

PREVISÃO DE TEMPESTADES GEOMAGNÉTICAS

Vizcarra, G.H. da R. [1]; Dal Lago, A. [2]; Braga, C.R. [2]; Mendonça, R.R. [2]; Pinto, A. [2]; Kanopf, C. [1]; Moro, J. [1]
Schuch, N.J. [1];

[1] Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE–MCTIC, em colaboração com o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT–UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.
[2] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Geofísica Espacial - DGA/CEA/INPE–MCTIC, São José dos Campos, SP Brasil.

RESUMO

Tempestades magnéticas podem ser extremamente prejudiciais a sistemas tecnológicos na Terra. Causadas por eventos na superfície Sol como as explosões solares ("Flares") ou Ejeções de Massa Coronal (CMEs), podem danificar eletrônicos, redes de transporte de energia, a saúde de astronautas em caminhadas espaciais, ou até mesmo causar interferência em sistemas de comunicação, como por exemplo, entre uma torre de controle aéreo e os aviões. Métodos de previsão de tempestades magnéticas, como a contagem de múons realizada pela Rede Global de Detectores de Múons (GMDN) possibilitam que sejam tomadas atitudes preventivas, diminuindo os riscos e probabilidade de danos. Para isso, é preciso entender como o Sol, por meio de eventos solares, interage com o meio interplanetário e conseqüentemente com a Terra. Esse trabalho tem como propósito estudar a interação Sol-Meio Interplanetário-Terra para uma tempestade intensa, determinando qual o tempo entre a previsão e a chegada da estrutura à Terra.

INTRODUÇÃO

O estudo das tempestades magnéticas é o primeiro passo para entender a interação Sol-Meio Interplanetário-Terra e a cadeia de conseqüências Físico-Químicas na atmosfera Terrestre. Um evento ocorrido na superfície do Sol atinge indiretamente a Terra, promovendo variações nos parâmetros utilizados para estudar a Magnetosfera Terrestre, que protege a Terra da incidência constante de partículas solares, os Cinturões de Radiação, principais obstáculos em missões interplanetárias tripuladas, a Ionosfera, responsável pela propagação das ondas de rádio e ocorrência de Auroras Boreais.

