



Integração e processamento de dados aeromagnetométricos para a avaliação do contexto geotectônico da região central do Lineamento Az 125°

Loiane Gomes de Moraes Rocha* - loianemoraes@hotmail.com

Augusto César Bittencourt Pires, Adriana Chatack Carmelo e José Oswaldo de Araújo Filho

Universidade de Brasília - Instituto de Geociências

Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV 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.

Resumo

The Lineament Az 125° is the main structural feature in Brazil presenting the most important kimberlite provinces and carbonatite complexes. The study area comprises the central portion of the lineament and covers parts of Tocantins Province, São Francisco Craton and Paraná Basin. The relationships involved in the geotectonic evolution of Lineament Az 125° provided, along its length, mineralizations with significant economic importance. Magnetometry is an essential geophysical method for tectonic studies. The integration and processing of aeromagnetic survey data comprising the study area allowed the generation of a magnetometric model. This model will enable a better understanding of the state of the art of the Lineament Az 125° geotectonic, and their relation to intrusive procedures that led to these important provinces.

Introdução

No Brasil, os complexos alcalino-carbonatíticos e as províncias kimberlíticas ocorrem em zonas arqueadas e falhadas nas bordas das bacias do Paraná e Paranaíba (Almeida, 1986 *in* Biondi, 2003) e do Amazonas (Biondi, 2003), segundo três grandes lineamentos estruturais (Gonzaga & Tompkins, 1991). O mais importante deles apresenta uma direção azimutal geral de 125°, denominado Lineamento Az 125° (Bardet, 1977 *in* Gonzaga & Tompkins, 1991). Na região do Triângulo Mineiro, este é conhecido como Lineamento Alto Paranaíba (Schobbenhaus, 1975 *in* Gonzaga & Tompkins, 1991).

O Lineamento Az 125° ocorre desde o estado de Rondônia até a costa do estado do Rio de Janeiro, aflorando intermitentemente nos estados de Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (Fig. 1). Pereira *et al.* (2008) apresentam o Lineamento 125° como um dos mais significativos metalotectos para a intrusão de diatremas kimberlíticos do Brasil e que representa um conjunto de falhas importantes que serviu como conduto para ascensão do magma kimberlítico. Os litotipos associados são: i) no Estado do Rio de Janeiro: rochas sieníticas e fonolitos; ii) no Triângulo Mineiro: carbonatitos e kimberlitos; e iii) no Estado de Goiás:

corpos ultrabásicos alcalinos e lamprófiros. Os kimberlitos mineralizados estão diretamente relacionados ao Lineamento nas províncias Paranatinga e Aripuanã (Mato Grosso), bem como alguns outros corpos estéreis no Gráben de Pimenta Bueno, no Estado de Rondônia (Gonzaga & Tompkins, 1991).

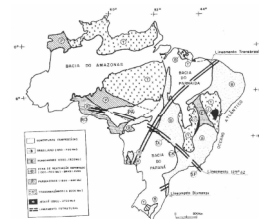


Figura 1 – Mapa do Brasil apresentando os Lineamentos Az 125°, Transbrasiliano e Blumenau (Gonzaga & Tompkins, 1991).

As características dos complexos carbonatíticos expressam notoriamente o regime geológico-tectônico de sua formação separados em dois tipos quanto à morfologia (Lapin *et al.*, 1999): i) Tipo Central: complexos intrusivos caracterizados pela forma arredondada ou oval; ii) Zonas Lineares de Carbonatitos e Fenitos: associados as falhas profundas, podendo ser intrusivos ou extrusivos (Lapin & Ploshko 1988 *in* Lapin *et al.*, 1999). Na área de estudo estão os complexos carbonatitos do Tipo Central. Estes ocorrem em ortoplateformas, tanto nas suas partes centrais como nas marginais, e neles os carbonatitos apresentam-se sob formas de diques e veios anelares ou cônicos, *stocks* e *plugs*, associados a rochas ultrabásicas, ultrabásicas alcalinas, básicas alcalinas e alcalinas (Lapin *et al.*, 1999).

