



ESTUDO DE ESTRUTURAS INTERPLANETÁRIAS UTILIZANDO OBSERVAÇÕES DE SATÉLITES E OBSERVAÇÕES DE RAIOS CÓSMICOS – SICINPE 2008

Marcos V. D. Silveira¹; Alisson Dal Lago²; Nelson J. Schuch¹

[1] Laboratório de Clima Espacial e Previsão de Tempestades Magnéticas do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – LCEPTM/CRS/INPE – MCT em parceria com o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria, Convênio: INPE – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil;

[2] Divisão de Geofísica Espacial da Coordenação de Ciências Espaciais – DGE/CEA/INPE – MCT, São José dos Campos, SP, Brasil.

E-mail: silveira@lacesm.ufsm.br

Introdução

Os efeitos da variabilidade solar são inúmeros, dentre os quais se podem citar os danos nos sistemas tecnológicos no espaço e na superfície da Terra. Algumas das perturbações resultantes da atividade solar que a Terra sofre merecem uma atenção especial, tendo em vista sua vulnerabilidade diante dos eventos como ejeções coronais de massa (CMEs), explosões solares (*Flares*), e proeminências^[1]. Estes eventos liberam uma enorme quantidade de matéria na forma de plasma, que viajam pelo meio interplanetário, com velocidades supersônicas. Os esforços são inúmeros para o monitoramento da atividade solar na tentativa de entender as causas da variabilidade e minimizar seus efeitos.

Objetivos

- Analisar parâmetros de plasma das estruturas interplanetárias através da utilização de dados fornecidos pelo satélite ACE;
- Analisar os efeitos das estruturas nos raios cósmicos observados pelo Telescópio Detector de Muons.

Instrumentação

Satélite ACE (Advanced Composition Explorer): A bordo do ACE estão os instrumentos SWEPAM (Solar Wind Electron Proton Alpha Monitor), que obtém medidas de parâmetros de plasma das estruturas interplanetárias e o MAG (Magnetometer), que realiza medidas de campo magnético.

Satélite SOHO (Solar & Heliospheric Observatory): Dentre os instrumentos a bordo do SOHO estão o coronógrafo LASCO (Large Angle and Spectroscopic Coronagraph), que consiste em um conjunto de três coronógrafos que fornecem imagens da coroa solar de 1,1 a 32 raios solares e o instrumento EIT (Extreme Ultraviolet Imaging Telescope), que foi projetado para fornecer imagens de todo o disco solar, da região de transição e do interior da coroa solar.

Telescópio Detector de Muons (TDM): Instalado no Observatório Espacial do Sul (OES/CRS/INPE – MCT), em São Martinho da Serra (29°S, 53°O), RS, Brasil. O TDM detecta as partículas de alta energia (muons) através do acoplamento de um plástico cintilador com uma fotomultiplicadora, utilizando contagem por cintilação das partículas que vem do meio interplanetário e atingem a superfície da Terra de forma isotrópica. Com a aproximação de uma estrutura interplanetária essa contagem sofre uma modulação, que pode ser decréscimo (decrécimo de Forbush)^[2].

Análise dos Dados e Discussão dos Resultados

- Análise de alguns parâmetros interplanetários que caracterizam as nuvens magnéticas^[3]
 - Temperatura;
 - Módulo do campo magnético;
 - Coordenada Z do campo magnético no sistema GSM;
 - Pressão Cinética (Pk)_ Calculada pela expressão $P_k = nKT$
 - Pressão Magnética (Pb)_ Calculada pela expressão $P_b = B^2/2\mu_0$
 - Parâmetro Beta (β) _ Razão entre a pressão cinética e a pressão magnética.
- Variação percentual na contagem de muons nas direções V, N, S, E e W $\Delta\% = \left[\frac{\text{Contagem}(\text{Partic}/10\text{min}) - \text{Contagemmédia}}{\text{Contagemmédia}} \right] \times 100$
- Índice Dst medido pela Universidade de Kyoto (Japão), disponível na página: (http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/).

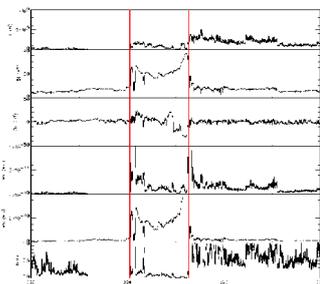


Figura 1. Evento de 21 de Outubro de 1999

Ocorrência de duas nuvens magnéticas (Figura 2) a primeira no dia 312 e a segunda no dia 314, respectivamente 7 e 9 de novembro de 2004, as linhas em azul indicam a onda de choque associada às estruturas. As nuvens magnéticas provocaram duas tempestades geomagnéticas com valores do Dst = - 373 nT e Dst = - 289 nT respectivamente.

