

# GEOQUÍMICA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE: DELIMITAÇÃO DE ÁREAS-ALVO

José Leonardo Silva ANDRIOTTI<sup>(1)</sup>, Raquel Barros BINOTTO<sup>(1)</sup>  
(1) CPRM – Serviço Geológico do Brasil

## ABSTRACT

CPRM performed regional geochemical study of Escudo Sul-rio-grandense using stream sediments (3277) and heavy mineral (3214) samples. 19 areas were defined as resulting of concentrations of most important geochemical results, and new sampling campaigns and projects were recommended to them. These areas have relationships with mineral occurrences and with the main geological structures of the region. New exploratory activities are recommended to these 19 areas.

## RESUMO

O Escudo Sul-rio-grandense (ESRG) tem sido alvo de investimentos em exploração mineral focados apenas em áreas já tradicionalmente conhecidas e exploradas do Estado, como é o caso da região de Lavras do Sul e Minas do Camaquã. Outras regiões, entretanto, apresentam contexto geológico similar. O presente trabalho integra os principais resultados e discussões decorrentes da execução do Levantamento Geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, agregando novos dados geoquímicos. A partir dos resultados obtidos, foi realizada a interpretação dos resultados das análises geoquímicas identificando-se dezenove áreas-alvo para futuros detalhamentos de prospecção mineral. Nos diferentes domínios geológicos do Escudo Sul-rio-grandense o banco de dados final analisado contempla 3.277 e 3.214 pontos de amostragem, respectivamente, de sedimentos de corrente e de concentrado de bateia, cujas amostras foram coletadas e analisadas de acordo com procedimentos metodológicos padronizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para levantamentos geoquímicos regionais (figura 1).

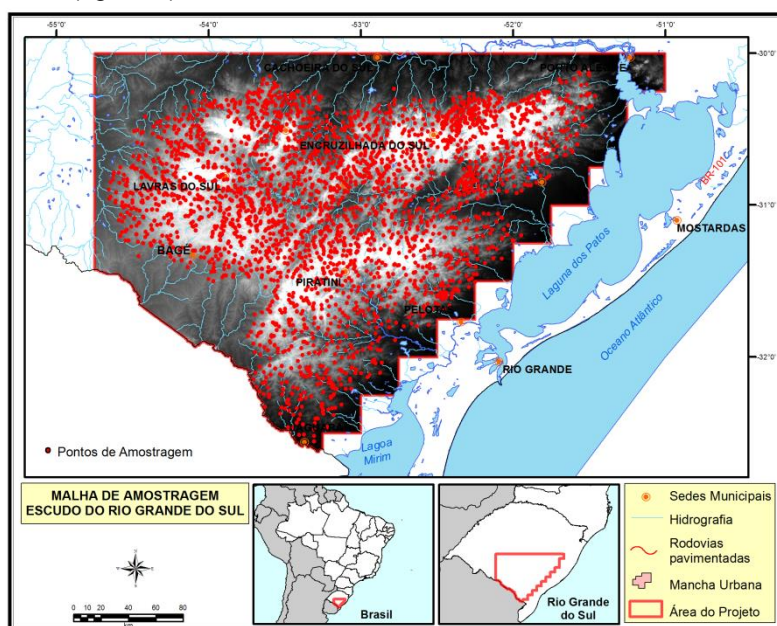


Figura 1 - Mapa de amostragem

## 1. GEOLOGIA

Tendo por base dados gravimétricos e aeromagnetométricos, associações petrotectônicas e dados geocronológicos, são reconhecidos no Escudo Sul-rio-grandense quatro segmentos crustais principais, separados por descontinuidades geofísicas, denominados Domínio Pelotas, Domínio Encruzilhada do Sul, Domínio São Gabriel e Domínio Taquarembó (Fernandes *et al.*, 1995a,b; Soliani Jr., 1986; Costa, 1997; Chemale *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1998; Wildner *et al.*, 2008; Camozzato *et al.*, 2012).

O Domínio Pelotas é limitado a oeste pela Sutura de Porto Alegre e, a leste, encoberto pelas rochas sedimentares e sedimentos da Planície Costeira, é caracterizado pela predominância de rochas graníticas, com idades entre 800 e 550 Ma. São identificados um complexo granítico-gnáissico e suítes graníticas geradas durante extenso retrabalhamento crustal neoproterozoico dos gnaisses do embasamento paleoproterozoico.

O Domínio Encruzilhada do Sul mostra, em sua porção NE, restos de embasamento Paleoproterozoico, bem como uma suíte Neoproterozoica de gnaisses cálcico-alcálicos; também ocorrem xenólitos de rochas supracrustais de alto grau, e os granitoides sin-transcorrência da Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu. O evento final que afeta essa porção é representado pela intrusão de grandes volumes de magmas graníticos ao final do Neoproterozoico.

O Domínio São Gabriel é um domínio predominantemente Neoproterozoico, constituído por gnaisses cálcico-alcálicos juvenis cortados por meta-granitoides sin-transcorrentes, intrusivos em sequências meta vulcano-sedimentares e em sequências de rochas máfico-. Ele é limitado a sul por uma zona de cisalhamento regional, o Lineamento de Ibaré, que divide as rochas neoproterozoicas deste domínio do Domínio Taquarembó.

