



**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  
Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria – LACESM/CT/UFSM**

# **Pulsações Geomagnéticas de Períodos Longos (1.0 a 10mHz) na Região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul**

**ELIAS FERNANDO BERRA**

Bolsista PIBIC/CNPq - INPE

Curso de Física

2º Ano

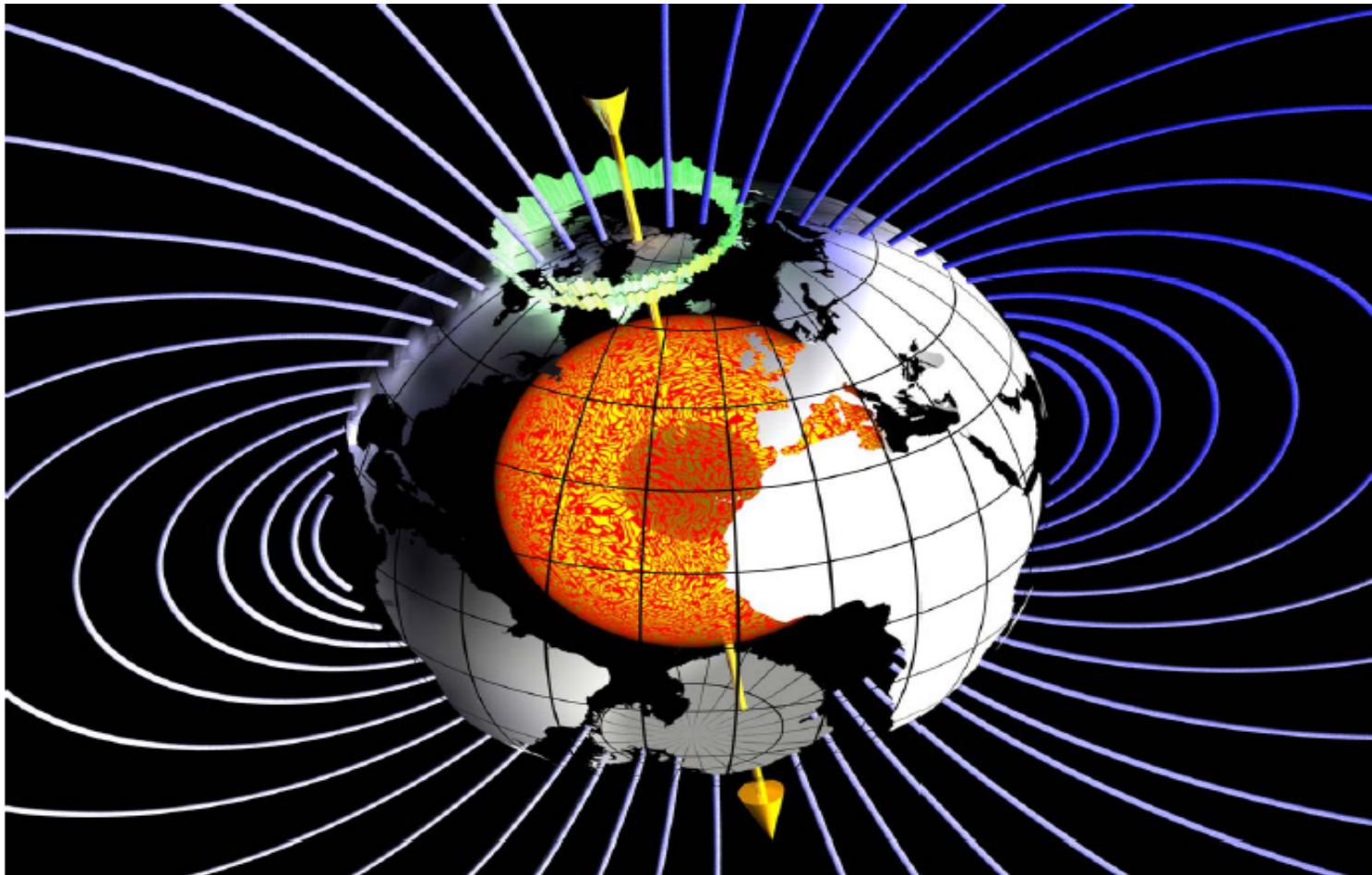
**Orientador:** Prof. Dr. Severino Luiz Guimarães Dutra



# OBJETIVOS

- **Realizar medidas geomagnéticas continuamente, operando um magnetômetro tipo “*fluxgate*” na estação geomagnética do OES, em São Martinho da Serra, RS, situada muito próximo ao centro da AMAS .**
- **Processar os dados obtidos do OES, em São Martinho da Serra e detectar os eventos de pulsações de períodos longos Pc5–6/Pi3 conhecidos na literatura e estudar as características destas pulsações, como potência espectral e polarização das ondas eletromagnéticas.**
- **verificar as características das pulsações geomagnéticas de períodos longos e seu relacionamento com a precipitação de partículas carregadas de altas energias na região AMAS.**

# Origem do Campo Magnético Terrestre



- Figura 1: Dínamo geomagnético ou geodínamo; as linhas quase dipolares do campo são orientadas para fora no hemisfério sul geográfico e para dentro no hemisfério norte geográfico. Fonte: [www.geomag.bgs.ac.uk/documents/wmm\\_2005.pdf](http://www.geomag.bgs.ac.uk/documents/wmm_2005.pdf).

# Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS)

US/UK World Magnetic Chart -- Epoch 2000  
Total Intensity - Main Field (F)

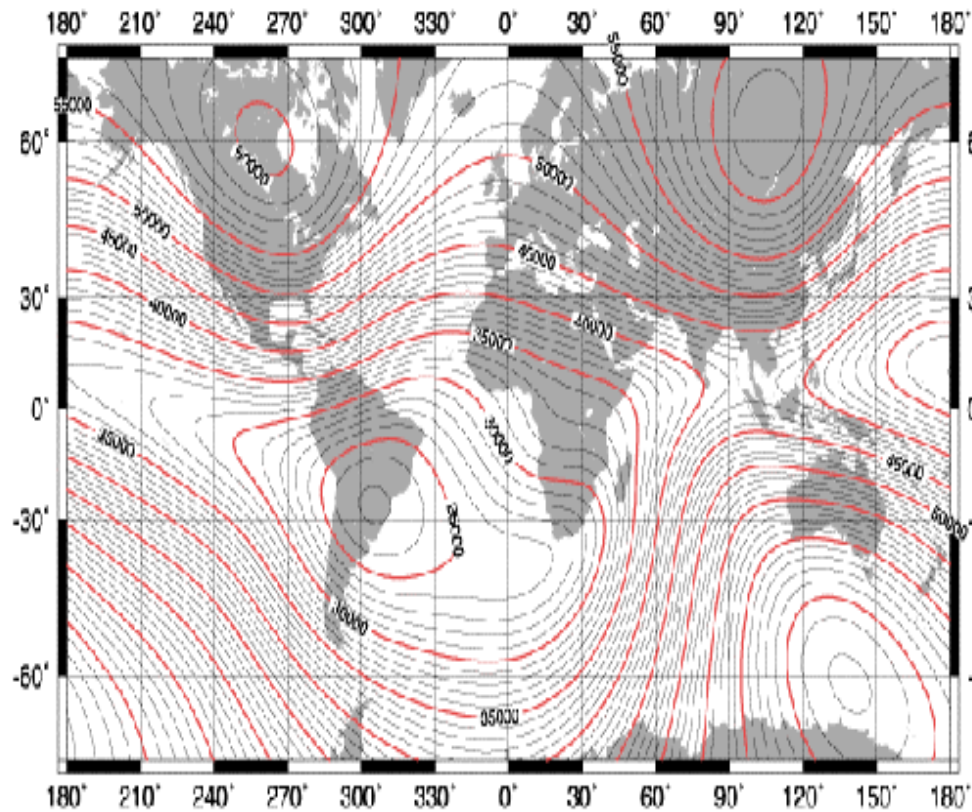


Figura 2: AMAS. Fonte: [www.ngdc.noaa.gov/seg/WMM/image.shtml](http://www.ngdc.noaa.gov/seg/WMM/image.shtml).

A região vermelha representa  
alto fluxo de elétrons

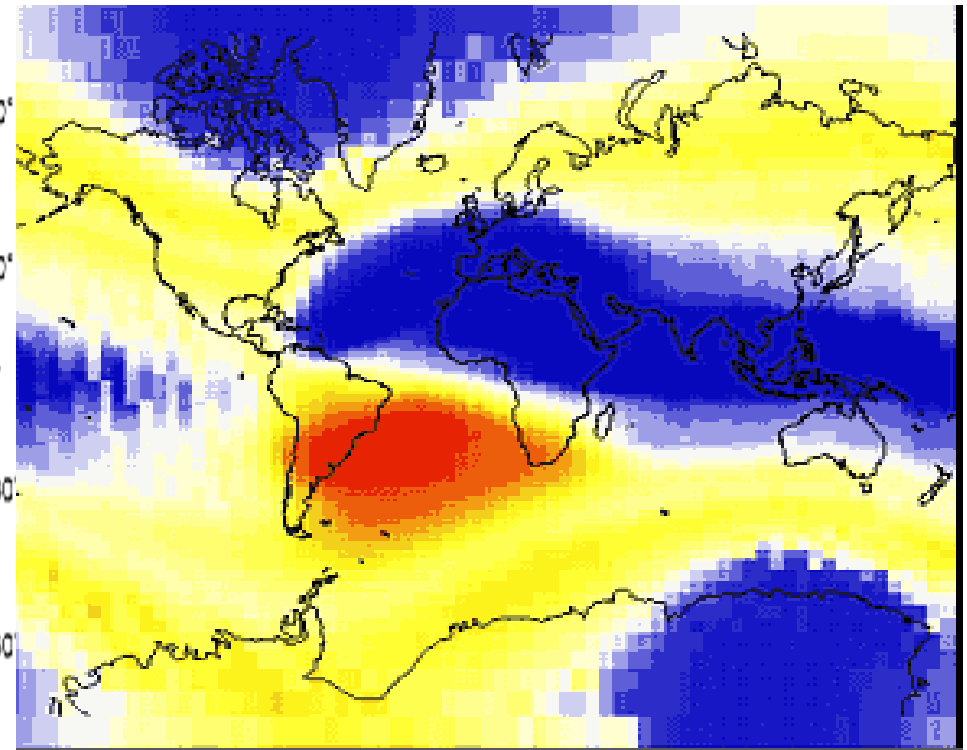


Figura 3 : Alto fluxo de eletrons na AMAS.  
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm> .

