

Pesquisas em Geociências

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

Reconhecimento Estrutural e Geoquímico dos Granitóides Brasileiros da Região de Pelotas, RS

*Ruy Paulo Philipp, Maria José Maluf De Mesquita, Marcia Elisa Boscato Gomes, Delia Del
Pilar Almeida*

Pesquisas em Geociências, 20 (1): 3-13, Jan./Abr., 1993.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21275>

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 - Jan./Abr., 1993.

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

Reconhecimento Estrutural e Geoquímico dos Granitóides Brasileiros da Região de Pelotas, RS

RUY PAULO PHILIPP¹, MARIA JOSÉ MALUF DE MESQUITA¹,
MARCIA ELISA BOSCATO GOMES¹ E DELIA DEL PILAR M. ALMEIDA²

¹ Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

² Centro Tecnológico, UNISINOS, Av. Unisinos, 950, CEP 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

(Recebido em 12/06/92. Aceito para publicação em 06/07/93.)

Abstract — Two deformation regimes, D_1 e D_2 , both related to the Brazilian Cycle, were identified in the granitic rocks that compose the Pelotas Batholith. The main structural feature of the D_2 regime is the transcurrent Dorsal de Canguçu Shear Zone (DCSZ). The granitic rocks in the region of Piratini and Pelotas can be divided into pre, syn and late to post-cinematic to D_2 . The Pinheiro Machado Granitic-Gnaissic Complex metagranitoids (pre- D_2) have a calc-alkaline geochemistry and were deformed during the D_1 tangencial regime in metamorphic conditions equivalent to the amphibolite facies. The syn- D_2 metagranitoids display geochemical features between calc-alkaline and alkaline types, with metaluminous composition as the porphyritic granitoids and essentially peraluminous as the Cordilheira Suite. The syn- D_2 metagranitoids present homogeneous and continuous foliations S_2 cut by several late discrete shear zones constituted by mylonites and phylonites. This D_2 deformation took place under predominantly greenschist facies metamorphic conditions. The late to post- D_2 granitoids are alkaline and belong to Dom Feliciano Granitic Suite. Occur aligned along the DCSZ with deformation features restricted to discrete shear zones located in the borders of these bodies.

Resumo — Nos diversos granitóides que compõem o Batólito Pelotas, foram identificados dois eventos de deformação regional, D_1 e D_2 , relacionados ao Ciclo Brasileiro (900 - 450 Ma). O primeiro evento de deformação está restrito ao Complexo Pinheiro Machado, gerando nestes metagranitóides zonas de cisalhamento dúcteis, obliterando parcialmente suas estruturas magmáticas. O evento D_2 , de ampla distribuição geográfica, tem como feição estrutural principal a Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (ZCDC). Na região de Piratini e Pelotas as rochas graníticas estudadas podem ser divididas em pré, sin e tardi a pós-cinemáticas a D_2 . Os metagranitóides do Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado (pré- D_2) apresentam um caráter geoquímico cálcico-alcálico e metaluminoso, mostrando-se deformados por um regime tangencial D_1 em condições metamórficas equivalentes às da fácies Anfíbolito. Os metagranitos sin-cinemáticos a D_2 demonstram um comportamento intermediário entre cálcico-alcálicos e alcalinos, alguns metaluminosos como os granitóides porfíricos, outros peraluminosos, a exemplo dos corpos da Suíte Cordilheira. Os metagranitos sin- D_2 apresentam uma foliação S_2 relativamente contínua e homogênea, sendo recortados por diversas faixas de cisalhamento mais tardias com a formação de rochas miloníticas e filoníticas fortemente foliadas. O metamorfismo que acompanha estas zonas forma-se em condições metamórficas equivalentes à fácies Xistos Verdes. Os granitóides tardi a pós- D_2 estão representados pelos corpos da Suíte Dom Feliciano. Demonstram uma composição química alcalina alinhando seus corpos ao longo da ZCDC, embora com uma deformação restrita a estreitas faixas de cisalhamento próximas à região de contato dos mesmos.

INTRODUÇÃO

Levantamentos geológicos recentes têm caracterizado o setor oriental do Escudo Sul-rio-grandense como uma região constituída por múltiplas injeções de granitóides contendo xenólitos de rochas metamórficas de médio a alto grau (Ribeiro & Fantinel, 1978; Frantz & Remus, 1986; Philipp, 1990). Este grande complexo plutônico que aflora na porção oriental do Escudo Sul-rio-grandense foi recentemente denominado de Batólito Pelotas (Fragoso-Cesar *et al.*, 1986). Em uma concepção inicial, esta região do escudo era interpretada como sendo constituída essencialmente por migmatitos, cortados por corpos graníticos mais jovens (Tessari & Picada, 1966; Tessari & Giffoni, 1970; Schneider *et al.*, 1974; Horbach *et al.*, 1986).

O desenvolvimento de mapeamentos geológicos de semi-detalle (1:50.000), acompanhado do reconhecimento geoquímico e estrutural de algumas porções do Batólito Pelotas tem indicado uma estratigrafia complexa, marcada por um grande número de unidades plu-

tônicas, apresentando diversos granitóides de idades diferentes, afetados por mais de um evento regional de deformação. Entre os trabalhos preliminares envolvidos estudos geoquímicos destacam-se os levantamentos apresentados por Figueiredo *et al.* (1990); Philipp (1990); Gomes (1990); Mesquita (1991) e Frantz & Nardi (1992).

O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma síntese dos estudos de reconhecimento estrutural e geoquímico dos granitóides do triângulo definido entre as cidades de Piratini, Canguçu e Pelotas (Fig. 1), dispoñdo os resultados obtidos em duas secções paralelas orientadas segundo a direção noroeste-sudeste (NW-SE), ao longo das margens do Rio Piratini (Almeida *et al.*, 1990; Mesquita, *op. cit.*; Philipp *et al.*, 1991) e do Arroio Pelotas (Philipp, *op. cit.*; Gomes, *op. cit.*).

Os dados estruturais e geoquímicos das diversas unidades são provenientes de mapeamentos geológicos sistemáticos com coleta de amostras realizada pelos autores durante o desenvolvimento de suas respectivas dissertações de mestrado e também através de projetos de pesquisa específicos. As análises químicas para ele-

mentos maiores e alguns elementos traços (Rb, Ba, Sr, Zr) foram feitas por Fluorescência de Raios X e por Absorção Atômica junto ao Laboratório de Geoquímica do IG/UFRGS.

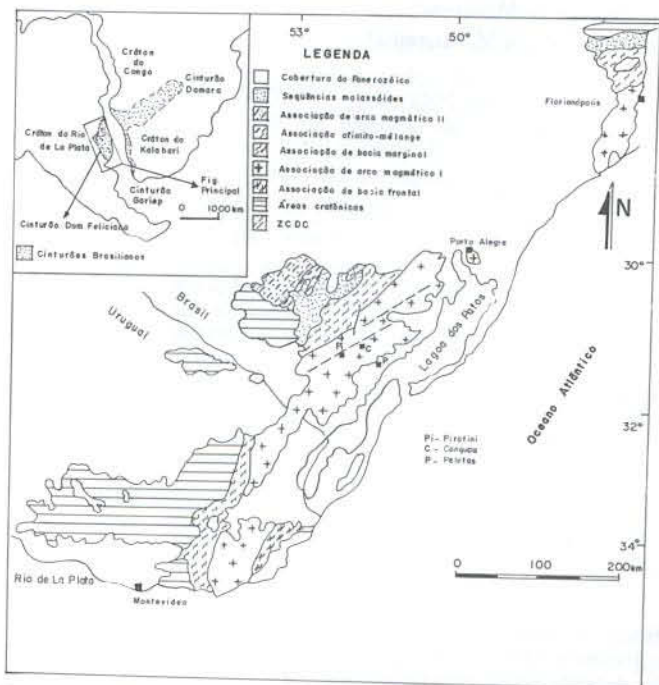


Figura 1 — Mapa geológico esquemático do Cinturão Dom Feliciano com suas principais associações (modificado de Fernandes *et al.*, 1990).

GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA

A região estudada é composta por granitóides pertencentes ao Batólito Pelotas. Este batólito apresenta um contato tectônico na sua extremidade noroeste com as rochas metassedimentares do Grupo Porongos, sendo recoberto na sua porção sudeste pelos sedimentos cenozóicos da Bacia de Pelotas (Fig. 2).

