Resumo

Neste relatório é apresentada uma descrição das atividades realizadas durante o projeto de Iniciação Científica, no período de Setembro/1999 à Dezembro/2000, cujo principal objetivo foi o desenvolvimento de um programa (BSSData) com aplicação na análise de dados de explosões solares registrados pelo Brazilian Solar Spectroscope (BSS).

A visualização dos dados do BSS é feita por um programa desenvolvido em IDL (BSSView). No entanto, este programa não apresenta todas as ferramentas necessárias para o tratamento dos dados das explosões solares observadas. Por esta razão, foi proposto este projeto de Iniciação Científica.

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

- Filtragem dos dados:

Remoção do background: o background (fluxo do sol calmo) não é homogêneo em 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.

- Plotar perfis temporais e espectrais (profile): Plota dinamicamente os perfis temporais e espectrais do conjunto de dados, contido em uma área previamente selecionada, auxiliando na determinação visual dos parâmetros das explosões.
- 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.
- Ampliação do espectro dinâmico: Exibe uma imagem ampliada ("zoom") de uma área do espectro dinâmico, previamente selecionada.

Foi também realizado um acompanhamento da identificação das explosões solares registradas pelo BSS em 1999-2000 e elaborado um catálogo com os espectros dinâmicos de cada explosão. Além de um levantamento da atividade solar associada em outros comprimentos de onda.

Finalmente são listados os trabalhos apresentados em reuniões científicas nacionais e internacionais, elaborados através da aplicação das rotinas desenvolvidas.

Sumário

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. O Programa BSSData	12
3.1 – Introdução	12
3.2 – Filtragem dos Dados.....	14
3.2.1 – Rotina para subtrair o background.....	14
3.2.2 – Rotina para o filtro da diferença.....	14
3.3 – Manipulação das Cores	16
3.4 – Perfis Temporal e Espectral.....	17
3.5 – Gerenciamento de Projetos	18
3.6 – Ampliação do espectro dinâmico	19
Seção 4. Catálogo das Explosões Solares	20
Conclusão e Comentários	21
Referências.....	22
Apêndice 1	23
Apêndice 2.....	27
Apêndice 3	31

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; Fernandes, 1997; Fernandes, et al., 2000; Sawant et al. 2001).

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 membros do grupo de pesquisa 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). Na Seção 3 é apresentado o programa BSSData e suas principais ferramentas. Além disso foi realizado um acompanhamento da classificação preliminar destas explosões, e elaboração junto com o orientador de um catálogo das explosões solares observadas em 1999 e 2000 (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 dos dados do BSS, desenvolvido em linguagem IDL.
- Desenvolvimento de um programa (BSSData) para análise dos dados, contendo ferramentas para destacar as explosões, determinar visualmente os parâmetros das explosões, manipular as cores do espectro dinâmico, organizar os dados em projetos distintos e ampliar uma área do espectro dinâmico.
- Adaptações no software BSSView, como mudanças nas saídas gráficas e na escala de tempo.
- Acompanhamento da identificação das explosões solares decimétricas observadas pelo BSS em 1999-2000 e elaboração de um catálogo de explosões e determinação de parâmetros de tipos específicos de explosões, por exemplo explosões tipo dot.

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

www.borland.com

- Eckel, Bruce, "Thinking in C++" 2ª Edição, Volumes 1 e 2, 2000
<http://www.codecuts.com/mainpage.asp?WebPageID=315>
<http://www.codecuts.com/codecuts/pdfs/bruceeckel/TIC2Vone.pdf>
<http://www.codecuts.com/codecuts/pdfs/bruceeckel/TIC2Vtwo.pdf>
- Gonzalez, Rafael C.; Wintz, Paul, "Digital Image Processing" 2ª Edição, 1987

1.2 – Discussões

Foram realizados encontros periódicos com o orientador e demais membros do grupo, através dos quais foram discutidos assuntos relacionados com as atividades programadas, 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 e ferramentas necessários para a análise dos dados, como a obtenção de parâmetros de diferentes tipos de explosões que orientaram na elaboração do programa.
- 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 Frequência	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 frequência 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 frequência.

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 frequência e curta duração ($t \leq 1s$).

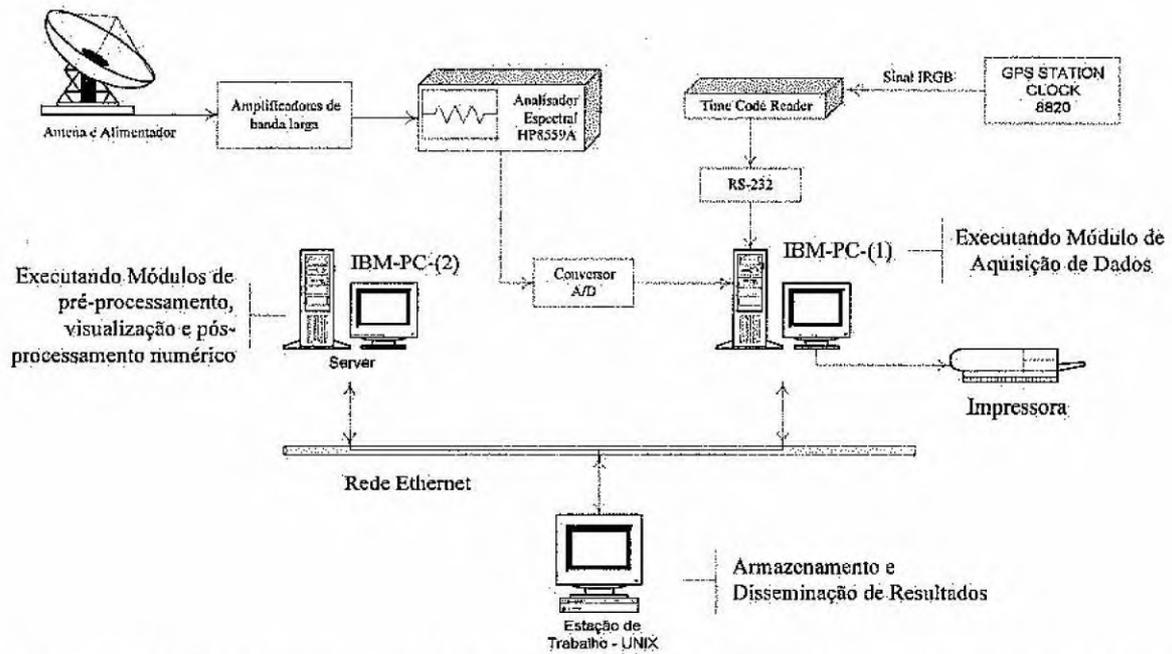


Fig. 1 – Diagrama de blocos representando o Brazilian Solar Spectroscopy (BSS) de alta sensibilidade (~ 2 ufs), alta resolução espectral (3 MHz) e alta resolução temporal (10 - 1000 ms).