No Domínio Taquarembó ocorrem granulitos intrudidos por granitos e recoberto por rochas vulcano-sedimentares e intrusões graníticas isoladas. O Complexo Granulítico Santa Maria Chico é constituído predominantemente por granulitos félsicos e máficos, além de piroxenitos, hazburgitos, silimanita gnaisses, mármore e gnaisses cálcico-silicáticos (Hartmann; Nardi, 1983; Hartmann *et al.*, 2007).

## 2.MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo contemplou a amostragem de 3.277 e 3.214 pontos de sedimentos de corrente e de concentrado de bateia. As amostras de sedimento ativo de corrente (fração < 80#) foram analisadas nos laboratórios da ACMELabs em Vancouver, Canadá. As amostras (30-50 g) foram preparadas segundo o pacote P150 e as polpas (0,5 g) analisadas por ICP-MS no pacote "Group 1F-MS" para 53 elementos, com abertura através de água régia. Os elementos analisados foram: Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr. O tratamento estatístico dos dados foi executado com o apoio do software Statística™ v. 10 e as informações espacializadas foram rodadas no ArcGis™ v. 10.2. No estudo univariado dos elementos analisados para sedimentos de corrente foi adotado um critério de classificação dos valores analíticos em função de sua magnitude, o método escolhido foi o da *Exploratory Data Analysis* (EDA). A primeira classe de valores adotada neste trabalho, correspondendo aos valores mais baixos da distribuição, é do mínimo ao primeiro quartil (Q1). A classe seguinte segue contendo os valores de Q1 até a mediana, a seguinte da mediana até o terceiro quartil (Q3), segue-se a classe de Q3 até (Q3 + 1,5 IQR), então a classe de (Q3 + 1,5 IQR) até (Q3 + 3 IQR) e a última classe desde este valor até o valor máximo. As relações entre os elementos foram determinadas por meio do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r). O estudo multivariado utilizou a Análise de Componentes Principais visando ao conhecimento de relações multivariadas porventura presentes e sua significação geológico-geoquímica, e a Análise de Agrupamentos (*Cluster Analysis*), visando classificar objetos por similaridades / dissimilaridades. No caso presente, estes objetos podem ser variáveis e conjuntos delas representando processos geológicos atuantes, ou amostras de campo, seus agrupamentos representando zonas de valores mais elevados quando estudados em conjunto e não individualmente. Foram elaborados mapas para os concentrados de bateia com o mesmo padrão de simbologia para todas as variáveis, considerando as classes de abundância definidas pela análise mineralógica semi-quantitativa realizada, considerando as classes 75 - 100%; 50 - 75%; 25 - 50%; 5 - 25%; 1 - 5%; e < 1%. As amostras foram microbatedas, secadas em estufas na temperatura de 80°C, pesadas e após separação magnética e por

líquidos densos foram submetidas à análise mineralógica semi-quantitativa (platina, diamante, pirita, marcassita, calcopirita, galena, blenda, cinábrio, molibdenita, pirrotita-limonita, magnetita, hematita, ilmenita, limonita, cassiterita, columbita-tantalita, pirolusita, rutilo, cromita, anatásio, coríndon, espinélio, leucóxênio, wolframita, scheelita, carbonatos, barita, monazita, xenotímio, apatita, piromorfita, gorceixita, zircão, topázio, granada, piroxênios, anfibólios, turmalina, cianita, estaurolita, sillimanita, epidoto, esfênio, olivina, micas, celadonita), em lupa binocular e microscópio. O ouro foi analisado por contagem de partículas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas dezenove áreas anômalas definidas pela maior quantidade de concentrações de anomalias geoquímicas individuais dos elementos analisados e dos concentrados de minerais pesados. São elas Dom Pedrito, Nordeste de Bagé, Vale Santa Bárbara, Triângulo, Vale Seival, Arroio da Porteira, Monte Castelo, NE de Santana da Boa Vista, Vau dos Prestes, NW de Canguçu, Pedras Altas, Monte Bonito, Piquiri, Palma, Bossoroca, Palmas, Herval, Rodeio Velho e Canguçu (figura 2). Nestas áreas foi recomendada a elaboração de estudos de geologia exploratória de maior detalhe, com ênfase na busca de ocorrências minerais inéditas ou na expansão das áreas de influência delimitadas.

