



Interpretação dos dados gamaespectrométricos do Bloco 1, PGBC, Goiás.

Roberto Alexandre Vitória de Moraes (*), Augusto César Bittencourt Pires, Evandro Machado da Cunha Filho, Luciano Costa Gonçalves; HGeo-Tecnologia em Geociências Ltda. e Luiz Flávio Antunes de Melo, Companhia Mineira de Metais.

Copyright 2004, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no I Simpósio Regional da Sociedade Brasileira de Geofísica, São Paulo, 26-28 de setembro de 2004. Seu conteúdo foi revisado pela Comissão Técnico-Científica 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

Mostram-se aqui alguns dos resultados do processamento de dados gamaespectrométricos realizado pela HGeo e pertencentes ao Bloco 1 do Projeto Geofísico Brasil-Canadá (1975/76). Integrou um trabalho bem mais completo focado na integração de seus resultados aqueles obtidos a partir de dados magnetométricos, geoquímicos e geológicos, com vistas à modelagem de favorabilidade para mineralizações de interesse da Companhia Mineira de Metais. Representou o processamento, apresentação, interpretação de 81.000 km de perfis distribuídos sobre uma área de 118.600 km². A interpretação feita possibilitou lançar alguma luz sobre a complexa variação litológica desta região e da distribuição destes litotipos na área do projeto.

Introdução

O uso de dados gamaespectrométricos no mapeamento geológico tem permitido obter informações sobre unidades litológicas aflorantes, fato importante quando se tenta entender a complexa distribuição dos litotipos causadores das assinaturas gamaespectrométricas de uma determinada área. Infelizmente, estas são afetadas pela presença de umidade, solos e outras coberturas, o que dificulta e por vezes impede seu uso no mapeamento geológico pretendido. O relevo presente é outro complicador, pois os produtos do intemperismo das partes mais altas podem contaminar indicações nas partes mais baixas. Todavia, tendo-se o cuidado de ponderar devidamente estes efeitos, a gamaespectrometria permite uma interpretação de forma sistemática e contínua de assinaturas que possibilitam um melhor discernimento sobre a geologia da área por ela coberta.

A HGeo Tecnologia em Geociências tem procurado aplicar técnicas de processamento, apresentação, interpretação e integração em dados de geofísica, com ênfase no mapeamento geológico. Isto inclui, uma série de processos e procedimentos objetivando a obtenção da melhor imagem possível dos diversos campos geofísicos (micronivelamento e decorrução, ver exemplo no final do artigo), suas interpretações qualitativa e quantitativa e suas integrações às demais informações disponíveis. No caso da interpretação gamaespectrométrica, têm-se

usado processos de análise numérica e estocástica no fito de melhor entender distribuições e a inter-relações entre os elementos medidos.

O trabalho em foco fez parte de um procedimento bem mais amplo objetivando a integração da gamaespectrometria aos resultados da magnetometria, da geoquímica e da geologia com o objetivo da modelagem de favorabilidade quanto à ocorrência de jazimentos minerais. Foram conduzidos para a Companhia Mineira de Metais (CMM), com o propósito de verificar o que este método pode representar na indicação de alvos propícios à ocorrência das mineralizações procuradas.

A área estudada (Figura 1) é conhecida como Bloco 1 do Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC).

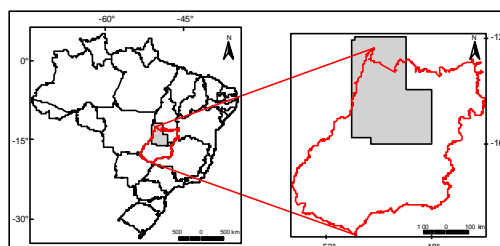


Figura 1 – Localização da área estudada, compreendendo o norte do Estado de Goiás, sudoeste de Tocantins e oeste do Mato Grosso.

Abrange parte da Província Estrutural Tocantins que inclui terrenos com idades que vão do Arqueanos ao Neoproterozóico, além de unidades fanerozóicas.

