

EFEITOS DE TEMPESTADES MAGNÉTICAS E EXPLOSÕES SOLARES SOBRE A IONOSFERA TERRESTRE UTILIZANDO SONDAS IONOSFÉRICAS NA REGIÃO DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL (AMAS)

Cláudio Machado Paulo¹; Nelson Jorge Schuch¹; Eurico Rodrigues de Paula²; Juliano Moro²; Dimas Irion Alves¹.

- (1) Laboratório Sondagem Ionosférica e Atmosfera Neutra Terrestre Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS/CCR/INPE – MCT em parceria com o Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil;
(2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - MCT, São José dos Campos, SP, Brasil.

E-mail : cmpaulo@lacesm.ufsm.br

INTRODUÇÃO

A ionosfera é a porção ionizada da atmosfera terrestre, situada entre aproximadamente 60 e 1000 km de altitude. Possui densidade eletrônica que depende de vários fatores, entre eles: posição geográfica, estação do ano, hora local e atividade solar cuja radiação varia com um ciclo de 11 anos e que é a principal fonte de ionização da atmosfera neutra. Durante tempestades magnéticas devido a atividade Solar a densidade eletrônica da ionosfera apresenta variações. Devido as diferentes composições químicas, processos de ionização, densidade eletrônica e altura, a ionosfera é dividida em três regiões básicas: camadas D, E e F. Nas regiões E e F, devido a instabilidades da densidade eletrônica, podemos encontrar irregularidades no plasma, tais como: as irregularidades do eletrojato equatorial (Região E) e as bolhas de plasma (Região F). As Bolhas de Plasma consistem em regiões de rarefação do plasma ionosférico, estas bolhas acompanham as linhas do campo geomagnético e deslocam-se no sentido que vai depender das condições do plasma ionosférico. Este fenômeno ocorre no período noturno e com mais frequência nas regiões equatoriais e de baixas latitudes. Estas irregularidades podem provocar interferências nos sinais de rádio, radares espaciais e sistemas de orientação de aviação e navegação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na análise de irregularidades ionosféricas foram utilizados dados dos receptores da rede *Scintillation Monitor* (SCINTMON) localizados no Prédio Sede do Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, em Santa Maria. Os receptores são monitores de cintilação em amplitude da portadora L1 transmitida pelos satélites. A utilização da rede é destinada ao estudo dos efeitos da ionosfera sobre sinais de GPS. O Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/CCR/INPE - MCT dispõe de um Riômetro Imageador e um receptor VLF. O Riômetro Imageador é constituído de um conjunto de 16 antenas tipo dipolo. A análise é feita comparando a intensidade do ruído cósmico incidente na Terra entre dias magneticamente calmos e perturbados. No OES opera um receptor VLF de três antenas, duas loop e uma vertical, pertencente a rede SAVNET, que usa as propriedades de propagação de ondas, monitorando a variação da velocidade de fase e da amplitude da onda VLF.

RESULTADOS

Com a utilização dos receptores da rede *Scintillation Monitor* (SCINTMON) podemos verificar a ocorrência das irregularidades ionosféricas sobre a região de Santa Maria – RS, onde estão instalados os receptores GPS operando em banda L1. A seta indicada na Fig.01, esta indicando uma cintilação no sinal GPS.

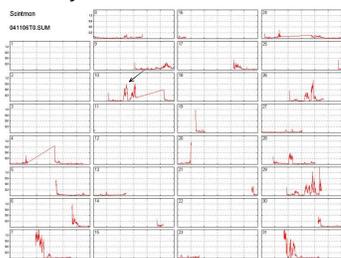


Fig.01: Índice s4 para o dia 06/11/2004.

Velocidade de Deriva Zonal - 06/11/2004 - Santa Maria

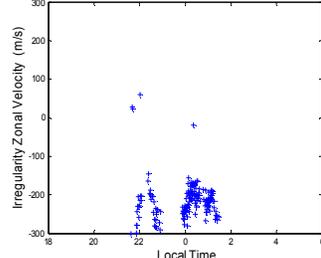


Fig.02: Cálculo de Velocidade de Deriva Zonal de Plasma para o dia 06/11/2004.

