

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA COMPONENTE S RESPONSÁVEIS PELA PRODUÇÃO DE CMES ASSOCIADOS A GRANDES EVENTOS

Rodney Vicente de Souza¹ & Emilia correira²

¹CRAAE/CRAAM, rodney@craae.mackenzie.com.br

²CRAAE/INPE, ecorreia@craae.mackenzie.com.br
(CRAAE é um convênio entre Mackenzie, INPE, USP e Unicamp)

RESUMO

O estudo tem como objetivo buscar eventuais correlações da intensidade da variação do grau de polarização da componente S com a produção de CME (Ejeção de Massa Coronal). A componente S é uma componente de variação lenta do Sol, que é função da presença de regiões ativas, os CMES são quantidades de matéria ejetadas da coroa solar associados ou não às explosões solares. A ejeção de massa coronal quando muito intensa pode causar graves problemas aqui na Terra, tais como, alterações no campo magnético, pane em redes elétricas e por sua vez grande prejuízo para sociedade. Este trabalho quer contribuir para previsões destes fenômenos. Os dados da componente S foram obtidos com o rádio polarímetro solar 7 GHz instalado no Rádio Observatório de Itapetinga, Atibaia, e os dados referentes aos CMES são do experimento LASCO a bordo do Satélite SOHO. Um estudo preliminar da componente S para o período de 1998 a 2000, sugere variação no grau de polarização antes de grandes CMES. A análise das componentes de frequência do sinal "7GHz", obtidos com a transformada de Fourier, sugere a presença de componentes de frequência mais altas precedendo ou mesmo após a ocorrência de grandes explosões que produziram CMES.

Relatório Final de Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPQ

Bolsista: Rodney vicente de Souza

Projeto: Patrulhamento Solar com Rádio-Polarímetro de 7GHz do ROI

Orientadora: Dra. Emília Correia

Período de trabalho: de Julho/ 2000 – Julho/2001.

Bolsa de Iniciação Científica suportada pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq, desenvolvida junto ao CRAAE/CRAAM – Centro de Rádio Astronomia e Aplicações Espaciais (Convênio Universidade Mackenzie, INPE, USP e UNICAMP)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	
2.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	
2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	
3. PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES CIENTÍFICAS.....	
4. COLÓQUIOS DE PESQUISA.....	
5. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	
6. CONCLUSÕES.....	
7. ANEXOS.....	
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste projeto é de realizar o Patrulhamento do Sol, para se detectar o maior número possível de explosões solares, com informação de polarização circular. O Rádio-Polarímetro foi reformado, permitindo atingir a sensibilidade 0,5 s.f.u para 10ms de resolução temporal.

Um dos pontos de interesse da observação sistemática da atividade solar é tentar se definir critérios para a previsão a curto e longo prazo. Aqui propomos estudar a variação do grau de polarização circular e sua associação com a produtividade de explosões e outras características físicas referentes a número, área e complexidade das manchas; campo magnético global, além do fluxo rádio total do Sol. Tem também como objetivo se estudar a variação do grau de polarização de centros ativos em função da longitude heliográfica.

Particularmente se propõe estudar as características temporais das explosões solares: estruturas temporais rápidas e as correspondentes variações do grau de polarização circular, em associação com características da emissão observada em outras faixas de energia.

As explosões solares são liberações de energia acumulada em locais densos e magnetoativos, associados as regiões ativas. A quantidade de energia existente nestas regiões justifica a intensidade das explosões observadas. A energia liberada durante as explosões solares cobre uma faixa larga do espectro, podendo se estender da faixa rádio até a faixa dos raios-gama. A partir das características espectrais, polarimétricas e evolução temporal dos eventos observados, e baseando-se nos modelos de interpretação, é possível se estimar as propriedades do plasma, intensidade do campo magnético e energia das partículas energéticas da região explosiva.

A análise dos eventos observados em 7GHz em conjunto com experimentos em outras frequências rádio e raio-X duro, permitirão estabelecer condições de contorno para os processos de liberação de energia. O estudo da variação do grau de polarização rádio é a única fonte de informação sobre os campos magnéticos da atmosfera solar acima da fotosfera.

Finalmente a catalogação dos eventos servirá para desenvolver um trabalho estatístico sobre as propriedades polarimétricas das explosões, em função do tempo e posição no disco solar.

A análise dos dados está baseada na utilização do programa IDL (Interactive Data Language), que além de se adequar bem ao processamento destas informações, é muito versátil quanto ao aspecto de manipulação e visualização dos dados.

O projeto também visa a iniciação de estudantes em técnicas de rádio astronomia.

2-Atividades Desenvolvidas

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados se referem aos fluxos obtidos nos dois modos de polarização circular (R-direita e L-esquerda) do Sol, que são obtidos com o Rádio Polarímetro de 7 GHz que opera no Rádio Observatório do Itapetinga (ROI). O radiotelescópio foi totalmente renovado com a aquisição de dois receptores, e o sistema de aquisição de dados automatizado. O período de observação vai das 8 as 17 horas locais, quando os dados são digitalizados e gravados em arquivos diários cujo nome informa dia/mês/ano/hora (ddmmaahh) da aquisição. Posteriormente, os dados são armazenados em CD-ROM. Os períodos de observação estão no Anexo 2.

A calibração dos sinais, ou seja a determinação da escala Kelvin/Volt (K/V), é obtida a partir da técnica LOAD-CÉU, que se baseia na diferença do sinal medido quando a antena está apontada para o céu e depois com o load na frente da corneta. O load é um corpo a temperatura ambiente (~300 K).

A atividade solar é verificada diariamente, via Internet, em sites que fornecem informação sobre os eventos ocorridos, e a probabilidade de ocorrência para os próximos três dias. Deste modo, obtemos informação sobre eventos observados conjuntamente por todos os experimentos de solo e espaço disponíveis, e que são de primordial importância para sua interpretação. O trabalho referente a previsão de atividade solar se baseará no controle diário da componente S.

A análise dos dados é feita através de rotinas em IDL. São basicamente duas: uma para fazer gráficos globais dos dados diários para se obter as informações de calibração e componente S; e outra semelhante para fazer gráficos dos eventos pré calibrados em unidade de fluxo solar.

A interpretação dos eventos será feita estudando-se sua correlação nesta frequência com a emissão produzida em outras faixas de energia obtidas pelos demais experimentos que os detectaram, em outras frequências rádio (BERNA/Suíça, OVRO/EUA, RSTN-Radio Solar Telescope Network) e em raios X de satélites (CGRO/EUA e YOHKOH/Japão) e especialmente os obtidos em conjunto com o SST (Telescópio Solar Submilimétrico – Argentina. Cooperação Brasil, Argentina e Suíça). Esta análise ajudará montar o cenário onde a explosão foi produzida, e a definir os mecanismos de plasma e radiação operantes.

O estudo da atividade solar em função das características das regiões ativas, é feito através da análise diária da variação do fluxo e grau de polarização da emissão do Sol quiescente (componente S)

O estudo do variação do grau de polarização de centros ativos em função da longitude solar para melhor caracterizar os efeitos direcionais, se baseia na análise da evolução do grau de polarização de centros ativos isolados durante sua passagem no disco solar. O objetivo é

estudar os efeitos de propagação de ondas em plasmas magneto ativos no grau de polarização de regiões ativas em função de sua configuração magnética em relação á linha de visada.

2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

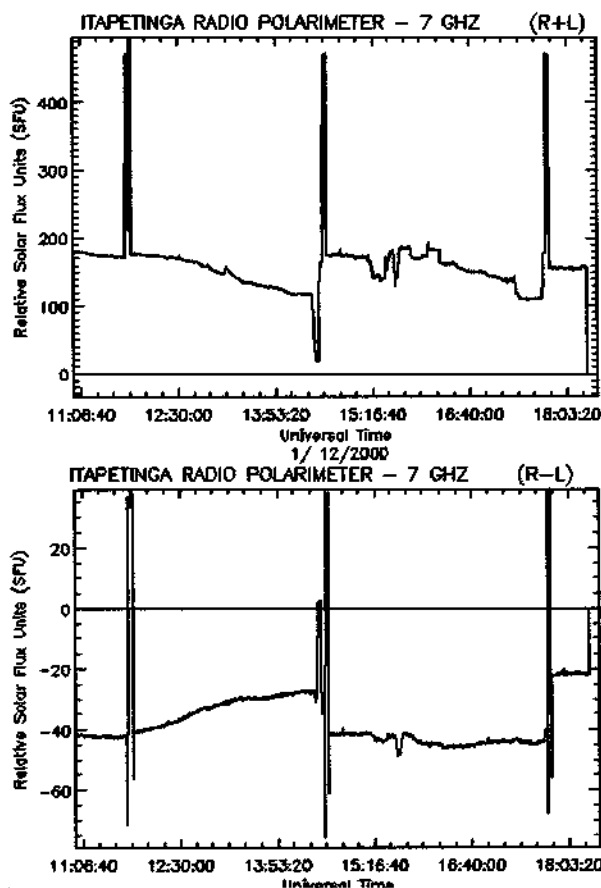
Iniciação em programação com IDL.

Utilização das rotinas com a construção de gráfico e desenvolvimento de outras para análises específicas. Como por exemplo, uma para determinar o feixe da antena a partir de trânsitos do Sol. Ou realização de gráficos globais/expandidos de informações dos arquivos obtidos.

Catlogação e Calibração dos Dados

- Gráficos dos arquivos de dados diários globais para todo o período de operação do radiotelescópio a partir de 1998 até o ano 2000. Exemplo figura 1.
- Gráfico das calibrações (expansão) para definir as escalas em K/V. Foram feitos gráficos das calibrações referentes ao ano de 1999 e 2000, dando continuidade ao trabalho desenvolvido pelo estudante Daniel Katz, feito para 1998.