Esta província foi distinguida por Almeida (1977, 1981) e Almeida *et al.* (1981) como a região situada entre os crátons do São Francisco a leste e Amazônico a oeste e limitada ao norte pela bacia do Parnaíba e ao sul, pela do Paraná. É composta por faixas dobradas consolidadas no Ciclo Brasileiro (450 ~ 750 Ma) e por um maciço com idades superiores a 2,6 Ga. As faixas dobradas compõem essencialmente de rochas supracrustais e, eventualmente, por intrusões graníticas. O maciço é composto de ortognaisses, *greenstone belts*, granulitos, complexos máfico-ultramáficos metamorfizados e seqüências meta-vulcanossedimentares.

São reconhecidas três unidades geotectônicas em suas porções central e norte, representadas pelos Maciço de Goiás e Arco Magmático, pela Faixa Brasília e pela Faixa Paraguai-Araguaia.

Metodologia

Os dados geofísicos usados foram adquiridos entre 1975/76 dentro do Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC) e compreendem 81.000 km de perfis espaçados de 2 km (com detalhamentos locais para 1 km), distribuídos numa área com 118.600 km². Os dados foram obtidos a altura nominal (*drape flight*) de 150 m controlada por radar-altímetro. A navegação foi visual com a recuperação das trajetórias voadas por filmes de câmera de rastreamento. Foi usado gamaespectrômetro diferencial acoplado a cristais detectores de NaI(Tl) com 1.024 pol³. As medições estiveram espaçadas de 1 s (~70 m; Carmo, 1978).

Processamento

Foram seguidas quatro etapas. A **primeira** referiu-se a um controle de qualidade dos dados (eliminação de *spikes*). A **segunda**, à geração das interpolações em malhas regulares. O melhor resultado aqui foi obtido com splines bi-cúbicas (BiGridTM). A **terceira** tratou da correção das muitas imperfeições notadas (desnívelamentos), objetivando homogeneizar a representação espacial dos dados interpolados. Foram usadas técnicas de micronivelamento (Minty, 1991) e de decorrugação (Geosoft, 1996). A **quarta** etapa consistiu na junção das duas malhas referentes aos dois aerolevantamentos numa representação única (o regional com 2 km de separação e o detalhe, com 1 km).

O processamento constou da geração de temas usados na interpretação, compreendendo as imagens dos canais do potássio, do urânio, do tório e da contagem total, todos em unidades relativas (cps); das composições coloridas RGB(K:U:Th), CMY(K:U:Th); das razões (U/Th, U/K e Th/K). Análises de modelos e classificação estatística (média K, entre outras) também ajudaram a entender melhor as assinaturas individualizadas. Estes temas permitiram a elaboração do mapa de interpretação dos domínios gamaespectrométricos.

Interpretação

A metodologia utilizada envolveu basicamente:

- (i) comparação da imagem correspondente a cada canal discriminado (K, U, e Th) com a topografia para estudar a influência do relevo (baseado em imagens do satélite SR TM) sobre estes dados;
- (ii) análise do canal da contagem total para a definição de grandes domínios gamaespectrométricos, bem como a análise da contribuição relativa de cada um dos outros canais;
- (iii) uso das composições em falsa cor RGB e CMY e os canais de K, Th e U, no estudo espacial para definir unidades e/ou domínios com assinaturas gamaespectrométricas semelhantes;

- (iv) uso das razões U/Th, Th/K e U/K na análise da sua correlação com os diversos domínios gamaespectrométricos e com as regiões onde estão mapeadas as mineralizações na região;
- (v) classificação destes temas na elaboração do mapa interpretativo dos domínios gamaespectrométricos (Figura 3).

Na utilização das imagens ternárias, a análise foi baseada na cor final resultante das combinações de cores nas imagens componentes, cor final esta que reflete diretamente os teores de K, U, e Th em cada porção da área ou unidade interpretada. Assim a cor final para uma região com altos teores simultâneos para K, U e Th, numa composição RGB (K:Th:U), mostra-se branca e inversamente outra com baixos teores, apresenta-se com a cor final negra. Esta assinatura composta final é de grande utilidade no discernimento do provável tipo litológico que a produziu (Figura 2, Blum, 1999).

