

CONTRASTES GAMAESPECTROMÉTRICOS (K, eTh, eU) DOS COMPLEXOS GRANÍTICOS CUNHAPORANGA E TRÊS CÓRREGOS-PR: ANÁLISE DOS DADOS DO BARMP (*BRAZIL AIRBORNE RADIOMETRIC MAPPING PROJECT*)

Ferreira, F.J.F.¹, Fornazzari Neto, L.², Guimarães, G.B.³, Ulbrich, H.H.G.J.⁴

¹Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada-LPGA, Departamento de Geologia-UFPR, Centro Politécnico, Jardim das Américas, Caixa Postal 19045, Curitba-PR, CEP: 81531-980, e-mail: francisco.ferreira@ufpr.br

²KL Geologia e Meio Ambiente Ltda, Rua Cecílio Toniolo, 50/sala 32, Curitiba-PR, CEP: 80320-160, e-mail: fornazzari@uol.com.br ³Departamento de Geociências-UEPG, Av. Gen. Carlos Cavalcanti, 4748 – Uvaranas, Ponta Grossa – PR, CEP: 84030-900

e-mail: gburigo@ig.com.br

⁴Departamento de Mineralogia e Petrologia-DMP, Instituto de Geociências, IGc-USP, Rua do Lago, 562, Cidade Universitária, São Paulo-SP, CEP: 05508-080, e-mail: hulbrich@usp.br

Palavras-chave: aerogamaespectrometria, complexos graníticos, Cunhaporanga, Três Córregos, BARMP

INTRODUÇÃO

Este trabalho envolveu o processamento e análise de dados aerogamaespectrométricos do Brazil Airborne Radiometric Mapping Project (BARMP), cedidos pela CPRM a UFPR, para a região centro-leste do estado do Paraná, visando avaliar as respostas dos Complexos Graníticos Cunhaporanga (CGC) e Três Córregos (CGTC; Fig. 1), no contexto do Projeto Mapas Gamaespectrométricos do Escudo Paranaense (Ferreira & Fornazzari, 2005) apoiado pela Mineropar. Os dados radiométricos provêm do reprocessamento dos valores originalmente obtidos em contagens por segundo (cps) pelo Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul (CPRM, 1978), sendo que este novo conjunto de dados surgiu como um dos resultados do acordo de cooperação técnica entre a CPRM e instituições canadenses (Misener et al., 1997). Os dados originais foram micronivelados, corrigidos cartograficamente e convertidos para concentrações (% de K, ppm de eU e eTh), com base em procedimentos de retrocalibração (BARMP, 1997). Os parâmetros de conversão, em cps/ppm, foram os seguintes: K = 25,88; eTh = 1,78; eU = 10,07. A extremidade norte do CGC não pôde ser avaliada, pois este trecho não foi contemplado durante a fase de aquisição dos dados aerogeofísicos (Fig. 2).

O contexto geológico regional é dado por um conjunto de litotipos neoproterozóicos gerados ao final do Ciclo Brasiliano e dispostos como domínios alongados na direção N40-50E (Fig. 1): Grupo Itaiacoca (tratado por alguns autores como Faixa Itaiacoca) no centro, ladeado a oeste pelo Complexo Cunhaporanga, em contato intrusivo, e separado tectonicamente a leste pelo Complexo Três Córregos, através de zona de cisalhamento. O Grupo Itaiacoca representa um conjunto de rochas dobradas em condições de baixo grau de metamorfismo, com predomínio de metassedimentitos clásticos e químicos (metarenitos, metadolomitos, metapelitos) sobre rochas metavulcânicas e metasubvulcânicas (Szabó et al., inédito).

O CGC é constituído por unidades ígneas dominantemente graníticas, assim como importantes septos de rochas metamórficas provavelmente correlacionáveis ao Grupo Itaiacoca (*e.g.* "Quartzito



Figura 1. Mapa geológico simplificado dos complexos.

Serra das Pedras"). Os setores ocupados pelas rochas ígneas foram separados por Guimarães (2000) em unidades formais, destacando-se os álcali-feldspato granitos do tipo-A Joaquim Murtinho (no extremo NW do complexo; 19 na Fig. 1) e Serra do Carambeí (SW do complexo; 22 na Fig. 1), além de várias unidades informais nomeadas de "Domínios Petrográficos" (Fig. 1). Os granitóides destes domínios pertencem a linhagens álcali-cálcicas de alto potássio e petrograficamente são principalmente (hornblenda) biotita monzogranitos a granodioritos tanto equigranulares como porfiríticos.

O CGTC é de certa forma similar ao CGC, porém composicionalmente parecem ser mais expressivos granitóides menos evoluídos, assumindo um caráter mais tipicamente cálci-alcalino (Prazeres Filho, 2000). Megaenclaves de xistos, anfibolitos e rochas calcissilicáticas de médio grau de metamorfismo, pertencentes à Formação Água Clara são comuns (Fuck et al., 1967), encontrandose também intrusões pós-tectônicas do tipo-A (Vlach et al., 1990).



Figura 2. Mapa de amostragem (linhas de vôo).

