



## Mapeamento geológico das rochas encaixantes às ocorrências de veios de quartzo aurífero da Seqüência Campestre, por meio da avaliação estatística de dados aerogeofísicos (gamaespectrometria) na Região de São Sepé, RS, Brasil.

Márcio de Souza Soares\*, Jair Carlos Koppe, João Felipe Coimbra Leite Costa, Sílvia Beatriz Alves Rolim UFRGS - Brasil

“Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica.

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society, held in Salvador, Brazil, September 11-14, 2005.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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.”

### Introdução e objetivos

De acordo com o IAEA (2003), a gamaespectrometria é amplamente utilizada no mapeamento geológico, na pesquisa de solos, na exploração mineral e nos estudos de regolitos. Seu uso, como mapeamento, requer um entendimento da geoquímica dos radioelementos nas rochas e nos solos bem como dos processos que afetam sua distribuição e mobilidade. No primeiro momento, deve ser feito um mapeamento das unidades litológicas principais para então, realçar padrões de radioelementos dentro das unidades individuais. Adicionalmente, estudos geoquímicos, petrológicos e mineralógicos das rochas e solos podem corroborar com a interpretação dos estudos gamaespectrométricos da área em estudo.

Dessa forma, efetivou-se um processamento de dados aerogeofísicos gamaespectrométricos, dada a relevância e potencial econômico, com diversas ocorrências de ouro em veios de quartzo com grande potencialidade. O objetivo é de identificar diferenças dentro da seqüência, sejam elas litológicas, ou devido às alterações hidrotermais, metassomáticas ou metamórficas. Por meio da combinação com a geoquímica mineral é possível definir uma área cuja extensão pode ser utilizada como guia prospectivo dos principais depósitos auríferos da região da Seqüência Campestre.

Os dados utilizados nessa pesquisa são oriundos do Projeto Camaquã Área I (Jackson *et al.*, 1973), realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em convênio com a Texas Instruments Inc. Os dados foram posteriormente micronivelados e convertidos de contagens por segundo (cps) para concentrações (%K, eTh e eU) e  $\mu\text{R/h}$  pelo projeto BARMAP (1997). Maiores detalhes sobre esse projeto podem ser encontrados no site da CPRM [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br).

### Localização e geologia da área em estudo

A área de estudo situa-se na região de São Sepé aproximadamente 400 km a oeste de Porto Alegre, na porção central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A região é formada por rochas metavulcanossedimentares da Seqüência Campestre e

por rochas metabásicas da Seqüência Arroio Lajeado, Koppe *et al.* (1990), pertencentes ao Complexo Bossoroca do Bloco São Gabriel do Escudo Sul – rio-grandense. O Bloco São Gabriel (Almeida e Hasui, 1984), posiciona-se na Província Mantiqueira que corresponde ao Sistema Brasileiro Sudeste, estendendo-se desde o Uruguai até a Bahia, com idades do Arqueano ao Eopaleozóico.

Diversas ocorrências auríferas identificadas na área estão inseridas na Seqüência Campestre, tendo por encaixantes principais metatufos. Os litotipos, constituintes dessa seqüência, podem ser agrupados da seguinte forma: rochas vulcanoclásticas, rochas epiclásticas e rochas químicas. A seqüência Arroio Lajeado é composta predominantemente por xistos magnesianos, serpentinitos, metabasaltos, metagabros, metacherts, formações ferríferas bandadas, metatufos e outras rochas metassedimentares, principalmente metargilitos. Essa seqüência faz contato com a Seqüência Campestre por meio de uma falha transcorrente com movimentação dextral associada a uma zona de cavalgamento.

### Procedimentos

Como os dados foram previamente tratados pelo projeto BARMAP 1997, ou seja, pré-processados e processados, os dados foram tratados no ambiente Geosoft<sup>®</sup>, onde se gerou malha regular pelo método de curvatura mínima (Briggs 1974). Após esse procedimento, foi selecionada uma área, que inclui a região do Complexo Bossoroca para salientar a seqüência Campestre, por meio de um polígono desenhado no mapa ternário da região, elaborado também dentro desse ambiente computacional. Esse processo serviu para separar a seqüência Campestre e a seqüência arroio Lajeado do resto da área. Após esse procedimento, os dados foram levados ao Surfer<sup>®</sup>, para serem classificados estatisticamente.