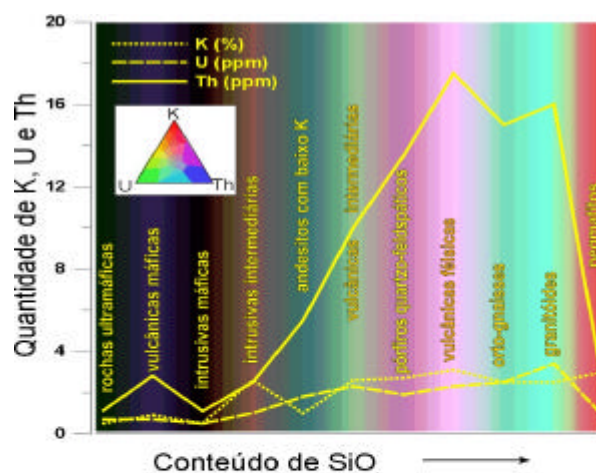


Figura 2 – Variação pela média do conteúdo de K, U, e Th para algumas rochas com o acréscimo de SiO₂ (Blum, 1999)

A interpretação qualitativa conjunta de todas as imagens gamaespectrométricas geradas para o projeto foi efetuada em ambiente SIG. A técnica que serviu de base foi desenvolvida originalmente com o objetivo de classificar polígonos delineados pela interpretação visual de imagens georreferenciadas, como em fotografias aéreas, imagens TM, e outras. Permite elaborar esquemas de classificação eficientes e delinear rapidamente as características dos polígonos/áreas de interesse. Por se tratar de procedimento que pode ser facilmente criado e modificado, pode ser utilizado com vantagens no mapeamento. Baseado nestas premissas foi implementada metodologia de classificação para a interpretação visual de imagens gamaespectrométricas levando em conta a variação dos teores de potássio, urânio e tório, divididos em três categorias, cada qual deles (K, U e Th), em baixo (1), médio (2) e alto (3).

Nos canais individuais o teor de K, U, Th foi analisado com base na imagem em falsa cor. Nestas, baixos teores são identificados pela cor azul e os altos, pela cor magenta. Os demais intermediários estão definidos nas suas respectivas escala de cor.

Com base nesta metodologia foram definidas 27 (vinte e sete) unidades gamaespectrométricas para a região em estudo (Figura 3), em função das características de cada unidade, relativamente aos seus conteúdos de K, Th e U (Tabela 1).

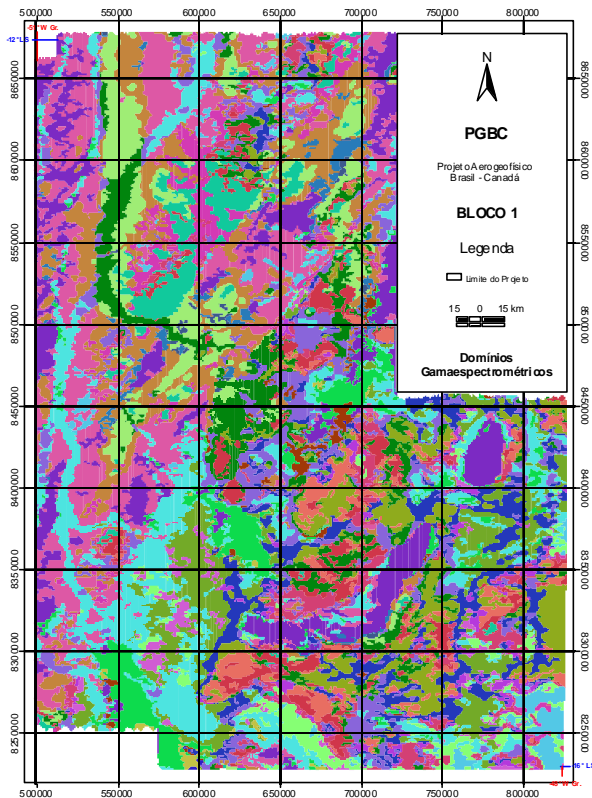


Figura 3 – Mapa das Unidades Gamaespectrométricas interpretadas.

