



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE/MCT
CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CRS/CCR/INPE - MCT
OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL – OES/CRS/CCR/INPE - MCT



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT/UFSM
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ESPACIAIS DE SANTA MARIA – LACESM/CT/UFSM

AMPLIAÇÃO DO PROTÓTIPO DE TELESCÓPIO MULTIDIRECIONAL DE RAIOS CÓSMICOS DE ALTA ENERGIA MUONS: PARTICIPAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO E DE ENGENHARIA, E ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS – SICCRS 2011

Bruno Knevez Hammerschmitt [1]; Alisson Dal Lago [2];
Nelson J. Schuch [1].

[1] Laboratório de Clima Espacial e Previsão de Tempestades Magnéticas do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – LCEPTM/CRS/CCR/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: brunokh@lacesm.ufsm.br

Qual o objetivo de se ter um detector de muons?

Principais:

- Modulação de Raios Cósmicos Galácticos (GCR). Alta energia: \sim ou $>$ 50GeV.
- Estudar Interação Sol-Terra.
- Previsão de tempestades Geomagnéticas.
- Estudo de tempestades Geomagnéticas.

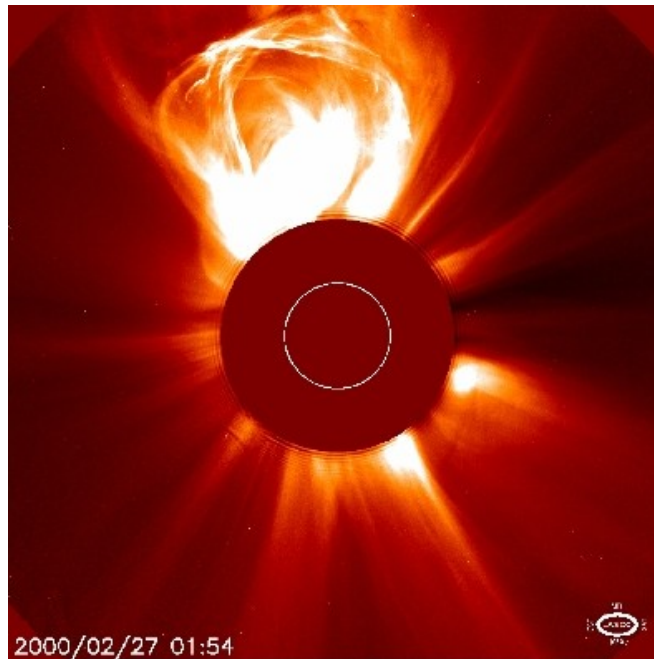


Figura 1 – CME 27/02/00, lasco C2.
Fonte: (Fonte: NASA – Satélite Soho).