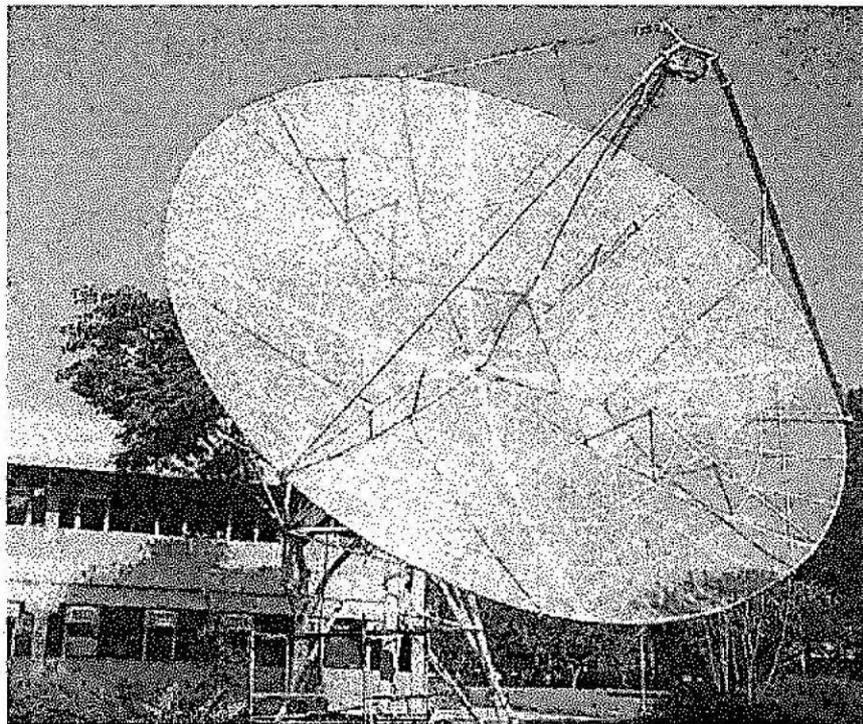


Fig. 2 – Antena parabólica de 9 metros de diâmetro, construído em malha de alumínio, em cujo foco foi instalado um alimentador de banda larga (200 - 2500 MHz) composto por um par de antenas log - periódicas cruzadas.

2.2 – Descrição Geral do Funcionamento

Como mostrado na Figura 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 (Sawant et al., 2000) 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 Figura 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. O Programa BSSData

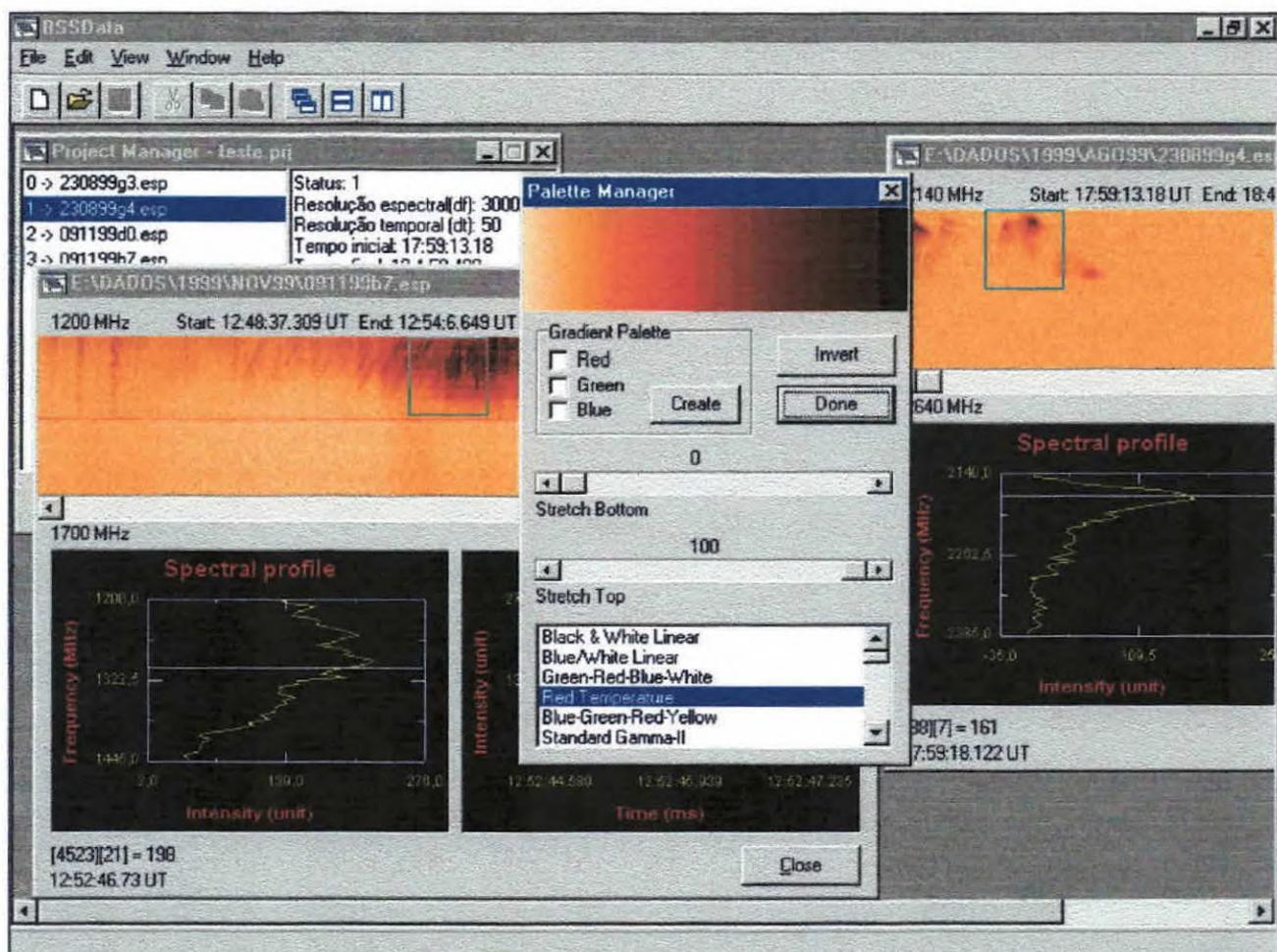


Fig. 3 – Exemplo de funcionamento do programa BSSData.

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 detalhada de cada grupo de explosões solares é constante, deve-se, portanto, considerar a complexidade dos fenômenos solares observados em banda larga e também das estruturas finas registradas tanto em tempo quanto em frequência superpostas ao background variável. Desta forma, seguindo o plano de trabalho original iniciamos alterações/adaptações nas rotinas de tratamento. Portanto, foi desenvolvido um programa base, batizado de BSSData (Figura 3) que nos auxilia na análise dos dados, contendo ferramentas para destacar as explosões, para determinar visualmente os parâmetros das explosões, para manipular as cores do espectro dinâmico e para organizar os dados em projetos distintos.

O núcleo do programa principal foi todo desenvolvido em linguagem C++ padrão sendo, portanto, portátil à qualquer compilador C++. Para construir todas as janelas que fazem a interface com o usuário foi utilizada a ferramenta de programação Borland C++ Builder 4.0. Como características principais do BSSdata podemos destacar:

- O número de arquivos abertos simultaneamente é teoricamente ilimitada, sendo limitado apenas pela quantidade de memória total (Memória RAM mais swap file) disponível.
- Foi desenvolvida uma estrutura de classes de modo a permitir fácil inclusão de novas rotinas de tratamento dos dados
- Todas as rotinas gráficas foram otimizadas para conseguir maior velocidade na execução do programa.

