

Pesquisas em Geociências

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

Granitóides da Parte Centro/Sudoeste do Escudo Sul-rio-grandense. Novos Dados e Discussões sobre Gênese e Tipologia do Magmatismo Alcalino.

M.C.P. Gastal, R.S. Schimitt, L.V.S. Nardi

Pesquisas em Geociências, 19(2): 174-182, Set./Dez., 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21309>

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

Granitóides da Parte Centro/Sudoeste do Escudo Sul-rio-grandense. Novos Dados e Discussões sobre a Gênese e Tipologia do Magmatismo Alcalino

M. C. P. GASTAL, R. S. SCHMITT E L. V. S. NARDI

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

(Recebido em 12/06/92. Aceito para publicação em 25/09/92.)

Abstract — The petrographic and geochemical characteristics of Leões Anelar Complex, Armeiras intermediate dikes, and Tuna Quartz-monzonite, indicate their alkaline and support their inclusion in the Saibro Intrusive Suite, located in the occidental part of Sul-rio-grandense Shield. The discrimination of shoshonitic, calc-alkaline and metaluminous alkaline granites in this region, was supported by field relationship, petrographic and mainly geochemical criteria. Trace-element diagram interpretation, including Ti, Zr, Nb, Rb, and Y, suggests that the Saibro Intrusive Suite is produced by differentiation of mantellic magmas, produced by partial melting of a slightly enriched mantle still preserving subduction components. A post-orogenic character of Saibro Intrusive Suite, and a crustal contamination effect among the metaluminous terms were also indicated by these parameters.

Resumo — As características petrográficas e geoquímicas do Complexo Anelar Leões, dos diques intermediários Armeiras e do Quartzo Monzonito da Tuna indicam sua afinidade alcalina e justificam seu enquadramento na Suíte Intrusiva Saibro, na porção ocidental do Escudo Sul-rio-grandense. A discriminação dos granitóides shoshoníticos, calci-alcinos metaluminosos nesta região foi realizada com base em critérios de campo, petrográficos, e principalmente geoquímicos. A partir da utilização de diagramas refletindo o comportamento de elementos como Ti, Zr, Nb, Rb, e Y entre outros, conclui-se que a Suíte Intrusiva Saibro é produzida pela diferenciação de magmas gerados a partir da fusão de manto moderadamente enriquecido, registrando efeitos ainda perceptíveis da subducção. O caráter pós-orogênico da Suíte Intrusiva Saibro e o efeito de contaminação crustal na geração de seus termos mais aluminosos são indicados por esses parâmetros.

INTRODUÇÃO

A Suíte Intrusiva Saibro, conforme revisão recente efetuada por Nardi & Bonin (1991), compreende todos os granitóides da Porção Oeste do Escudo Sul-rio-grandense, de afinidade alcalina, caráter pós-orogênico e idade eopaleozóica. É uma associação supersaturada em SiO₂, composta principalmente por granitos sub e hipersolvus, com menor quantidade de rochas de composição intermediária. Suas características químicas são transicionais entre aquelas apresentadas pelos granitos anorogênicos e pós-orogênicos de outras províncias. Porém, o caráter pós-orogênico tem sido admitido para esta suíte, devido ao pequeno intervalo de tempo que a separa dos estágios finais do Ciclo Brasileiro na região e à sua similaridade com associações alcalinas pós-orogênicas, como aquelas panafricanas do Escudo Árabe (Harris, 1985) e de Adrar des Iforas (Liégeois & Black, 1987).

A região considerada neste trabalho envolve as partes central e sudoeste da porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense (Fig.1). Situa-se na transição entre os dois domínios individualizados, limitados pelo lineamento de Ibaré: Blocos São Gabriel e Taquembó (Hartmann & Nardi, 1983; Naumann *et al.*, 1984); cuja interpretação geotectônica é controversa, sendo objeto de grande debate (Soliani Jr., 1986; Fragoso Cesar, 1990; Fernandes *et al.*, 1992).

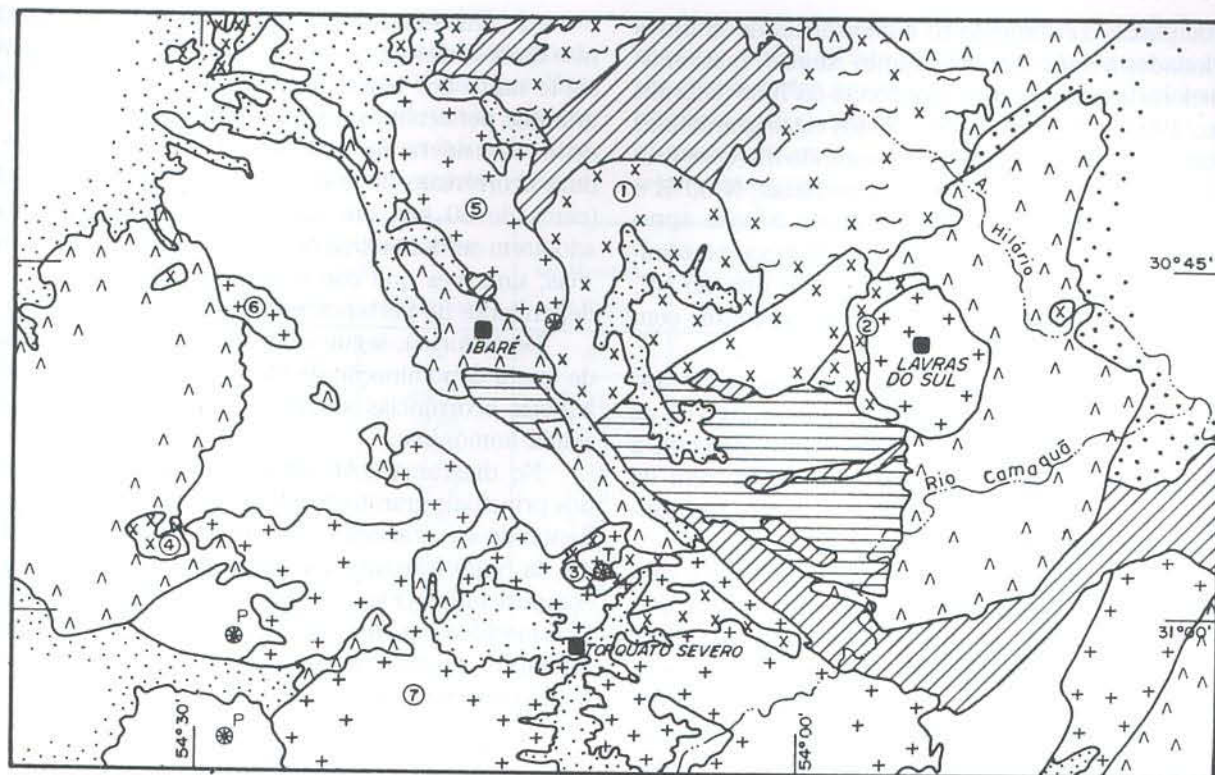
Afora os granitos de afinidade alcalina, ocorrem nesta região granitos calci-alcinos e shoshoníticos. Os primeiros estão representados por corpos de ocorrência

esporádica, normalmente foliados e, ainda, pobremente caracterizados (Naumann *et al.*, 1984). Os tipos shoshoníticos estão amplamente representados pela Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, que inclui intrusivas e vulcânicas associadas (Nardi & Lima, 1985), além de outras ocorrências menores. A Suíte Intrusiva Santo Afonso (Hartmann & Nardi, 1982), na região a norte de Torquato Severo, exibe características geoquímicas mais próximas dos tipos calci-alcinos alto potássio (Schmitt & Luz, 1992).