FIGURA 1



Catologação das explosões

Todas as explosões observadas estão sendo catalogadas para posterior estudo do comportamento estatístico das propriedades de polarização e fluxo (partindo-se novamente dos parâmetros de Stokes I, V e grau de polarização P) em função da posição no disco solar.

Medida de sensibilidade do sistema.

A sensibilidade do sistema, ou seja a temperatura de ruído do sistema, foi medida considerando-se $T \simeq 600\text{K}$, $B \simeq 140\text{ MHz}$, $r = 20\text{ ms}$,

$$t_{\min} = T/(B*r)^{1/2}$$

$$t_{\min} = 0,35\text{ K}$$

onde T é a temperatura do sistema, B é a banda passante, r é a resolução temporal e t_{\min} é a temperatura mínima.

Análise de explosões

Numa etapa posterior, serão analisadas as explosões obtidas conjuntamente com o experimento SST.

Determinação dos parâmetros de Stokes I e V da componente S.

Dos gráficos das calibrações foram obtidas as temperaturas do disco solar nos dois modos de polarização circular. Com estas medidas foi montada uma tabela (planilha do Microsoft Excel) e calculados os parâmetros de Stokes $I=Tr+Tl$ e $V=Tr-Tl$, e o grau de polarização $P= V/I$. Exemplo de tabela está no anexo 3.

Estudo da Componente S

Os parâmetros acima, obtidos com o Rádio Polarímetro foram graficados conjuntamente com os do Solar Geophysical Data (SGD) referente ao número e área das manchas, número de flares, campo magnético médio do disco solar, e fluxo em 3 GHz, dados obtidos na Internet para todo o ano de 1998,1999 e 2000. O objetivo é se estudar o comportamento relativo entre os mesmos. Uma análise preliminar sugere uma variação significativa do grau de polarização durante os períodos de grande produção de explosões. Um exemplo de tabela dos dados analisados está no anexo4. A figura 2 mostra a evolução dos parâmetros de Stokes, e seu comportamento com o ciclo solar. A correlação da variação do grau de polarização e o numero de “flares” ocorridos para o intervalo de 1998 a 2000 estão na figura 3.

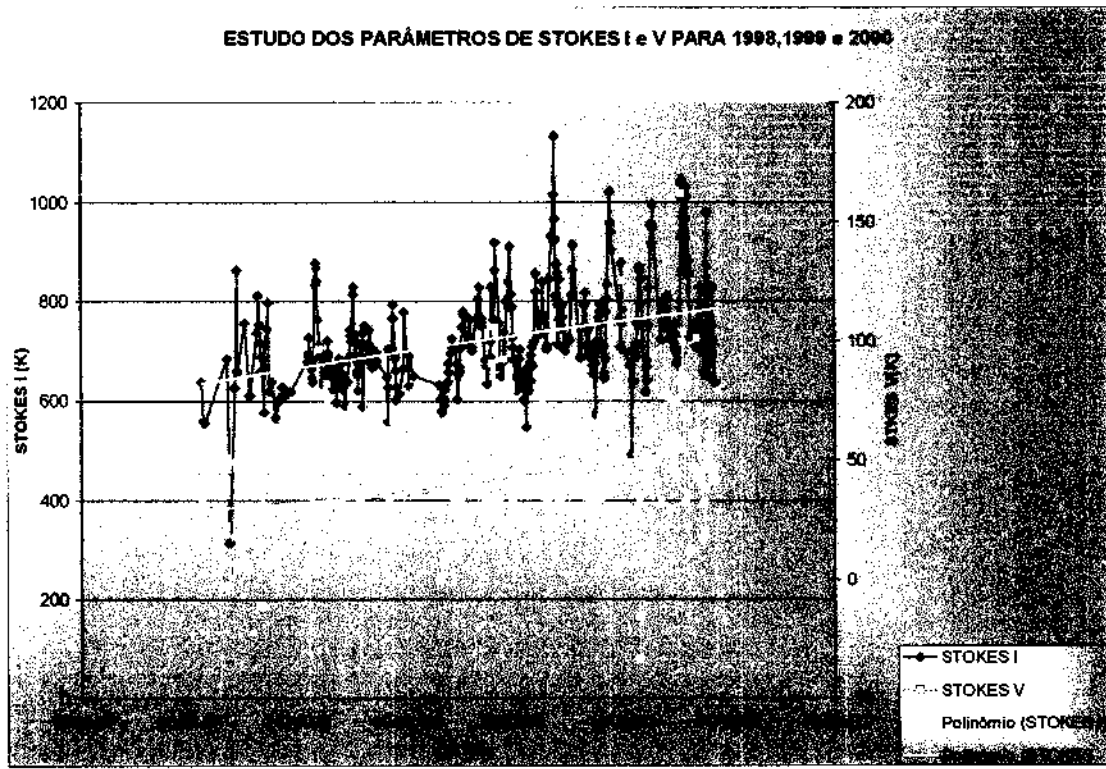


Figura 2

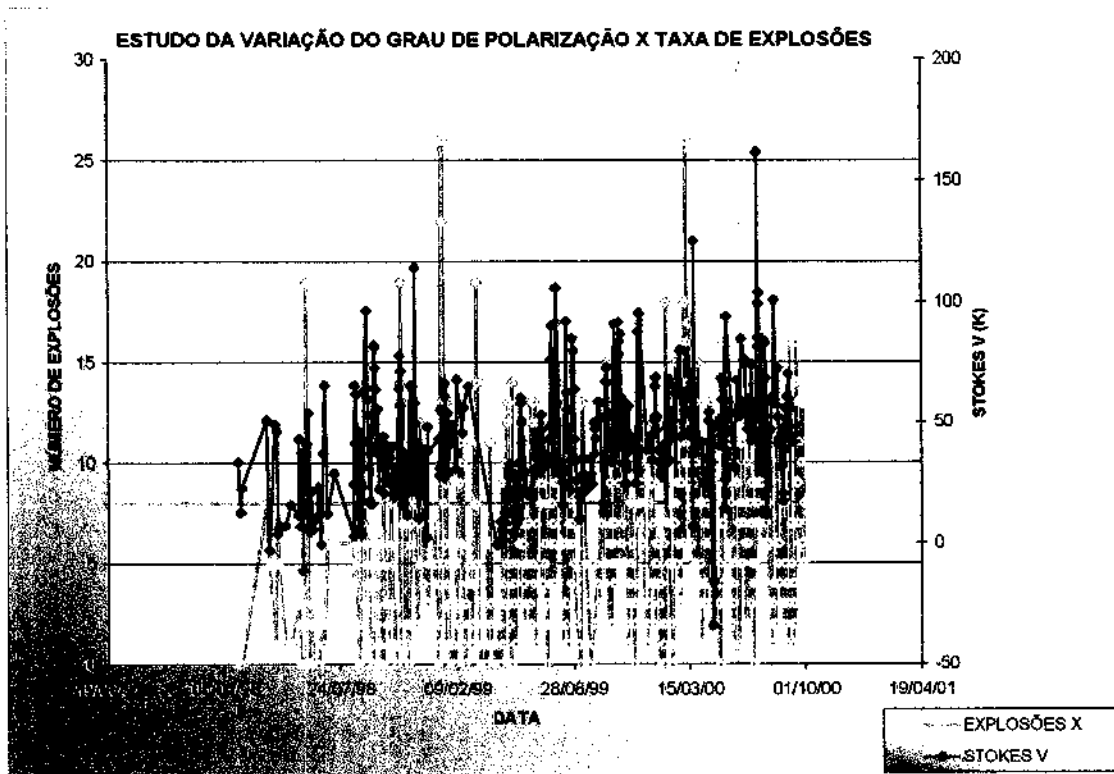


Figura 3

O estudo da variação do grau de polarização X a longitude heliográfica

A componente S é a componente de variação lenta do Sol, que é função da presença de regiões ativas. O Rádio-Polarímetro de 7 GHz capta a radiação de todo o disco solar, desta forma o estudo da polarização da radiação pode ser feito quando temos regiões ativas isoladas no disco. Consultando o Solar Geophysical Data foram escolhidos quatro centros ativos para serem estudados durante o mês de agosto de 1999, com o objetivo tentar definir quais os efeitos responsáveis pelas variações observadas.

O grau de polarização pode ser função da longitude heliográfica, o estudo dos efeitos direcionais das ondas de rádio na interação com o campo magnético proveniente das regiões ativas, são frequentemente usados para explicações de características de polarizações de centros de regiões ativas e explosões solares. Em grandes alturas acima das regiões ativas, a radiação atravessa o campo magnético quase transversalmente a ele, se o coeficiente de acoplamento dos modos extraordinário e ordinário for fraco, pode ocorrer o acoplamento magneto-iônico e conseqüentemente inversão do grau polarização. Foi estudado a variação do grau de polarização em função da longitude de algumas regiões ativas, procurando entender os mecanismos de acoplamento magneto-iônico em 7 GHz.

Foram escolhidos quatro centros ativos os quais foram monitorados durante sua passagem pelo disco solar, estudou-se os parâmetros de Stokes I e V, onde podemos acompanhar a evolução do grau de polarização durante o mês de agosto.

Em seguida estudou-se a correlação da variação do grau de polarização com a área da região ativa durante sua passagem pelo disco solar, ou seja em função da longitude heligráfica (figura 4). Verificamos uma correlação inversa do grau de polarização com a área das manchas 8662, 8673 e 8674 que apareceram no hemisfério sul do disco, e correlação direta com a mancha 8668 que aparece no hemisfério norte do disco. Mostrando a diferente predominância dos modos de polarização nos hemisférios solares, como prevista a partir da polarização predominante das manchas determinada pela "leading spot".