## Materiais

- Dados obtidos por magnetômetros *fluxgate* de núcleo saturado e de alta resolução com frequência de 0.5 Hz, nas Estações Geomagnéticas SMS e VSS.
- Três sensores *fluxgate* orientados segundo as três direções ortogonais *H*, *D* e *Z*



Figura 4: Magnetometro *fluxgate* instalado no OES/CRSPE/INPE - MCT

# **Metodologia**

- **Os dados são armazenados em cartão de memória.**
- **Conversão para o formato ASC II e calculadas as médias a cada minuto.**
- **Utiliza-se filtragem digital no período de 180 a 900 segundos para realçar as variações geomagnéticas com origem externa à Terra.**
- **Análise do espectro de potência baseado na Transformada Rápida de Fourier.**

# Análise da tempestade magnética ocorrida no período de 7 a 12 de novembro de 2004

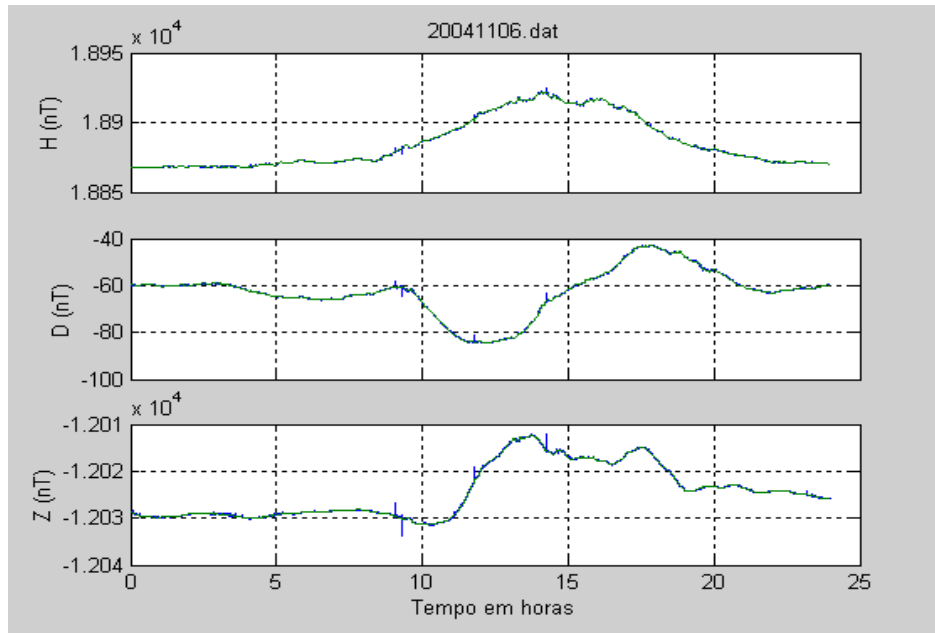


Figura 5 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 6 de novembro de 2004

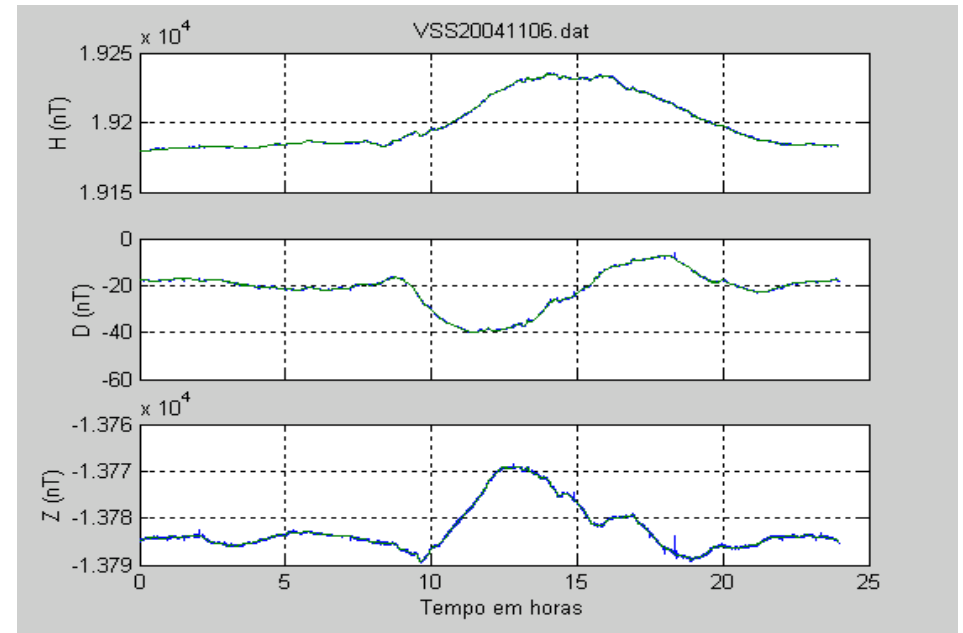


Figura 7 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 6 de novembro de 2004

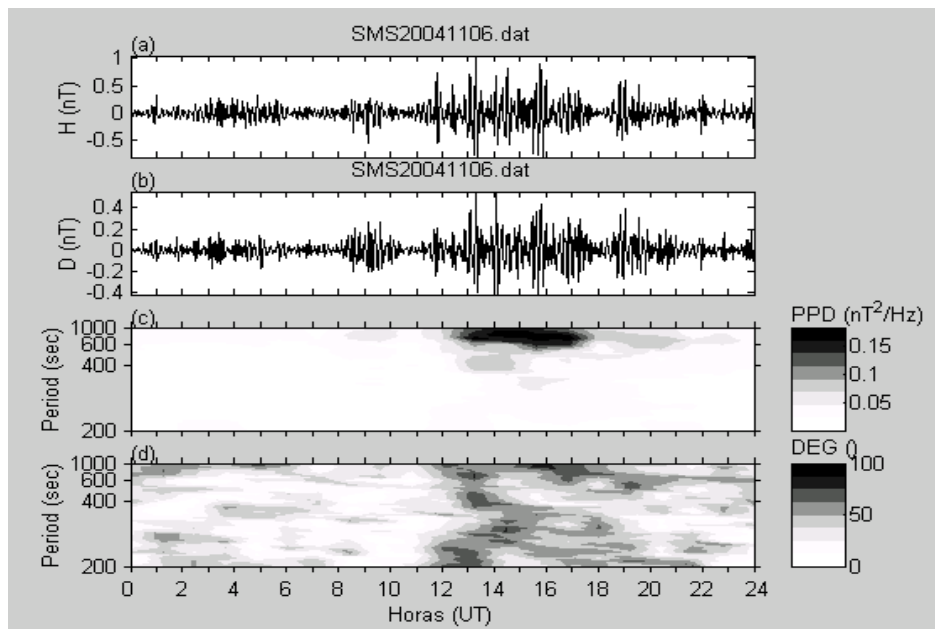


Figura 6 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 6 de novembro de 2004

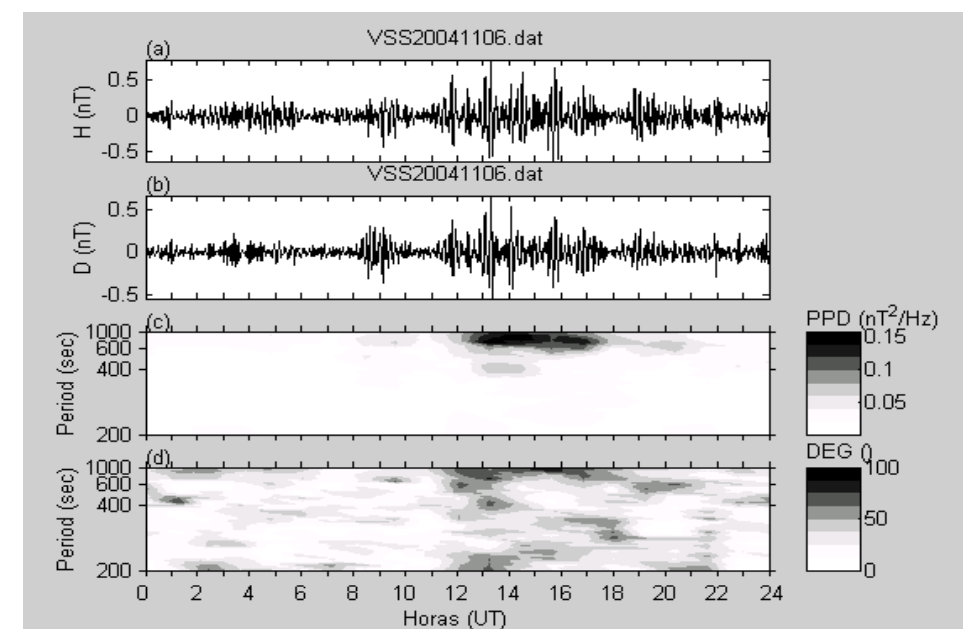


Figura 8 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 6 de novembro de 2004