O detalhamento de outras intrusões de afinidade alcalina nesta região permitiu a ampliação da Suíte Intrusiva Saibro, em termos de seu espectro composicional, e a melhor caracterização dos *trends* metaluminoso e peralcalino, já referidos por Nardi & Bonin (1991). Utilizou-se para fins comparativos, os dados do Complexo Granítico de Caçapava do Sul — CGCS (Nardi & Bitencourt, 1989), como representante dos tipos calci-alcinos alto potássio e do núcleo do Complexo Granítico de Lavras do Sul — CGLS (Nardi, 1984), vulcânicas andesíticas de Volta Grande (Lima, 1985) e ortopiroxênio monzodioritos da Suíte Intrusiva Arroio do Jacques (Lima & Nardi, 1992), como representantes da associação shoshonítica. Amostras representativas da Suíte Intrusiva Santo Afonso, obtidas na porção a norte de Torquato Severo, foram também consideradas com o objetivo de salientar suas diferenças em relação aos demais granitos individualizados nesta região.

Descrição dos granitóides

O Complexo Anelar Leões (Gastal *et al.*, em pre-



LEGENDA

-  COBERTURAS GONDUÂNICAS E TERCIÁRIAS
-  COBERTURAS EO-PALEOZOICAS
-  SUÍTE INTRUSIVA SAIBRO
-  GRANITOS CALCI-ALCALINOS ALTO K A SHOSHONÍTICOS
-  ROCHAS VULCANO-SEDIMENTARES (HILÁRIO, ACAMP. VELHO E MARICÁ)
-  GRANITÓIDES INDIFERENCIADOS
-  SEQUÊNCIAS META-VULCANO-SEDIMENTARES (FÁCIES XISTO-VERDE)
-  GNAISSES DE FÁCIES ANFIBOLITO
-  GRANULITOS DO COMPLEXO STA. MARIA CHICO



GRANITOS E SIENITOS:

- ① JAGUARI
- ② COMPLEXO GRANÍTICO DE LAVRAS DO SUL
- ③ SAIBRO
- ④ COMPLEXO ANELAR LEÕES
- ⑤ SANTA RITA
- ⑥ SANTO ANTÔNIO
- ⑦ SANTO AFONSO (VAUTHIER)

OCORRÊNCIAS:

- T
⊗ QUARTZO MONZONITO DA TUNA
- P
⊗ GRANITOS PERALCALINOS DA REGIÃO DE DOM PEDRITO
- A
⊗ DIQUES ARMEIRAS

Figura 1 — Esboço Geológico da porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense, modificado de Santos *et al.* (1989).

paração), situado no sudeste do *Plateau* de Taquarém-bó, é uma estrutura de pequenas dimensões (4 x 5 km), composta por uma associação bimodal de rochas. Contém quartzo monzodioritos com ortopiroxênio, na parte central e quartzo sienitos a feldspato alcalino-quartzo sienitos, na borda. As fácies mais diferenciadas destas rochas sieníticas contém arfvedsonita e aegirina. A existência de álcali granitos associados a esta estrutura ane-

lar reforça sua correlação com os granitos peralcalinos da região de Dom Pedrito (Hartmann & Nardi, 1982). Estes últimos são álcali granitos com arfvedsonita e, em menor proporção, riebeckita e aegirina. Associado a estas intrusões ocorrem, também, leucomonzogranitos metaluminosos.

A região de ocorrência do Granito Saibro (DOCE-GEO, 1981), a norte de Torquato Severo, possui geolo-

gia complexa, constatando-se a ocorrência de granitos relacionados à Suíte Intrusiva Santo Afonso, mais antigo, seccionados pelo Quartzito Monzonito da Tuna (Schmitt & Luz, 1992) e Granito Saibro. Todos estes granitoides possuem forte controle estrutural segundo direções preferenciais, N 10°E e N 70°W e secundárias, N 50°E e N 40°W. Os granitoides da Suíte Santo Afonso apresentam-se deformados localizadamente em faixas protomiloníticas decimétricas, alinhadas segundo direção NS. Incluem tonalitos, granodioritos e monzogranitos, com grande variação textural.

Ao contrário do Granito Saibro, que mostra-se saliente na topografia, com forma em "bumerangue", os demais apresentam relevo arrasado, o que dificulta a delimitação das ocorrências. O quartzito Monzonito da Tuna ocorre como diques ou pequenos corpos, de contornos ainda pouco definidos.

As características geológicas, petrográficas e químicas do Quartzito Monzonito da Tuna, sugerem sua correlação com o pertita granito do CGLS (Nardi, 1984). Ambos constituem um conjunto de rochas de composição metaluminosa, com forte afinidade alcalina. O Quartzito Monzonito da Tuna apresenta textura equigranular média a heterogranular, de granulação média e grossa. Sua mineralogia inclui feldspato alcalino perfitico, oligoclásio, quartzo, hornblenda ferrosa e alanita. Zircão, apatita e biotita constituem a mineralogia acessória. O pertita granito, por outro lado, é mais leucocrático, contendo ferro-edenita tardia e rara biotita.

O *trend* metaluminoso da Suíte Intrusiva Saibro (SIS) está representado, ainda, pelos granitos Jaguarí (Gastal & Nardi, 1992) e, possivelmente, Saibro (DOCEGEO, 1981; Schmitt & Luz, 1992). Estes corpos graníticos, juntamente com o Granito Ramada (Naime & Nardi, 1990) e granito periférico do Complexo Granítico São Sepé (Sartori, 1978; Gastal, em preparação), não abordados no presente trabalho, são os representantes mais expressivos desta suíte, em termos de área aflorante. Distinguem-se dos granitos anteriores pela composição mais silicosa, caráter metaluminoso marcante e moderadamente alcalino (Tab. 1). O Granito Jaguarí é constituído por biotita monzo e sienogranitos, com menores proporções de hornblenda ferro-edenítica, zircão e apatita. O granito Saibro possui textura equigranular média ou fina e é composto por leucomonzogranitos, contendo oligoclásio sódico, feldspato alcalino perfitico, quartzo, rara biotita intersticial e zircão.

A questão da denominação do Granito Saibro merece algumas considerações. A descrição inicial deste granito refere-se a ocorrência de granitos leucocráticos, situada nas proximidades da fazenda homônima e antiga estação da RFFSA (UFRGS, 1967; DOCEGEO, 1981). Posteriormente, Hartmann & Nardi (1982), ampliam esta denominação, elevando-se à categoria de suíte intrusiva, para abranger os granitos peralcalinos ocorrentes na região de Dom Pedrito, situados mais a sudoeste. A denominação de Suíte Intrusiva Saibro fica consagrada com os trabalhos de Hartmann & Nardi (1983) e Nardi & Bonin (1991), para designar os diversos corpos graníticos de afinidade alcalina na porção oeste, como referido acima.