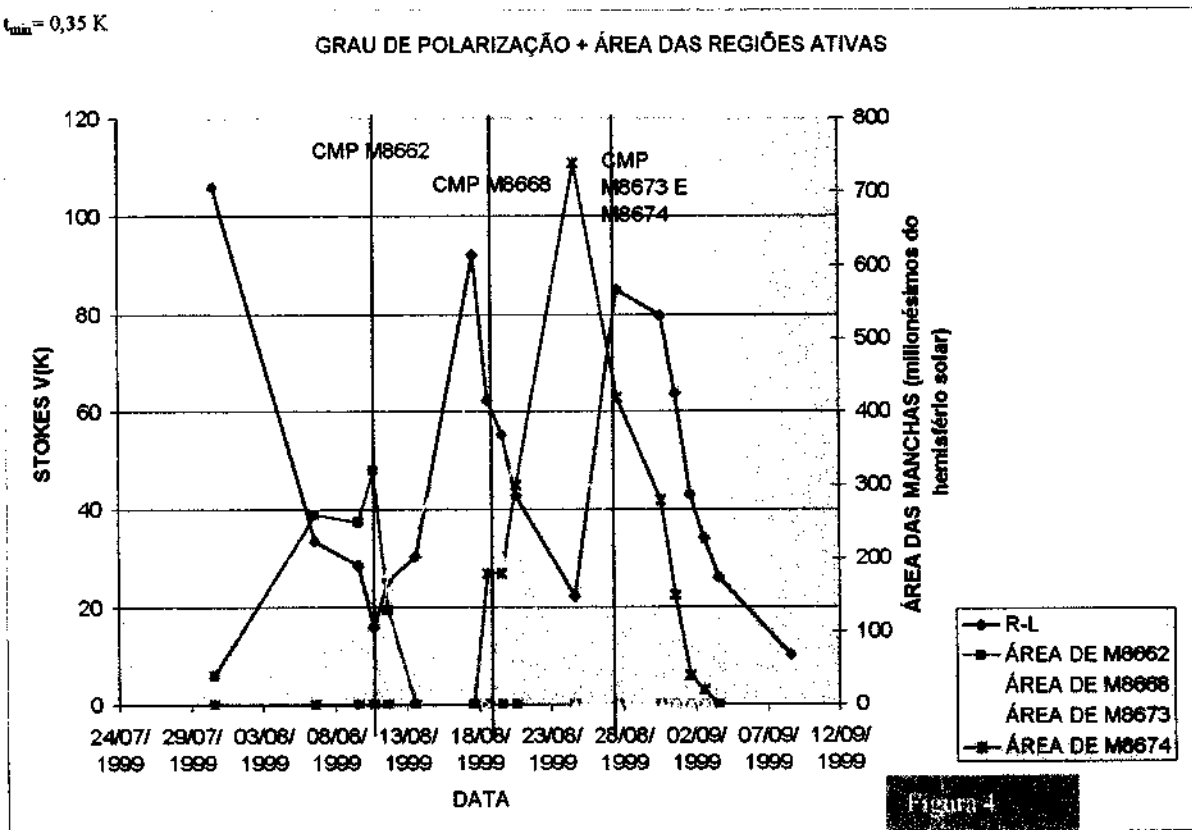
$t_{\text{min}} = 0,35 \text{ K}$


Figura 4

Estudou-se também a correlação da complexidade magnética da região ativa (numero de manchas dentro da região ativa) associada à variação do grau de polarização, onde pode-se observar boa correlação do grau de polarização com a complexidade das regiões ativas, e perceber que existe uma variação significativa na polarização quando as regiões 8662, 8673 e 8674, localizadas no sul do disco, passam pelo meridiano central do Sol, uma pré análise sugere que esta inversão pode ter ocorrido por causa dos feitos de propagação, como também por causa do ângulo de visada, devido a diretividade da emissão grossincrotrônica (figura 5).

Estimou-se a polaridade média das regiões ativas 8668, 8662, 8673 e 8674 durante suas passagens pelo disco solar, a partir de informações obtidas do Observatório Monte Wilson nos E.U.A, e partir da intensidade do campo magnético de cada mancha, e foi verificada uma boa correlação com a variação do grau de polarização rádio.

Verificou-se também que a variação do grau de polarização apresentou melhor correlação com a complexidade magnética da região ativa do que com a área da mesma, isto era o esperado já que a polarização está diretamente associada as características do campo, vide figura 5.

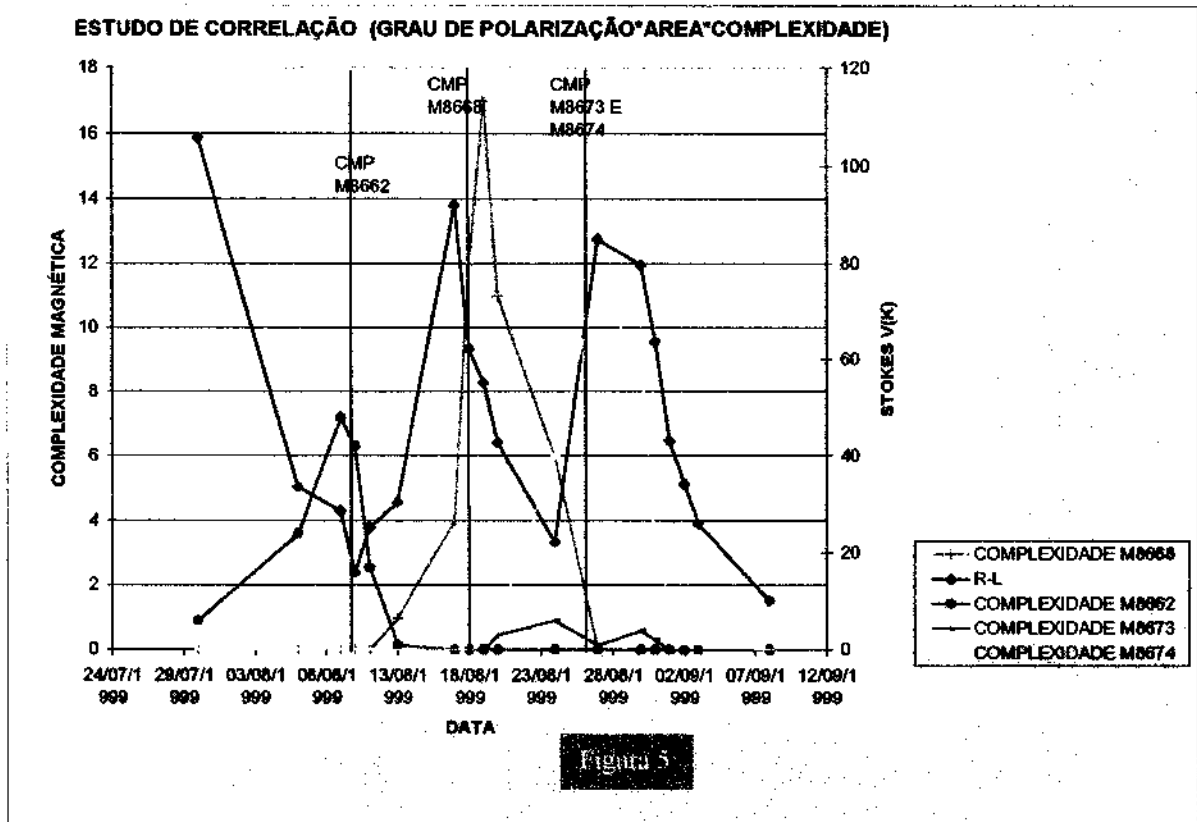


Figura 5

Uma análise preliminar sugere que nos casos acima o grau de polarização não foi afetado por efeitos de propagação. Mas, para uma melhor caracterização das variações observadas, será necessária uma análise mais detalhada da evolução da complexidade magnética das regiões ativas considerando-se as polaridades das manchas individuais, após o estudo mais detalhado será possível se concluir qual a verdadeira fonte das variações do grau de polarização.

Vale citar que as principais origens da inversão do grau de polarização rádio são (fonte de referência Gelfreikh 1999, NRO, Report number 479):

- . Efeitos de propagação quando a radiação passa transversalmente o campo magnético numa região onde o coeficiente de acoplamento magnético iônico é pequeno.

- . Devido a diretividade da emissão girossincrotrônica dos elétrons não térmicos.

- . Alterações nas propriedades físicas do plasma, tais como; Densidade e Temperatura.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA COMPONENTE S RESPONSÁVEIS PELA PRODUÇÃO DE CMEs ASSOCIADOS A GRANDES EVENTOS

O estudo tem como objetivo buscar eventuais correlações da intensidade da variação do grau de polarização da componente S com a produção de CME (Ejeção de massa coronal). A ejeção de massa coronal quando muito intensa pode causar graves problemas aqui na Terra, tais como, alterações no campo magnético, panes em redes elétricas e por sua vez grande prejuízo para sociedade. Este trabalho quer contribuir para previsões destes fenômenos.

Os dados da componente S foram obtidos com o rádio polarímetro solar 7 GHz instalado no Rádio Observatório de Itapetinga, Atibaia, e os dados referentes aos CMEs são do experimento LASCO a bordo do Satélite SOHO.

Foram escolhidos onze eventos grandes no período de 1998 a 2000, levando em consideração suas intensidades, um estudo preliminar da componente S para o período, sugere variação no grau de polarização antes de grandes CMEs, os resultados estão na figuras 6 (*Os traços na figura 6 destacam os dias de ocorrência dos eventos*).

