

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA

PIBIC-948593

FOLH.

-ª ed. 2001



65.256

**INPE - Bibl.
Central**

948593

Ex. 1 SAMPAIO, R.P.

ESTUDO DE VARIACOES GEOMAGNETICAS NA ANTARTICA:
RELATORIO PARCIAL.

Estudo de Variações Geomagnéticas na Antártica

Relatório Parcial

Rodrigo Perrotta Sampaio
Bolsista PIBIC/CNPq

ORIENTADORES:

Dr. Severino Luiz Guimarães Dutra
DGE/CEA/INPE

Dr. José Marques da Costa
INPE/UNITAU

São José dos Campos
Fevereiro de 2001

Estudo de Variações Geomagnéticas na Antártica (Períodos Quietos e Perturbado)

Rodrigo Perrotta Sampaio, Aluno UNITAU, Bolsista PIBIC/CNPq
Orientadores: Dr. Severino Luiz Guimarães Dutra, Pesquisador DGE/INPE
Dr. José Marques da Costa, Pesquisador DGE/INPE, Pesquisador UNITAU

Introdução

O campo magnético é uma grandeza vetorial. Associadas a todo campo vetorial existem as linhas de força. Em cada ponto do espaço, o campo vetorial é tangente à linha de força que passa por aquele ponto. O Campo Magnético da Terra (CMT) é semelhante ao originado por um dipolo magnético cuja intensidade varia lentamente no tempo, chegando a escalas seculares. Sobreposta a esta mudança lenta, inúmeras outras formas diferentes de variação mais rápida existem, uma delas dada pela principal variação que ocorre ao longo das vinte e quatro horas do dia, chamada *variação diurna*. Estas variações — uma das características do CMT — são de ordem muito inferior quando comparadas à característica dipolar deste campo. O CMT tem basicamente, assim, uma característica dipolar. Um aspecto notável da variação lenta é a deriva para o oeste, tanto dos pontos extremos (regiões de máxima ou mínima amplitude) do campo não-dipolar como dos próprios pólos magnéticos. O objetivo deste trabalho é o estudo das variações mencionadas na região da Estação Antártica Comandante Ferraz - EACF (Latitude: $-62^{\circ} 5'$; Longitude: $-58^{\circ} 23,5'$) situada na Ilha Rei Jorge do arquipélago Shetland do Sul.

Por ser um campo vetorial, precisamos considerar as grandezas que irão representar a *intensidade*, a *direção* e o *sentido* deste vetor. Em qualquer ponto O , o vetor indução magnética \mathbf{B} pode ser representado de várias formas (ver Figura 1). Não se pretende estudar todas estas formas, pois utiliza-se apenas uma. Tratando-se de um campo espaço-temporal, esta forma pode ser vista no espaço tridimensional, onde nos localizamos, e será representada em geral pelas componentes do vetor. O sistema de coordenadas adotado é um sistema cartesiano e as componentes que interessam são: a componente horizontal \mathbf{H} , a declinação D , e a componente vertical \mathbf{Z} , sendo facilmente convertido para outras representações — (X, Y, Z) , por exemplo — por uma trigonometria simples.

As variações estudadas ocorrem basicamente em períodos magneticamente quietos (Figuras 2-4). Há também variações em períodos magneticamente perturbados (Figura 5). Todas as componentes nos gráficos apresentam traços que indicam características claras da variação diária com o respectivo horário, referenciado ao tempo universal (TU ou UT, *Universal Time*), que corresponde ao meridiano de Greenwich. Quando os traços são suaves, esta ocorrência é denominada *Período Geomagnético Quietos* e é chamada *Variação Diária do Sol Quietos* (ou *Sq*). De acordo com Chapman e Bartels (1962), a *variação diária do Sol Quietos* será, em geral, obtida dos cinco dias mais quietos de cada mês.

Ocorrem freqüentemente também o que chamamos de “*Tempestades Geomagnéticas*”. As tempestades mais intensas demoram cerca de um minuto para recobrir toda a face da Terra. Seu decaimento e desaparecimento ainda é objeto de estudo. Freqüentemente é observado similaridades — grandes diferenças também ocorrem — entre os efeitos das tempestades nas variações das diferentes componentes geomagnéticas em diferentes observatórios (Akasofu e Chapman, 1972).