As características petrográficas e químicas do Granito Saibro, descrita neste trabalho, permitem diferenciá-lo tanto dos biotita granitos do Jaguarí, como dos granitos peralcalinos ocorrentes na região de Dom Pedrito. Considerando este fato e a distância entre as duas ocorrências de granitos que levam o nome Saibro (cerca de 50 km, em linha reta), é mais apropriado adotarem-se denominações diferenciadas para as mesmas, uma vez que constituem intrusões distintas; independente de pertencerem ou não a mesma suíte.

Desta forma, segue-se neste trabalho, a proposição de que a denominação de Granito Saibro fique restrita àquelas ocorrências situadas nas proximidades da fazenda homônima.

No diagrama QAP estão representadas as modas dos principais granitoides discutidos neste trabalho, salientando-se a variação composicional e o caráter bimodal da Suíte Intrusiva Saibro, com a presença de gaps composicionais (Fig. 2). Nota-se, ainda, que os granitos enriquecidos em sílica e de caráter francamente metaluminoso, destoam do restante, possuindo composições monzo e sienograníticas.

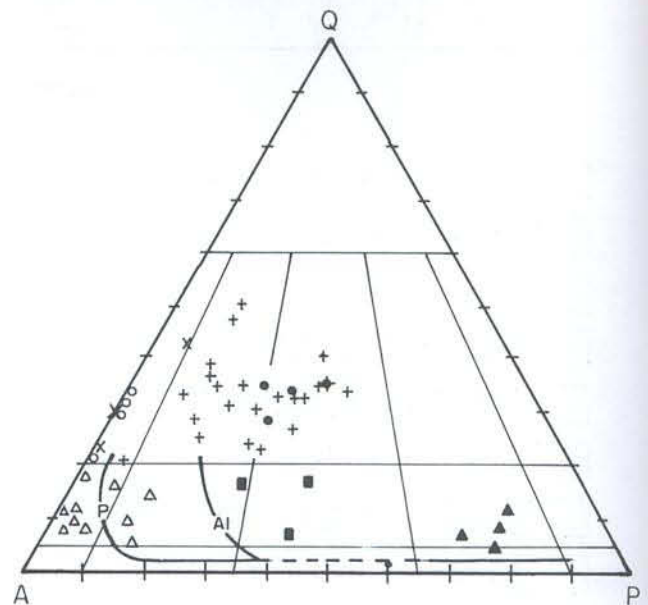


Figura 2 — Diagrama QAP de Streckeisen (1976) para amostras representativas da Suíte Intrusiva Saibro - SIS. *Trends*: série peralcalina supersaturada — P e granitos aluminosos da série alcalina — AL, (Lameyre & Bowden, 1982).

+ Granito Jaguarí

• Granito Saibro

X Pertita Granito do CGLS

■ Quartzito Monzonito da Tuna

△ Quartzito-Feldspato

Alcalino Sienito

▲ Quartzito Monzodiorito

Complexo Anelar Leões

○ Granitos Peralcalinos de Dom Pedrito

Inclui-se também, neste trabalho, amostras de diques intermediários que ocorrem nas proximidades do contato oeste do Granito Jaguarí, para os quais propõem-se a denominação de diques Armeiras (Fig. 1). Nes-

ta região, são freqüentes diques de direção NE, de composições intermediárias a ácidas, os quais foram correlacionados à formação Acampamento Velho, por Naumann *et al.* (1984). As amostras consideradas referem-se, tão somente, aos diques situados próximo ao Granito Jaguari, cujas relações de contato sugerem peque-

na defasagem de tempo na colocação dos dois (Gastal & Nardi, 1992). O fato destes diques seccionarem granitos relacionados à associação shoshonítica (Monzogranito Santa Rita) e antecederem o Granito Jaguari, sugere que os mesmos pertençam a suíte alcalina e, talvez, sejam cronocorrelatos ao pertita granito (CGLS).

| Nº | Diques Armeiras | Complexo Anelar Leões - CAL - | | Qz Monzon. da Tuna | Pertita gr. do CGLS | Gr. peral. Dom Pedrito | Gr. Jaguari | Gr. Saibro |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------|--------------------|---------------------|------------------------|-------------|------------|
| | | Qz Monzod. | Fk-Qz Sien. | | | | | |
| | 4 | 6 | 12 | 5 | 8 | 10 | 23 | 3 |
| SiO ₂ | 54,02 | 57,59 | 65,58 | 68,72 | 73,67 | 76,42 | 76,07 | 76,68 |
| TiO ₂ | 2,13 | 1,64 | 0,88 | 0,53 | 0,23 | 0,19 | 0,16 | 0,10 |
| Al ₂ O ₃ | 15,17 | 14,95 | 14,80 | 14,52 | 13,08 | 11,60 | 12,64 | 12,25 |
| FeO _T | 9,24 | 7,81 | 5,65 | 4,46 | 2,69 | 2,48 | 1,59 | 1,53 |
| MnO | 0,17 | 0,15 | 0,18 | 0,10 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| MgO | 5,60 | 3,77 | 0,62 | 0,28 | 0,21 | 0,06 | 0,12 | 0,05 |
| CaO | 6,94 | 5,71 | 1,78 | 1,42 | 0,55 | 0,39 | 0,68 | 0,65 |
| Na ₂ O | 4,19 | 4,69 | 4,89 | 4,17 | 4,42 | 4,42 | 4,12 | 4,39 |
| K ₂ O | 1,43 | 2,55 | 5,03 | 5,48 | 4,97 | 4,24 | 4,51 | 4,30 |
| P ₂ O ₅ | 0,88 | 0,88 | 0,22 | 0,08 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,01 |
| Rb | 25 | 34 | 60 | 124 | 200 | 156 | 183 | 249 |
| Sr | 557 | 589 | 147 | 227 | 93 | 34 | 84 | 34 |
| Ba | 940 | 2113 | 1305 | 460 | 227 | 182 | 418 | 54 |
| Zr | 247 | 309 | 378 | 744 | 534 | 658 | 147 | 78 |
| Nb | 20 (2) | 24 (5) | 37 (8) | 53 (3) | 57 | 51 (6) | 43 (12) | 42 (1) |
| Y | 39 (2) | 44 (5) | 62 (8) | 68 (3) | 44 | 66 (6) | 59 (12) | 47 (1) |
| Ga | 19 (2) | 21 (5) | 24 (8) | 25 (4) | 39 (2) | 33 (6) | 21 (12) | 25 (1) |
| FeO* | 0,62 | 0,68 | 0,91 | 0,94 | 0,93 | 0,99 | 0,93 | 0,96 |
| IAG | 0,56 | 0,70 | 0,91 | 0,88 | 0,97 | 1,02 | 0,92 | 0,97 |
| A/CNK | 0,72 | 0,72 | 0,89 | 0,94 | 0,96 | 0,92 | 0,98 | 0,94 |
| ID | 44 | 58 | 84 | 87 | 92 | 95 | 94 | 95 |
| Zr/Nb | 12 | 13 | 10 | 14 | 10 | 11 | 4 | 2 |
| Zr/Y | 6 | 7 | 6 | 11 | 13 | 8 | 3 | 2 |
| Nb/Y | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,9 |
| Ba/Sr | 2 | 4 | 12 | 2 | 3 | 5 | 5 | 2 |
| Q | 1,83 | 4,81 | 14,12 | 19,72 | 26,25 | 33,36 | 32,75 | 32,61 |
| Ab | 34,41 | 38,82 | 40,47 | 34,88 | 37,12 | 35,87 | 34,80 | 36,96 |
| Or | 8,18 | 14,74 | 29,02 | 32,01 | 29,11 | 24,86 | 26,61 | 25,28 |
| An | 17,79 | 11,97 | 3,49 | 4,62 | 1,17 | — | 2,65 | 1,01 |
| Di | 8,15 | 8,28 | 2,96 | 1,56 | 1,00 | 1,51 | 0,43 | 1,9 |
| Ac | — | — | — | — | — | 1,15 | — | — |
| Hy | 17,55 | 10,57 | 0,41 | 1,37 | 3,16 | 1,10 | 1,43 | 1,27 |
| Ilm | 3,94 | 3,06 | 1,64 | 0,99 | 0,43 | 0,36 | 0,31 | 0,18 |
| Mt | 3,12 | 3,66 | 5,13 | 3,48 | 0,87 | 1,10 | 0,78 | 0,32 |
| Ap | 2,0 | 2,0 | 0,51 | 0,18 | 0,15 | 0,08 | 0,07 | 0,02 |

