



UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A VARIAÇÃO DIURNA EM BAIXA E MÉDIAS LATITUDES

Silva, L. C. F.^{1*}, Benyosef, L.²

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - Brasil.

² Observatório Nacional, Rio de Janeiro - Brasil.

*e-mails: laryfreire89@yahoo.com.br e benyosef@on.br

ABSTRACT

The solar quiet variation of the geomagnetic field is consequence of several factors being the sun its main influence. This study is done by comparative analysis of recorded data from magnetic observatories distributed at different latitudes and longitudes. Thus the objective of this work is to analyze the characteristics of solar quiet variation using geomagnetic data (H, D and Z) recorded by six magnetic observatories situated in different locations distributed approximately perpendicular to the Dip Equator. One of them (TTB) is situated near Dip = 0 and other (SMS) is near the SAMA center. Another three are in the South Hemisphere (VSS, SMS and PTS) and other two (KOU and SJG) are in the Northern Hemisphere.

Keywords: Solar quiet variation, Equatorial Electrojet, Counter Equatorial Electrojet, South Atlantic magnetic anomaly.

RESUMO

A variação diurna do campo geomagnético é consequência de vários fatores e o sol é a principal influência. Este estudo é feito através de uma análise comparativa dos dados registrados a partir de observatórios magnéticos distribuídos em diferentes latitudes e longitudes. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as características de variação diurna usando dados geomagnéticos (H, D e Z) registrados em seis observatórios magnéticos situados em diferentes locais e aproximadamente alinhados de maneira perpendicular ao Dip Equatorial. Um deles (TTB) está situado perto do Dip = 0. Os outros três estão no Hemisfério Sul (VSS, SMS e PTS) e outros dois (KOU e SJG) no Hemisfério Norte.

Palavras Chave: Variação diurna, Eletro Jato Equatorial, Contra Eletro Jato Equatorial, Anomalia magnética do Atlântico Sul.

Introdução

A ação dinâmica das correntes elétricas na atmosfera superior é conhecida por ser responsável pelas variações regulares nos registros magnéticos. Essas variações no campo geomagnético na superfície da Terra durante condições geomagneticamente calmas com período de 24 horas foram denominadas por Chapman como variação diurna, ou Sq (Chapman, 1919). No entanto, para compreender o comportamento da variação diurna é necessário examinar com mais rigor as fontes de tais variações. Durante condições geomagneticamente calmas em que o campo geomagnético não é perturbado pela atividade solar, as correntes elétricas do dínamo ionosférico causam a variação diurna. Por meio da aplicação da Lei de Ampère é possível mapear as correntes ionosféricas correspondentes, revelando que as correntes que fluem pela ionosfera através do campo geomagnético formam dois vórtices: um fluindo no sentido anti-horário no hemisfério norte e um no sentido horário no hemisfério sul. O movimento de rotação da Terra associado a esse sistema dá origem a variação diurna. A variabilidade da intensidade de corrente, a morfologia complicada do espiral



correspondente e seu deslocamento latitudinal ou hora local com respeito à localização de cada observatório dá origem a diferentes padrões para a variação diurna (Mayaud, 1965).

Este trabalho faz uma análise da variação diurna usando as componentes: horizontal (H), declinação (D) e vertical (Z) do campo geomagnético. Foram considerados dados de 6 (seis) observatórios magnéticos distribuídos ao longo de uma linha aproximadamente perpendicular ao Dip Equatorial. Um deles o Observatório Magnético de Tatuoca (TTB) pertence ao Observatório Nacional e está situado bem abaixo do Eletro Jato Equatorial (EEJ). Os dois outros observatórios estão situados no hemisfério norte: Observatório Magnético de Kourou (KOU) está localizado na Guina Francesa e apesar de não estar sob influência direta está relativamente próximo do EEJ. Os dados no hemisfério norte são complementados pelo Observatório de San Juan (SJG) e está situado em média latitude norte.

Foram usados registros de 3 (três) observatórios magnéticos no hemisfério sul. O Observatório Magnético de Vassouras (VSS), do Observatório Nacional, está situado nas bordas da Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS) e o Observatório Magnético de São Martinho da Serra, situado próximo da região central da AMAS e pertencente ao INPE/CRS e o Observatório de Port Stanley. O período de dados considerado foi de 15 a 27 de novembro de 2008 (Fig. 1).