O Batólito Pelotas representa a zona central do Cinturão Dom Feliciano, uma unidade geotectônica composta por associações variadas de rochas com uma evolução petrológica vinculada ao desenvolvimento de uma orogênese durante o Ciclo Brasileiro (900-450 Ma). Os dados geocronológicos disponíveis, pelo método Rb-Sr, apontam idades que variam de 775 ± 36 Ma para os granitóides mais antigos e deformados até valores de $560 \pm$ Ma para os corpos graníticos jovens e sem evidências de deformação dúctil (Soliani Jr., 1986). A presença de granitóides de diversas composições petrográficas e geoquímicas, com relações temporais e estruturais distintas, indicam a existência de associações de rochas graníticas relacionadas com vários estágios de evolução de um arco magmático em uma margem continental ativa, envolvendo o consumo de uma placa oceânica por subducção sob uma região cratônica situada a oeste.

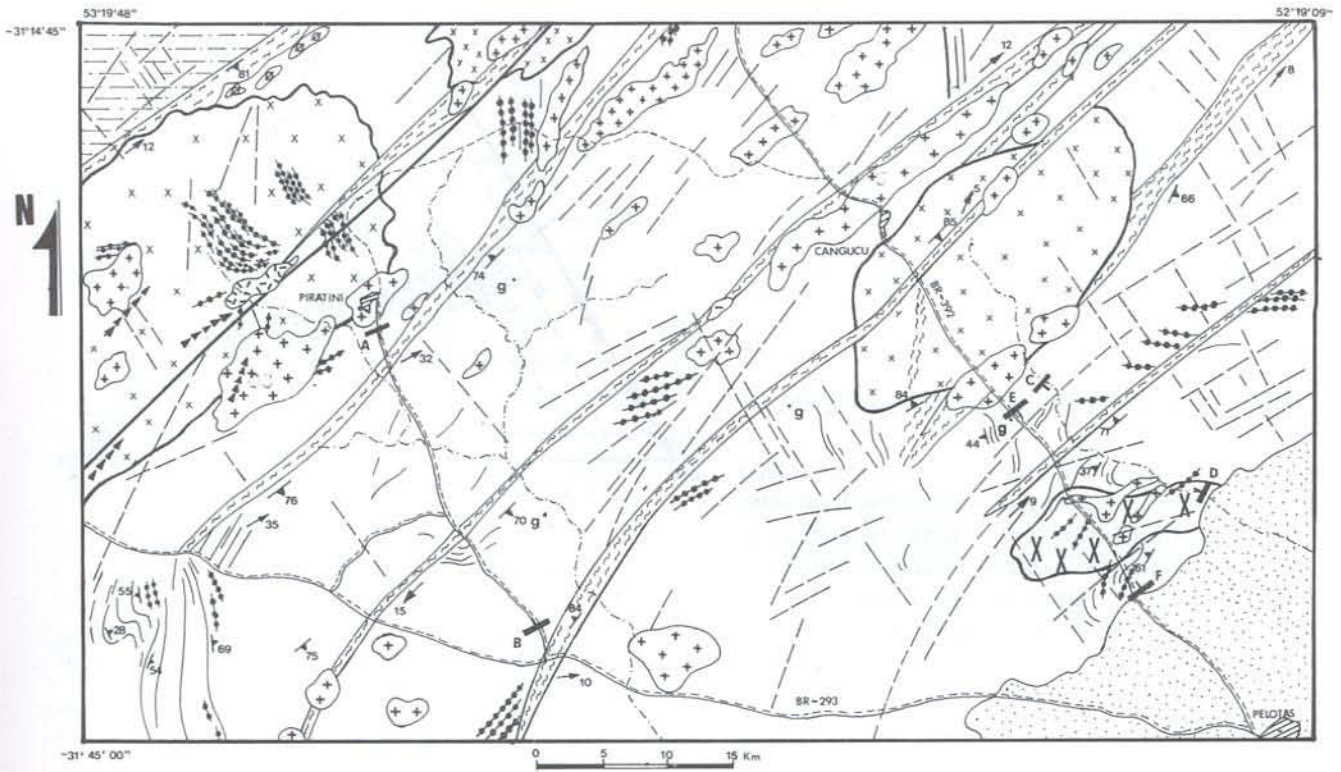
A análise das estruturas tectônicas e magmáticas demonstra a existência de dois eventos de deformação, D_1 e D_2 , aos quais estão associadas zonas de cisalha-

mento dúctil de escala regional, que desempenharam um papel importante na deformação e no posicionamento dos granitóides do Batólito Pelotas. Estes mesmos eventos deformacionais foram identificados regionalmente, sendo referidos por Fernandes *et al.* (1990) para a região de Quitéria-Capivarita e posteriormente estendidos para todo o Batólito por Fernandes *et al.* (1992).

A unidade mais antiga é o Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado (Fragoso-Cesar, 1992), representado quase exclusivamente por metagranitóides, anteriormente referidos na literatura como Ortognais-ses e Migmatitos (Gnaisses Piratini) e Suíte Pinheiro Machado (Fragoso-Cesar *et al.*, 1986) e como Granitos de Fase 1 (Frantz & Remus, 1986). Composicionalmente estes metagranitos variam de dioritos a monzogranitos, com uma dominância de termos granodioríticos. Mostram-se deformados por um evento D_1 responsável pela formação de zonas de cisalhamento dúcteis de baixo ângulo. Frequentemente, encontram-se nestes metagranitóides xenólitos de rochas metamórficas de médio a alto grau, relacionadas neste trabalho como Gnaisses Piratini. Também é destacável nestes metagranitos a ocorrência de enclaves máficos (microdioríticos) e de dioritos equigranulares. Os contatos entre estas litologias são gradacionais e as formas arredondadas destas inclusões indicam uma grande semelhança na viscosidade destes magmas.

O evento D_2 é responsável pelo estabelecimento no final do Ciclo Brasileiro, da Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (ZCDC), uma estrutura que condicionou o posicionamento de grande parte dos granitóides que compõem o batólito. Esta zona se caracteriza por faixas de cisalhamento de caráter transcorrente, com direção preferencial nordeste e movimento levógiro (Mesquita, 1991). Devido a importância da ZCDC no condicionamento dos granitóides do batólito e a sua significativa expressão geográfica, optou-se por dividir os corpos graníticos estudados em pré, sin, tardi e pós o evento D_2 .

As unidades sin- D_2 estão caracterizadas por metagranitos porfíricos designados na região estudada como Granito Monte Bonito (Philipp, 1990) e Granito Arroio Moinho (Gomes, 1990), e também pelos corpos da Suíte Cordilheira (Fragoso-Cesar *et al.*, 1986). Os metagranitos porfíricos ocorrem na forma de corpos alongados segundo a direção nordeste cortando as litologias do Complexo Pinheiro Machado. Os contatos entre estas unidades porfíricas e os metagranitos do complexo são variáveis, ocorrendo de maneira gradacional e limites lobados no Granito Monte Bonito e de modo brusco no Granito Arroio Moinho. Os metagranitos da Suíte Cordilheira possuem dimensões reduzidas e formam corpos alongados (*sheets*) segundo a direção nordeste. Mantém contatos discordantes com os metagranitos do complexo, ocorrendo especialmente restritos ao limite noroeste do Batólito Pelotas, intimamente vinculados com as faixas de milonitos pertencentes à ZCDC. Os metagranitóides Quitéria e Arroio Francisquinho (Fernandes *et al.*, 1990 e Mesquita, 1991) que ocorrem a norte da região ora abordada, também fazem parte dos metagranitóides sin-cinemáticos a D_2 .



CENO-ZOICO	Terciário			BACIA DE PELOTAS	Cobertura Sedimentar	disc.
				PALEO-ZOICO	Cambriano-?	POSTARDO
PROTEROZOICO	Superior	D ₂	SIN			
				GRANITOS PORFIRÍTICOS	Metagranito Arroio Moimho - γ _{AM} Metagranito Monte Bonito - γ _{MB}	disc.
				COMPLEXO GRANÍTICO-GNAISSICO	Metagranodioritos equigranulares	
Médio a Superior	D ₁	PREMIO	PINHEIRO MACHADO	Gnaisses Piratini (gnaises quartzo-feldspáticos, calco-silicatados e anfíbolitos)	disc.	
			GRUPO PORONGOS	Metassedimentos		

COLUNA ESTATIGRÁFICA PARA A ÁREA ESTUDADA

Convenções Geológicas

- CONTATOS GEOLÓGICOS
- FALHA INFERIDA
- ZONA DE CISALHAMENTO FRÁGIL
- ZONA DE CISALHAMENTO DORSAL DE CANGUCU (ZCDC)

- VEIOS DE QUARTZO
- TRAÇO DA FOLIAÇÃO S₁
- TRAÇO DA FOLIAÇÃO S₂
- LINEAÇÃO DE ESTIRAMENTO L₂

Convenções Geográficas

- DRENAGENS PRINCIPAIS
- ESTRADA ASFALTADA
- CIDADES

Figura 2 — Mapa geológico da região de Piratini-Pelotas (modificado de Frantz & Remus, 1986; Philipp, 1990; Gomes, 1990; Mesquita, 1991; Almeida et al., 1991).

