

## Comparação geoquímica entre Grandes Províncias Ígneas com base na metalogenia de Cu-Ni e PGE

Ariel Rocha GOULART<sup>1</sup>, João Carlos OLIVEIRA<sup>1</sup>, Mauro Daniel Rodrigues BRUNO<sup>1</sup>, Pâmela Silveira COSTA<sup>2</sup>, Wilson WILDNER<sup>3</sup>

1– Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) – ariel.goulart@gmail.com; jcoj42@hotmail.com; – danielr.bruno@hotmail.com; 2– Universidade Federal de Pelotas (Ufpel) – pamela.scosta@hotmail.com; 3– Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Porto Alegre, RS/Brasil – [wilson.wildner@cprm.gov.br](mailto:wilson.wildner@cprm.gov.br)

### Resumo

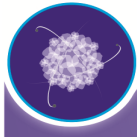
Publicações técnico-científicas relacionadas ao estudo geoquímico de Grandes Províncias Ígneas (LIPs) são muito abundantes na literatura internacional, mostrando o quanto é importante este tipo de estudo. Os objetivos deste trabalho são realizar uma comparação de análises geoquímicas com ênfase na metalogenia de Cu-Ni e PGE relacionados à LIPs, utilizando como referencial o vulcanismo nos *Traps* Siberianos, por se tratar, entre as LIPs estudadas, o vulcanismo com maiores teores de mineralização destes elementos. Os objetivos propostos foram alcançados mediante um sistemático e criterioso levantamento de dados baseados nos trabalhos realizados na Província Serra Geral (Brasil), no *Traps* Siberianos (Rússia), na Província Ígnea Etendeka (Namíbia), na Província Vulcânica de Deccan (Índia), no Grupo de Basaltos Columbia River (EUA), e na Província Vulcânica Karoo (sul da África e leste da Antártida). A partir destes dados foram confeccionados diagramas do tipo Harker para elementos maiores, menores, traços e de contaminação crustal. Os diagramas do tipo Harker para Cu, Ni e Cr demonstram certa tendência de enriquecimento destes elementos conforme o aumento dos teores de Mg# no sistema. Todos demonstram um enriquecimento nos *Traps* Siberianos em relação às outras LIP's estudadas. Os diagramas para PGE (Pt, Pd e Pt+Pd) x Mg# também demonstram valores exponencialmente maiores destes elementos nos *Traps* Siberianos em relação à Província Serra Geral. A avaliação da forma como a contaminação crustal afetou estes magmatismos é um fator importante para considerar quando confrontamos o potencial desses corpos aos hospedeiros de minério de Cu-Ni e PGE's. Os diagramas de Gd/Yb x La/Sm e Ti/Y x Zr/Y sintetizam claramente as amostras com maiores teores de contaminação crustal, justificando os altos teores de Cu, Ni, Cr e PGE nos diagramas anteriores.

**Palavras-chave:** Geoquímica, Grandes Províncias Ígneas, LIPs, Metalogenia.

### Abstract

Scientific technical literature related to geochemical study of Large Igneous Provinces (LIPs) are very abundant in the international literature, showing how important is such studies. Our objectives are to conduct a comparison geochemical through analysis with metallogenic emphasis on Cu-Ni and PGE-related LIPs, using as reference the Siberian Traps volcanism, due to the fact it is among the LIPs studied the volcanism with higher levels of mineralization on these elements. The proposed objectives were achieved through a systematic and careful collection of data based on studies realized in the Serra Geral Province (Brazil) in the Siberian Traps (Russia), in Etendeka Igneous Province (Namibia), Deccan Volcanic Province (India), in Columbia River Basalts Group (USA), and Karoo Volcanic Province (southern Africa and east Antarctica). Through these results, by Harker diagrams, were analyzed major, minor, trace and crustal elements contamination. Harker-type diagrams for Cu, Ni and Cr show a slight trend towards enrichment of such elements as the increased levels of Mg # in the system. All show enrichment in the Siberian Traps in relation to other LIP's studied. The diagrams for PGE (Pt, Pd and Pt + Pd) x Mg # values also show exponentially increase of those elements in the Siberian Traps province in relation to the Serra Geral. The assessment of how the contamination has affected this crustal magmatism is an important fact to consider when confronting the potential of these bodies to host ore Cu-Ni and PGE's. The diagrams of Gd / Yb x La / Sm and Ti / Zr x Y / Y clearly synthesize the samples with higher concentrations of crustal contamination, justifying the high levels of Cu, Ni, Cr and PGE in the above diagrams.