MÉTODOS

Inicialmente foram tomados, em arquivos separados, os dados correspondentes ao CGC (23.155 amostras) e CGTC (27.833 amostras). Conforme a figura 2, foram contempladas apenas as amostras representativas das áreas graníticas dos complexos, desprezando-se aquelas sobre os aluviões do CGC e demais litologias (e.g., quartzitos, xistos, etc.), através do pacote ArcView, do que decorreram as estatísticas básicas (Tab. 1) das variáveis principais (K, eTh, eU), de suas razões (eU/eTh, eTh/K, eU/K) e dos parâmetros Kd e Ud (Pires, 1995) e F=K*eU/eTh (Gnojek & Prichystal, 1985). Em seguida tais dados foram organizados em malhas regulares de 500x500 metros, através do método da curvatura mínima, por meio do aplicativo Geosoft, e exportadas para o ArcView onde foram sobrepostas as molduras geológicas cedidas pela Mineropar e editadas as figuras, no sentido de visualizar os contrastes gamaespectrométricos dos complexos.

Tabela 1. Valores mínimos, médios e máximos de variáveis gamaespectrométricas do *CGC* e do CGTC. K e parâmetro F em porcentagem, eTh e eU em ppm. As demais variáveis são adimensionais.

Variável	Mínimo		Média		Máximo	
	CGC	CGTC	CGC	CGTC	CGC	CGTC
K	0,00	0,01	0,68	1,91	3,96	6,28
eTh	0,00	0,04	15,14	12,10	78,40	82,17
eU	0,00	0,13	2,80	3,20	12,45	11,10
eU/eTh	0,00	0,04	0,19	0,29	2,48	69,75
eTh/K	0,00	0,01	44,64	11,39	3312	1555
eU/K	0,24	0,22	8,13	2,61	618	308,0
Kd	-1,00	-0,99	-0,87	0,25	0,95	456,1
Ud	-0,87	-0,82	0,06	0,12	12,42	262,2
F	0,00	0,00	0,14	0,65	1,34	200,9

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões aqui identificados (principalmente nas Figs. 3, 4 e 5) correlacionam-se de forma consistente aos reconhecidos nos trabalhos deste mesmo grupo, efetuados a partir da discussão de dados em contagens por segundo (Guimarães et al., 2001), em especial no que diz respeito às respostas do CGC, já que o enfoque então esteve voltado para o estudo desta unidade.

Os valores predominantemente baixos de K para o Complexo Cunhaporanga (Tab. 1), especialmente em sua porção central (Fig. 3), estão relacionados ao elevado grau de intemperismo característico desta unidade (Guimarães, 2000). Assim como nos mapas em cps, a região do Granito Serra do Carambeí (22 na Fig. 1), apesar de aflorar em área expressiva na forma de lajes, também não se destaca com valores significativos de K.

O CGTC diferencia-se do CGC na figura 3 por apresentar setores mais extensos com teores elevados de K (Granito São Sebastião, aqui definido como domínio gamaespectrométrico C, além do domínio B), sendo que a divisão sugerida na figura 1 pode ser facilmente reconhecida. Tal divisão, refletida nos valores de K da tabela 1, não se relaciona necessariamente a importantes contrastes geoquímicos, podendo antes indicar um padrão distinto da intensidade de alteração intempérica e/ou de exposição de rochas. No caso dos domínios A e F, alongados paralelamente ao contato tectônico com o Grupo Itaiacoca, é possível pensar em importante modificação da paragênese primária (e.g. conversão de biotita em clorita), vinculada à mobilização de fluidos que se percebe em diversas áreas próximas àquele contato tectônico (Szabó et al., inédito).



Figura 3. Mapa gamaespectrométrico do potássio (K).

Os teores de equivalente em tório (eTh, Fig. 4), relativamente altos na porção central do CGC (região fortemente intemperizada), correspondem a um padrão reconhecido também em levantamentos de campo.



Os baixos valores de K e altos de eTh para o setor são consistentes com o que descrevem Wilford et al. (1997) para regiões da Austrália com história intempérica similar. O destaque é novamente o Granito Serra do Carambeí, facilmente identificável por seus teores elevados de eTh (Fig. 4). Os domínios 1 e 11 concentram algumas das principais áreas em que são encontradas rochas menos evoluídas do CGC, tais como quartzomonzodioritos granodioritos, е dioritos (Guimarães, 2000), podendo ser a causa dos valores um pouco menores de eTh, já que o tório sabidamente concentra-se nas etapas finais do processo de diferenciação das séries magmáticas. No CGTC são os setores C, B, E e F que se salientam por maiores valores para o eTh (Fig. 4). Vale observar nesta figura as diferenças entre os domínios D e E, o que pode refletir contrastes geoquímicos e/ou de alteração intempérica.



Figura 4. Mapa gamaespectrométrico do tório (eTh).