A localização de uma intrusão kimberlítica, em escala regional, é controlada por estruturas profundas, e em escalas quilométricas estas intrusões tendem a se posicionar ao longo de falhas. Muitos kimberlitos tem sido associados a diques de diabásios, falhas regionais e contatos geológicos, indicando que as estruturas de escalas regionais desempenham um papel importante na seleção de alvos magnéticos. Essas estruturas e suas intersecções geram zonas de fraqueza na crosta, fornecendo condutos de menor resistência às intrusões kimberlíticas. Em muitos casos, essas estruturas regionais podem ser facilmente identificadas a partir do comportamento de magnetometria, sendo que os kimberlitos são rochas ultramáficas com susceptibilidades na faixa de 1 a 80 x 10⁻³ SI (Power *et al.*, 2004). O sucesso da magnetometria na discriminação e delimitação dos corpos kimberlíticos baseia-se no

contraste da susceptibilidade destes com o das rochas que os circundam (Smith & Fountain, 1999).

Os métodos geofísicos são ferramentas importantes para a aquisição de informações que auxiliam o entendimento da geologia e acrescentam uma visão tridimensional (Moraes Rocha, 2007). Por praticidade e objetividade, são utilizados métodos que derivam da medição de campos produzidos por fontes naturais e que possam ser medidos a partir de plataformas aerotransportadas, como a aeromagnetometria que se apresenta como um método essencial em estudos geotectônicos.

As relações geotectônicas envolvidas na evolução do Lineamento Az 125° proporcionaram, ao longo de sua extensão, a presença de mineralizações que lhe atribuiu uma significativa importância econômica. Entender, por meio de um modelo magnetométrico, a geotectônica do Lineamento Az 125° e sua relação com os processos intrusivos que deram origem a essas importantes províncias são o principal objetivo deste trabalho.

Área de Estudo

A área de estudo compreende o segmento central do Lineamento Az 125°, envolvendo os estados de Goiás e Minas Gerais. Os dados aerogeofísicos de magnetometria são provenientes dos levantamentos: Áreas 1 e 4 de Goiás e Áreas 1, 7 e 9 de Minas Gerais, totalizando uma área com aproximadamente 198.000 km² (Fig. 2). A região abrange três unidades geológicas: a Província Tocantins, o Cráton São Francisco e a Bacia do Paraná (Fig. 3).

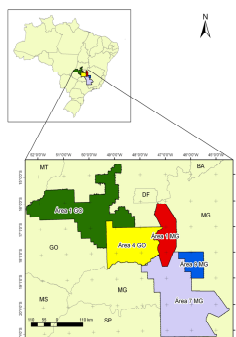


Figura 2 – Mapa da localização dos projetos aerogeofísicos.

A Província Tocantins compõe um sistema de orógenos brasileiros, caracterizados por cinturões de dobras e falhas denominados de Faixa Brasília, Paraguai e Araguaia, resultantes da convergência e colisão de três blocos continentais (Delgado *et al.*, 2003): Cráton Amazonas (a oeste); Cráton São Francisco (a leste) e Cráton Paranapanema (a sudoeste).

O Cráton São Francisco é definido e delimitado como componente da Plataforma Sul-Americana não envolvido na tectogênese brasileira do final do Neoproterozóico. Seu substrato é constituído por um bloco arqueano que foi parcialmente poupado das orogêneses do Proterozóico. Suas coberturas se distribuem em duas grandes feições morfotectônicas: i) Bacia do São Francisco que ocupa quase todo o segmento de orientação meridiana do cráton; e ii) Aulacógeno do

Paramirim que caracteriza uma feição morfotectônica da porção norte do cráton (Alkmim, 2004).



Figura 3 – Mapa das unidades geológicas abrangidas pela área de estudo.

A Bacia do Paraná constitui extensa região sedimentar da América do Sul, abrigo dentro de seus limites, uma sucessão sedimentar-magmática com idades do Neo-Ordoviciano ao Neocretáceo (Milani, 2004). Do Neo-Ordoviciano até o final do Mesozóico, a Bacia do Paraná foi uma unidade autônoma de subsidência e sedimentação-magmatismo, sendo interrompida por movimentos da “Reativação Waldeana” e abertura do Atlântico Sul (Almeida, 1969 *in* Milani, 2004). Entre 450 e 65 Ma, sucessivos episódios de sedimentação alojaram seus depósitos no que viria a ser uma bacia de registro policíclico (Milani, 2004).

