



# Intensidade total do campo magnético terrestre no Estado do Rio Grande do Sul – variações temporais e espaciais entre 1900 e 2010: possíveis implicações em levantamentos magnetométricos

Camila Trindade Lopes, Everton Frigo, Maximilian Fries; Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

Copyright 2014, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VI SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.*

## Abstract

Understanding the behavior of the Earth's magnetic field and their possible influence on the results of geophysical prospecting methods is of fundamental importance. The goal of this work is to describe geomagnetic variations, due to the presence of the South Atlantic Magnetic Anomaly (SAMA), in the State of Rio Grande do Sul (RS), for the period 1900-2010, in order to identify its possible effects on the results of geophysical magnetic surveys. Data used in this study were time series of the total intensity (F) of the internal origin geomagnetic field obtained from the International Geomagnetic Reference Field Model (IGRF). The results indicated that spatial and temporal variations of F may affect the results of magnetic surveys performed in the SAMA region because they can significantly influence in the internal field and latitude corrections.

## Introdução

O RS possui uma ampla região de interesse para a prospecção mineral. Resultados geofísicos provenientes de levantamentos magnetométricos (LMs) são fundamentais para a localização de áreas propícias para a exploração, reconhecimento e entendimento do arcabouço estrutural e de feições correlacionadas à evolução e gênese dos terrenos associados. No entanto, o RS está localizado numa região fortemente influenciada pela presença da SAMA. A SAMA é caracterizada pelas menores intensidades do campo geomagnético em toda a superfície da Terra e, por distorções nas feições da intensidade, declinação e inclinação geomagnéticas em relação a configuração que seria esperada para um campo predominantemente dipolar (Hartmann & Pacca, 2009).

Os valores de intensidade do CMT são utilizados na etapa de processamento dos dados magnetométricos, permitindo que o campo magnético de origem interna seja eliminado dos dados magnéticos adquiridos em campo. O valor de campo interno normalmente utilizado para esta correção é o valor fornecido pelo IGRF, que é um modelo global baseado em observações que representam o campo geomagnético de origem interna e suas variações temporais (Langel, 1987), que está sujeito a erros em regiões onde a quantidade de observatórios magnéticos, que fornecem dados para a construção do

modelo, é pequena. Após a eliminação da parcela devida ao campo de origem externa, realizada a partir de dados de um magnetômetro base que registra a variação geomagnética diurna, obtêm-se então as distorções do campo oriundas unicamente das rochas presentes na crosta terrestre. A partir destas informações é possível estimar valores de susceptibilidade magnética da subsuperfície possibilitando inferir os tipos de rochas presentes na região assim como suas profundidades e extensões laterais.

Além disso, outro efeito do campo geomagnético que pode ter importância significativa nos resultados da magnetometria, especialmente em levantamentos realizados na direção N-S, é a chamada correção de latitude. Entretanto, esta correção é geralmente desnecessária, pois a intensidade do CMT raramente varia mais do que 6 nT por quilômetro em latitude (Telford, 1990). LMs realizados em regiões de campo fortemente distorcido como a da SAMA podem necessitar deste tipo de correção. Considerando a importância que a intensidade do campo geomagnético tem nas etapas de processamento dos dados magnetométricos coletados em campo, é interessante entender a variabilidade espacial e temporal do CMT em regiões onde LMs são rotineiramente realizados, principalmente em regiões com presença de anomalias magnéticas de grandes extensões como é o caso da SAMA.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é investigar a variabilidade espacial e temporal da intensidade total do CMT no RS para o período entre 1900 e 2010 e indicar quais suas possíveis implicações em levantamentos magnetométricos aéreos e terrestres.

## Dados e Metodologia

Os dados utilizados foram séries temporais da intensidade total (F) obtidas a partir do modelo *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) com resolução temporal de 10 anos e resolução espacial de 1° de latitude por 1° de longitude, para o estado do Rio Grande do Sul. A partir destes dados, e com auxílio do programa *Surfer* da *Golden Software* versão 9, foram construídos mapas de F para os anos de 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2010. A análise destes mapas permite entender a variabilidade espacial e temporal de F.

## Resultados

As figuras 1, 2, 3, 4 e 5 mostram as variações de F no RS para os anos de 1900 a 2010, respectivamente. Durante os últimos 110 anos, um intervalo de tempo

relativamente pequeno no que se refere a fenômenos geológicos, o centro da SAMA atravessou o território brasileiro influenciando fortemente os valores de  $F$  em todo o RS.

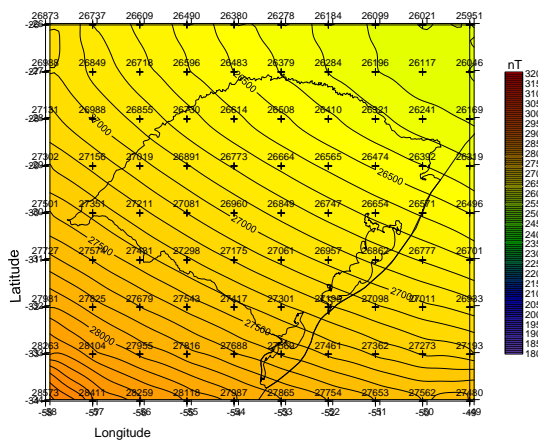


Figura 1 – Mapa de Intensidade total ( $F$ ) do Rio Grande do Sul para o ano de 1900.