ESTUDO DA VARIAÇÃO DO GRAU DE POLARIZAÇÃO DURANTE GRANDE EVENTOS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO DE CME

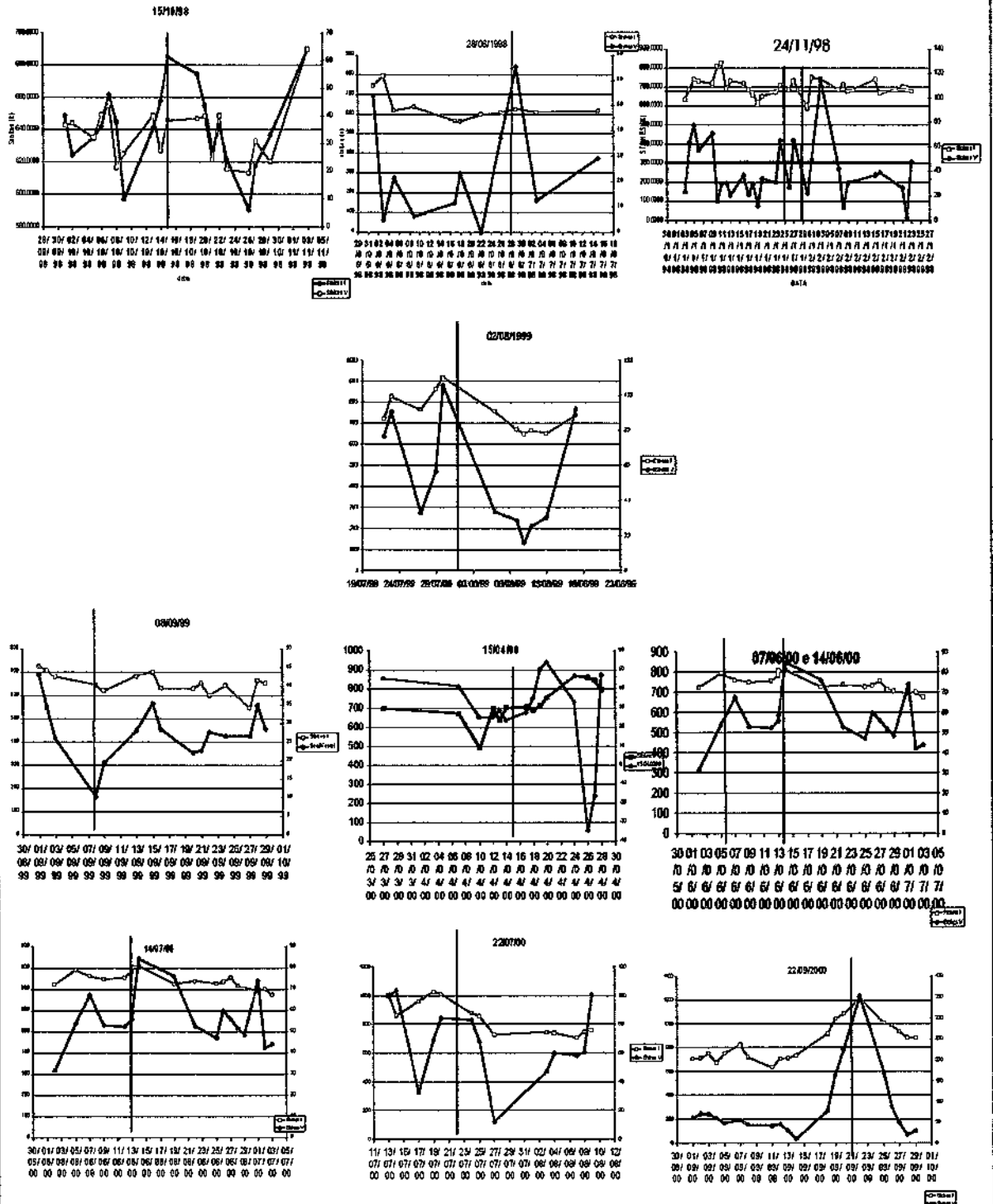


Figura 6

Foi estudado o comportamento da emissão rádio que antecederam tais explosões, com o objetivo de determinar propriedades que caracterizem a produção das mesmas e/ou a produção de CMEs. O estudo foi feito utilizando-se a transformada de Fourier, que possibilita decomposição do sinal 7GHz em componentes de frequência (harmônicos). Um exemplo de tal estudo está na figura 7.