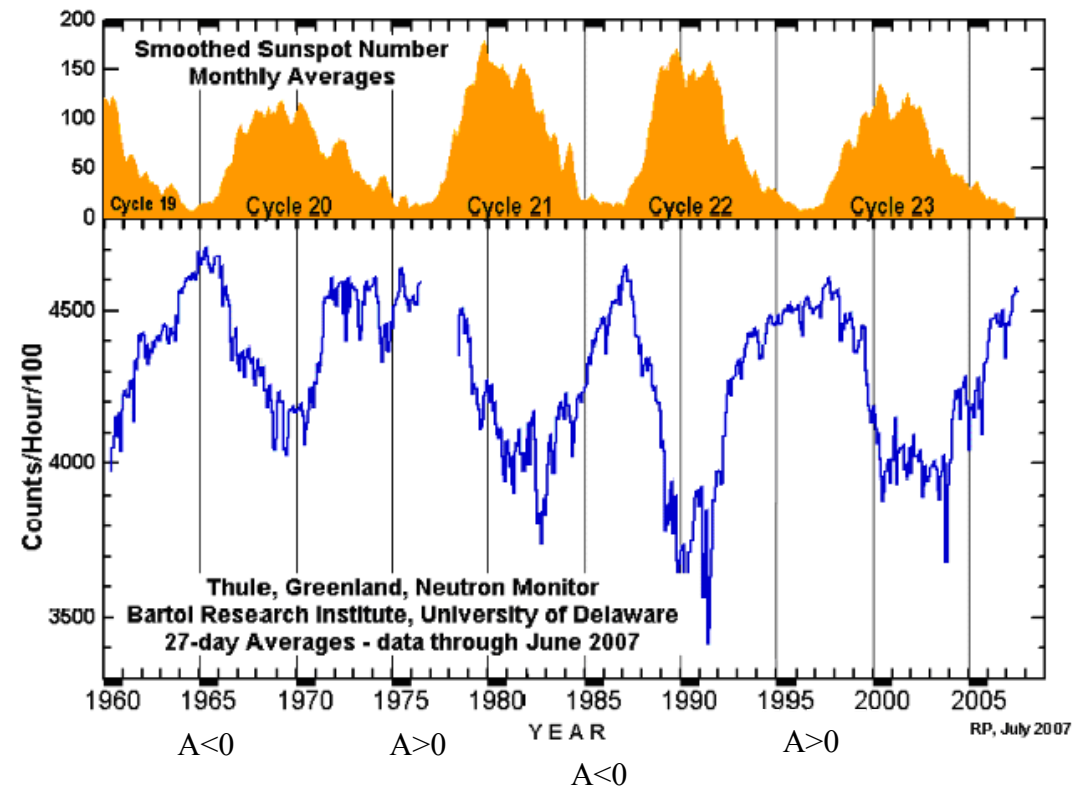


Figura 2 – Gráfico que mostra a anticorrelação entre raios cósmicos e ciclo solar estudada pelo número de manchas solares.

A polaridade é definida pelo produto interno entre o vetor velocidade angular do sol e o momento magnético do sol .

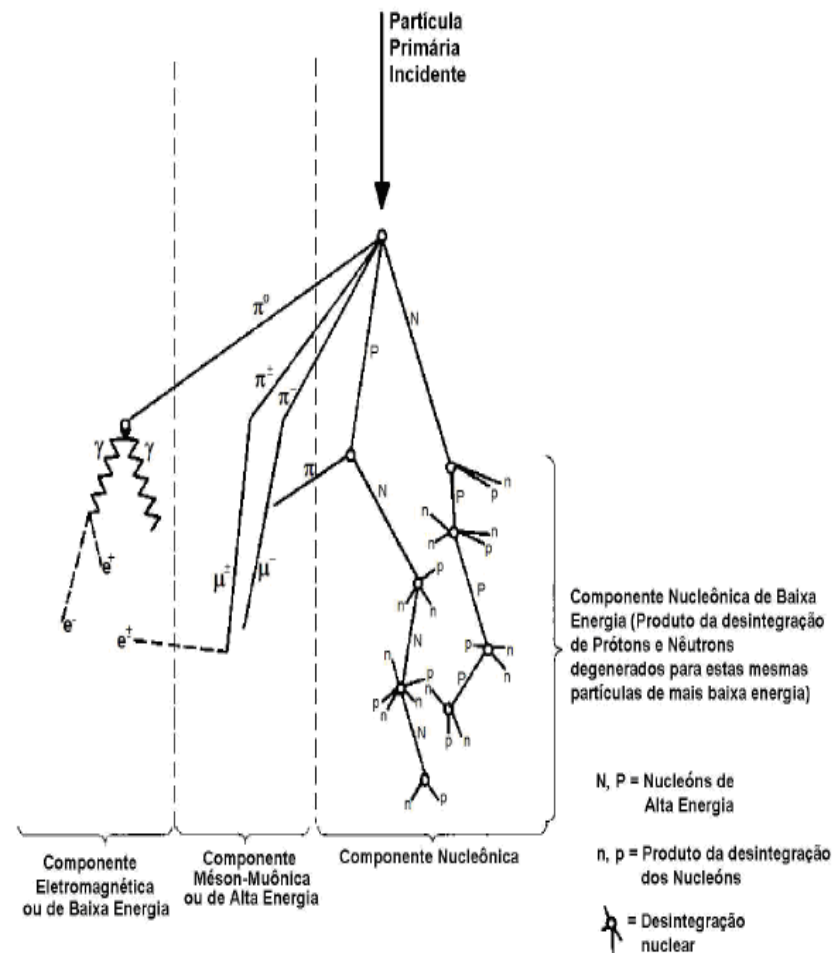


Figura 3 – Figura esquemática dos raios cósmicos que colidem com partículas da atmosfera Terrestre (chuveiro de raios cósmicos). FONTE: Modificado de Forbush (1993).

