

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

O MAGMATISMO GRANÍTICO DO GRUPO BRUSQUE, SANTA CATARINA

Mathias Hueck

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2011 / 40)

SÃO PAULO
2011

TF
H887
M.m

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

O MAGMATISMO GRANÍTICO DO GRUPO BRUSQUE, SANTA CATARINA

Mathias Hueck



Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2011 / 40)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900030261

SÃO PAULO
2011

FF
H887
M.m

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
INSTITUTIONAL LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY



Master Book

Presented to Dr. Miguel Ángel Soto

MONOGRAFIA DE TRABAJO DE FORTUNA
(1952)

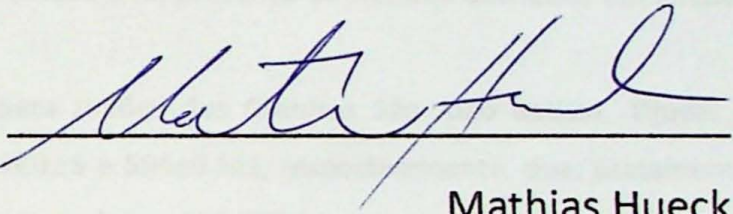
SAO PAULO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

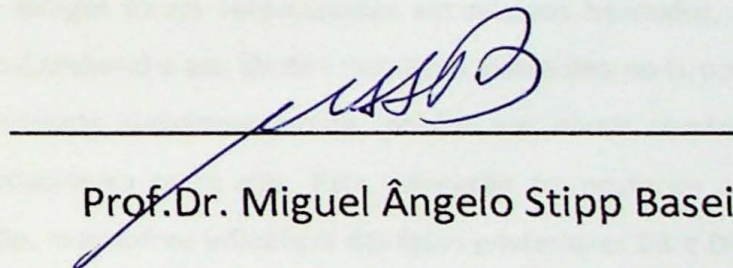
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

O Magmatismo Granítico do Grupo Brusque, Santa Catarina

Monografia de Trabalho de Formatura (TF-11/40)



Mathias Hueck



Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

São Paulo

2011

Resumo

As três suítes graníticas intrusivas nos metamorfitos do Grupo Brusque em SC, São João Batista, Valsungana e Nova Trento, foram analisadas em termos de petrografia, geologia estrutural, geoquímica, geoquímica isotópica e geocronologia, visando compreender os processos de geração e colocação destes magmas.

Petrograficamente e geoquimicamente tratam-se de granitos moderadamente peraluminosos, enriquecidos em Fe. Todas as intrusões apresentam parâmetros isotópicos e de padrões de ETR diagnósticos para granitos formados pela fusão de rochas crustais de níveis rasos, cujas fontes mais prováveis são os metamorfitos do Grupo Brusque e os gnaisses e migmatíticos de seu embasamento, o Complexo Camboriú. As relações de campo, geoquímicas e isotópicas entre as suítes Valsungana e Nova Trento indicam para estas uma evolução ao menos em parte co-magmática, com influência da contaminação de rochas de nível crustal mais raso em suas porções mais evoluídas, resultando na Suíte Nova Trento, enquanto a São João Batista se distingue das demais, pela heterogeneidade de seus protólitos, dentre os quais se destacam metassedimentos, refletidos em sua mineralogia mais peraluminosa e na presença de núcleos detríticos em zircões de parte de seus granitos.

Novas datações U-Pb LA-ICP-MS para zircões dos Granitos São João Batista, Tijucas e Catinga resultaram em idades de 606 ± 17 , 601 ± 5 e 594 ± 9 Ma, respectivamente, que, juntamente com idades da literatura, determinam um intervalo de 610-590 Ma para a idade do magmatismo intrusivo no Grupo Brusque. Idades mais antigas foram reconhecidas em núcleos herdados, e podem ser associadas à idade do Complexo Camboriú e aos zircões detríticos existentes no Grupo Brusque. As três suítes devem ter se formado simultaneamente, porém em níveis crustais distintos, resultando em uma colocação diacrônica entre elas. Esta colocação foi posterior ao principal evento deformacional D2, da região, mas sofreu influência das fases posteriores D3 e D4, que orientaram e crenularam o fluxo ígneo das rochas.

Abstract

The Brusque Group in Santa Catarina, southern Brazil, is intruded by three granitic suites, namely São João Batista, Valsungana and Nova Trento. These rocks were analyzed in terms of petrography, structural geology, geochemistry, isotopic geochemistry and geochronology, in order to shed light to the processes that lead to the formation and emplacement of this magmatism.

Petrographically and geochemically, they are slightly peraluminous and iron-enriched. All intrusions present isotopic parameters and REE patterns suggesting an upper crust environment for its magma's source. These protoliths were probably the metavolcanosedimentary rocks of the Brusque Group and their gneissic-migmatitic bedrock, the Camboriú Complex. Field relations, together with geochemical and isotopic evidence suggest an at least partial comagmatic evolution for the Valsungana and Nova Trento suites, whilst the São João Batista suite distinguishes itself for its protolith's heterogenic nature, in which metasediments played an important role, which is reflected in these's rocks peraluminous mineralogy and on the presence of detrital cores in zircon crystals.

New U-Pb LA-ICP-MS dating of zircons of the São João Batista, Tijucas and Catinga granites obtained ages of 606 ± 17 , 601 ± 5 and 594 ± 9 Ma, which, along with the ages available in literature for the intrusive suites in the Brusque Group comprise a time range for this magmatic event between 610-590 Ma. Older inherited zircon cores were recognized, and can be associated to the Camboriú Complex and to detrital zircons of the Brusque Group. All three suites were probably generated simultaneously in distinct crustal levels, leading to a diachronic emplacement for the same level. This emplacement was post-tectonic to the main regional deformational D2 event, but has been influenced by the later D3 and D4 phases, which have orientated and crenulated these rocks' igneous foliation.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer nesta seção algumas pessoas que foram importantes para a confecção deste trabalho:

Meu orientador, Prof. Miguel Basei, que me apresentou ao trabalho de pesquisa e sempre me ajudou, oferecendo inúmeras oportunidades às quais sou muito grato, e que em três anos e meio prestou excelente companhia, ensinou muito e me ajudou a desenvolver meu pensamento científico.

Os professores que participaram deste trabalho diretamente: Prof. Marcos Egydio, que colaborou na primeira etapa de campo e na interpretação dos resultados de ASM, e os Profs. Oswaldo, Sílvio e Paulo Roberto, que desenvolveram os trabalhos de campo de Mapeamento Geológico dos quais resultaram parte dos dados deste trabalho.

O Centro de Pesquisas Geocronológico da USP (CPGeo), onde foi realizado boa parte do trabalho e que possibilitou sua apresentação no VII SSAGI. Gostaria de agradecer em especial ao Walter, Vasco, Ivone, Solange, Marciano e Nícia, pela força dada.

A FAPESP, que custeou as análises laboratoriais e os trabalhos de campo, e a CNPq, que me concedeu uma bolsa entre 2009 e 2010.

A doutoranda Luana e a professora Adriana, que me ajudaram frequentemente, por meio de discussões, sugestões e indicações de referências, e que, juntamente com os professores da Petrologia Ígnea me ensinaram boa parte dos conceitos utilizados diretamente neste trabalho. Por meio delas, gostaria de agradecer àqueles professores, monitores e veteranos que, neste curso, atiçaram meu interesse e curiosidade pela geologia, o que foi fundamental.