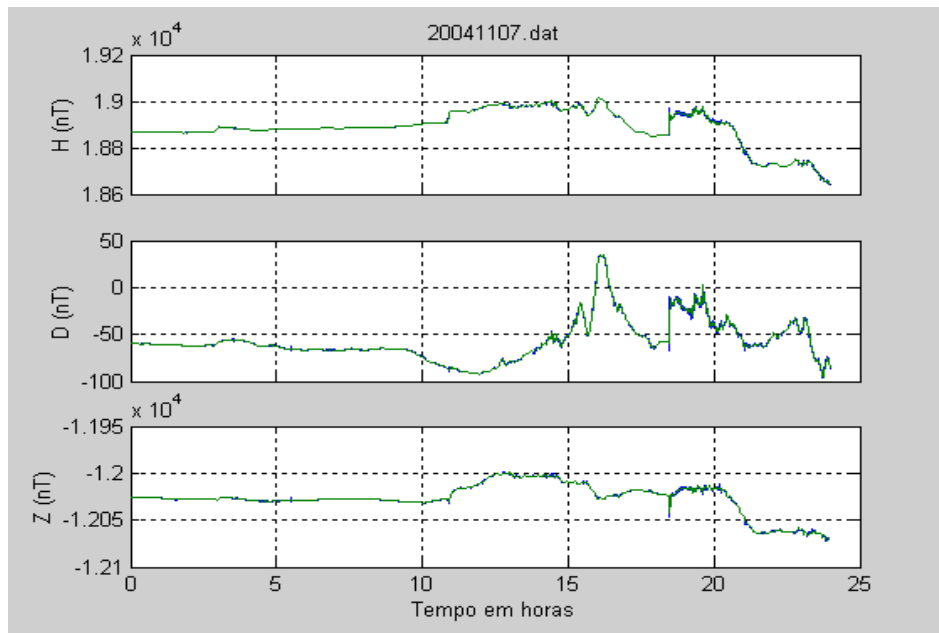


Figura 9 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 7 de novembro de 2004

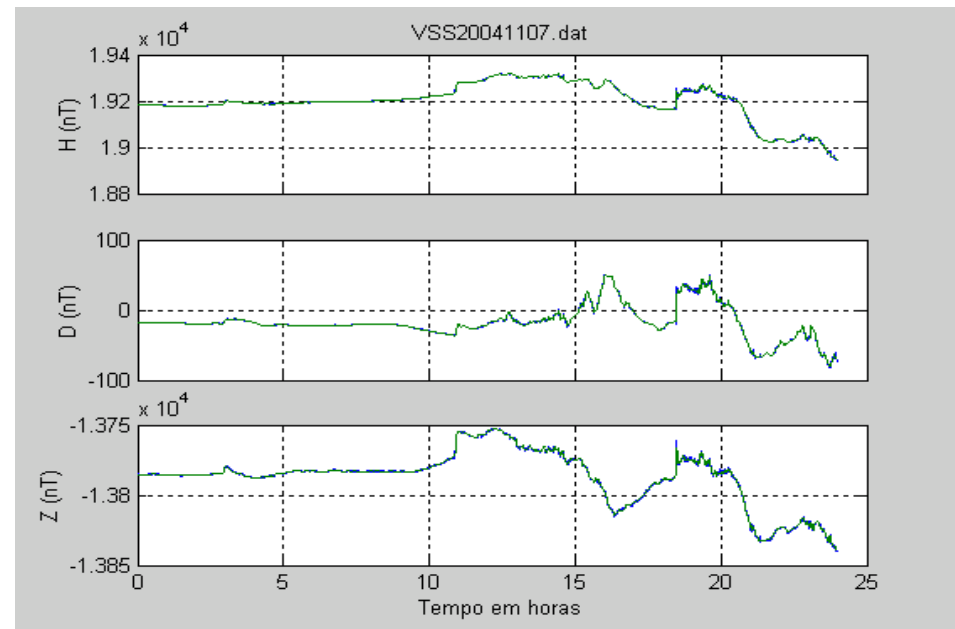


Figura 11 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 7 de novembro de 2004

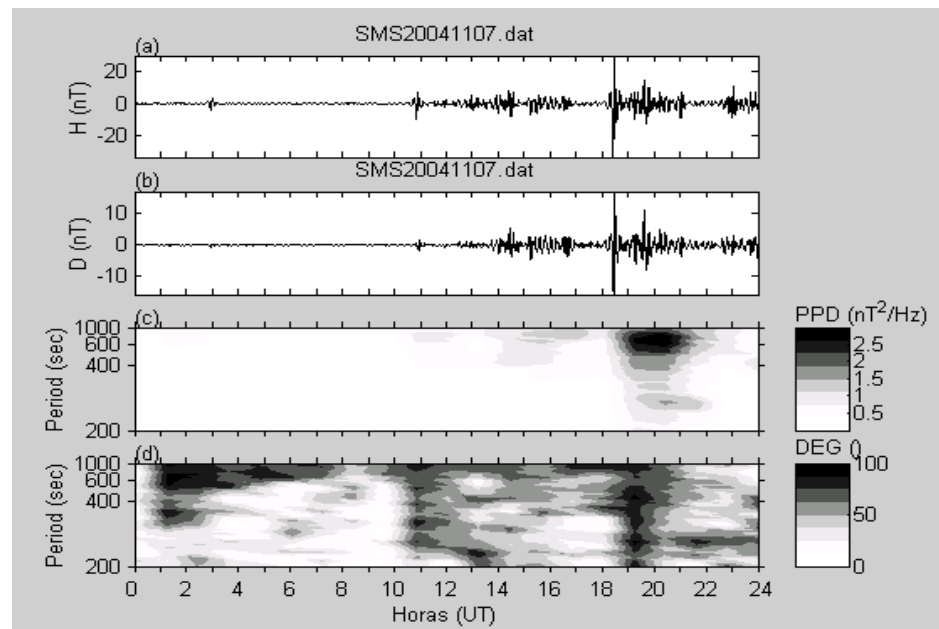


Figura 10 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 7 de novembro de 2004

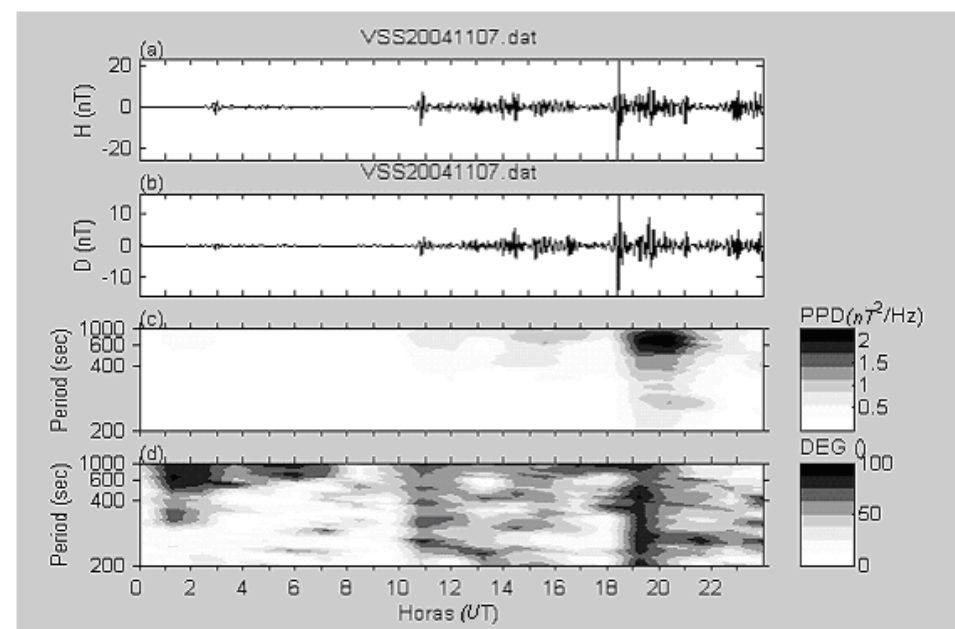


Figura 12 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 7 de novembro de 2004



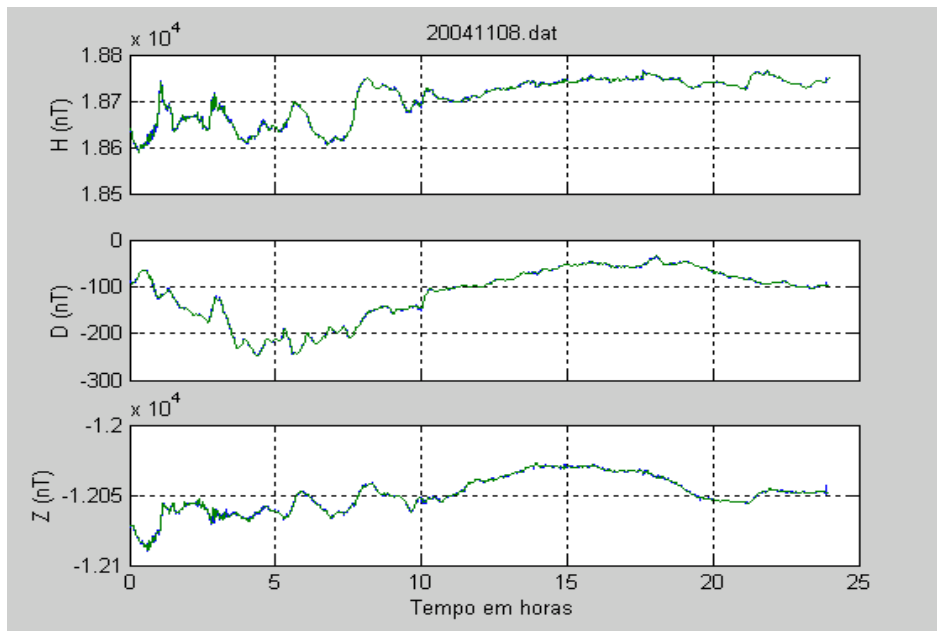


Figura 13 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 8 de novembro de 2004