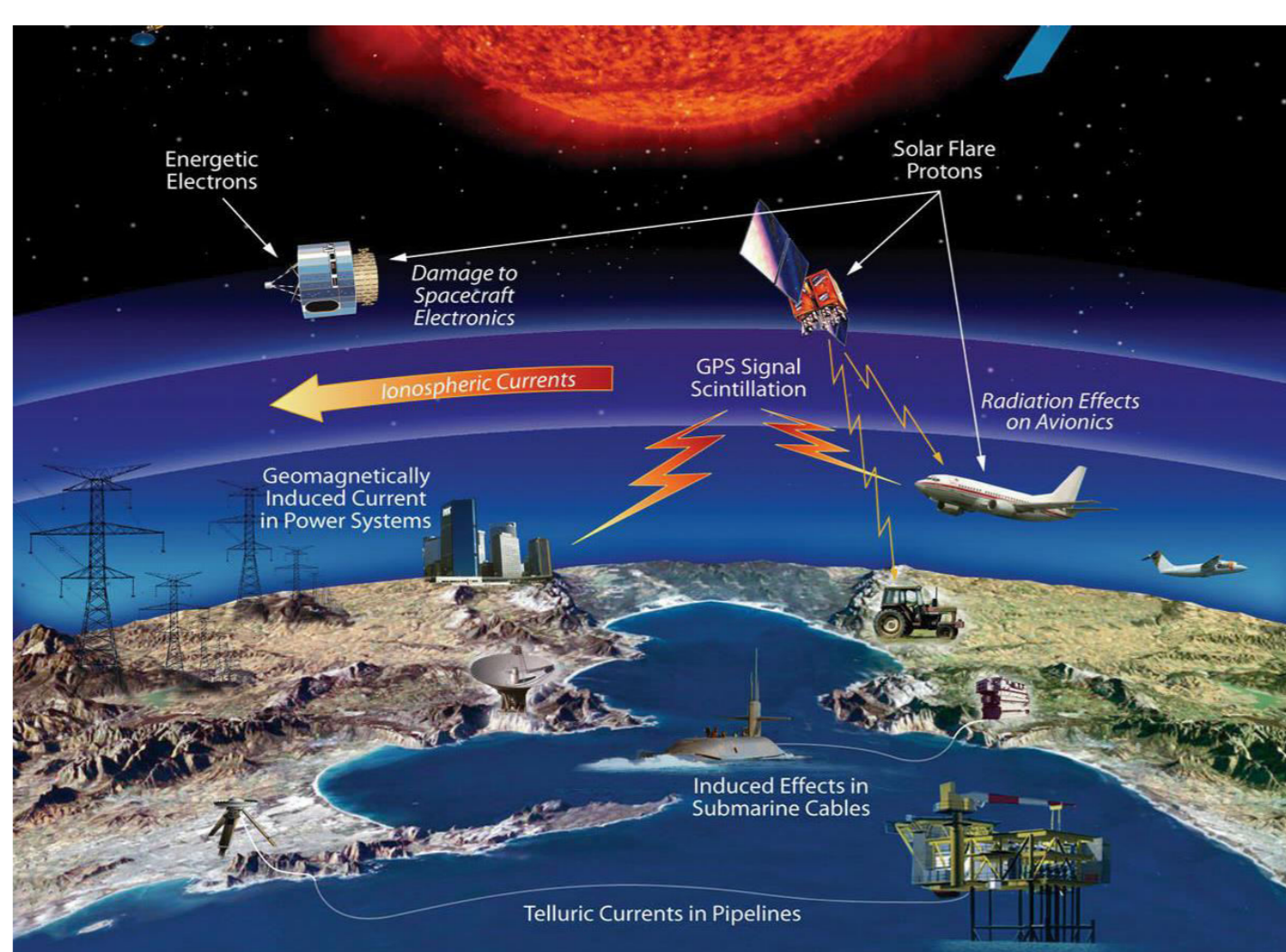


Figura 1: Representação das tecnologias e infraestruturas afetadas por eventos solares.
FONTE: http://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/spaceweather/index.html

Ou seja, esse estudo abre portas para novos estudos que possibilitam o avanço científico nas áreas físicas, químicas e biológicas da Terra, avanços tecnológicos nas áreas de comunicação, engenharias aeroespaciais, aeronáutica, etc.

RAIOS CÓSMICOS E A PREVISÃO DAS TEMPESTADES

A Terra sofre constante incidência de partículas altamente energéticas providas de fora do sistema Solar chamadas Raios Cósmicos, o que contabiliza um fluxo de mais de 10^{18} partículas por segundo de energia maior que 1 Mev (JOKIPII, 1998). Quando uma estrutura magnética interplanetária segue em direção a Terra, esta deflete, aprisiona ou bloqueia as partículas de raios cósmicos, causando um decréscimo na incidência dessas partículas na atmosfera.