O Lineamento Az 125° foi subdividido por Gonzaga & Tompkins (1991) em cinco segmentos (Fig. 1): i) Segmento Brasileiro (SF); ii) Segmento Brasileiro (CK); iii) Segmento Brasileiro (DL); iv) Segmento Parguazense (PA); e v) Segmento Rondoniense (RO). A área de estudo está inserida no Segmento CK onde não ocorrem mineralizações significativas de diamantes nos kimberlitos. Esta característica está de acordo com as idéias gerais sobre kimberlitos mineralizados, onde é mostrado que todas as mineralizações significativas em kimberlitos, como também em lamproítos, estão nos corpos localizados em áreas do mundo na qual o último evento termotectônico ocorreu a mais de 1.500 Ma. (Gonzaga & Tompkins, 1991).

Gonzaga & Tompkins (1991) apresentam o Segmento CK (Fig. 4), entre os municípios de Bambuí e Catalão, como a mais importante feição quanto ao número de corpos associados de kimberlitos e carbonatitos (Cretáceo Superior). Neste segmento ocorreram alguns dos maiores diamantes brasileiros, apesar de não ser um ambiente geotectônico propício a fontes primárias diamantíferas, pois o último evento termotectônico ocorreu durante o Brasileiro (750-450 Ma).

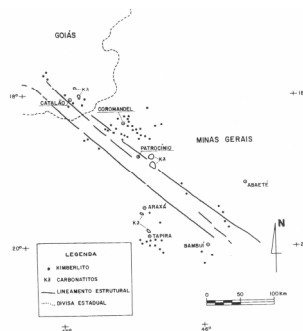


Figura 4 – Mapa do Segmento CK, apresentando kimberlitos e os principais complexos carbonatíticos da Província Kimberlítica Alto Paranaíba, em Minas Gerais e Goiás (Gonzaga & Tompkins, 1991).

Metodologia

Foram utilizados os dados aerogeofísicos de magnetometria dos seguintes levantamentos: Projeto Goiás – Área Arco Magmático de Arenópolis – Sequência Juscelândia (Área 1 - GO), Projeto Faixa Brasília Sul (Área 4 - GO), Projeto Unai, Paracatu, Vazante e Coromandel (Área 1 – MG), Projeto Patos de Minas, Araxá e Divinópolis (Área 7 – MG) e Projeto João Pinheiro, Presidente Olegário e Tiros (Área 9 – MG). Os levantamentos aerogeofísicos de todas as áreas foi realizado pela empresa Lasa Engenharia e Prospecções S.A. Nas áreas 1 e 4 de Goiás o levantamento foi feito a encargo do convênio entre SGM/MTM/MME/SIC/SGM/FUNMINERAL. Foi realizado o levantamento da área 1 de Goiás no ano de 2004, com sobrevôo a 100 m de altitude segundo linhas de produção com direção N-S espaçadas de 500 m e linhas de controle com direção E-W com espaçamento de 5.000 m. Foi coberta uma área de 58.834 km², com 123.272 km lineares de vôo. O levantamento da área 4 de Goiás foi feito no ano de 2005, seguindo os mesmos parâmetros da área 1. A área coberta foi de 33.179 km², totalizando 75.187 km de linhas de vôo. O levantamento aerogeofísico da área 1 de Minas Gerais foi elaborado pela Secretaria de Estado de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais (SEME) no ano de 2000. A área foi dividida em dois blocos: norte e sul. Neste trabalho foi utilizado somente o bloco sul, com cobertura de 8.574 km² através de linhas de produção com direção N30W espaçadas em 250 m e linhas de controle com direção N60E com espaçamento de 2.500 m, e altura de vôo de 100 m. As áreas 7 e 9 de Minas Gerais tiveram levantamento organizado pelo convênio entre SEDE, CODEMIG, MME e CPRM, nos anos de 2006 e 2007, respectivamente. Ambos os levantamentos tiveram linhas de produção espaçadas em 400 m, orientadas na direção N-S e linhas de controle com espaçamento de 8.000 m na direção E-W, com altura de vôo de 100 m. Na área 7 foram recobertos 185.264 km de perfis lineares, perfazendo aproximadamente 71.000 km² de área. A área 9 teve 23.868 km de perfis lineares, cobrindo uma área de 9.211 km². Os dados magnéticos foram registrados em nanotesla (NT) e foram processados através do *software* Oasis MontajTM, versão 7.1.1 (Geosoft, 2009).