Os co-orientados Mariana, Fábio, Renan, César e Vinícius, pelos dados e pela ajuda. Também agradeço a todos os alunos que fizeram seu trabalho de mapeamento geológico em Santa Catarina e que tiveram seus relatórios revirados atrás de dados.

Meus amigos que me acompanharam todo o curso: Sinistro, Fofona, Chiquini, Lolita e Zaca, imprescindíveis; Bixa e Pig, que mais me divertiram na faculdade; Chava e Cotoco, amigos ultra-geólogos; Saravá, Adinan, Clô, Pacotão, Mihang, Beiça, Iskenta, Bobo... enfim, são muitos, não dá para citar a todos. Quero agradecer em especial ao Fofona, não só pela amizade mas também pela importantíssima ajuda ao trabalho, com inúmeras consultorias petrográficas, discussões, referências improváveis e nerdices em geral.

Meus pais e que sempre me apoiaram e incentivaram e minha irmã, que acha meu trabalho superinteressante.

Minha namorada, Carolina, que me acompanhou por todo o curso, me apoiou de maneira incondicional e maravilhosa, me ajudou e me inspirou constantemente.

Sumário

1	Introdução	1
2	Objetivos e justificativa	1
3	Localização	2
4	Contexto geológico:.....	4
4.1	Cinturão Dom Feliciano	4
4.2	Grupo Brusque.....	7
4.3	O Magmatismo do Grupo Brusque	9
4.4	Granitoides intrusivos no Grupo Brusque.....	10
5	Materiais e métodos.....	13
5.1	Análise bibliográfica.....	14
5.2	Trabalhos de campo	14
5.3	Análise estrutural.....	15
5.4	Análises petrográficas.....	15
5.5	Geoquímica em rocha total	16
5.6	Geoquímica isotópica em rocha total	17
5.7	Geocronologia U-Pb (LA-ICP-MS).....	18
5.8	Estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética	19
6	Desenvolvimento do projeto	20
7	Resultados	21
7.1	Petrografia	21
7.1.1	Suíte São João Batista	23
7.1.2	Suíte Valsungana	24
7.1.3	Suíte Nova Trento	27
7.1.4	Mineralogia Pós-magmática	27
7.2	Geologia Estrutural	30
7.2.1	Estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética	36

7.3	Geoquímica em rocha total	41
7.3.1	Elementos maiores e menores	41
7.3.2	Elementos traços	45
7.4	Geoquímica isotópica em rocha total	49
7.4.1	Sistema Rb-Sr	49
7.4.2	Sistema Sm-Nd.....	51
7.4.3	Sistema Pb-Pb	54
7.4.4	Comparação com outras unidades pré-cambrianas do Grupo Brusque	56
7.5	Geocronologia dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque	57
7.5.1	Dados existentes.....	57
7.5.2	Novas datações.....	58
7.5.3	A idade do magmatismo intrusivo no Grupo Brusque	67
8	Conclusão	67
8.1	Divisão dos granitoides estudados em suítes	67
8.1.1	Suíte São João Batista	68
8.1.2	Suíte Valsungana	69
8.1.3	Suíte Nova Trento	69
8.2	Fontes, origem e evolução do magmatismo	70
8.3	Contexto tectono-estrutural e colocação das intrusões	72
8.4	Implicações do magmatismo granítico no modelo evolutivo do Grupo Brusque	73
9	Referência Bibliográfica	75

ANEXO 1 – Mapa de foliações

ANEXO 2 – Tabela de dados de Anisotropia de susceptibilidade magnética

ANEXO 3 – Tabela de dados geoquímicos

ANEXO 4 – Tabelas de dados isotópicos

ANEXO 5 – Resultados das datações de zircão por LA-ICP-MS

Índice de Figuras

Figura 1: Localização da área de estudos em mapa regional e do estado de Santa Catarina, e principais vias de acesso da região	2
Figura 2: Foto de satélite da região de estudo, com indicação da área de ocorrência do Grupo Brusque, Complexo Camboriú e dos granitoides intrusivos	3
Figura 3: Mapa geológico do Cinturão Dom Feliciano	4
Figura 4: Principais Domínios Tectônicos do Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina	6
Figura 5: Mapa geológico regional, com destaque para a localização de cada uma das intrusões graníticas	12
Figura 6: Cronograma de desenvolvimento do projeto	21
Figura 7: Diagrama QAP com a distribuição das amostras analisadas	22
Figura 8: Feições microfotográficas	25
Figura 9: Feições microfotográficas	28
Figura 10: Feições estruturais.....	31
Figura 11: Feições microestruturais.....	33
Figura 12: Estereogramas representando as foliações atuantes nos Batólitos Valsungana Norte e Sul	34
Figura 13: Mapas geológicos da porção sudoeste do Grupo Brusque representando os granitoides intrusivos e as estruturas magnéticas obtidas.....	37
Figura 14: Estereograma com as atitudes de K_{max} , K_{int} , K_{min} e de foliação de fluxo magmático, medida em campo, para o afloramento MAGB-03, da suíte Valsungana	38
Figura 15: Mapa geológico com a distribuição das medidas de foliação magnética e lineação magnética.	39
Figura 16: Diagramas de dispersão de Harker para elementos maiores.....	43
Figura 17: Diagrama A/CNK-A/NK.....	42
Figura 18: Diagramas de classificação composicional de Frost.....	45
Figura 19: Diagramas de dispersão de Harker para elementos traços.....	44
Figura 20: Diagramas de multielementares de ETR pelo modelo condrítico	48
Figura 21: Diagramas discriminantes $\log Y \times \log Nb$ e $\log(Y+Nb) \times Rb$	48

Figura 22: Diagrama de dispersão %SiO ₂ x razão ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr(i).....	50
Figura 23: Diagrama Tempo x ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	50
Figura 24: Diagramas ENd versus %SiO ₂ e TDM.....	52
Figura 25: Diagrama εSr x ENd	53
Figura 26: Diagramas ENd x Tempo	54
Figura 27: Distribuição do parâmetro μ.....	54
Figura 28: Diagrama ENd x μ (595Ma)	55
Figura 29: Diagrama ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb x ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb,.....	55
Figura 30: Diagramas comparativos εSr x ENd e ENd x Tempo (DePaolo) entre os granitoides intrusivos no Grupo Brusque e as diferentes unidades do Cinturão Dom Feliciano	57
Figura 31: Relação de idades da literatura dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque..	58
Figura 32: Tipologia dos cristais de zircão do Granito São João Batista	59
Figura 33: contraste entre as imagens geradas por catodoluminescência e secundária, evidenciando a borda de sobrecrecimento	60
Figura 34: Alguns spots datados do Granito São João Batista	61
Figura 35: Histograma de zircões detríticos obtidos em amostra do Grupo Brusque, para efeitos de comparação	61
Figura 36: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do granito Sao Joao Batista.....	62
Figura 37: Tipologia dos cristais de zircão do Granito Tijucas.....	63
Figura 38: Alguns spots datados do Granito Tijucas	64
Figura 39: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do granito Tijucas.....	64
Figura 40: Tipologia dos cristais de zircão do Granito Catinga.....	65
Figura 41: Alguns spots datados do Granito Aguti.....	66
Figura 42: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do Granito Catinga	66

1 Introdução

O Grupo Brusque corresponde, no estado de Santa Catarina, ao domínio central do Cinturão Dom Feliciano, complexa província estrutural Neoproterozóica-Cambriana que se entende pela porção sul-oriental do Brasil e pelo Uruguai. Ele é constituído por uma sequência meta-vulcanossedimentar metamorfisada em fácies xisto verde a anfibolito, afetado por grande quantidade de corpos graníticos que apresentam, caracteristicamente, uma auréola de metamorfismo de contato.