Os procedimentos estatísticos utilizados foram aqueles mostrados por Nabi (1995) onde o autor estima o background, utilizando a média e o desvio padrão para a avaliação das anomalias produzidas pelo radioelemento eU e suas razões eU/K e eU/Th, com objetivo de localizar regiões ricas em urânio no Egito. Nesse trabalho foram utilizados para esses elementos, bem como para eTh, K, eTh/K e parâmetro F. Os seguintes procedimentos foram utilizados:

1. calcula-se a média e o desvio padrão dos elementos do banco de dados;
2. todos os valores excedentes mais o desvio padrão são eliminados e uma nova média e desvio padrão é calculado;

3. refazer os passos anteriores até chegar num valor considerado ideal.

Após essa etapa, os mapas foram elaborados com valores maiores e menores do que 1, 2 e 3 desvios padrão do background.

### Resultados

Podemos verificar mudanças significativas nas unidades litológicas que compõem a seqüência Campestre. Essas mudanças podem estar relacionadas a diferenças litológicas, mostrando regiões com maior representatividade para litologias mais básicas do que intermediárias a ácidas na parte sul da seqüência, como mostrado nos mapas de eTh, K e eU (Figuras 2A, 2B e 2C respectivamente), no qual também foi indicado por Soares (2001). Essa diferenciação litológica é corroborada pelos estudos geoquímicos mostrados por Zarpelon (1986), Koppe (1990), Wildner (1990) e Porcher *et al* (1995), por meio de análise geoquímica dos elementos maiores e menores. Incrementos na razão eU/eTh (Figura 3A), eU/K (Figura 3B) e das baixas razões eTh/K (Figura 3C) e altos valores em Parâmetro F (Figura 3D) podem ser indicativos de alteração hidrotermal e metamórfico, como demonstrado também por Koppe (1990), por meio de análises de elementos terras raras. Pode-se salientar também que as razões eU/K e eU/Th mostram padrões de alteração na parte básica (sul da seqüência) enquanto que, a razão Th/K e o parâmetro F salientam a alteração hidrotermal ou metamórfica que afetou a região com características mais ácidas a intermediárias.

### Conclusões

A identificação nas diferenças dentro da seqüência Campestre foi possível aplicando as técnicas aerogeofísicas gamaespectrométricas sejam elas litológicas, por meio da avaliação estatística dos mapas dos radioelementos principais, ou ainda de alterações hidrotermais, metassomáticas ou metamórficas, por meio de suas razões e do Parâmetro F. É necessário, como aponta a IAEA (2003) a associação integrada com outros métodos geofísicos aéreos e terrestres, bem como uma classificação supervisionada e não supervisionada de *clusters* com o mapa geológico da região.

### Referências bibliográficas

- Almeida, F. F. M. & Hasui, Y. 1974. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, E. Blücher, 374 p.
- Briggs I.C. 1974. Machine contouring using minimum curvature. *Geophysics*, 39: 39-48;
- Gnojek, I. & Prichystal A. 1985. A new zinc mineralization detected by airborne gamma-ray spectrometry in northern Moravia (Czechoslovakia). *Geoexploration*, 23: 491-502.
- International Atomic Energy Agency (IAEA) 2003. Guideline for radioelements mapping using gamma ray spectrometry data. IAEA TECDOC1363.
- Koppe, J. C. 1990. *Metalogênese do ouro da Mina da Bossoroca, São Sepé, RS*. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. Tese de Doutorado, 289 p.
- Soares, M. S. 2001. *Processamento e interpretação de dados aerogeofísicos magnetométricos e*

*gamaespectrométricos no estudo do controle das mineralizações auríferas na região do Complexo Bossoroca, São Sepé, RS*. Departamento de engenharia de Minas, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM), Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 163p.

- Porcher, C. A.; Leites, S. R.; Ramgrab, G. E.; Camozzato, E. 1995. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Passo do Salsinho. Folha SH. 22-Y-A-I-4. Estado do Rio Grande do Sul. CPRM, 339 p.
- Wildner, W. 1990. Caracterização geológica e geoquímica das seqüências ultramáficas e vulcanosedimentares da região da Bossoroca, RS. Porto Alegre, Tese de Mestrado do Curso de Pós -Graduação em Geociências da UFRGS, 170p.
- Zarpelon, P. R. 1986. Geologia estrutural, estratigrafia e petrologia de uma parte do *greenstone belt* Cerrito do Ouro, município de São Sepé, RS. Porto Alegre, 1986. Tese de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS 215 p.