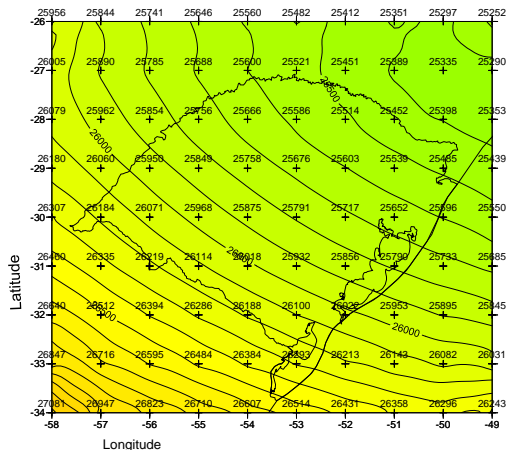


Figura 2 – Mapa de Intensidade total ( $F$ ) do Rio Grande do Sul para o ano de 1930.

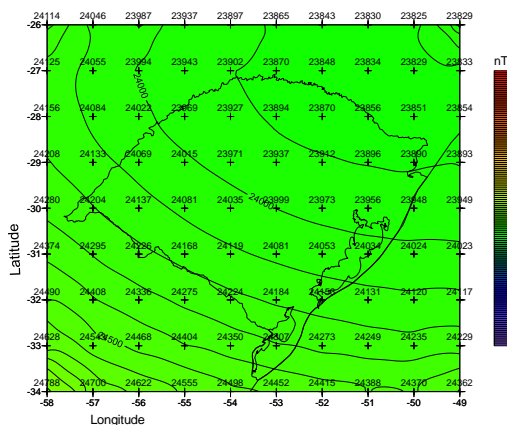


Figura 3 – Mapa de Intensidade total ( $F$ ) do Rio Grande do Sul para o ano de 1970.

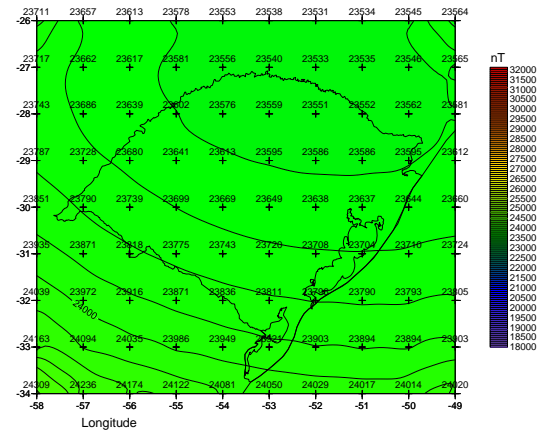


Figura 4 – Mapa de Intensidade total ( $F$ ) do Rio Grande do Sul para o ano de 1980.

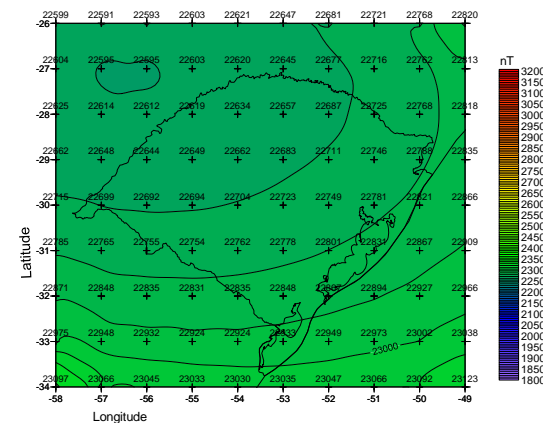


Figura 5 – Mapa de Intensidade total ( $F$ ) do Rio Grande do Sul para o ano de 2010.

De acordo com a Figura 1, a intensidade total ( $F$ ) máxima no RS em 1990 foi de 27569nT na região sul do estado e a  $F$  mínima foi de 26321nT na região nordeste do estado, o que corresponde uma diferença de 1248 nT entre os valores máximo e mínimo observados; A Figura 2 correspondente ao ano de 1930 apresenta uma  $F$  máxima de 26293nT no sul do RS e uma  $F$  mínima de 25452nT na região noroeste do estado o que corresponde a uma diferença de 841nT; no ano de 1970 (Figura 3) observa-se que a  $F$  máxima passou para 24307nT e a  $F$  mínima caiu para 23856nT, correspondendo a uma diferença de 451nT. No ano de 1980 (Figura 4) a  $F$  máxima diminuiu para 23921nT e a mínima diminuiu para 23551nT, correspondendo uma diferença de 370 nT e no ano de 2010 (Figura 5) a  $F$  máxima chegou a 22933nT e a  $F$  mínima passou para 22619nT resultando numa diferença de 314nT.

