



Caracterização geofísica do Centro Norte de Minas Gerais

Jadson da Silva Lima¹; Mônica Giannoccaro Von Huelsen¹; *Claudia Domingues Teixeira¹; Alice Louzada da Costa Carvalhêdo¹.

¹ Universidade de Brasília

Copyright 2015, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 3-6, 2015.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This work presents the results of the processing and interpretation of magnetometric and gamma spectrometric geophysical data of the north central region of Minas Gerais that is located in the southeast of Brazil. In the gamma spectrometric analysis was possible to obtain images of K (%), Th (ppm) and U (ppm) channels making it possible the acquisition of the false color ternary images that helped in the delimitation of regions with different gamma spectrometric signature. The final gamma spectrometric map was correlated with the geologic and soil texture maps where we could note a great similarity between them.

In the magnetometric study, through the anomaly magnetic field image was possible to obtain the horizontal derivatives (DX e DY) and the vertical derivative (DZ) to the acquisition of the analytic signal amplitude and analytic signal inclination images. Analyzing these two final images it was possible delimit the area under study in three magnetic domains taking into consideration the magnetic signature, geometry contrast and lineament density. The main features of the region are the presence of a large anomalous body with an elliptic shape and several lineaments.

Introdução

A geofísica é uma das técnicas de investigação da crosta terrestre em superfície e profundidade mais eficiente atualmente e dois importantes métodos que atuam nessa investigação são a magnetometria e a gamaespectrometria. A magnetometria tem como parâmetro físico a susceptibilidade magnética das rochas em subsuperfície. Algumas vantagens desse método é que não há a necessidade de altos investimentos, pode ser adquirido de várias formas (por exemplo, por terra, no ar, satélite ou mar) e seus resultados podem servir para delimitação de áreas para posterior utilização de outros métodos geofísicos com maior poder de resolução. A gamaespectrometria atua fazendo um mapeamento superficial dos radioelementos emitidos pelas rochas que englobam aproximadamente os primeiros 30 cm da crosta terrestre (Geofísica de Exploração), por essa

razão possui uma alta correlação com mapas geológicos, solos e textura dos solos. Esse método é bastante utilizado para um reconhecimento geral da área antes de um do mapeamento geológico.

O principal objetivo do presente trabalho é mostrar os resultados do processamento e interpretação dos dados geofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) da área 13 do Programa de Aerolevanteamento Geofísico de Minas Gerais, um projeto que é fruto da parceria entre a CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais) com a CPRM (Serviço Geológico do Brasil).

Localização

A área de estudo está localizada na região centro norte de Minas Gerais (estado brasileiro localizado no sudeste do país) (Fig. 1) e engloba 32 municípios no total.

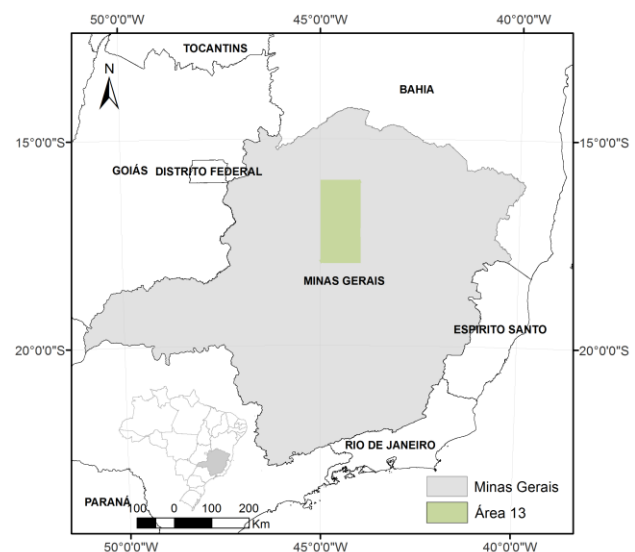


Figura 1 – Mapa da localização da área de estudo (Área 13 do aerolevanteamento).

Com relação à elevação da área de estudo (Fig. 2) temos a presença de uma espécie de chapada ao sul que se caracteriza como sendo a região mais alta. No nordeste temos regiões com altitudes consideráveis e no sudoeste as regiões menos elevadas. O mapa de altitudes tem sua importância na distribuição dos radioelementos (Gamaespectrometria).