Todas as ferramentas implementadas, através deste projeto de Iniciação Científica, são descritas a seguir.

3.2 – Filtragem dos Dados

3.2.1 – Rotina para subtrair o background

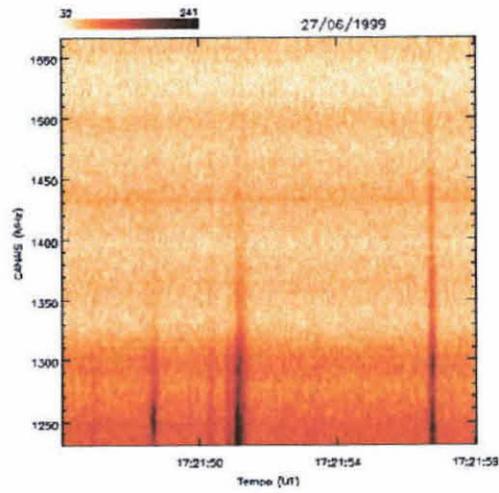
O objetivo dessa rotina é o de subtrair o sinal de background dos dados (fluxo do sol calmo). O sinal de background registrado pelo BSS não é homogêneo em frequência, decorrente da resposta do sistema ser diferente para cada frequência, como pode ser visto na Figura 4a. Aplicando essa rotina, temos como resultado um espectro dinâmico com um fundo mais homogêneo onde as explosões ficam mais realçadas, como mostra a Figura 4b.

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.

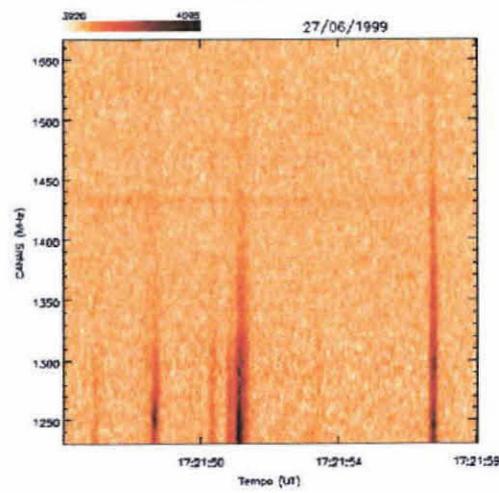
3.2.2 – Rotina para o filtro da diferença

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 Figura 4c).

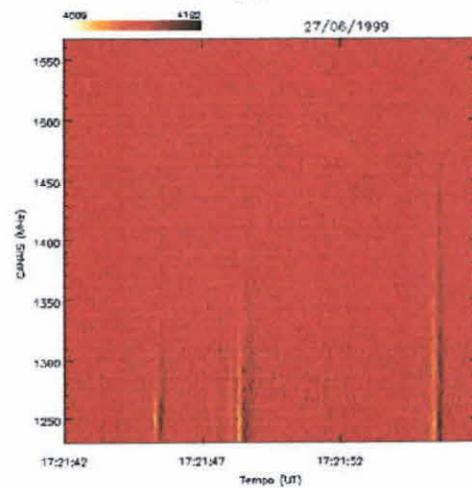
Uma observação importante é que não existe diferença visual no resultado obtido pelo filtro da diferença quando aplicado na imagem original ou na imagem com o background subtraído.



(a)



(b)



(c)

Fig. 4 – 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.

3.3 – Manipulação das Cores

No Windows, dependendo do adaptador de vídeo em uso, podemos exibir as seguintes quantidades de cores:

Número de cores	Tamanho de cada pixels
16 cores	4 bits
256 cores	8 bits
High Color (65536 cores)	16 bits
True Color (16777216 cores)	24 bits

No programa BSSData adotamos como padrão uma imagem de 8 bits por pixel. Sendo representada por uma paleta de 236 cores, pois no modo de 256 cores, 20 cores são reservadas ao sistema. Desta forma, conseguimos executar o programa em todos os modos de vídeo maiores ou iguais a 8 bits por pixel.

As cores, em qualquer modo de vídeo, são formadas por uma combinação das cores vermelho, verde e azul. E cada combinação dessas três cores é representada por um índice entre 0 e 255 na paleta (sendo que de 0 à 9 e de 246 à 255 são reservados ao sistema).

Para criar o espectro dinâmico usamos a seguinte fórmula:

$$Indice = 235 \cdot \frac{Dado - Dado_{min}}{Dado_{max} - Dado_{min}} + 10$$

sendo:

Dado - o valor a ser transformado;

Dado_{min} - o menor valor do conjunto de dados;

Dado_{max} - o maior valor do conjunto de dados;

Índice - terá um valor entre 10 e 245.

A janela "Palette Manager" (Figura 5) nos oferece opções para gerar paletas com gradientes de cores (combinação das cores vermelha, verde e azul), esticar o início ou o fim da paleta, inverter a paleta ou escolher uma paleta já definida (41 no total).

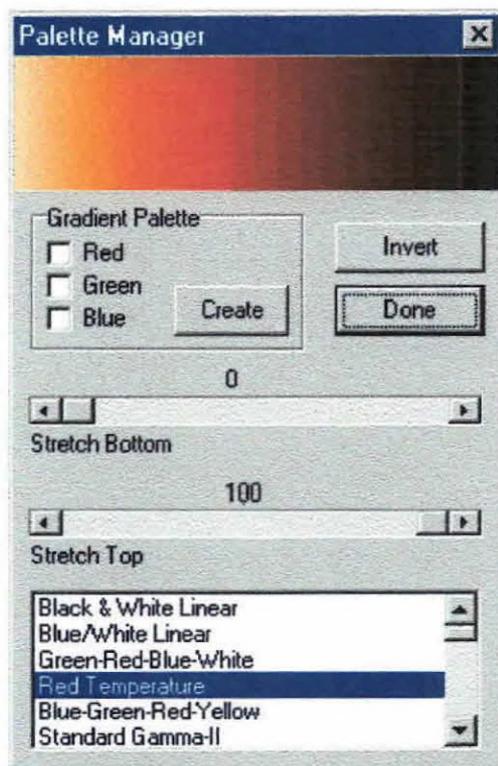


Fig. 5 – Janela para manipulação da paleta de cores

3.4 – Perfis Temporal e Espectral

Esta rotina, plota dinamicamente, através do movimento do mouse, os perfis temporais (ver Figura 6 – gráfico inferior direito) e espectrais (ver Figura 6 – gráfico inferior esquerdo) 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).

Durante o último semestre de 2000 foi realizado muitos melhoramentos nessa rotina (ver Figura 7).