Nesta monografia será feita uma caracterização do magmatismo ácido intrusivo no Grupo Brusque, em Santa Catarina, em termos de petrografia, geoquímica, geoquímica isotópica, geocronologia e geologia estrutural, visando interpretar o contexto tectônico de sua colocação.

O presente trabalho é resultado do desenvolvimento dos trabalhos de Iniciação Científica e de formatura do aluno e, portanto, apresenta um tema abrangente. Ele também é fruto dos recentes trabalhos de mapeamento sistemático conduzidos no Cinturão Dom Feliciano no estado de Santa Catarina, realizados em escala 1:100.000 em diversas etapas envolvendo alunos e professores do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, do qual parte dos dados e material trabalhado proveram. Desta maneira, nele os dados novos e inéditos são interpretados em conjunto com dados presentes na literatura, visando formar um amplo quadro, a fim de contribuir para o melhor entendimento das rochas estudadas.

Resultados preliminares deste estudo foram publicados em Hueck *et al.* (2010 a e b) e Basei *et al.* (2011).

2 Objetivos e justificativa

A compreensão da formação do Gondwana Ocidental e da amalgamação dos diversos terrenos cratônicos que o compõem passa pelo estudo das diferentes faixas móveis que foram geradas neste processo, das quais o Cinturão Dom Feliciano faz parte. Para tal, é fundamental a caracterização detalhada e contextualização tectônica das diferentes unidades que o compõem.

O objetivo principal deste trabalho é interpretar o contexto tectônico da colocação do magmatismo granítico intrusivo no Grupo Brusque. Para tal, será conduzida uma caracterização das Suítes graníticas São João Batista, Valsungana e Nova Trento em termos de petrografia, geoquímica, geoquímica isotópica, geocronologia e geologia estrutural, utilizando-se de dados novos e da literatura. A análise integrada destes dados permitirá tirar interpretações sobre os

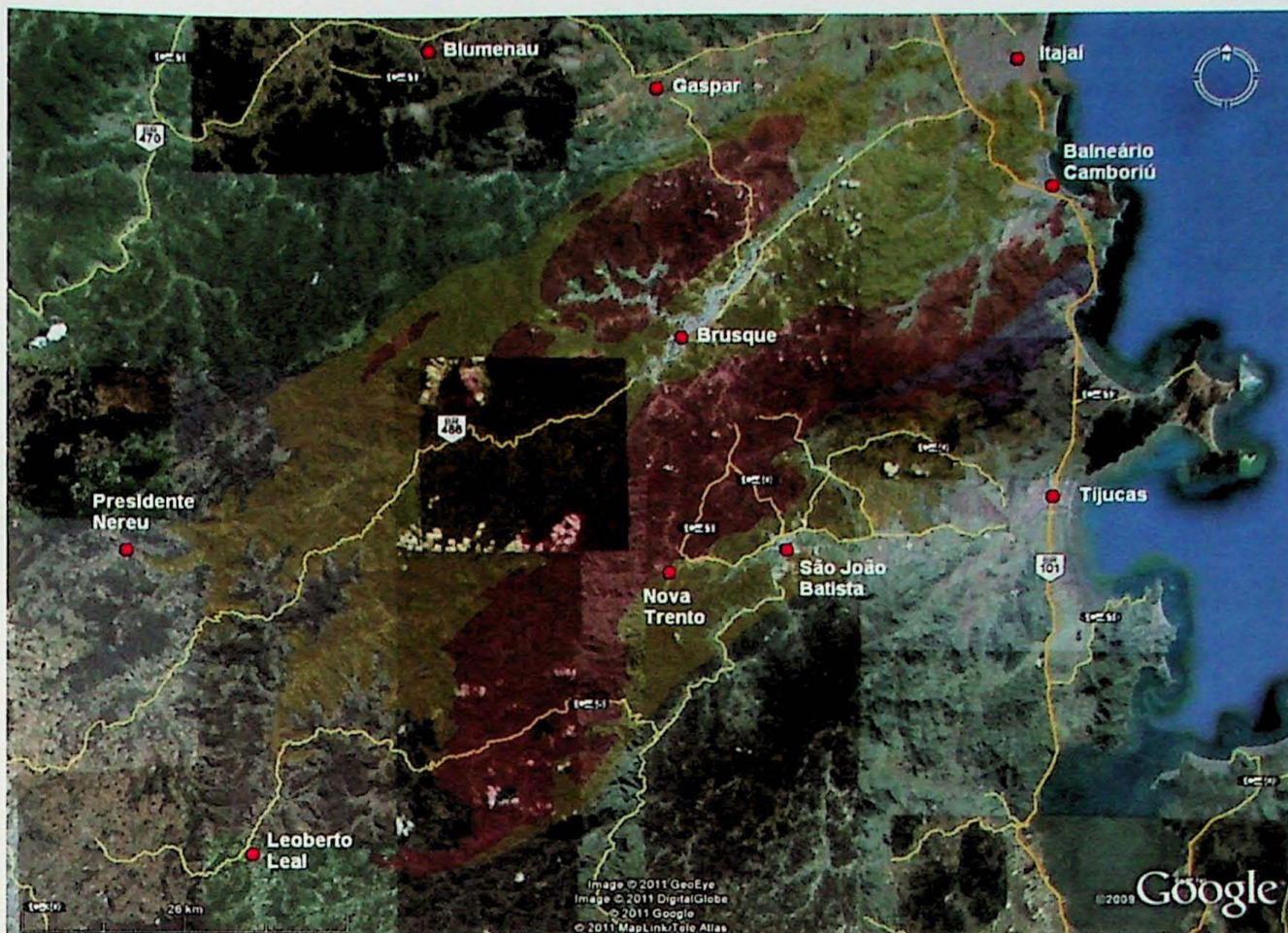


Figura 2: Foto de satélite da região de estudo, com indicação da área de ocorrência do Grupo Brusque (em amarelo), Complexo Camboriú (em roxo) e dos granitoides intrusivos (em vermelho). Adaptado de Google Maps: www.maps.google.com, acessado em 29/09/2011, e Perrotta et al. (2004)

Esta região é abastecida por um grande número de estradas, dentre as quais se destacam as rodovias BR-101, que corre ao longo do litoral catarinense, e BR 486, que liga Itajaí a Brusque, e se estende até Ituporanga. Além dessas, diversas estradas estaduais ligam os municípios, como é o caso da SC-411, entre São João Batista, Nova Trento e Brusque e a SC-408, que liga São João Batista à SC-411. Todas estas estradas oferecem fácil deslocamento e apresentam cortes importantes por seus afloramentos. A região também é farta em estradas vicinais, de chão batido, que oferecem acesso a áreas mais distantes dos centros urbanos.

O acesso à região, partindo de São Paulo, se dá pela rodovia BR-116 até Curitiba e, de lá, pela rodovia BR-101 até Itajaí, de onde é possível o acesso a Brusque e diversas das estradas citadas anteriormente.

de três segmentos tectonoestratigráficos para o cinturão no estado de Santa Catarina, todos com orientação NE-SW (figura 4): Domínio Interno – Batólito Florianópolis; Domínio Central – Grupo Brusque e granitoides intrusivos e Domínio Externo – Bacia do Itajaí, além do ante-país do CDF, as rochas gnáissico-migmatíticas dos Complexos Luis Alves e São Miguel. Estes três segmentos foram justapostos tectonicamente, com falhas de empurrão posicionando o Grupo Brusque sobre a Bacia de Itajaí, a norte, e pela Zona de Cisalhamento transcorrente Major Gercino, a Sul. Esta amalgamação foi diacrônica entre 600 Ma (colisão do Grupo Brusque com o Batólito Florianópolis) e 535 Ma com os cavalgamentos do Grupo Brusque sobre os sedimentos do Grupo Itajaí (Basei 2000).