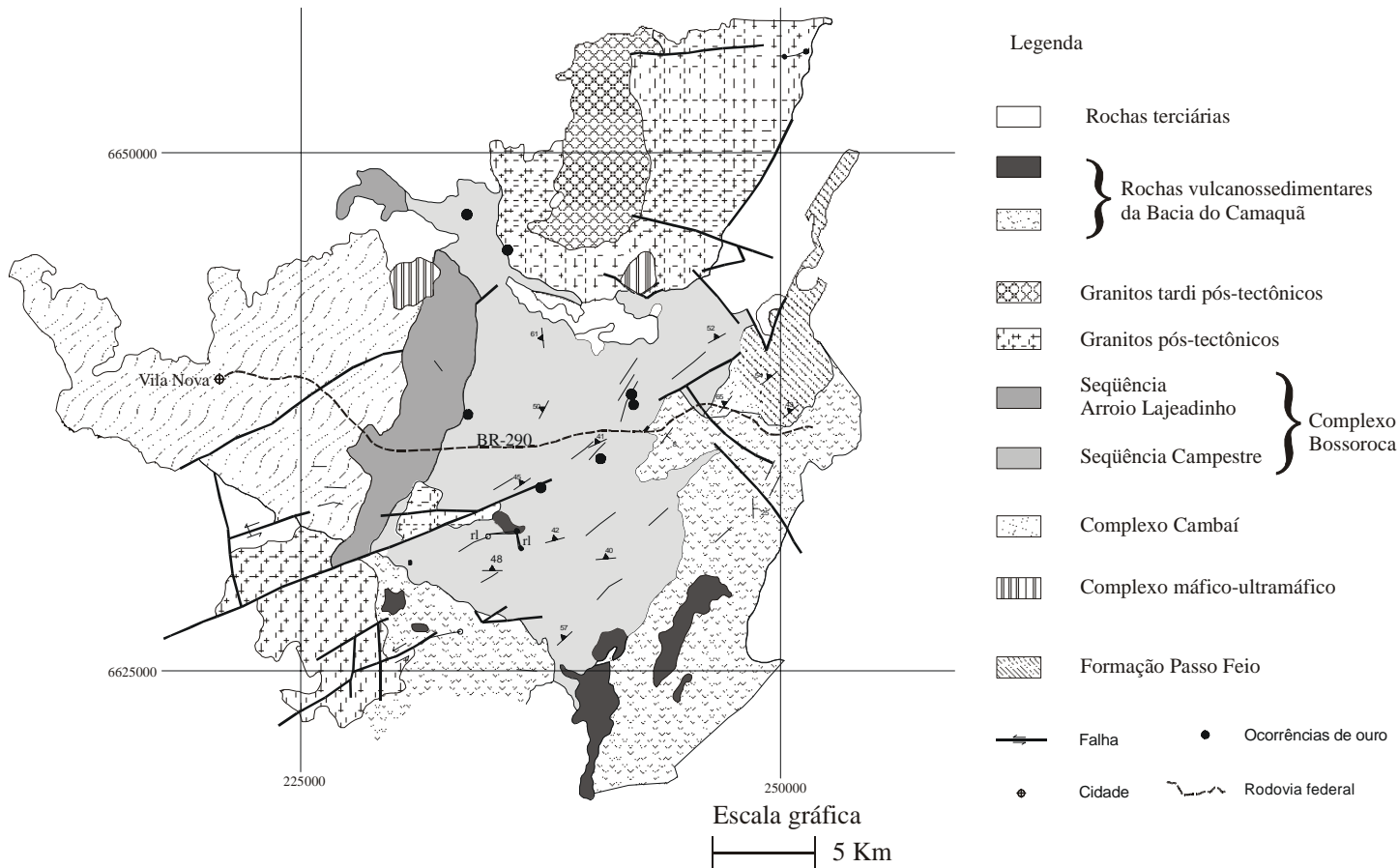


Figura 1. Mapa geológico da região do Complexo Bossoroca, modificado da Carta de Cachoeira do Sul (CPRM, 2002). A região do Complexo Bossoroca foi separada do banco de dados para efetivar o estudo.