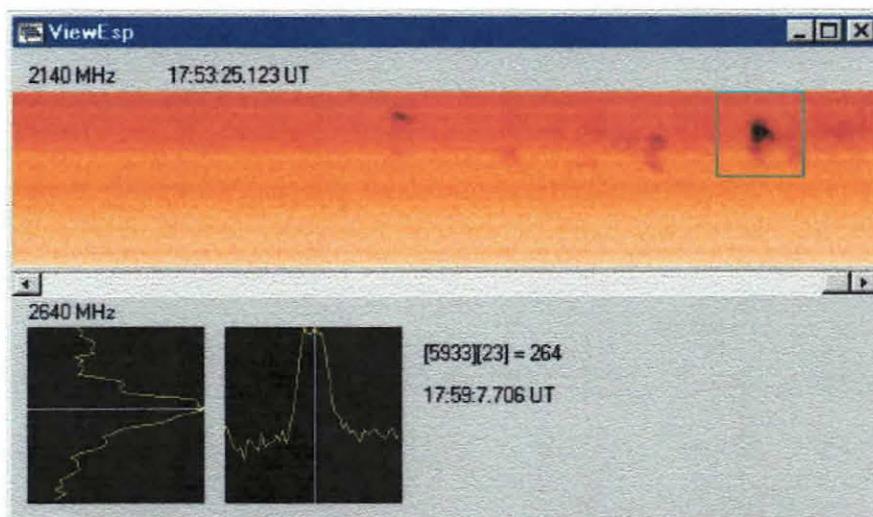


Fig. 6 – Janela para visualização do espectro dinâmico e seus perfis temporais e espectrais (versão anterior)
Relatório – PIBIC/CNPq (99-00) – 17/32

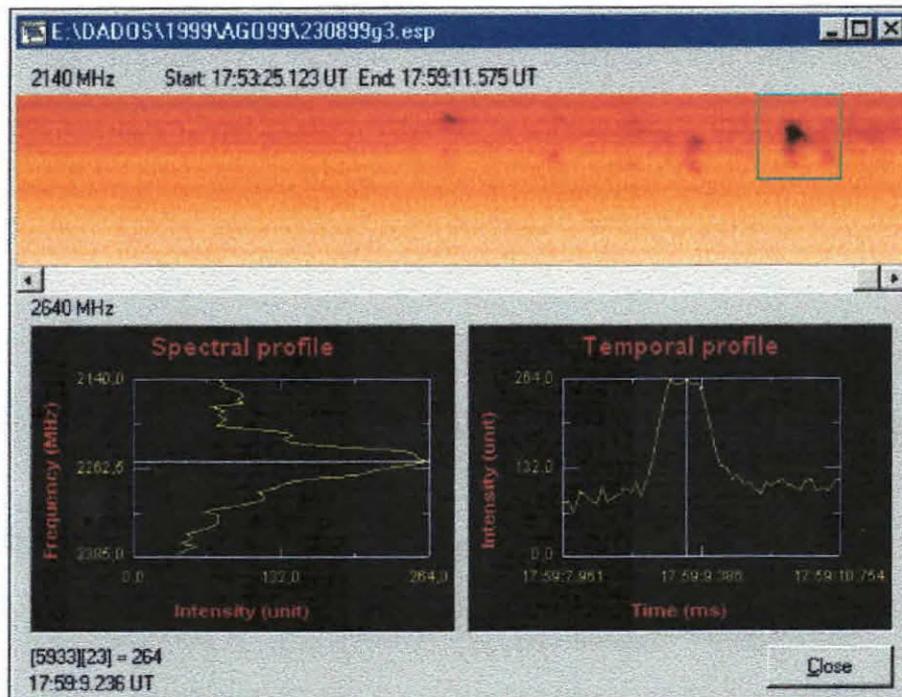


Fig. 7 – Janela para visualização do espectro dinâmico e seus perfis temporais e espectrais (versão atual)

3.5 – Gerenciamento de Projetos

O programa BSSData permite organizar conjuntos de dados em forma de projetos. Desta forma todas as informações referentes à uma explosão ficam agrupados. A janela “Project Manager” (Figura 8) possui uma lista com todos os arquivos pertencentes ao projeto, e ainda exibe as informações contidas nos cabeçalhos dos arquivos de dados.

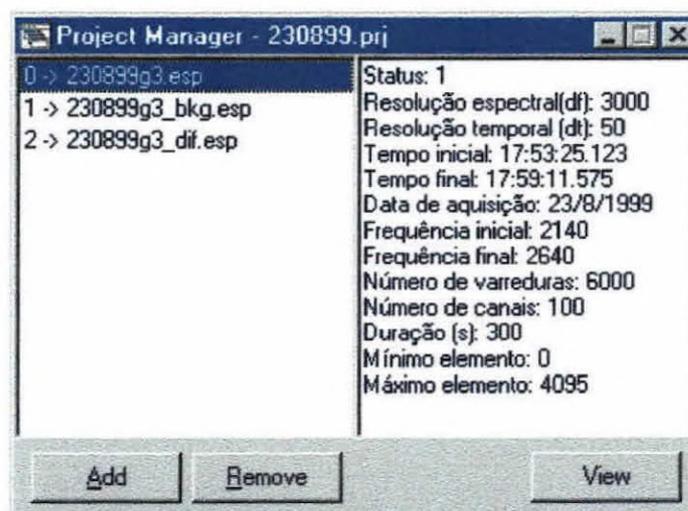


Fig. 8 – Janela para gerenciar projetos

3.6 – Ampliação do espectro dinâmico

O programa BSSData permite exibir uma janela de zoom (ver Figura 9 – janela do lado direito) da área selecionada na janela de visualização atual. O objetivo dessa rotina é permitir a visualização de pequenos detalhes nas estruturas das explosões solares.