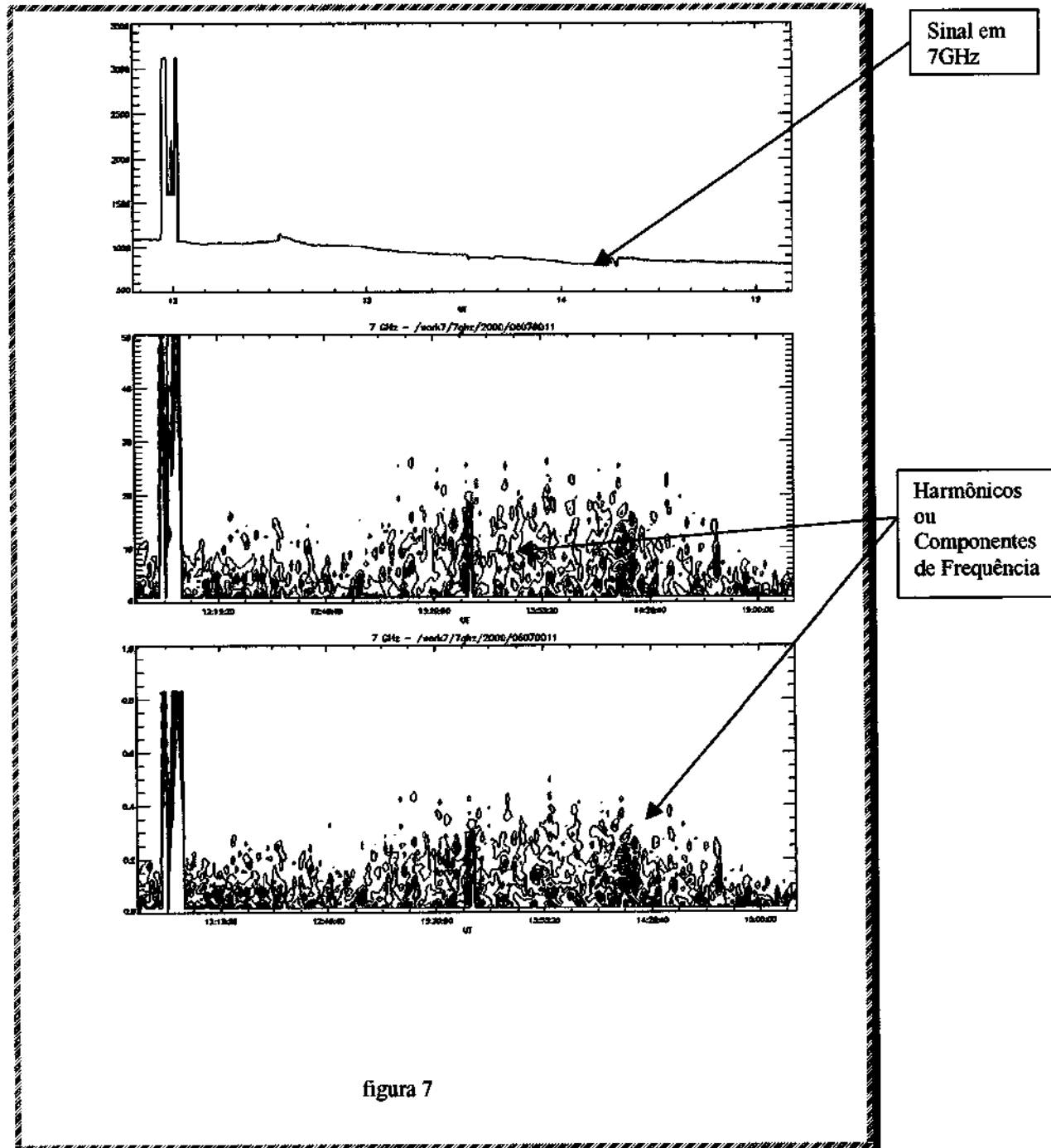


figura 7

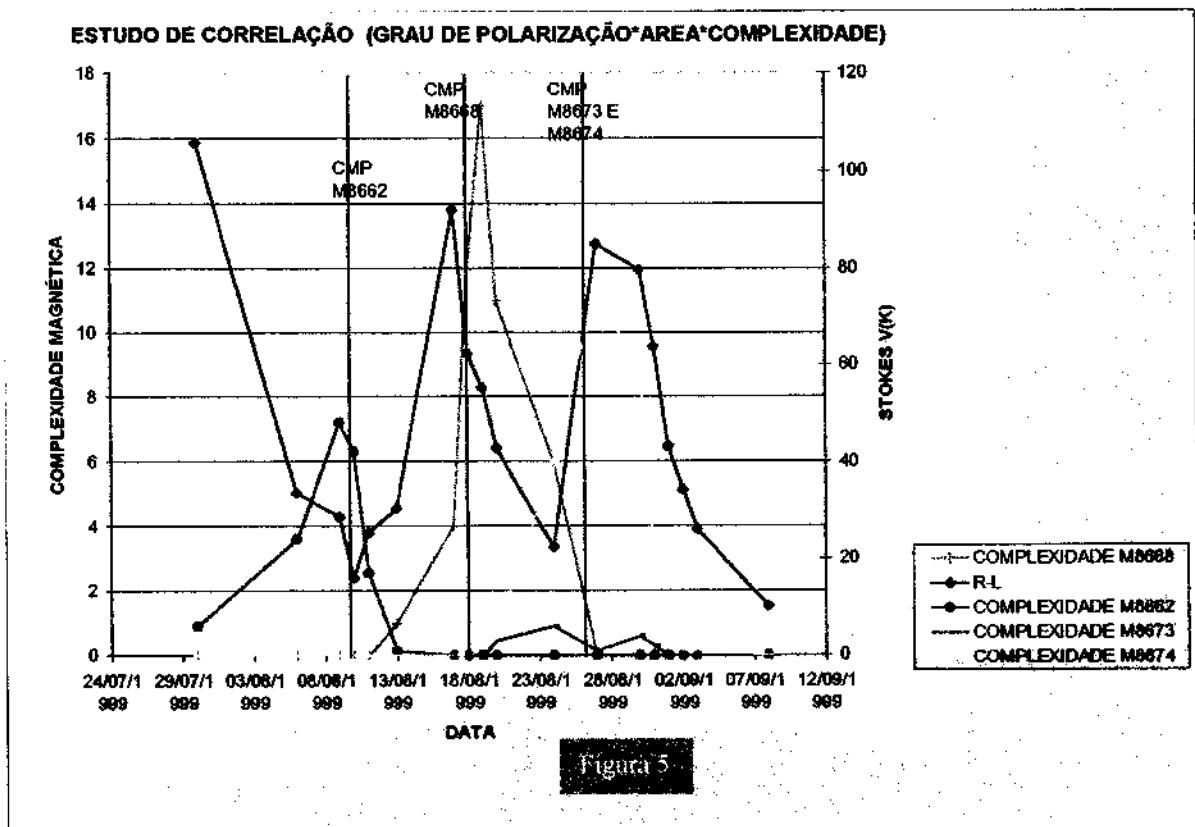


Figura 5

Uma análise preliminar sugere que nos casos acima o grau de polarização não foi afetado por efeitos de propagação. Mas, para uma melhor caracterização das variações observadas, será necessária uma análise mais detalhada da evolução da complexidade magnética das regiões ativas considerando-se as polaridades das manchas individuais, após o estudo mais detalhado será possível se concluir qual a verdadeira fonte das variações do grau de polarização.

Vale citar que as principais origens da inversão do grau de polarização rádio são (fonte de referência Gelfreikh 1999, NRO, Report number 479):

- . Efeitos de propagação quando a radiação passa transversalmente o campo magnético numa região onde o coeficiente de acoplamento magnético iônico é pequeno.

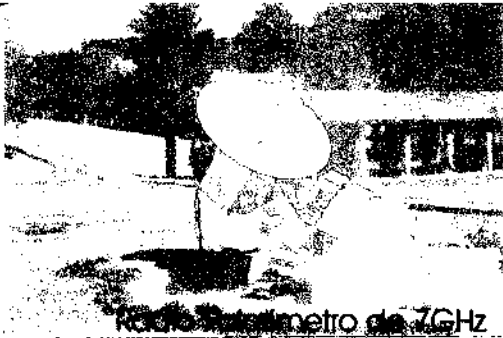
- . Devido a diretividade da emissão girossincrotrônica dos elétrons não térmicos.

- . Alterações nas propriedades físicas do plasma, tais como; Densidade e Temperatura.

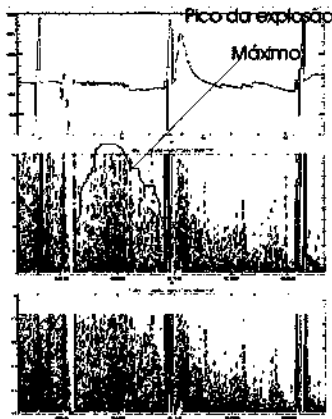
O estudo das componentes de frequência nos mostra máximo de harmônicos aproximadamente 1 hora antes do pico dos eventos. No estudo também se levantou as informações da configuração magnética, e posição das regiões ativas onde ocasionaram os eventos, os resultados estão na tabela 1 e na figura 8.

data do evento	característica do evento	Hora de pico	posição da Região Ativa	configuração Magnética da Região Ativa	hora CME	maximo de Harmônicos	R.A
18/01/00	M.3				17:54		8831
08/02/00	M1.3		N19E32	BG	09:30		8858
09/02/00	C7.3		N29E06	BG	19:54		8853
22/03/00	X.1	18:48	N14W57		19:31 NW+	~ 40 <~ 1H antes	8910
31/03/00	M1.2	06:52	S16E47		7:31 SE+	~10 as 16:00 do dia anterior e ~20 às 12:00 do dia 31/03/00	8936
04/04/00	C9.7	15:41	N16W66	B	16:32	~50 1H antes	8933
04/05/00	M6.8	11:08	S17W90		11:26 SW+	S/INF antes	
10/05/00	C8.7	19:41			20:06 E+	Sinal fora de escala	8990
07/06/00	X1.6	15:53	N22E41	D	16:30	~30 1H antes	9026
15/06/00	M1.8	19:57	N21W83	AP	20:06 NW+	~20 1H antes	9041
11/07/00	X1	13:10	N18E38	D	13:27 NE	~25 1h antes	9077
25/07/00	M8	02:49			03:30	maximo <20 (dia anterior), idem para o dia	
15/09/00	C9.5	11:00	N13B28	BG	12:06 S+	~20 depois do evento	9165
15/09/00	C7	21:00	N13B28	BG	21:50	~20 antes	9165
16/09/00	M5	04:26	N14E03	BG	05:26	~10 às 14 ut	9165
25/09/00	M1.8	02:05	N16W21	BG	02:50	~25 às 12 ut	9167

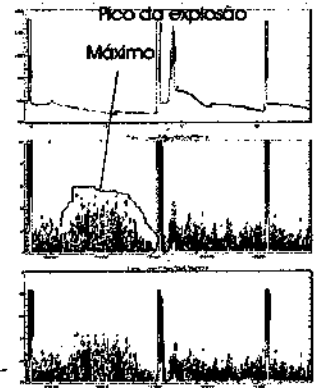
Tabela 1



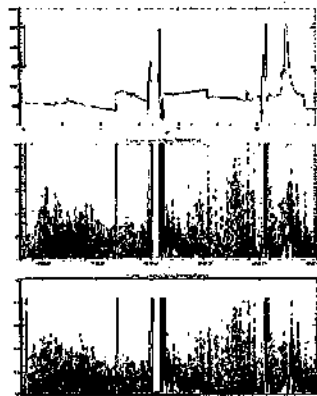
Analise das componentes de Frequência do Sinal de 7GHz



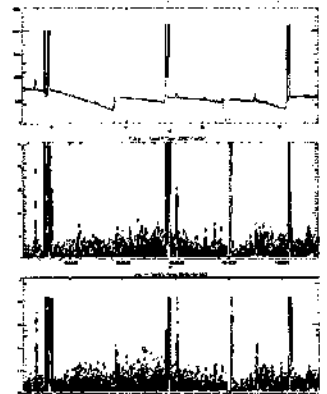
Evento do tipo C9.7
 Região Ativa 8933
 Posição N16W66
 CME às 16:32
 Configuração Magnética tipo B
 Hora do evento 15:41



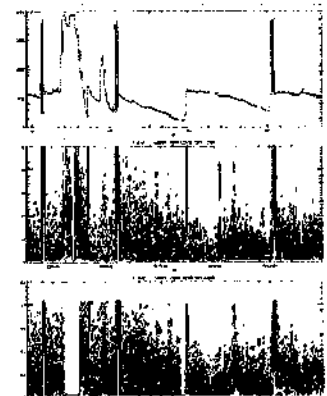
Evento do tipo X1.6 às 15:53
 Região Ativa 9026
 Posição N22E41
 CME às 16:30
 Configuração Magnética Tipo D
 Hora do evento 15:53



Evento do tipo X.1
 Região Ativa 8910
 Posição N14W57
 CME às 19:31
 Hora do evento 18:48



Evento do Tipo M1.8
 Região Ativa 9041
 Posição N21W83
 CME às 20:06
 Configuração Magnética tipo AP
 Hora do evento 19:57



Evento do tipo X1
 Região Ativa 9077
 Posição N18E38
 CME às 13:27
 Configuração Magnética tipo D
 Hora do evento 13:10

Figura 8

2.3 ATIVIDADES TEÓRICAS

Estudo dirigido sobre conceitos básicos de astronomia e astrofísica com especial tenção ao estudo do Sol:

- KAUFMANN, P.: 1974, LA ATMOSFERA SOLAR Y SU INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DE ONDAS. Resumo: aspectos gerais da rádio astronomia, o texto destaca as formas presentes na rádio astronomia para a detecção do espectro rádio elétrico provenientes das atividades solares, também as regiões ativas associadas as explosões, manchas solares e seus campos magnéticos, o texto destaca também o funcionamento dos equipamentos de rádio de modo geral.
- G. B. GELFREIKH -Detection of Periodic Oscillations in Sunspot-associated Rádio Surces- Nobeyama Rádio Observatory, NAO, Minamisaku, Nagano 384-13, Japan (Received 21 July 1998; accepted 8 October 1998) Resumo: o texto nos apresenta diferentes modos de oscilações presentes na atmosfera solar conduzindo também para o estudo da estrutura do interior solar. As observações foram feitas com o Rádio heliógrafo de Nobeyama onde foi estudada a variação das manchas solares associadas às fontes da componente de polarização circular
- G. Swarup – High resolution Studies of Ten Solar Active Regions at Wavelengths of 3-21 cm – Radio Astronomy Institute, Stanford University, Stanford, California. (Received December 6, 1962) ap.j. vol. 137, 1963 pag. 1251. Resumo: texto estuda a variação lenta da componente S de dez grandes regiões ativas, usando alta resolução interferométrica operando com comprimento de onda igual a 3.2, 7.5, 9.1, 10.7 e 21.1 cm. Todas as fontes estão associadas a manchas com grandes áreas (500 milhões do hemisfério solar). O texto nos apresenta os equipamentos e os dados de sua observações, e a partir destes estudou-se a densidade de fluxo o espectro da densidade de fluxo as dimensões das fontes a temperatura de brilho, e também comparações com observações ópticas.
- G. A. Dulk -Coronal Magnetic Fields – departamnt of Astro-Geophysics, University of Colorado, Boulder, Colo. 80309, U.S.A. (received 22 November, in revised form 30 december, 1977) Resumo: o texto refere-se a observação das evidências dos campos magnéticos fortes na presença de regiões ativas. A observação de seu comportamento durante às explosões. Usou-se informações rádio para comparação de dados obtidos por outros métodos, e com isso extrapolando da coroa para a fotosfera e vice-versa, foi observado que as varias fontes de dados do campo magnético da coroa estão geralmente em concordancia.
- Kundu – Solar Rádio Astronomy. The Slowly Varing Component – cap.6 pag 146 á 193, Resumo: Observações de pequenas variações na componente S, o texto é teórico destacando alguns tópicos da rádio astronomia solar, tais como a observação das explosões solares e as eventuais previsão de atividade solar, as características gerais de uma região ativa, a variação de seu grau de polarização em função da posição, os mapas em rádio do sol a temperatura de brilho.
- L. Belkora, G. J. Hurford – Measurement of the solar limb Brighness profile at 3 Milimeters During the total Eclipse of 1991 July 11. – Solar Astronomy 264-33, Califórnia, Institute of tecnology, Pasadena, C. A 911125 Americam Astronomical

Society. Provided by the NASA astrophysics Data System. Resumo: o texto refere-se a determinação da temperatura de brilho no limbo solar com comprimento de onda 3 mm dco resolução temporal de aproximadamente 1.6 segundos durante o eclipse em 11 de julho de 1991, e isto para a construção de modelos da baixa atmosfera, concluiu-se que os modelos observados não eram os esperados.