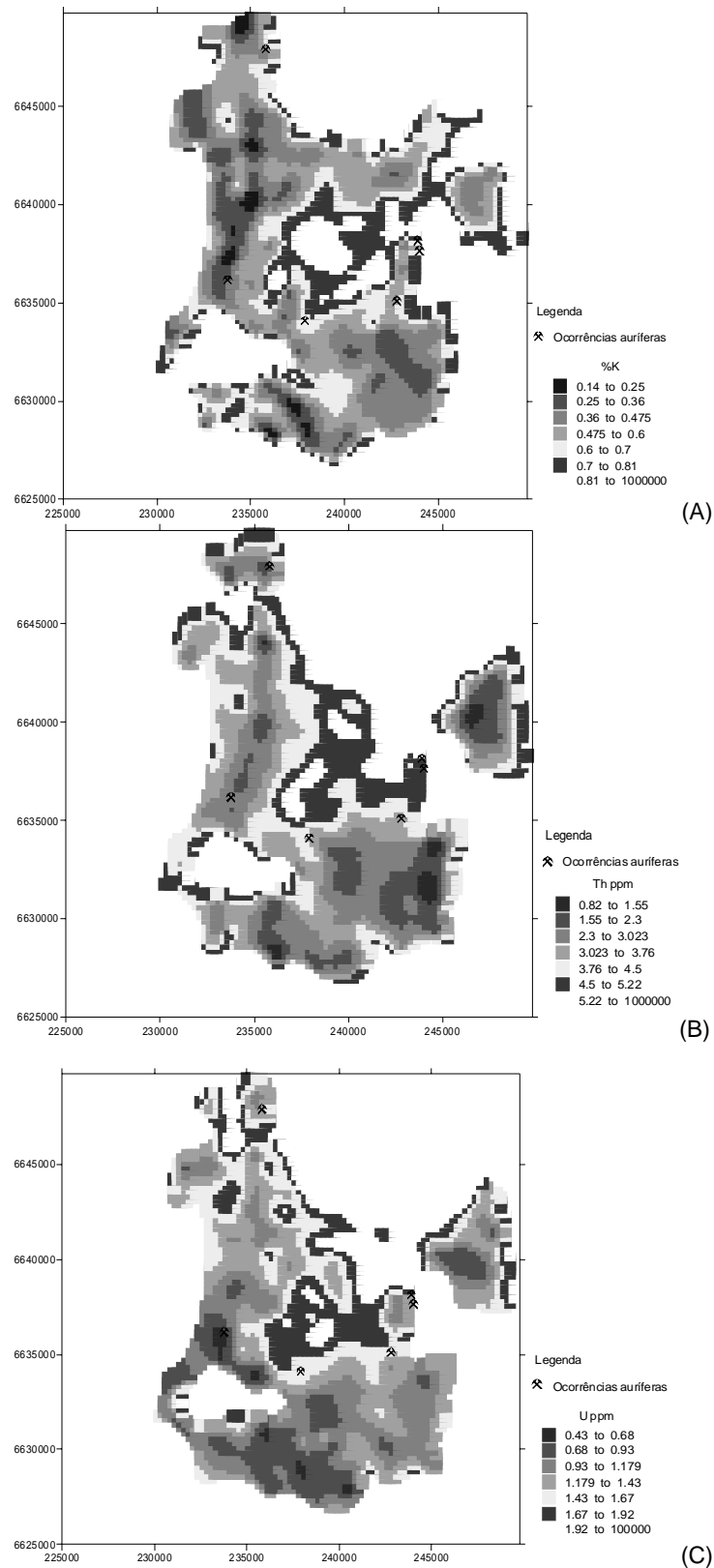


Figura 2 - Mapas dos radioelementos de Potássio (A), Tório (B) e Urânio (C) normalizados ressaltando diferenças litológicas dentro da seqüência Campestre.

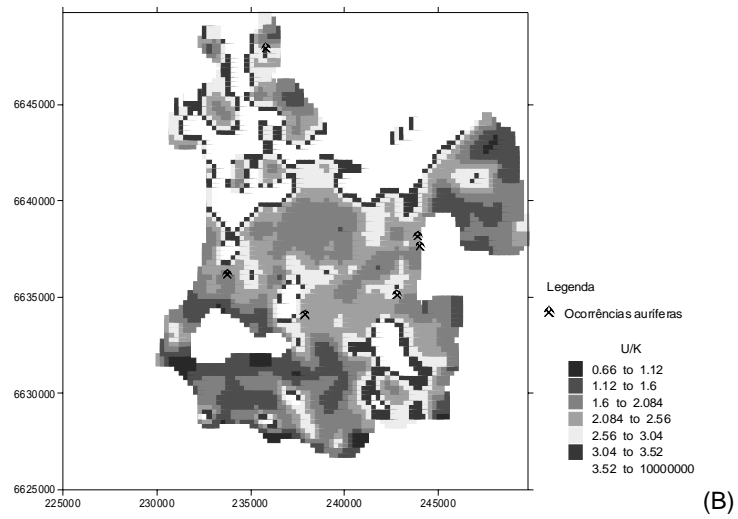
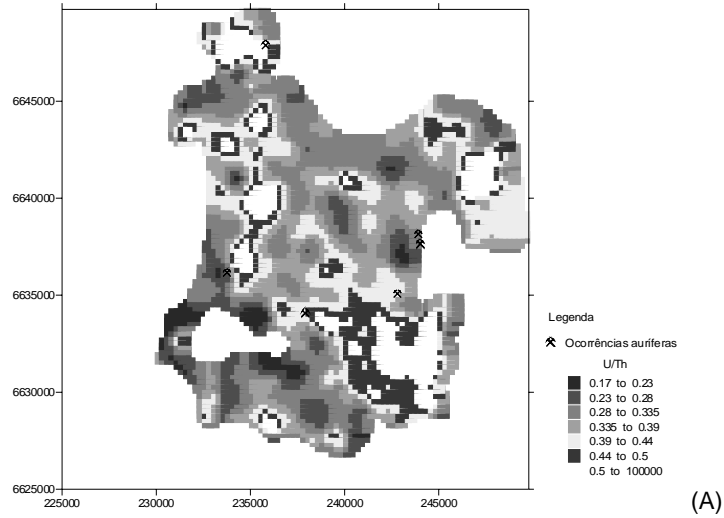