Foi realizada a avaliação dos dados quanto à presença de inconsistências e à distribuição espacial das linhas de produção (Blum *et al.*, 2001) para a eliminação de defeitos de posicionamento nos dados relativos à posição nas linhas de vôo e picos (*spikes*) nos dados referentes a ruído durante a aquisição dos mesmos (Maas *et al.*, 2003). Após esta etapa inicial, o canal MAGIGRF foi interpolado em malha regular utilizando-se o método bidirecional (implantado no *software* Oasis Montaj como *bi-grid*), possibilitando a geração do Campo Magnético Anômalo (Fig. 5). O método bidirecional é indicado para a interpolação de dados cujo levantamento geofísico tenha sido realizado em linhas paralelas, pois tendem a realçar as feições perpendiculares às linhas de produção (Parro, 1998). A escolha do método bidirecional também foi motivada pelo fato deste preservar melhor as altas

freqüências do dado. Este procedimento foi realizado separadamente para os bancos de dados das cinco áreas, cujas malhas foram, em seguida, unidas utilizando-se o método *gridknit* (Geosoft, 2009).

A partir da malha do Campo Magnético Anômalo foram obtidas as malhas das suas derivadas horizontais (Dx e Dy) e vertical (Dz – Fig. 6) que possibilitaram a geração da Amplitude do Sinal Analítico (Fig. 7), da Amplitude do Gradiente Horizontal Total (Fig. 8) e da Inclinação do Sinal Analítico (Fig. 9). Também foram gerados mapas com as soluções da equação de Euler (Figs. 10 a 13).

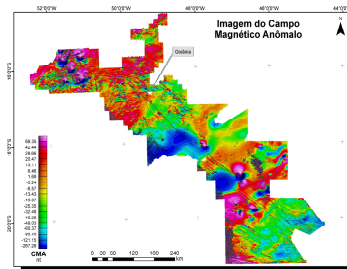


Figura 5 – Imagem do Campo Magnético Anômalo.

O processo de visualização e interpretação dos dados foi desenvolvido em Sistema de Informações Geográficas (SIG) através do *software* ArcGis 9.3 (ESRI, 2008).

Resultados

A imagem do Campo Magnético Anômalo (Fig. 5) mostra um relevo magnético bastante movimentado. Anomalias lineares alongadas segundo a orientação NW-SE estão presentes ao longo deste eixo em toda a área. Assinaturas de anomalias bipolares, com lobo positivo a norte e negativo a sul (característicos de anomalias a baixas latitudes), ocorrem nas porções noroeste e central da região de estudo. As seguintes transformações lineares auxiliaram a análise do Campo Magnético Anômalo:

1) Derivada Vertical (Fig. 6): este produto realça as assinaturas com mais alta freqüência, possibilitando a interpretação de estruturas mais rasas. Nessa imagem destacam-se as anomalias já observadas na imagem do Campo Magnético Anômalo, principalmente o lineamento com orientação NW-SE, o que permite interpretar que estas são provenientes de fontes magnéticas mais rasas.

2) Amplitude do Sinal Analítico (Fig. 7): este produto tem uma função muito interessante no contexto da interpretação magnética, pois representa a quantidade de magnetização independente da direção da magnetização dos corpos e da direção do campo magnético da Terra (Gunn, 1997). Consiste em uma técnica eficiente para a determinação de parâmetros geométricos, como localização de limites geológicos e estruturais (Blum, 1999). Possibilita através da delimitação das bordas do corpo a definição da posição das fontes magnéticas. Salienta as anomalias lineares orientadas segundo o eixo NW-SE, as quais correspondem espacialmente ao Lineamento Az 125°. Também destacam-se assinaturas magnéticas em formatos circular e oval nas partes

noroeste e central da área, que associam-se a corpos intrusivos (carbonatitos e kimberlitos) já mapeados.