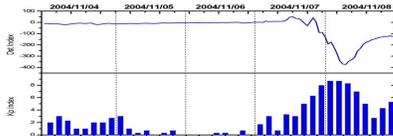


Fig.03: Índices DST e Kp de 5 dias do mês de novembro do ano de 2004, ano de período geomagneticamente perturbado solar.

O estudo de irregularidades ionosféricas ou reflexos da atividade solar sobre a Ionosfera Terrestre pode ser realizado com o equipamento da rede SARINET, o Riômetro, instalado no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/CCR/INPE – MCT, com utilização de 16 Antenas dispostas como uma matriz 4x4, recebendo sinal do ruído cósmico galático. Esse ruído é captado e processado. Com uma grande explosão solar temos um *fluxo de raio X*, emitido pelo Sol, de grande intensidade, esse aumento do *fluxo de raio X* pode ser notado com o equipamento Riômetro Imageador na fig.04.

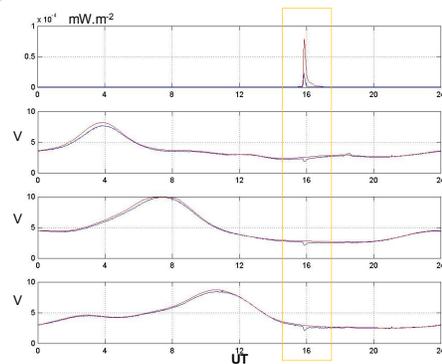


Fig.04: No primeiro retângulo gráfico da intensidade do fluxo de raio X, no segundo até o quarto retângulo podemos observar o comportamento da ionosfera com um súbito aumento na intensidade de *fluxo de raio X*.

O Equipamento da rede SAVNET tem se mostrado muito eficiente para a detecção de súbitos aumentos de emissão de Raio X, provenientes do Sol, assim como outros tipos de efeitos na Ionosfera Terrestre. A rede é composta de equipamentos receptores de ondas eletromagnéticas de baixa frequência (3-330kHz).

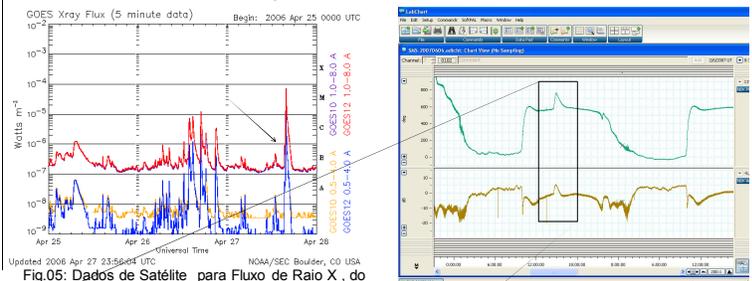
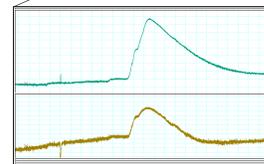


Fig.05: Dados de Satélite para Fluxo de Raio X, do Satélite GOES.

Fig.06: Dados dos receptor VLF instalado no Observatório Espacial do Sul - OES/CRS/CCR/INPE – MCT.



O equipamento VLF é importante para o monitoramento e detecção de explosões solares, permitindo monitorar e detectar irregularidades do plasma ionosférico, devido a grandes emissões de raio X ou de radiação ultravioleta. E para o estudo do comportamento da Ionosfera, durante períodos de máximo solar ou de mínimo solar.

CONCLUSÃO

Os equipamentos são importantes para o monitoramento e detecção de fenômenos como cintilação, explosões solares e tempestades geomagnéticas, permitindo monitorar e detectar irregularidades do plasma ionosférico, tomando possível o desenvolvimento de modelos para o estudo do comportamento da Ionosfera em condições de tempestades geomagnéticas, durante períodos de máximo solar ou de mínimo solar.