Domínios Gamaespectrométricos	
1 - K1 / Th1 / U1	
10 - K2 / Th1 / U1	
11 - K2 / Th1 / U2	
12 - K2 / Th1 / U3	
13 - K2 / Th2 / U1	
14 - K2 / Th2 / U2	
15 - K2 / Th2 / U3	
16 - K2 / Th3 / U1	
17 - K2 / Th3 / U2	
18 - K2 / Th3 / U3	
19 - K3 / Th1 / U1	
2 - K1 / Th1 / U2	
20 - K3 / Th1 / U2	
21 - K3 / Th1 / U3	
22 - K3 / Th2 / U1	
23 - K3 / Th2 / U2	
24 - K3 / Th2 / U3	
25 - K3 / Th3 / U1	
26 - K3 / Th3 / U2	
27 - K3 / Th3 / U3	
3 - K1 / Th1 / U3	
4 - K1 / Th2 / U1	
5 - K1 / Th2 / U2	
6 - K1 / Th2 / U3	
7 - K1 / Th3 / U1	
8 - K1 / Th3 / U2	
9 - K1 / Th3 / U3	

Tabela 1 – Legenda com as composições gamaespectrométricas relativas aos domínios interpretados

As unidades radiométricas quando comparadas à base de dados geológicos, utilizada neste trabalho (SIG - GO), mostrou uma correlação espacial compatível com as grandes unidades geológicas da Província Tocantins. A diversidade dos domínios gamaespectrométricos resultantes da interpretação refletiu a grande variação de unidades litológicas dentro daquelas assinaladas na área do Bloco 1.

Os Complexos Máfico-Ultramáficos de Niquelândia e Barro Alto, além dos *greenstones* de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás, Hidrolina e Goiás apresentaram respostas radiométricas semelhantes, com baixos teores mostrados nas respostas para os três canais individuais (K, Th e U) e o canal da contagem total.

Em contraste com as respostas obtidas para as rochas máfica-ultramáficas, os complexos granito-gnáissicos apresenta um comportamento inverso, com altos valores de contagem para os canais radiométricos.

As rochas metassedimentares dos Grupos Paranoá, Serra da Mesa, Canastra e Araxá foram caracterizadas por elevadas respostas nos canais de potássio e tório e depleção no canal de urânio. Na região do Distrito Federal, as rochas do Grupo Paranoá mostraram um padrão distinto ao descrito acima, com valores baixos de contagem para tório.

Sumário e Conclusões

A interpretação de dados gamaespectrométricos do Bloco 1 do PGBC mostrou a possibilidade de mapeamento de assinaturas e feições que completam o conhecimento da geologia da região estudada. Suas pertinências às unidades lito-estratigráficas estabelecidas necessitam de maior apoio da geologia porém, localmente, o quadro delineado mostra-se bem mais detalhado que aquele verificado nos mapas geológicos.

Os produtos radiométricos também marcaram estruturas importantes descritas para a Província Tocantins, como o Lineamento Transbrasileiro NE-SW (Costa *et al.* 1988) e a Sintaxe dos Pirineus (Araújo Filho, 1999). Forneceu elementos estruturais e litológicos à modelagem de favorabilidade.

Referências

- Almeida, F.F.M. de, 1977, O Cráton do São Francisco: Rev. Bras. Geoc., 7, 349-364.
- Almeida, F.F.M. de, 1981, O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco: Bahia (Salvador), SBG, Simpósio Cráton do São Francisco e Faixas Marginais, Anais, 1-9.
- Araújo Filho, J. O., 1999, Structural Characteristics and Tectonic Evolution of The Pirineus Syntaxis, Central Brazil: EUA, University of Illinois at Urbana-Champaign, Tese de Doutorado, 417p.

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: DF (Brasília), UnB, Instituto de Geociências, Tese de Doutorado nº 30.

Carmo, S.D., 1978, Programação e execução do Projeto Geofísico Brasil-Canadá: Pernambuco (Recife), SBG, 5, 30º Congr. Bras. Geol., Anais, 2233-2247.