Tabela 1 — Média das composições químicas para os granitóides da SIS

Obs.: elementos maiores recalculados em base anidra; número de amostras consideradas: N° - para a maioria dos elementos e valores entre parênteses - para alguns traços.

FeO* = FeO_T/(FeO_T + MgO); IAG = índice agpático e A/CNK = Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O), em proporções moleculares; ID = Q + Ab + Or + (Ac), normativos; normas CIPW.

Referências dados químicos: pertita granito do CGLS, Nardi (1984), exceto valores de Ga e Granito Jaguari, Gastal & Nardi (1992).

Caracterização Geoquímica

As rochas de composição intermediária, representadas pelo quartzo monzodiorito do Complexo Anelar Leões e diques Armeiras, mostram comportamento geoquímico muito similar. São rochas supersaturadas em sílica a levemente saturadas, com olivina normativa nos tipos menos diferenciados. Ambas caracterizam-se por baixo conteúdo de diopsídio normativo. (4 a 10%), o que as distingue de composições similares calcialcalinas e shoshoníticas (Ewart, 1982). Os diques apresentam teores de SiO₂ entre 52 e 56% (em base anidra), equivalendo a traquiandesitos e andesitos basálticos, enquanto os quartzo monzodioritos possuem teores levemente superiores, entre 56 e 59% SiO₂ (Fig. 3

e Tab. 1). Segundo classificação de Le Bas *et al.* (1986), mostram maiores analogias com os tipos sódicos, correspondendo a mugearitos e benmoreitos (Fig. 3a). A relação entre Na₂O-2 e K₂O, para estas rochas, está próxima da igualdade, tendendo para os tipos sódicos.

Em relação às rochas de composição intermediária da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul (ASLS), com teores de sílica similares, rochas equivalentes da SIS diferem por apresentarem teores superiores de FeO, TiO₂, P₂O₅ e, em menor proporção, de Zr; menores de Rb, Sr e K₂O e, pelo padrão pouco fracionado de ETRP. Os valores de CaO, MgO, Al₂O₃, álcalis e Ba são similares aos da ASLS, motivando a superposição das mesmas em diversos diagramas, como K₂O X SiO₂, AFM e

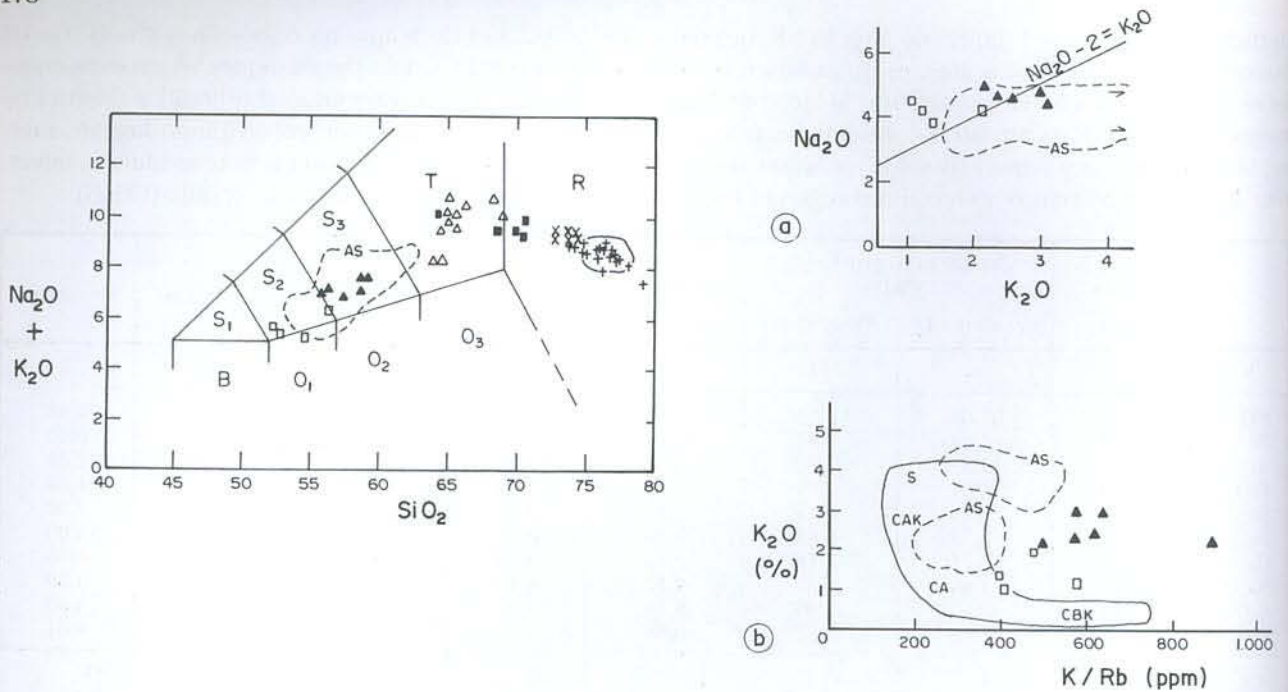


Figura 3 — Diagrama álcalis X sílica (base anidra), com os campos de classificação segundo Le Bas *et al.* (1986): S_1 — traquibasalto; S_2 — traquiandesito basáltico; S_3 — traquiandesito; T — traquito e traquidacito; R — riolito; B — basalto; O_1 — andesito basáltico; O_2 — andesito e O_3 — dacito. Símbolos: vide Figura 2 e quadrados vazios — diques Armeiras. Campos demarcados: por linha cheia — granitos peralcalinos da região de Dom Pedrito e Granito Saibro; por linha pontilhada — AS — rochas de composição intermediária da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul (ASLS — referências vide texto).

Encarte — 3a: Diagrama $Na_2O \times K_2O$ (base anidra), salientando a separação das séries sódicas e potássicas (Le Bas *et al.*, 1986), para rochas básicas a intermediária ($SiO_2 < 63\%$).