Cortando discordantemente os metagranitos mencionados ocorrem os corpos graníticos com tendência alcalina pertencentes à Suíte Granítica Dom Felicia-

no (Fragoso-Cesar et al., 1986). Os corpos desta suíte apresentam formas alongadas concordantes à orientação geral das zonas de cisalhamento do evento D₂. Na

região estudada destacam-se os Granitos Canguçu (Cararo *et al.*, 1974) e Cerro do Sandi (Gomes *et al.*, 1991).

Cabe ainda destacar a ocorrência, na região de Piratini, de um pertita-granito peralcalino denominado Granito Bela Vista (Philipp *et al.*, 1991) e de diques ácidos associados, contendo anfibólio e piroxênios sódicos. Embora ainda com poucos dados geoquímicos, este granito tem demonstrado um comportamento distinto com relação aos granitos da Suíte Dom Feliciano (Gomes *et al.*, *op. cit.*). Estas evidências podem sugerir que a colocação deste corpo esteja relacionada a um evento magmático bastante tardio, posterior a D_2 ou ainda anorogênico.

FEIÇÕES PETROGRÁFICAS E GEOQUÍMICAS

As rochas granitóides mais abundantes da região estudada pertencem ao Complexo Pinheiro Machado. Os metagranitos deste complexo variam petrograficamente de dioritos, quartzo dioritos, tonalitos, granodioritos a monzogranitos, com uma maior concentração dos últimos termos (Fig. 3). Texturalmente são hipidiomórficos com arranjo inequigranular a equigranular localmente porfirítico com granulação média a grossa. Os minerais essenciais são quartzo, microclínio, oligoclásio e biotita, ocorrendo hornblenda nos termos intermediários. Os acessórios são esfeno, zircão, alanita, apatita e minerais opacos. A mineralogia metamórfica e/ou hidrotermal inclui albita, microclínio, quartzo, biotita fina, epidoto, mica branca, esfeno, carbonato, clorita e minerais opacos. Esta última mineralogia constitui as foliações tectônicas associadas ao evento D_1 e, menos frequentemente ao evento D_2 .

Em todos estes termos composicionais é freqüente a ocorrência de enclaves máficos ou microdioríticos de dimensões centimétricas, com formas arredondadas e textura equigranular-hipidiomórfica fina. Nos metagranitóides deste complexo ocorrem xenólitos de dimensões métricas a centimétricas de ortognaisses bandados de composição quartzo-feldspática (gnaisses tonalíticos e granodioríticos) e básica (anfíbolitos a hornblenda e diopsídio), e paragnaisses (gnaisses calco-silicatados) (Philipp, 1990). Estes gnaisses são interpretados como fragmentos das encaixantes capturados quando da ascensão e posicionamento dos granitóides do complexo.

A fábrica destes metagranitóides é muito heterogênea e complexa, pois reúne feições atribuídas a processos magmáticos e metamórfico-deformacionais (D_1 e D_2). As feições magmáticas se caracterizam por "schlieren" de biotita, entelamento de megacristais de feldspato potássico e pelo desvio da foliação ígnea ao redor de xenólitos e enclaves máficos.

As feições geradas por deformação no estado sólido e recristalização dinâmica incluem a extinção ondulante, formação de subgrãos e de novos grãos (processos intracristalinos), bem como sombras de pressão e mantos de recristalização nos limites dos minerais (processos intercristalinos). Ocorrem ainda zonas de alta intensidade de deformação vinculadas aos eventos D_1 e D_2 , caracterizando as faixas miloníticas.

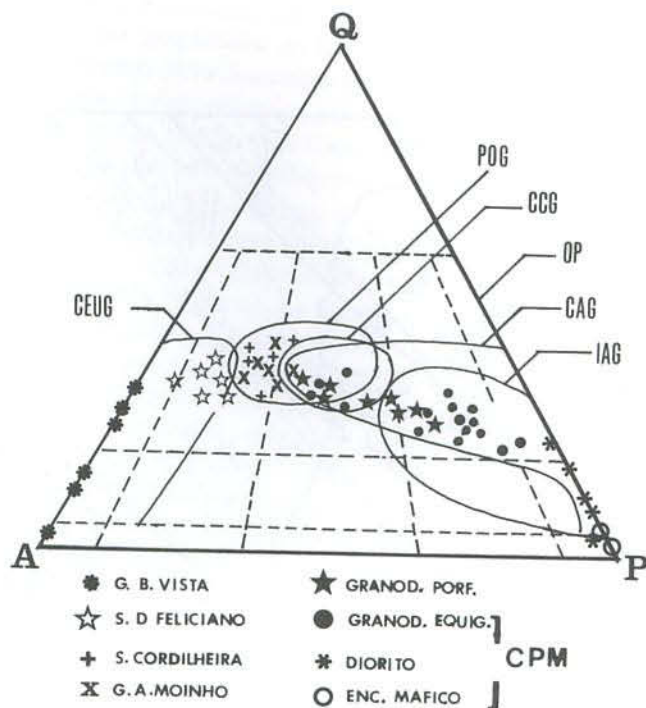


Figura 3 — Diagrama QAP de Streckeisen (1976) com as composições modais das rochas estudadas e os campos discriminantes de Maniar & Piccoli (1989):

- IAG - Granitóides de Arco de Ilhas
- CAG - Granitóides de Arco Continental
- CCG - Granitóides de Colisão Continental
- POG - Granitóides Pós-Orogênicos
- CEUG - Granitóides Continentais Epirogenéticos
- OP - Plagiogranitos Oceânicos.

Os levantamentos geoquímicos realizados por Philipp (1990) e Mesquita (1991) indicam o caráter cálcico-alcalino e metaluminoso destes metagranitóides, corroborando as afirmações de Figueiredo *et al.* (1990) e, mais recentemente de Frantz & Nardi (1992) (Figs. 4-7). Suas composições são muito semelhantes nas duas regiões estudadas, apresentando assim um conjunto de dados petrográficos e geoquímicos possivelmente relacionado a uma suíte de rochas plutônicas (Tab. 1). Demonstram uma variação de 60 a 72% nos teores de SiO_2 , que aumenta com o decorrer da diferenciação acompanhada pela diminuição do CaO , FeO , MgO , TiO_2 , MnO e P_2O_5 . Os teores de Rb, Sr, Ba e Zr, assim como os elementos maiores são comparáveis com aqueles encontrados em granitóides orogênicos de arcos magmáticos. Comparando as litologias do complexo observa-se um aumento dos teores de Rb e a diminuição acentuada do Sr e Ba e, mais gradual do Zr, dos termos mais máficos até os mais félsicos e silicosos. Nos diagramas de Maniar & Piccoli (1989) as litologias do complexo localizam-se predominantemente no campo dos granitos de arco continental (Figs. 4 e 5).

Como acentuado em Philipp (1991) esta seqüência de metagranitóides apresenta um conjunto de feições típicas de uma associação plutônica cálcico-alcalina destacando:

(1) uma variação composicional de dioritos a monzogranitos, com as análises petrográficas modais demonstrando um forte alinhamento no QAP de Streckeisen (1976) com o "trend" cálcico-alcalino granodiorítico proposto por Lameyre & Bowden (1982);

Amostra	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	50.6	50.7	66.9	67.8	71.5	72.8	75.9	69.2
Al ₂ O ₃	18.5	19.1	15.7	15.6	13.5	13.8	12.5	14.1
Fe ₂ O ₃	2.9	3.7	0.8	1.1	0.5	—	0.6	2.1
FeO	6.2	5.1	3.2	2.7	2.7	2.2	0.8	2.3
CaO	7.3	7.4	3.0	2.8	2.1	0.8	0.7	0.6
MgO	4.1	3.2	1.2	1.3	0.5	0.3	0.14	0.05
Na ₂ O	4.0	4.6	4.2	3.6	3.0	3.3	3.5	5.2
K ₂ O	2.8	2.4	2.9	3.8	4.6	5.6	4.9	4.9
TiO ₂	1.30	1.30	0.65	0.71	0.45	0.26	0.22	0.28
P ₂ O ₅	0.42	0.45	0.21	0.26	0.09	0.07	0.05	0.03
MnO	0.18	0.18	0.06	0.07	0.04	0.02	0.04	0.10
H ₂ O	0.10	0.05	0.04	0.09	0.18	0.22	0.15	0.12
P.F.	1.1	1.32	0.68	0.51	0.44	1.16	0.54	0.71
SOMA	99.5	99.5	99.6	100.2	99.6	100.5	100.1	99.6
Rb	166	143	155	184	216	232	—	147
Sr	359	381	390	429	182	256	—	30
Ba	511	375	796	1065	677	587	—	84
Zr	86	178	202	245	235	207	142	827

Tabela 1 — Médias de análises químicas das principais unidades estudadas.

