

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

O Magmatismo Shoshonítico no Estado do Rio Grande do Sul. Uma Revisão

Evandro Fernandes De Lima, Lauro Nardi

Pesquisas em Geociências, 19(2): 190-194, Set./Dez., 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21311>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1992.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

O Magmatismo Shoshonítico no Estado do Rio Grande do Sul. Uma Revisão

EVANDRO FERNANDES DE LIMA E LAURO V. S. NARDI

CPGq, Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 12/06/92. Aceito para publicação em 19/01/93.)

Abstract — The Lavras do Sul Shoshonitic Association is made up of a wide range of intrusive and extrusive rocks, including monzodiorites to syenogranites, trachybasalts to rhyolites, and spessartitic lamprophyres, as well. Their petrographic, mineralogic and geochemical features are consistent with those of typical shoshonitic associations. The most remarkable geochemical features, besides the sharp increase of K_2O from basic to intermediate terms, are the high Ba and Sr concentrations, and moderate amounts of P_2O_5 , TiO_2 , Zr, Nb, Y, and F. Their REE patterns are characterized by Ce_n values around 100, Ce_n/Yb_n ratios close to 15, and negative Eu anomalies only in the most differentiated granites. Evolutive magmatic processes were dominated by mineral fractionation and contamination. The former is also testified by the presence of absarokitic and anortositic cumulate rocks. This magmatism is mostly mantle-derived, with $^{87}Sr/^{86}Sr$ initial ratios close to 0.704. Its age is about 645 Ma, marking the final stages of Brasiliano Orogeny. Like other similar shoshonitic associations, the Lavras do Sul Shoshonitic Association shows high metallogenetic potential, particularly for copper and gold-bearing mineralizations.

Resumo — A Associação Shoshonítica de Lavras do Sul inclui uma grande variedade de rochas intrusivas e extrusivas, desde traquibasaltos até riolitos, de monzodioritos até sienogranitos e lamprófiros espessartíticos. Suas características mineralógicas, petrográficas e geoquímicas são consistentes com as de associações shoshoníticas típicas. Entre os aspectos químicos mais relevantes, além do abrupto enriquecimento em K_2O dos termos básicos até os intermediários, destacam-se os elevados teores de Ba e Sr, concentrações moderadas de TiO_2 , P_2O_5 , Nb, Zr, Y e F. Seus padrões de terras raras são caracterizados por valores de Ce_n em torno de 100, razões Ce_n/Yb_n próximas de 15 e ausência de anomalias de Eu, só registradas nos termos graníticos mais evoluídos. A diferenciação dos magmas shoshoníticos envolveu processos concomitantes de fracionamento mineral e contaminação, registrando-se a presença de rochas cumuláticas absaróquíticas e anortositicas. O magmatismo é predominantemente mantélico, com razões iniciais $^{87}Sr/^{86}Sr$ próximas de 0.704. Sua idade situa-se em torno de 645 Ma, assinalando os estágios finais da Orogênese Brasileira. A exemplo de associações similares, a Associação Shoshonítica de Lavras do Sul tem elevada potencialidade metalogênica, principalmente para depósitos incluindo sulfetos de cobre e ouro.

INTRODUÇÃO

A presença de rochas de afinidade shoshonítica no Escudo Sul-rio-grandense foi apontada por Nardi (1984) com base nos dados relativos ao núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul, sugerindo ainda a ocorrência de termos shoshoníticos na seqüência vulcânica da mesma região.

Lima (1985), Lima & Nardi (1985) e Nardi & Lima (1985) incluíram a seqüência vulcanoclástica da região de Lavras do Sul e o núcleo do complexo homônimo na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, fundamentados principalmente nos critérios sugeridos por Morrison (1980) e enfatizando o típico enriquecimento em Ba, Sr e K_2O associado a valores moderados de Nb, Zr e Yb. Foram reconhecidos inicialmente como tipos litológicos dominantes nesta associação rochas vulcanoclásticas traquiandesíticas e benmoreíticas, denominadas anteriormente, por Robertson (1966), de Andesito Hilário, e intrusivas monzograníticas denominadas Granito Lavras por Teixeira & Leinz (1942).

Nardi & Lima (1987) incluíram o Monzogranito Santa Rita (Naumann, 1985) na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul (ASLS), relacionando-a com os estágios finais da Orogênese Brasileira, precedendo o magmatismo alcalino supersaturado em sílica descrito mais

recentemente por Nardi & Bonin (1991).