Figura 3 - Mapa das razões U/Th (A), U/K (B), Th/K (C) e de Parâmetro F (D), mostrando um padrão de alteração hidrotermal na região central da área de estudo.

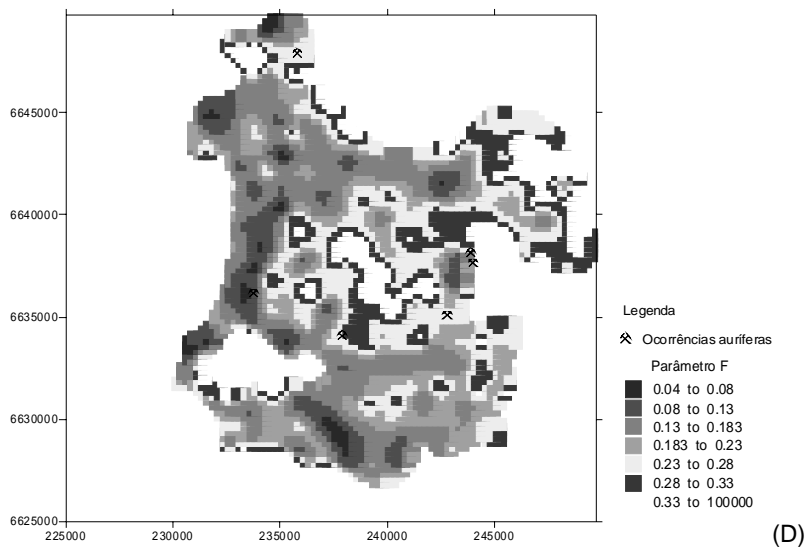
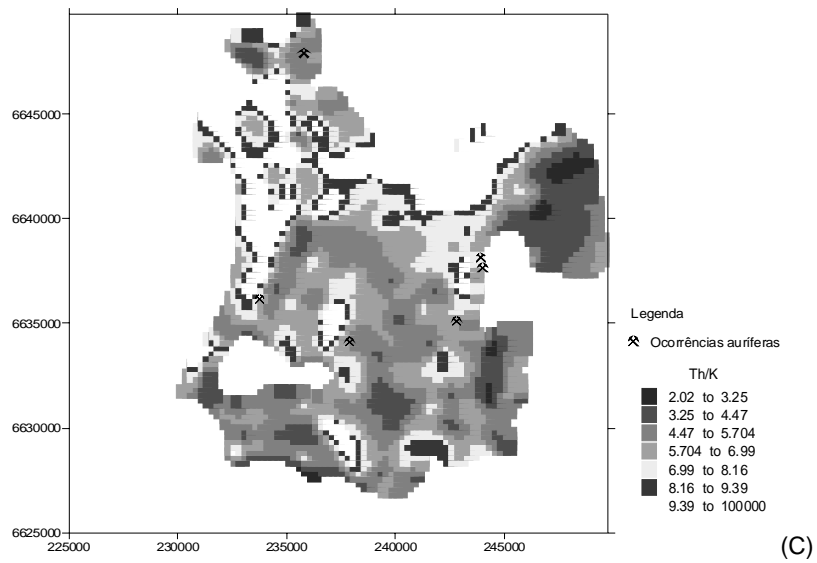


Figura 3 – Continuação.