A - Enclaves Microdioríticos - Complexo Pinheiro Machado

B - Dioritos - C. P. M.

C - Granodioritos Equigranulares - C. P. M.

D - Granito Monte Bonito - Granitóides Porfíricos

E - Granito Arroio Moinho - Granitóides Porfíricos

F - Suíte Cordilheira

G - Granito Cerro do Sandi - Suíte Dom Feliciano

H - Granito Bela Vista - Suíte Dom Feliciano.

* As análises químicas podem ser encontradas em Philipp (1990), Gomes (1990), Gomes *et al.* (1991), Mesquita (1991), Philipp *et al.* (1991).

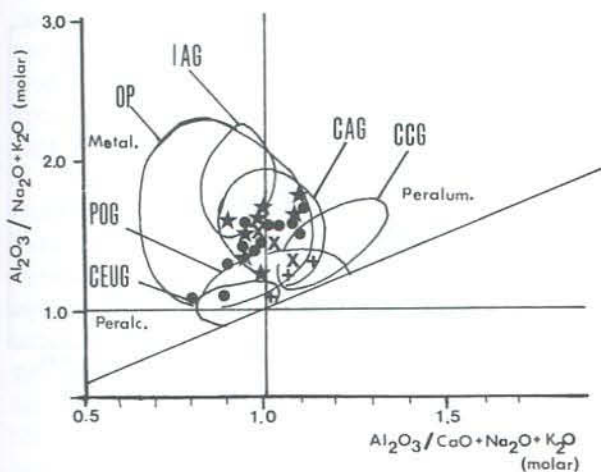


Figura 4 — Distribuição das amostras estudadas no diagrama de Shand (*in* Maniar & Piccoli, 1989) com a discriminação dos campos tectônicos. Legenda conforme Figura 3.

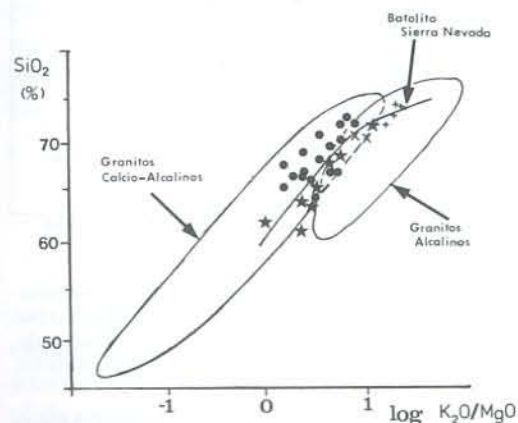


Figura 5 — Diagrama de Rogers & Greenberg (1981) para as diferentes rochas graníticas estudadas.

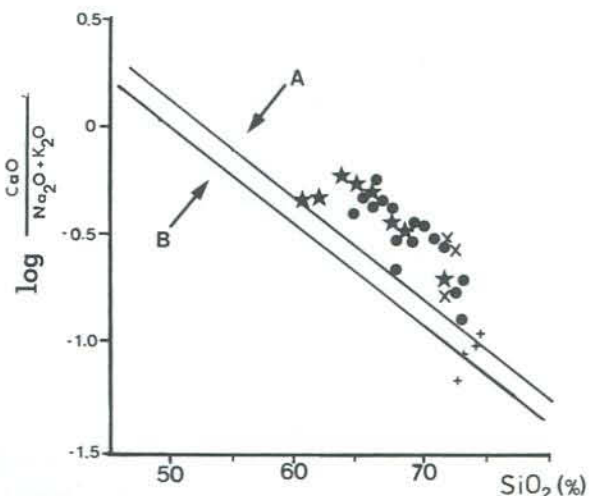


Figura 6 — Diagrama de Brown (1979) para as unidades estudadas. A — "trend" do arco continental da Nova Guiné B — limite inferior das suítes intrusivas de arco de ilhas.

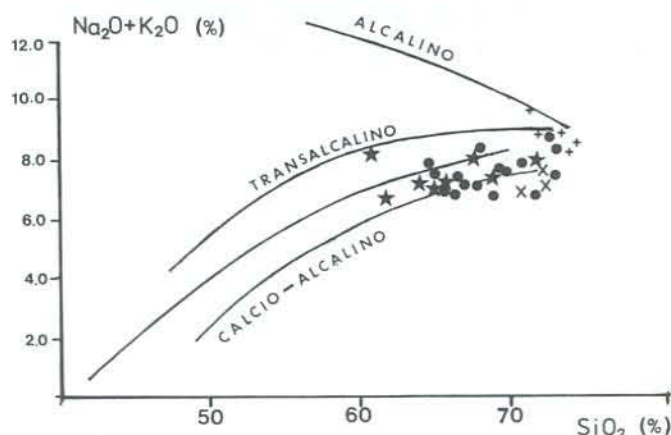


Figura 7 — Distribuição das amostras estudadas no diagrama de Lameyre *et al.* (1982).

(2) uma composição mineralógica com biotita e hornblenda varietais e zircão primário, magnetita, esfeno, alanita e apatita como acessórios;

(3) uma disposição cálcico-alcálica como demonstrado nos diagramas AFM, Brown (1981) e Rogers & Greenberg (1980);

(4) razões iniciais de Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ entre 0,7027 e 0,7062 como determinado por Soliani Jr. (1986), indicando valores semelhantes aqueles encontrados em granitóides gerados em arcos magmáticos de margem continental ativa;

(5) a íntima relação composicional, petrográfica e geoquímica, entre os enclaves máficos (microdioritos) e os dioritos e quartzo-dioritos encontrados no interior dos metagranitos do complexo, evidenciando pelas suas relações de contato gradacionais e pelo comportamento geoquímico, uma forte vinculação magmática entre estes tipos litológicos, sugerindo ainda a presença de um magma mais máfico associado aos processos geradores e à evolução destes metagranitos.

Os metagranitos sin-D₂ são representados pelos granitóides porfíricos e pelos corpos da Suíte Cordilheira. Os granitos porfíricos caracterizam-se pela presença

marcante de megacristais prismáticos de 2 a 10 cm de feldspato-K em teores variáveis, imersos em uma matriz hipidiomórfica grosseira de composição tonalítica a monzogranítica.

O Granito Monte Bonito apresenta uma mineralogia constituída por microclínio (fenocristal e matriz), oligoclásio e quartzo, com biotita e pouca hornblenda como varietais e ainda zircão primário, esfeno, alanita, apatita e opacos como acessórios. A proporção de megacristais oscila entre 15 e 25% do volume modal. Petrograficamente mostram uma composição granodiorítica a monzogranítica (Fig. 3). Os contatos com os granitóides do complexo é gradacional com limites lobados.

O Granito Arroio Moinho tem uma composição petrográfica sieno a monzogranítica, com texturas hipidiomórfica, grosseira e porfírica. É constituído por megacristais de microclínio com tamanho médio de 3 cm, em uma matriz equigranular grossa composta por oligoclásio sódico, quartzo, biotita e hornblenda ferro-edenítica. Destaca-se neste granito a presença marcante dos megacristais de feldspato potássico ocorrendo com teores modais variáveis entre 20 e 50%. Como acessórios ocorrem esfeno, alanita, apatita e minerais opacos. Apresenta contatos intrusivos com o Complexo Pinheiro Machado ocorrendo xenólitos destes granitóides nas porções de bordo do Granito Arroio Moinho.

Os metagranitos da Suíte Cordilheira ocorrem ao longo da principal faixa de cisalhamento da ZCDC que delimita o Batólito Pelotas na sua extremidade noroeste (Fig. 2). São granitos com duas micas de textura equigranular média a grosseira. A sua composição petrográfica é monzo a sienogranítica (Fig. 3), com uma mineralogia à base de quartzo, microclínio, muscovita, biotita e raro oligoclásio, ocorrendo ainda turmalina, granada, zircão, apatita e opacos como acessórios. Mostra próximo às faixas miloníticas uma foliação metamórfica definida pelo alinhamento de turmalinas e micas. Apresenta contatos nítidos e intrusivos com as encaixantes, às vezes gradacionais, transicionando para zonas de filonitos.

