



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE/MCT  
CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS – CRSPE/INPE – MCT  
OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL – OES/CRSPE/INPE – MCT**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA – UFSM/MEC  
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS ESPACIAIS DE SANTA MARIA -  
LACESM/CT/UFSM  
PARCERIA: INPE/MCT – UFSM/MEC**

# **INTERAÇÃO DO PLASMA SOLAR COM O CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE OBSERVADO NA REGIÃO DA ANOMALIA MAGNÉTICA DO ATLÂNTICO SUL NO OBSERVATÓRIO ESPACIAL DO SUL**

**Autor:** Everton Frigo

**Orientador:** Dr. Nalin Babulal Trivedi



## Objetivos

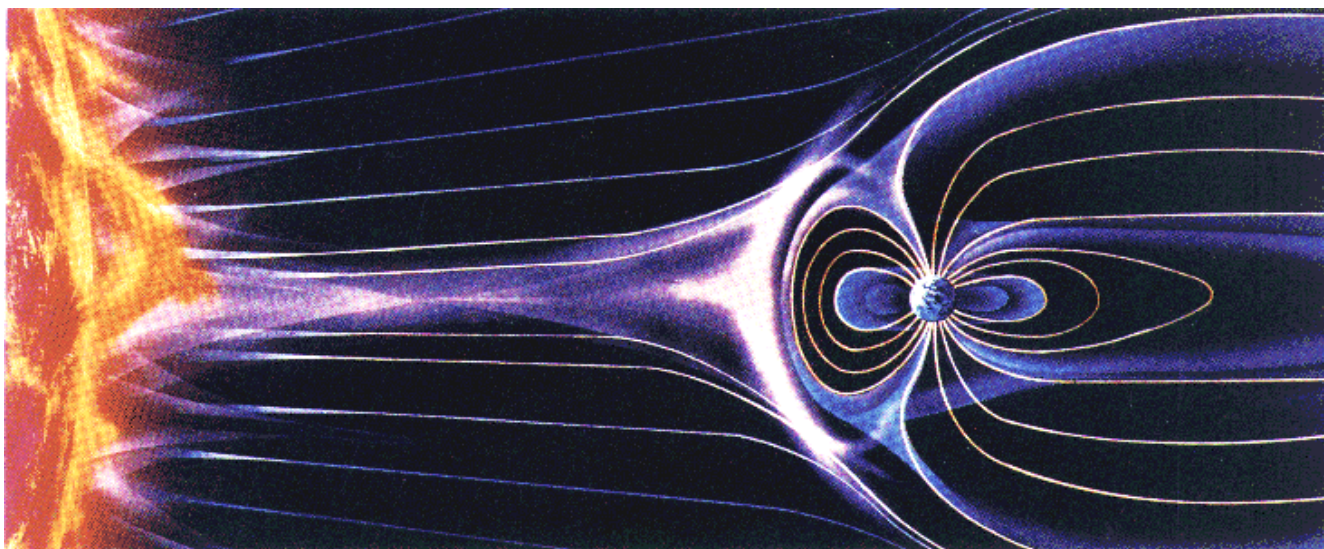
- (1) Realizar medidas geomagnéticas contínuas no Observatório Espacial do Sul, no Observatório Geomagnético de Vassouras, RJ, e no Observatório Espacial de São Luis, MA.**
- (2) Estudar as variações nos parâmetros de plasma solar no meio interplanetário e as variações geomagnéticas registradas nas estações magnéticas do Observatório Espacial do Sul (SMS), em São Martinho da Serra, RS ( $29.43^{\circ}\text{S}$ ,  $53.80^{\circ}\text{W}$ ), no Observatório Geomagnético de Vassouras (VSS), em Vassouras, RJ ( $22.40^{\circ}\text{S}$ ,  $43.65^{\circ}\text{W}$ ) e no Observatório Espacial de São Luis (SLZ), em São Luis, MA ( $2.6^{\circ}\text{S}$ ,  $44.2^{\circ}\text{W}$ ), durante tempestades geomagnéticas.**
- (3) Estudar as correlações existentes entre as variações detectadas nos parâmetros do plasma solar no meio interplanetário e as variações geomagnéticas detectadas na superfície terrestre.**



# Tempestades Geomagnéticas



O Campo Magnético Terrestre é gerado por correntes elétricas que fluem no núcleo terrestre. Devido à interação com o plasma emitido continuamente pelo Sol, o Campo Geomagnético sofre uma deformação, como mostra a Figura.



Fonte: <http://www.windows.ucar.edu>

A ocorrência de uma explosão solar pode ocasionar uma tempestade geomagnética.

Neste trabalho, foi utilizado o índice Dst para se fazer a seleção de eventos a serem estudados. Neste índice as tempestades geomagnéticas são agrupadas em três grupos característicos, de acordo com sua intensidade (Gonzalez et. al., 1994) em:

**fracas:**  $-50nT \leq Dst \leq -30nT$

**moderadas:**  $-100nT \leq Dst \leq -50nT$

**intensas:**  $Dst < -100nT$



## **Eventos estudados e metodologia empregada**



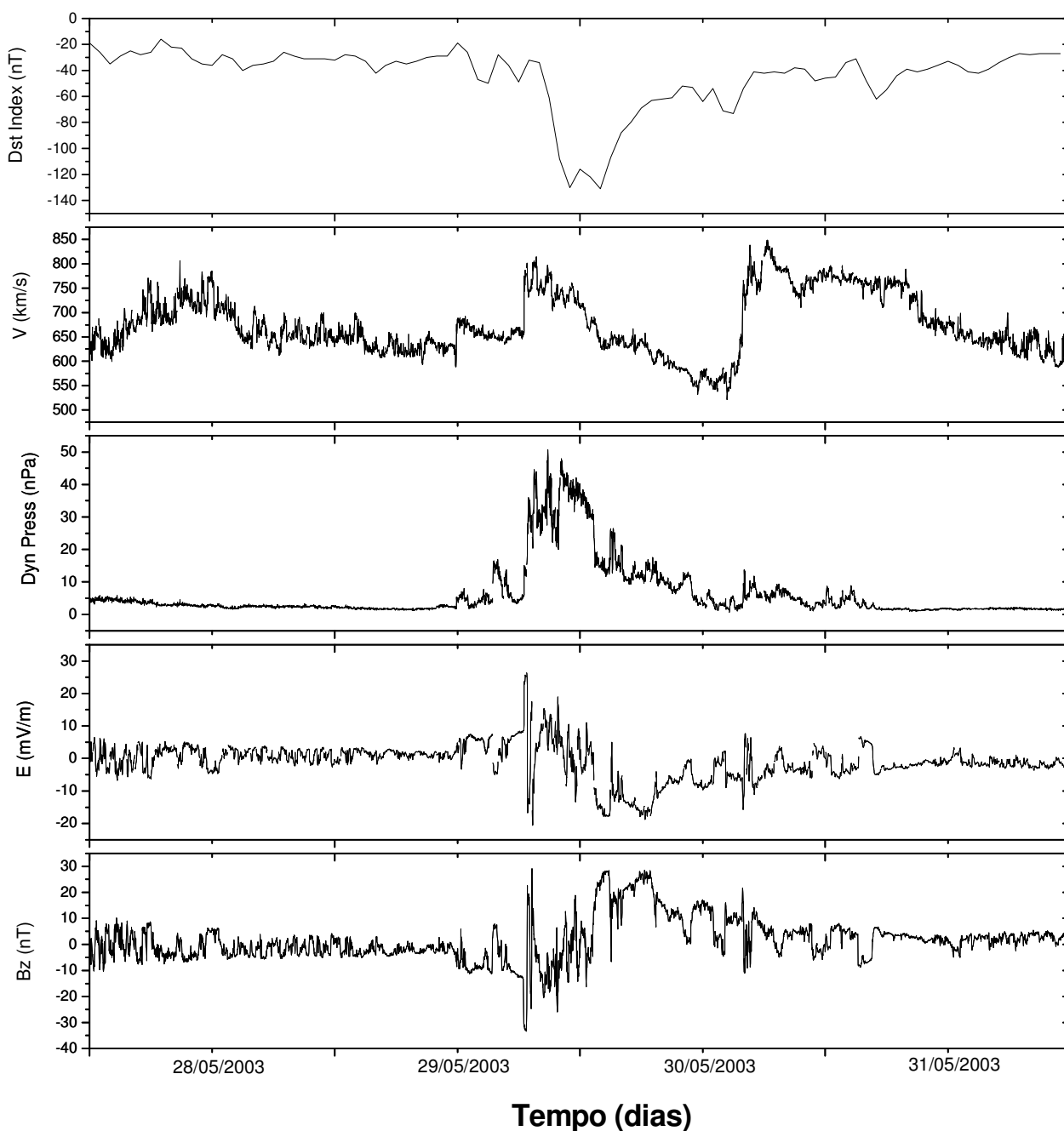
- Neste trabalho foram estudadas as tempestades geomagnéticas ocorridas entre os dias 28 e 31/05/2003 e, 17 e 20/08/2003, 27 e 31/10/2003 e, 03 e 05/11/2003.**
- Os dados do plasma solar no meio interplanetário são fornecidos pelo satélite ACE.**
- Os dados geomagnéticos de SMS, VSS e SLZ são adquiridos por magnetômetros fluxgate de alta resolução e baixo ruído, com uma taxa de aquisição a cada 2 s, em formato binário e convertidos para o formato ASCII.**
- Após, construiu-se os gráficos dos parâmetros do meio interplanetário e das variações geomagnéticas detectadas na superfície terrestre em função do tempo, possibilitando a realização de estudos comparativos.**
- Utilizou-se um filtro passa-faixa para selecionar os períodos de atividade mais intensa das micropulsações geomagnéticas.**
- Finalmente, foram construídos os gráficos dos parâmetros de polarização das micropulsações geomagnéticas para os períodos de maior atividade das mesmas.**



# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 28 e 31/05/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nos parâmetros do meio interplanetário e no índice Dst entre os dias 28 e 31/05/2003.**

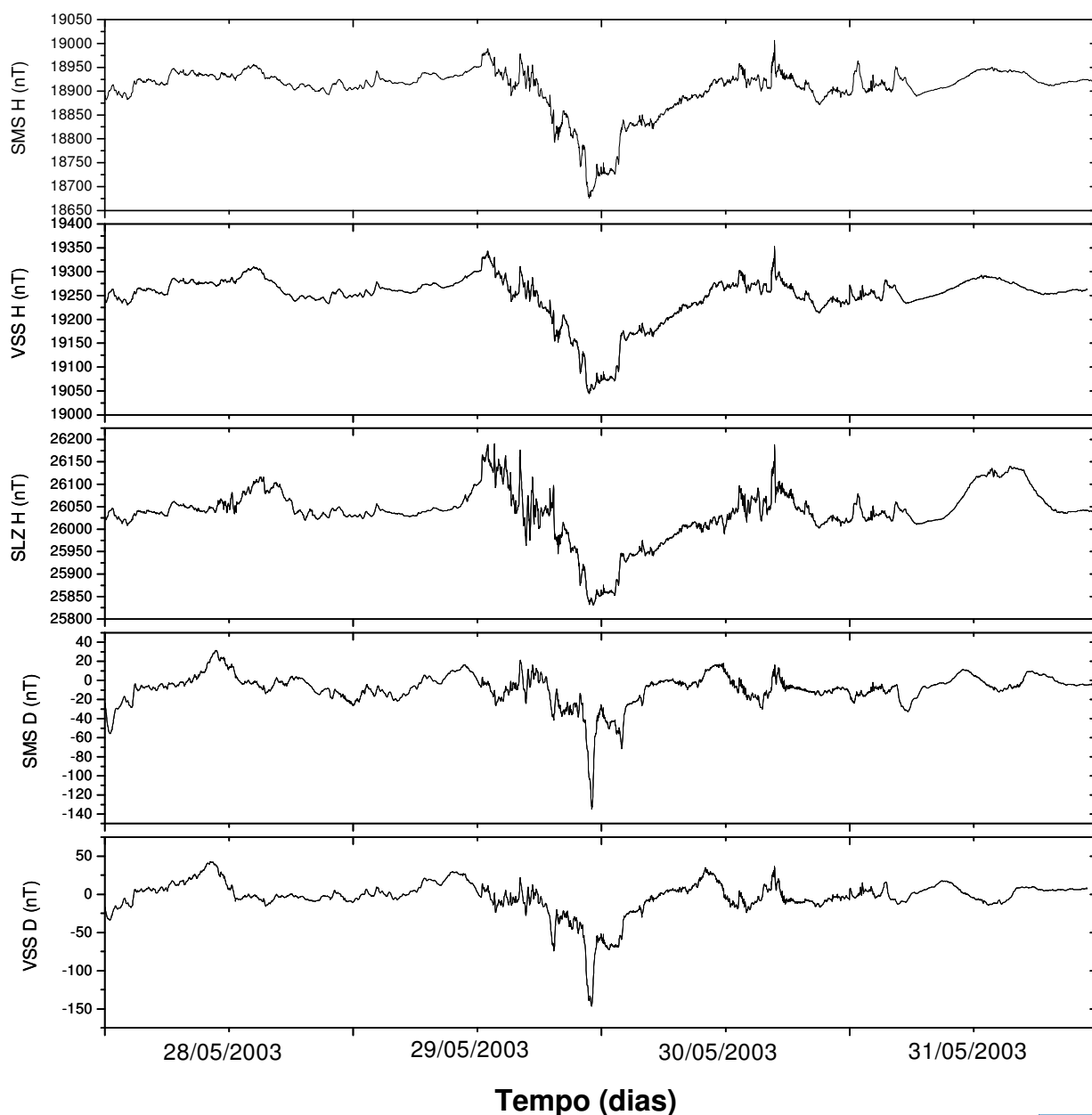




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 28 e 31/05/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nas componentes H e D do Campo Geomagnético entre os dias 28 e 31/05/2003, nas estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ.**

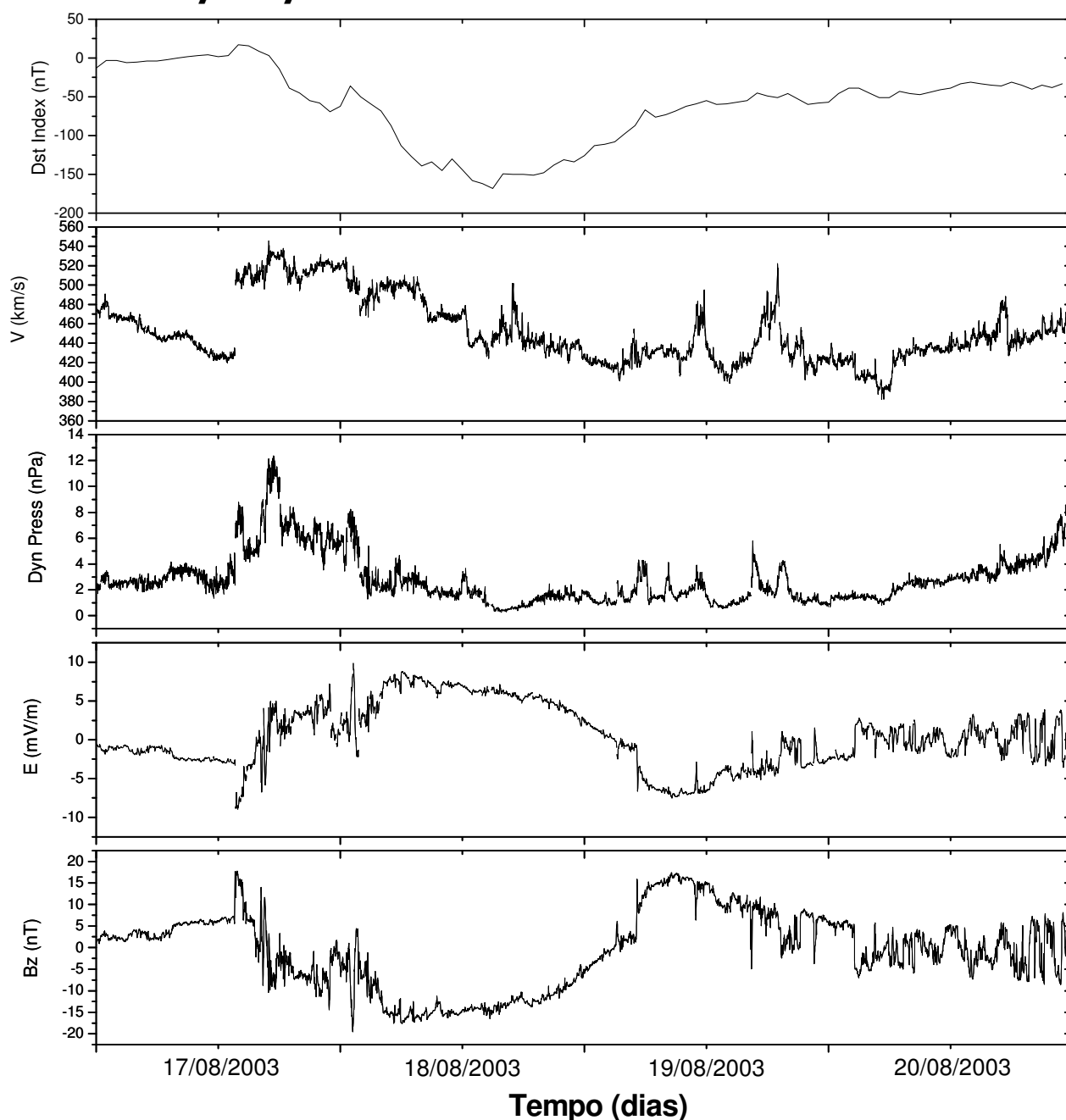




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 17 e 20/08/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nos parâmetros do meio interplanetário e no índice Dst entre os dias 17 e 20/08/2003.**