Seguindo a segmentação proposta por Basei (1985), o domínio interno do CDF em Santa Catarina é composto por uma extensa associação de rochas graníticas, denominada Batólito Florianópolis. Ele possui correlação com os Batólitos Pelotas (no Rio Grande do Sul) e Aiguá (no Uruguai), formando um cinturão granítico, interpretado como produto do desenvolvimento de um arco magmático neoproterozoico. Os trabalhos mais recentes (Basei *et al.*, 2000, 2010) agrupam os diversos granitoides que compõem o Batólito Florianópolis nas Suítes Rolador, Fernandes, São Pedro de Alcântara, Pedras Grandes e Complexo Águas Mornas, com as duas primeiras compondo o Domínio afetado pela Zona de Cisalhamento Major Gercino (Passarelli *et al.* 2011). Este extenso magmatismo foi gerado entre 625 e 590 Ma (Basei 2000).

Por sua vez, o domínio externo é constituído no estado de Santa Catarina pela Bacia de Itajaí e pela Microplaca Luís Alves. O Grupo Itajaí representa uma bacia de antepaís, depositado sobre o embasamento da Microplaca Luís Alves com espessura total estimada entre 4,5 e 7,5 km, afetado por empurrões e dobramentos associados às deformações tardias que afetaram o Grupo Brusque. Os trabalhos sistemáticos mais recentes apresentaram grande avanço no estudo da Bacia do Itajaí (Guadagnin *et al.* 2010, Drukas 2009). Basei *et al.* 2011 propõem um empilhamento estratigráfico que inclui cinco unidades, da base para o topo: Formação Baú (arenitos e conglomerados), Formação São Pedro (ritmitos turbidíticos, siltitos e conglomerados), Formação Ribeirão Neisse (arenitos maciços a laminados), Formação Ribeirão do Bode (siltitos turbidíticos) e Formação Apiúna (vulcânicas félsicas). A idade mínima para deposição desta bacia está por volta dos 600 Ma (Gaudagnin *et al.* 2010, Basei *et al.* 2011).

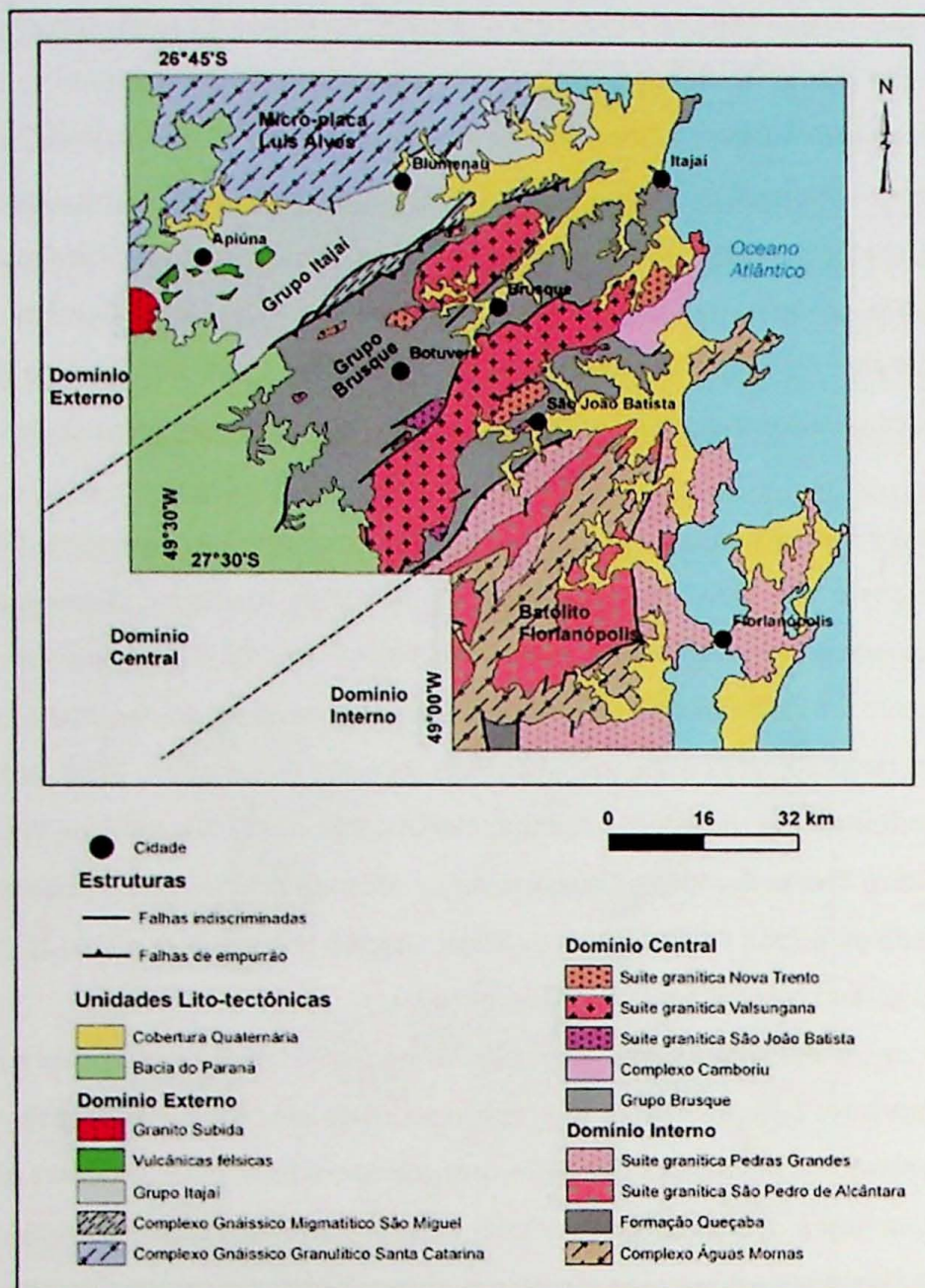


Figura 4: Principais Domínios Tectônicos do Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina com localização dos corpos graníticos a serem estudados (Modificado de Basei et al. 2000 e Castro et al. 1999)

O embasamento da Microplaca Luis Alves é composto por rochas de alto grau englobado no Complexo Granulítico Santa Catarina, e representa o antepaís do CDF em Santa Catarina. Predominam neste complexo rochas charno-enderbíticas, e, subordinadamente, gnaisses, BIFs e ocorrências ultramáficas. Esta unidade apresenta natureza policíclica de idade Paleoproterozóica, com os principais eventos metamórficos e deformacionais situados entre 2,35 e 2,1 Ga (Basei et al. 2009).