O aparecimento das tempestades é caracterizado pelo *Começo Súbito* (ou SC, *Sudden Commencement*), onde a componente **H** tem uma notável elevação de sua magnitude, que pode durar algumas horas, seguida de um caimento também notável. Após o encerramento desta fase, a componente **H** demora aproximadamente 48 (ou mais) horas para se recuperar deste caimento de magnitude, variando em relação a latitude (quanto maior a latitude, mais notável é a recuperação). Um período de tempestade também causa alterações nas componentes **D** e **Z**, mas estas alterações são pequenas quando comparadas com as alterações da componente **H**. Pelo fato de a componente **H** ser mais sensível a variações, ela será mais profundamente abordada nos estudos.

As variações em períodos geomagneticamente quietos podem ser avaliadas pelo *Sistema Equivalente de Correntes* (ou *Correntes Sq*), onde a corrente elétrica que circula em camadas mais altas da atmosfera, na região da ionosfera terrestre, nos permite dizer qual é a magnitude do campo magnético na superfície da Terra. Inversamente, utilizando-se as observações geomagnéticas realizadas em pontos dessa superfície as *Correntes Sq* podem ser estimadas.

Atividades Realizadas

Inicialmente foi feito um estudo da literatura referente às Variações Geomagnéticas. Este estudo constituiu-se de uma pequena introdução básica à origem do CMT, referente “*A Teoria do Dinamo*”, “*Magnetismo das Rochas*”, “*Paleogeomagnetismo*” e “*Evidências da Deriva Continental*”, para um melhor entendimento do assunto (Clark, 1973).

Foi estudado também, mais profundamente, a literatura referente aos Períodos Geomagneticamente Quietos e Geomagneticamente Perturbados, aprofundando-se nas características de cada um e permitindo uma seleção destes eventos quando feita uma análise visual dos gráficos (Matsushita e Campbell, 1967).

Tem-se em mãos dados do período de 1997 a 1999. Estes dados foram lidos de fitas K7 digitais e convertidos do formato binário (hexadecimal) para ASCII comum no Laboratório de Geomagnetismo, INPE em São José dos Campos. Existem ainda alguns “espaços vazios” entre estes dados porque eles ainda não estão completamente processados. Vários programas foram desenvolvidos, outros utilizados (já confeccionados), para o processamento dos dados obtidos e tratados (arquivos-texto de dados). É na forma de arquivos-texto que os dados podem ser mais facilmente analisados. Estes programas foram escritos em BASIC, FORTRAN, Pascal e MATLAB. Os códigos fontes desses programas são mantidos, tendo em vista futuras alterações que se façam necessárias para otimizar o processamento e análise. Os gráficos foram processados e feitos pelo MATLAB.

A próxima etapa consistirá de uma análise mais rigorosa, seleção dos períodos utilizando-se os gráficos confeccionados e aplicação de processamento de análise espectral (filtragem e Transformada Rápida de Fourier – FFT, via sua implantação na forma discreta, DFT). Posteriormente, uma comparação com os parâmetros do vento solar e com diversos índices geomagnéticos será também realizada. Os resultados serão discutidos gerando, assim, uma conclusão e confecção do Relatório Final para apresentação.

Sistema de Aquisição de Dados

O sistema de aquisição de dados empregado nas observações geomagnéticas (SIMAT), na Estação Antártica Comandante Ferraz – EACF, utiliza um magnetômetro do tipo *fluxgate*, que atua acoplado a uma unidade de gravação digital de dados e ao módulo de eletrônica associado.

São realizadas observações das componentes geomagnéticas H (Norte-Sul magnético), D (Leste-Oeste magnético) e Z (vertical para baixo). O formato de gravação é binário, com caracteres ASCII/hexadecimal. Os dados são adquiridos a cada 120 segundos. Os dados são registrados continuamente em uma fita K7 digital, até um período aproximado de 30 dias quando, nesta ocasião, a fita é trocada. Este sistema está sendo atualmente trocado por um outro baseado em microcomputador compatível com IBM PC.

É feito também uma gravação em papel registrador, para que uma visualização rápida dos dados que estão sendo coletados e um monitoramento do sistema possa ser realizado.