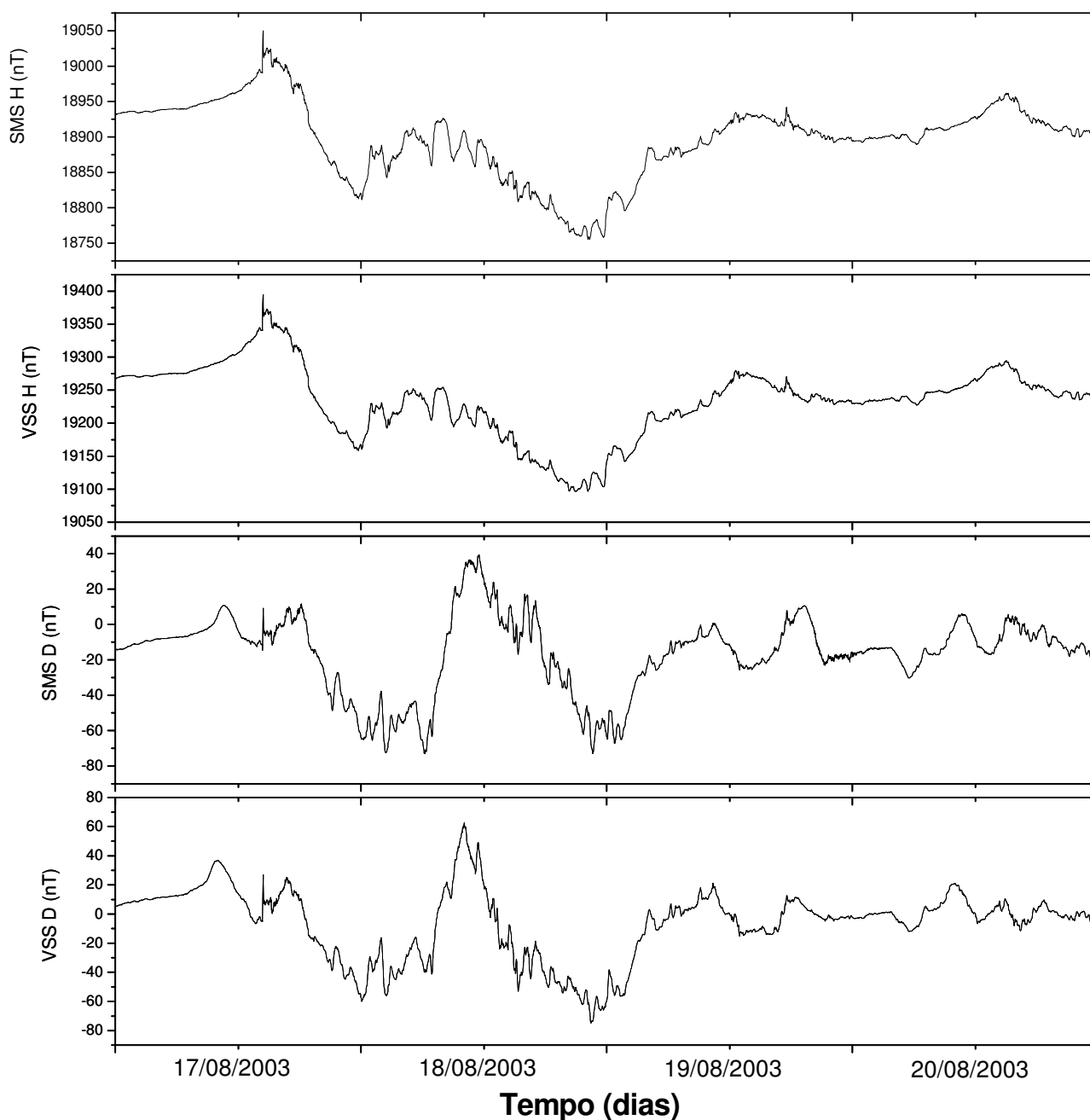




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 17 e 20/08/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nas componentes H e D do Campo Geomagnético entre os dias 17 e 20/08/2003, nas estações geomagnéticas de SMS e VSS.**



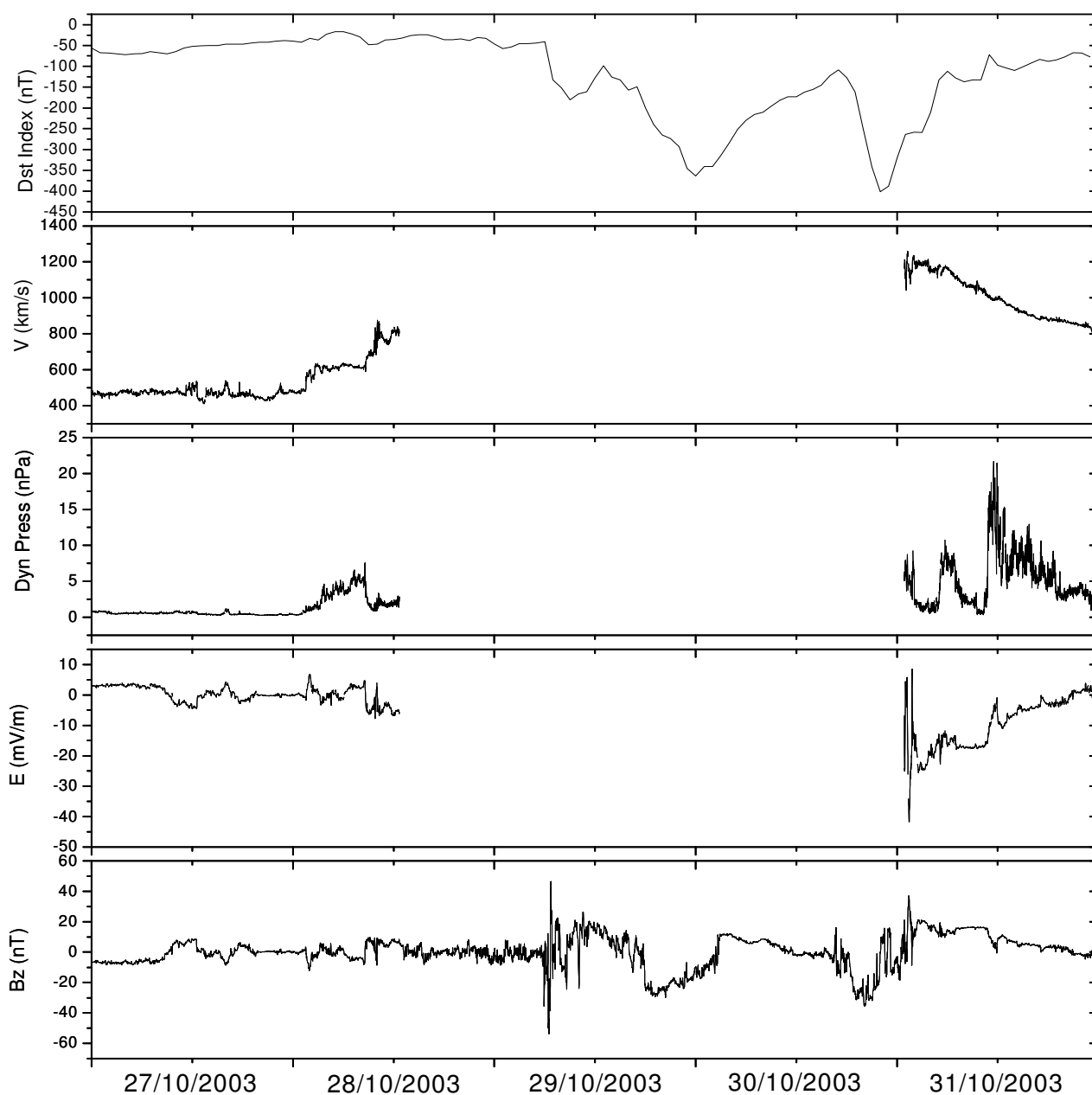




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 27 e 31/10/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nos parâmetros do meio interplanetário e no índice Dst entre os dias 27 e 31/10/2003.**



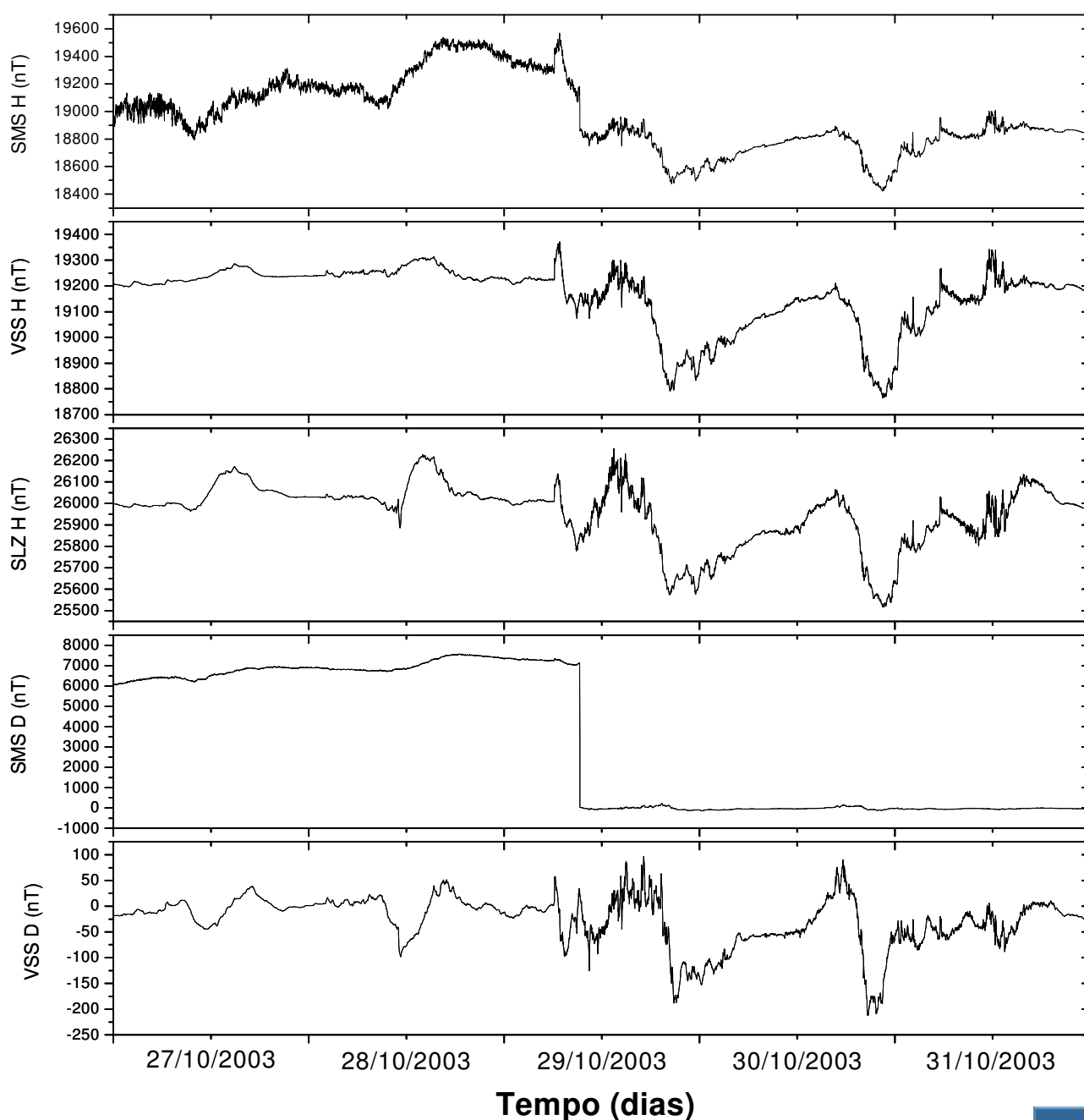
Tempo (dias)



# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 27 e 31/10/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nas componentes H e D do Campo Geomagnético entre os dias 27 e 31/10/2003, nas estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ.**

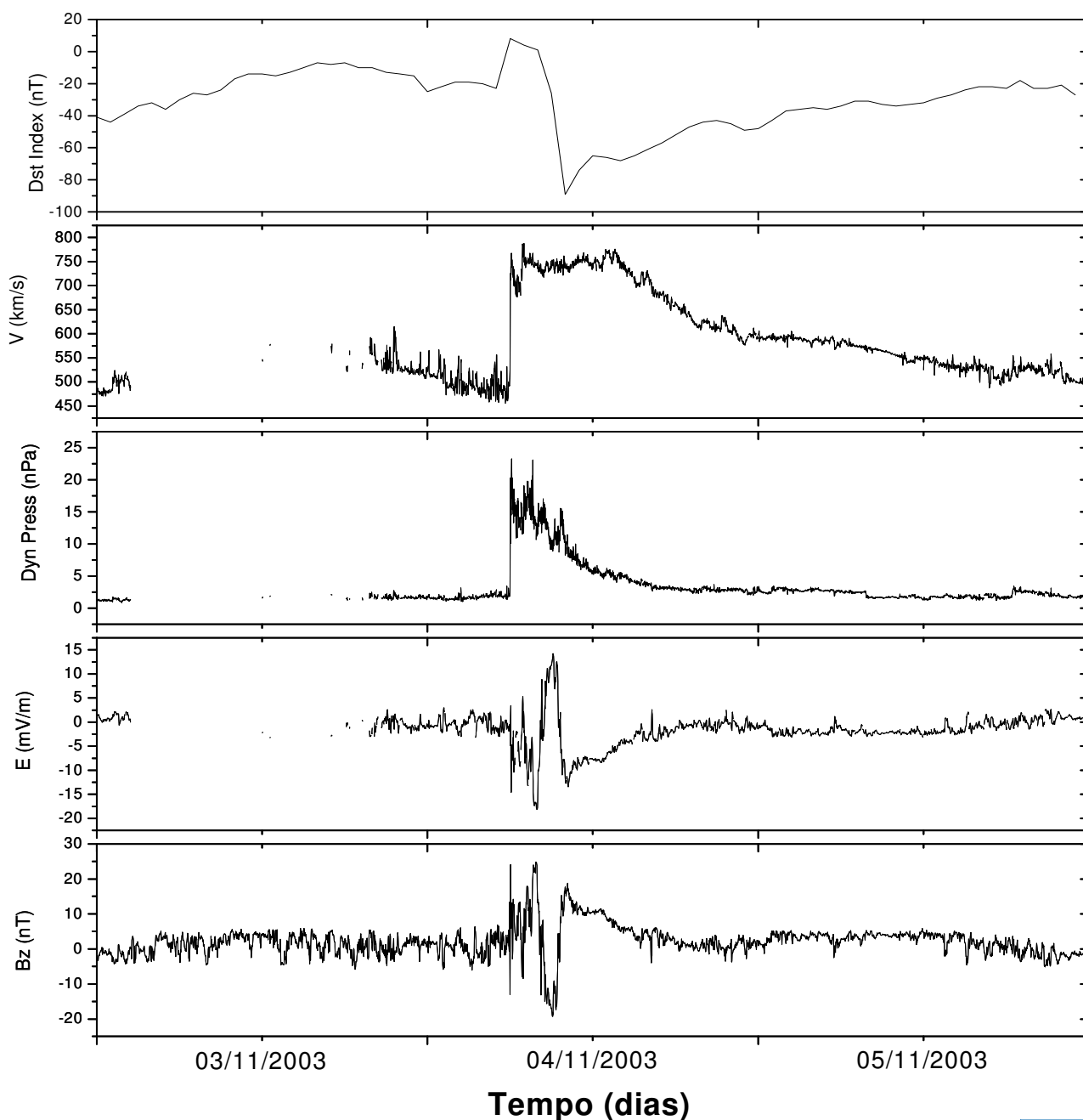




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 03 e 05/11/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nos parâmetros do meio interplanetário e no índice Dst entre os dias 03 e 05/11/2003.**

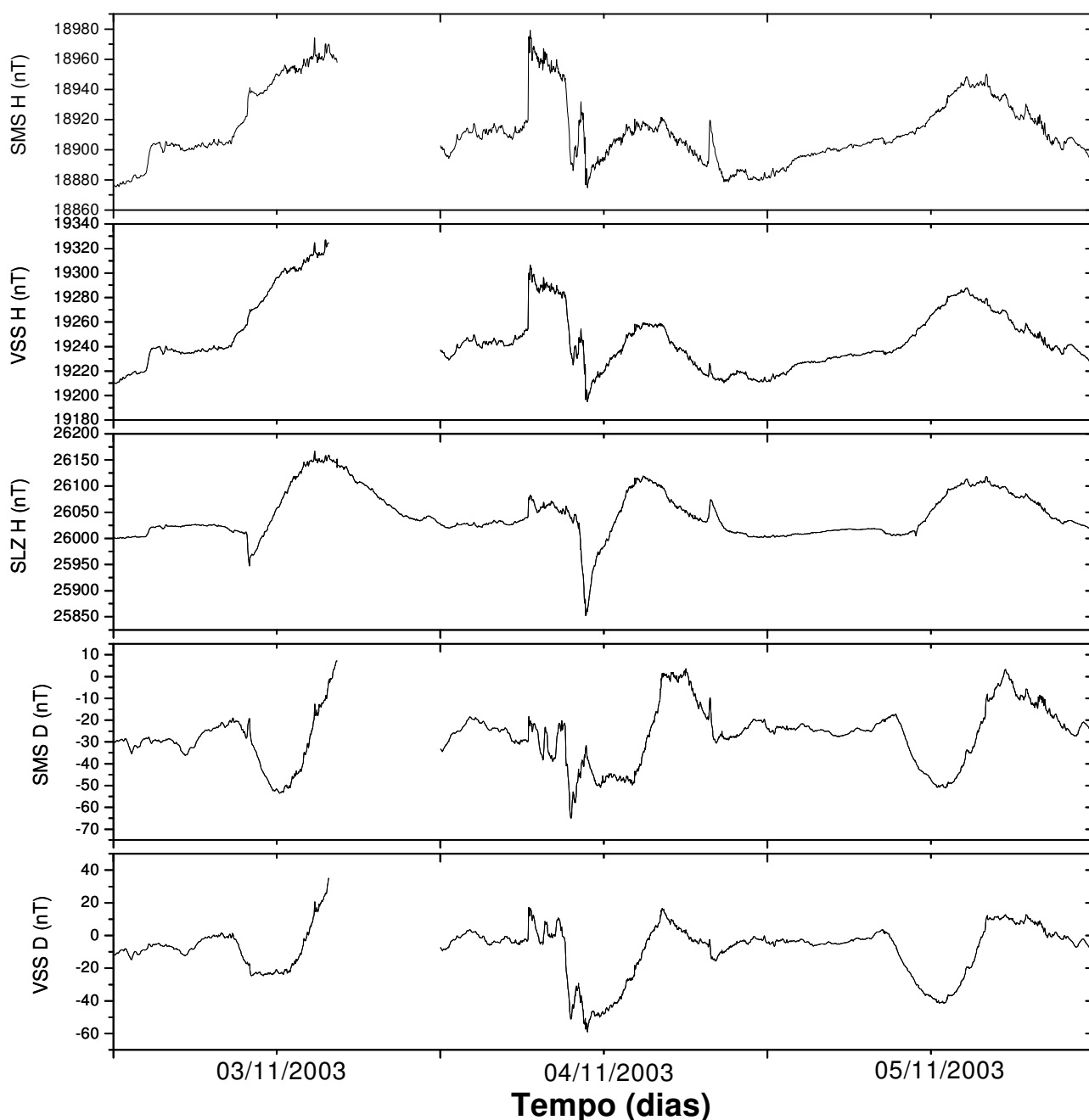




# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 03 e 05/11/2003



**As Figuras a seguir mostram as variações detectadas nas componentes H e D do Campo Geomagnético entre os dias 03 e 05/11/2003, nas estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ.**