Nardi & Lima (1988) caracterizaram o hidrotermalismo presente nas rochas dessa associação, apontando sua elevada potencialidade metalogênica e sugerindo a presença de um sistema do tipo cobre pórfiro. Mexias (1990) relacionou este sistema hidrotermal com a intrusão do granito de Lavras do Sul.

Lima & Nardi (1991a) descreveram lamprófiros espessartíticos componentes dessa associação, constituindo domos, diques e lavas associadas. Lima & Nardi (1991b) sugeriram que a evolução dos magmas shoshoníticos envolveu principalmente fracionamento mineral e que algumas rochas absaróquíticas de Lavras do Sul podem representar rochas de caráter cumulativo. Nos termos mais diferenciados esses autores preconizam a atuação de processos de contaminação.

Este trabalho revisa as principais feições já descritas da ASLS e apresenta sinteticamente resultados obtidos recentemente.

Caracterização Mineralógica e Petrográfica

A Associação Shoshonítica de Lavras do Sul é constituída por rochas vulcânicas básicas a intermediárias, bem como por rochas hipabissais e plutônicas com amplo espectro composicional.

As rochas básicas ocorrem como derrames, concentrando-se nas porções basais da seqüência vulcânica, e como pequenas intrusões semi-circulares. São constituídas por plagioclásio (labradorita-andesina), clinopiroxênio ($Wo_{43}En_{41}Fs_{16}$) e olivina (Fo_{60-68}) acompanhados de quantidades acessórias de apatita e magnetita titanífera. São na maior parte dos casos porfíricas e hemi-cristalinas, tendo sido identificada a presença restrita de taquilito e sideromelano. A olivina é a fase mais precoce nestas rochas e geralmente mostra-se transformada em serpentina, carbonatos, iddingsita ou bôulngita. Plagioclásios parcialmente inclusos em clinopiroxênios caracterizam texturas subofíticas, sugerindo a contemporaneidade da cristalização dessas fases. A magnetita titanífera ocorre como microfenocristais, enquanto a apatita geralmente possui um hábito acicular definindo uma textura *quench*.

As rochas vulcânicas intermediárias são os tipos litológicos dominantes na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul. Ocorrem como derrames geralmente intercalados entre tufos de queda e brechas vulcânicas e como diques tardios que cortam rochas de composições mais diferenciadas. São tipicamente porfíricas, sendo comuns fenocristais de plagioclásio com até 2cm. Distinguem-se das anteriores pelo predomínio de fenocristais de plagioclásio sobre aqueles de clinopiroxênio, magnetita titanífera, apatita e mais raramente, olivina. O alongamento dos grãos aliado ao intenso fraturamento são sugestivos de rápido resfriamento. Alguns destes mostram zonações normais e inversas, situando-se composicionalmente no intervalo An_{40-50} . O clinopiroxênio ($Wo_{40}En_{41}Fs_{19}$) ocorre como microfenocristais isolados ou agrupados, definindo neste último caso uma textura do tipo glomeroporfírica. Nestes grãos são comuns inclusões de magnetita titanífera e, mais raramente, apatita. Esta última difere em hábito daquelas observadas nas rochas básicas por constituir prismas bem formados evidenciando uma cristalização mais lenta e provavelmente precoce. A matriz é constituída por micrólitos e cristálitos de plagioclásio (An_{20-30}), geralmente alinhados definindo uma textura traquítica, envolvidos em alguns casos por material originalmente vítreo transformado principalmente, em clorita. As fases hidrotermais presentes são carbonatos calcícticos, pistacita, mica branca e clorita.

Estratigraficamente acima da seqüência anterior ocorrem lamprófiros espessartíticos na forma de um domo de lava, como pequenos derrames e diques. Petrograficamente domina a textura panidiomórfica representada por fenocristais de anfibólio (hastingsita), por vezes anelando cristais precoces de clinopiroxênio, quimicamente próximos à composição de salita, envolvidos por uma matriz constituída essencialmente por micrólitos de plagioclásio e, mais raramente, sanidina. Foi também constatada a presença de microfenocristais de apatita. Feições globulares definidas pela presença de grãos de quartzo envolvidos por microfenocristais de anfibólio são comuns. Fenocristais de plagioclásio com bordas reabsorvidas foram também observados em algumas amostras.