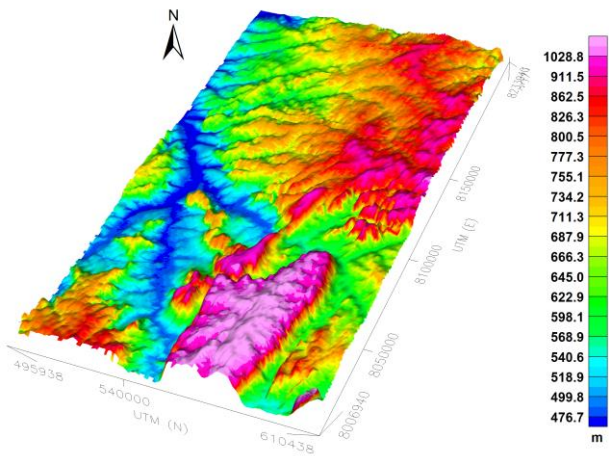


Figura 2 – Imagem do modelo digital de terreno (MDT) da área de estudo.

Geologia e textura dos solos

Uma extensa área da região está inserida na Bacia Sanfranciscana (cobertura fanerozóica do Cráton São Francisco) e parte da Província Mantiqueira ao norte (Fig. 3), ambos definidos por Almeida (1977).

O cráton apresenta-se delimitado pela faixa Brasília a oeste e pelo Orógeno Araçuai a Sul e a Leste e é caracterizado por ser uma unidade geotectônica estável. Na região ele está representado principalmente pelas formações do Grupo Bambuí.

A Província Mantiqueira é resultado da colisão entre o Cráton São Francisco e o Congo e tem como característica principal ser formada por uma faixa de dobramentos. Na área de estudo ela está representada pelo Grupo Macaúbas e as formações Santa Rita, Galho do Miguel e Córrego dos Borges.

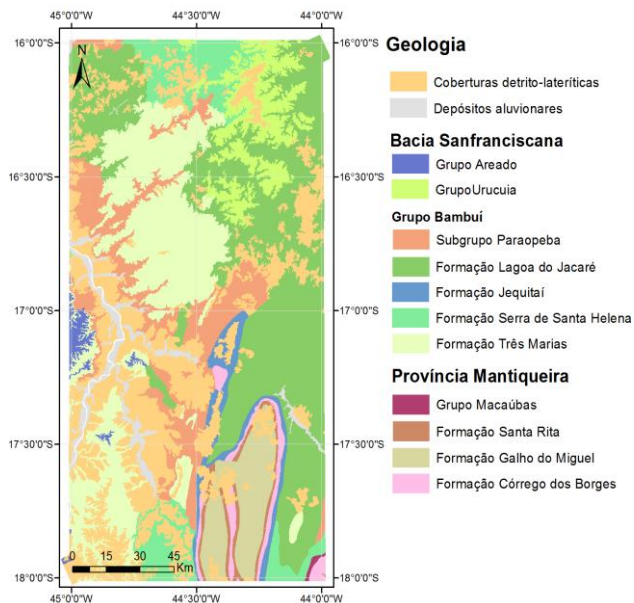


Figura 3 – Mapa geológico simplificado da área de estudo (modificado da CPRM, 2003).

A textura faz referência a parte do solo que é inorgânica, constituída de partículas de tamanhos distintos (Resende *et all.* 1999), para classificar o solo quanto a sua textura temos que saber qual a variação do tamanho de suas partículas (Tab. 1).

Classe Textural	Varição do Diâmetro (mm)
areia grossa	2,0 a 0,2
areia fina	0,2 a 0,05
silte	0,05 a 0,002
argila	< 0,002

Tabela 1 – Variação do diâmetro para cada classe textural de acordo com Resende et al. (1999).

Na presente área de estudo temos que a textura dos solos varia entre arenosa, média, argilosa e muito argilosa (Fig. 4), com predominância de textura média e arenosa (CPRM, 2003). Este mapa possui elevada correlação com o mapa geológico, principalmente as regiões que apresentam cobertura detrito-lateríticas que possuem textura média.