Detector Protótipo

- Instalado em 2001, operou até 2005.
- Localização: Observatório Espacial do Sul – OES/CRS/CCR/INPE – MCT , São Martinho da Serra, Brasil-RS, (Lat.: 29,4°S, Log.: 306,2°L).
- Resolução temporal de uma hora (1h).



Figura 4 – Detector Multidirecional de Muons – DMM - Protótipo



Figura 5 – Prédio Principal Observatório Espacial do Sul.

Detector DMM - Expandido



Figura 6 – Telescópio Expandido, 56 detectores.

- Instalado em 2005.
- Resolução temporal de um minuto.
- Maior número de Canais (Direções).

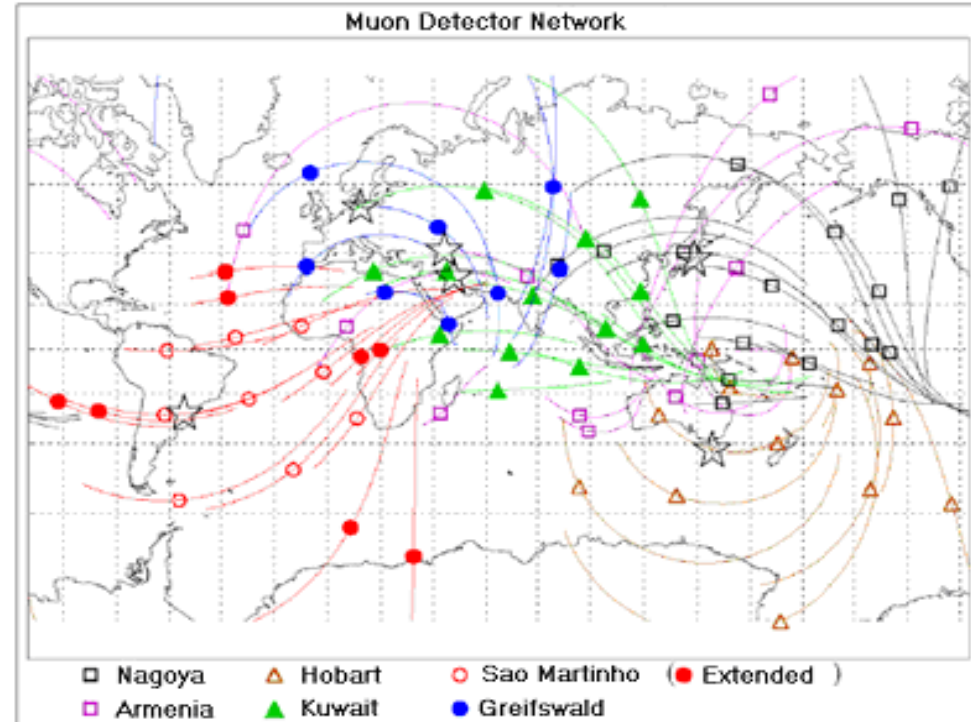


Figura 7 – *Ground Muon Detector Network (GMDN)*. Munakata et al., 2004.