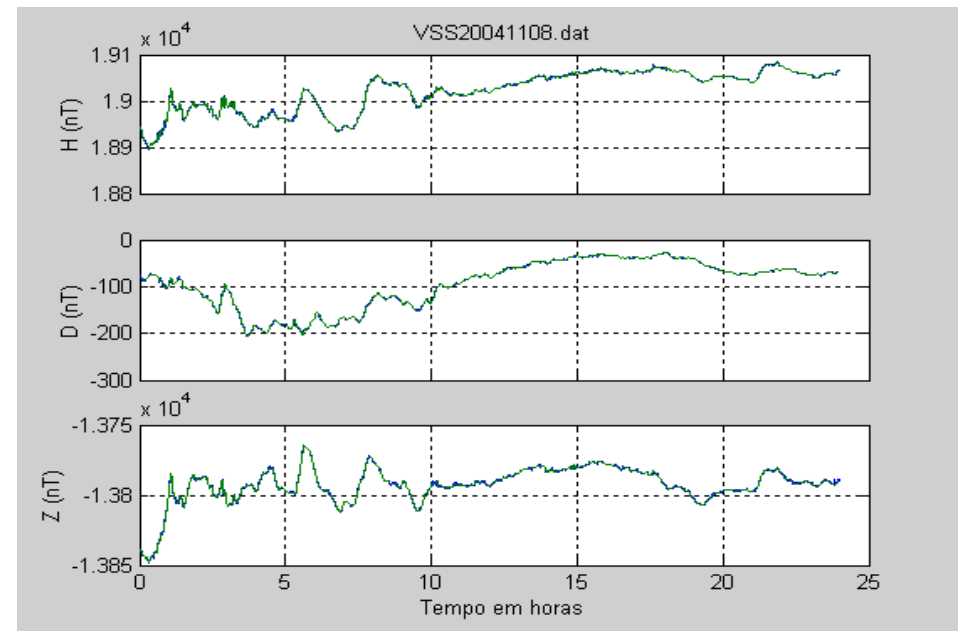


Figura 15 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 8 de novembro de 2004

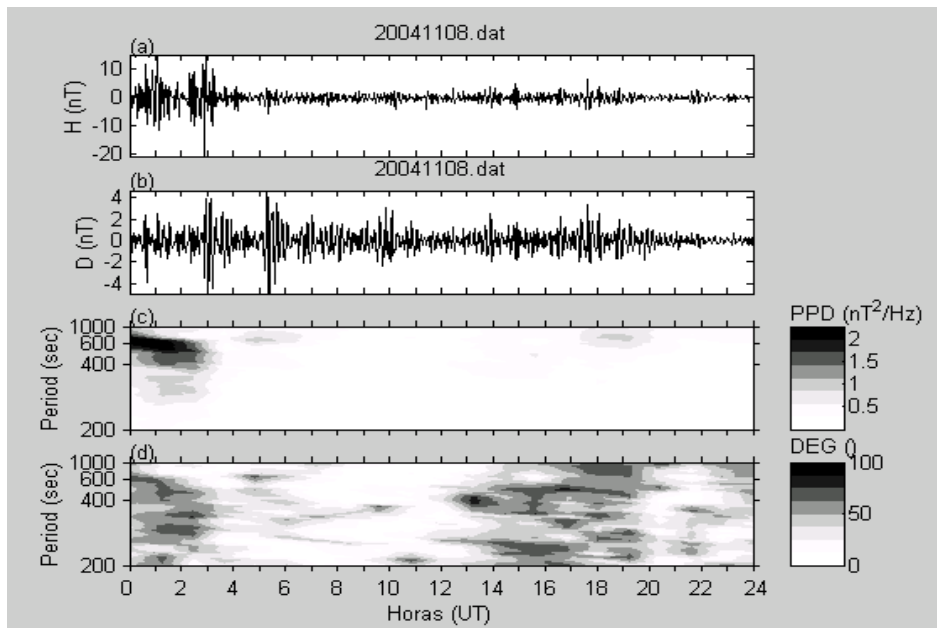


Figura 14 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 8 de novembro de 2004

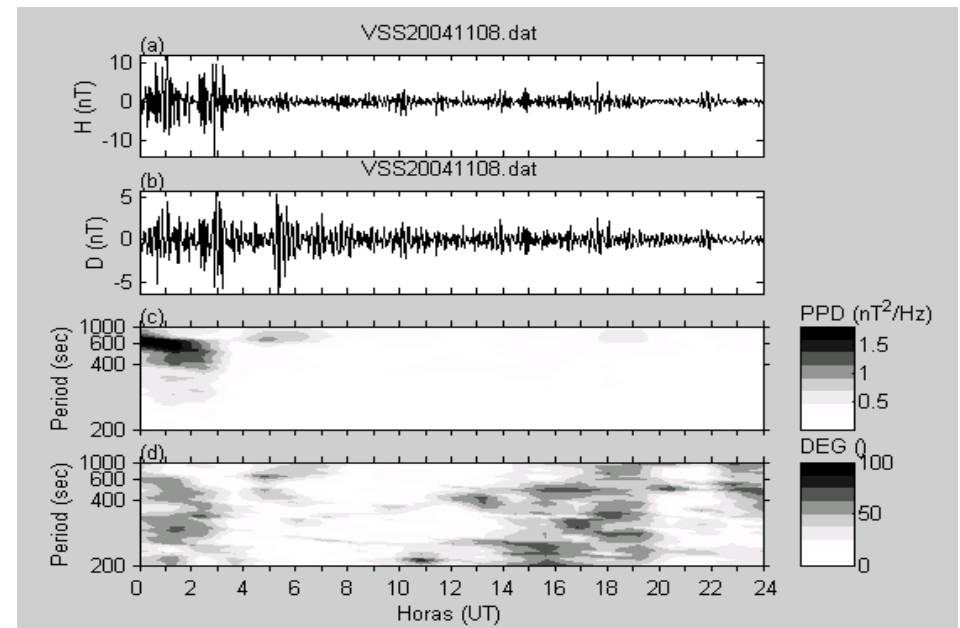


Figura 16 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 8 de novembro de 2004

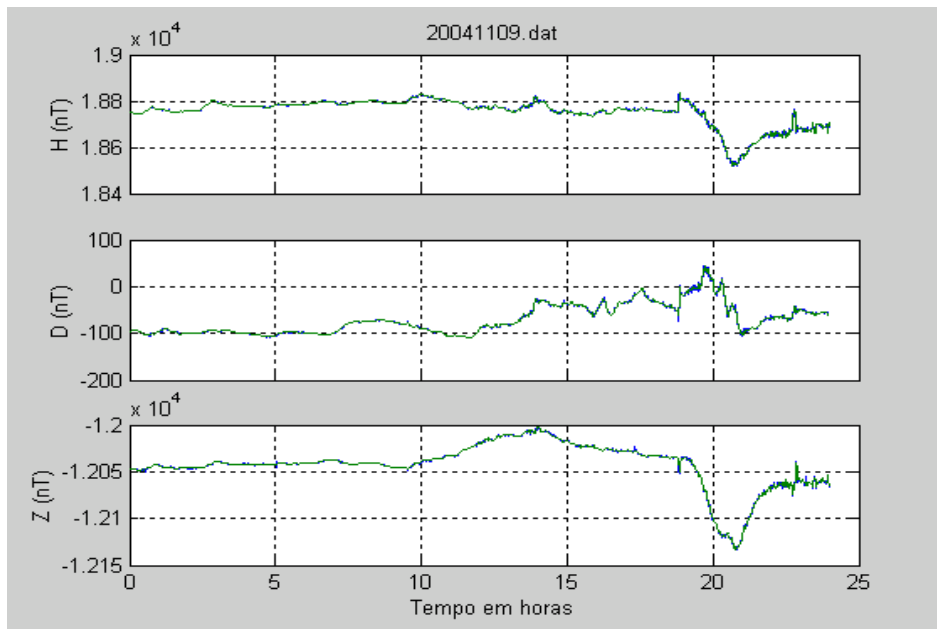


Figura 17 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 9 de novembro de 2004

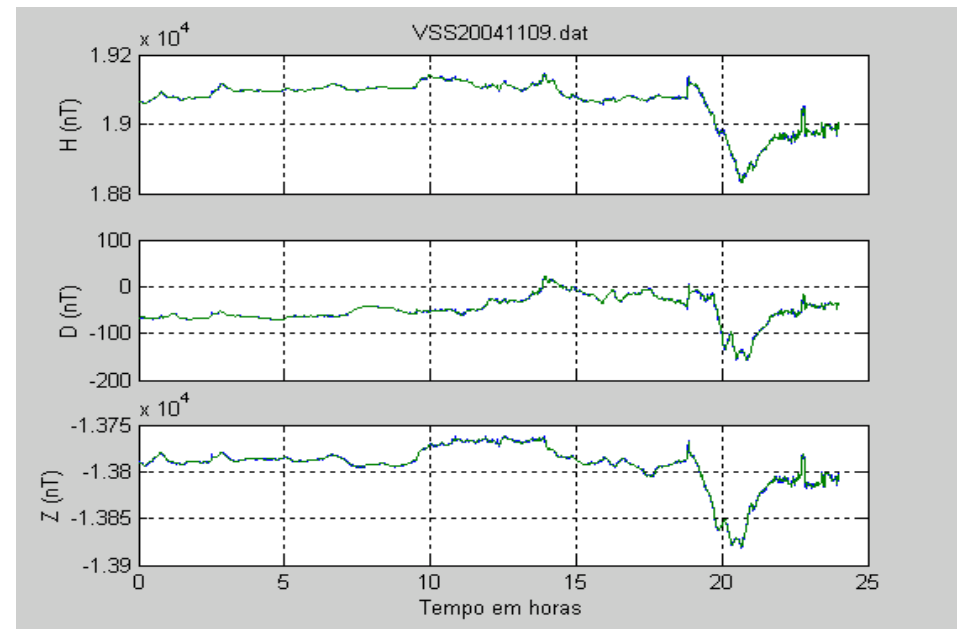


Figura 19 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 9 de novembro de 2004