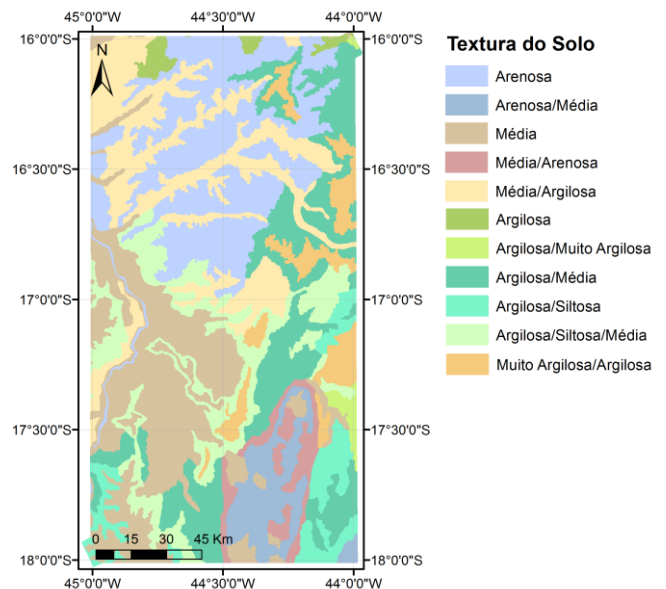


Figura 4 – Mapa simplificado da textura dos solos (modificado da CPRM, 2003).

Metodologia

A área em estudo foi sobrevoada com altura média de voo de 100 m, o avião continha um gamaespectrômetro e um magnetômetro possibilitando, dessa forma, a aquisição de perfis gamaespectrométricos e magnetométricos de alta resolução com linhas de voo e controle espaçadas de 0,5 km e de 10 km orientadas nas direções N25°W e N65°E, respectivamente.

Para o processamento e obtenção das imagens geofísicas foi utilizado o programa Oasis Montaj da Geosoft, versão 8.0. Os produtos foram adquiridos através do método interpolador de curvatura mínima com o tamanho das células de 125 m (1/4 da distância entre as linhas de voo). Este método gera uma superfície suavizada com os valores o mais próximo possível dos valores originais (GEOSOFT™, 2015). Para interpretação e geração dos mapas foi utilizado o programa Arcgis versão 10.2.

Para obtenção dos grids dos canais do K (%), Th (ppm) e do U (ppm) foi preciso realizar a correção das concentrações desses radioelementos para valores encontrados na crosta terrestre, depois foi necessário a utilização de alguns filtros (Butterworth e Hanning) para melhor visualização das anomalias radioativas. A partir desses três canais foram obtidas imagens ternárias RGB e CMY para delimitação dos domínios gamaespectrométricos (Fig. 5) e posterior correlação com os mapas geológico e de textura dos solos.

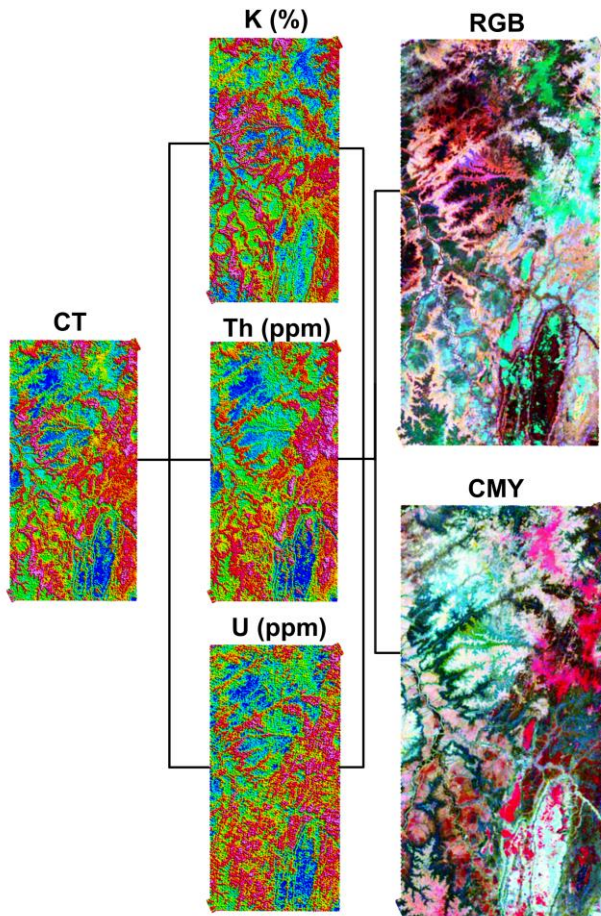


Figura 5 – Fluxograma do processamento gamaespectrométrico com os principais produtos obtidos.