Os padrões de distribuição de valores baixos/altos de eU (Fig. 5) para ambos os complexos são, grosso modo, similares ao que se vê para o eTh. Uma importante diferença está no domínio C do CGTC (Granito São Sebastião), praticamente homogêneo para o eTh e repleto de contrastes para o eU (padrão similar existe no domínio 8 do CGC, o "Granito Ouro Verde" de Guimarães, 2000). O Granito São Sebastião (domínio C), assim como trato significativo do domínio B (Fig. 2), são bem ressaltados no mapa da razão eTh/K (Fig. 6), decorrentes de maiores teores de potássio destes últimos. Finalmente as figuras 7 e 8, representativas respectivamente dos parâmetros F e Kd. destacam com clareza os contrastes entre o CGC e o CGTC, em correspondência a diferenças geoquímicas e/ou de alteração intempérica dos complexos, assim como as similaridades dos domínios C e B. Já no mapa do urânio anômalo (Ud, Fig. 9) se evidenciam valores baixos deste parâmetro nos domínios F, D e E, sobretudo neste último.



Figura 5. Mapa gamaespectrométrico do urânio (eU).



Figura 6. Mapa gamaespectrométrico da razão eTh/K.

CONCLUSÕES

A análise dos dados gamaespectrométricos absolutos confirmou praticamente todas as considerações elaboradas para o CGC, com base nos dados em cps (Guimarães et al., 2001). Os resultados mostraram também o elevado potencial do método em discriminar tratos geofísicos internos do CGTC, o que, no entanto, ainda carece de estudos integrados de maior detalhe, envolvendo investigações de atributos geológicos, geofísicos e geoquímicos, para que se possa averiguar a consistência do zoneamento proposto.







Figura 7. Mapa gamaespectrométrico de F=K*eU/eTh.







Figura 9. Mapa gamaespectrométrico do parâmetro Ud.

AGRADECIMENTOS Os autores agradecem à CPRM pela cessão dos dados aerogeofísicos e à Mineropar pela bolsa de pesquisa (LFN). H.H.G.J. Ulbrich agradece à FAPESP pelo apoio financeiro para trabalhos no Complexo Cunhaporanga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARMP., 1997 Brazil Airbone Radiometric Mapping Project. Paterson, Grant & Watson Limited (PGW), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) and Geological Survey of Canadá (GSC), Rio de Janeiro (arquivo digital).
- CPRM, 1978 Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul, Rio de Janeiro (arquivo digital).
- Ferreira, F.J.F. & Fornazzari Neto, L., 2005. Mapas Gamaespectrométricos do Escudo Paranaense, Convênio Mineropar/Funpar/UFPR (inédito).
- Fuck, R.A.; Marini, O.J.; Trein, E., 1967. Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Paraná. In: Bigarella, J.J.; Salamuni, R.; Pinto, V.M. (eds.) – 1967 – Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 183-219.
- Gnojek, I., & Prichystal, A., 1985. A new zinc mineralization detected by airborne gamma-ray spectrometry in northern Moravia (Czechoslovakia). *Geoexploration*, 23:491-502.
- Guimarães, G.B., 2000. As rochas granitóides do Complexo Granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos. Tese de Doutoramento, inédita, São Paulo, IG-USP, 230 p.
- Guimarães, G.B.; Ferreira, F.J.F.; Ulbrich, H.H.G.J.; Forlin, M., 2001. The Aerogeophysical Project Serra do Mar Sul in the region of the Cunhaporanga Granitic Complex, Paraná, Southern Brazil: analysis of the gamma-ray spectrometric survey. *Rev. Bras. Geofísica*, 19(1): 1-17.
- Misener, D.J.; Sinclair, R.; Mourão, L.M.F., 1997. A new Brazil radiometric database generation and application. In: Congr. Intern. Soc. Bras. Geofísica, 5, São Paulo, 1997. *Expanded Abstracts...* São Paulo, SBGf, vol. 1: 564.
- Pires, A C.B., 1995. Identificação geofísica de áreas de alteração hidrotermal, Crixás-Guarinos, Goiás. *Rev. Bras. Geociências*, 25:61-68.
- Prazeres Filho, H.J., 2000. Litogeoquímica, geocronologia (U-Pb) e geologia isotópica dos Complexos Graníticos Cunhaporanga e Três Córregos, estado do Paraná. Dissertação de Mestrado, inédita, São Paulo, IG-USP, 189p.
- Szabó, G.A.J.; Andrade, F.R.D.; Guimarães, G.B.; Carvalho, F.M.S.; Moya, F.A. As jazidas de talco no contexto da história metamórfica dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca, PR. *Rev. Bras. Geociências*, submetido.
- Vlach, S.R.F.; Janasi, V.A.; Vasconcellos, A.C.B.C., 1990. The Itu belt: associated calc-alkaline and aluminous A-type late Brasiliano granitoids in the states of São Paulo and Paraná, southern Brazil.. In: Congr. Bras. Geologia, 36, Natal, 1990. Anais... Natal, SBG, vol. 4: 1700-1711.
- Wilford, J.R.; Bierwirth, P.N.; Craig, M.A., 1997. Application of airborne gamma-ray spectrometry in soil/regolith mapping and applied geomorphology. *Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2): 201-216.