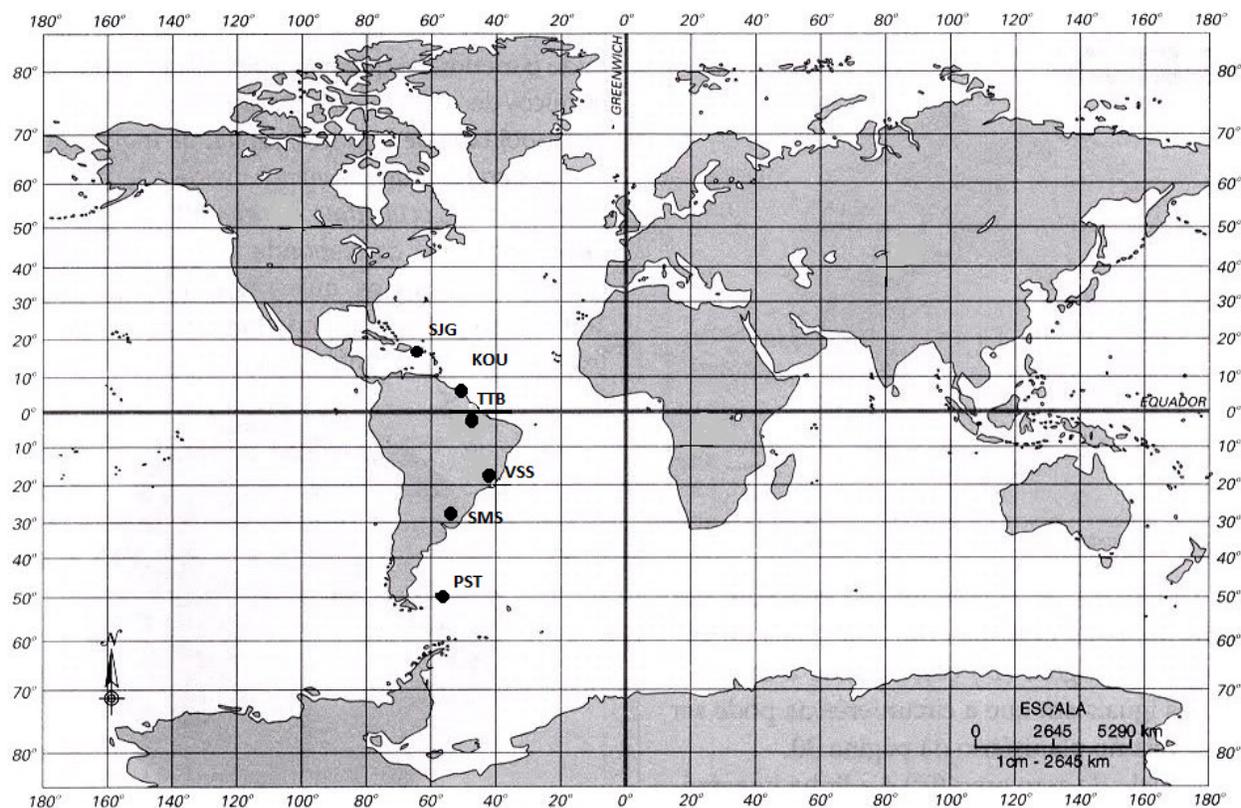


Figura 1. Distribuição geográfica dos observatórios magnéticos. Coordenadas geográficas: SJG (Lat. 18° 27' 00" N Log. 66° 04' 00" O), KOU (Lat. 5° 9' 18" N Log. 52° 38' 52" O), TTB (Lat. 1° 12' 00" S Log. 48° 30' 00" O), VSS (Lat. 22° 24' 16" S Log. 43° 39' 48" O), SMS (Lat. 29° 32' 5" S Log. 53° 51' 42" O) e PST (Lat. 51° 42' 00" S Log. 57° 51' 00" O).



Método

Com o objetivo de identificar os dias calmos e perturbados foi consultado o Serviço Internacional de Índices Geomagnéticos (ISGI – International Service of Geomagnetic Indices). O período de dias analisados é treze e consideramos como dias calmos apenas aqueles que obtiveram o índice planetário $Kp \leq 2+$. A linha de base para cada dia foi definida como a média entre os seis horários noturnos (00.00, 01.00, 02.00, 22.00, 23.00 e 24.00 LT). Os valores de dH, dD e dZ foram calculados subtraindo a linha de base a partir das componentes geomagnéticas H, D e Z, conforme as equações (1) a (3) (Yamazaki, 2011).

$$dH(LT) = H(LT) - \frac{H(0) + H(1) + H(2) + H(22) + H(23) + H(24)}{6} \quad (1)$$

$$dD(LT) = D(LT) - \frac{D(0) + D(1) + D(2) + D(22) + D(23) + D(24)}{6} \quad (2)$$

$$dZ(LT) = Z(LT) - \frac{Z(0) + Z(1) + Z(2) + Z(22) + Z(23) + Z(24)}{6} \quad (3)$$

O uso dessa linha de base considera que no período noturno as correntes na ionosfera são de pequena intensidade. Essa suposição é amplamente aceita porque a condutividade na camada E da ionosfera em grande parte desaparece à noite exceto nas latitudes aurorais (*e.g.*, Campbell, 1989b). Neste trabalho, a variação diurna (Sq) é dada pelas equações (1)-(3) para os dias geomagneticamente calmos ($Kp \leq 2+$) (Yamazaki, 2011).