No processamento dos dados magnetométricos foram obtidas as imagens das derivadas horizontais (DY e DX) e vertical (DZ) a partir do campo magnético anômalo, e a partir dessas derivadas a amplitude do sinal analítico (ASA) e a intensidade do sinal analítico (ISA). Em todas as imagens foi necessária a utilização de filtros para tentar amenizar a forte orientação das linhas de voo para melhor observação das fontes magnéticas (Fig. 6).

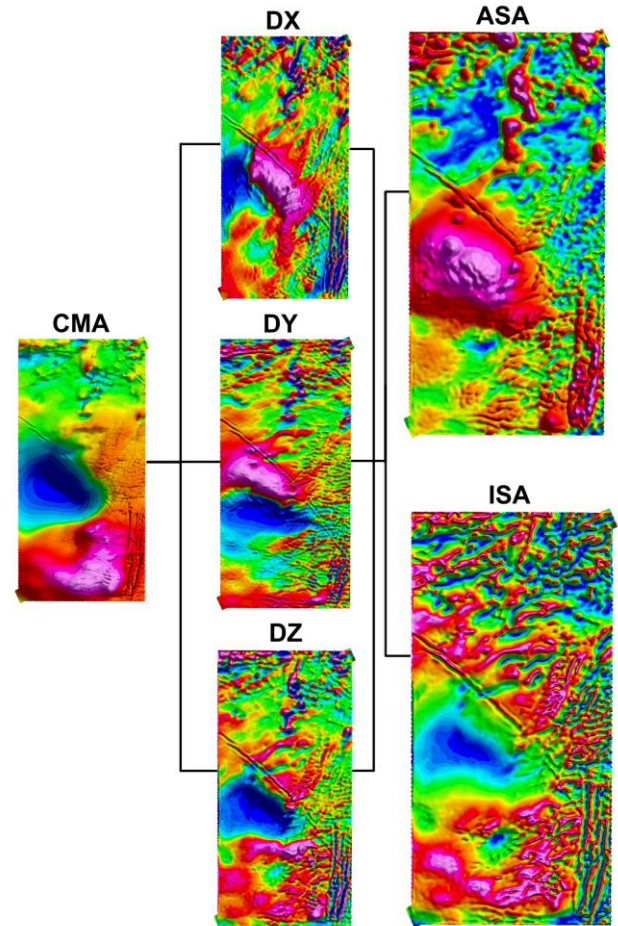


Figura 6 – Fluxograma do processamento magnetométrico com os principais produtos obtidos.

Resultados

Gamaespectrometria

Com ajuda das imagens ternárias RGB e CMY foi possível delimitar a área de estudo em oito assinaturas gamaespectrométricas que foram determinadas com base na concentração dos radioelementos potássio, tório e urânio que varia entre baixa, média e alta (Fig. 7).

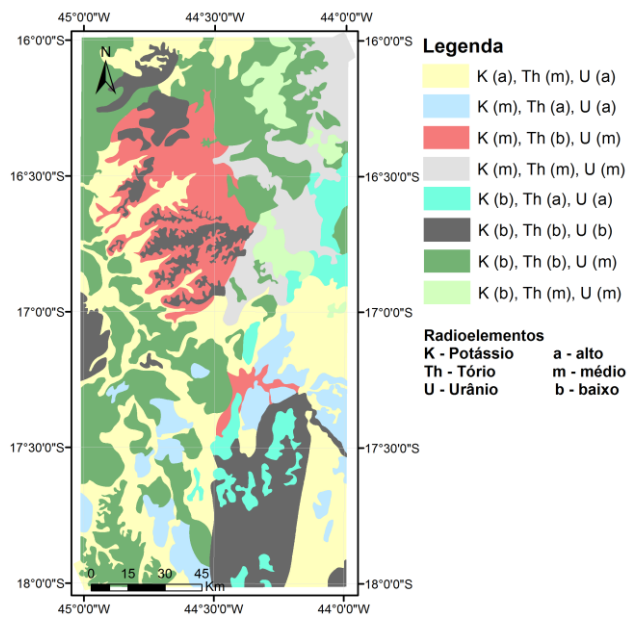


Figura 7 – Mapa da interpretação gamaespectrométrica.