Dificuldades Encontradas:

Não foi encontrada nenhuma dificuldade quanto ao entendimento dos conceitos geomagnéticos discutidos na literatura consultada. As maiores dificuldades encontradas, de certa forma naturais, foram no desenvolvimento de algoritmos de processamento dos dados para que operassem adequadamente — sem perdas, sem erros e sem interrupções — e para que não comprometessem a originalidade, legibilidade e qualidade dos gráficos gerados pelos dados. Porém estas dificuldades foram superadas além das expectativas, proporcionando um resultado bem satisfatório, permitindo gráficos de qualidade para o desenvolvimento do estudo.

Referências Bibliográficas:

- Akasofu, S.-I., and Chapman, S., *Solar-Terrestrial Physics*
Oxford, Clarendon Press, 1972.
- Chapman, S., and Bartels, J., *Geomagnetism*
Vol. 1, Oxford, Oxford University Press, 1962.
- Clark, Sidney P., *Estrutura da Terra*
Editora Edgard Blucher, 1973.
- Matsushita and Campbell, *Physics of Geomagnetic Phenomena*
Vol. 1, Academic Press Inc. (London), 1967.

Legenda das Figuras

Figura 1 – Campo de indução geomagnética e suas componentes em um sistema de coordenadas cartesianas.

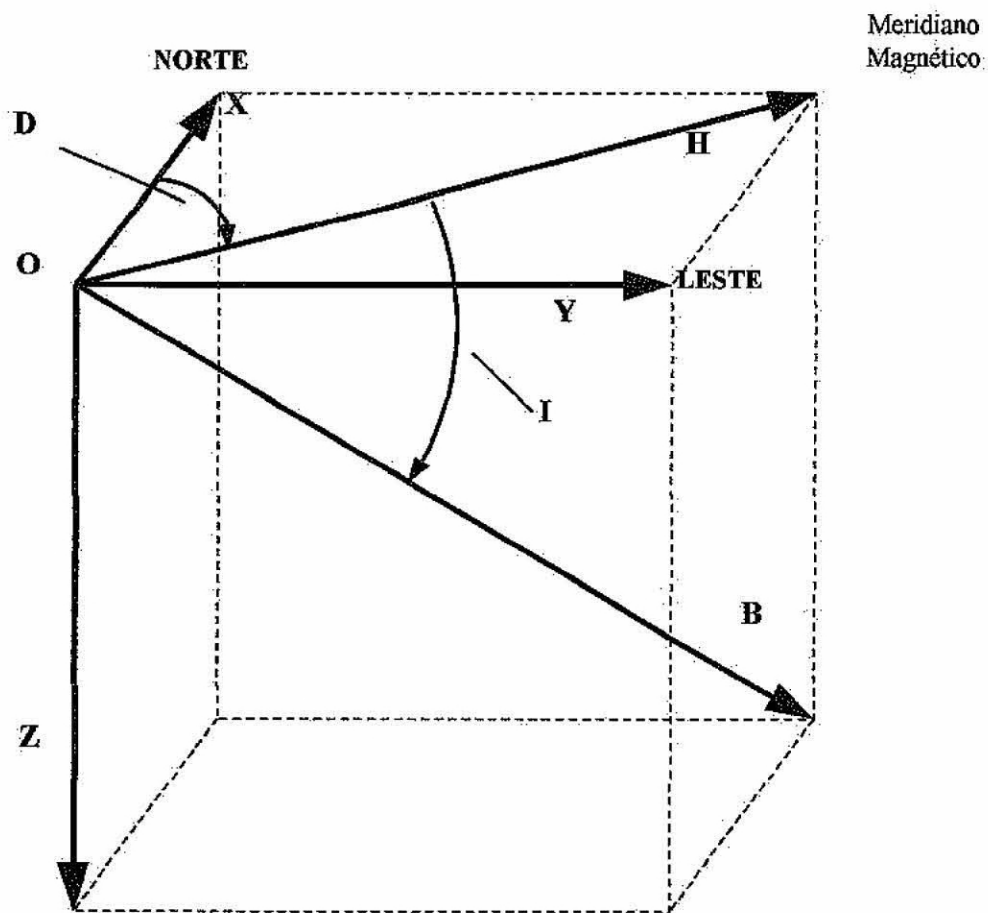
Figura 2 – Observações geomagnéticas da componente H (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22–29/dezembro/1997).

Figura 3 – Observações geomagnéticas da componente D (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22–29/dezembro/1997).

Figura 4 – Observações geomagnéticas da componente Z (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22–29/dezembro/1997).