Encarte — 3b: Diagrama $K_2O \times K/Rb$ para rochas básicas a intermediárias ($SiO_2 < 60\%$), com a separação das séries magnéticas segundo Pearce (1982): CBK — calci-alcina baixo potássio; CA — calci-alcina; CAK — calci-alcina alto potássio; S — shoshonítica.

razão calci-alcina X SiO_2 (Fig. 4). As diferenças entre as duas associações são realçadas pelas maiores razões K/Rb apresentadas pelas rochas intermediárias da SIS, para teores equivalentes de K_2O (Fig. 3b); pelos menores teores de Al_2O_3 para razões calci-alcina similares ou índices agpaíticos; e, na Figura 5, pelos maiores teores de FeOt para valores equivalentes de MgO.

No *spiderdiagram*, mostrado na Figura 6, os diques Armeiras foram comparados a composições shoshoníticas e anorogênicas, com teores similares de sílica. É nítido o empobrecimento destes diques em elementos incompatíveis de baixo potencial iônico, que refletem a componente da subducção (Pearce, 1982). O comportamento dos demais elementos neste diagrama é mais complexo, assemelhando-se aos padrões mistos descritos por Pearce (1982), para composições alcalinas relacionadas de alguma forma com a subducção. A afinidade alcalina é refletida pelo enriquecimento dos elementos do Sr ao Sm (em relação ao MORB), com maior elevação do Ba e pequena quebra do Nb/P. O pico para Ce e, em menor proporção, para o Sm, sugerem a similaridade com composições presentes em margens continentais maduras (calci-alcina e shoshoníticas).

A SIS caracteriza-se pelos maiores valores de FeOt e conseqüentemente altas razões FeO^* (Tab. 1 e Fig. 4), teores mais elevados de TiO_2 e P_2O_5 e menores razões calci-alcina (Fig. 5). No diagrama $TiO_2 \times Zr$ (Fig. 7), grande parte dos componentes da SIS enquadram-se no campo das composições intraplaca (Pearce, 1982), o que é freqüente também para as associações alcalinas de ambientes pós-orogênicos. Razões que con-

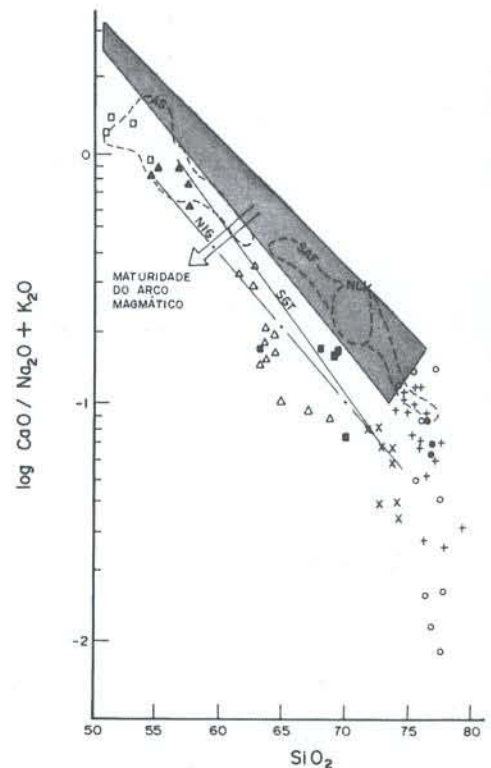


Figura 4 — Diagrama da razão calci-alcina X SiO_2 de Brown (1982), para SIS em comparação a outros granitóides da porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense (NLV — granito do núcleo do CGLS e SAF — granitóides da Suíte Intrusiva Santo Afonso) e composições intermediárias da ASLS — AS (referências vide texto). Composições consideradas por Brown (1982): campo sombreado — arcos vulcânicos e margens continentais recentes; trends para séries alcalinas: NIG — granitos jovens da Nigéria; SGT — granitos da Arábia Saudita. Símbolos vide Figuras 2 e 3.

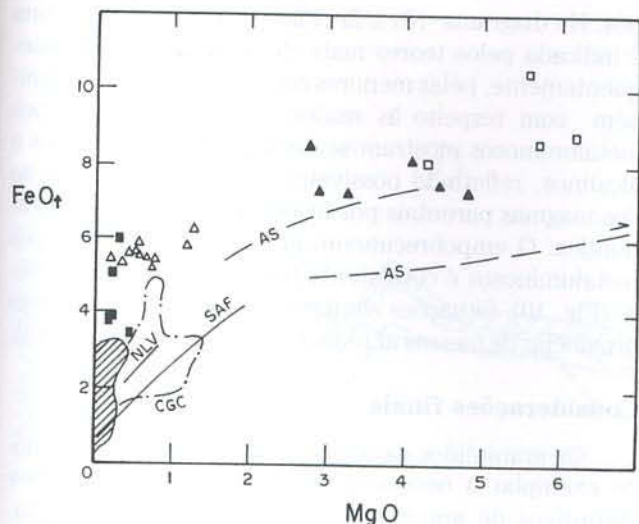


Figura 5 — Diagrama FeO_1 X MgO para amostras da SIS e demais rochas mencionadas nas figuras anteriores. Símbolos: vide figuras 2, 3, 4 e campo hachurado — granitos da SIS com $\text{SiO}_2 > 70\%$. Trends: AS, NLV e SAF — referências vide Figura 4; CGC — granitos do Complexo Granítico de Caçapava do Sul (CGCS, referências vide texto).

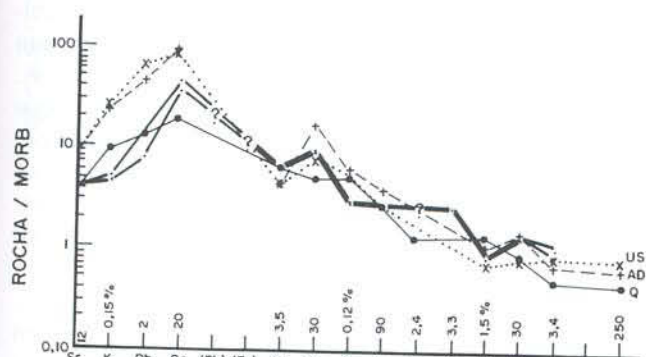


Figura 6 — Spiderdiagrama para amostras dos diques Armeiras, normalizados pelo MORB (Pearce, 1982) e comparados a andesitos basálticos (52 a 56% SiO_2), shoshoníticos e anorogênicos, obtidos a partir de dados compilados por Ewart (1982): Q — associação bimodal anorogênica do sul de Queensland, Austrália; associações shoshoníticas: AD — Andes; US — oeste dos USA, zona leste.

consideram a relação entre elementos de alto e baixo potencial iônico, como Rb/Zr , permitem a separação entre a SIS e a associação shoshonítica — ASLS, desde composições intermediárias até ácidas ($\leq 75\%$ SiO_2), o que é mostrado na Figura 8. As razões Ba/Sr também possibilitam a distinção entre as duas associações, mostrando valores mais dispersos e elevados na SIS (Tab. 1).

Em termos de abundância, as composições ácidas são mais expressivas na SIS, como observa-se na Tabela 1. A determinação da afinidade alcalina para os granitos já foi extensivamente discutida, com base em critérios revistos por Whalen *et al.* (1987); Eby (1990) e Nardi (1991), em trabalhos anteriores (Nardi & Bonin, 1991 e Gastal & Nardi, 1992).