3) Amplitude do Gradiente Horizontal Total (Fig. 8): esta transformação possibilita de verificação de grandes variações laterais (Zacchi *et al.*, 2007). Nesta imagem também estão realçados o lineamento com eixo NW-SE e as anomalias circulares, na qual seus limites laterais são melhor detalhados.

4) Inclinação do Sinal Analítico (Fig. 9): este produto possui um padrão textural que auxilia a caracterização de feições lineares (Teixeira *et al.*, 2006). Possibilita um estudo aperfeiçoado da trama e da textura do campo magnético. Na imagem, as assinaturas lineares se mostram mais expressivas, o que facilita a demarcação de unidades e estruturas magnéticas associadas.

Mapas com as soluções da equação de Euler para os índices 1 (diques e soleiras) e 2 (cilindros e *pipes* – Geosoft, 2009) foram gerados a partir do Campo Magnético Anômalo, com o objetivo de realçar as anomalias com esses formatos e estimar as profundidades das fontes magnéticas. A melhor resposta encontrada para as soluções com os índices 1 e 2 foi utilizando-se janela com tamanho 7 e tolerância de 10%. Quanto maior a tolerância e menor a janela, maior é o número de ocorrências calculadas (Teixeira *et al.*, 2006).

Nos mapas de índice estrutural 1 foram realçadas as feições lineares. As maiores profundidades calculadas para este índice foram em torno de 4.200 metros. Conforme observado na figura 10a, as feições lineares magnéticas correspondem principalmente às cores laranja e amarelo, cujas profundidades vão até cerca de 850 m. A partir dessas estimativas, foi gerado o mapa utilizando-se somente as soluções cujas profundidades foram estimadas entre 2 e 850 metros (Fig. 10b).

O mapa de índice estrutural 2 é indicado, principalmente, para a análise das assinaturas cilíndricas, como é o caso dos corpos intrusivos que ocorrem na área. Os resultados foram muito satisfatórios, não só para estas estruturas, mas também para as assinaturas lineares. As maiores profundidades encontradas para este índice foram de aproximadamente 6.300 metros (Fig. 11a). Nas áreas onde foram realçadas as assinaturas dos corpos intrusivos, a estimativa de profundidade foi entre 46 e 1.600 metros (Fig. 11b).

O espectro de potência ponderado radialmente (Fig. 12) reforça as informações fornecidas pelas soluções de Euler. Os sinais significativos prolongam-se até aproximadamente o número de onda crítico $0,9 \text{ km}^{-1}$, sendo dominado por ruídos para os números de onda maiores que este. Este valor representa a maior frequência espacial válida para a amostragem. O número de onda de Nyquist da amostragem é de $1,8 \text{ km}^{-1}$ que corresponde a um comprimento de onda da ordem de 0,5 km. Portanto, só tem expressão as anomalias com assinaturas com dimensões maiores que este valor. O espectro mostra que há, pelo menos, três famílias de fontes magnéticas principais quanto às profundidades em que devem se encontrar. O grupo representativo das

fontes mais profundas tem profundidades em torno de 9 km. O grupo intermediário está situado numa faixa de profundidades médias de 4 km e o grupo das fontes mais rasas está na ordem de 1 km.

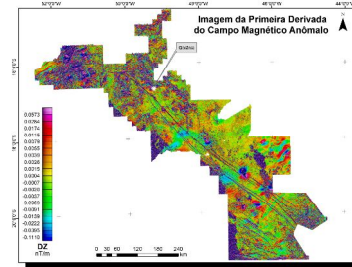


Figura 6 – Imagem da Derivada Vertical.

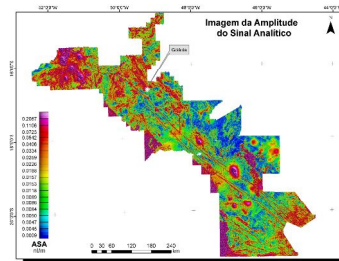


Figura 7 – Imagem da Amplitude do Sinal Analítico.