Os metagranitóides sin- D_2 apresentam feições de deformação (recuperação e recristalização) em quartzo, feldspatos e micas. As feições estão caracterizadas pela presença de subgrãos e novos grãos destes minerais. A recristalização é observada em sítios de concentração da deformação, como limites dos grãos e bandas de deformação, o que evidencia a recristalização dinâmica. A deformação dúctil seria simultânea à cristalização destes granitóides, sugerindo que as estruturas ígneas tenham sido condicionadas aos esforços tectônicos. Portanto, as rochas estariam sofrendo deformação já durante o seu posicionamento. Este fato é evidenciado pela presença de uma foliação ígnea com uma orientação constante em todo o corpo, concordante e gradacional para as zonas de cisalhamento. As condições de deformação associadas à colocação dos granitos estão marcadas pela alta temperatura, equivalentes à fácies anfibolito, tendo como fonte térmica o calor liberado pelo próprio corpo rochoso.

Em termos composicionais os granitóides porfíri-

cos demonstram uma certa semelhança de teores de elementos maiores com aqueles encontrados nos metagranitos do Complexo Pinheiro Machado. Apresentam, entretanto, diferenças significativas quanto à concentração e ao comportamento dos elementos traços, principalmente Ba, Sr e Zr, indicando uma provável distinção entre os processos magmáticos envolvidos na geração destas duas unidades graníticas (Fig. 8). Este fato também é destacado por Frantz & Nardi (1992) quando comparam a gênese dos granitóides de Fase 1 e 2. Os elevados teores encontrados para elementos traços nas rochas porfíricas são comparáveis com teores encontrados em granitos de arcos magmáticos maduros.

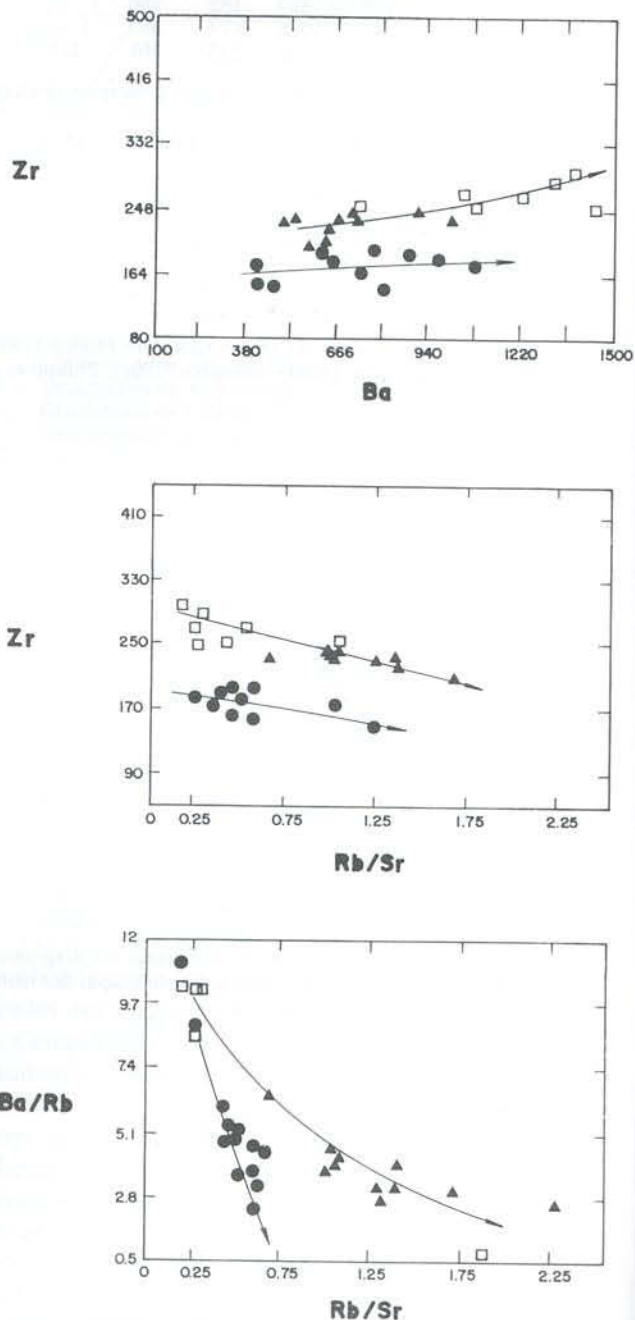


Figura 8 — Diagramas para elementos traços comparando os metagranitos do Complexo Pinheiro Machado com os granitóides porfíricos. Simbologia: círculo — Metagranitos do C. Pinheiro Machado, quadrados — Granito Monte Bonito, triângulos — G. Arroio Moinho.

A comparação geoquímica entre o Granito Monte Bonito e o Granito Arroio Moinho demonstra teores mais elevados de SiO_2 e álcalis e mais baixos de FeO_t ,

MgO, CaO e TiO₂ para este último granito. A variação e concentração dos elementos traços também é distintiva, apresentando o G. Monte Bonito teores mais elevados de Ba, Sr e Zr. Enquanto o G. Monte Bonito alinha-se no campo dos cálcico-alcálicos, o G. Arroio Moinho mostra um comportamento transicional entre cálcico-alcálico e alcalino, metaluminoso a peraluminoso nos termos mais diferenciados (Figs. 4-7), sugerindo que estes granitos podem representar um estágio mais evoluído do magmatismo orogênico.

Os metagranitos da Suíte Cordilheira caracterizam-se por composições marcadas por elevados teores de SiO₂ e álcalis e baixos de CaO, FeO e MgO, com um caráter essencialmente peraluminoso. Conforme os diagramas discriminantes de Manir & Piccoli (1989) a Suíte Cordilheira localiza-se no campo dos granitóides de colisão (CCG, Figs. 4 e 5).

Mantendo relações discordantes com as demais unidades, ocorrem os corpos graníticos da Suíte Dom Feliciano. Petrograficamente mostram uma composição dominada por sienogranitos com textura equigranular hipidiomórfica de granulação média a grossa. A mineralogia essencial é composta por quartzo, microclínio e pouco oligoclásio, com biotita, apatita, zircão e opacos como minerais acessórios. Em algumas porções a mineralogia ígnea é transformada parcialmente para uma paragênese hidrotermal composta por mica branca, epidoto e carbonato. Esta suíte tem demonstrado um comportamento geoquímico alcalino indicado por teores elevados de álcalis e sílica, e muito baixos de cálcio e magnésio. As evidências isotópicas (Soliani Jr., 1986) apontam razões iniciais de Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ 0,709, sugerindo uma gênese a partir de material crustal.

O Granito Bela Vista, como acentuado anteriormente, apresenta um quimismo alcalino a peralcalino. Varia petrograficamente de pertita granitos a pertita sienitos. Apresenta em quase todo o corpo uma textura equigranular-hipidiomórfica grosseira com anfibólios intersticiais anédricos. Os minerais principais são um feldspato do tipo micropertita, quartzo e anfibólio (arfvedsonita). Ainda ocorrem pequenas quantidades de albita, biotita e piroxênio do tipo aegerina, com zircão primário, apatita e opacos como minerais acessórios. Pode ser caracterizado como um granito hipersolvus a arfvedsonita, variando a albítico com arfvedsonita a aegerina. A composição química dos elementos maiores está marcada por teores elevados de SiO₂ e álcalis com baixíssimos teores de CaO, MgO, TiO₂, Sr e Ba. Apresenta altos teores de Zr comparáveis com os granitos do tipo pós-colisionais de Silvester (1989).

GEOLOGIA ESTRUTURAL

Apesar das dificuldades de correlação temporal de estruturas tectônicas e magmáticas em unidades plutônicas diversas, é possível reconhecer de maneira ainda genérica, o registro de dois eventos de deformação dúctil de escala regional nas rochas granitóides da porção estudada, referidos como D₁ e D₂. Nestas rochas, os eventos de deformação demonstram características po-

líficas, com a geração de mais de uma foliação tectônica em um mesmo evento. Estas estruturas foram agrupadas em dois eventos gerais a partir da conservação da disposição espacial e dos elementos estruturais comuns de suas foliações. Esta opção é uma consequência da necessidade de elementos de comparação. Os eventos subseqüentes de deformação frágil não foram considerados neste trabalho.