Os tipos ácidos em conjunto com as rochas intermediárias, definem trends evolutivos para quase todos os elementos. Salienta-se na Figura 3, o forte enrique-

cimento de álcalis desde os tipos intermediários até composições com 65% de SiO_2 , com posterior redução destes valores para composições enriquecidas em sílica. Este comportamento é freqüente em associação alcalinas de outras províncias (Liégeois & Black, 1987) e, se deve principalmente ao K_2O , uma vez que os teores de Na_2O mantém-se praticamente constantes com a diferenciação (Tab. 1). Dentro destes mesmos intervalos de sílica, as rochas intermediárias constituintes da SIS exibem forte decréscimo dos teores de CaO , MgO e Sr , enquanto os tipos mais diferenciados caracterizam-se pela suavização dos trends.

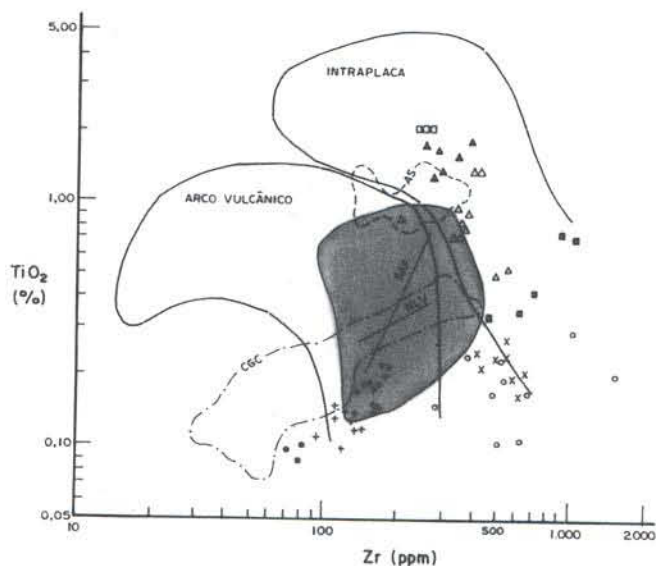


Figura 7 — Diagrama TiO_2 X Zr , para amostras da SIS e demais composições do oeste do escudo, com a separação das associações em função do ambiente tectônico (Pearce, 1982), para composições básicas a ácidas. Campo sombreado — composições calci-alcalinas alto potássio com teores de $\text{SiO}_2 > 60\%$, segundo Leat *et al.* (1986), obtido a partir da compilação de dados efetuados por Ewart (1979). Símbolos, trends e campos tracejados vide Figuras 2, 3, 4 e 5.

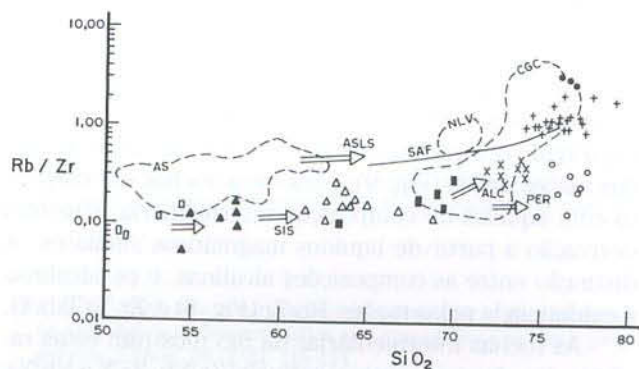


Figura 8 — Diagrama Rb/Zr X SiO_2 com a separação das composições da SIS — Suíte Intrusiva Saibro (trends: ALC — alcalino e PER — peralcalino) e da ASLS — Associação Shoshonítica de Lavras do Sul. Simbologia como na Figura 7.

Entre os componentes ácidos da suíte é possível separar dois conjuntos, marcados por diferenças nas razões Zr/TiO_2 (Fig. 7). De um lado, encontram-se os

tipos alcalinos e peralcalinos com razões crescentes com a diferenciação. Fazem parte deste conjunto, o quartzo sienito do Complexo Anelar Leões, Quartzo Monzonito da Tuna, pertita granito do CGLS e granitos peralcalinos de Dom Pedrito. De outro lado, estão os granitos metaluminosos com elevados teores de sílica, representados pelos granitos Jaguari e Saibro, que mostram valores decrescentes desta razão.

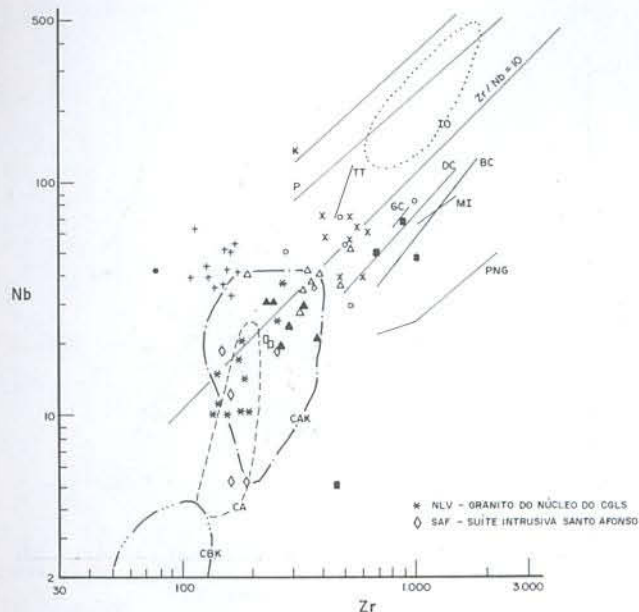


Figura 9 — Diagrama Nb X Zr para rochas da SIS e demais composições referidas, em comparação ao campo de riolitos e traquitos saturados a supersaturados em sílica, compilados por Leat *et al.* (1986), a partir dos dados de Ewart (1979) e Baker (1974). Séries magmáticas; vide Figura 3 e IO — ilhas oceânicas. Suítes peralcalinas compiladas por Leat *et al.* (1986): Quênia (Kilombe) — K; oeste dos USA: GC — Grouse canyon tuff, Nevada e DC — Devine canyon tuff; Pantaleria — P; Tala tuff, La Primavera (México) — TT; Papua Nova Guiné — PNG; Nova Zelândia, Ilhas Mayor — MI; Caledoniana (Snowdonia e Avoca) — BC. Símbolos vide Figuras 2 e 3.

As razões Zr/Nb para os termos alcalianos e peralcalianos mantém-se constantes, com valores próximos ao limite ($Zr/Nb = 10$), considerado por Leat *et al.* (1986), para a separação das associações alcalinas intraplaca daquelas relacionadas com a subducção (Fig. 9). A similaridade dos padrões de ETR (Fig. 10) e a constância das razões Zr/Nb (Fig. 9), para estas rochas em conjunto com aquelas de composição intermediária, sugerem derivação a partir de líquidos magmáticos similares. A distinção entre as composições alcalinas e peralcalinas é evidenciada pelas razões Rb/Zr (Fig. 8) e Zr/Y (Tab. 1).

As rochas intermediárias da SIS mostram estas razões entre elementos incompatíveis (Zr/Nb, Zr/Y e Nb/Y), com valores próximos aos atribuídos ao manto primordial por Pearce & Norry (1979), sugerindo que as mesmas são derivadas de fusões do manto moderadamente enriquecido.