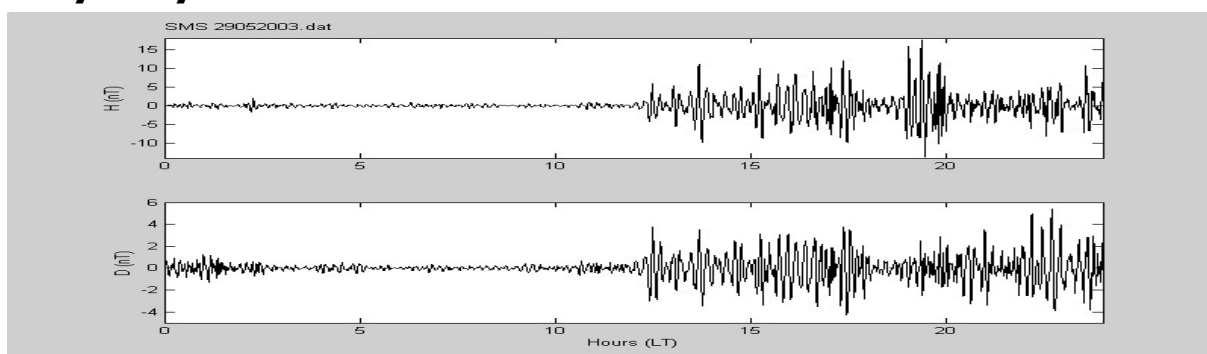


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 28 e 31/05/2003

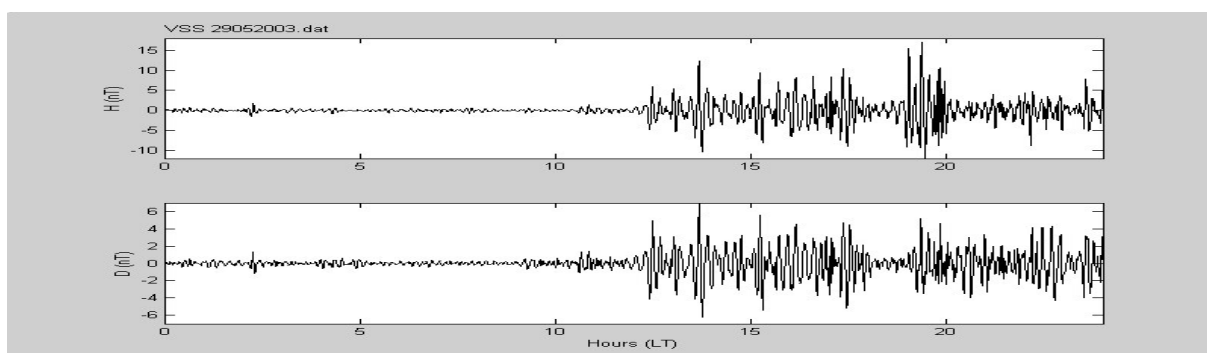


As Figuras a seguir mostram os dados geomagnéticos das componentes H e D, respectivamente, filtrados na faixa de período entre 180 e 900 segundos, para as estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ para o dia 29/05/2003.

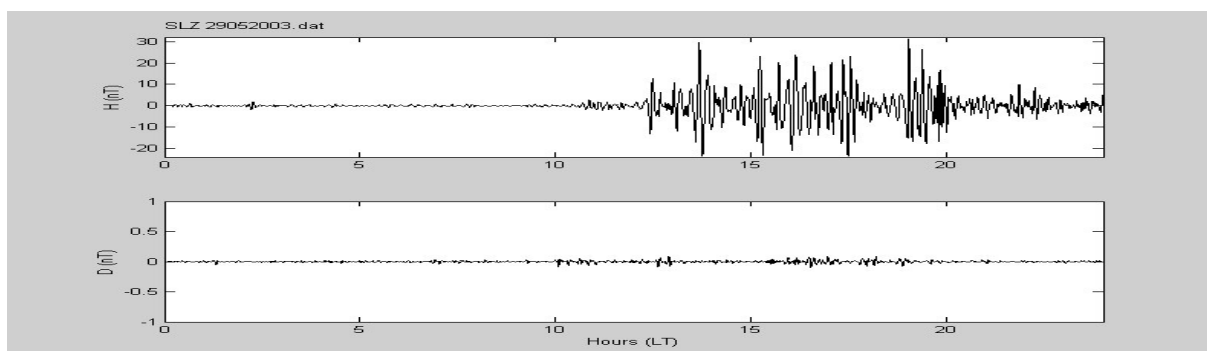
SMS



VSS



SLZ



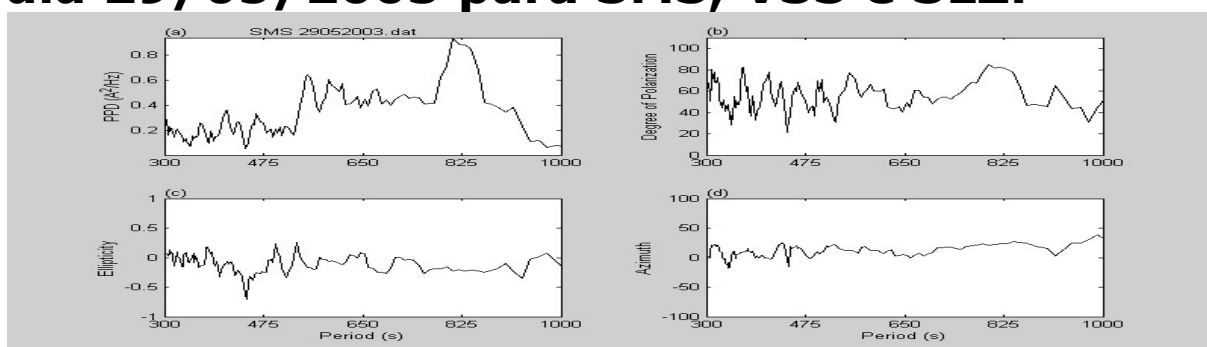


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 28 e 31/05/2003

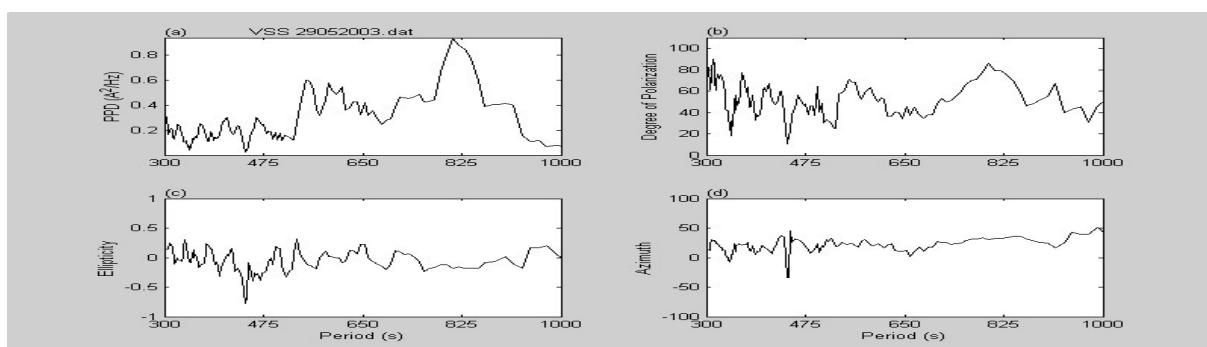


As Figuras a seguir mostram os parâmetros de polarização das ondas eletromagnéticas, potência (PPD), grau de polarização (Degree of Polarization), elipticidade (Ellipticity) e azimute (Azimuth), para o período de atividade mais intensa das pulsações geomagnéticas, entre 11:00 UT e 24:00 UT no dia 29/05/2003 para SMS, VSS e SLZ.