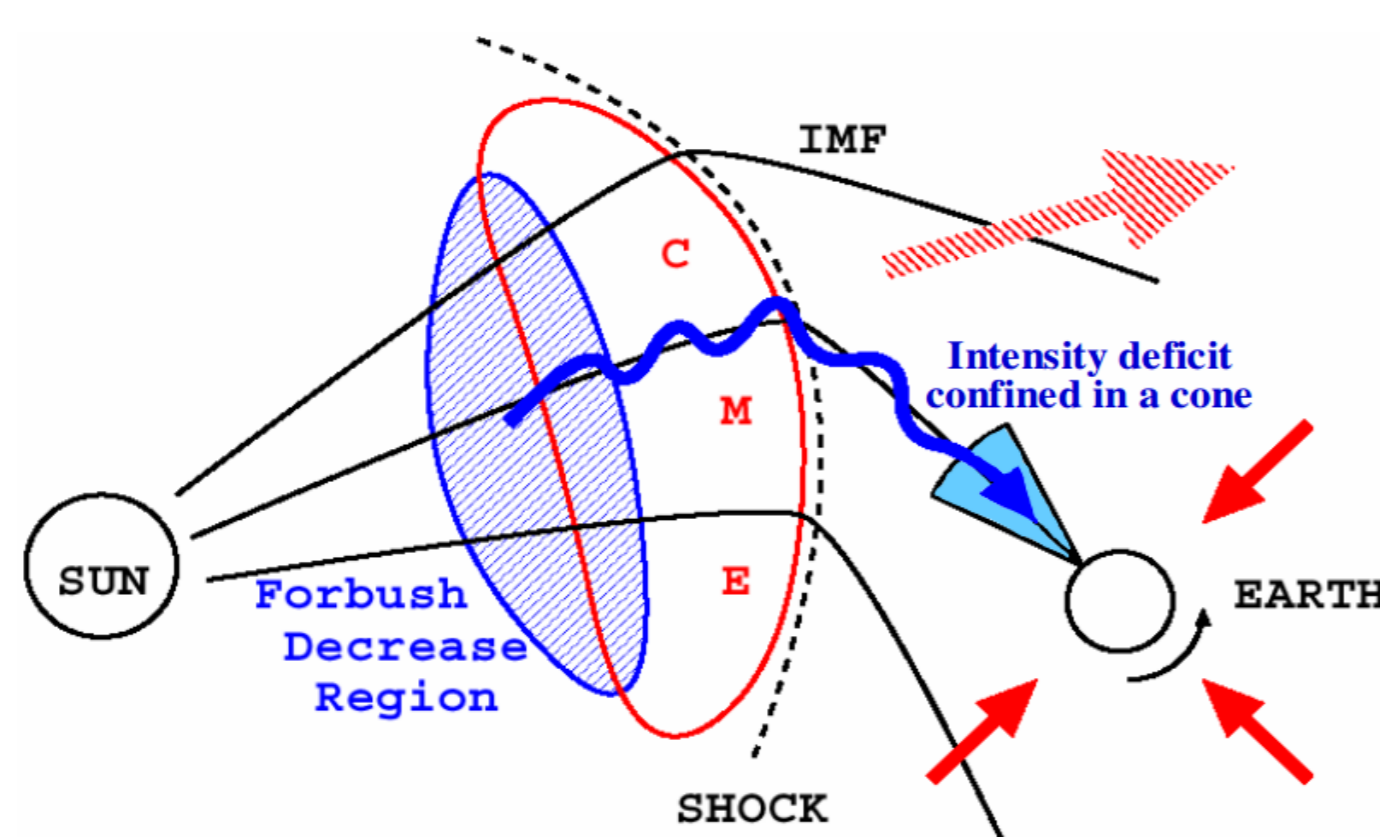


Figura 2: Ilustração esquemática do 'Loss Cone' causado por uma estrutura interplanetária.
FONTE: Adaptado Nagashima et al. (1992) e Ruffolo et al. (1999).

Os raios cósmicos ao atingirem a atmosfera terrestre dividem-se em partículas e sub partículas, formando outras partículas e moléculas. A única sub-partícula que mantém aproximadamente o momento do raio cósmico inicial é o Múon, por isso utiliza-se a Rede Global de Detectores de Múons - GMDN de forma que um DMM esteja sempre virado para o Sol.



Figura 3: Detector Multidirecional de Múons de São Martinho da Serra – RS.
Fonte: Arquivos Pessoais.

METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS

Utilizando o satélite ACE (Advanced Composition Explorer) pode-se perceber a passagem de uma estrutura magnética interplanetária pela variação nos dados de parâmetros do vento solar. Ver como exemplo na Fig. 3 os gráficos dos dias 14 a 20 de fevereiro de 2014:

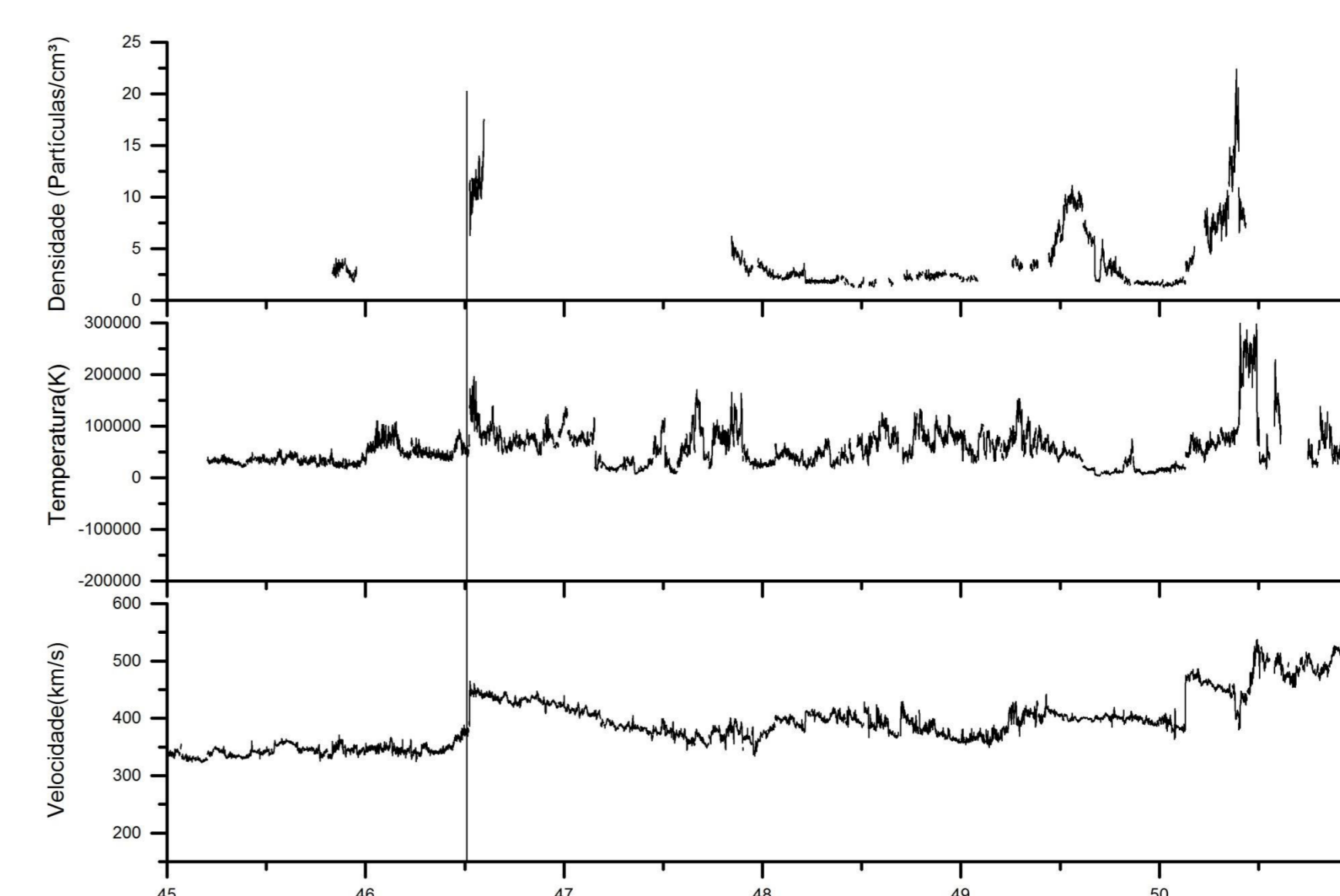


Figura 4 – Propriedades do vento solar na passagem de uma estrutura magnética interplanetária pelo satélite ACE.