Os granitos metaluminosos diferem ainda dos demais termos alcalinos da SIS, pelas maiores razões Rb/Zr (Fig. 8), aproximando-se dos diferenciados calci-alkali-

nos. No diagrama Nb x Zr (Fig. 9) a afinidade alcalina é indicada pelos teores mais elevados de Nb e, conseqüentemente, pelas menores razões Zr/Nb (Tab. 1). Também com respeito às razões Zr/Nb e Zr/Y, os tipos metaluminosos mostram-se distintos dos peralcalinos e alcalinos, refletindo possivelmente uma contaminação dos magmas parentais por fusões da crosta inferior granulítica. O empobrecimento em terras raras dos tipos metaluminosos é consistente também com esta hipótese (Fig. 10). Situações similares são descritas em outras províncias de mesma afinidade (Novak & Mahood, 1986).

Considerações finais

Os granitóides da região estudada ilustram de modo exemplar a necessidade de aprimorar os critérios distintivos de granitos, particularmente os mais altamente diferenciados, de diferentes filiações magmáticas. Expandem por outro lado, a gama de variação composicional da suíte alcalina supersaturada em sílica (SIS) da porção ocidental do Escudo Sul-rio-grandense.

O Quartzo Monzonito da Tuna, considerado como integrante da Suíte Intrusiva Saibro, apresenta feições texturais e geoquímicas indicativas de processos cumulativos. Os valores extremamente elevados de ETRL destas rochas (Fig. 10), destoam do restante da SIS e se devem possivelmente a presença significativa de alanita precoce. Porém, os dados disponíveis não permitem ainda o estabelecimento de afirmações mais conclusivas.

O Granito Saibro é de difícil caracterização no que se refere a sua filiação magmática. Sua vinculação com a SIS é sugerida pela contemporaneidade com este magmatismo e por seus teores elevados de Nb. A complexidade de sua identificação pode ser decorrente de processos de contaminação crustal mais efetivos, mascarando a característica do magma parental.

Os demais componentes da Suíte Intrusiva Saibro mostram composições compatíveis com uma origem a partir de fusões do manto moderadamente enriquecido, preservando, no entanto, vestígios do processo de subducção. Desta forma, poderia-se pensar que a SIS represente a transição na evolução do magmatismo nos estágios finais da orogênese, na medida em que perde sucessivamente a influência da subducção. Situações similares são descritas por Leat *et al.* (1986); Pearce *et al.* (1990) e Ringwood (1990).

Embora tenha sido salientado neste trabalho o papel de processos de contaminação crustal na diversificação do magmatismo alcalino, principalmente com relação aos tipos metaluminosos enriquecidos em sílica, cabe assinalar que tal comportamento pode ser atribuído às variações das condições vigentes durante a cristalização do magma parental, gerando modificações dos conjuntos minerais fracionados, como sugerido por Bonin (1982).

Agradecimentos — Este trabalho foi desenvolvido com recursos financeiros oriundos do CNPq, FAPERGS, FINEP. Nos trabalhos de campo e laboratório colaboraram os bolsistas de iniciação científica Carlos Augusto da S. Leite e Christiano P. Prado.

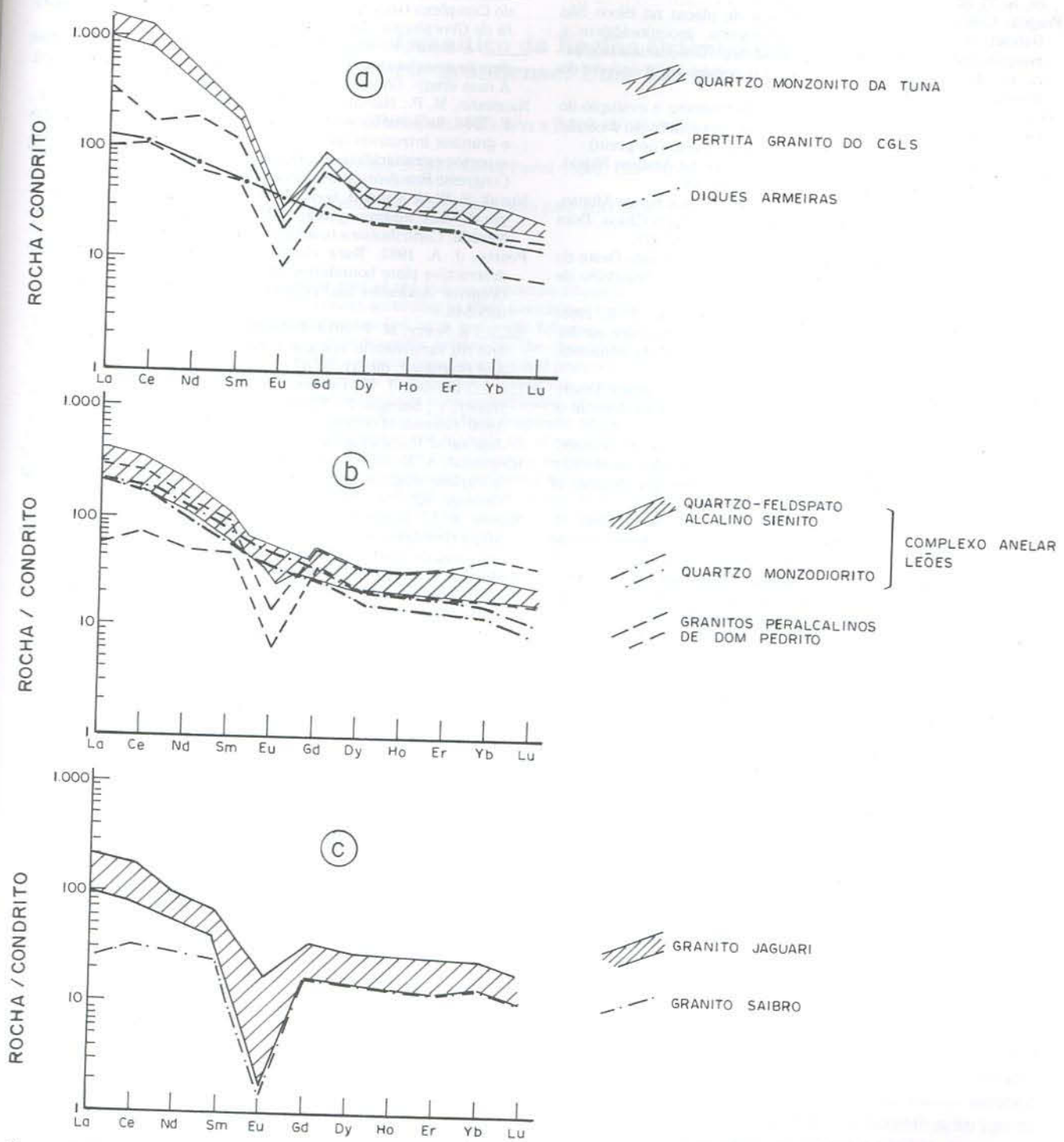


Figura 10 — Diagramas de ETR para amostras representativas da SIS, normalizados segundo padrão condritico de Haskin *et al.* (1968). A — intrusões de afinidade alcalina; B — intrusões metaluminosas a peralkalinas, da região de Dom Pedrito/Taquarembó; C — intrusões metaluminosas com altos teores de sílica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, P. E. 1974. Peralkaline acid volcanic rocks of oceanic islands. *Bulletin Volcanologique*, 38: 737-754.
- Bonin, B. 1982. *Les granites des complexes annulaires*. Manuels et Méthodes, BRGM, Orléans. 182p.
- Brown, G. C. 1982. Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution, and relation to volcanic arcs. In: Thorpe, R. S. (ed.) *Andesite: Orogenic Andesites and related rocks*. London, John Wiley. p. 437-460.
- DOCEGEO 1981. *Relatório final de pesquisa do Prospecto Saibro*. RS. (não publicado).