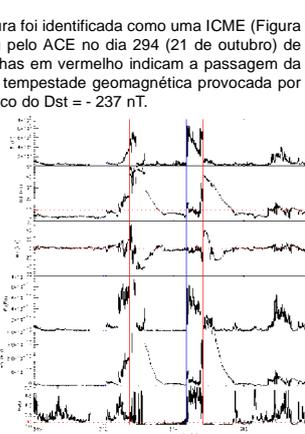


Figura 2. Eventos de 7 e 9 de Novembro de 2004

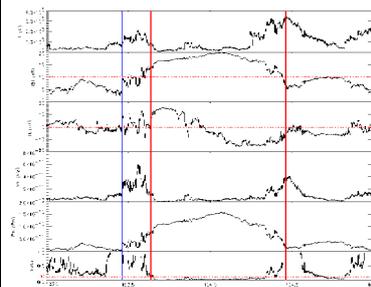


Figura 3. ACE - Evento de 13 de Abril de 2006

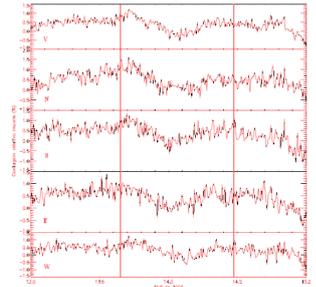


Figura 4. Muons - Evento de 13 de Abril de 2006

A estrutura foi identificada como uma nuvem magnética com início no dia 103 de 2006, que corresponde ao dia 13 de abril (Figura 3). A tempestade não ocasionou um grande decréscimo na contagem dos muons, os maiores decréscimos foram nas direções vertical (-0.8%), 30° norte (-1.2%) e 30° oeste (0.7%) (Figura 4). O Dst teve o pico de - 111 nT.

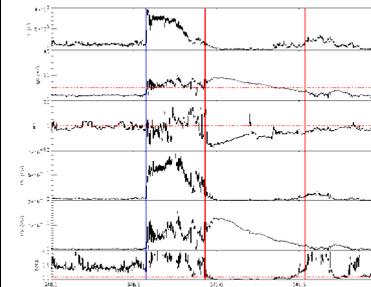


Figura 5. ACE - Evento de 15 de Dezembro de 2006

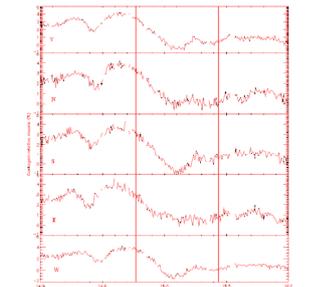


Figura 5. Muons - Evento de 15 de Dezembro de 2006

A estrutura foi identificada como uma ICME e passou pelo ACE no dia 348 (15 de dezembro) de 2006 (Figura 5). Os maiores decréscimos nas contagens de muons devido a tempestade foram nas direções vertical (-4%), 30° norte (-4%), 30° sul (-3,5%), 30° leste (-4%) 30° oeste (3,5%) (Figura 6). O Dst teve pico de -146 nT.

Conclusões

- As análises dos eventos interplanetários mostraram a ocorrência de 3 nuvens magnéticas, sendo possível identificar a onda de choque associada a essas estruturas, 2 estruturas foram classificadas como ICMEs;
- Para os 2 eventos mais recentes foram identificados decréscimos nas contagens de muons (decrécimo de Forbush), sendo o mais significativo para a tempestade de 15 de dezembro de 2006;
- As análises das pressões mostraram que para as nuvens magnéticas a pressão magnética é dominante dentro das estruturas, fazendo com que o parâmetro β ficasse com valores entre 0 e 0,1;

Agradecimentos

- Ao Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT pela aprovação do Projeto de Pesquisa;
- Ao pessoal técnico das missões espaciais dos satélites ACE e SOHO por disponibilizarem os dados utilizados neste trabalho;
- Ao Professor Dr. Kazuoki Munakata e sua equipe científica da Universidade de Shinshu (Matsumoto, Japão), pela doação do TDM a UFSM;
- À Comissão Organizadora da 23ª Jornada Acadêmica Integrada da UFSM pela oportunidade da apresentação do trabalho.

Referências

- [1] Dal Lago, A. *Estudo das estruturas geofísicas no meio interplanetário e de suas causas solares*. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (2004).
- [2] Savian, J. F.; Da Silva, M. R.; Dal Lago, A.; Echer, E.; Vieira, L. E. A.; Munakata, K.; Gonzalez, W. D.; Schuch, N. J.; FORBUSH DECREASES ON NOVEMBER 6-12, 2004 OBSERVED BY THE MUON DETECTOR NETWORK, *Revista Brasileira de Geofísica* (2007) 25 (Supl. 2): 169-173.
- [3] Burlaga, L. F.; Sittler, E.; Mariani, F.; Schwenn, R. Magnetic loop behind an interplanetary shock: Voyager, Helios and IMP-8 observations. *J. Geophys. Res.*, v.86, n.A8, p.6673-6684, Aug. 1981.
- [4] Lockwood J. A., Forbush Decreases in Cosmic Radation Space Sci., 12: 658.
- [5] Gonzalez, W. D.; Tsurutani, B. T. Criteria of interplanetary parameters causing intense magnetic storms (Dst < -100 nT). *Planet. Space Sci.*, v.35, n.9, p.1101-1109, July 1987.