**Keywords:** Geochemistry, Large Igneous Provinces, LIPs, Metallogenic.



## 1. Introdução

Grandes Províncias Ígneas – *LIPs (Large Igneous Provinces)* são definidas como um emplaçamento crustal maciço de rochas de composição básica, sendo intrusivas e extrusivas ricas em Fe e Mg. São geradas pela ascensão de uma pluma mantélica e caracterizadas pela geração de grandes volumes de magmas básicos e ultra-básicos.

Os objetivos deste trabalho são realizar uma comparação de análises geoquímicas com ênfase na metalogenia de Cu-Ni e PGE relacionadas a Grandes Províncias Ígneas (LIPs), utilizando como referencial o vulcanismo nos *Traps* Siberianos, por se tratarem, entre as LIPs estudadas, o vulcanismo com maiores teores de mineralização destes elementos.

Os objetivos propostos foram alcançados mediante um sistemático e criterioso levantamento de dados baseados nos trabalhos realizados por Melfi *et al.* (1988), na Província Serra Geral - Brasil, Arndt *et al.* (2003), nos *Traps* Siberianos - Rússia, March & Milner (2007) e Ewart *et al.* (2004), na Província Ígnea Etendeka - Namíbia, Talusani (2010), na Província Vulcânica de Deccan - Índia, Kuehn (1995), no Grupo de Basaltos Columbia River - EUA, Melluso *et al.* (2008) e Luttinen *et al.* (2010) (na Província Vulcânica Karoo, situada no sul da África, leste da Antártida, sudeste da Austrália e Nova Zelândia), conforme mostrado na figura 1.

## 2. Geologia

As LIP's estudadas neste trabalho foram depositadas entre 250 Ma e 16 Ma, apresentando características bimodais e recobrimdo uma área total de quase 7.000.000 km<sup>2</sup>.

O Magmatismo Serra Geral recobre 1.200.000 km<sup>2</sup> da Bacia do Paraná (Melfi *et al.*, 1988) com espessura máxima em torno de 1720m no depocentro da bacia. Apresenta características bimodais, estando constituído por basaltos, basalto andesitos, riolitos e riocacitos de filiação toleítica, depositadas entre 138 e 128 Ma.

## 3. Materiais e Métodos

Para a confecção deste trabalho foram utilizados dados geoquímicos provenientes de diversos trabalhos publicados sobre LIPs.

A partir destes dados foram confeccionados diagramas do tipo Harker para elementos maiores, menores, traços e de contaminação crustal e fracionamento magmático utilizando como ferramenta o *software Microsoft Excel 2003*.

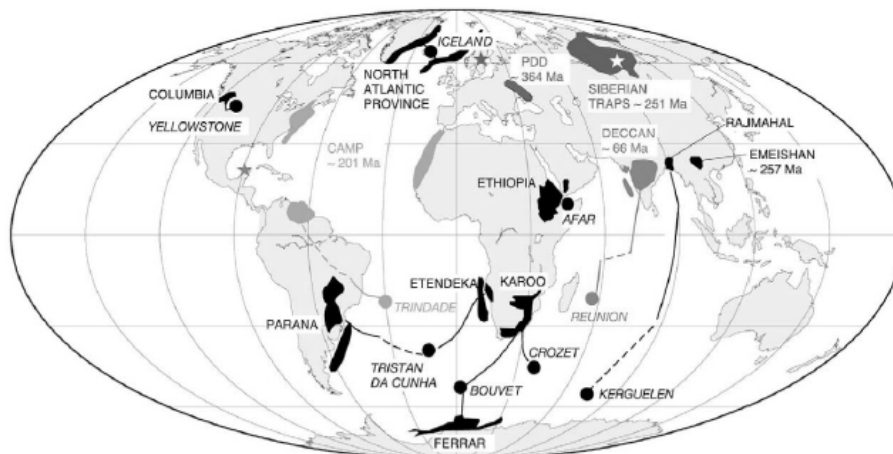
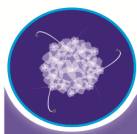


Figura 1 – Localização de ocorrências de LIPs no globo terrestre. Adaptado de Renner (2010).