4.2 Grupo Brusque

O domínio central do CDF em Santa Catarina é dominado pelo Grupo Brusque (GB) e o extenso magmatismo granítico intrusivo nele. O GB foi primeiro descrito como Série Brusque por Carvalho & Pinto (1934 *apud* Caldasso *et al.* 1995) que separaram sob esta denominação os filitos grafitosos, micaxistos, quartzitos e calcários das rochas de composição granítico-migmatíticas do litoral de Santa Catarina. A partir de trabalhos de mapeamento sistemáticos no final da década de 1960, Schultz & Albuquerque (1969 *apud* Caldasso *et al.* 1995) propuseram o termo Grupo Brusque em substituição à Série Brusque, incluindo nele também os diversos corpos de granitoides intrusivos na sequência metassedimentar, os quais Trainini (1978), individualizou em suítes, retirando-os do GB. Da Silva e Dias (1981) propuseram a substituição do termo Grupo Brusque, por Complexo Metamórfico Brusque, reconhecendo a presença de rochas vulcânicas na unidade. Basei (1985) propôs a compartimentação do CDF em três segmentos tectônicos que é seguida neste trabalho, posicionando em seu segmento central o GB e os granitoides associados.

O GB constitui uma faixa de rochas metavulcanossedimentares de aproximadamente 40 km de largura, e se estende por mais de 75 km, desde o litoral, na localidade de Itapema, até ser encoberto pelos sedimentos da Bacia do Paraná, e é separado em toda sua extensão em duas porções pelo Batólito Valsungana. Seu contato a Norte é dado pela Faixa Ribeirão da Prata, e é caracterizado pelo cavalgamento das rochas do GB sobre a Bacia de Itajaí. A sul, ele é limitado pela Zona de Cisalhamento Major Gercino. Esta unidade pode ser correlacionável com os complexos Porongos (no Rio Grande do Sul) e Lavallega (no Uruguai), formando um *schist belt* ao longo do CDF.

Os trabalhos de mapeamento sistemático mais recentes, realizados em escala 1:100.000 em diversas etapas envolvendo alunos e professores do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Basei *et al.* 2006) e dos quais este trabalho é, em parte, fruto, dividem o GB em três Formações, identificando entre elas 14 unidades.

Na sequência metavulcanossedimentar do topo, Formação Rio da Areia, inclui-se quatro unidades: unidade quartzítica na qual predominam ortoquartzitos maciços; unidade metavulcânica, composta especialmente por metabasaltos, metaperidotitos e metatufos; unidade Metapelítico-Carbonática, onde predominam metamargas, calcoxistos e lentes de metacalcários e metadolomitos; e unidade metacarbonática, cujas rochas carbonáticas representam importantes recursos minerais.

A Formação Botuverá engloba sete unidades, separadas em função de seu grau metamórfico em unidades de médio e baixo grau e em unidades de baixo grau. As unidades de baixo grau metamórfico são: unidade quartzítica, com quartzitos micáceos impuros; unidade metapelítica, na qual predominam sericita xistos, ocasionalmente com clorita; e unidade metapsamítica-ritmítica, na qual ocorre uma gradação de filitos para metarritmitos. Já as unidades de médio a baixo grau são: Unidade metapelítica, na qual predominam granada biotita xistos, podendo ou não ter muscovita; unidade metacarbonática; unidade metarritmítica, composta principalmente pela alternância de biotita-muscovita xistos e quartzo xistos; e unidade metapsamítica, com quartzitos micáceos granatíferos a quartzo-xistos com granada.

Na base do Grupo Brusque temos a Formação Rio do Oliveira, principal sequência metavulcanossedimentar do Grupo Brusque, na qual ocorrem 4 unidades: Unidade quartzítica, na qual ocorre a alternância entre bandas maciças e bandas impuras micáceas; unidade biotita-muscovita xisto, que também podem conter granada e andaluzita; unidade turmalínica, na qual turmalinitos ocorrem intercalados com rochas carbonáticas; e unidade metabásica e calcissilicática, com metatufos e metabasitos, além das rochas calcissilicáticas.

Estruturalmente, o GB é dominado por uma direção NE-SW, que é também a direção da foliação principal da região. Trata-se de uma foliação de transposição S2, que apresenta resquícios de uma foliação anterior S1, que aparece frequentemente subparalela a um bandamento composicional interpretado como S0. Posteriormente esta foliação foi afetada por duas fases distintas de deformação, D3 e D4. A fase D3 apresenta megadobras deitadas com flanco invertido, de direção de eixo NE-SW e vergência para NW. Em escala de afloramento, ela aparece como uma foliação de intersecção discreta. Já a fase D4 representa crenulações tardias conjugadas, vergentes tanto para NW quanto para SE, com direção axial predominantemente (mas não exclusivamente) NE-SW.

O metamorfismo regional que afeta o Grupo Brusque é associado à foliação principal S2 e encontra-se em fácies xisto-verde, na zona da biotita. Nas proximidades das grandes intrusões graníticas, entretanto, formam-se auréolas metamórficas que alcançam a fácies piroxênio-hornfels, marcada pela presença de granada e cordierita em metapelitos e de clinopiroxênio em metabásicas, caracterizando um metamorfismo de baixa pressão e alta temperatura. O desenvolvimento deste metamorfismo ocorre posteriormente à foliação S2.

Para a idade do GB, Basei *et al.* (2008a) apontam uma deposição ocorrida no topo do Neoproterozoico, baseado em dados de zircão detrítico, e da Silva *et al.* (2002) apontam em cerca

de 640 Ma a idade de uma intercalação félsica sindeposicional ao Grupo Brusque. Já o clímax metamórfico ocorreu entre os 650 e 595 Ma (Basei 1985).

A nordeste da área de afloramento do Grupo Brusque ocorre o Complexo Camboriú, uma associação litologicamente heterogênea que é apontado como o embasamento do Grupo Brusque. Nele predominam migmatitos e corpos granitoides deformados e bandados, mas ocorrem também metaultramáficas e enclaves máficos, além de intrusões graníticas indeformadas, tais como o Granito Itapema. A estrutura típica desta unidade é um bandamento de direção NE-SW e mergulho entre 30° e 80°, que se apresenta frequentemente dobrado e redobrado.

4.3 O Magmatismo do Grupo Brusque

O magmatismo no Grupo Brusque pode ser dividido em três fases distintas, de acordo com seu contexto tectônico: pré-tectônico, sin-tectônico e tardi- a pós-tectônico. A mais expressiva delas é a terceira fase, que constitui grandes volumes de rocha ígnea intrusiva no Grupo Brusque, e é a área de interesse principal deste trabalho.

O magmatismo pré-tectônico no Grupo Brusque é representado pelo Granito Morro do Parapente e foi detalhado por Basei *et al.* (2008b). Esta rocha sustenta o morro homônimo entre Brusque e Gaspar, e compreende um corpo estreito e alongado de orientação NE-SW, inserido em forma de lentes em meio à sequência do Grupo Brusque. Petrograficamente, são álcali-feldspato granitos hololeucocráticos milonitizados de coloração rosada, compostos essencialmente por quartzo e feldspato alcalino, contendo opacos e zircão como acessórios. O quartzo aparece estirado com direção *downdip* à foliação milonítica. Geoquímicamente, trata-se de um granito peraluminoso, com elevada razão Fe/Mg. Os teores relativamente altos de Ta, Nb e Zr, combinado com baixos teores de Sc, Cr, Co, Ba e Sr caracterizam-no como um granito tipo A. Sua idade foi estimada por U-Pb SHRIMP em 843±12 Ma. Como representante de um magmatismo anterior à atividade tectônica do Grupo Brusque, e por suas afinidades com granitos do tipo A, este granito foi interpretado como sendo representante do período de *rift* que originou a paleobacia do Grupo Brusque, e é adotado como idade superior para a sedimentação deste.