O evento de deformação D₁, de idade mais antiga, atingiu os metagranitóides do Complexo Pinheiro Machado desenvolvendo zonas de cisalhamento com disposição subhorizontal. As estruturas geradas durante este evento de deformação são atribuídas à colisão oblíqua entre blocos crustais, com transporte tectônico seguindo a direção noroeste-sudeste (NW-SE).

O evento D₂ produziu uma foliação S₂ heterogênea e relativamente penetrativa, e faixas de cisalhamento dúctil com caráter transcorrente com orientação geral para nordeste (NE), constituindo a denominada Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu.

A ZCDC afetou os metagranitóides do Complexo Pinheiro Machado e controlou o posicionamento das unidades sin-D₂, como os granitóides porfiríticos e os corpos da Suíte Cordilheira. Nos corpos da Suíte Dom Feliciano a ZCDC produziu localmente pequenas zonas de milonitos e cataclastos, sugerindo um posicionamento nos estágios finais de movimentação desta zona de falha.

Evento de Deformação D₁

Este evento de deformação é o mais antigo identificado nos granitóides da região estudada, ocorrendo somente nas litologias do Complexo Pinheiro Machado. Os metagranitóides do complexo apresentam geralmente como feição principal algum tipo de bandamento. Em zonas de baixa intensidade de deformação o bandamento é irregular e descontínuo marcado por "schlieren" de biotita acompanhados por uma fraca orientação dos minerais máficos. Ainda nestes casos frequentemente o bandamento envolve de maneira concêntrica xenólitos e enclaves microdioríticos, atestando sua origem magmática.

Nas áreas mais deformadas a foliação torna-se mais forte, desenvolvendo-se com alguma penetratividade próximo das faixas miloníticas. Nestas faixas a fábrica é do tipo L-S a L>S (quando porfirítico), onde a feição planar predominante é uma foliação milonítica grossa transicionando para um bandamento composicional observado principalmente em zonas com "schlierens" de biotita. Este bandamento é marcado pela alternância de bandas quartzo-feldspáticas com bandas de filossilicatos, além de conter associado xenólitos e enclaves microdioríticos alongados e assimétricos. Neste caso, os milonitos são gnáissicos e o bandamento está intimamente vinculado com um evento deformacional de origem tectônica. Dobras intrafoliais de pequena escala e dobras isoclinais recumbentes bastante apertadas são muito comuns e afetam a S₁.

O bandamento milonítico S₁ possui uma orientação muito variada, estando muito afetado e reorientado na proximidade com as zonas de alta intensidade de

deformação do evento D_2 . Na região a sul de Piratini, a foliação S_1 está pouco preservada em função da ocorrência expressiva de faixas miloníticas associadas ao evento D_2 . Desta maneira, a orientação espacial da foliação S_1 está bastante modificada, apresentando uma atitude média para este setor de N 30 W; 50 SW (Fig. 9a). Entretanto, para a região entre Canguçu e Pelotas, os metagranitos do complexo estão relativamente pouco afetados pelas faixas miloníticas do evento D_2 , resultando na maior preservação da foliação S_1 . Nesta região a S_1 possui uma atitude média N 45 E; 40 NW (Fig. 9b).

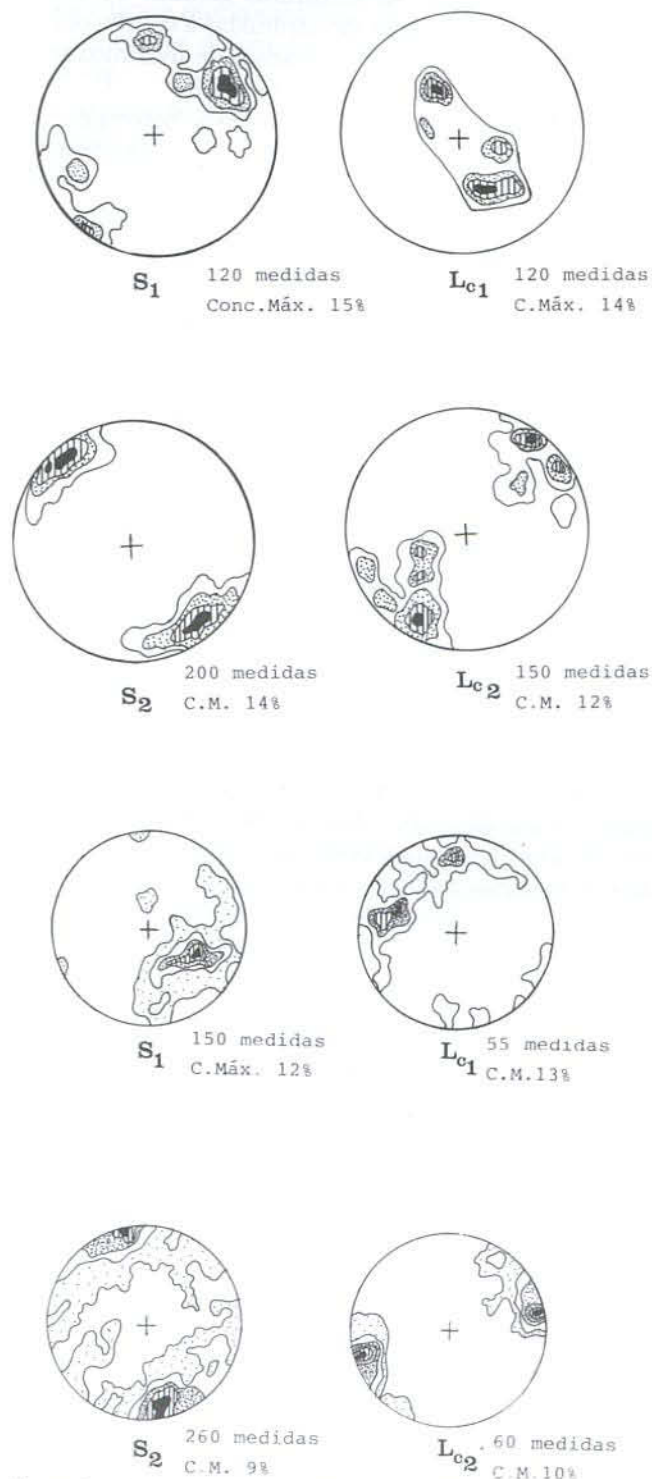


Figura 9 — Diagramas de freqüência (R. G. Schmidt) das foliações tectônicas (S_1 e S_2) e lineações de estiramento (L_1 e L_2) dos metagranitóides do Complexo Pinheiro Machado.

9a - região de Piratini (perfil AB da Figura 10)

9b - região de Monte Bonito (perfis CD e EF da Figura 10).

As estruturas lineares observadas nestas rochas incluem feldspatos estirados, "ribbon" de quartzo, xenólitos e enclaves microdioríticos alongados, "boudin" de bandas mais félsicas e charneiras de dobras. Em ambas as regiões amostradas observou-se um padrão semelhante de comportamento das lineações de estiramento mineral, apresentando a sul de Piratini um caimento mais acentuado para os quadrantes noroeste e sudeste (NW-SE) e, na seção de Canguçu a Pelotas, uma orientação variável e com baixo caimento restrita ao quadrante noroeste (NW) (Figs. 9a e 9b).

As condições metamórficas associadas ao desenvolvimento do evento de deformação D_1 foram equivalentes às de fácies anfíbolito inferior a médio (Philipp, 1990; Mesquita, 1991).

Evento de deformação D_2

Este segundo evento de deformação afetou todas as rochas graníticas da região, gerando faixas de milonitos subverticais amplamente distribuídas por toda a área estudada. Nos metagranitóides do complexo, o evento D_2 oblitera parcial ou totalmente a foliação S_1 . Mais comumente causa o redobramento da foliação S_1 constituindo, assim, dobras com foliação de superfície axial marcadas por orientação de biotita e estiramento de quartzo e feldspato. Estas dobras apresentam-se algumas vezes rompidas pela formação de uma faixa de milonitos, gerando uma clivagem de crenulação S_2 de proporções mesoscópicas (Fig. 10).