As rochas hipabissais são constituídas predominantemente por termos monzoníticos a quartzo monzoníticos, além de raros diques de composição andesítica e riolítica. Os primeiros ocorrem como necks, diques anelares e pequenas intrusões (Lima & Gastal, em prep.) constituindo uma feição anelar que envolve núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul. Nestas composições predomina a textura porfírica representada por fenocristais de plagioclásio, feldspato alcalino ($Or_{50}Ab_{41}An_{01}Ce_{02}$), anfibólio do grupo das hornblendas, e clinopiroxênio, envolvidos por uma matriz fanerítica fina a média rica em plagioclásio. Fenocristais de biotita, embora raros, e quartzo concentram-se nas composições mais diferenciadas. Destaca-se nas composições monzoníticas a quartzo-monzoníticas a presença localizada de cristais de feldspatos com até 8cm de diâmetro, esporadicamente exibindo texturas antirapakivi. A presença de *enclaves* constituídos, quase que exclusivamente, por anfibólios parece também restrita a estas composições. *Enclaves* de lamprófiros espessartíticos mostram feições indicativas de mistura heterogênea desses líquidos. Junto aos diques anelares ocorrem outras rochas de composições singulares que variam de hiperstênio monzodiorito até hiperstênio-quartzo sienito. Esses corpos possuem uma forma sinuosa alongada e concentram-se no contato com a borda leste do Complexo Granítico de Lavras. Foram inicialmente descritas como rochas charnoquíticas mais antigas que a ASLS (De Ros & Fernandes, 1981), porém estudos recentes (Gastal & Lima, em prep.) demonstram que estas litologias representam parte da referida associação. Destaca-se também a presença de pequenos corpos cumulativos de composição anortosítica.

Os diques riolíticos representam os episódios finais do magmatismo shoshonítico, cortando as litologias anteriormente descritas. Possuem uma textura porfírica típica com fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, além de hornblenda como mineral varietal. A matriz é fanerítica fina e constituída essencialmente por quartzo e feldspatos. Estes diques podem estar relacionados aos pequenos depósitos do tipo flow de composição ácida que ocorrem localizadamente na porção nordeste da Folha de Lavras do Sul.

Os termos intrusivos da ASLS abrangem desde composições monzoníticas até sienograníticas, constituindo três corpos principais (Fig.1): o Monzogranito Santo Antônio (Barros, 1992), o Monzogranito Santa Rita (Naumann, 1985) e o núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul (Nardi, 1984). Suas feições gerais indicam um caráter epizonal, sem evidências de deformação dúctil. Texturalmente suas características mais relevantes são a euedria dos anfibólios e o caráter tardio do feldspato alcalino. A composição química das fases minerais corresponde a descrita nas rochas extrusivas. É importante assinalar a presença de *enclaves* microdiortíticos, evidenciando provavelmente a coexistência de líquidos básicos com os magmas geradores destas intrusões.