Funcionamento Básico

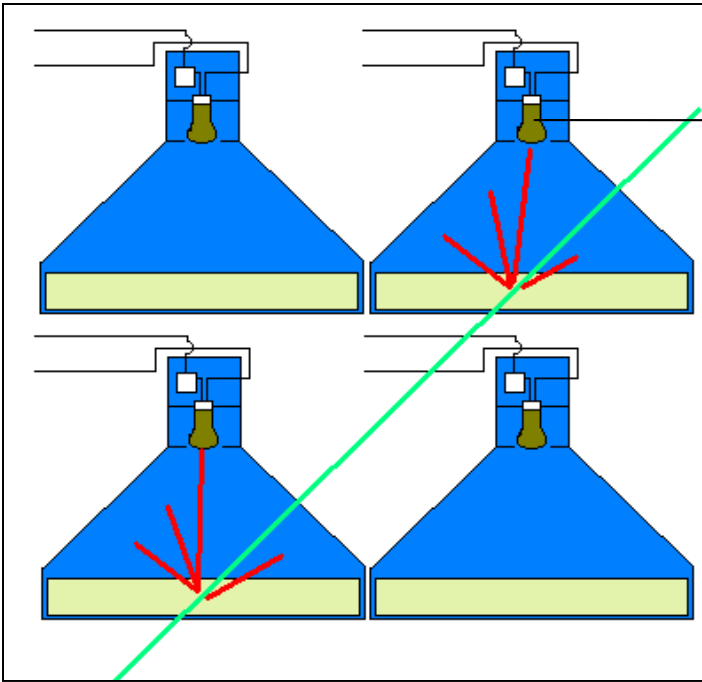


Figura 8 – Representação artística do detector.

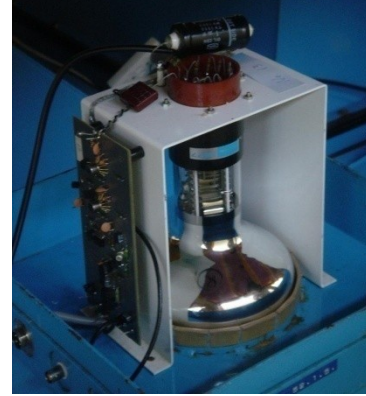


Figura 9 – Foto da fotomultiplicadora utilizada no detector de raios cósmicos - muons.



Figura 10 – Fontes de alimentação e sistema de processamento de sinais do detector de muons.



Figura 11 – Computador onde é armazenado os dados.

Comparações entre os Detectores

Direção do Telescópio	Combinação dos Detectores	Contagem Horária (fator 10^4)	Erro na contagem(%)	P_m (GV)	Direção do Telescópio	Número de Telescópio	Contagem Horária (Fator 10^6)	Erro na contagem(%)
Vertical (V)	U1-L1 U2-L2 U3-L3 U4-L4	39.4	0.16	53	Vertical (V)	28	2.30	0.06
					30° North (N)	21	0.95	0.10
30° North (N)	U1-L3 U2-L4	11.3	0.30	58	30° South (S)	21	0.98	0.10
30° South (S)	U4-L2 U3-L1	11.4	0.30	57	30° East (E)	24	1.05	0.10
					30° West (W)	24	1.16	0.09
30° East (E)	U2-L1 U4-L3	11.0	0.30	59	39° Northeast (NE)	18	0.47	0.14
30° West (W)	U1-L2 U3-L4	11.5	0.30	56	39° Northwest (NW)	18	0.51	0.14
					39° Southeast (SE)	18	0.49	0.14
39° Northeast (NE)	U2-U3	4.7	0.46	64	39° Southwest (SW)	18	0.52	0.14
39° Northwest (NW)	U1-U4	5.4	0.43	61	49° North (N2)	14	0.33	0.17
39° Southeast (SE)	U4-L1	5.3	0.43	63	49° South (S2)	14	0.32	0.18
39° Southwest (SW)	U3-L2	5.5	0.43	60	49° East (E2)	20	0.47	0.14
					49° West (W2)	20	0.43	0.15

Tabela 1: Características do DMM Protótipo instalado em São Martinho. Dados analisados para o 11° dia de Abril de 2001.

Tabela 2: Características do DMM Expandido. Dados analisados para o 13° dia de Dezembro de 2006.