Os metagranitos porfíricos foram considerados sin-cinemáticos a D_2 por apresentarem corpos com formas alongadas e uma foliação S_2 precoce, homogênea e relativamente contínua ao longo dos seus corpos, acompanhadas por estreitas faixas de milonitos pertencentes à ZCDC. Esta foliação S_2 é afetada também por dobras isoclinais, não cilíndricas e normais, com atitude média de 46° N 60 E e plano axial concordante à foliação. Nos metagranitóides sin-cinemáticos a foliação está marcada por orientação e/ou estiramento de feldspato potássico e quartzo, orientação de filossilicatos e pela presença de diversos xenólitos e enclaves alongados. As feições lineares observadas nestas rochas incluem "augen" de feldspato potássico, orientação e alongamento de quartzo e filossilicatos e charneiras de pequenas dobras. O Granito Monte Bonito apresenta uma foliação magmática e deformacional nos bordos do corpo marcada principalmente pela orientação de megacristais de feldspato potássico e biotita e pelo estiramento de quartzo. Na porção mais central do corpo ainda estão bem preservadas estruturas primárias definidas por "schlieren" de biotita e entelhamento de megacristais. A presença de estruturas do tipo flor ("flower structure"), associadas ao evento D_2 , evidencia a natureza transpressiva das zonas de cisalhamento relacionadas ao mesmo (Philipp, 1991).

Nas proximidades das faixas de cisalhamento a foliação torna-se mais penetrativa, observando-se lateralmente uma transição para rochas com uma forte foliação milonítica, paralela à foliação regional.

O metagranito Arroio Moinho caracteriza-se por uma fábrica tipo LS constante em todo o corpo e origi-

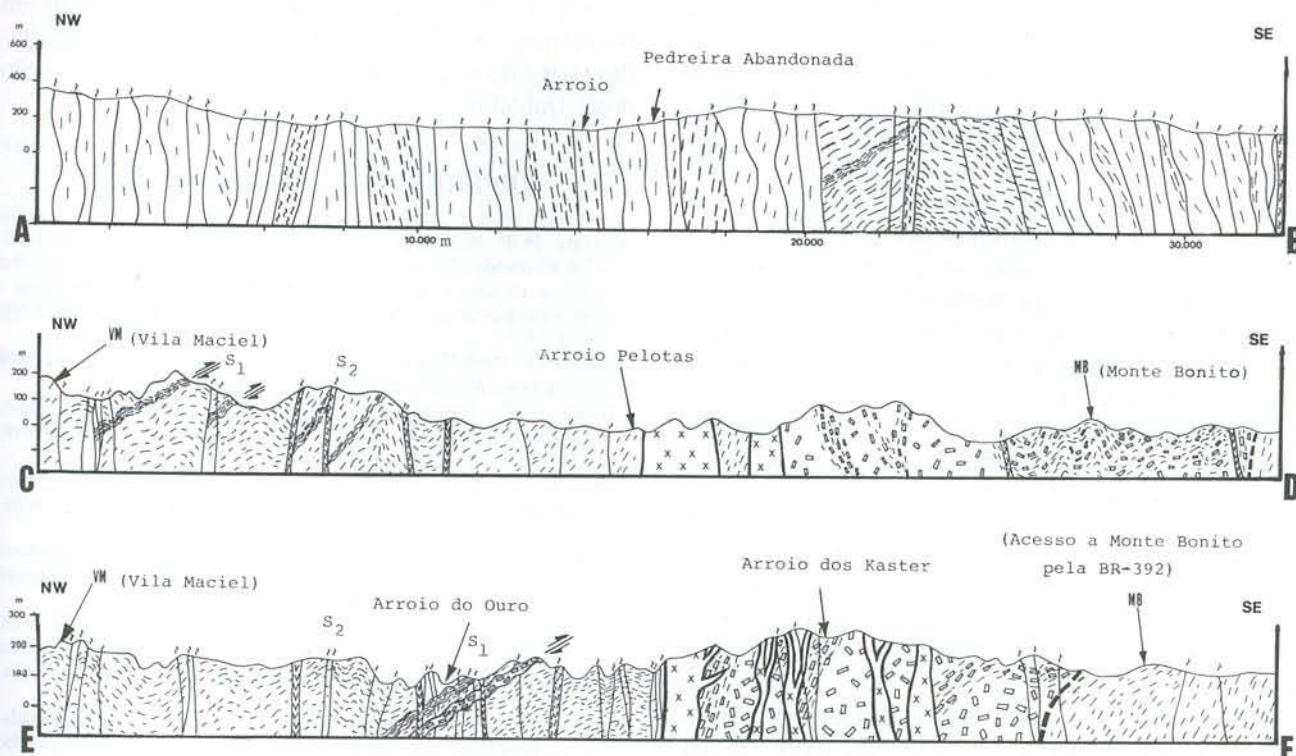


Figura 10 — Perfis geológicos esquemáticos mostrando as relações de contato e as principais estruturas tectônicas dos metagranitóides do Complexo Pinheiro Machado. 10a - Perfil AB - Piratini / BR-293. 10b - Perfil CD - Vila Maciel / Monte Bonito (Arroio Pelotas). 10c - Perfil EF - Vila Maciel / Monte Bonito (BR-392). Simbologia: Metagranitóides do Complexo P. M. - tracejado, Granito Monte Bonito - prismas alongados, Suíte Dom Feliciano - letra X, Diques de Diabásio - letra V.

nada pela combinação de processos magmáticos e deformacionais. A lineação de estiramento característica L_2 possui uma atitude média de 30° N 60° E, estando bem marcada pela orientação dos megacristais de feldspato potássico. A foliação S_2 (magmática e deformacional) está marcada macroscopicamente pela orientação de feldspatos e agregados de biotita, apresentando uma atitude média N 40° E; 70° NW (Gomes, 1990). Esta foliação encontra-se afetada por discretas faixas de ultramilonitos que ocorrem ao longo dos limites do corpo granítico e no interior do mesmo. Neste caso a foliação milonítica está definida pelo estiramento de feldspato, micas e "ribbon" de quartzo.

Os metagranitos da Suíte Cordilheira possuem uma fábrica $S > L$, com a foliação S_2 (subparalela em todos os corpos estudados) marcada pela orientação e/ou estiramento de muscovita, biotita, turmalina, quartzo e feldspato. Nas faixas de cisalhamento os metagranitos evoluem para milonitos, filonitos e quartzo-milonitos com orientações subparalelas a S_2 . A lineação observada é marcada por "augen" de feldspato, muscovita "fish", "ribbon" de quartzo e xenólitos alongados.

A ZCDC, que representa o evento D_2 na região, deformou os metagranitóides sob condições metamórficas equivalentes à fácies xistos verdes.

Os granitos da Suíte Dom Feliciano constituem corpos com formas alongadas concordantes à ZCDC. Em alguns corpos é possível identificar a formação de faixas discretas de ultramilonitos em parte de suas porções de bordo. A ausência de uma foliação penetrativa e a ocorrência localizada de faixas miloníticas é sugestiva de um posicionamento tardi a pós-ZCDC.

O Granito Bela Vista é homogêneo e isotrópico não apresentando qualquer feição de deformação dúctil. Ocorre com forma alongada concordante com a ZCDC estando cortado por faixas centimétricas de cataclastos. Estas características sugerem que o posicionamento do Granito Bela Vista esteja intimamente associado com um período de reativação das antigas estruturas dúcteis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reunião dos dados provenientes dos levantamentos geológicos realizados pelos autores têm demonstrado a existência de diversos tipos de associações de rochas graníticas no Setor Oriental do Escudo Sul-riograndense, vinculados ao desenvolvimento de um cinturão orogênico durante o Ciclo Brasileiro.

A evolução petrológica destas rochas esteve associada à atuação de dois eventos de deformação regional, D_1 e D_2 , destacando-se o desenvolvimento durante este último evento da Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu. Esta estrutura condiciona o posicionamento de grande parte dos granitóides do Batólito Pelotas, caracterizados pelo alongamento de seus corpos concordantes com a orientação geral da zona de cisalhamento.

A unidade granítica mais antiga está representada pelos metagranitos do Complexo Pinheiro Machado. Estes metagranitos apresentam uma composição cálcico-alcalina e metaluminosa. Estão afetados pelo evento D_1 , com a geração de zonas de cisalhamento dúctil, vinculadas a uma colisão oblíqua, sugerida pela disposição espacial das zonas de cisalhamento em regiões

preservadas e pelo comportamento da lineação de estiramento mineral. A ampla variação petrográfica e composicional dos granitóides do complexo, associada com suas feições geoquímicas principais são fortes evidências que sugerem uma gênese envolvendo o consumo de placa oceânica em um ambiente de arco magmático ou cordilheirano. Apresentam um conjunto de características semelhantes aos granitos tipo I-cordilheirano de Pitcher (1982). Ainda sobre os complexos processos genéticos envolvidos cabe destacar a atuação da cristalização fracionada e da mistura de magmas ("magma mingling"), definitivamente marcada nos metagranitos do complexo pela abundante ocorrência de enclaves máficos (microdioritos) bem como de rochas dioríticas, sugestiva da presença de um magmatismo mais básico (máfico) associado à evolução destes granitóides.