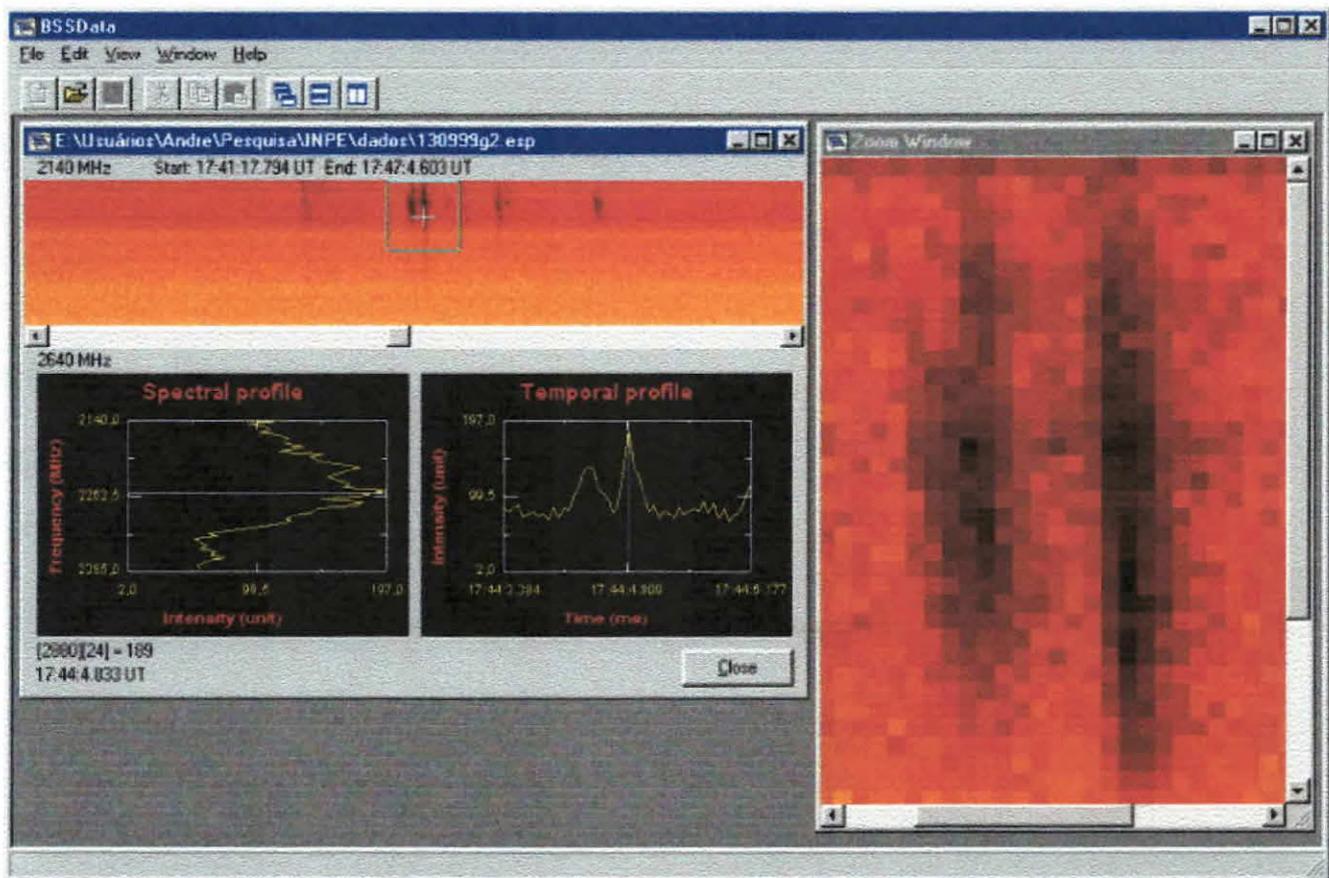


Fig. 9 – Exemplo de funcionamento do programa com a exibição de uma janela de zoom.

Seção 4. Catálogo das Explosões Solares

Como parte das atividades realizadas, foi feito um acompanhamento da identificação das explosões solares registradas pelo Brazilian Solar Spectroscope (BSS), em 1999 e 2000, selecionadas através da aplicação dos programas e rotinas de visualização dos dados. Para as explosões identificadas, 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 em 1999 está no Apêndice 1 e em 2000 no Apêndice 2.

As Figuras 10, 11, 12 e 13 apresentam exemplos de espectros dinâmicos de diversos tipos de explosões solares identificadas.

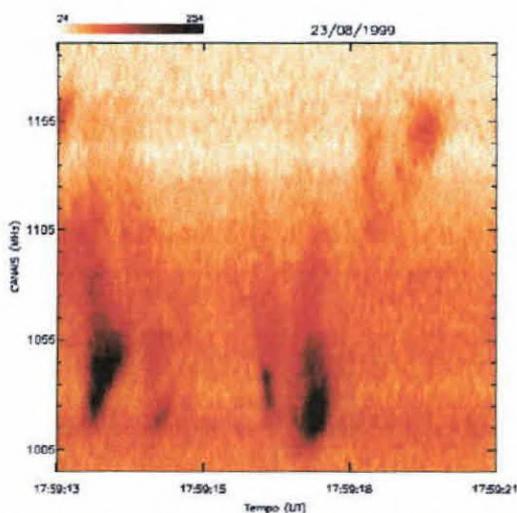


Fig. 10 – Emissão tipo "patches", mostrando emissão central mais intensa e calda mais tênue.

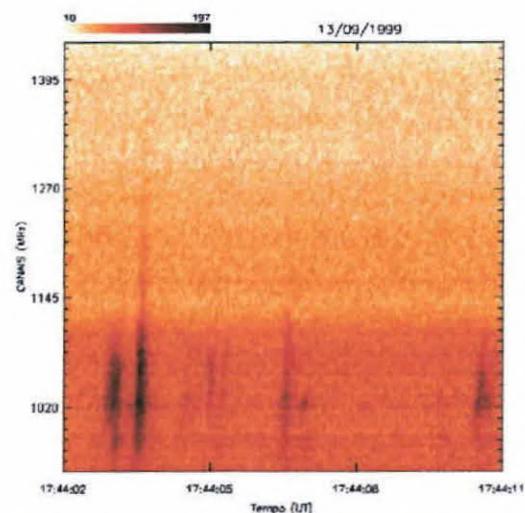


Fig. 11 – Grupo de explosões tipo III-like.

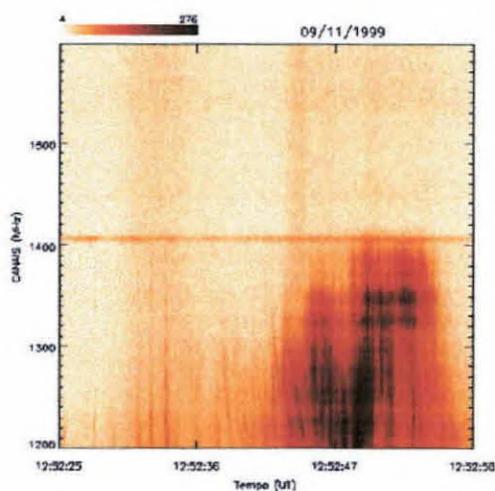


Fig. 12 – Emissão apresentando estruturas finas ("chain of dots", "fibras")

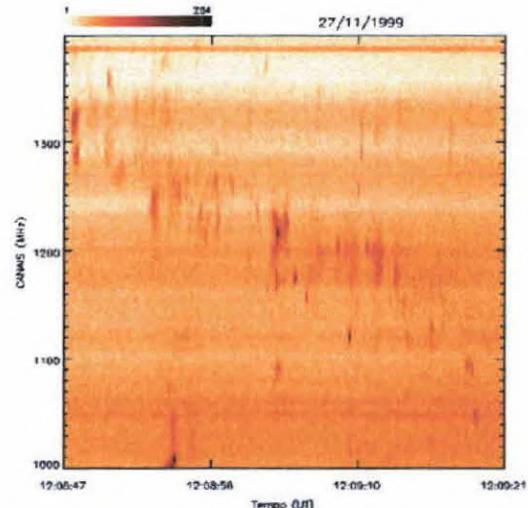


Fig. 13 – Estruturas finas em tempo e frequência mostrando corte em alta frequência decrescente com o tempo

Conclusão e Comentários

De acordo com o apresentado neste relatório, através deste projeto de Iniciação Científica, realizado no período de Setembro/99 a Dezembro/00, foram obtidos resultados significativos contidos no plano de trabalho original. Entre estes objetivos 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 e tratamento dos dados do BSS.
- Acompanhamento da identificação das explosões solares observadas em 1999-2000 e catalogação preliminar destas explosões, incluindo a obtenção dos espectros dinâmicos de cada explosão individual.
- Acompanhamento das discussões entre os membros do grupo sobre os procedimentos a serem seguidos para a análise dos dados e do levantamento das necessidades de rotinas específicas para esta finalidade.
- Desenvolvimento de um programa (BSSData) específico para tratamentos dos dados do BSS, que inclui rotinas para a subtração do sinal de background, para aplicação de filtro da diferença, para graficar os perfis temporais e espectrais das emissões solares e ampliar áreas específicas do espectro dinâmico.
- Acompanhamento na determinação de parâmetros observacionais, utilizando as rotinas desenvolvidas, de certos tipos de explosões solares apresentando estruturas finas, tais como, emissões tipo "dots", "zebra", "spikes".