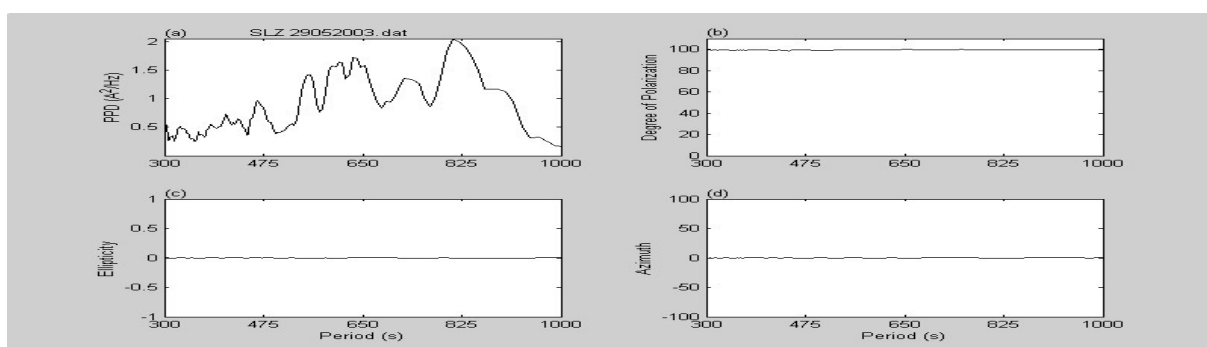
SMS



VSS



SLZ



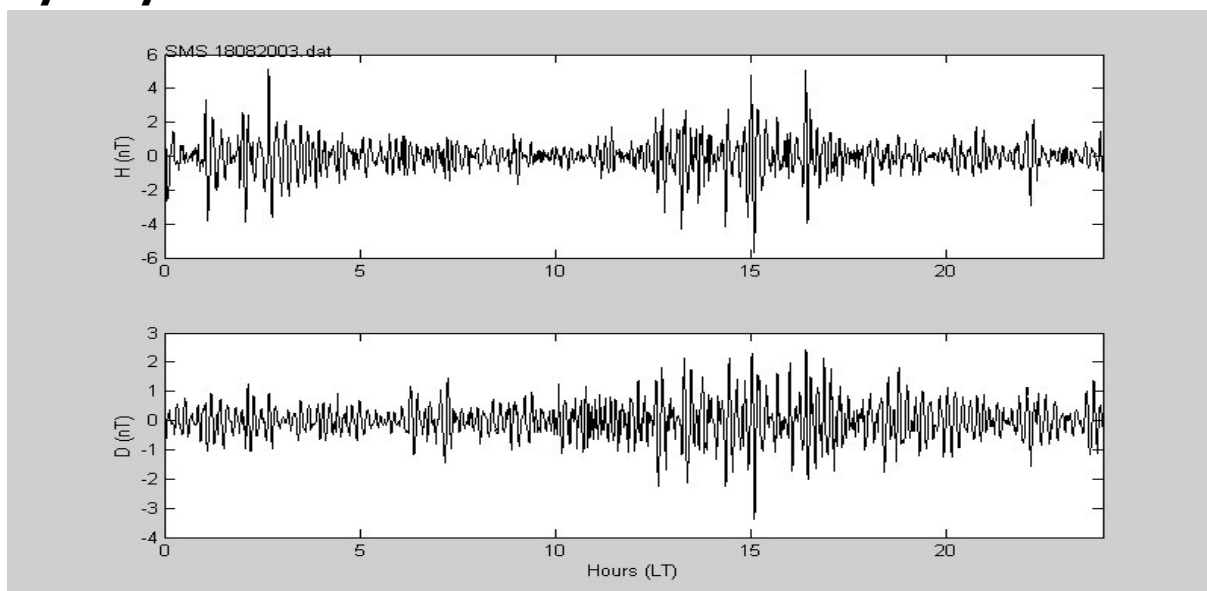


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 17 e 20/08/2003

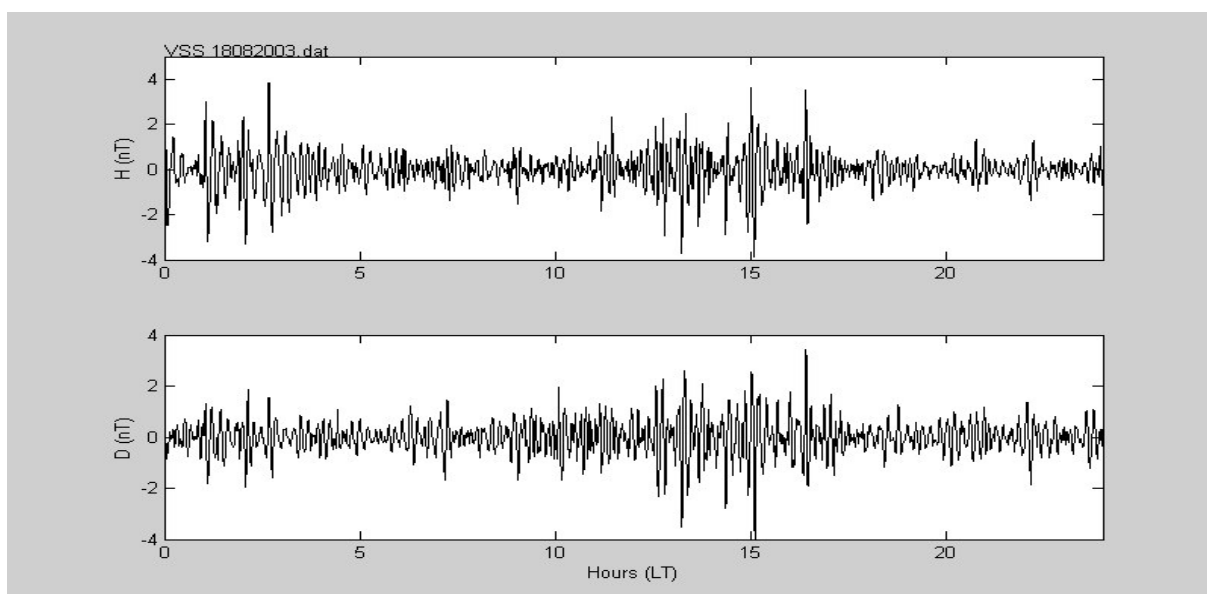


**As Figuras a seguir mostram os dados geomagnéticos das componentes H e D, respectivamente, filtrados na faixa de período entre 180 e 900 segundos, para as estações geomagnéticas de SMS e VSS para o dia 18/08/2003.**

**SMS**



**VSS**





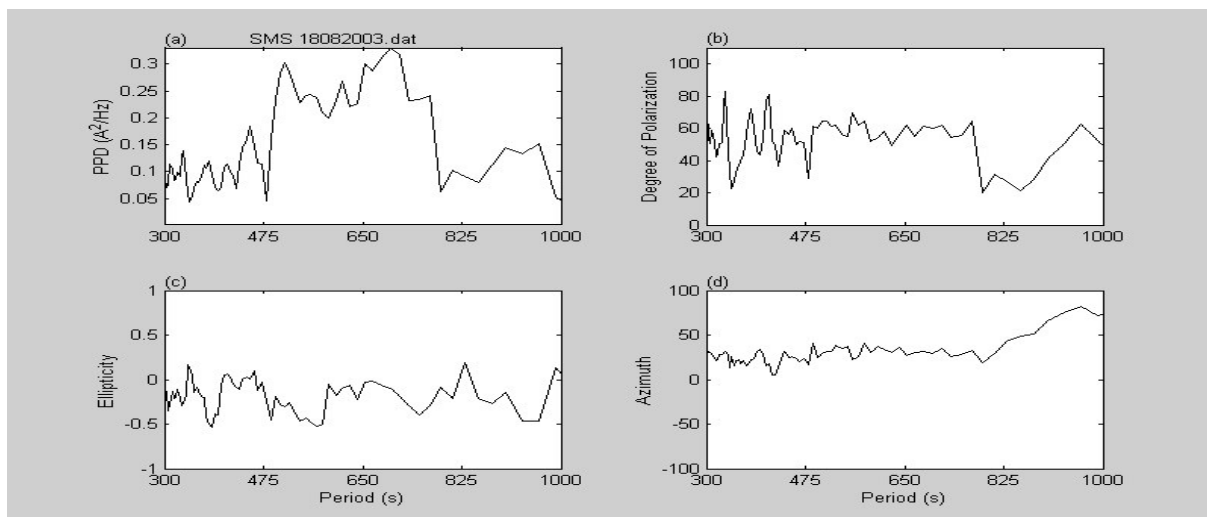


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 17 e 20/08/2003

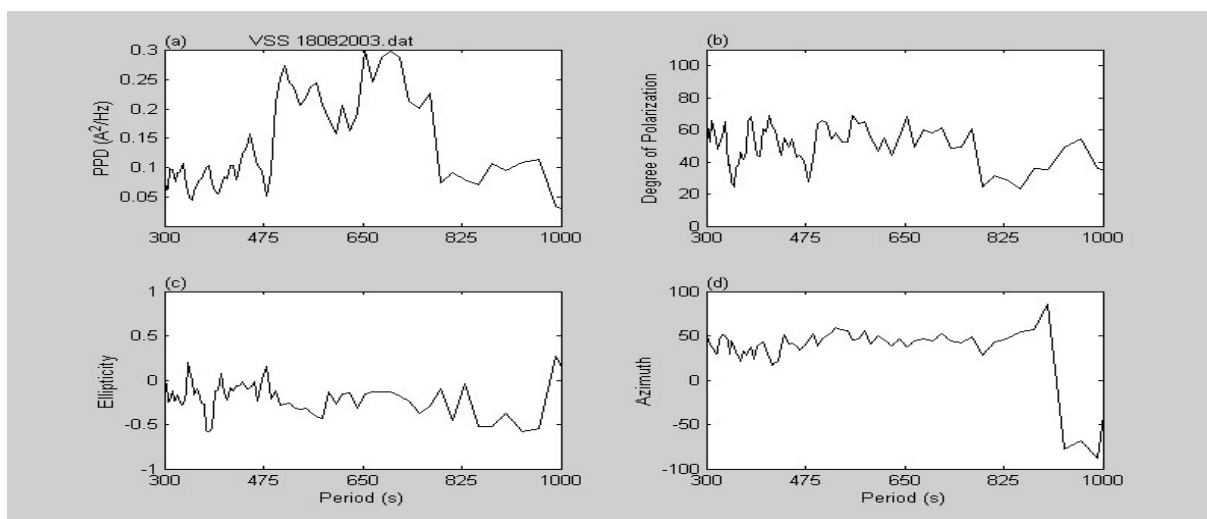


**As Figuras a seguir mostram os parâmetros de polarização das ondas eletromagnéticas, potência (PPD), grau de polarização (Degree of Polarization), elipticidade (Ellipticity) e azimute (Azimuth), para o período de atividade mais intensa das pulsações geomagnéticas, entre 11:00 UT e 18:30 UT no dia 18/08/2003 para SMS e VSS.**