- Vladilen P. Nefedyev – Evolution of Regions in Microwave Emission at the Stage of their Initiation – Institute of Solar-Terrestrial Physics, Lermontov St. 126, Irkutsk, Russia 664033. Resumo: o texto propõe o estudo da evolução de regiões ativas, baseado em mapas rádio obtidos pelo Siberian Solar Radio Telescope em 5.7 GHz, onde encontraram 23 eventos rápidos com variação de seu fluxo médio total.
- P. Kaufmann, E. Correia, H. Levato, O.H. Bauer, CRAAE/CRAAM, Universidade Mackenzie, Complejo Astronómico el Leocinto - Rapid Submillimeter Brightennings Associated With a Large Solar Flare – resumo: O texto destaca os resultados obtidos pelo experimento SST (solar submillimeter telescope) referentes ao estudo do evento tipo X1.1 de 22 de março de 2000, produzido na região ativa 8910 e aponta as ondas submilimétricas que tiveram duração de 100-300 ms, com fluxo da ordem de 220 e 500 sfu ($\pm 20\%$) em 212 GHz e 405 GHz respectivamente, constatando boa correlação entre a curva de luz do evento observado em raio x e H alfa e os números de pulsos (estruturas rápidas) obtidos pelo SST e que os pulsos podem ser associados a microexplosões.
- Haimin Wang, Jongchul Chae, Jiong Qiu, Chik-Yin Lee and Philip R. Goode, Big Bear Observatory, New Jersey Institute of Technology, 40386 North Shore Lane – Studies of Microflares and C5.2 Flare of September 1998 – Resumo: O texto aponta os estudos referentes a propriedades magnéticas de 70 C4 Microexplosões, e procura correlações com o evento C5.2. Os resultados encontrados apontam que 90% das microexplosões são eventos impulsivos, tais eventos tendem a ocorrer em linha magnética neutra, destacaram-se sete casos onde isto não ocorreu, encontrou-se campos parasitas (*regiões onde o campo magnético apresenta polaridades invertidas próximas, onde uma destas está na penumbra da região ativa*), os resultados levam ao questionamento de teoria da energia das explosões, que aponta a associação das grandes explosões com muitas microexplosões.
- G.B. Gelfreikh, Astronomical Observatory of RAS, St. –Petersburg 196140, Russia – Physics Of The Solar Active Regions From Radio Observations – Resumo: Trata do estudo dos fenômenos físicos associados a presença das regiões ativas. Os resultados observados pelos métodos de rotina, mostram aumento significativo do campo magnético na atmosfera e na heliosfera, tal fenômeno caracterizaria a presença de uma região ativa. As observações foram feitas usando extrapolações em óptico, raio-X e ultra – Violeta, utilizando-se o Rádio Heliografo de Nobeyama obtiveram alguns resultados importantes para definirmos caminhos para o futuro. Mediu-se a intensidade do campo magnético de regiões ativas acima da coroa, a análise da temperatura de outras estruturas da densidade apontaram cancelamento no campo magnético com a presença das regiões ativas, observou-se também o comportamento da polarização circular.
- C.E. Alissandrakis, Section of Astro-Geophysics, department of Pysics, University of Ioannina, Greece – Magnetic Field Diagnostics in the Low Corona from Microwave Circular Polarization Inversion – Resumo: O texto comenta as condições em que pode ocorrer inversão na polarização circular, destacando que esta pode ser produzida por

condições de propagação na alta coroa entre outros e que os resultados das observações do parâmetro de Stokes V, nem sempre corresponde a polaridade magnética apresentadas pelos magnetogramas da fotosfera.

- Y.-M. Wang and N.R. Sheeley, Jr., E.O.Hulburt Center for Space Research, Naval Research Laboratory, Washington, D.C. 20375-5352 – filament Eruptions Near Emerging Bipoles – resumo: O texto mostra os resultados das observações das erupções de filamentos, constatando a emergência de fluxos magnéticos, para tal foram utilizadas imagens em ultra violeta e comparadas com magnetogramas, foram escolhidos três filamentos no ano de 1998 para serem estudados, e constatou-se que em alguns dos casos pode ser observado erupções e emergência de fluxos, no entanto concluiu-se que novos fluxos podem ser catalizadores mas isto não é uma condição necessária para a desestabilização dos filamentos.

3- PARTICIPAÇÕES EM REUNIÕES CIENTÍFICAS

Souza, R. V., Correia, E., - *Polarização da radiação em microondas: Efeitos Direcionais* – no I Encontro de Iniciação Científica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em 19 de agosto de 2000, São Paulo. Vide anexo 1.

4. COLÓQUIOS DE PESQUISA ASSISTIDOS NO PERÍODO DE MARÇO A NOVEMBRO DE 2000

Março

14 - DR. ODYLIO DENYS AGUIAR (DAS/INPE): *Detecção de Ondas Gravitacionais: Situação Atual*

21 - DRA. ELISABETE M. DE GOUVEIA DAL PINO (IAG/USP): *Produção de Raios Cósmicos Ultra-Energéticos Por Reconexão Magnética em Pulsares formados por Acresção Induzida*

28 - DR. RODOLPHO VILHENA DE MORAES (FEG/UNESP): *Determinação de Órbitas com GPS*

Abril

4 - DR. CARLOS ALEXANDRE WUENSCHÉ (DAS/INPE): *Cosmologia no Séc XXI - o que ainda podemos aprender com o estudo da Radiação Cósmica de Fundo*

11 - DR. JEAN-PIERRE RAULIN (CRAAM/MACKENZIE): *A sobre-resolução de fontes com o Interferômetro Solar do Rádio Observatório de Owens Valley (OVRO)*

18 - DR. FRANCISCO JABLONSKI (DAS/INPE): *Survey na região de formação estelar de ER Eridani com a Câmara Infravermelho do PRONEX-IAGUSP*

25 - DR. JOAQUIM E. R. COSTA (CRAAE/INPE): *Novo arranjo de receptores em 48 GHz do Itapetinga*

Maio

2 - DRA. ZULEMA ABRAHAM (IAG/USP): *Buracos negros binários no núcleo dos quasares*

9 - DR. THYRSO VILLELA (DAS/INPE): *MASCO: um experimento para obter imagens do céu em raios-X e gama*

16 - DR. GÉRARD TROTTET (MEUDON/OBS. DE PARIS): *Origin of Solar Energetic Particle Events: Coronal Acceleration versus Shock Wave Acceleration*

23 - DR. CARLOS GUILLERMO GIMENEZ DE CASTRO (CRAAM/MACKENZIE): *Um espectrógrafo imageador solar*

30 - DR. PIERRE KAUFMANN (CRAAM/MACKENZIE): *Atividade Solar Submilimétrica: Primeiras Evidências*

Junho

6 - DRA. EMÍLIA CORREIA (CRAAE/INPE): *Características temporais do grau de polarização circular durante explosões solares em microondas*

13 - DRA. EDITH MARINHO (DGE/INPE): *Gases Minoritários na Atmosfera: Efeito Estufa e Buraco de Ozônio*

20 - DR. DENIZAR BLITZKOW (PTR/USP): *O Sistema GPS e sua Modernização*

Agosto

8 - MS. GABRIEL RODRIGUES HICKEL (DAS/INPE): *Propriedades Físicas de Nuvens Escuras do Meio Interestelar no Infravermelho Distante*

Setembro

12 - DR. JORGE ERNESTO HORVATH (IAG/USP): *Gamma-ray bursts a elevado redshift no ISM local*

19 - DR. CARLOS ALEXANDRE WUENSCHÉ (DAS/INPE): *A História dos Calendários*

26 - DRA. ADRIANA VÁLIO ROQUE DA SILVA (CRAAM/MACKENZIE): *Estudos Submilimétricos do Sol*

Outubro

3 - DR. LUIZ CLÁUDIO LIMA BOTTI (CRAAE/INPE): *Jatos Astrofísicos: uma Visão Geral*

10 - DR. SÉRGIO SZPIGEL (FCBEE/MACKENZIE): *Ensino Online*

24 - DR. CLÁUDIO E. TATEYAMA (CRAAE/INPE): *Aplicações de VLBI em Geodésia, Astrometria e Astrofísica*

31 - DR. EDUARDO TELLES (ON): *Formação estelar violenta em galáxias*

Novembro

7 - DRA. SÍLVIA MARIA GIULIATTI WINTER (FEG/UNESP): *Os anéis estreitos de Saturno*

5. PERSPECTIVAS FUTURAS

- 1- Análise e catalogação de todos os dados de observações desde 1998 até agora.
- 2- Continuação da pesquisa também com o trabalho de interpretação dos dados de variação da Componente-S e de eventos isolados;
- 3- Acompanhamento e participação nas discussões de resultado com a orientadora e seus colaboradores.
- 4- Desenvolvimento de trabalho prático com o rádio polarímetro, para desenvolver as técnicas de radioastronomia.
- 5- Participação nas tarefas de teste dos receptores, determinando o feixe da antena a partir da derivada do sinal obtido durante o trânsito do Sol.
- 6- Dar continuidade às leituras, participações em seminários e congressos, discussões para maior aprofundamento nos estudos em Física Solar relacionados.
- 7- Dar continuidade a análise e a interpretação dos eventos observados em 7GHz feitas em conjunto com informação em outras faixas de energia com dados obtidos de outros observatórios rádio (OVRO/EUA; IAP/Suíça) e dados em raio-x de satélites (YOHKOH/Japão; GRO/EUA). Estudo especial das explosões observadas durante a campanha conjunta com o SST e grande antena do ROI.
- 8- Estudo da variação do grau de polarização de centros ativos em função da longitude heliográfica solar para diversos centros ativos isolados.
- 9- Estudo das componentes de frequência presentes no espectro de potência, e modo a se determinar uma possível correlação entre as componentes e o caráter explosivo das regiões ativas, através da análise de Fourier do sinal em microondas, com objetivo de previsão de atividades Solares.