Geoquímica

As litologias que constituem a ASLV mostram uma

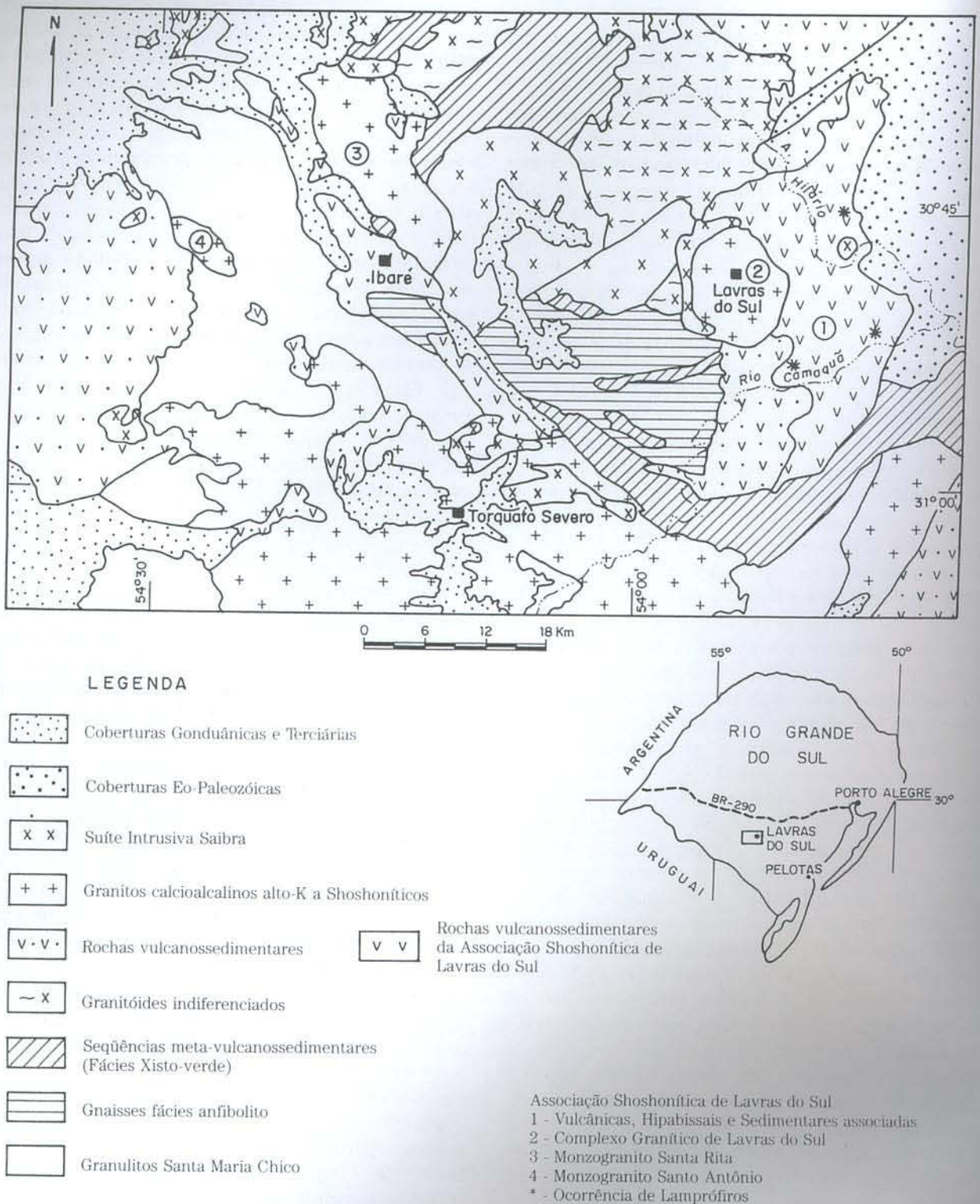


Figura 1 — Esboço geológico de Lavras do Sul, ressaltando a distribuição das rochas da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, conforme Lima & Nardi (1991).

variação regular e completa desde composições básicas, transicionando para rochas intermediárias saturadas em sílica, até atingir uma condição supersaturada, representada pelo núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul, pelos granitos Santa Rita e Santo Antônio, além de diques e *flows* ácidos. Dados geoquímicos referentes a essas rochas são apresentados por Barros (1992), Lima & Nardi (1991a), Nardi & Lima (1985), Nardi (1984) e Lima (em prep.).

Geoquimicamente as rochas desta associação ca-

racterizam-se por teores de Al_2O_3 que crescem dos termos básicos, com um valor em média de 14%, para cerca de 19% nas composições intermediárias voltando a decrescer no intervalo em torno de 62-73% de SiO_2 para um valor mínimo de 13%.

Os teores de TiO_2 mantêm-se relativamente constantes nas composições básicas a intermediárias, sendo o valor médio em torno de 1%, decrescendo no entanto nas composições mais diferenciadas para teores da ordem de 0,4%. Os teores relativamente constantes são

sugestivos de que a percentagem de fracionamento de magnetita titanífera não foi elevada.

Os conteúdos de FeO e MgO decrescem rapidamente nas composições básicas a intermediárias, refletindo, provavelmente, o fracionamento de olivina e clinopiroxênio. O decréscimo também é observado em direção às composições mais diferenciadas, porém de forma mais suave. Os conteúdos iniciais de MgO, em torno de 8% nos termos básicos, alcançam valores da ordem de 0,41% nas rochas graníticas com conteúdos de SiO₂ de 73%.