Os metagranitos sin-cinemáticos a D_2 ocorrem de maneira distinta. Além de não apresentarem registro do evento D_1 , os granitóides porfiríticos se caracterizam geoquimicamente por um comportamento distinto dos metagranitóides do Complexo Pinheiro Machado, principalmente com relação ao conteúdo e evolução dos elementos traços (Sr, Ba e Zr). O metagranito Arroio Moinho demonstra feições transicionais entre cálcico-alcalinas e alcalinas, com um comportamento geoquímico semelhante ao de granitóides gerados a partir de uma forte contribuição crustal. Representam possivelmente um magmatismo mais tardio com relação ao Complexo Pinheiro Machado, em condições crustais mais espessas, como sugerido pelos teores de Ba, Sr e Rb.

Os metagranitóides da Suíte Cordilheira também posicionam-se de modo sin-tectônico a D_2 , entretanto, estão espacialmente restritos ao limite oeste do Batólito Pelotas, ocorrendo ainda intimamente associados aos metassedimentos do Grupo Porongos. A sua composição química cálcico-alcalina, a relativa homogeneidade composicional, além de fortes indícios petrográficos, como a presença abundante de filossilicatos acompanhados por acessórios como turmalina, granada e ilmenita, são indicativos de uma gênese a partir da fusão parcial de metassedimentos, sendo considerado um granito do tipo S (Pitcher, 1982), conforme sugerido por Figueiredo *et al.* (1990).

Os granitos da Suíte Dom Feliciano mostram uma afinidade alcalina com uma composição petrográfica e geoquímica muito homogênea. Embora ocorram com formas alongadas e concordantes com a ZCDC, apresentam uma incipiente deformação de caráter frágil-dúctil nas bordas de alguns corpos sendo, portanto, considerados tardi- D_2 .

O Granito Bela Vista tem demonstrado um comportamento geoquímico peralcalino, reforçado pela sua composição petrográfica e por uma mineralogia sódica marcada pela presença de arfvedsonita e aegerina, além de um feldspato do tipo micropertita. Este conjunto de feições é encontrado em granitos do tipo A. O conjunto de dados existentes sobre o Granito Bela Vista pode sugerir a existência de um magmatismo muito tardio em condições pós- D_2 .

incentivo dos colegas do Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS e em especial ao bolsista Evandro Gottardo pela dedicação e colaboração na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, D. P. M., Gomes, M. E. B., Philipp, R. P., Robaina, L. E. S. & Pintaúde, D. A. 1990. Contribuição ao conhecimento dos granitos alcalinos da Suíte Dom Feliciano no Batólito Pelotas - região de Torrinas (RS). *Acta Geológica Leopoldensia*, 31 (XIV): 59-72.
- Brown, G. C. 1981. Space and time in granite plutonism. *Philosophical Transactions Royal Society of London*, A 301: 321-336.
- Carraro, C. C., Gamermann, N., Eick, N., Bortoluzzi, C. A., Jost, H. & Pinto, J. F. 1974. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*, IG/UFRGS, Porto Alegre (1:1.000.000).
- Fernandes, L. A. D., Tommasi, A. & Porcher, C. C. 1990. Esboço estrutural de parte do Batólito Pelotas - região de Quitéria-Capivarita. *Acta Geológica Leopoldensia*, 30 (XIV): 117-136.
- _____, & _____. 1992. Deformations Patterns in the Southern Brazilian Branch of the Dom Feliciano Belt: A reappraisal. *Journal of South American Earth Sciences*, 5: 77-96.
- Figueiredo, M. C. H., Fragoso-Cesar, A. R. S. & Kronberg, B. S. 1990. Litogeoquímica das principais unidades do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul. *Anais*, 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal, SBG, 4: 1723-1738.
- Fragoso-Cesar, A. R. S. 1991. *Tectônica de placas no Ciclo Brasileiro: as orogênias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 367 p.
- _____, Figueiredo, M. C., Soliani Jr., E. & Faccini, U. F. 1986. O Batólito Pelotas (Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico) no Escudo do Rio Grande do Sul. *Anais*, 34º Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, SBG, 3: 1322-1343.
- Frantz, J. C. & Nardi, L. V. S. 1992. Litoquímica e Evolução de Granitóides Cálcico-Alcalinos da Região Leste do Escudo-Sul-riograndense. *Pesquisa*, 19 (1): 13-25.
- _____, & Remus, M. V. D. 1986. Geologia da região de Canguçu-Torrinas, RS: caracterização petrográfica, estrutural e estratigráfica. *Anais*. 34º Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Goiânia, 2: 931-947.
- Gomes, M. E. B. 1990. *Petrologia do Granito Arroio Moinho, Canguçu (RS): geoquímica e deformação*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 199 p.
- _____, Almeida, D. P. M., Philipp, R. P. & Pintaúde, D. A. 1991. Caracterização mineralógica e geoquímica do Granito Cerro do Sandi., Piratini - RS. *Acta Geológica Leopoldensia*, 14: 123-144.
- Horbach, R., Kuck, L., Marimon, R. G., Moreira, H. L., Fuck, G. F., Moreira, M. L. D., Marimon, M. P. C., Pires, J. L., Vivian, D., Marinho, D. & Teixeira, W. 1986. *Folha SH22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim*. Geologia. IBGE, Levantamento de Recursos Minerais, 33: 29-312.
- Lameyre, J. & Bowden, P. 1982. Plutonic rock type series: Discrimination of various granitoids series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 14: 169-186.
- Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society American Bulletin*, 101: 635-643.
- Mesquita, M. J. 1991. *Petrografia dos granitóides deformados na Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (Piratini-Quitéria, RS)*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 242 p.
- _____, & Fernandes, L. A. D. 1990. Petrografia dos granitóides deformados na Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (região de Quitéria - Capivarita). *Acta Geológica Leopoldensia*, 30 (XIV): 55-76.
- Philipp, R. P. 1990. *Geologia e Petroquímica dos granitóides da região de Monte Bonito, Pelotas, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 231 p.
- _____. 1991. Geologia dos granitóides da região de Monte Bonito, Pelotas-RS: uma contribuição ao reconhecimento estratigráfico do setor Oriental do Escudo. *Acta Geológica Leopoldensia*, 33 (XIV): 71-128.
- _____, Almeida, D. P., Gomes, M. E. B. & Pintaúde, D. A. 1991. Geoquímica do Granito Bela Vista, Piratini-RS: uma contribuição ao conhecimento do magmatismo alcalino no setor Oriental do Escudo. *Acta Geológica Leopoldensia*, 34 (XIV): 95-122.

- Pitcher, W. S. 1982. Granite type and tectonic environment. In: Hsü, K. J. (ed.). *Mountain Building Processes*. Academic Press, New York, p. 18-40.
- . 1983. Granite: typology, geological environment and melting relationships. In: Atherton, N. P. & Gribble, C. D. (ed.). *Migmatites, melting and metamorphism*. Shiva Publish Exeter. p. 277-286.
- Ribeiro, M. & Fantinel, L. 1978. Associações petrotectônicas do Escudo Sul-rio-grandense: I - Tubulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. *Iheringia*, 5: 19-54.
- Rogers, J. J. & Greenberg, J. K. 1981. Trace-elements in continental magmatism: Part III Alkaline granites and their relationship to cratonization. *Geological Society of America Bulletin*, Part I, 92 (1): 6-9.
- Schneider, A. W., Loss, E. L. & Pinto, J. F. 1974. *Mapa Geológico da folha de Porto Alegre, RS, CNPq, Porto Alegre (1:50.000)*.
- Soliani Jr., E. 1986. *Os dados geocronológicos do Escudo Sul-rio-grandense e suas implicações de ordem geotectônica*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 239 p.
- Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Review*, 12: 1-33.
- Sylvester, P. J. 1989. Post-collisional alkaline granites. *Journal of Geology*, 97: 261-280.
- Tessari, R. I. & Picada, R. S. 1966. *Geologia da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil*. Boletim 124 da Divisão de Fomento e Produção Mineral/Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro, 147 p.
- & Giffoni, L. E. 1970. *Geologia da região de Piratini, Pinheiro Machado e Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil*. Boletim 246 da Divisão de Fomento e Produção Mineral/Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, 122 p.