Fazendo a análise do mapa dos domínios gamaespectrométricos com os mapas da geologia e da textura dos solos foi possível observar uma grande correlação entre os mesmos. Em algumas áreas essa semelhança fica bem evidente como, por exemplo, na região onde temos potássio e tório baixos e urânio médio (cor verde escuro) se trata de um lugar que é caracterizado predominantemente pela presença de coberturas detrito-lateríticas de textura média. A porção onde temos teores baixos para os três radioelementos (cor cinza escuro) ao sul é onde encontramos a Formação Galho do Miguel e textura do solo variando entre arenosa e média, mas a possível explicação para essa assinatura gamaespectrométrica pode estar vinculada com a alta altitude do local o que facilita a lixiviação dos radioelementos. Para o restante da área notamos que os radioelementos têm suas maiores concentrações em regiões com textura do solo argilosa ou muito argilosa. Nascimento (2003) já havia concluído que solos argilosos, porosos e com maior conteúdo de matéria orgânica são mais radioativos que os solos arenosos. Becegato (2004) conclui que os solos mais argilosos com uma quantidade alta de matéria orgânica são mais radioativos devido à alta concentração de troca catiônica.

Magnetometria

São várias as fontes de anomalias magnéticas como, por exemplo, falhas contendo minerais magnéticos, diques máficos e corpos mineralizados, entre outros (Gunn & Dentith, 1977).

Para interpretação magnetométrica da área, primeiramente foi realizada a classificação dos valores de amplitude do sinal analítico (ASA) em quatro classes que variam de 0,002 a 0,06 nT/m. Para a obtenção dos principais lineamentos foi utilizado sobretudo a imagem ASA, mas com a ajuda da intensidade do sinal analítico

(ISA) e da derivada vertical (DZ). Logo após foi feita a delimitação, preliminar, dos domínios magnéticos levando em consideração a assinatura magnética, contraste de geometria e densidade de lineamentos obtendo-se desse modo três grandes domínios magnéticos (Fig. 8).

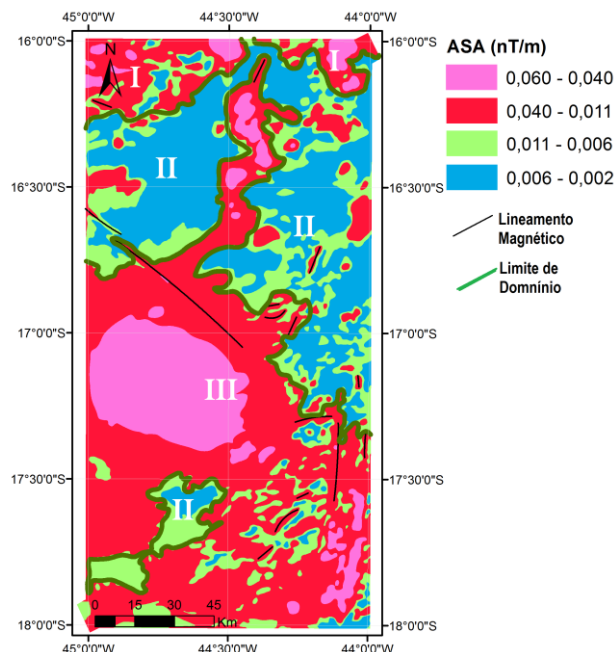


Figura 8 – Mapa da interpretação magnetométrica, com os principais lineamentos magnéticos.

O domínio I é caracterizado por altos valores de amplitude de sinal analítico, apresentando pequenos corpos anômalos arredondados e alguns lineamentos (Fig 6 – Dz e Fig 8). Os valores altos de magnetização não têm correlação direta com a geologia da área ou com a textura dos solos.

O domínio II exibe regiões com baixos valores de amplitude de sinal analítico e alguns lineamentos magnéticos (Fig 6 – Dz e Fig8). Em superfície esse domínio ocorre principalmente nas formações Lagoa do Jacaré e Três Marias do Grupo Bambuí. No geral as rochas dessas formações apresentam minerais que possuem baixa susceptibilidade magnética.