O potássio mostra um caráter incompatível até composições da ordem de 62% de SiO₂, suavizando esta tendência em direção às composições graníticas. Esta modificação coincide com o intervalo observado para o decréscimo de Al₂O₃, o que é compatível com o fracionamento de biotita e K-feldspato nestas composições. Os conteúdos de K₂O são elevados mesmo nas rochas básicas, em torno de 2%, sugerindo um líquido parental originalmente enriquecido neste elemento.

A concentração média de P₂O₅ nas rochas básicas é de 0,3% crescendo suavemente em direção às composições andesíticas (0,4%), e, decrescendo então regularmente até valores da ordem de 0,10% nas rochas graníticas. A presença comum de microfenocristais de apatita nas rochas intermediárias sugere sua participação entre as fases passíveis de fracionamento mineral.

O Ba possui um comportamento incompatível durante a evolução de composições básicas para intermediárias, mostrando um decréscimo em seu conteúdo nas rochas mais diferenciadas. O fracionamento de biotita e K-feldspato nos termos mais ácidos explica esta mudança de comportamento. Nas rochas básicas as concentrações são da ordem de 1000-1200ppm, atingindo até 2000 ppm nas rochas intermediárias, enquanto nas graníticas o valor médio é de 1000ppm.

As concentrações de Sr ocupam o intervalo entre 400-650 ppm nas rochas básicas e, na maior parte dos casos, 700-950 ppm nas rochas intermediárias. Nos granitos da ASLV observam-se teores da ordem de 435-739ppm (73% SiO₂), enquanto nos riolitos os teores são de 1000ppm.

O Rb possui teores variáveis e elevados nas rochas da ASLV (40-160ppm), evidenciando um comportamento incompatível dos termos básicos até intermediários, declinando, na maior parte dos casos, os teores nas rochas ácidas, o que é coerente com o fracionamento de biotita nestas litologias.

O Zr possui teores variáveis de 140 a 300ppm nas rochas básicas. Suas concentrações nas rochas intermediárias são em média ligeiramente superiores (300-395ppm), o que sugere a incompatibilidade deste elemento até composições andesíticas. Nas rochas graníticas observa-se o decréscimo nos valores deste elemento (105-200ppm), diferindo, no entanto, dos teores observados nos diques riolíticos de Lavras do Sul que apontam para uma redução menos acentuada (292-313ppm).

O teor médio de Nb nas rochas da ASLV é de 15ppm, constatando-se também baixos teores de Y, na maior parte dos casos inferiores a 20ppm. As concen-

trações de Cs e Th situam-se entre 5 e 10ppm).

Os teores de F, atingindo concentrações da ordem de 600-790ppm nas rochas básicas e até 1200ppm em algumas rochas intermediárias e ácidas, assemelham-se aos referidos por Tauson (1983) como evidenciando o enriquecimento desse elemento em rochas shoshoníticas. Valores desta magnitude são observados também nos lamprófiros da ASLV.

As rochas da ASLV possuem, caracteristicamente, um forte enriquecimento de terras raras leves em relação as pesadas ($Ce_n/Yb_n = 10-20$) e anomalias de Eu estão ausentes nos termos básicos e intermediários, conforme dos dados obtidos por Lima (em prep.). Nas rochas graníticas os teores de ETR são menores e podem ocorrer pequenas anomalias negativas de Eu (Nardi 1984).

Petrogênese

Os dados radiométricos Rb-Sr que estão sendo obtidos (Lima, em prep.) e interpretados para termos vulcânicos e intrusivos da ASLV, confirmam os dados sugeridos para o núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul (Soliani Jr., 1986) apontando idades de torno de 640 Ma e razões iniciais próximas de 0,704.

As relações do magmatismo shoshonítico na região de Lavras do Sul com as rochas metamorfasadas do embasamento, com as seqüências sedimentares da Formação Arroio dos Nobres e com o magmatismo alcalino pós-orogênico, indicam um caráter pós-cinemático em relação aos principais eventos deformacionais compreensivos brasileiros. Do ponto de vista da relação com processos magmatogênicos envolvendo subducção de crosta oceânica, o magmatismo shoshonítico pode ser considerado tardi-orogênico, uma vez que os efeitos do consumo de crosta oceânica a nível de manto estão presentes durante sua geração. Os dados químicos e isotópicos disponíveis são indicativos de uma origem predominantemente mantélica para o magmatismo gerador da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul.