Figura 5 – Observações geomagnéticas comparando um dia quieto e um perturbado (29–30/dezembro/1997):

- (a) componente H (nT);
- (b) componente D (nT);
- (c) componente Z (nT).



- X** Componente do vetor **B** na direção Norte-Sul (geográfica);
- Y** Componente do vetor **B** na direção Leste-Oeste (geográfica);
- Z** Componente do vertical do vetor **B** (direção positiva para baixo);
- H** Componente horizontal do vetor **B** (derivado de **X** e **Y**), situada no Meridiano Magnético;
- D** Declinação de **B** (em relação à direção Norte geográfico);
- I** Inclinação de **B** (em relação ao plano horizontal);
- B** Vetor intensidade do campo indução magnética.

Fig. 1 – Campo de indução geomagnética e suas componentes em um sistema de coordenadas cartesianas.

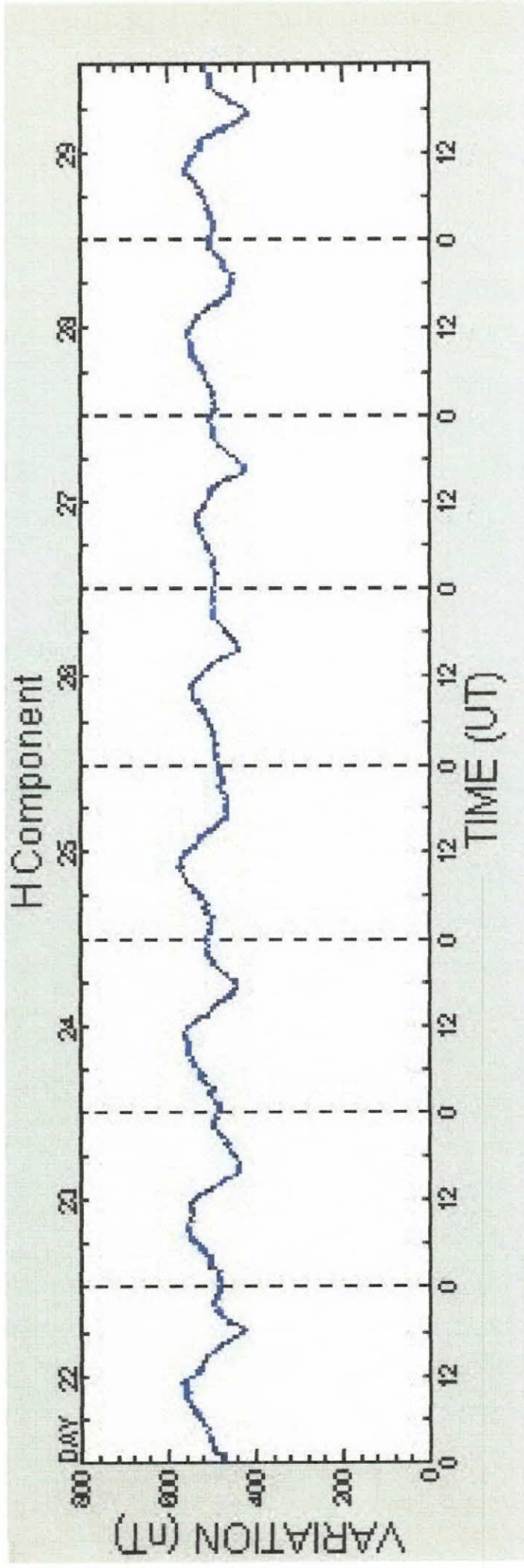


Fig. 2 Observações geomagnéticas da componente H (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22-29/dezembro/1997).