6. CONCLUSÕES

O estudo dos parâmetros de Stokes da componente S mostraram uma evolução crescente que está associada com a fase de subida e máximo do presente ciclo solar. Vale salientar que o parâmetro V também apresentou um caráter crescente acompanhando o ciclo. Verificou-se também uma variação significativa da variação do grau de polarização associada à taxa de ocorrência de explosões.

Referente ao estudo da variação do grau de polarização de centros ativos em função da longitude heliográfica, verificou-se uma variação significativa do mesmo durante a passagem

de alguns centros ativos pelo disco solar. Mas no momento não podemos definir qual a origem desta variação, se por causa do acoplamento magneto iônico ou se devido a alterações na complexidade magnética das regiões ativas. Para uma melhor caracterização das variações observadas, será necessária uma análise mais detalhada de outros centros ativos associada evolução da complexidade magnética das regiões ativas considerando-se as polaridades das manchas individuais.

Referente ao estudo da variação do grau de polarização durante grandes eventos associados a produção de CME, verificamos variação do grau de polarização antes das grandes explosões. O estudo das componentes do sinal em 7GHz, mostrou máximo de harmônicos antes do pico das explosões associadas a produção de CMEs.

7. ANEXOS

Anexo1. Painei

Anexo2. Períodos de observação do rádio telescópio

Anexo3. Tabela dos parâmetros observados

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eddy, J.A.: 1979, *A New Sun*, NASA, 7-39.

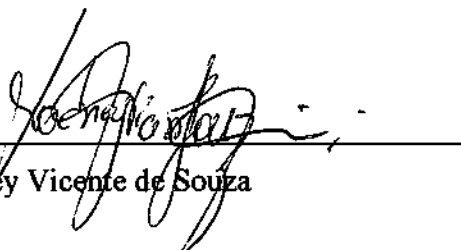
Correia, E. ; Kaufmann, P. ; Melnikov, V. - *Fast Temporal Variations of the Circular Polarization Degree During a Microwave Solar Burst* - In: *Solar physics with Radio Observations*, Proceedings of Nobeyama Symposium 1998 – NRO Report

Gelfreikh, G.B.: 1992 - *Solar Radio Emission at Centimeter Wavelengths*. In: *Proceedings of the Workshop on the Solar Electromagnetic Radiation Study for Solar Cycle 22*. ed. R.F. Donnelly, 196-227.

Kaufmann, P.: 1974, *La Atmósfera Solar y Su Investigación a través de ondas radioeléctricas* – Baseado em curso UNESCO-IAU-CNEGH realizado em Buenos Aires, Argentina.

Smerd, S.F.: 1964, *On the Generation of Solar Radio Bursts*. In: *AAS-NASA Symposium on the Physics of Solar Flares*. ed. W.N. Hess, NASA, 343 – 355.

São Paulo, 15 de julho de 2001



Rodney Vicente de Souza

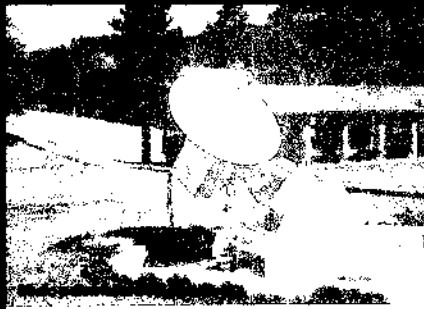
Dra. Emília Correia

Anexo 1

PAINEL

POLARIZAÇÃO DA RADIAÇÃO EM MICRO-ONDAS DE REGIÕES ATIVAS SOLARES: EFEITOS DA LONGITUDE HELIOGRAFICA

Rodney Vicente de Souza e Emília Correia,
CRAAE/CRAAM São Paulo-SP

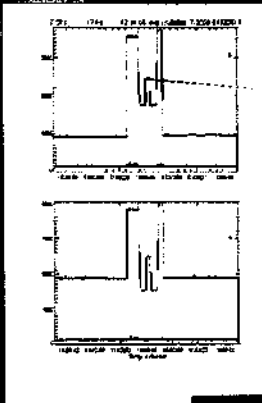


Resumo: Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação sobre a polarização da radiação em micro-ondas emitida por regiões ativas solares. Os dados foram coletados durante observações realizadas em 10/08/99, 11/08/99, 12/08/99 e 26/08/99. Os resultados mostram que a polarização da radiação em micro-ondas é influenciada pela longitude heliográfica das regiões ativas. Os dados foram analisados utilizando-se o método de Jones e apresentaram resultados consistentes com os dados obtidos por outros autores. Os resultados são discutidos em termos da física da propagação e da emissão da radiação em micro-ondas.

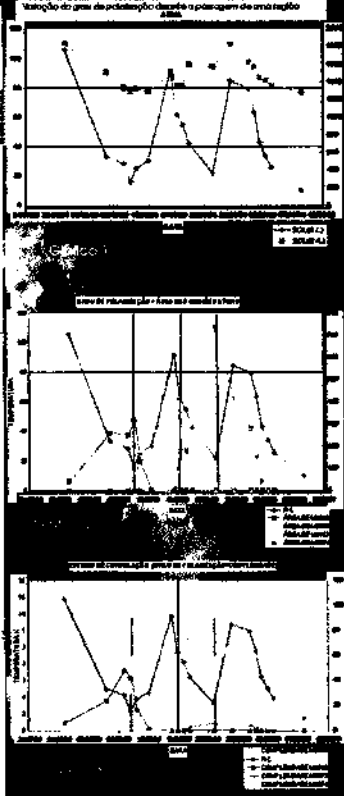
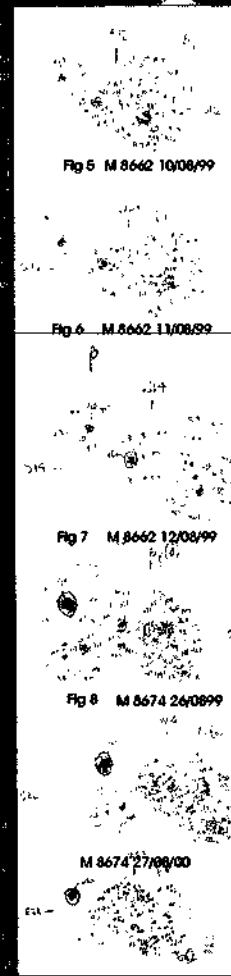
Materiais e métodos

Os dados são coletados com o Radiômetro de 100 GHz da Rede de Observação de Espalhamento (ROE) do Observatório Astronômico de São Carlos, com sensibilidade de 0,1 dB. Os dados são coletados em duas frequências de 100 GHz e 150 GHz. Os dados são coletados em duas frequências de 100 GHz e 150 GHz. Os dados são coletados em duas frequências de 100 GHz e 150 GHz.