As atividades descritas acima contribuíram para a elaboração de trabalhos científicos apresentados em reuniões científicas nacionais e internacionais e publicados. Além disso, contribuíram efetivamente para minha iniciação em atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico.

Neste sentido, acreditamos terem sido cumpridos os objetivos deste projeto de Iniciação Científica e que os resultados obtidos contribuíram com as atividades de pesquisa desenvolvidas pelo grupo da Linha de Pesquisa de Física do Meio para investigação de explosões solares.

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.
- Fernandes, F.C.R., J.R. Cecatto, J.A.C.F. Neri, C. Faria, A.R.F. Martinon, R.R. Rosa, F.P.V. Mesquita, V.A. Portezani, M.C. Andrade, E.M.B. Alonso, H.O. Vats, H.S. Sawant. O Brazilian Solar Spectroscope (Bss) e os Problemas Atuais da Física Solar. Boletim da SAB, 20(2), 33, 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 spectroscope, Adv. Space Res., 17, 385, 1996.
- 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 inicial results of the Brazilian Solar Spectroscope – BSS. HESSI Workshop, ASP Conference Series, 206, 347, 2000.
- Sawant, H.S., K.R. Subramanian, J.H.A. Sobral, C. Faria, F.C.R. Fernandes, J.R. Cecatto, R.R. Rosa, H. O. Vats, J. A. C. F. Neri, E.M.B. Alonso, F.P.V. Mesquita, V.A. Portezani, A.R.F. Martinon. Brazilian Solar Spectroscope (BSS), Solar Physics, 2001.

Apêndice 1

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.

LISTA DE EXPLOSÕES REGISTRADAS PELO BSS EM 1999

DIA	HORA (UT)	TIPO DE ATIVIDADE	FREQ (MHz)	O	BSS FILE	GOES CLASSE	COMENTARIOS
MARÇO/99							
19	15:19:15-15:26:45	Zebra	1330-1580		B5		< 15:32 EPL
ABRIL/99							
07	13:25:01	Fraco contínuo			B7		
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
30	16:05:50/16:06:02	Fraco patch G NB	~1350		F0		245 16:05 RBR RNS
JUNHO/99							
17	16:51	Contínuo BB (> 1 min)			F3	M3.6 16:47	
22	18:31	Gradual			G8,G9	M1.7 17:37	
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
24	18:02	EFs	LBx		G3		245 RBR 18:01
26	13:45-13:56	Gradual			C2-C3		RSP CTM/2
26	15:40	Fraca EF G BB RS			E1		
27	17:21:46-17:21:58	TIII G IB	LBx		F7		
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
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
05	16:39:24-16:39:31	TIII NB	Central		E9		RSP
12	15:30:50	EF	LBx		D9		15:31 RBR RSP
16	15:45:51	EF ISO		35	E1	M3.1 15:42	FLA
19	15:08:42-15:09:15	TIII-like G	LBx		D4		15:08 FLA
23	12:45:02	Fracas EFs	LBx		B0	C5.9 12:37	
24	12:02:56	Par EFs	LAT		A3		1415 RBR 12:03
24	12:03:20-12:03:40	Fracas ghosts	LAT		A3		1415 RBR 12:03
24	12:03:47	Patch	~1660		A3		1415 RBR 12:03

24	12:03:48-12:03:51	Patch complexo	~1300	A3	1415 RBR 12:03
25	13:09	Gradual	3	B5	1415 RBR 13:09
AGOSTO/99					
17	12:43-18:34	Noise + EFs	345	B0-H0	C2.6 12:32 C5.9 14:28
20	18:27-18:37	Gradual		G6-G7	M1.2 18:25 245-2695 RBR
23	17:58-17:59	Patches		G3-G4	
23	18:04	Zebra		G4	C5.7 18:01 18:03
30	17:50-17:59	Gradual + ghost + puls		G0-G1	M3.8 17:23
SETEMBRO/99					
02	17:39:40	Faixa clara-escura		D1	
03	18:04:38	Intermitente	Central	F2	
09	14:22-17:14 ?	Gradual + EF lenta deriva		B0-B3	C3.3 16:13
13	16:27:30-16:27:59	Fracas EFs + dots		E9	C2.6 16:30 < 16:02 DSF
13	16:57:17	TIII-like IB ISO		F4	C2.6 16:30
13	17:02:26	Drift dots		F4	
13	17:43:50-17:44:11	TIII G		G2	
14	13:57	Fracas TIII-like + EFs		A2-A3	C1.8 13:54
22	13:30	Gradual + ghost		C0	C5.2 13:29 245-2695 RBR RSP V/3 III/1 FLA1F
OUTUBRO/99					
01	14:58:47-14:59:08	3 picos fortes BB	345	D8	C6.0 14:49 245-880 RBR
07	15:52:31	Dots normal drift		E9	
18	16:26:25	Dots + zebra NB		F5	
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	Bandatotal	A6	
28	17:56:55	EF TIII-like NB ISO		H1	
28	18:01:36	EF TIII-like ISO		H2	
28	18:04:26	Line of Dots		H3	
28	18:05:43	EF TIII-like NB ISO		H3	
NOVEMBRO/99					

09	11:53:47-11:54:17	Fraca EF + CONT			5	A7		
09	12:06:25-12:06:37	EFs TIII-like G TCONT	LBx		5	A9	1415 RBR	
09	12:07:40-12:07:49	CONT	LBx		5	A9		
09	12:08:01	EF	LBx		5	A9		
09	12:09:06-12:09:06	EF TIII-like	LBx		5	A9	RSP III/2	
09	12:10:21	EFT IB ISO	LBx		5	B0		
09	12:11:08-12:11:16	Fracas EF (~1s)	LBx		5	B0		
09	12:52:22-12:52:57	EF + CONT IB drift chain	LBx		5	B7	C5.6 12:44	245-8800 RBR RSP III/3
09	12:56:24-12:56:59	CONT	LBx		5	B8	C5.6 12:44	245-8800 RBR RSP III/3
09	12:57:37-12:58:08	Fracas CONT	LBx		5	B8	C5.6 12:44	245-8800 RBR RSP III/3
09	12:58:33	EFT	Total		5	B8	C5.6 12:44	245-8800 RBR RSP III/3
09	14:33	EF IB	LBx			D0		
09	15:15:10	EFT TIII-like G + patch				E3		245-410 RBR RSP III/3
09	16:24:51	EFTIII-like NB drift / patch NB split				F6	C4.6 16:19	
10						D0		
10	15:46-16:51	EFs TIII-like low-high drift	1/2Bx			E8	M1.5 15:44	245-15400 RBR FLA SF
18	14:40	Fracas CONT NT				D6		
18	17:12	TIIIG	LBx			G3	C2.7 17:10	
19	15:01	Fraca EF	LBx			F2		
20	14:34:42	Fraca TIII-like ISSO	1al			D2		
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	
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
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
DEZEMBRO/99								
01	13:17 -	Fracas ghost				B0...C8	13:47-07:32 FLA SF ERU	

0 - Observação simultânea com o Observatório Ondrejov: RT3 (3 GHz) RT4 (2,0-4,5 GHz) RT5 (0,8-2,0 GHz)

Apêndice 2

Lista com os dados das explosões solares registradas pelo BSS de 2000.