**SMS**



**VSS**



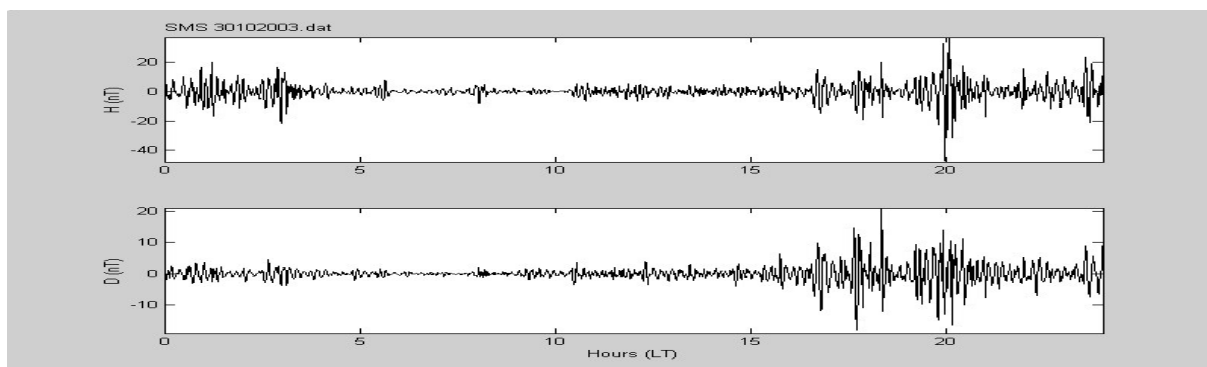


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 27 e 31/10/2003

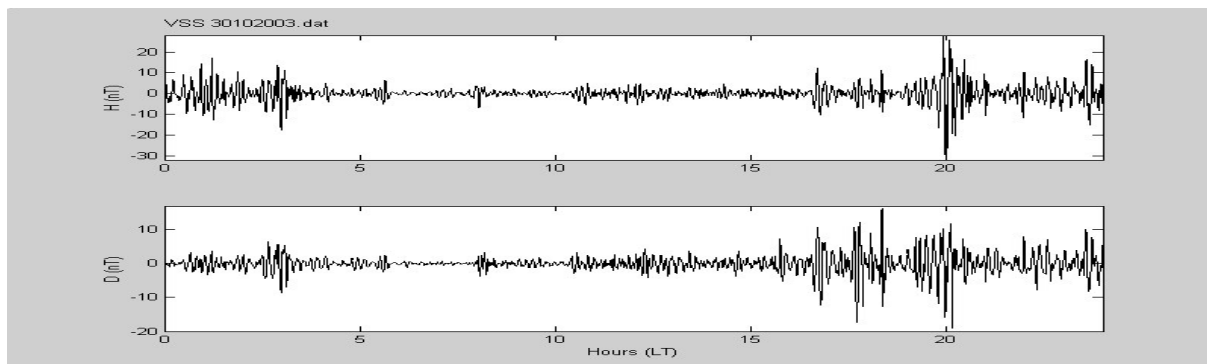


**As Figuras a seguir mostram os dados geomagnéticos das componentes H e D, respectivamente, filtrados na faixa de período entre 180 e 900 segundos, para as estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ para o dia 30/10/2003.**

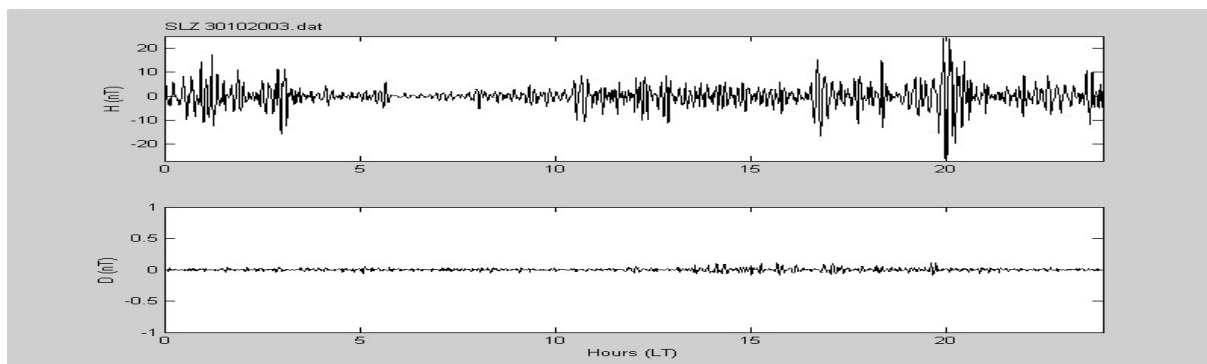
**SMS**



**VSS**



**SLZ**



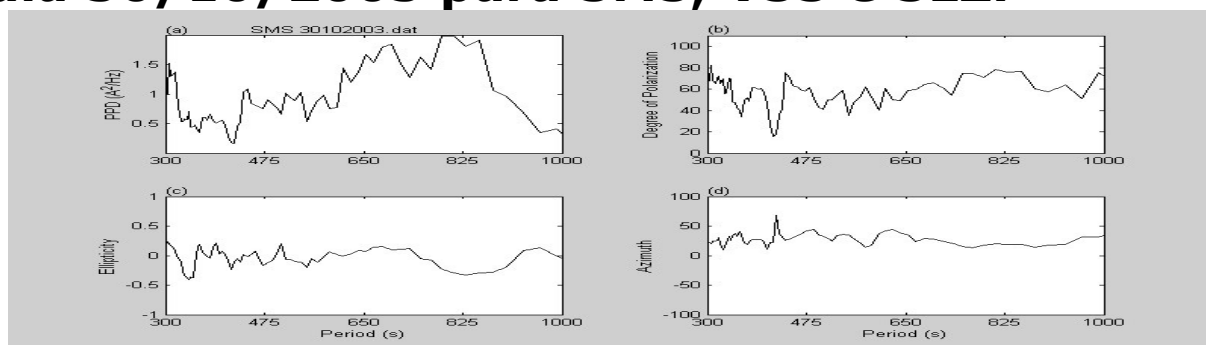


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 27 e 31/10/2003

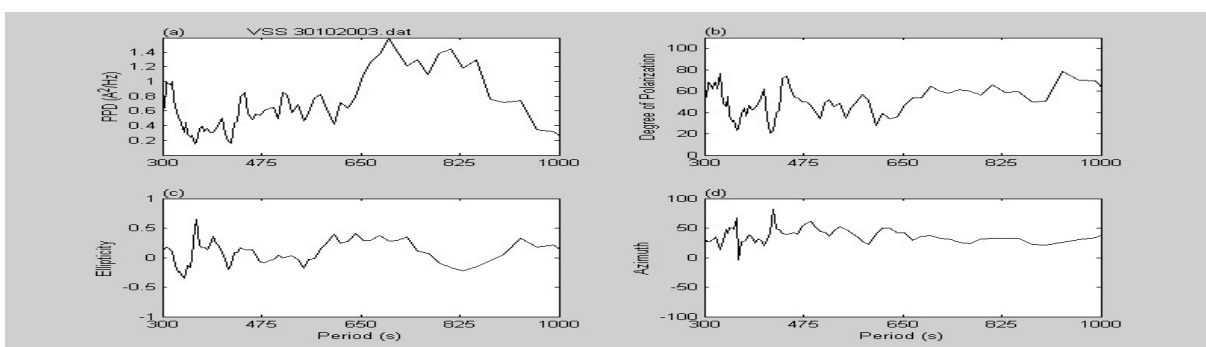


**As Figuras a seguir mostram os parâmetros de polarização das ondas eletromagnéticas, potência (PPD), grau de polarização (Degree of Polarization), elipticidade (Ellipticity) e azimute (Azimuth), para o período de atividade mais intensa das pulsações geomagnéticas, entre 16:00 UT e 24:00 UT no dia 30/10/2003 para SMS, VSS e SLZ.**