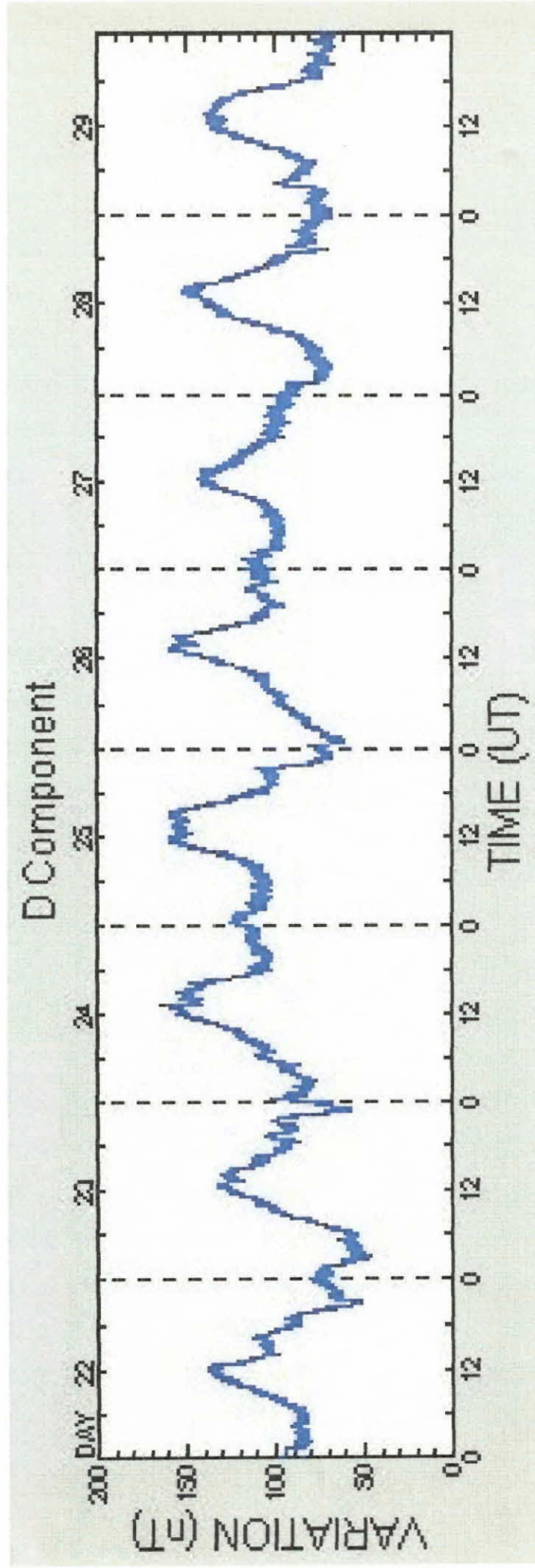


Fig. 3 Observações geomagnéticas da componente D (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22-29/dezembro/1997).

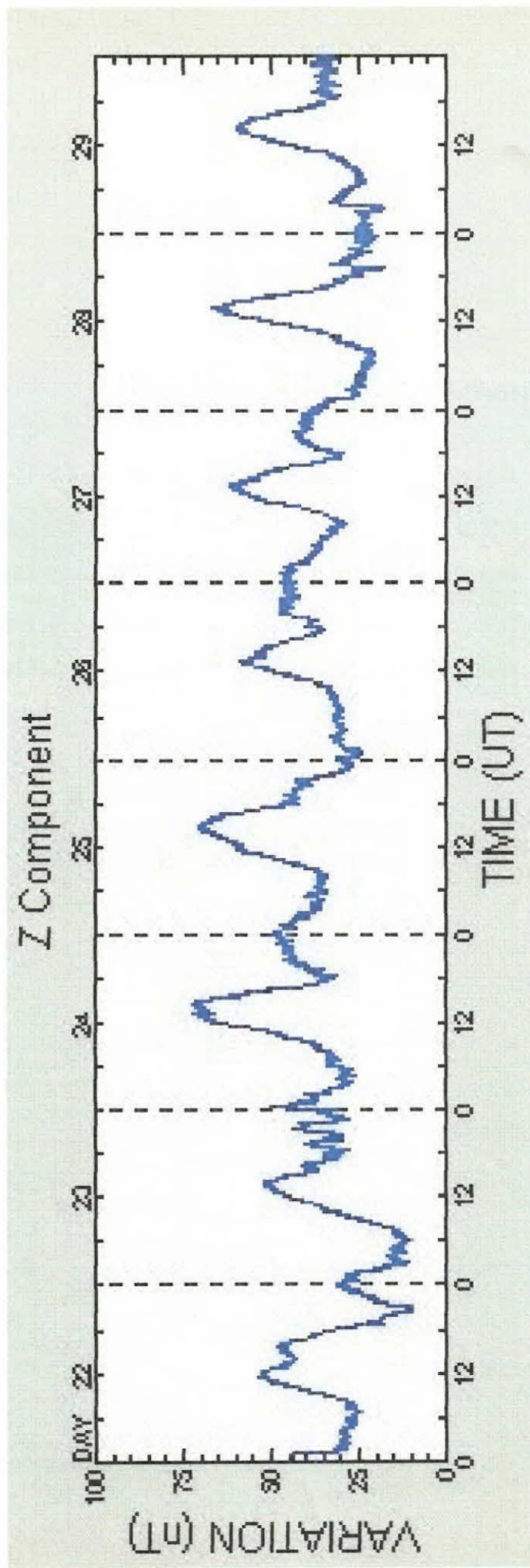


Fig. 4 Observações geomagnéticas da componente Z (nT) na Antártica, para oito dias sucessivos quietos (22-29/dezembro/1997).