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.

LISTA DE EXPLOSÕES REGISTRADAS PELO BSS EM 2000

DIA	HORA (UT)	TIPO DE ATIVIDADE	FREQ (MHz)	O	BSS FILE	GOES CLASSE	COMENTARIOS
MARÇO/00							
31	13:11:04-13:17:44	CNT + FS		345	A5		
ABRIL/00							
03	14:52:19-14:57:48	TIIG bb			D0		245
04	15:00:52-15:39:25	CNT		345	C4-D0	C9.7 15:41	14:41-15:35 DSF 145-15400
17	13:02:44-13:08:13	Rise/fall			B2		13:02 RBR III/1
17	14:41:33-14:47:00	Dots			D0		14:11-17:09 RSP CTM/1
18	14:55:11-15:00:39	Dots			A2		
27	12:07:37-12:13:12	TIIG bb			A7		11:36-21:58 RSP CTM/2
MAIO/00							
02	14:43:18-14:48:46	CNT + FS		345	D1	M2.8 14:42	245-15400
08	15:30:30-15:35:58	FS nb Tx dfdt Int. variation			E3		15:29-15:45 FLA 15:35-15:40 FLA
09	17:34:56-17:40:23	TIIG like	Bx Lim		G6	C9.2 17:40	17:30-17:50 FLA RBR 4995
16	18:48-18:53	FS			E7		
18	15:53-15:59	??		345	E6	M2.7 15:57	245-15400
19	13:12-13:18	TIIG ib-bb			A9		12:44-17:00 CTM/1
22	13:24-13:41	CNT			B9-C1		13:38-13:40 RBR 245
24	14:29-14:35	CNT + fiber		45	D3		
24	18:09-18:14	CNT			H3		14:31-14:33 RBR 1415/410
25	16:06-16:11	CNT			E8	C2.7 16:11	18:00-18:09 FLA
25	16:17-16:27	CNT			F0		16:10-16:48 FLA
25	16:49-16:55	CNT			F6		
25	17:00-17:06	CNT			F8		
JUNHO/00							
02	13:30-13:41	CNT			B2-B3		13:33-13:37 RBR 245
05	12:08-12:14	CNT ib + FS			A3		12:09-12:10 RBR 1415
05	13:54-13:59	FS Tx nb lb weak			C2	M1.5 13:59	13:53-14:20 FLA 14:05 RSP III/2
05	18:34-18:39	CNT weak			H3	C3.8 18:35	18:23-19:07 (18:34 max) FLA
06	13:27-13:33	Ghost U inv + CNT		34	A5-A6	X1.1 13:39	13:30-13:56 245-15400

06	15:01-17:17	Pre FS + CNT + Dots + zebra + fiber (intense emissions)				34	C2-E5	X2.3 15:25	320-15400 14:47 RSP IV/3	
07	15:37-15:43	TIII lb-bb				34	D4	X1.2 15:53	15:38-16:31 245-15400 II IV	
14	13:41-13:46	Spike	Bx Lim			3	C3	C1.8 13:49	13:44-14:07 III RBR 245-2695	
14	18:31-18:37	CNT					H6		RSP III/1	
15	17-12-17:18	Dots + FS					G0	C4.1 17:20	17:05 RNS 245 RBR 245	
19	14:28-14:34	Spikes	Bx Lim				D2	C1.9 14:33	14:29-14:36 245-1415	
19	14:50-14:56	Dots					D6			
21	14:17-14:18	FS	Bx Lim			45	C8	C9.7 14:25	14:18-14:25 RBR 410-15400 FLA	
27	12:44-12:48	CNT + Fiber				345	A8		12:43-12:54 RBR 245-15400	
27	12:56-13:20	Fiber	Bx Lim			345	B0-B4	C9.3 12:55	13:03 RSP III/1 RBR 606	
27	13:43-14:24	Fiber + FS				5	B9-C6		13:10-15:21 RSP CTM/2	
30	12:15-12:59	CNT + TIII					A0-A7			
30	14:18	CNT + TIII					C2			
JULHO/00										
04	14:58-14:59	Dots					B7	C2.3 15:01	14:58-15:16 FLA	
04	15:18	FS short dur	1000-1100				C1	C3.4 15:20	15:11-16:22 FLA SF	
04	15:43	Cigar patch	1200-1220				C5		15:11 RSP CTM/1	
04	15:44	Patch					C5			
06	12:26-12:37	Weak CNT + spike				45	A7-A8	C4.3 12:36	12:36 RBR 410-1415 12:23 FLA	
06	12:54-13:00	Weak CNT + bb				5	B2		12:36-12:55 RSP II/2	
06	15:06-15:11	CNT					D6		15:09 FLA	
06	18:49	Split patches	980-1000				H6			
10	16:21	Dots	1000-1200				F1		16:18-16:20 RBR 245	
11	12:31	Cigar patch	1000-1050			345	A0		12:31 FLA RSP CTM/2	
11	13:13-13:24	Fast osc				45	A8-A9	X1.0 13:10		
11	13:24-13:27	Spikes (pré flare)	950-1200			45	A9-B0		RBR 245-8800 13:20-13:48 5 FLA	
11	13:30-13:57	CNT				345	B1-B5			
11	13:46	Zebra	1400-1700			45	B3			
12	18:39-18:50	Patch + Pulsations					H5-H6	M5.7 18:49	RBR 1415 -15400 FLA 2F	
13	14:18	Patch					C8			
13	14:44-14:54	Patches + FS				345	D3-D4		14:48 FLA RBR 245-15400 RSP III	
13	17:42	Patch + Pulsos				5				
14	12:52	EF + Pulsations + Patch + TIII + Zebra + CNT				35	B2-B3			
14	13:48	TIII + Dots + CNT + Patch				34	C3-C4			
20	13:26-13:34	Pulsations				45	A3-A4	C7.0 13:23	FLA SF RBR 245-1415	