#### 4. Resultados

Os diagramas do tipo Harker para Cu, Ni e Cr demonstram uma certa tendência de enriquecimento destes elementos conforme o aumento dos teores de Mg# no sistema. Todos demonstram um enriquecimento destes elementos nos *Traps* Siberianos em relação às outras Províncias Ígneas estudadas. Os diagramas para PGE (Pt, Pd e Pt+Pd) x Mg# também demonstram valores exponencialmente maiores destes elementos nos *Traps* Siberianos em relação à Província Serra Geral, conforme indicado na figura 2.

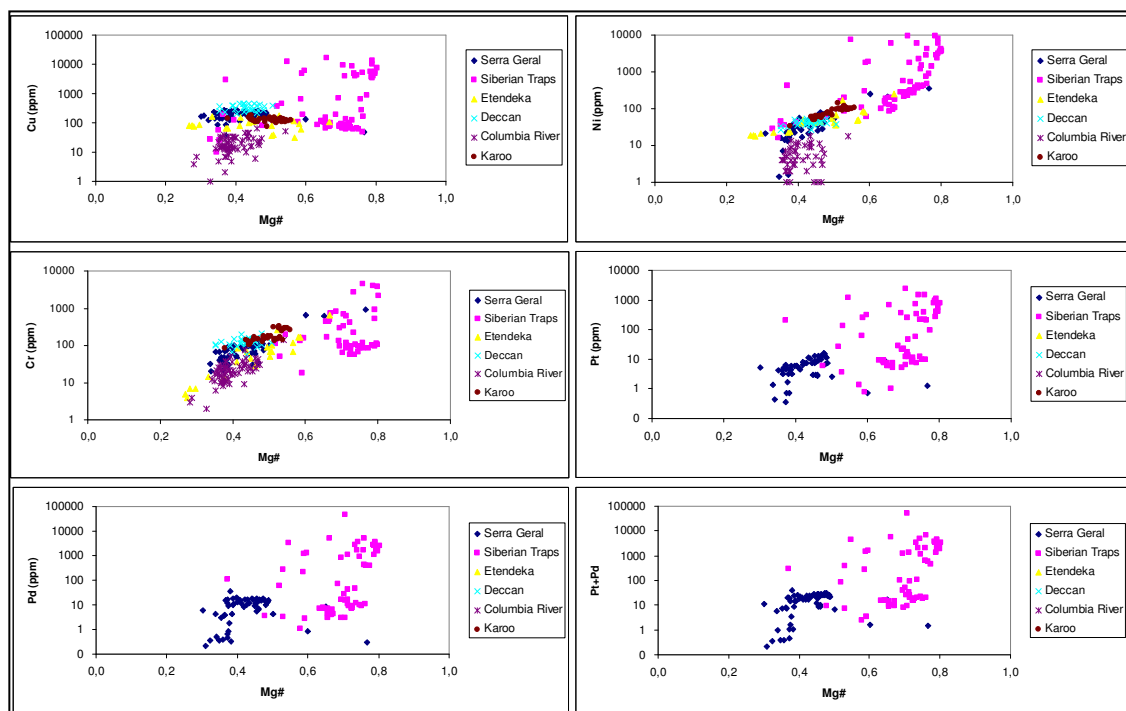
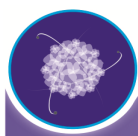
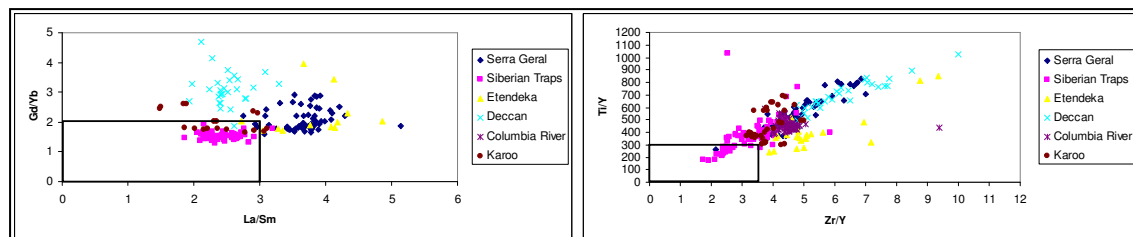


Figura 2 – Diagramas do tipo Harker para Cu, Ni, Cr e PGE (Pt, Pd e Pt+Pd) x Mg#. Fonte: Romanini & Albuquerque (2000).