Resultados

Em todos os elementos podemos observar variabilidades em amplitude e em fase. Essas variabilidades são aleatórias e não apresentam um padrão (Obiekezie, 2012). Segundo Okeke *et al* a condutividade ionosférica é responsável pela variabilidade na magnitude enquanto as mudanças no campo elétrico são responsáveis pela variabilidade na fase.

Em baixa latitude a variação da componente H tem uma morfologia melhor definida. Em outro trabalho realizado neste mesmo período e considerando uma rede também paralela ao EEJ foi verificado que nos dias 18, 19 e 20 de novembro ocorreu um decréscimo na variação diurna em dH registrando o valor mínimo por volta das 08:00 LT. Em seguida, a componente H aumentava regularmente até atingir o seu valor máximo e então diminuía (Silva, 2015). Esse decréscimo pode indicar a ocorrência do MCEJ (morning conter electrojet). As curvas da variação diurna ao oeste da África e próximas ao Dip Equatorial indicaram a presença do MCEJ por volta das 06:00 LT (Alex, Mukherjee, 2001). Comportamento semelhante foi observado em TTB. A amplitude da variação diurna dH para TTB é superior quando comparada a amplitude de KOU que está fora da influência do EEJ (Silva, 2015).

De acordo com Torta *et al* para locais ao sul em médias latitudes H diminui do amanhecer ao meio-dia quando o mínimo é alcançado e depois aumenta até anoitecer. Esse comportamento foi observado para PST nos dias 18, 19 e 21 de novembro de 2008.

Para SJG no dia 18 a componente H aumentou regularmente até atingir seu valor máximo por volta das 12:00 LT e então diminui. No dia 19 o valor mínimo registrado ocorreu por volta das 15:00 LT e no dia 21 por volta das 17:00 LT. Porém, nos dias 20 e 22 apresentou uma morfologia diferenciada (Fig. 2).

Espera-se que a variação diurna da componente Z exiba um sinal oposto ao norte do Dip equatorial em relação ao sul. Sendo negativa para estações do lado norte e positiva para estações do lado sul (Obiekezie, 2012). Conforme a Figura 3 pode-se observar esse comportamento ao comparar a variação da componente Z

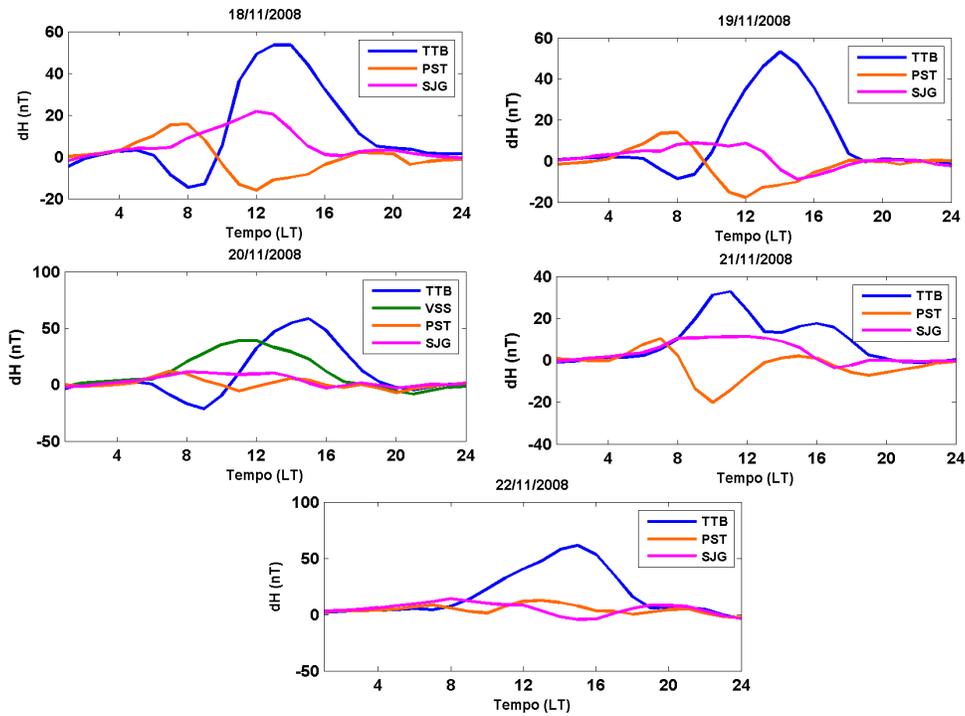


Figura 2. Variação diurna da componente H para os cinco dias calmos.