20	14:56-15:01	Patch + TIII + Pulsations		345	B9-C0	C5.1 14:57	FLA SF RBR 245-15400
31	15:55	Pulsations + Patch			B5		
AGOSTO/00							
18	17:15	Pulsations			F7		
SETEMBRO/00							
14	14:40-14:51	CNT + Patch		345	A0-A1	C2.1 14:48	RBR 245-8000 FLA SF
15	13:20-13:25	??		5	B7		RSP III/2 RBR 245-410
15	14:31-14:37	Pulsations		345	D0	M2.0 14:37	RSP V/3 RBR 245-15400
16	13:23-13:34	Patch			C0-C1		FLA SF RBR 245-606 RSP III/2 V/3
16	14:18-14:28	Patch + TIII +CNT		3	D0-D1	M3.2 14:28	RSP III/2 V/3 FLA2N RBR245-15400
17	12:18-12:23	Patch		5	A9	C4.7 12:24	
18	11:54-11:59	CNT + TIII			A5 A7		
18	13:59-14:04	Pulsations			C7		
19	15:24-15:30	Pulsations			D0	C3.0 15:19	15:17 FLA 1F
20	12:04-12:10	Pulsations			A5		
20	14:39-14:45	Pulsations			D3		14:42 FLA SF
20	15:23-16:07	Patch + Pulsations + TIII		5	E1-E8	C3.1 15:31	FLA SF DSF CTM/1 15:37 RBR 410-15400 15:51-16:00 RBR 410-1415
20	16:12-18:02	Pulsations + TIII + Patch			F0-G9		
21	17:55	EF			F1		RBR 606
21	18:16	EF			F5		18:14-18:16 RBR 245-410
21	18:22	Pulsations + Patch			F6		18:25 RBR 245-606
22	15:34	DOTS		5	E0 E3		RBR 245-15400 RSP III/2 V/3
23	14:54-15:00	DOTS			D6		
25	15:15-15:26	DOTS			C1-C2		
26	12:33	Tipo III			B2	C4.3 12:31	FLA SF CTM/2
26	18:23-18:30	CNT			H6-H7		RSP V/1
OUTUBRO/00							
26	16:03-16:09	CNT fraco			E2	C8.5 16:11	FLA 1N RBR 4102695 4995
NOVEMBRO/00							
22	16:19-16:21	CNT			F0	C7.0 16:21	RBR 210-15400 RSP II/1 FLA 1N

O - Observação simultânea com o Observatório Ondrejov: RT3 (3 GHz) RT4 (2,0-4,5 GHz) RT5 (0,8-2,0 GHz)

Apêndice 3

Trabalhos Científicos

Trabalhos apresentados em reuniões científicas

1. H. S. Sawant, F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, J. R. Cecatto, V. A. Portezani, **A. R. F. Martinon**. Chromospheric inhomogenities and decemetric fine structures. 32 COSPAR Scientific Assembly, Warsaw, Polônia, 16-23 de Julho de 2000.
2. F. C. R. Fernandes, H. S. Sawant, H. O. Vats, J. R. Cecatto, V.A. Portezani, **A. R. F. Martinon**. Catalogue of solar bursts observed by the Brazilian Solar Spectroscope – BSS. 32 COSPAR Scientific Assembly, Warsaw, Polônia, 16-23 de Julho de 2000.
3. H. S. Sawant, F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, J. R. Cecatto, V. A. Portezani, **A. R. F. Martinon**. Inhomogeneidades cromosféricas e estruturas finas decimétricas. XXVI Reunião Anual da SAB, 23-27 de julho de 2000, Mangaratiba, RJ. Boletim da SAB Vol. 20 no. 1, pg. 40, 2000.
4. F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, **A. R. F. Martinon**, V. A. Portezani, H. S. Sawant, Emissões Solares Decimétricas Tipo "Fibra" com Taxa de Deriva Intermediária. XXVI Reunião Anual da SAB, 23-27 de julho de 2000, Mangaratiba, RJ. Boletim da SAB Vol. 20 no. 1, pg. 40, 2000.
5. F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, **A. R. F. Martinon**, V. A. Portezani, H. S. Sawant, Spikes decimétricos apresentando padrão semi-harmônico de emissão. XXVI Reunião Anual da SAB, 23-27 de julho de 2000, Mangaratiba, RJ. Boletim da SAB Vol. 20 no. 1, pg. 39, 2000.
6. **A. R. F. Martinon**, F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, J. A. C. F. Neri, H. S. Sawant, BSSView: novas rotinas para visualização e análise de dados espectrais solares. XXVI Reunião Anual da SAB, 23-27 de julho de 2000, Mangaratiba, RJ. Boletim da SAB Vol. 20 no. 1, pg. 44, 2000.
7. **A. R. F. Martinon**, F. C. R. Fernandes, Desenvolvimento/Adaptação de software com aplicação na análise de dados do Brazilian Solar Spectroscope (BSS). 7º SICINPE – Seminário de Iniciação Científica – INPE, 5 de julho de 2000, Taubaté, SP.
8. **A. R. F. Martinon**, F. C. R. Fernandes, Software para análise de dados do Brazilian Solar Spectroscope (BSS). V Encontro de Iniciação Científica – UNITAU, 16-19 de outubro de 2000, Taubaté, SP.
9. **A. R. F. Martinon**, F. C. R. Fernandes, Software para análise de dados do Brazilian Solar Spectroscope (BSS). Semana da Computação – UNITAU, 23-27 de outubro de 2000, Taubaté, SP.

Artigos publicados

1. F.C.R. Fernandes, J.R. Cecatto, J.A.C.F. Neri, C. Faria, **A.R.F. Martinon**, R.R. Rosa, F.P.V. Mesquita, V.A. Portezani, M.C. Andrade, E.M.B. Alonso, H.O. Vats, H.S. Sawant. O Brazilian Solar Spectroscope (Bss) e os Problemas Atuais Da Física Solar. Boletim da SAB, 2000.

Artigos aceitos para publicação

1. H.S. Sawant, K.R. Subramanian, J.H.A. Sobral, C. Faria, F.C.R. Fernandes, J.R. Cecatto, R.R. Rosa, H. O. Vats, J. A. C. F. Neri, E.M.B. Alonso, F.P.V. Mesquita, V.A. Portezani, **A.R.F. Martinon**. Brazilian Solar Spectroscope (BSS), Solar Physics, 2001.
2. H. S. Sawant, F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, J. R. Cecatto, V. A. Portezani, **A. R. F. Martinon**. Chromospheric inhomogenities and decemetric fine structures. Adv. Space Res., 2001

Artigos submetidos para publicação

1. F. C. R. Fernandes, H. S. Sawant, H. O. Vats, J. R. Cecatto, V.A. Portezani, **A. R. F. Martinon**. Catalogue of solar bursts observed by the Brazilian Solar Spectroscope – BSS. ApJ. Supp. Series, 2000.

Artigos em preparação para publicação

1. H.S. Sawant, M. Karlický, F.C.R. Fernandes, H.O. Vats, J.R. Cecatto, J.A.C.F. Neri, V.A. Portezani, **A.R.F. Martinon**, K. Jiricka, and H. Meszarosova, Zebra pattern harmonic emission observed during the 06th June 2000 intense solar flare.
2. F. C. R. Fernandes, H. O. Vats, **A. R. F. Martinon**, V. A. Portezani, H. S. Sawant , Fiber emission showing intermediate frequency drift rate.