



Objetivo do trabalho

Em 2012-2013 ocorre um máximo do ciclo solar. O objetivo geral do trabalho é estudar a interação de partículas provenientes das ejeções coronais de massa do Sol (ECM's) com a atmosfera e a magnetosfera terrestre. Em linhas gerais, a intenção é responder às seguintes perguntas:

- Que altitude em relação ao solo as partículas solares alcançam?
- Quais partículas atingem o solo?
- Se atingem o solo, com que energia?
- Como isso afeta a vida na Terra?

Ciclo Solar

A mudança na atividade solar é descrita em dois ciclos: o período de Sol máximo e o de Sol mínimo [Figura 1], separados por onze anos, em média. O que diferencia um ciclo do outro é o aumento, no Sol máximo, tanto no número quanto na quantidade de manchas solares, regiões em que a matéria da fotosfera é mais fria e o campo magnético mais intenso.

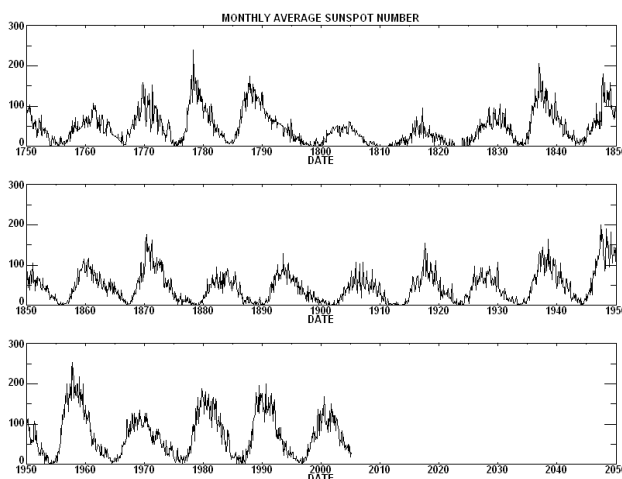


Figura 1: registro do número de manchas solares, desde 1750.

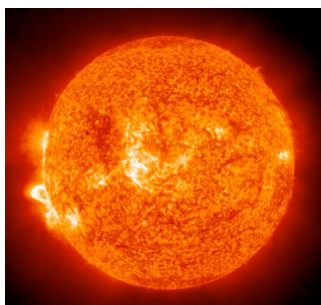
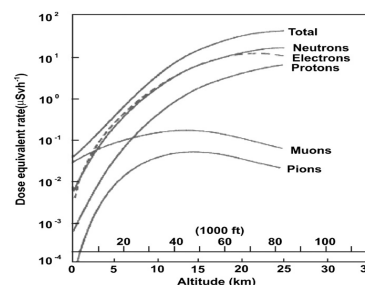


Figura 2: proeminências da fotosfera, à esquerda na imagem. Pelo fenômeno de recombinação magnética, as linhas de campo se rompem e liberam matéria com alta energia cinética.

O campo magnético nas manchas solares armazena energia que é liberada em forma de radiação, bem como em erupções de plasma (pelo fenômeno de recombinação magnética), chamadas de ejeções coronais de massa (ECM). Na figura 2, vemos imagem das proeminências da fotosfera, formadas por elétrons acelerados pelo campo magnético, que emitem radiação síncrotron. Reparem que dessa forma, as linhas de campo magnético ficam bastante evidentes.

Raios cósmicos solares

Uma ECM é formada basicamente por prótons, com energias que vão de poucos keV à escala de GeV. As partículas de até 500 MeV, que compõem a imensa maioria do fluxo, não tem energia suficiente para atingir o solo, principalmente devido ao efeito de blindagem da atmosfera. Cálculos feitos com o programa SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter), estimam que, à densidade atmosférica do nível do mar, um próton de 100 MeV percorra apenas 50 m.



Na figura 3, vemos um gráfico que explicita a exposição à radiação em relação a altitude. Ao nível do mar, os múons são responsáveis pela quase totalidade do equivalente de dose.

Figura 3: exposição à radiação devido a raios cósmicos como função da altitude a uma latitude de 55° (Reitz, 1993).

Decréscimo de Forbush (DF)

Decréscimos na contagem de raios cósmicos que duram em torno de uma semana foram observados pela primeira vez por Forbush (1937) e Hess e Demmelair (1937), com câmaras de ionização. Esses decréscimos estão correlacionados com ECM's, embora não os detectemos em todos os eventos. Na figura 4, vemos um decréscimo de Forbush detectado em março pelo telescópio multidirecional de múons de São Martinho da Serra, construído em parceria do INPE-Sul e da Universidade Federal de Santa Maria. Esse foi o único DF detectado em uma ECM neste ano.

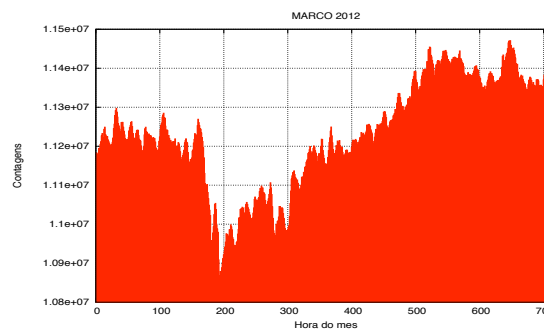


Figura 4: decréscimo na contagem de múons de origem galáctica entre os dias 7 e 16 de março, acompanhando uma ejeção coronal de massa e uma tempestade geomagnética no dia 9.

Conclusões

Neste trabalho, verificamos o efeito direto que as ECM's poderiam ter na saúde humana devido à exposição a partículas carregadas, cujo fator de qualidade e potenciais riscos à saúde seriam piores do que os da própria radiação. Nesse sentido, os danos diretos à saúde podem ser considerados ínfimos. Entretanto, não estudamos o aumento de correntes elétricas induzidas na atmosfera, que ocorre devido à ionização das partículas da própria camada. Esse efeito pode gerar um aumento no número de trovões, por exemplo, ou até consequências mais graves, como o dano de linhas elétricas inteiras, evento que pode gerar perdas reparáveis apenas em longos períodos de tempo, além de grande prejuízo financeiro.

Apoio:



Referências:

1. Singh, A. K.; Singh, Devendraa; Singh, R. P. Impact of galactic cosmic rays on Earth's atmosphere and human health. Atmospheric Environment, Volume 45, Issue 23, p. 3806-3818 [2011].
2. Cane, Hilary V. Coronal Mass Ejections and Forbush Decreases. Space Science Reviews, v. 93, Issue 1/2, p. 55-77 [2000].