O magmatismo sin-deposicional abrange rochas de afinidade básica e félsica que foram metamorfisados juntamente com a sequência metassedimentar à qual fazem parte. Destes, o magmatismo básico é o que apresenta maior distribuição, ocorrendo como intercalações frequentes em meio à sequência deposicional. Predominam anfibolitos e metabasaltos, com

ocorrências locias de turmalinitos, representando um magmatismo químico-exalativo, e foram interpretados como subaquosos, em um ambiente marinho de *rift*. Embora comum em meio ao Grupo Brusque, o magmatismo basáltico tem sua ocorrência limitada, o que sugere que o vulcanismo não chegou a afetar toda a paleobacia (Yamamoto, 2010).

Já o magmatismo ácido sin-deposicional do Grupo Brusque ocorre como derrames félsicos de espessura variável, podendo chegar a métrica, eventualmente intercaladas em meio à sequência metassedimentar principal. Petrograficamente, predominam metarriolitos. Da Silva *et al.* (2002b) datou uma destas intercalações por U-Pb SHRIMP em 639 ± 11 Ma, o que representa uma importante idade deposicional do Grupo Brusque. Outra datação conduzida neste mesmo trabalho obteve uma idade muito semelhante, de 637 ± 11 Ma. O valor estratigráfico desta datação, entretanto, foi posto em dúvida pelos seus autores, que consideram a amostra datada como um provável *sill*, ao invés de um derrame sindeposicional.

4.4 Granitoides intrusivos no Grupo Brusque

A primeira menção aos granitoides intrusivos no Grupo Brusque é de Carvalho e Pinto (1938 *apud* Caldasso *et al.* 1995), que descreveram a “Série Brusque” e a presença de intrusões graníticas. Schultz e Albuquerque (1969 *apud* Caldasso *et al.* 1995) reconheceram dois tipos distintos de granitoides, que chamaram de Granodiorito Valsungana e Granito Guabiruba. Trainini *et al.* (1979) propuseram os termos Suíte Valsungana e Suíte Guabiruba, associando outros corpos às ocorrências típicas. Caldasso *et al.* (1988, 1995) adicionaram a estas duas suítes o Granito Faxinal, e caracterizaram o metamorfismo de contato atuante associado as diversas intrusões. Posteriormente, Castro (1997) realizou um trabalho mais amplo sobre os diversos granitoides (resumido em Castro *et al.* 1999), incluindo um estudo geoquímico e petrográfico mais detalhado, propondo, além das já mencionadas Suítes Valsungana e Guabiruba, as Suítes Catinga, Faxinal e Morro Pelado, além de granitoides individuais.

Posteriormente, Basei *et al.* 2006, agruparam as diversas intrusões graníticas do Grupo Brusque em três Suítes semelhantes entre si, da mais antiga para a mais nova: São João Batista, Valsungana e Nova Trento. Esta divisão será utilizada neste trabalho. O conceito utilizado para agrupar os granitoides em suítes determina que dois ou mais corpos ou plútons que compartilhem características composicionais, tais como mineralogia, geoquímica, geoquímica isotópica, etc, podem ser agrupados em suítes, assumindo-se para eles uma provável semelhança em termos de

origem e evolução geológica. Assim, características texturais dos diferentes corpos, ainda que ajudem a caracterizar as suítes, assumem papel auxiliar na determinação delas.

A Suíte São João Batista é a mais antiga das três e é composta por 10 stocks, situados, à exceção do corpo Rio da Areia, ao redor do batólito Valsungana Sul. Tratam-se de granitoides leucocráticos a hololeucocráticos, equigranulares, de granulação médio-fina a fina, de cor cinza a branca. A composição predominante é de álcali-feldspato granitos, variando para sienogranitos a quartzo-sienitos. Em geral, são isótipos, apresentando como estruturas apenas fraturas. Mineralogicamente, são compostos essencialmente por quartzo, microlínio, plagioclásio e muscovita, com biotita em poucas quantidades (até 2%). Podem apresentar como acessórios mais comuns apatita, zircão, granada e turmalina. Minerais tardios e/ou hidrotermais incluem sericita, epidoto, clorita, fluorita e carbonatos. Associadas a esta Suíte ocorrem mineralizações de tungstênio, exploradas comercialmente no passado em metamorfitos do Grupo Brusque situados ao redor do Granito Catinga.

A Suíte Valsungana, em posição intermediária, é composta por dois batólitos (Norte e Sul) e quatro stocks situados a SW do batólito Norte. Ela é caracterizada por granitoides porfiríticos leucocráticos de granulação grossa e coloração cinzenta. É marcante nos granitoides desta suíte a presença de megacristais centimétricos de feldspato alcalino. Estes realçam a estrutura da rocha, frequentemente com foliação de fluxo ígneo e de estado sólido bem marcada, em especial na borda dos corpos. A coloração dos megacristais varia de brancos no batólito Sul a rosados no batólito Norte. O contato dos batólitos com o Grupo Brusque se dá por meio de falhas ou é gradacional, com presença de apófises de granitoides inseridos nos metamorfitos. Composicionalmente, predominam quartzo-monzonitos, com variação para quartzo-monzodioritos e sienogranitos. Sua mineralogia principal contém microclina, quartzo, biotita e plagioclásio. Acessórios comuns são zircão, apatita, allanita, titanita e, ocasionalmente, turmalina e hornblenda. Dentre a mineralogia tardia/hidrotermal encontram-se clorita, sericita, epidoto, fluorita e carbonatos.

A mais nova das três é Suíte Nova Trento, composta por 18 stocks de tamanho variado. Predominam granitoides leucocráticos, cinza-claros, inequigranular a porfiróides (nos corpos Indaiá e Santo Antônio), de granulação fina a média, geralmente maciços, mas podendo apresentar foliação magmática incipiente. Os granitoides Faxinal e Gaspar, que já foram interpretados como uma suíte separada, fazem parte desta suíte e constituem uma fácies de hornblenda-granitos. Predominam em geral rochas de composição sienogranítica, podendo