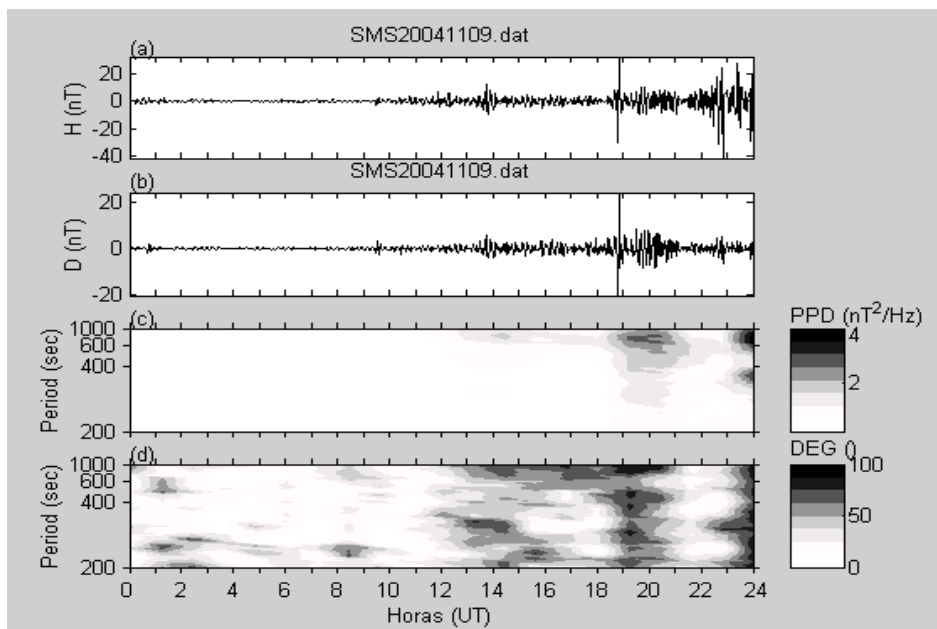


Figura 18 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 9 de novembro de 2004

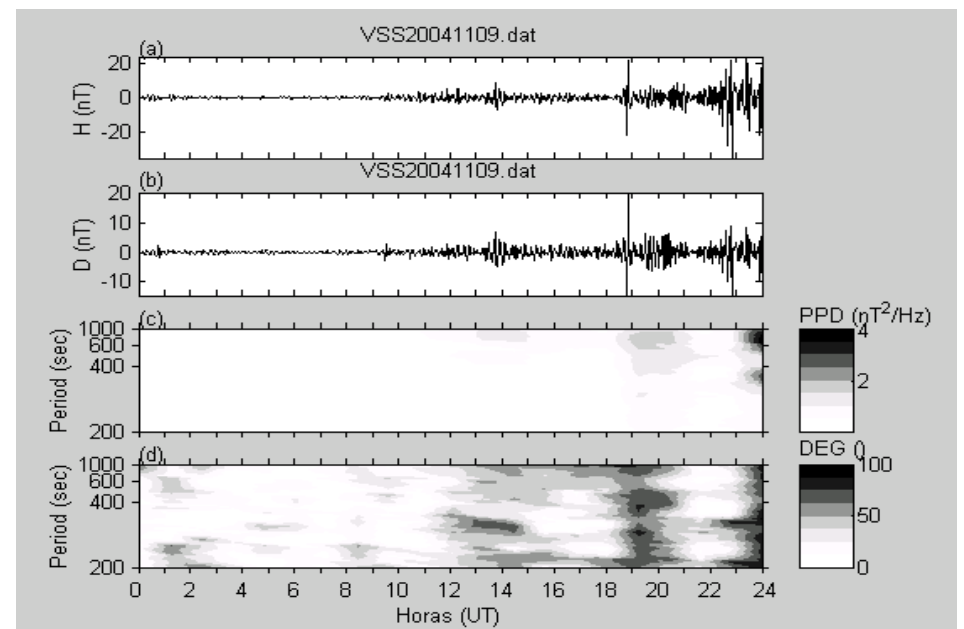


Figura 20 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 9 de novembro de 2004

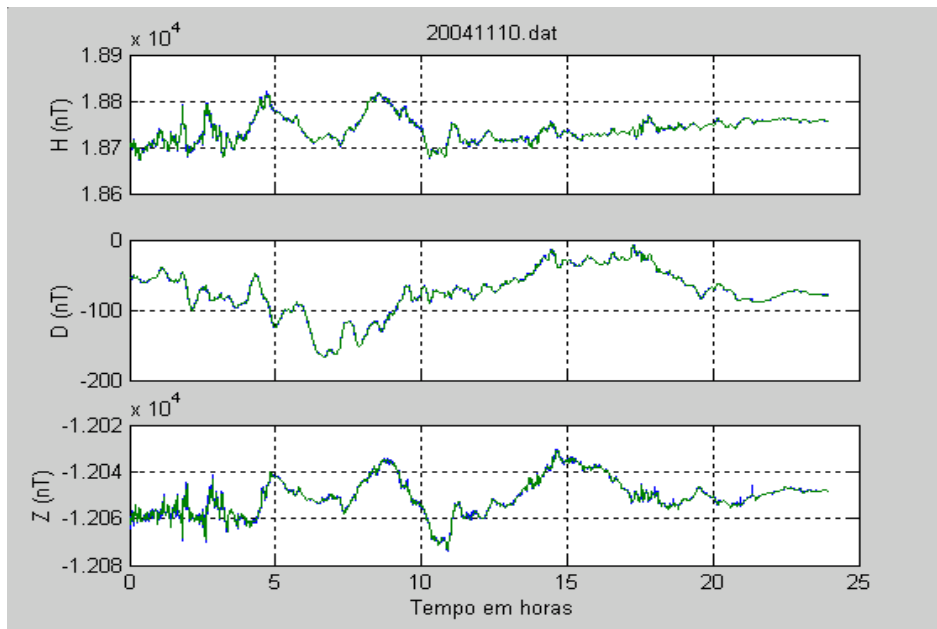


Figura 21 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 10 de novembro de 2004

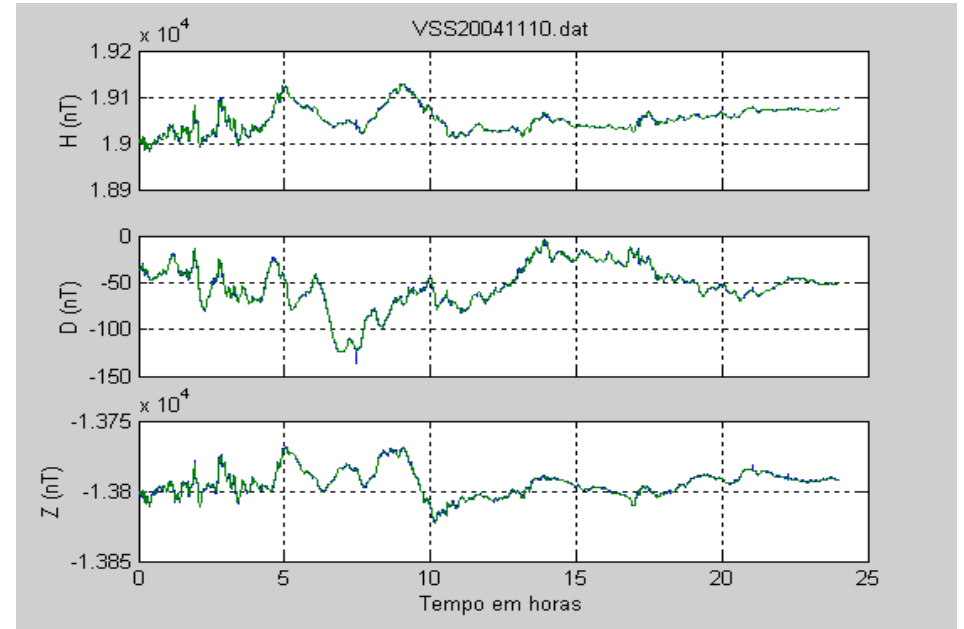


Figura 23 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 10 de novembro de 2004