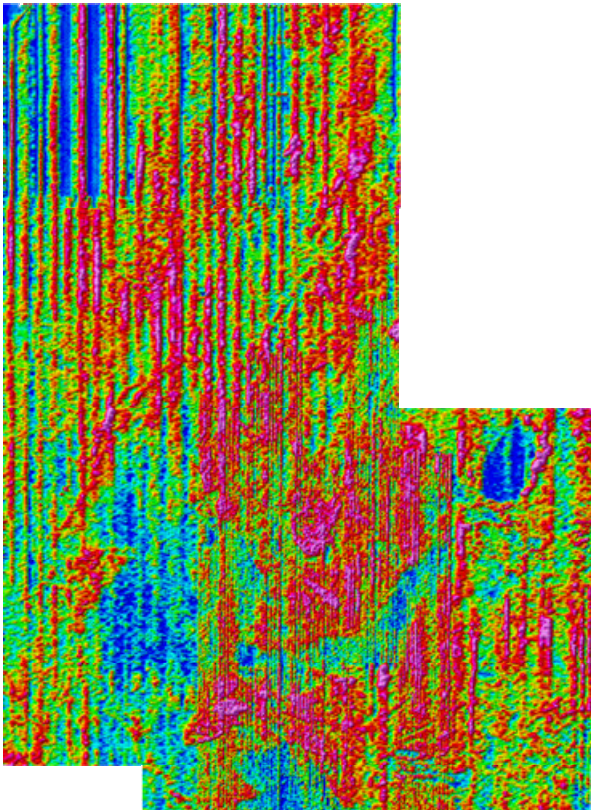
Costa, J. B. S., Hasui, Y., e Haralyi, N. B. E., 1988, A zona de articulação dos blocos Brasília e Araguacema no Centro-Norte de Goiás: Pará (Belém), SBG, 35º Congr. Bras. Geol., Anais, 5, 2197-2207.

GEOSOFT, 1996, MAGMAP 2-D; Frequency domain processing: Canadá, GEOSOFT Inc.

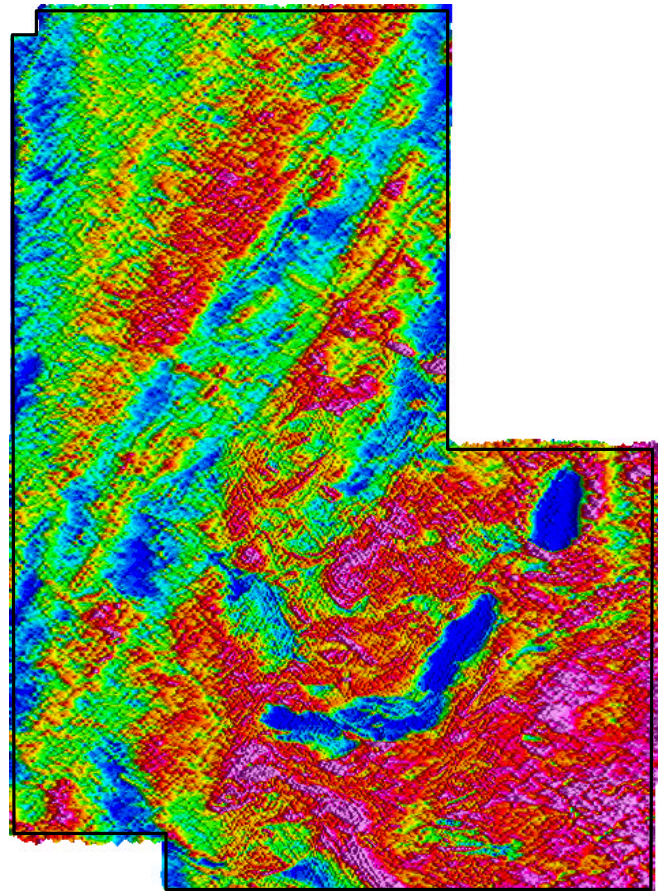
Minty, B. R. S., 1991, Simple micro-levelling for aeromagnetic data: Expl. Geoph., 22, 591-592.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CMM e a HGeo a permissão para a apresentação deste trabalho.



Canal da Contagem radiométrica Total (CT) conforme dados originais.



Canal da Contagem radiométrica Total (CT) após os processos de micronivelamento e decorrução.