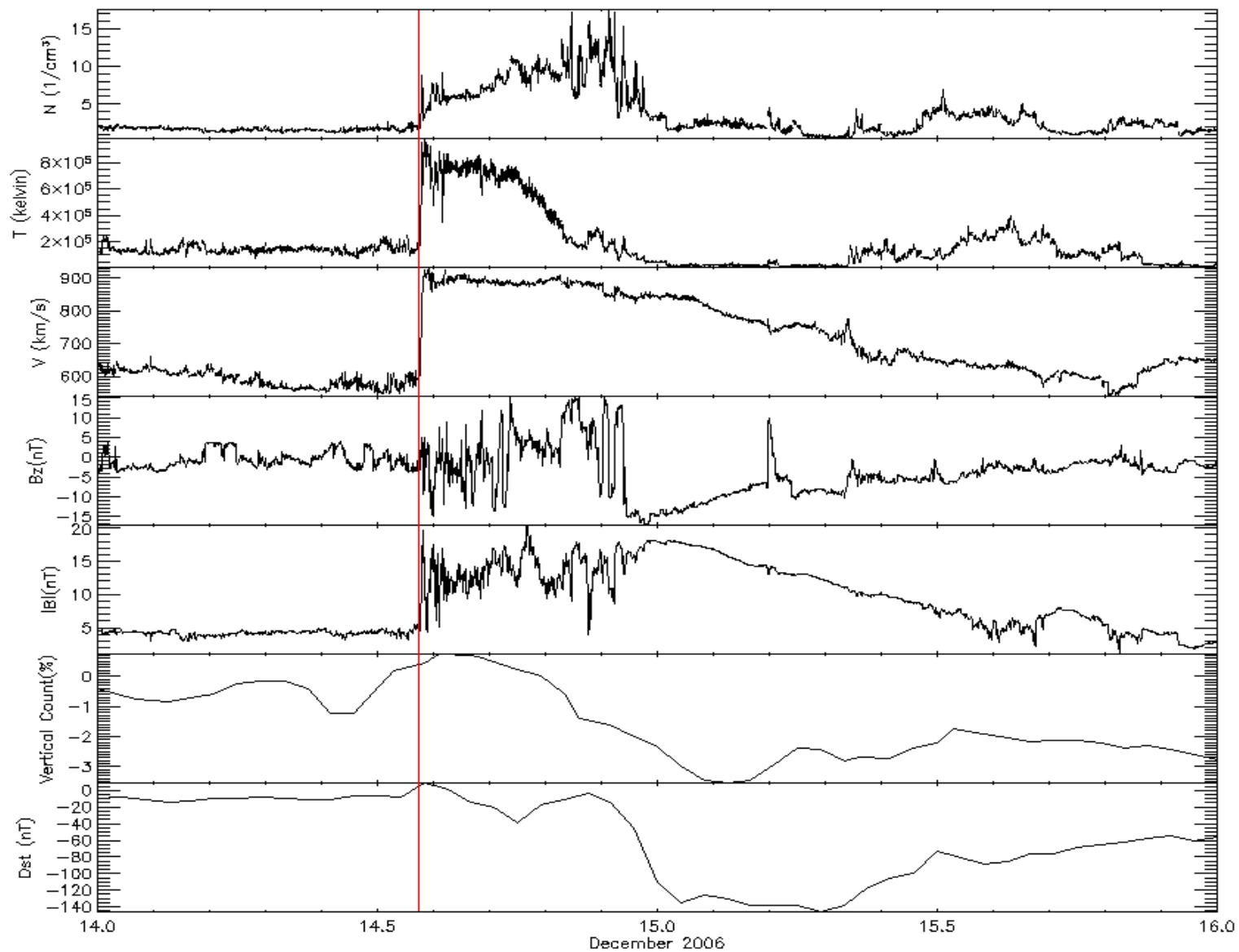


Figura 12 – **RESULTADOS** - De cima para baixo, densidade de partículas no vento solar, temperatura, velocidade, componente z e magnitude do campo magnético. Contagem vertical de muons e índice Dst.

Conclusões

O estudo mostra que existe o decréscimo de muons (decrécimo de forbush) na ocorrência de tempestades geomagnéticas.

Mostra-se a resposta dos raios cósmicos primários no OES/CRS/CCR/INPE – MCT em forma de decréscimo na contagem de muons (RC-secundários) a um distúrbio interplanetário ocorrido em dezembro de 2006.

Deve-se continuar o estudo para permitir no futuro entender o que acontece nas interações Sol-Terra e tornar detectores terrestres uma ferramenta para previsão de tempestades e estudos no clima espacial.

Agradecimentos

Ao Programa PIBIC/INPE – CNPq/MCT pela aprovação dos Projetos de Pesquisa de Iniciação Científica.

Contato: brunokh@lacesm.ufsm.br, brunokhammer@hotmail.com