A avaliação da forma como a contaminação crustal afetou estes magmatismos é um fator importante para considerar quando confrontamos o potencial desses corpos aos hospedeiros de minério de Cu-Ni e EGP's. Os diagramas de Gd/Yb x La/Sm e Ti/Y x Zr/Y, mostrados na figura 3, sintetizam claramente as amostras com maiores teores de contaminação crustal, representadas pela área destacada, justificando os altos teores mostrados na figura 2.



**Figura 3** – Diagramas de contaminação crustal destacando as amostras mais contaminadas como as com maiores teores de Cu, Ni, Cr e PGE. Fonte: Romanini & Albuquerque (2000).

## 5. Referências Bibliográficas

- Arndt, N.T.; Czamanske, G.K.; Walker, R.J.; Chauvel, C. & Fedorenko, V.A. 2003. Geochemistry and origin of the intrusive hosts of the Noril'sk-Talnakh Cu-Ni-PGE sulfide deposits. *Economic Geology*, v. 98, pp. 495-515.
- Ewart, A.; Marsh, J.S.; Milner, S.C.; Duncan, A.R.; Kamber, B.S. & Armstrong, R.A. 2004. Petrology and geochemistry of Early Cretaceous bimodal continental flood volcanism of NW Etendeka, Namibia. Part I: Introduction, mafic lavas and re-evaluation of mantle source components. *Journal of Petrology*, v. 45 (1). pp. 59-105.
- Kuehn, S.C. 1995. The Olympic-Wallowa Lineament, Hite fault system, and Columbia River Basalt Group stratigraphy in Northeast Umatilla County, Oregon: Pullman, Washington, Washington State University, *unpublished M.S. thesis*. pp. 170, 4 pls. Disponível em: <http://academics.concord.edu/sckuehn/msthesi/>
- Melfi, A. J.; Enzo, M. & Nardi, A. J. R. 1988. Geological and magmatic aspects of the Paraná basin – An introduction. In: Enzo M. Piccirillo; Adolpho José Melfi (Org.). *The Mesozoic Flood Volcanism of the Paraná Basin*. São Paulo: IAG-USP. v. 1, pp. 01-13.
- Luttinen, A.V.; Leat, P.T. & Furnes, H. 2010. Björnnutane and Sembberget basalt lavas and the geochemical provinciality of Karoo magmatism in western Dronning Maud Land, Antarctica. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 198 (1). pp. 1-18.
- Marsh, J.S. & Milner, S.C. 2007. Stratigraphic correlation of the Awahab and Tafelberg Formations, Etendeka Group, Namibia, and the location of an eruptive vent for flood basalt volcanism. *Journal of African Earth Science*, v. 48, pp. 329-340.
- Melluso, L.; Cucciniello, C.; Petrone, C. M.; Lustrino, M.; Morra, V.; Tiepolo, M. & Vasconcelos, L. 2008. Petrology of Karoo volcanic rocks in the souther Lebombo Monocline, Mozambique. *Journal of African Earth Sciences*, v. 52 (4-5). pp. 139-151.
- Renner, L. C. 2010. Geoquímica de sills basálticos da Formação Serra Geral, sul do Brasil, com base em rocha total e micro-análise de minerais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Tese de Doutorado. Porto Alegre.
- Romanini, S. J. & Albuquerque, L. F. F. 2000. Aspectos geológicos, geoquímicos e potencialidade em depósitos de Ni-Cu-EGP do magmatismo da Bacia do Paraná. In: Projeto Platina e Associados. CPRM – Superintendência Regional de Porto Alegre. v. 2.
- Talusani, R.V.R. 2010. Bimodal tholeiitic and mildly alkalic basalts from Bhir area, central Deccan Volcanic Province, India: Geochemistry and petrogenesis. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 189 (3-4). pp. 278-290.