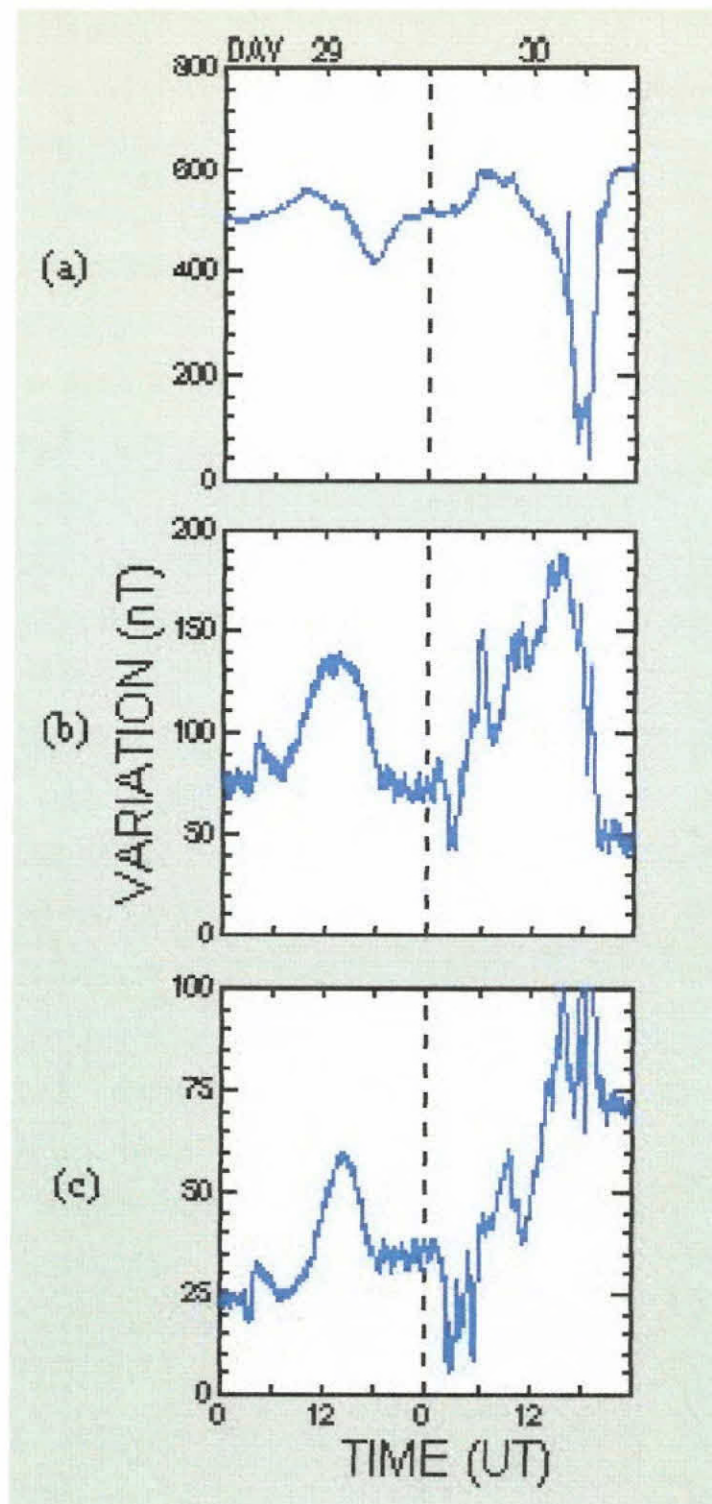


Fig. 5 Observações geomagnéticas comparando um dia quieto e um perturbado (29–30/dezembro/1997):
 (a) componente H (nT);
 (b) componente D (nT);
 (c) componente Z (nT).