- Eby, G. N. 1990. The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos*, 26 (1/2): 115-134.
- Ewart, A. 1979. A review of the mineralogy and chemistry of Tertiary — Recent dacitic, latitic, rhyolitic, and related salic volcanic rocks. In: Barker, F. (ed) *Trondhjemites, dacites and related rocks*. Oxford, Elsevier. p. 13-121.
- . 1982. The mineralogy and petrology of Tertiary-Recent orogenic volcanic rocks: with special reference to the andesite-basaltic compositional range. In: Thorpe, R. S. (ed.) *Andesites: Orogenic Andesites and related rocks*. London, John Wiley. p.25-95.
- Fernandes, L. A. D.; Tommasi, A. & Porcher, C. C. 1992. Deformation patterns in the southern Brazilian branch of the Dom Feli-

- ciano Belt, A reappraisal. *Journal of South American Earth Science*, 5: 77-96.
- Fragoso Cesar, A. R. S. 1990. Tectônica de placas no Bloco São Gabriel (RS) em base dos dados geológicos, geocronológicos e geoquímicos. *Resumo expandido, Workshop: Geoquímica Isotópica, geocronológica e litogeoquímica das regiões sul e sudeste do Brasil*, SBGq/IG-USP, p.8-16.
- Gastal, M. C. P. & Nardi, L. V. S. 1992. Petrogênese e evolução do Granito Jaguarí: um típico representante metaluminoso da Suíte Intrusiva Alcalina Saibro. *Geochimica Brasiliensis* (no prelo).
- Harris, N. B. W. 1985. Alkaline complexes from the Arabian Shield. *Journal of African Earth Science*, 3 (1/2): 83-88.
- Hartmann, L. A. & Nardi, L. V. S. 1982. Os granitos Santo Afonso, Saibro e Vauthier da região do Arroio Santa Maria Chico, Dom Pedrito, RS. *Acta Geológica Leopoldensia*, 8: 153-178.
- & — 1983. Contribuição à geologia da Região Oeste do Escudo Sul-Riograndense. *Atas, 1º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, SBG, 1:9-18.
- Haskin, L. A.; Haskin, M. A.; Frey, F. A. & Wildeman, T. R. 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Archens, L. H. (ed.) *Origin and distribution of the elements*, Oxford, Pergamon. p.889-912.
- Lameyre, J. & Bowden, P. 1982. Plutonic rock types series: Discrimination of various granitoid series and related rocks. *Journal of Volcanology Geothermal Research*, 14: 169-186.
- Leat, P. T.; Jackson, S. E.; Thorpe, R. S. & Stillman, C. J. 1986. Geochemistry of bimodal basalt - subalkaline/peralkaline rhyolite provinces within the Southern British Caledonides. *Journal of the Geological Society*, London 143: 259-273.
- Le Bas, M. J.; Le Maitre, R. W.; Streckeisen, A. & Zanettin, B. 1986. A Chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27 (3): 745-750.
- Liégeois, J. P. & Black, R. 1987. Alkaline magmatism subsequent to collision in the Pan-African belt of the Adrar des Iforas (Mali). In: Fitton, J. G. & Upton, B. G. J. (ed.). *Alkaline Igneous Rocks*. London, Geological Society. p.381-401. (Special Publication, nº 30).
- Lima, E. F. 1985. *Petroquímica e prospeção litogeoquímica da área da Merita, região de Volta Grande, Lavras do Sul, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado 187p.
- & Nardi, L. V. S. 1992. O magmatismo shoshonítico no Estado do Rio Grande do Sul: uma revisão. *Pesquisas*. (no prelo).
- Naime, R. H. & Nardi, L. V. S. 1991. O Granito da Ramada, porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense: geologia, petrologia e geoquímica. *Revista Brasileira de Geologia*, (no prelo).
- Nardi, L. V. S. 1984. *Geochemistry and Petrology of the Lavras Granite Complex, RS, Brazil*. London University. Tese de Doutorado. 268p.
- 1991. Caracterização Petrográfica e Geoquímica dos Granitos Metaluminosos da Associação Alcalina: Revisão. *Pesquisas*, 18 (1):44-57.
- & Lima, E. F. 1985. A Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 15 (2): 139-146.
- & Bitencourt, M. F. 1989. Geologia, petrologia e geoquímica do Complexo Granítico de Caçapava do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, 19 (2): 153-169.
- & Bonin, B. 1991. Post-orogenic and non-orogenic alkaline granite associations: The Saibro intrusive Suite, Southern Brasil. A case study. *Chemical Geology*, 92 (1/2): 197-211.
- Naumann, M. P.; Hartmann, L. A.; Koppe, J. P. C. & Chemale Jr., F. 1984. Sequências supracrustais, gnaisses graníticos, granulitos e granitos intrusivos da região de Ibaré-Palma, RS — Geologia, aspectos estratigráficos e considerações geotectônicas. *Anais, 33º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, SBG, 5: 2417-2424.
- Novak, S. W. & Mahood, G. A. 1986. Rise and fall of a basalt-trachyte-rhyolite magma system at the Kane Springs Wash Caldera, Nevada. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 94: 352-372.
- Pearce, J. A. 1982. Trace elements characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe, R. S. (ed.). *Andesites: Orogenic Andesites and related rocks*. London, John Wiley. p. 525-548.
- & Norry, M. J. 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69 (1): 33-47.
- ; Bender, J. F.; De Long, S. E.; Kidd, W. S. F.; Low, P. J.; Güner, Y.; Saroglu, F.; Yilmaz, Y.; Moorbath, S. & Mitchell, J. G. 1990. Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanological and Geothermal Research*, 44: 189-229.
- Ringwood, A. E. 1990. Slab-mantle interactions, 3. Petrogenesis of intraplate magmas and structure of the upper mantle. *Chemical Geology*, 82 (3/4): 187-207.
- Santos, E. L.; Rangrab, G. E.; Maciel, L. A. & Mosmann, R. 1989. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*. Departamento Nacional de Produção Mineral. Porto Alegre.
- Sartori, P. L. P. 1978. *Petrologia do Complexo Granítico São Sepé, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 195p.
- Schmitt, R. S. & Luz, J. A. G. 1992. *Projeto Lavras do Sul — Coxilha do Tabuleiro, Geologia da faixa 1*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de Graduação. 250p.
- Soliani Jr., E. 1986. *Os dados geocronológicos do Escudo Sul-Riograndense e suas implicações de ordem geotectônica*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 394p.
- Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rocks its proper name. *Earth Science Reviews*, 12 (1): 1-33.
- UFRGS. 1967. *Projeto Folha Coxilha do Tabuleiro*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de Graduação.
- Whalen, J. B. K. L. & Chappell, B. W. 1987. A type granites: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 95: 407-419.