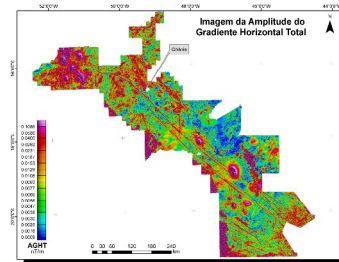


Figura 8 – Imagem da Amplitude do Gradiente Horizontal Total.

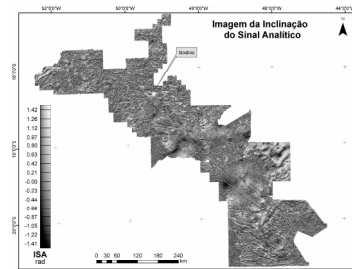


Figura 9 – Imagem da Inclinação do Sinal Analítico.

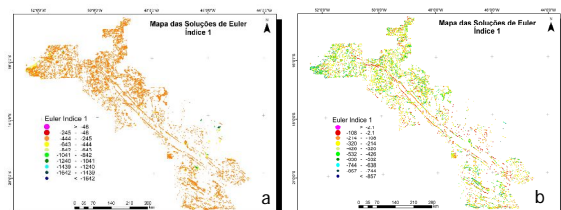


Figura 10a – Mapas das soluções de Euler (índice 1). Figura 10b – Mapa das soluções de Euler (índice 1) para profundidades de até 857 metros.

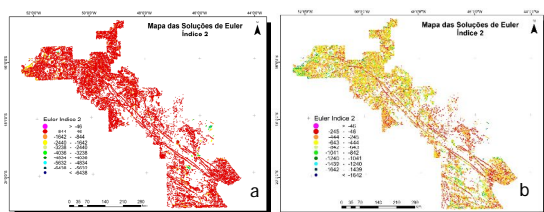


Figura 11a – Mapa das soluções de Euler (índice 2). Figura 11b – Mapa das soluções de Euler (índice 2) para profundidades de até 1.642 metros.

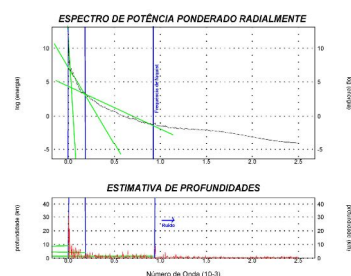


Figura 12 – Espectro de potência ponderado radialmente.

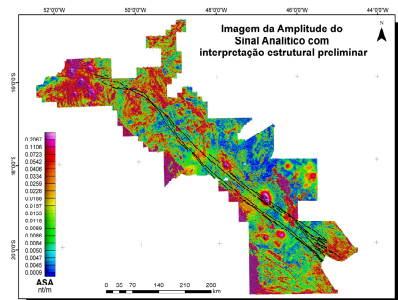


Figura 13 – Imagem da Amplitude do Sinal Analítico com interpretação estrutural preliminar, onde se nota preponderante lineamento magnético quase retilíneo de direção NW-SE.

A integração e análise das imagens de magnetometria propiciaram a interpretação de lineamentos magnéticos regionais na área de estudo (Fig. 13). Esses lineamentos são quase retilíneos e apresentam direção NW-SE.

Discussão

Há uma forte correlação entre traços de plumas e ocorrências de kimberlitos, mellilitos, rochas de afinidades kamafugíticas e carbonatitos (Bell, 2001). Isso parece ser o que também ocorre ao longo do lineamento Az 125° no Brasil.

Mais de 30 dos 42 pontos quentes conhecidos na atualidade estão em atividade (Sleep, 1990), enquanto o registro geológico contabiliza pelo menos 200 plumas potenciais nos últimos 3,5Ga (Ernst & Buchan, 2001). Porém, nem todas as plumas e pontos quentes tem associação com kimberlitos-carbonatitos-lamproitos e rochas afins (KCL). A ocorrência de derrames basálticos e de gigantescos diques anelares podem também ser um sinal de que atividades de plumas encontram o substrato continental, com fusão nas cúpulas destas plumas. Derrames volumosos de basaltos contaminados por rochas crustais estão presentes na Bacia do Paraná, Brasil; Etendeka, NW da Namíbia; Keweenawan, Canada; Decan, Índia e Sibéria, Rússia.