O domínio III tem como características marcantes um grande corpo anômalo de formato elíptico com aproximadamente 60 km de comprimento do seu eixo maior e um longo lineamento magnético orientado na direção NW medindo aproximadamente 50 km, aparentemente sem interrupção; ele segue a sudeste sendo interrompido por outros lineamentos (Dz e ISA). O restante da área (a sudeste) apresenta anomalias de tamanhos variados e lineamentos principalmente com orientação NS. Foi utilizada a deconvolução de Euler para estimativas da profundidade do grande corpo magnético desse domínio e podemos concluir que o mesmo começa à aproximadamente 200 m e chega a atingir milhares de metros de profundidade (Fig. 9).

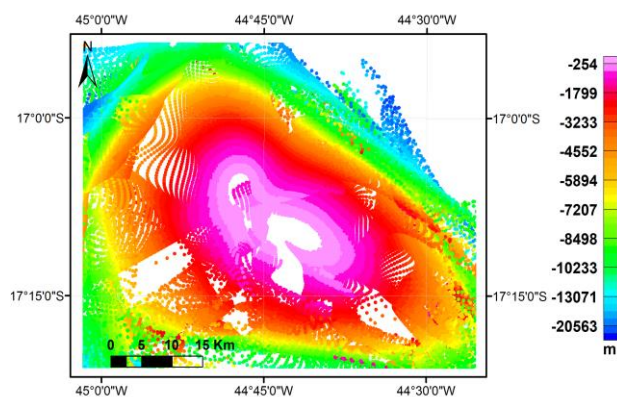


Figura 9 – Mapa com os resultados da deconvolução de Euler para o índice estrutural 2 (cilindro).

Conclusão

A gamaespectrometria por ser um método superficial possui uma grande correlação com os mapas geológico e da textura do solo. Esse fato pode ser observado em lugares em que temos baixas concentrações para os três radioelementos que são caracterizados por possuírem uma textura de solo média/arenosa; diferentemente dos lugares em que a textura é argilosa onde a concentração é maior (Nascimento 2003, Becegato 2004). Esse fato é de grande importância no reconhecimento inicial da área antes de um estudo mais detalhado e na delimitação de limites mais bem definidos em mapas geológicos e de solos, sem falar em outras aplicações como a identificação de áreas onde o processo de lixiviação é mais atuante quando integrado com outras informações como, por exemplo, as médias de precipitação e a altitude da área estudada.

No estudo magnetométrico da área percebemos que o domínio II foi o que apresentou maior correlação com a geologia. O domínio III apresenta um grande corpo anômalo que pode se tratar de uma intrusão magmática e que atinge milhares de metros de profundidade. Na área existe um grande lineamento magnético NW/SE.

Esta foi uma interpretação preliminar, sendo assim esta pesquisa continuará com a interpretação dos lineamentos magnéticos e de seus domínios, bem como maior detalhamento das profundidades de corpos magnéticos e das estruturas.

Agradecimentos

Agradecemos à Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG) pela liberação dos dados aerogeofísicos utilizados no presente trabalho e ao Observatório Sismológico da UnB. O primeiro autor agradece ao programa PIBIC/CNPQ pela concessão da bolsa de iniciação científica (2014/2015).

Referências

- Almeida, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*. 7: 349-364.
- Becegato V. A. 2004. Integração de dados Multifonte para Determinação do Grau de Concentração dos

Elementos Radioativos (U, Th e K) em Solos Agrícolas Oriundos das Formações Serra Geral e Caiuá no Noroeste do Estado do Paraná. Exame de Qualificação, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Paraná, 48 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, 2003. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>

GEOSOFT 2015. GEOSOFT mapping and processing system. GEOSOFT, Inc., Toronto.

Gunn, P. J; Dentith, M. C. 1997. Magnetic responses associated with mineral deposits. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2): 145-158 p.

Kearey, P., Brooks, M. & HILL, I. (2002) An introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Scientific. Oxford (UK). 262p.

Nascimento C. T. C. 2003. Resistividade Elétrica e Radiação Gama Natural no Estudo de Solos sob Cerrado Nativo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 111 p.

Resende M., Curi N., Rezende S. B. de., Corrêa G. F. 1999. *Pedologia: Base Para Distinção de Ambientes*. Viçosa, NEPUT, Minas Gerais, 3, 338 pp.