A maior parte dos *trends* geoquímicos constatados nos trabalhos referidos anteriormente podem ser compreendidos com base em mecanismos de cristalização fracionada, envolvendo hornblenda, augita, plagioclásio, magnetita titanífera e apatita, assumindo a biotita papel relevante nos termos intermediários a ácidos (Lima & Nardi, 1991a, b; Barros 1992). A atuação de processos de fracionamento mineral é sugerida também pela presença de rochas cumulativas absaróquíticas e anortosíticas. Dados geobarométricos referentes aos espessartitos sugerem que a cristalização dos fenocristais teve início a pressões superiores a 6 Kb (Lima & Nardi 1991a). Estes autores admitem que a diferenciação dos magmas lamprófricos envolveu provavelmente o fracionamento dominante de hornblenda e a contaminação por composições shoshoníticas mais ácidas, nos termos mais diferenciados. A observação dos dados geoquímicos, bem como as evidências de campo, sugerem que a ASLV é constituída por rochas derivadas de líquidos parentais shoshoníticos cuja variação composicional reflete uma evolução da fonte ou modificações na intensidade dos processos petrogenéticos. Esta

variação é refletida principalmente nos teores distintos de Al_2O_3 , Sr e Zr, por exemplo, encontrados nos termos mais ácidos da ASLS.

Os termos intrusivos apresentam grande similaridade com os maciços shoshoníticos de Ballons (Papel & Leterrier, 1980) e Kilmelford (Zhou, 1987). A Figura 2 destaca as feições geoquímicas mais relevantes que são os conteúdos elevados de Ba e Sr, o enriquecimento moderado em Ti, P, Zr e ETRL, o teor elevado de K_2O nos termos básicos e intermediários, e as baixas concentrações de Nb, Y e ETRP que parecem estar fortemente vinculadas ao caráter tardi a pós-orogênico deste magmatismo. As características geoquímicas observadas são compatíveis com a fusão de um manto granada lherzoltítico metassomatizado. Os lamprófiros espessartíticos constituem manifestação tardia do magmatismo shoshonítico mostrando feições gerais similares às descritas por Rock (1983), Allan & Carmichael (1984) e McCall *et al.* (1990). A coexistência de líquidos espessartíticos e dacíticos shoshoníticos é sugerida por feições de *comingling* observadas na região Lavras do Sul e Caçapava do Sul.

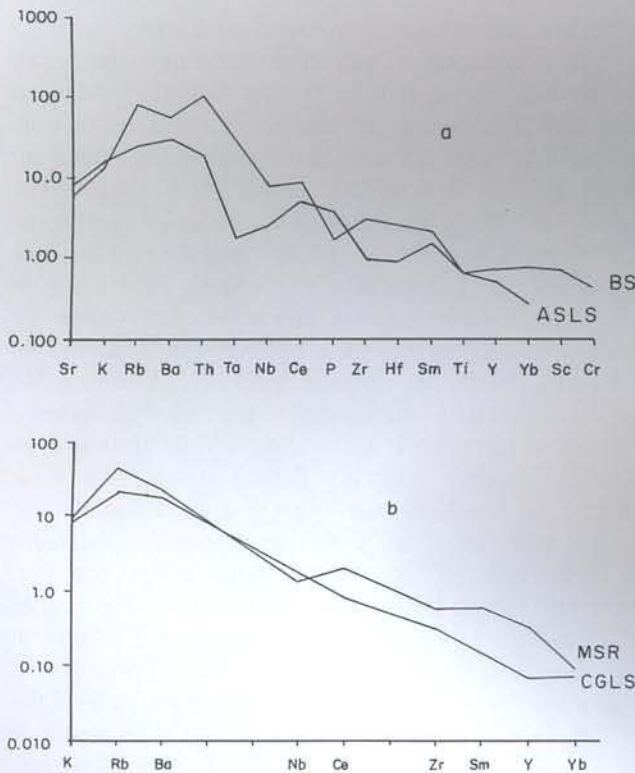


Figura 2 — Diagramas multielementares correspondentes (a) basalto da ASLS e média dos basaltos shoshoníticos (BS) de Pearce (1982) normalização pelo padrão MORB deste mesmo autor, (b) monzogranitos do núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul (CGLS) e Monzogranito Santa Rita (MSR) normalizados pelo padrão de Pearce *et al.* (1984)