No entanto, a retlineidade das ocorrências das associações de KCL fortemente sugerem que um traço de ponto-quente ocorreu, em contraste com a gigantesca produção de derrames basaltos e.g. tipo Paraná-Etendeka.

O lineamento Az 125° é o traço de um ponto quente com elevação local retilínea seqüenciada de rochas mantélicas em geral contaminadas do tipo EMI (Enriched Mantle I). A correlação mais detalhada com o traço de um ponto-quente, considerado o de Trindade, que se iniciou há cerca de 120Ma (Crough *et al.*, 1980) se faz mister. Os métodos geofísicos propostos aplicados ao estudo do segmento central do Lineamento Az 125°, que cruza regiões geotectônicas distintas - Província Tocantins, Cráton São Francisco e Lineamentos Transbrasilianos (Araújo Filho *et al.*, 2010) - certamente trarão nova luz a esta pesquisa em andamento.

Conclusões

O processamento dos dados aeromagnéticos proporcionou a geração de diversos produtos geofísicos. A integração e análise desses sob a forma de imagens permitiu o estudo e a interpretação do contexto geotectônico da área de estudo, possibilitando a criação de um modelo magnetométrico.

Regionalmente, foram traçados lineamentos magnéticos quase retilíneos com direção NW-SE, os quais correspondem ao Lineamento Az 125°. Assinaturas magnéticas com formatos circular e oval são observadas ao longo desses lineamentos e associam-se aos corpos intrusivos já mapeados na região.

O espectro de potência ponderado radialmente e os dados das soluções de Euler forneceram informações significativas, e mostraram que as famílias das fontes magnéticas mais profundas estão a cerca de 9 km de profundidade.

Agradecimentos

À SIC/SGM-GO e CPRM e à SEME/CODEMIG pela cessão dos dados aerogeofísicos das Áreas 1 e 4 de Goiás e das Áreas 1, 7 e 9 de Minas Gerais, respectivamente. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de doutorado da primeira autora.

Referências

- Alkmim, F. F., 2004. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. D. R., Brito-Neves, B. B. (orgs.), Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.
- Almeida, F. F. M., 1969. Diferenciação da plataforma brasileira. In: Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Anais 23. p. 29-46.
- Almeida, F. F. M., 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. Rev. Bras. Geoc., 16(4): 325 - 349.