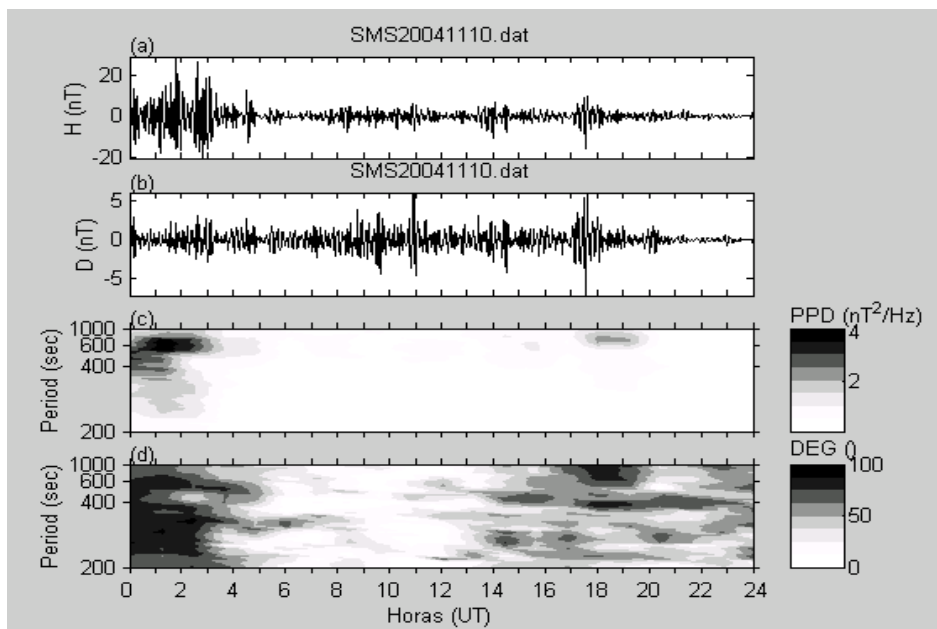


Figura 22 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 10 de novembro de 2004

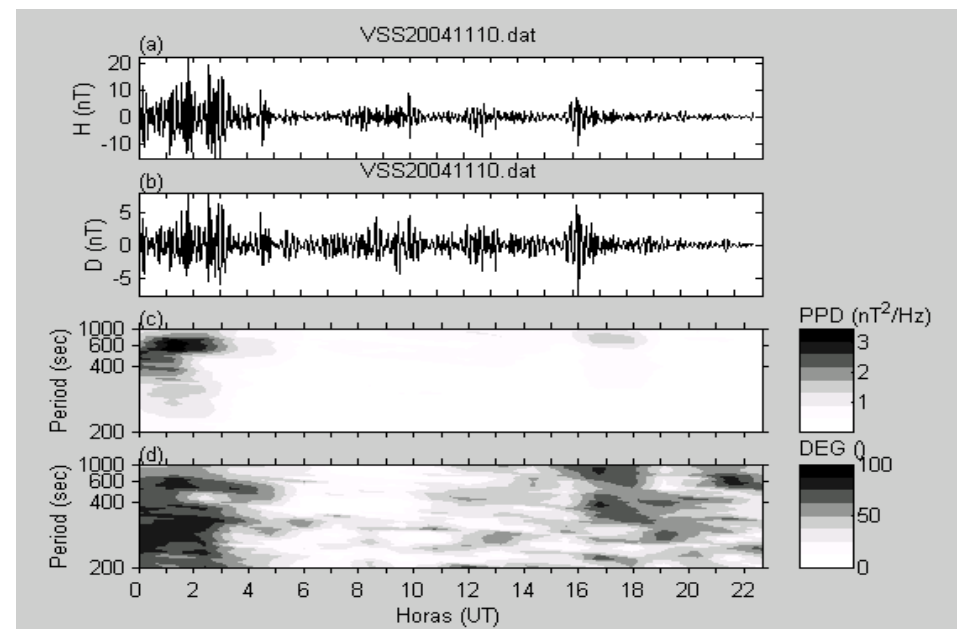


Figura 24 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 10 de novembro de 2004

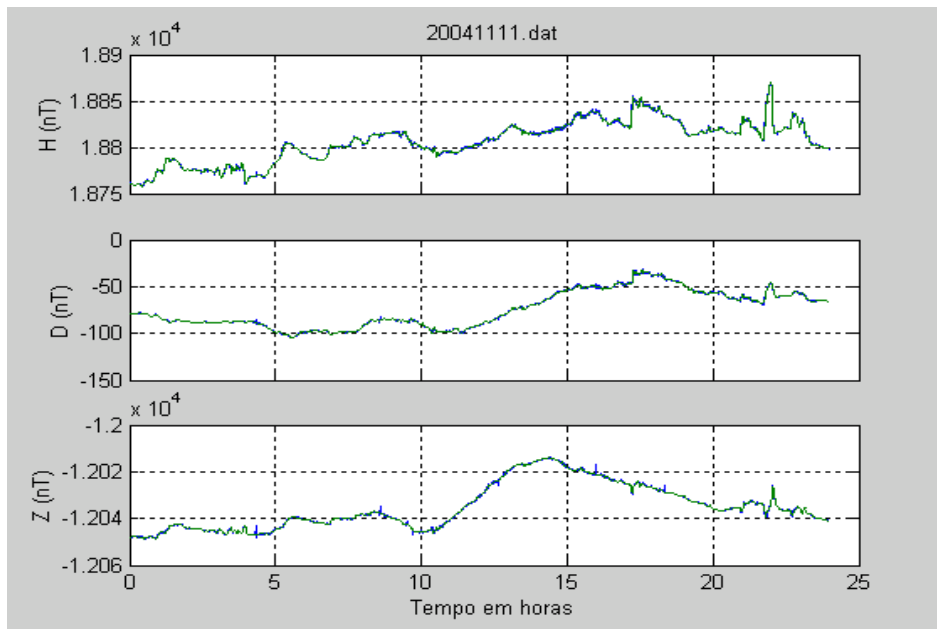


Figura 25 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 11 de novembro de 2004

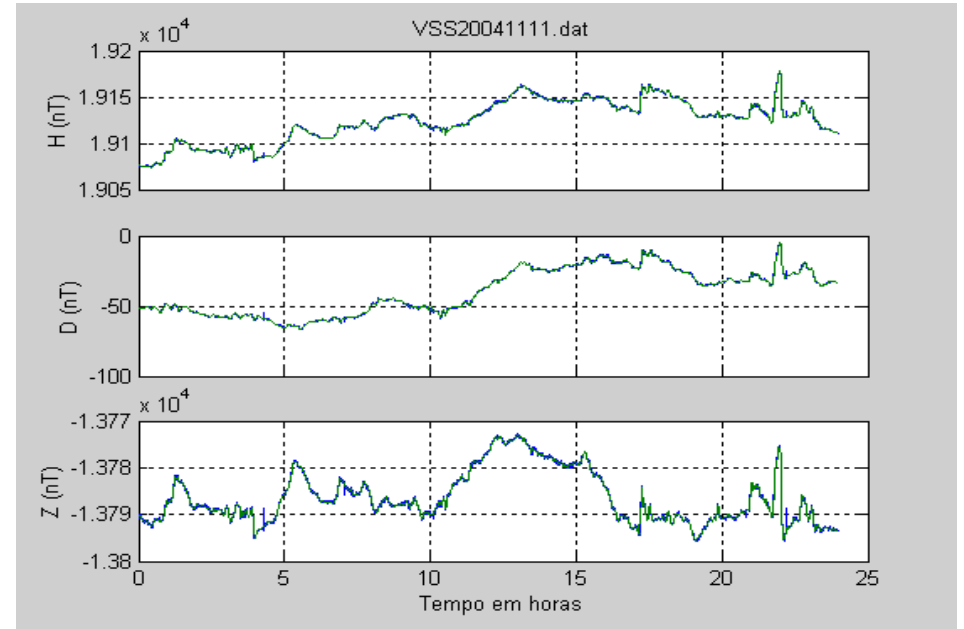


Figura 27 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 11 de novembro de 2004

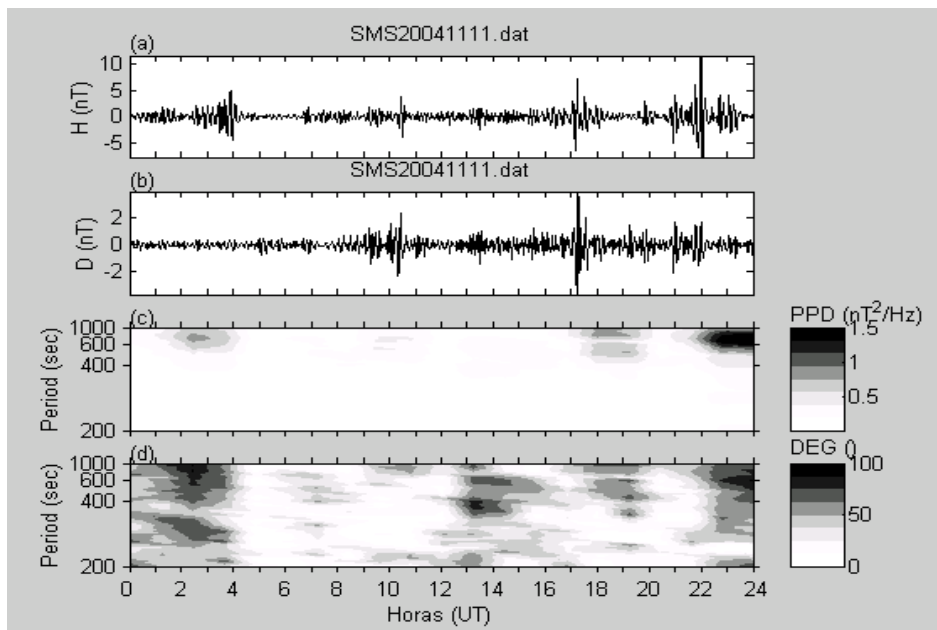


Figura 26 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 11 de novembro de 2004