Agradecimentos — A presente revisão resulta dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos com o apoio financeiro indispensável de CNPq, FAPERGS e FINEP. A participação das bolsistas de iniciação científica Irena Sparrenberger e Raquel Barros Binotto foi importante na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, J. F. & Carmichael, I. S. E. 1984. Lamprophyric lavas in the Colima Graben, SW Mexico. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **88**: 203-216.
- Barros, C. E. 1992. *O Monzogranito Santo Antônio: petrografia e geoquímica*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 187p.
- De Ros, L. F. & Fernandes, L. A. D. 1981. Rochas charnoquíticas no Escudo Sul-Riograndense. *Acta Geológica Leopoldensia*, **5** (9): 25-44.
- Lima, E. F. 1985. *Petroquímica e prospecção litogeoquímica da área da Merita, região de Volta Grande, Lavras do Sul, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 187p.
- _____. & Nardi, L. V. S. 1985. Geologia, petrografia e petroquímica das rochas vulcânicas e tufáceas da região de Volta Grande, Lavras do Sul, RS. *Acta Geológica Leopoldensia*, **20**: 15-62.
- _____. & _____. 1991a. Os laprófiros espessartíticos da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, RS. *Geochimica Brasiliensis*, (no prelo).
- _____. & _____. 1991b. Evolução petrográfica e geoquímica dos magmas shoshoníticos. *Resumos, 3º Congresso Brasileiro de Geoquímica*, São Paulo, SBGq, **1**: 147-148.
- McCall, G. W., Nabelek, P. L., Bauer, R. L. & Glascock, M. D. 1990. Petrogenesis of Archean lamprophyres in the Southern Vermilion Granitic Complex, northeastern Minnesota, with implications for the nature of their mantle source. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **104**: 439-452.
- Mexias, A. S. 1990. *O sistema hidrotermal fóssil de Volta Grande Lavras do Sul/RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 180p.
- Morrison, G. W. 1980. Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock-association. *Lithos*, **13**: 98-108.
- Nardi, L. V. S. 1984. *Geochemistry and petrology of the Lavras Granite Complex, RS, Brasil*. Universidade de Londres. Tese de Doutorado. 268p.
- _____. & Bonin, B. 1991. Post-orogenic and non-orogenic alkaline granite associations: the Saibro Intrusive Suite, Southern Brazil. A case study. *Chemical Geology*, **92** (113): 197-212.
- _____. & _____. 1985. A associação shoshonítica de Lavras do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, **15** (2): 139-146.
- _____. & _____. 1987. Granitic rocks of the Lavras do Sul Shoshonitic association, RS, Brazil. *Extended abstracts, International Symposium on Granites and Associated Mineralizations*, Salvador, 159-162.
- _____. & _____. 1988. Hidrotermalismo no Complexo Granítico Lavras e vulcânicas associadas, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, **18** (3): 369-375.
- Naumann, M. 1985. *O complexo vulcânico sedimentar de Ibaré, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 161p.
- Papel, M. & Leterrier, J. 1980. The subalkaline potassic magmatism of Ballons Massif (Southern Vosges, France): shoshonitic affinity. *Lithos*, **13**: 1-10.
- Pearce, J. A. 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R. S. (ed.) *Andesites-orogenic andesites and related rocks*. John Wiley, Chichester. p. 525-548.
- _____.; Harris, N. B. W. & Tindle, A. G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**: 956-983.
- Robertson, J. F. 1966. Revision of the stratigraphy and nomenclature of rock units in the Caçapava - Lavras region. *Notas e Estudos da Escola de Geologia UFRGS*, **1** (2): 41-54.
- Rock, N. M. S. 1983. Nature and origin of calc-alkaline lamprophyres: minettes, vogesites, kersantites and spessartites. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **74**: 193-227.
- Soliani Jr., E. 1986. *Os dados geocronológicos do Escudo Sul-riograndense e suas implicações de ordem tectônica*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 425p.
- Tauson, L. V. 1983. Geochemistry and metallogeny of the Latitic series. *International Geology Review*, **24**: 125-135.
- Teixeira, E. A. & Leinz, V. 1942. Ouro no bloco Butiá, RS. *Boletim, Divisão de Fomento e Produção Mineral, DNPm*, n° 50. 81p.
- Zhou, J. X. 1987. An occurrence of shoshonites near Kilmelford in the Scottish Caledonides and its tectonic implications. *Journal of the Geological Society*, **144**: 699-706.