- Araújo Filho, J. O. de., Carmelo, A. C. & de Carvalho, D. O., 2010. A state of the art overview of the Transbrasiliano Lineaments, Central Brazil, based on integrated structural geology, aerogeophysics and remote sensing data: T21-02. Meeting of the Americas, AGU, Foz do Iguaçu, Brazil
- Bardet, M. G., 1977. Géologie du diamante. Troisième partie: Gisements de de diamants d'Asie, d'Amérique, d'Europe et d'Australasie. Mémoires du Bur. Recherches Geol. Min., 83. 169 p.
- Bell, K., 2001. Carbonatites: Relationships to Mantle-plume activity. In: Ernst, R. E. & Buchan, K. L., (eds.), Mantle Plumes: Their Identification Through Time. Special Paper, 352, Geological Society of America.
- Biondi, J. C., 2003. Processos Metalogenéticos e Depósitos Minerais Brasileiros. 528p.
- Blum M. L. B., 1999. Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Brasília, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 229p.
- Blum, M. L. B., Silva, A. M., Jost, H. Meneses, P. R., Fuck, R. A., Brod, J. A., Teixeira, A. A., Silva, A. A.C., Spigolon, A. L. D., Maas, M. V. R., Souza, M. M., Macedo Júnior, P., Lima, B. E. M., & Campos, M. O., 2001. Aplicação de dados aerogeofísicos no mapeamento geológico do limite entre os terrenos arqueanos e proterozóicos da região de Crixás-Cedrolina, Goiás. Rev. Bras. Geoc., 31(3): 279-286.
- Crough, S. T., Morgan, W. G. & Hargraves, R. B., 1980. Kimberlites and their relation to mantle hotspots. Earth & Planetary Science Letters, 50, 260-274.
- Delgado, J. D. S., Silva, L. C., Silveira Filho, N. C., Santos, R.A., Pedreira, A. J., Guimarães, J. T., Angelim, L. A. A., Vasconcelos, A. M., Gomes, I. P., Lacerda Filho, J. V., Valente, C. R., Perrotta, M. M., Heineck, C. A., 2003. Geotectônica do Escudo Atlântico. In: Bizzi, L. A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R. M., Gonçalves, J. H. (orgs.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: Texto, Mapas e SIG. CPRM. Brasília. Cap. 5, 227-234p.
- Ernst, R. E. & Buchan, K. L., 2001. Mantle Plumes: Their Identification Through Time. Special Paper, 352, Geological Society of America.
- ESRI, 2008. ArcGis 9.3. ESRI, Environmental Systems Research Institute, Inc. United States.
- Geosoft, 2009. Oasis Montaj™ 7.1.1. Geosoft Inc., Toronto, Canada.
- Gonzaga, G. M. & Tompkins, L. A., 1991. Geologia do diamante. In: Schobbenhaus, C., Queiroz, E. T. & Coelho, C. E. S. Principais depósitos minerais do Brasil. Volume IV, Parte A. 53-116.
- Gunn, P. J., 1997. Quantitative methods for interpreting aeromagnetic data: a subjective review. AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2): 105-113.
- Lapin, A. V. & Ploshko, V. V., 1988. Tipos morfológico-formacionais e regimes geológico-tectônico de formação de carbonatitos. Izv. Akad. Nauk. SSSR. Ser. Geol, 1:66-73 (em russo).
- Lapin, A. V., Anuch, W. & Ploshko, V. V., 1999. Carbonatitos lineares de cinturões móveis: uma síntese. Rev. Bras. Geoc., 29(4): 483-490.
- Maas, M. V. R., Oliveira, C. G., Pires, A.C.B., Moraes, R. A. V., 2003. Aplicação da geofísica aérea na exploração mineral e mapeamento geológico do setor sudoeste do cinturão cuprífero Orós-Jaguaribe. Rev. Bras. Geoc., 33(3): 279-288.
- Milani, E.J., 2004. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. D. R., Brito-Neves, B. B. (orgs.), Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.
- Moraes Rocha, L. G. de, 2007. Processamento, interpretação e integração dos dados aerogeofísicos do Projeto Rio do Sangue – MT, aplicados ao mapeamento geológico e à prospecção mineral. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 158p.
- Parro, P. S., 1998. Magnetometria e Gamaespectrometria Aerotransportadas na Interpretação Geológico-Estrutural da Região dos Rios Juruena e Teles Pires – MT. Brasília, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 60p.
- Pereira, R. M., Roza, T., Castro, C., Neumann, R., Brot, P., Karfunkel, J. & Sgarbi, G. N., 2008. Dispersão da picroilmunita: estudo de caso aplicado ao kimberlito Cancã, Ilícinea, Minas Gerais. Geociências, 27(1): 79-86. UNESP.
- Power, M., Belcourt, G. & Rockel, E., 2004. Geophysical methods for kimberlite exploration in northern Canada. The Leading Edge, 23(11): 1124-1129.
- Sleep, N. H., 1990. Hot spot and mantle plums: some phenomenology. Journal of Geophysical Research, 95(B5), 6715-6736.
- Smith, R. S. & Fountain, D. K., 1999. Geophysics an diamond exploration – a review. Fugroairborne. Presented at Irish Association of Economic Geology Week-end Course.
- Schobbenhaus, C., Oguino, K., Ribeiro, C. L., Oliva, L.A., Takanohashi, J. T., 1975. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. DNPM-DGM, Brasília, Folha SE-22, Goiânia.
- Teixeira, A. A., Silva, A. M., Pires, A. C.B., Moraes, R. A. V. & Souza Filho, C. R., 2006. Integração e análise de dados aerogeofísicos por meio da aplicação de técnicas de processamento digital de imagens e classificação não supervisionada: o exemplo do Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG. Rev. Bras. Geof., 24(4): 559-572.
- Zacchi, E. N. P., Silva, Adalene. M., Toledo, C. L. B. & Souza Filho, C. R., 2007. As três anomalias elípticas da porção sul do Cráton São Francisco: novos alvos para a mineralização de grafita? Rev. Bras. Geof., 25(4): 421-431.