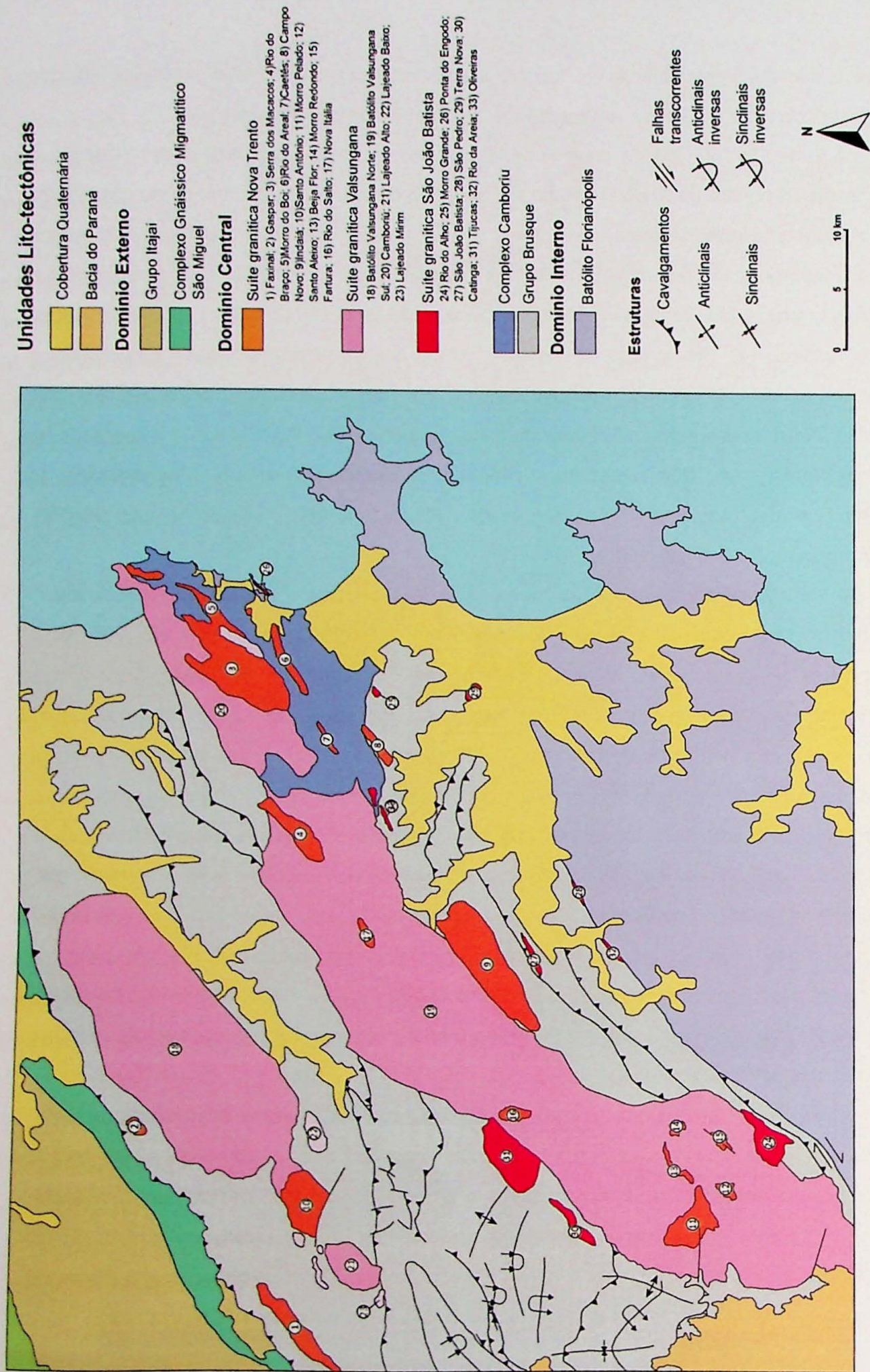


Figura 5: Mapa geológico regional, com destaque para a localização de cada uma das intrusões graníticas, modificado de Basei (2000), Basei et al. (2006) e Basei et al. (2011).

ocorrer também quartzo-sienitos, monzogranitos e, raramente, álcali-feldspato granitos. Sua mineralogia é constituída essencialmente por K-feldspato, quartzo, plagioclásio, biotita e hornblenda nos corpos Faxinal e Gaspar. Os megacristais, quando presentes, são compostos por feldspato alcalino. Não é incomum a presença de turmalina e muscovita primária em volume traço. Acessórios mais comuns são apatita e zircão, enquanto sericita, epídoto e fluorita contituem a mineralogia tardi-magmática e/ou hidrotermal.

Nas três suítes é comum a presença de enclaves microgranulares. Nas suítes Nova Trento e, mais raramente, São João Batista, estes possuem feições arredondadas e composição semelhante à dos granitos em si, embora menos enriquecidos em feldspato alcalino. Já na Suíte Valsungana eles costumam apresentar uma composição mais máfica além de uma morfologia alongada. Nesta suíte também é comum a presença de xenólitos e tetos pendentes dos metassedimentos do Grupo Brusque, com amplo predomínio de xenólitos de composição carbonática. Podem também ocorrer xenólitos da Suíte Valsungana em meio a granitos da Suíte Nova Trento, embora estes sejam mais raros.

A organização cronológica das três suítes foi determinada especialmente por critérios de campo tais como as relações de contato entre os diferentes corpos, e representam uma tendência predominante. Os dados geocronológicos disponíveis para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque restringem-se ao Neoproterozoico, com idades que se superpõem considerando as imprecisões dos erros no intervalo 620-590Ma, obtidas pelo método U-Pb em monazitas e zircões (Basei *et al.* 2000, Basei *et al.* 2011, da Silva *et al.* 2003). Na figura 5 é apresentado um mapa geológico com a localização de cada uma das intrusões, modificado de Basei (2000), Basei *et al.* (2006) e Basei *et al.* (2011).

5 Materiais e métodos

Este estudo, por abranger uma grande quantidade de corpos, distribuídos por uma vasta área, utiliza uma escala de trabalho muito ampla, o que impede uma investigação petrológica detalhada individual para cada uma das intrusões. A metodologia adotada foi a de estudar o conjunto de granitos intrusivos no Grupo Brusque como um todo, distinguindo dentre eles grupos de rochas semelhantes que compartilhem uma evolução geológica similar. A partir da caracterização destes foram formuladas conclusões que sejam compatíveis com a escala de trabalho adotada, isto é, satisfazendo todas as rochas quando tomadas como um conjunto, mas impedindo uma abordagem detalhada de cada um dos aspectos individuais. Para a divisão das

diversas intrusões em grupos distintos foi utilizada a compartimentação mais atual da linha de trabalho que está sendo seguida, tal como proposta por Basei *et al.* (2006), que as separa em três suítes distintas: São João Batista, Valsungana e Nova Trento. Os trabalhos foram conduzidos visando testar e aprimorar esta divisão.

Os diversos métodos e procedimentos individuais adotados no decorrer deste estudo são descritos a seguir.

5.1 Análise bibliográfica

Este estudo iniciou-se com uma pesquisa a respeito do contexto geológico da área de estudo, a fim de permitir ao aluno um conhecimento próprio necessário para a elaboração e interpretação dos trabalhos. Também foi estudada a bibliografia referente às metodologias adotadas e conceitos envolvidos no projeto. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, novas referências bibliográficas foram estudadas, visando manter o trabalho atualizado frente às questões pertinentes à sua execução e solucionar dúvidas ocasionais.

5.2 Trabalhos de campo

No decorrer deste projeto foram realizadas duas etapas de trabalho de campo visando o reconhecimento das diversas unidades estudadas e a coleta de dados estruturais e de material utilizado nas análises geoquímicas, isotópicas, petrográficas e geocronológicas. Para a realização das análises geoquímicas, isotópicas, petrográficas e geocronológicas foram coletadas amostras frescas e representativas dos litotipos observados. Pelo fato destes serem, em sua maioria, bastante homogêneos, pode-se assumir que estas amostras correspondem a um registro fiel das características das unidades amostradas na região estudada.

A primeira das etapas de campo concentrou-se entre as cidades de Balneário Camboriú e Itapema e entre as cidades de Gaspar e Nova Trento. Nesta etapa foi também coletado material utilizado no estudo da anisotropia de susceptibilidade magnética das rochas estudadas. A amostragem de material para os estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética se deu pela coleta de sondagens de 2,54cm de diâmetro orientados retirados *in situ* utilizando-se uma perfuratriz, (motosserra adaptada). Em alguns dos afloramentos, quando não foi possível utilizar a broca, foram coletadas grandes amostras orientadas que foram posteriormente trabalhadas em laboratório.

A segunda etapa de campo concentrou-se novamente entre as cidades de Nova Trento e Gaspar e na região de Balneário Camboriú, e teve como principal objetivo a coleta de dados estruturais ao longo de diversos perfis seccionando os batólitos Valsungana Sul e Valsungana Norte, além do *stock* Camboriú em cortes longitudinais. Esta etapa foi favorecida pela presença de inúmeros afloramentos ao longo das estradas que cortam estes corpos, nos quais o intemperismo atuante realça as estruturas presentes na rocha.