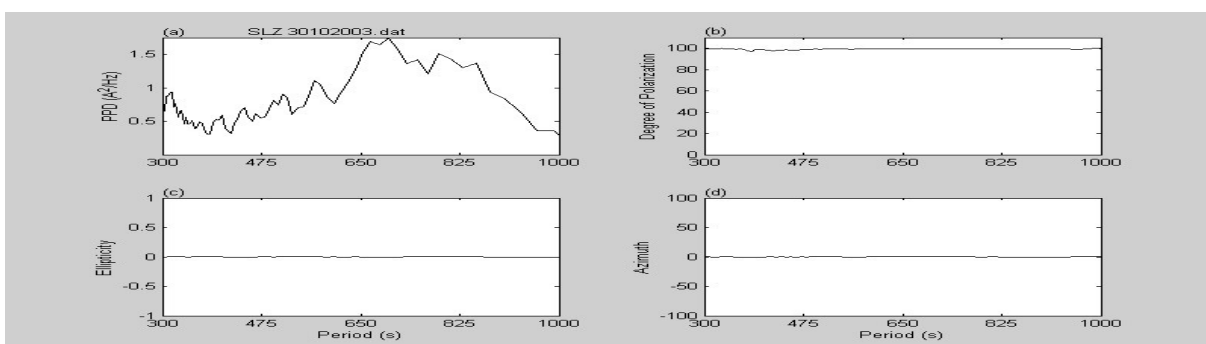
**SMS**



**VSS**



**SLZ**



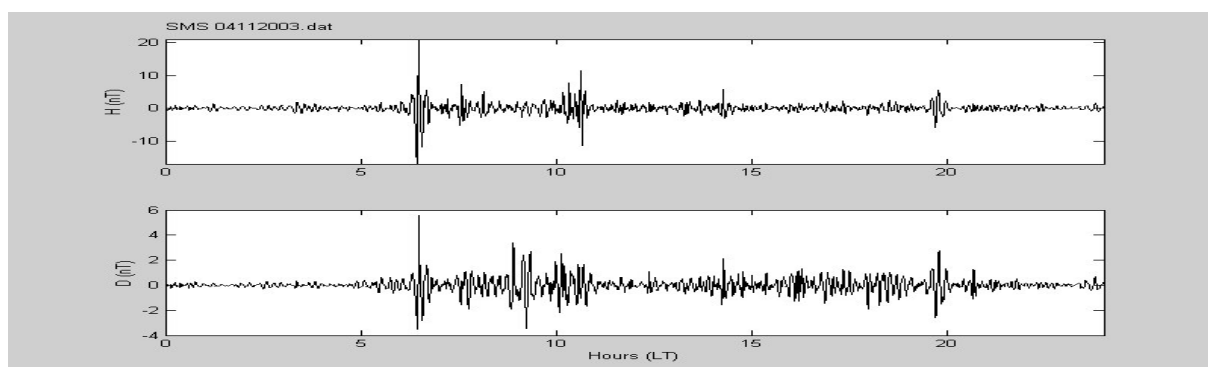


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 03 e 05/11/2003

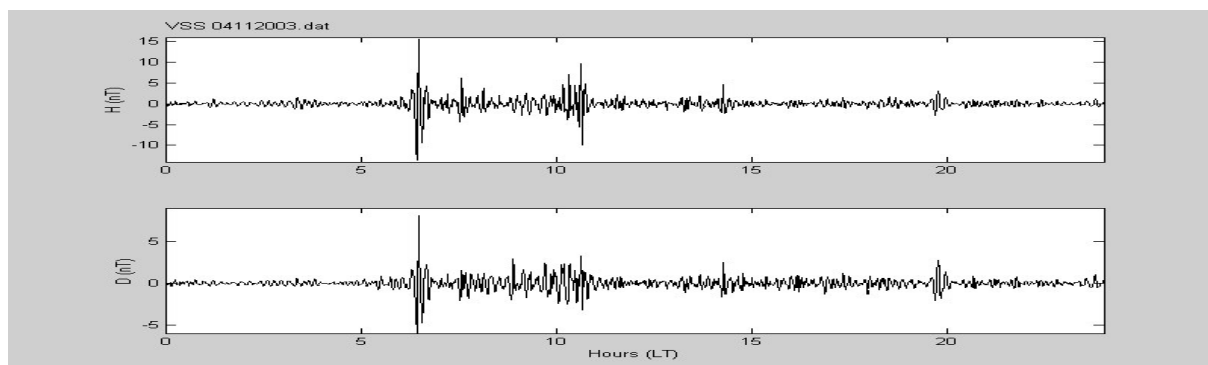


**As Figuras a seguir mostram os dados geomagnéticos das componentes H e D, respectivamente, filtrados na faixa de período entre 180 e 900 segundos, para as estações geomagnéticas de SMS, VSS e SLZ para o dia 04/11/2003.**

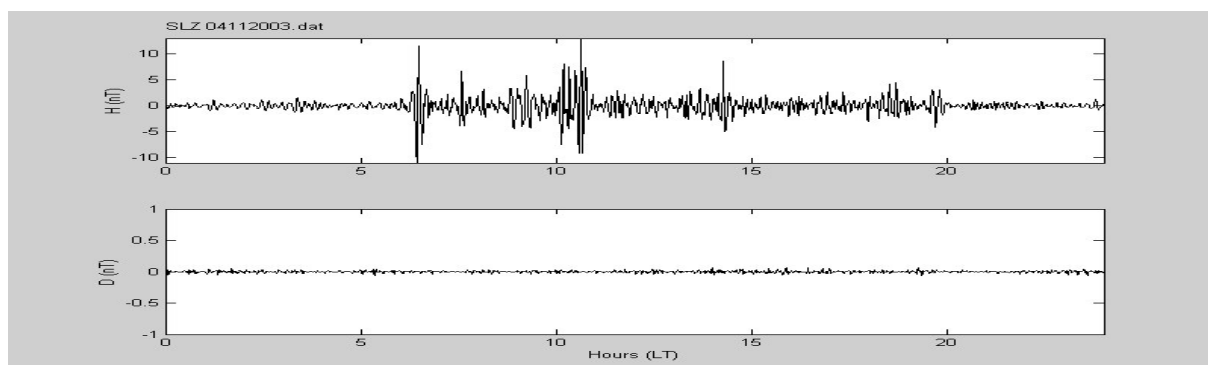
**SMS**



**VSS**



**SLZ**



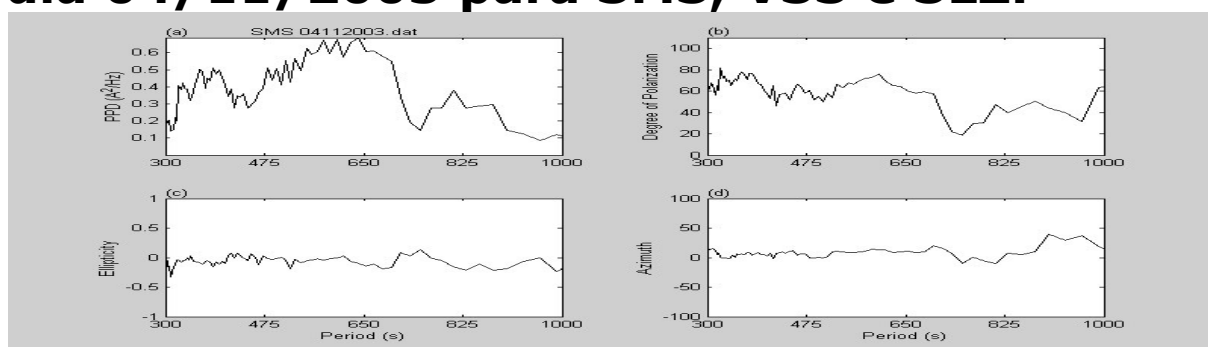


# Tempestade Geomagnética ocorrida entre 03 e 05/11/2003

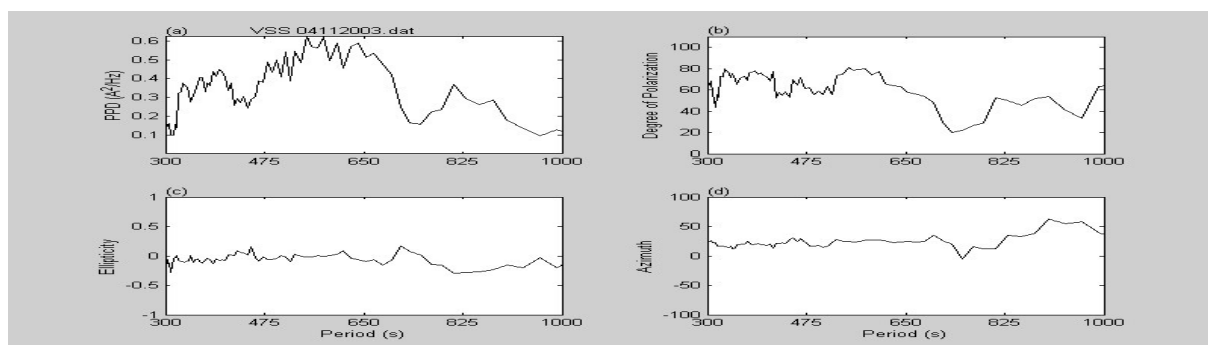


As Figuras a seguir mostram os parâmetros de polarização das ondas eletromagnéticas, potência (PPD), grau de polarização (Degree of Polarization), elipticidade (Ellipticity) e azimute (Azimuth), para o período de atividade mais intensa das pulsações geomagnéticas, entre 06:00 UT e 12:00 UT no dia 04/11/2003 para SMS, VSS e SLZ.

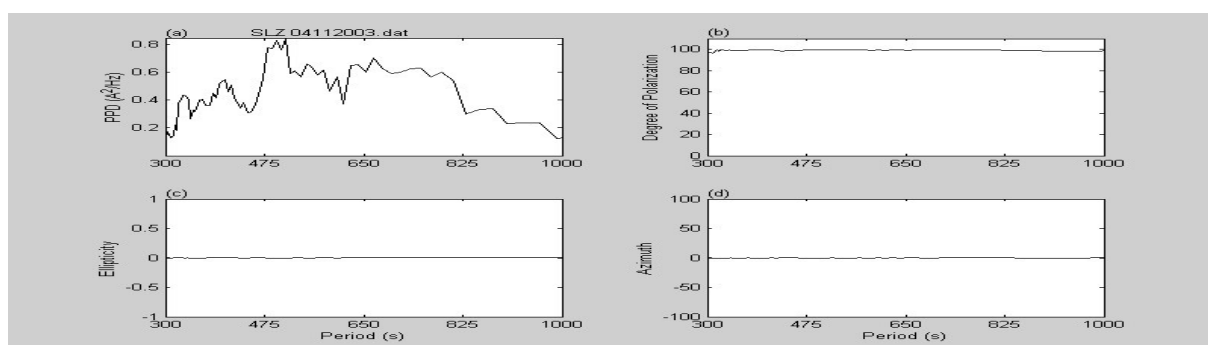
SMS



VSS



SLZ





## Conclusões

- **Verifica-se uma correlação existente entre as variações detectadas nos parâmetros do plasma solar no meio interplanetário e as variações geomagnéticas detectadas na superfície terrestre.**
- **A fase inicial da tempestade geomagnética é caracterizada por um aumento súbito na pressão dinâmica e velocidade do vento solar.**
- **A fase principal é caracterizada pelo decréscimo no valor do parâmetro Bz e aumento no valor do parâmetro E, que indica a reconexão do campo magnético interplanetário com o campo magnético terrestre, o que facilita a entrada das partículas emitidas pelo Sol em direção a Terra.**
- **A fase de recuperação é caracterizada pelo retorno dos parâmetros do meio interplanetário aos seus valores normais observados antes do início da tempestade.**
- **A análise espectral e dos parâmetros de polarização mostra a ocorrência de pulsações geomagnéticas Pc5 e Pc6 e suas características nas latitudes baixas**