Juntamente a variação das propriedades do vento solar medidas pelo satélite ACE, ou seja, com a estrutura ejetada pelo evento solar no meio interplanetário, pode-se perceber o começo da queda de contagem nos detectores de Múons da GMDN, Fig. 5.

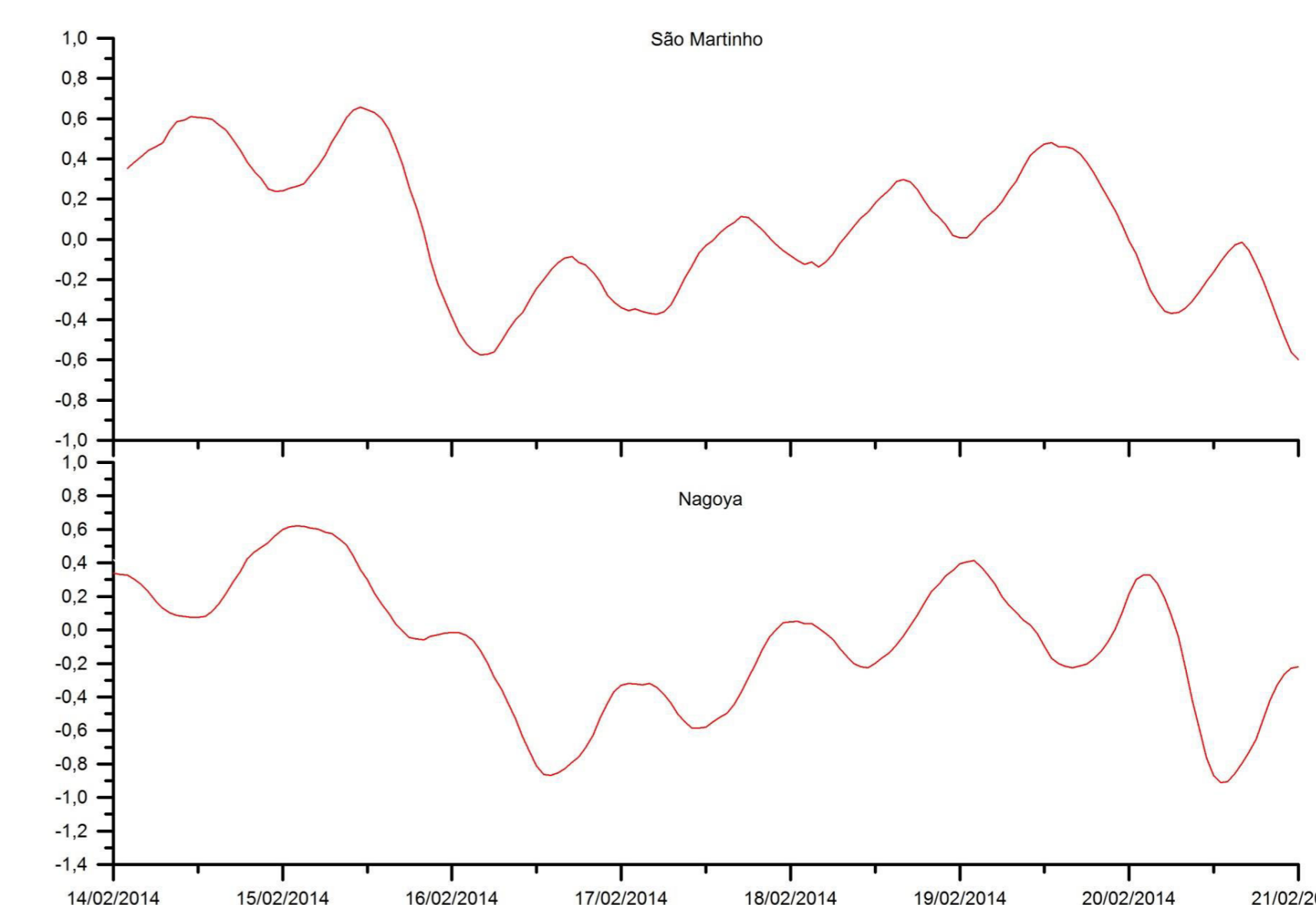


Figura 5: Decréscimo na contagem de múons no canal vertical dos detectores de São Martinho da Serra e Nagoya

Seguido por uma tempestade magnética registrada com intensidade de 116nT pelo índice Dst. O que se classifica como uma tempestade magnética Intensa.