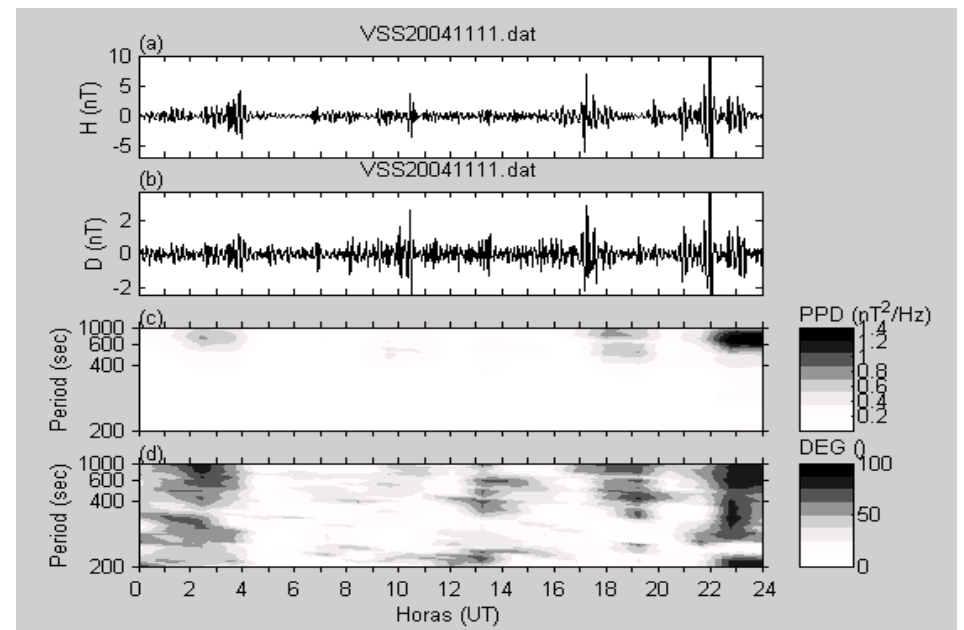


Figura 28 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 11 de novembro de 2004

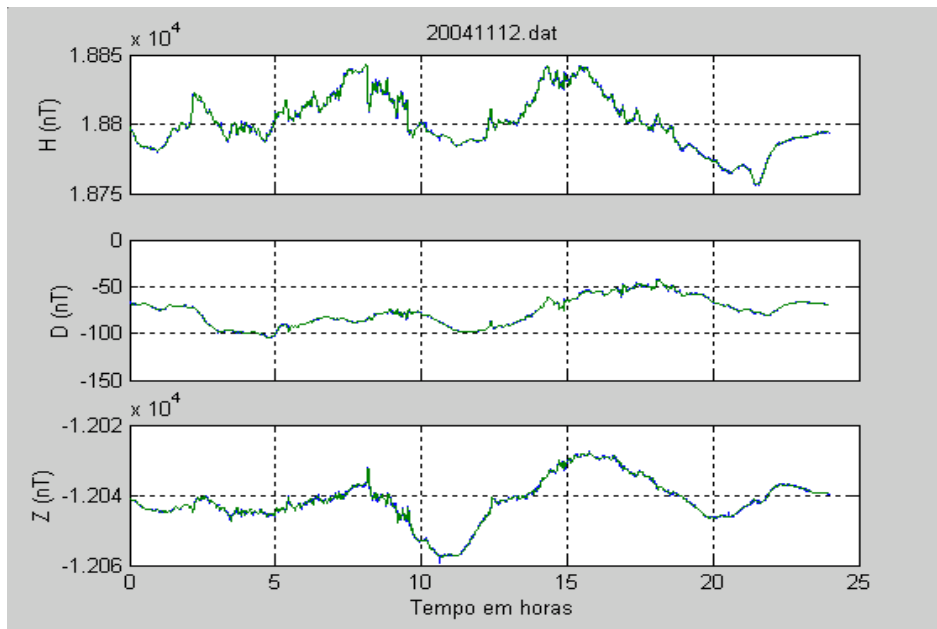


Figura 29 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 12 de novembro de 2004

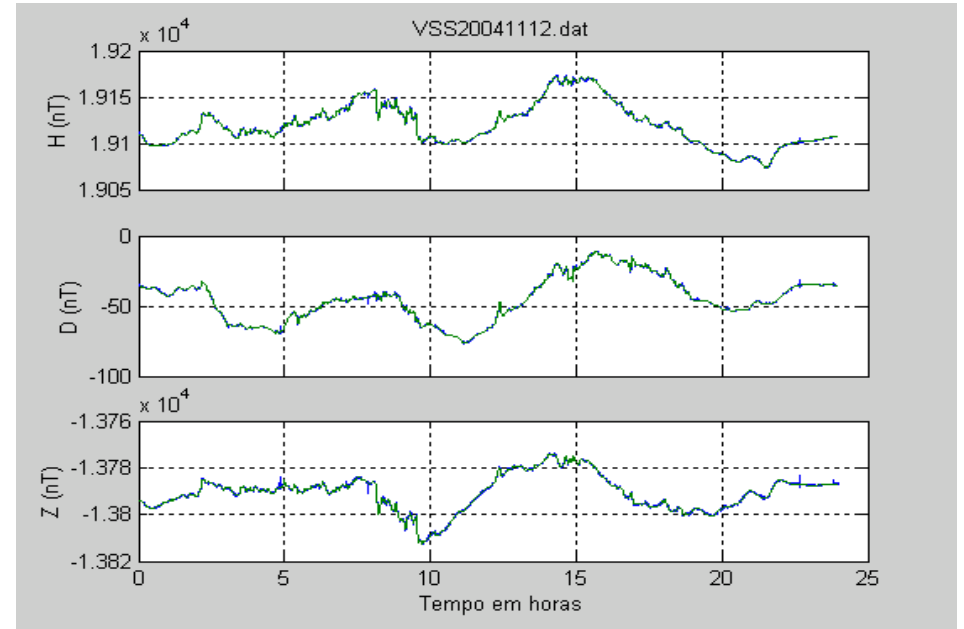


Figura 31 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 12 de novembro de 2004

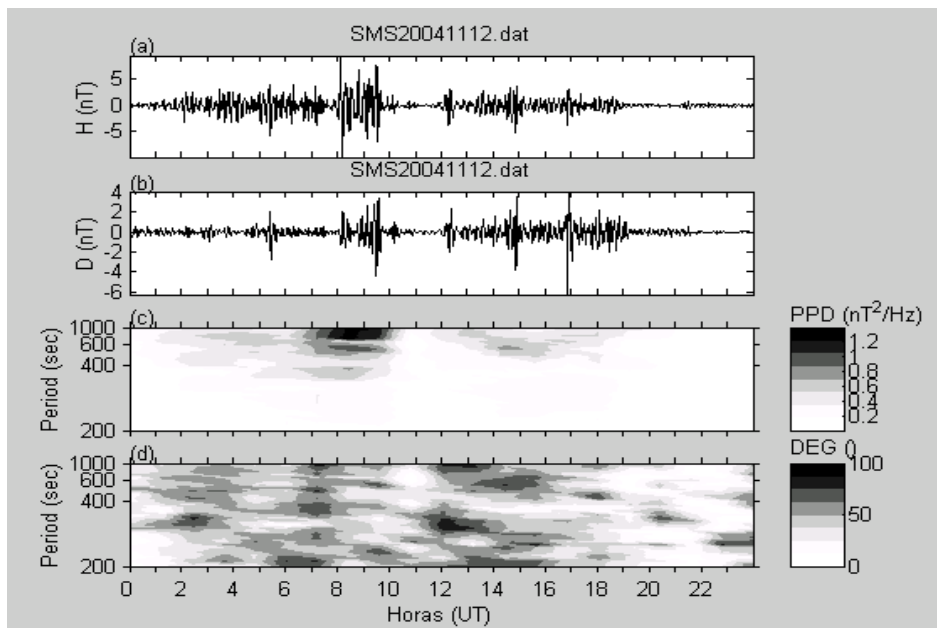


Figura 30 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 12 de novembro de 2004

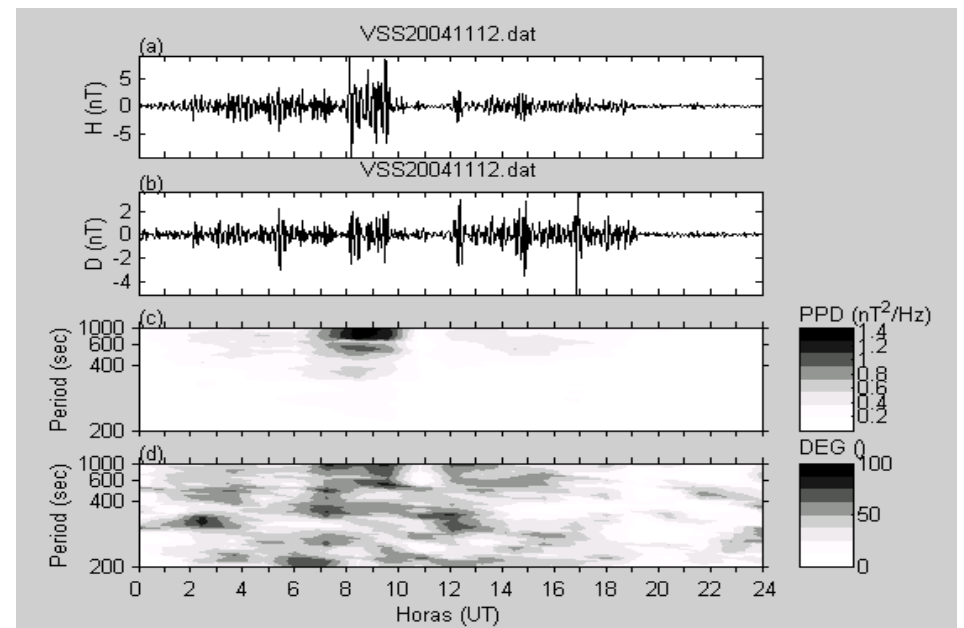


Figura 32 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 12 de novembro de 2004