Conclusão



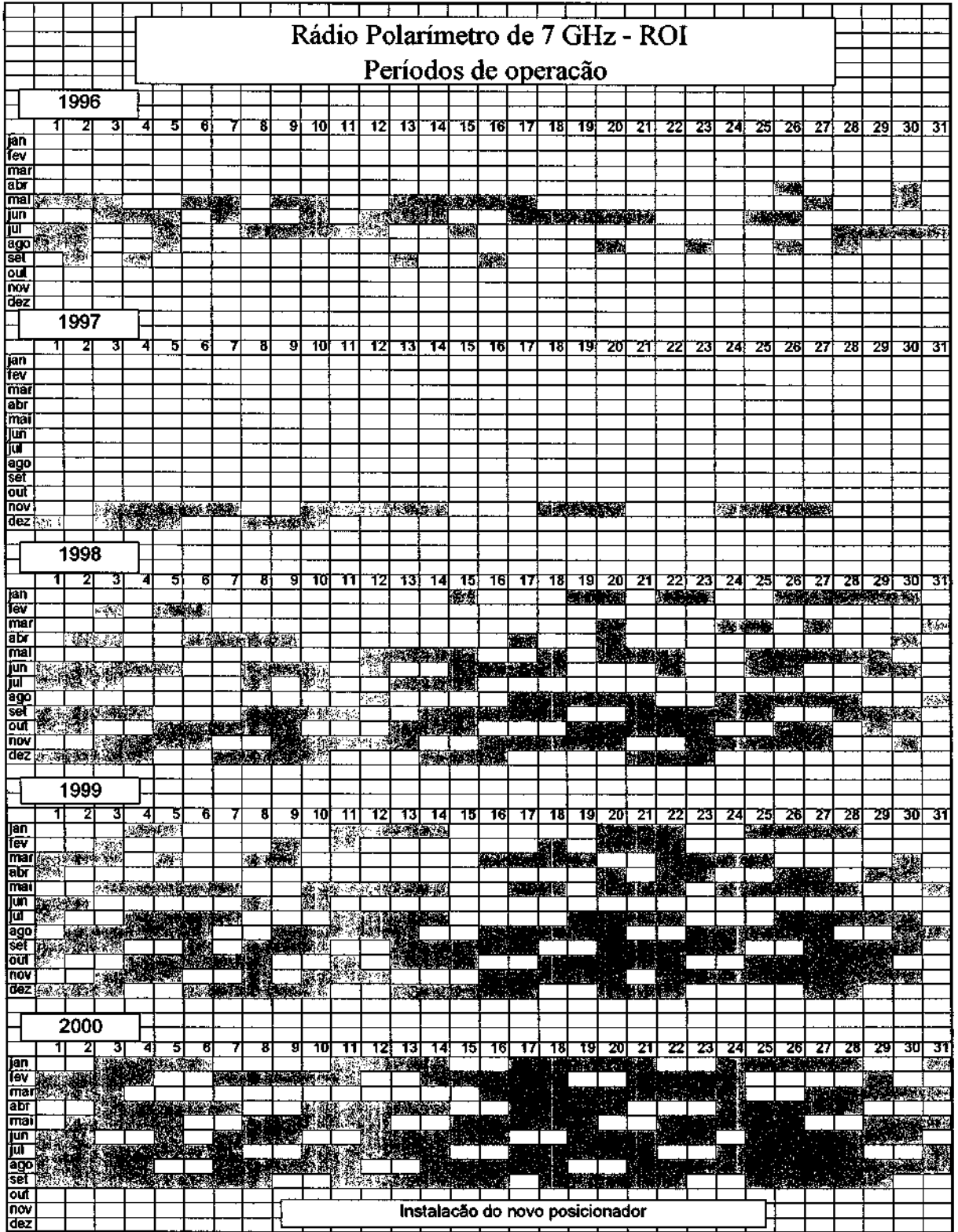
Conclusão: Os resultados mostram que a polarização da radiação em micro-ondas é influenciada pela longitude heliográfica das regiões ativas. Os dados foram analisados utilizando-se o método de Jones e apresentaram resultados consistentes com os dados obtidos por outros autores. Os resultados são discutidos em termos da física da propagação e da emissão da radiação em micro-ondas.



Conclusão: Os resultados mostram que a polarização da radiação em micro-ondas é influenciada pela longitude heliográfica das regiões ativas. Os dados foram analisados utilizando-se o método de Jones e apresentaram resultados consistentes com os dados obtidos por outros autores. Os resultados são discutidos em termos da física da propagação e da emissão da radiação em micro-ondas.

Anexo2

Períodos de observação do rádio telescópio



Anexo3

Exemplo de tabela de dados obtidos

Date	Radi Flux 10.7	Sunspot Number	Area 1.00E-05 Hemis	New Region	Solar Mean s Field	X-Ray Bkgd Flux	-- X C	-- #NOME? M	-- ay X	Fla S	res O	-- pti 1	-- cal 2	3 TOTAL DE
01/01/00	130	69	540	0	89 B5.7		3	0	0	1	0	0	0	3
02/01/00	133	69	480	0	79 B3.7		1	0	0	2	0	0	0	1
03/01/00	133	77	480	0	30 B3.6		2	0	0	2	0	0	0	2
04/01/00	135	102	460	2	-999 B2.8		2	0	0	2	0	0	0	2
05/01/00	137	100	410	1	-14 B3.2		3	0	0	0	0	0	0	3
06/01/00	145	145	530	3	-42 B5.4		2	0	0	1	1	0	0	2
07/01/00	150	146	500	1	-103 B4.1		8	0	0	9	0	0	0	8
08/01/00	155	106	460	1	-65 B6.6		4	0	0	7	0	0	0	4
09/01/00	161	119	490	1	5 B6.3		4	0	0	5	0	0	0	4
10/01/00	163	88	470	1	-56 B6.8		8	1	0	5	0	1	0	9
11/01/00	178	148	670	4	-999 B7.4		8	1	0	11	0	0	0	9
12/01/00	196	204	930	2	-999 C1.7		9	3	0	16	1	0	0	12
13/01/00	202	218	1120	2	-25 B9.9		7	0	0	4	1	0	0	7
14/01/00	201	228	1110	0	-999 C1.0		5	0	0	2	0	0	0	5
15/01/00	211	268	1240	2	-999 B9.3		4	0	0	7	0	0	0	4
16/01/00	208	262	1150	1	9 C1.0		2	0	0	7	0	0	0	2
17/01/00	196	227	1030	0	-999 C1.1		6	0	0	6	0	0	0	6
18/01/00	195	185	840	2	56 C1.0		4	2	0	10	1	0	0	6
19/01/00	179	196	770	0	-999 B6.8		5	0	0	3	0	0	0	5
20/01/00	171	119	770	1	-999 B6.5		4	0	0	5	0	0	0	4
21/01/00	159	144	1140	2	-999 C1.3		5	1	0	2	0	0	0	6
22/01/00	151	126	830	0	33 B5.8		2	1	0	1	0	0	0	3
23/01/00	141	135	640	2	-999 B4.7		0	0	0	0	0	0	0	0
24/01/00	141	133	440	1	-999 B4.1		3	0	0	3	0	0	0	3
25/01/00	137	141	490	1	-999 B4.0		4	0	0	8	0	0	0	4
26/01/00	141	151	550	3	41 B4.0		4	0	0	3	0	0	0	4
27/01/00	132	110	420	0	66 B3.5		0	0	0	3	0	0	0	0
28/01/00	126	96	580	1	30 B3.2		2	0	0	5	0	0	0	2
29/01/00	128	81	490	0	34 B4.3		0	0	0	1	0	0	0	0
30/01/00	133	90	260	2	-999 B2.7		1	0	0	1	0	0	0	1
31/01/00	139	82	260	1	-999 B3.6		6	0	0	4	0	0	0	6
01/02/00	138	107	350	2	-25 B5.2		0	0	0	1	0	0	0	0
02/02/00	144	127	420	2	-59 B4.7		2	0	0	0	0	0	0	2
03/02/00	154	149	640	3	-999 B6.4		7	0	0	2	0	0	0	7
04/02/00	167	136	630	1	-98 B5.5		17	1	0	10	1	0	0	18
05/02/00	168	153	750	1	-999 B7.2		10	0	1	14	0	0	1	11
06/02/00	178	173	580	1	-13 B7.1		10	0	0	15	0	0	0	10
07/02/00	182	169	710	0	-999 B7.5		5	0	0	15	1	0	0	5
08/02/00	174	198	770	4	-8 B7.5		6	1	0	11	1	0	0	7
09/02/00	199	189	740	2	-999 B7.1		7	0	0	11	0	1	0	7
10/02/00	176	172	730	2	-999 C1.3		5	0	0	2	1	0	0	5
11/02/00	170	184	790	2	-999 B7.3		2	0	0	6	0	0	0	2
12/02/00	163	157	540	0	-999 C1.3		1	1	0	0	1	0	0	2
13/02/00	160	147	520	1	-999 B5.3		2	0	0	4	0	0	0	2
14/02/00	159	158	470	1	82 B8.1		0	0	0	2	0	0	0	0
15/02/00	156	158	440	2	9 B3.7		1	0	0	12	0	0	0	1
16/02/00	160	182	690	2	-999 B4.6		7	0	0	9	0	0	0	7
17/02/00	168	152	670	1	-20 B5.9		6	2	0	3	1	1	0	8
18/02/00	141	146	700	0	-25 B8.1		5	0	0	5	0	0	0	5
19/02/00	145	126	590	0	-999 B4.2		6	1	0	8	2	0	0	7
20/02/00	153	131	840	1	-999 B9.0		11	1	0	6	1	0	0	12
21/02/00	152	122	1020	2	-999 B8.0		6	2	0	2	1	1	0	8
22/02/00	164	129	1050	2	-999 B8.4		12	3	0	3	0	0	0	15
23/02/00	185	155	920	2	71 C2.6		5	0	0	8	0	0	0	5
24/02/00	192	181	1290	4	-999 C2.1		8	1	0	2	0	0	0	9
25/02/00	210	202	1940	1	-999 C1.1		6	0	0	9	0	0	0	6
26/02/00	215	193	2210	2	-999 B8.7		3	1	0	8	0	1	0	4
27/02/00	227	201	2510	0	-999 C4.9		9	0	0	18	1	0	0	9
28/02/00	219	186	2740	1	-999 B8.4		3	0	0	2	0	0	0	3
29/02/00	219	211	2960	2	-999 B7.1		9	0	0	7	2	0	0	9
01/03/00	233	247	2570	1	-18 B9.2		9	0	0	3	0	0	0	9
02/03/00	213	209	2520	1	-999 B9.9		11	2	1	18	1	1	0	14
03/03/00	204	189	2040	1	-44 C1.2		9	2	0	12	3	0	0	11
04/03/00	200	187	1640	1	17 B8.1		6	0	0	6	0	0	0	6
05/03/00	220	181	1750	1	-999 C1.1		14	0	0	16	0	0	0	14
06/03/00	222	172	1530	1	-999 C1.2		6	0	0	5	0	0	0	6
07/03/00	222	164	1630	1	-999 C1.2		16	2	0	8	1	0	0	18
08/03/00	215	212	1930	4	-999 C1.6		11	1	0	3	0	0	0	12
09/03/00	206	225	1590	1	-999 B9.7		10	0	0	2	1	0	0	10
10/03/00	203	231	1630	0	26 B8.2		26	0	0	24	1	0	0	26