de estações ao norte do Dip equatorial como, por exemplo: TTB e SJG em relação a PST que está localizado ao sul do Dip equatorial. No entanto, VSS apresentou um comportamento anormal, pois, está ao sul do Dip e deveria apresentar uma variação positiva.

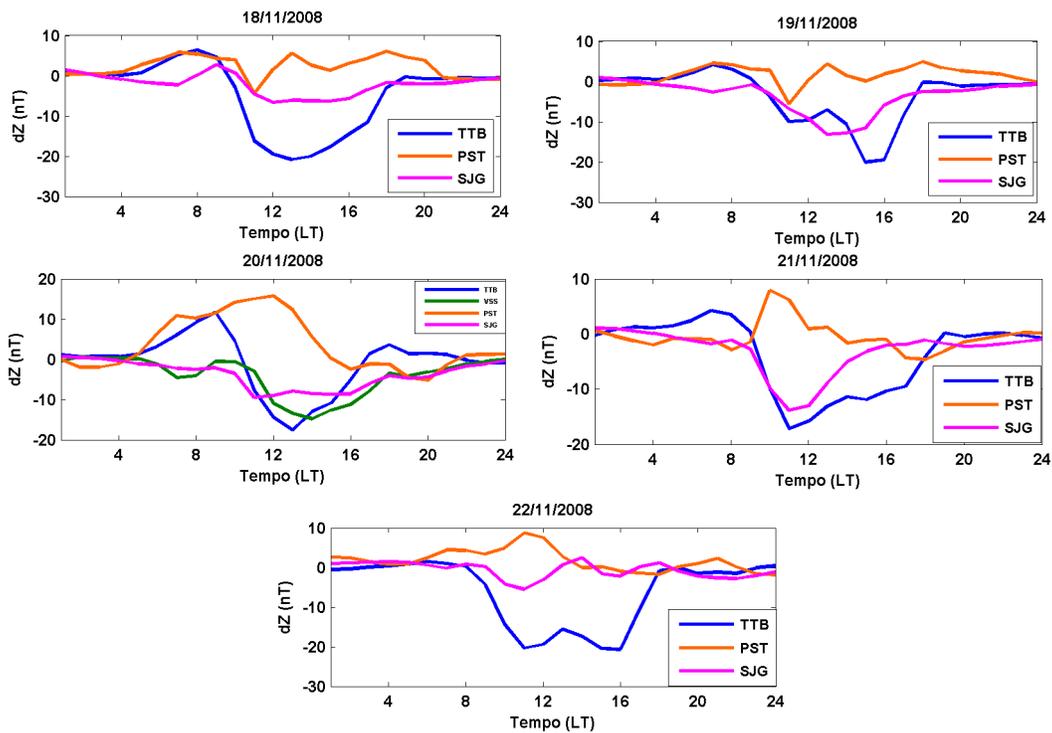
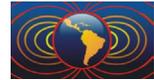


Figura 3. Variação diurna da componente Z para os cinco dias calmos.



A variação diurna da componente D para PST no lado sul do Dip equatorial é negativa na parte da manhã e positiva na parte da tarde. No entanto, a variação diurna da componente D para as estações ao norte do Dip Equatorial (TTB e SJG) apresentou uma variação positiva na parte da manhã e negativa na parte da tarde (Fig. 4).