Claramente é visto que a medida que o centro da SAMA se aproxima do RS a intensidade total, tanto máxima quanto mínima diminui e consequentemente, a diferença entre a  $F$  máxima e mínima diminui com o passar do tempo. A diferença dos valores máximos de  $F$  entre 1900 e 2010 foi de 4636 nT e, a diferença entre os valores mínimos de  $F$  entre 1900 e 2010 foi de 3702 nT.

A magnetometria, aérea ou terrestre, é o método geofísico mais afetado por variações do campo geomagnético. As correções feitas nos dados adquiridos em campo são realizadas em função das variações geomagnéticas de origem interna e externa à Terra, sendo estas afetadas pela SAMA. O RS claramente foi fortemente influenciado pela SAMA no período investigado (1900-2010). Neste período, muitos levantamentos magnetométricos visando principalmente a prospecção mineral foram realizados. Entretanto, os resultados de alguns destes levantamentos podem ter sido afetados em função da realização incorreta de correções nos dados adquiridos em campo. Geralmente, os procedimentos padrão de correções nos dados magnetométricos não levam em consideração possíveis efeitos relacionados a presença de grandes anomalias magnéticas como a SAMA, o que pode resultar em erros nos resultados obtidos.

A correção que visa eliminar a contribuição do campo geomagnético de origem interna à Terra leva em consideração o valor de  $F$  estimado pelo IGRF para a posição geográfica central da área onde o levantamento magnetométrico é realizado. Considerando que o IGRF é construído a partir da expansão por harmônicos esféricos, cujos coeficientes são obtidos a partir de dados de observatórios e satélites, sendo os primeiros excessos na região influenciada pela SAMA. Os valores de  $F$  estimados pelo IGRF para esta região possuem prováveis erros de significantes amplitudes.

A correção de latitude visa corrigir efeitos da variação do campo geomagnético com a latitude, e, normalmente não é aplicada pois a variação de  $F$  em pequenas áreas geralmente é muito pouco significativa. No entanto, no caso da região do RS, influenciada pela SAMA, variações consideráveis são observadas. A partir da análise dos mapas (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5), verifica-se que a diferença máxima de intensidade a cada grau de latitude, nos anos em questão são relativamente altos sendo de 208 nT para o ano de 1900, 138 nT para o ano de 1930, 100nT para o ano de 1970, 88nT em 1980, e em 2010, uma diferença de até 60 nT.

### **Discussão e Conclusão**

A Anomalia Magnética do Atlântico Sul vem se deslocando para oeste e seu centro atravessou o território Brasileiro em latitudes pouco superiores ao limite norte do estado do Rio Grande do Sul. Por ser uma área de grande interesse para a prospecção mineral, é conveniente estudar os possíveis efeitos da SAMA sobre os resultados de levantamentos magnetométricos realizados no RS.

Os resultados deste trabalho evidenciam variações geomagnéticas espaciais e temporais que podem induzir erros nos resultados de levantamentos magnetométricos. Variações espaciais de  $F$  muito significativas em função da latitude foram verificadas, sugerindo que, em alguns casos a correção magnética de latitude no processamento dos dados magnetométricos não deve

ser descartada. Além disso, o baixo número de observatórios magnéticos na região da SAMA pode levar a estimativas errôneas dos coeficientes de Gauss, e, consequentemente estimativas errôneas dos valores de  $F$  para a região da SAMA. Estes valores de  $F$  podem induzir erros nos resultados da correção do campo interno, produzindo estimativas de anomalia magnética não confiáveis. Adicionalmente, as variações reais de  $F$  em função da latitude também podem ser maiores do que aquelas apresentadas pelo IGRF, considerando que este modelo possa estar apresentando valores não realísticos para a região da SAMA.

Estes efeitos da SAMA sobre os resultados de levantamentos magnéticos podem ser minimizados utilizando-se métodos alternativos de correção do campo interno. Entre estes métodos destaca-se o programa ELEMAG, baseado num modelo de ajuste polinomial desenvolvido e fornecido gratuitamente pelo Observatório Nacional. O ELEMAG calcula os valores de  $F$  a partir de observações realizadas rotineiramente pelo ON no território brasileiro, sendo, portanto baseado num número maior de observações do que o IGRF para o Brasil. Assim, os valores de  $F$  gerados a partir do ELEMAG são mais realísticos para o Brasil, possibilitando correções geomagnéticas mais confiáveis.

### **Agradecimentos**

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul, pelo fornecimento de softwares e estrutura computacional necessários para o desenvolvimento deste trabalho. O agradecimento estende-se também ao Dr. Gelvam André Hartmann pelas discussões relacionadas com a evolução espacial e temporal da Anomalia Magnética do Atlântico Sul.

### **Referências**

- Hartmann, G. A., Pacca, I. G. Time evolution of the South Atlantic Magnetic Anomaly. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 81, p. 243-255, 2009.
- Langel, R. A. The main field. In: Jacobs, John Arthur. *Geomagnetism*, v. 1, p. 249-512, New York: Academic Press, 1987.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. *Applied Geophysics*. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 774 p., 1990.