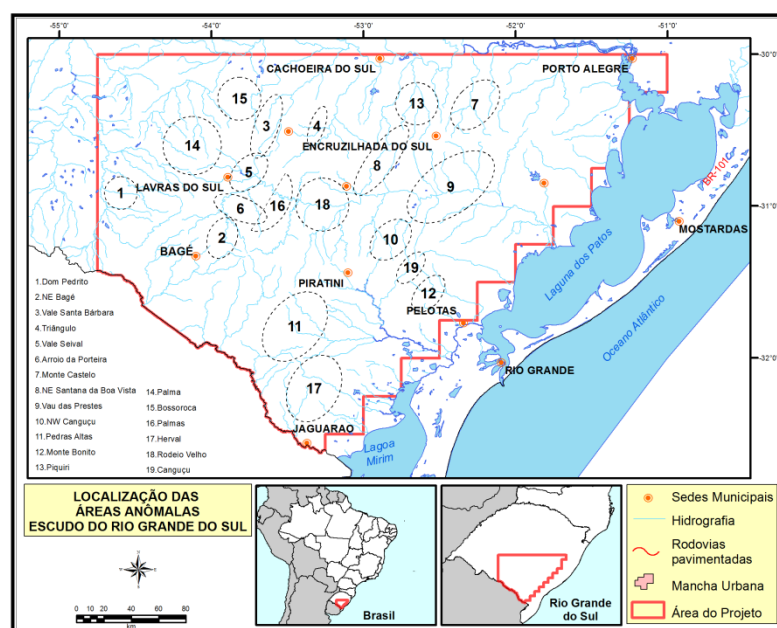


Figura 2 - Dezenove áreas mais favoráveis apontadas no trabalho

Nas amostras de campo coletadas e enviadas para análise, diversas variáveis mostram uma quantidade percentual muito elevada de valores iguais ou inferiores ao limite inferior de detecção do método, tendo sido tratados estatisticamente os dados de 37 variáveis (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Sc, Sn, Sr, Th, Ti, Tl, U, V, Y, Zn e Zr).

### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os procedimentos metodológicos de escala regional adotados no Levantamento Geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul resultaram na delimitação de áreas favoráveis à continuidade de estudos de prospecção mineral, corroborados por fatos geológicos como

a presença de rochas alcalinas, lamprófiros, carbonatitos e kimberlitos que evidenciam conexão com o manto, minas de Cu, Au e Ag (paralisadas), depósitos e inúmeras ocorrências de Cu, Au, Pb, Zn, Sn e W, depósitos e ocorrências com relações genéticas ou temporais diversas e grandes estruturas formadas em eventos geodinâmicos que compartimentam os domínios do Escudo. Nas dezenove áreas ressaltadas recomenda-se a elaboração de estudos de geologia exploratória, com ênfase na busca de ocorrências minerais inéditas ou na expansão das áreas de influência delimitadas. O adensamento da malha de amostragem de sedimentos de corrente, conjuntamente com as interpretações estruturais, geofísicas e de imagens de sensores remotos poderão gerar alvos localizados.

## 5.REFERÊNCIAS

FERNANDES, L. A. D.; MENEGAT, R.; COSTA, A. F. U.; PORCHER, C. C.; TOMMASI, A.; KRAEMER, G.; RAMBGRAB, G. E.; CAMOZZATO, E. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-riograndense: uma contribuição a partir do registro geológico. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.25, p.351-374, 1995a.

FERNANDES, L. A. D.; MENEGAT, R.; COSTA, A. F. U.; PORCHER, C.C.; TOMMASI, A.; KRAEMER, G.; RAMBGRAB, G. E.; CAMOZZATO, E. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-riograndense: uma contribuição a partir das assinaturas geofísicas. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.25, p.375-384, 1995b.

SOLIANI JÚNIOR, E. Os dados geocronológicos do escudo sul-rio-grandense e suas implicações de ordem geotectônica. São Paulo, 1986. [450] f. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

COSTA, A. F. U. Teste e modelagem geofísica da estruturação das associações litotectônicas pré-cambrianas no escudo sul-rio-grandense. Porto Alegre, 1997. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

CHEMALE JUNIOR, F.; BABINSKI, M. U-Pb zircon dating of deformational events from the Neoproterozoic rocks in the Eastern Brazil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Gramado, RS. Boletim de Resumos Expandidos... Gramado, RS: SBG, 1995. p. 377-378.

HARTMANN, L. A.; SILVA, L. C. da; REMUS, M. V. D.; LEITE, J. A. D.; PHILIPP, R. P. Evolução geotectônica do sul do Brasil e Uruguai entre 3.3 Ga e 470 Ma. In: CONGRESSO URUGUAYO DE GEOLOGIA, 2., 1998, Punta Del Este. Actas... Montevideo: Sociedad Uruguaya de Geología, 1998. p. 277-284.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G. E.; LOPES, R. da C.; IGLESIAS, C. M. da F. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Sul: Escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2008. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil; Mapas geológicos Estaduais.

CAMOZZATO, E.; LOPES, R. da C.; PHILLIP, R. P.; KLEIN, C. (Org.). Geologia e Recursos Minerais da Folha Hulha Negra, SH.22-Y-C-I, estado do Rio Grande do Sul: escala 1:100.000 Porto Alegre: CPRM, 2012. (Programa Geologia do Brasil)

HARTMANN L. A.; NARDI, L. V. S. Contribuição à geologia da região Oeste do Escudo Sul-Riograndense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1983, Porto Alegre, 1983. Atas... Porto Alegre: SBG, 1983. p. 9-18.

HARTMANN, L. A.; CHEMALE JUNIOR, F.; PHILIPP, R. P. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-Cambriano. In: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. 50 Anos de Geologia. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 97-123.