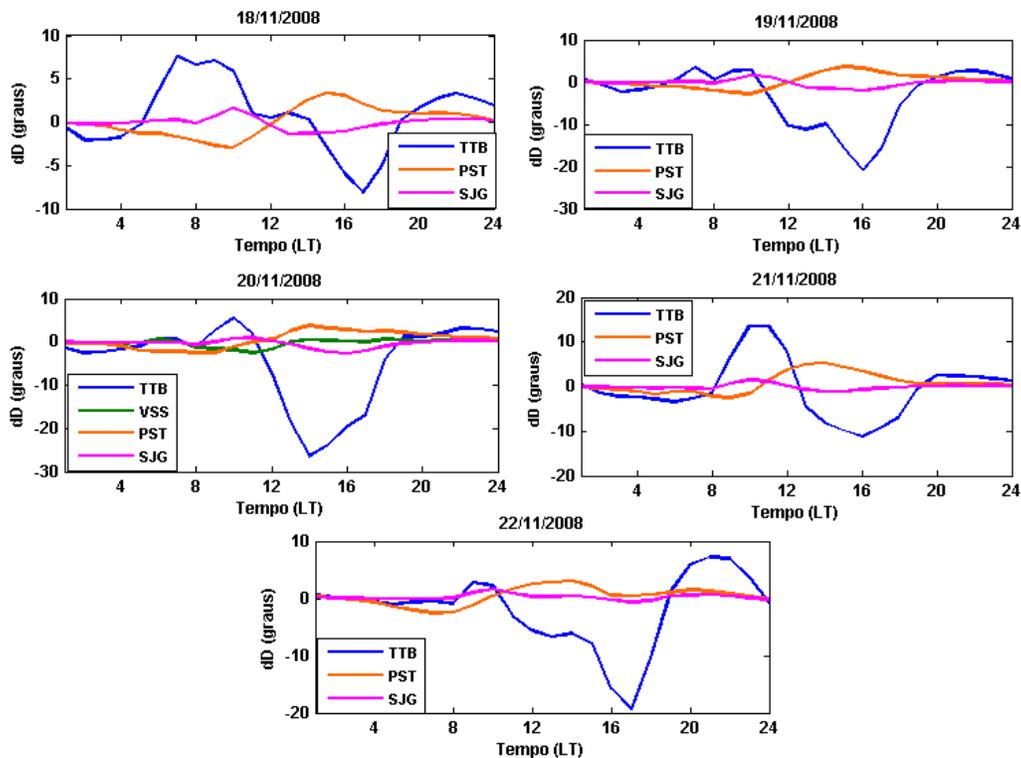


Figura 4. Variação diurna da componente D para os cinco dias calmos.

Demais resultados, com as devidas análises, incluindo os observatórios de SMS e KOU serão apresentados no congresso o que permitirá melhorar as conclusões finais deste trabalho.

Conclusão

Nesta análise da variação diurna em baixa e médias latitudes permitiu resultados interessantes e de acordo com trabalhos realizados em outras partes do globo. Os resultados obtidos nesta análise estão em concordância com outros trabalhos nesta área. A morfologia da variação diurna para TTB, que é o observatório mais próximo ao Dip equatorial, é devido ao Eletrojetto Equatorial. Também foi possível observar a possível influência do CEEJ no registro desse mesmo observatório em questão.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao INPE/CRS pelos dados do Observatório de São Martinho da Serra a Rede INTERMAGNET pelos dados dos demais observatórios.

Referências

- Alex S., 2001. Local time dependence of the equatorial counter electrojet effect in a narrow longitudinal belt, *Earth Planets Space*, 53, 1151-1161.
- Campbell W. H, 1989. The regular geomagnetic field variations during quiet solar conditions, in *Geomagnetism*, 3, 385-460, Academic, San Diego, California.
- Chapman S, 1919. The solar and lunar diurnal variation of the earth magnetism. *Phil. Trans. Roy. Soc. London. A*. 218, 1-118.



- Love J. J., 2008. Magnetic monitoring of Earth and Space, *Physics Today*, 31-37.
- Mayaud P. N., 1965. Analyse morphologique de la variability'e jour-`a-jour de la variation, *Journalière "régulière" SR du champ magnétique terrestre, II*, Le système de courants CM (Régions non-polaires), *Ann. Geophys.*, 21, 514-544.
- Obiekezie T. N., 2012. Geomagnetic field variations at dip equatorial latitudes of West Africa, *International Journal of Physical sciences*, 7 (36), 5372-5377.
- Obiekezie T. N., Okeke F. N., 2009. Variations of geomagnetic H, D and Z field intensities on Quiet days at West African latitudes Moldavian, *J. Phys. Sci.*, 8 (3-4), 366-372.
- Silva L. C. F., 2015. Estudo da variação diurna em estações de repetição localizadas em baixa latitudes, 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 168, Rio de Janeiro, 03-06 August 2015.
- Torta J. M.; Marshal S.; Curto J. J.; Gaya-Piqué L. R., 2010. Behaviour of the quiet-day geomagnetic variation at Livingston Island and variability of the Sq focus position in the South American-Antarctic, *Earth Planets Space*, 62, 297-307.
- Yamazaki Y., 2011. An empirical model of the quiet daily geomagnetic field variation, *Journal of Geophysical Research*, 116, A10312.