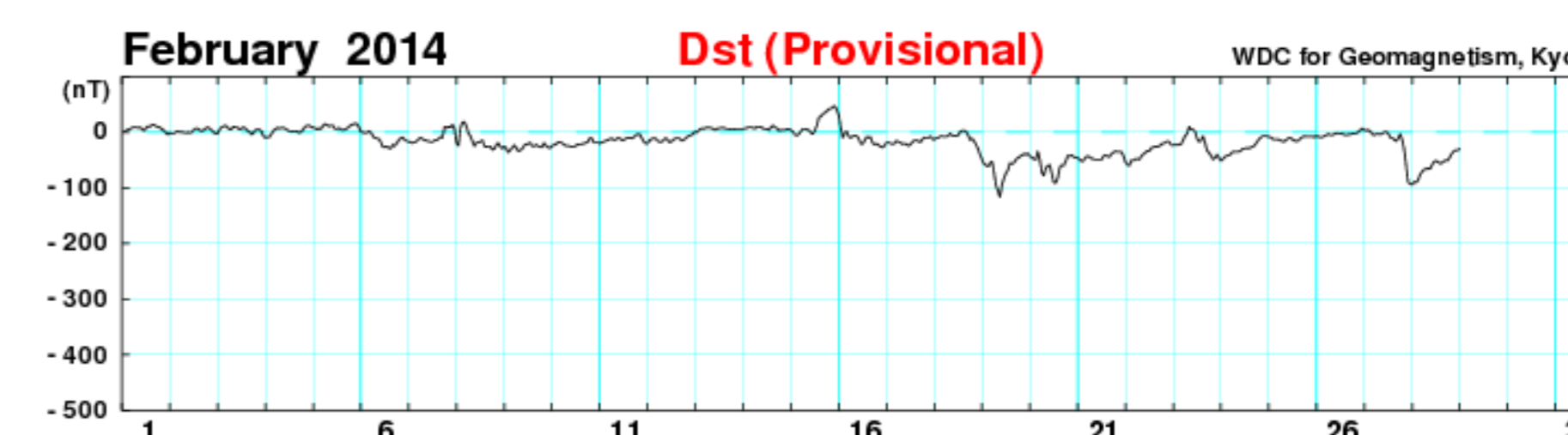


Figura 6: Tempestade apontada dia 19/02

CONCLUSÕES

Aparentemente a tempestade no período estudado foi causada por uma explosão solar. Porém, a estrutura magnética interplanetária não estava voltada diretamente à Terra. Após fazer a análise dos dados, comparar, levando em consideração o tempo de chegada dos dados, análise e correções, conclui-se que é possível fazer uma previsão de chegada de distúrbios Geomagnéticos na Terra com antecedência de até aproximadamente 10 horas, conforme mostrado por Munakata et al. (2000).

Referências

MUNAKATA, K., BIEBER, J.W., YASUE S.I, KATO C., KOYAMA M., AKAHANE, S., FUJIMOTO, K., FUJII, Z., HUMBLE, J.E. e M. L. Duldig, Precursors of geomagnetic storms observed by the muon detector network, J. Geophys. Res., v. 105, n. 27, p. 457, 2000

Agradecimentos

Os autores agradecem aos organizadores da XXXI Jornada Acadêmica Integrada pela oportunidade. E a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelas bolsas que proporcionam aos alunos a oportunidade de realizar iniciação científica no CRS/INPE-MCTIC.