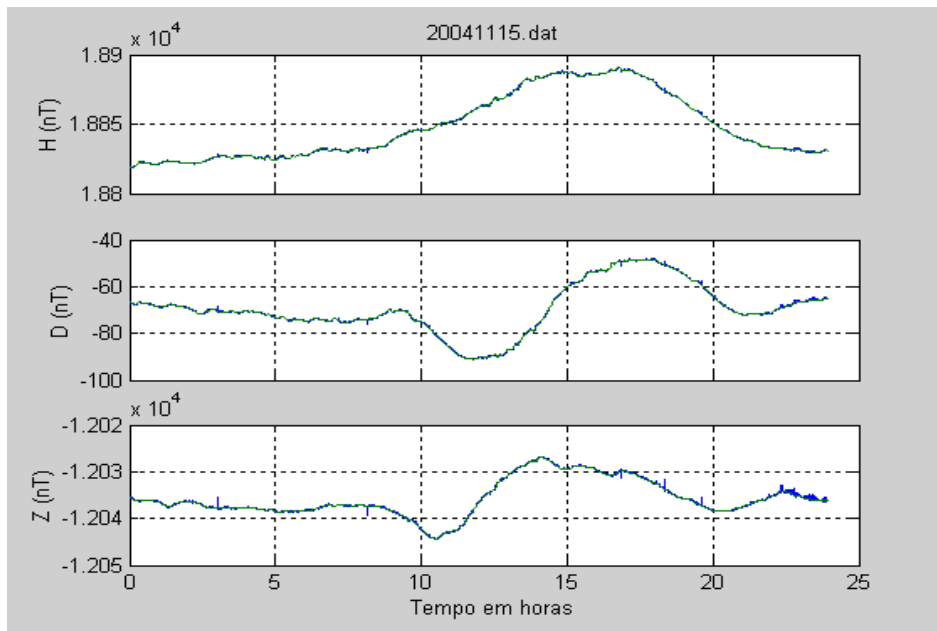


Figura 33 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em SMS, 15 de novembro de 2004

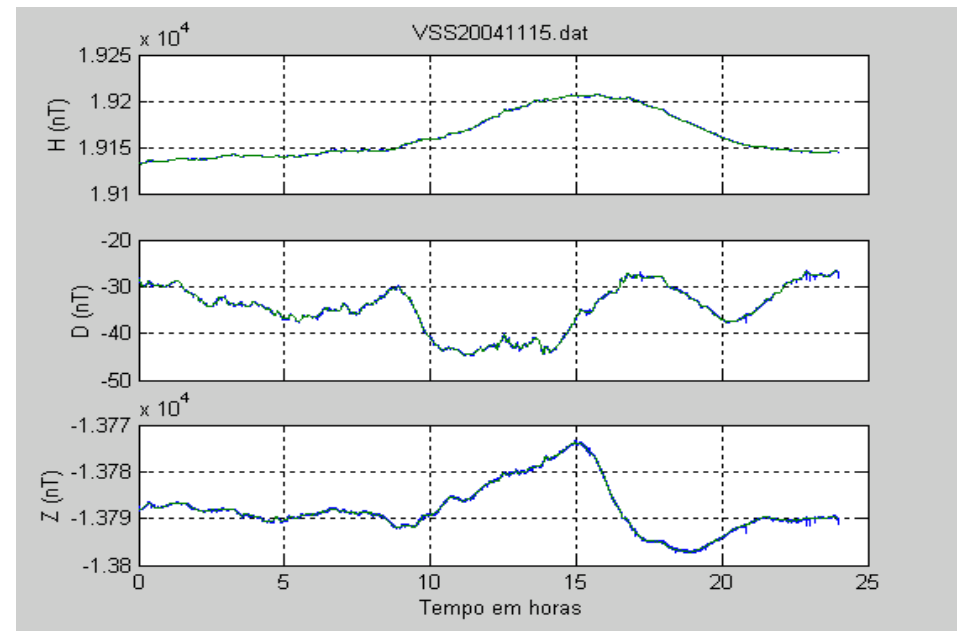


Figura 35 – Componentes  $H$ ,  $D$  e  $Z$  em VSS, 15 de novembro de 2004

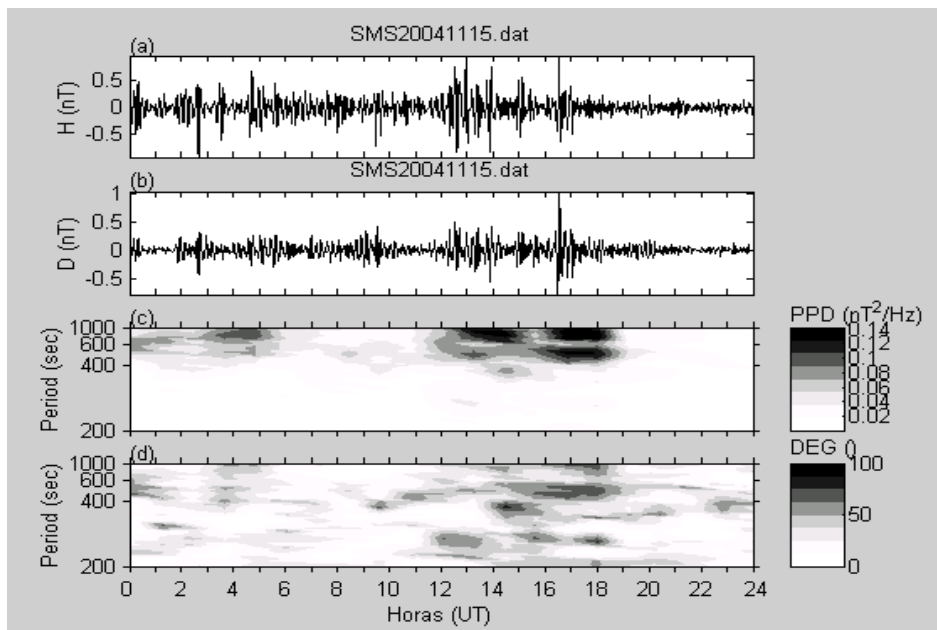


Figura 34 – Gráfico da PPD e DEG em SMS, 15 de novembro de 2004

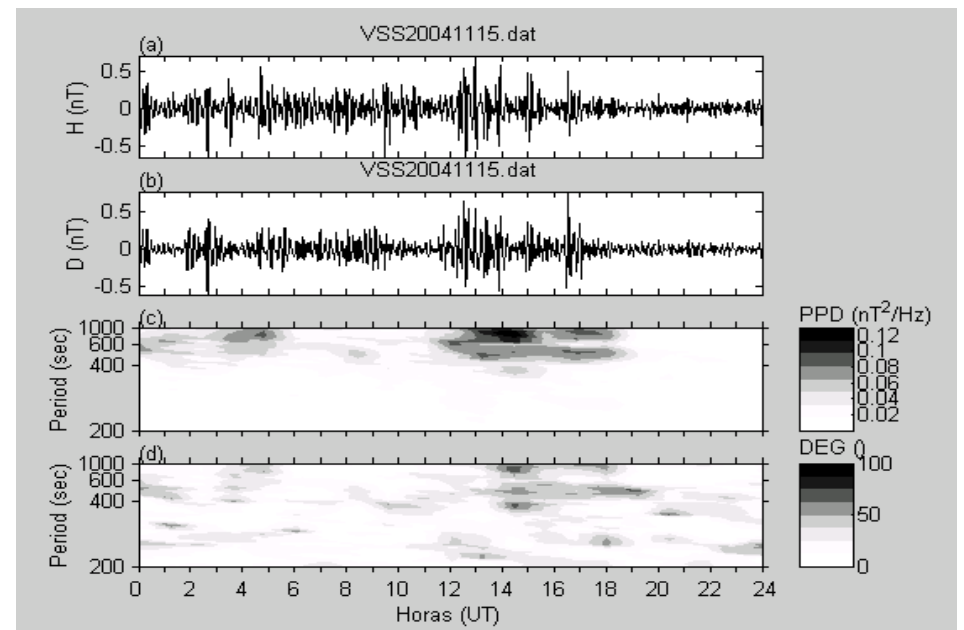


Figura 36 – Gráfico da PPD e DEG em VSS, 15 de novembro de 2004

# CONCLUSÕES

- **As tempestades magnéticas causam variações repentinas nas três componentes magnéticas ( $H$ ,  $D$  e  $Z$ ), principalmente na componente  $H$ .**
- **Na estação de coleta de dados OES/SMS, próxima a AMAS, observa-se que as medidas apresentam maior variação quando comparadas com outras estações fora dessa região.**
- **Pode-se detectar pulsações de períodos longos conhecidos na literatura como Pc5–6/Pi3.**
- **A densidade de potência polarizada e o grau de polarização atingiram valores máximos durante a tempestade para a filtragem espectral feita.**
- **Os espectros e a polarização também apresentaram sensibilizações maiores para a estação SMS.**

# REFERÊNCIAS

- **Zanandrea, A. Estudo das Micropulsações Geomagnéticas em Latitudes Muito Baixas, no Brasil. INPE, São José dos Campos, 1999.**
- **Zanandrea, A. Micropulsações Geomagnéticas em Santa Maria – RS. INPE, São José dos Campos, maio de 1994.**
- **Pinto, O., Jr., Gonzalez, W.D. Anomalia magnética Brasileira. INPE, São José dos Campos, 1989.**
- **Dutra, S.L.G. Noções Básicas de Geomagnetismo. INPE, São José dos Campos, dezembro de 2004 (texto preliminar).**
- **Amarante, J.A.A. Tópicos gerais sobre geomagnetismo e estudo sobre a ocorrência de micropulsações em São José dos Campos. Conselho Nacional de Pesquisas, São José dos Campos, SP, Brasil. Relatório Interno CNAE-LAFE-048, 1966.**