Para complementar o material obtido nestas etapas de campo, foram utilizados também amostras resultantes de trabalhos de campo anteriores, em especial provenientes dos diversos trabalhos da disciplina de mapeamento geológico conduzidos pelo instituto na região e de pesquisas mais antigas orientadas pelo professor Miguel Ângelo Stipp Basei. Este material foi utilizado para a realização de novas análises geoquímicas, isotópicas, petrográficas e geocronológicas.

5.3 Análise estrutural

Para a análise estrutural foram coletados dados de campo das diversas estruturas presentes nos granitos da Suíte Valsungana, provenientes tanto das etapas de campo específicas do projeto quanto dos trabalhos da disciplina de mapeamento geológico, resultando em um total de mais de 1000 atitudes distribuídos em cerca de 215 afloramentos.

Estes dados foram trabalhados em estereogramas utilizando-se o programa Stereowin 1.2, e em um mapa de foliações gerado a partir do programa ArcGIS versão 9.

5.4 Análises petrográficas

A análise petrográfica foi conduzida utilizando-se seções delgadas confeccionadas a partir das amostras coletadas em campo, além de lâminas provenientes da disciplina de mapeamento geológico. No total, foram descritas 29 seções delgadas pertencentes a 17 corpos graníticos, distribuídos dentre as três suítes intrusivas no Grupo Brusque. Estas foram analisadas em microscópio petrográfico no laboratório de microscopia do Instituto de Geociências, e foram fotografadas com uma câmera fotográfica digital. A descrição das seções delgadas foi conduzida visando caracterizar a mineralogia principal, acessório e pós-magmática de cada um dos corpos, identificar, descrever e compreender as diversas estruturas presentes, tanto as de origem magmática quanto as posteriores, deformacionais, e reconhecer as diversas semelhanças e diferenças entre as diferentes unidades estudadas.

5.5 Geoquímica em rocha total

A geoquímica em rocha total é, há décadas, uma das mais importantes ferramentas para no estudo de rochas ígneas. Sua utilidade inicialmente foi atribuída à classificação de rochas afaníticas, cuja granulação impede uma classificação baseada em termos estritamente mineralógicos. Entretanto, com a popularização das técnicas geoquímicas, diversas utilizações destes dados foram propostos também para o estudo de granitos. Sua aplicação mais imediata é por meio de diagramas multielementares de uma rocha ou de um conjunto de rochas, visando descrever visualmente as suas principais características químicas e identificar tendências que possam ser interpretados de acordo com processos ígneos, tais como a cristalização fracionada.

A classificação puramente geoquímica de granitos encontra dificuldades, em parte por que a mineralogia relativamente simples dos granitos (quartzo, feldspatos e alguns minerais máficos e acessórios) pode ser obtida a partir de uma grande quantidade de processos e utilizando-se de diversas fontes em ambientes distintos. Entretanto, muitas pesquisas empíricas apontam tendências geoquímicas que, associadas a características mineralógicas e de campo, levaram seus autores a propor classificações genéticas ou tectônicas que são amplamente utilizadas, ainda que seu valor ainda esteja em discussão (Frost *et al.* 2001, Bonin 2007). O foco principal da pesquisa geoquímica conduzida neste trabalho é fornecer uma caracterização mais descritiva, e a partir dela, tecer conclusões a cerca de processos os quais podem ter ocorrido nestas rochas, aludindo a algumas das classificações genéticas ou tectônicas mais tradicionais, mas sem se ater necessariamente a elas.

Nesta etapa do trabalho foram analisadas 22 amostras de diferentes corpos graníticos associados às três suítes de rochas graníticas intrusivas no Grupo Brusque. Foram analisados os seguintes corpos: Rio do Alho e São João Batista, pertencentes à suíte São João Batista; Batólito Norte, Batólito Sul e Valsungana, pertencentes à suíte Valsungana; e Indaiá, Nova Itália, Serra dos Macacos e Morro Pelado, pertencentes à suíte Nova Trento.

Para a realização das análises geoquímicas, as amostras foram preparadas no Laboratório de Preparação e Separação de Amostras do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da USP. Inicialmente, elas foram quebradas com martelo selecionando assim porções que não foram afetadas pelo intemperismo, que, posteriormente, foram britadas em pilão, resultando em fragmentos de no máximo 1 cm. Por fim, estes fragmentos foram moídos em moinho de disco de tungstênio até a fração argila.

As análises geoquímicas de elementos maiores, menores e traço foram realizadas na ACME Analytical Laboratories LTD., em Vancouver, no Canadá, pelo método do plasma induzido (ICP).

5.6 Geoquímica isotópica em rocha total

Isótopos radioativos e radiogênicos se comportam de maneira distinta de acordo com os sistemas geológicos distintos, o que faz deles excelentes indicadores petrogenéticos. Para rochas ígneas, o fracionamento destes isótopos durante eventos de fusão resultam em importantes traçadores de ambiente, em especial na relação entre ambientes crustais e mantélicos.

O método Rb-Sr baseia-se no decaimento do ^{87}Rb para ^{87}Sr . A variação nas abundâncias relativas dos diversos isótopos de Sr são decorrentes da geração de ^{87}Sr radiogênico, o que determina o valor geocronológico deste sistema. Em termos petrogenéticos, em um processo magmático de fracionamento, o Rb permanece na fase líquida, enquanto o Sr se concentra no plagioclásio, resultando em incrementos na razão Rb/Sr em rochas mais diferenciadas, o que constitui uma importante relação. A razão inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ também é de grande valor petrogenético: valores maiores do que 0,705 indicam um tempo maior de residência crustal.

O método Sm-Nd tem como ponto central o decaimento de ^{147}Sm para ^{143}Nd . A abundância do isótopo radiogênico é indicada pela razão deste com o isótopo estável ^{144}Nd . Geocronologicamente, este método é muito semelhante ao Rb-Sr, com a diferença de que a sua meia-vida mais elevada restringe seu uso para rochas de exumação mantélica mais antiga do que 1 Ga. O valor petrogenético deste método se dá no fato de que rochas com elevada razão Sm/Nd (empobrecidas em elementos terras raras) desenvolvem razões isotópicas mais baixas do que rochas com razão Sm/Nd baixa. Assim, rochas formadas em ambiente crustal desenvolvem baixas razões isotópicas de Nd, em contraste com altas razões isotópicas de Rb. A mobilidade relativamente baixa deste sistema isotópico faz com que ele seja satisfatoriamente utilizado para o cálculo de idades-modelo a partir de modelos de diferenciação manto/crosta (DePaolo, 1981).

O método Pb-Pb é derivado do método U-Pb, utilizando-se o decaimento de ^{238}U e ^{235}U para ^{206}Pb e ^{207}Pb respectivamente, com o isótopo estável ^{204}Pb de referência. A partir da relação entre os dois isótopos radiogênicos com o ^{204}Pb obtém-se a idade para datações em rocha total. A datação monomineralica por Pb-Pb é feita com o auxílio de idades-modelo, utilizando-se modelos em de evolução em estágio simples ou duplo. A vantagem do parâmetro petrogenético associado

a este método é que ele permite identificar contribuição de ambientes mantélicos, crustais inferiores ou crustais superiores.

As mesmas amostras analisadas para os estudos de geoquímica em rocha total foram analisadas para geoquímica isotópica, à exceção de uma amostra pertencente ao Batólito Valsungana Sul (MAGB 12.1).

O procedimento de preparação das amostras utilizadas nas análises isotópicas foi o mesmo descrito para as análises geoquímicas. Nas amostras que foram analisadas para ambos os fins, utilizou-se o mesmo pó.

As análises isotópicas em rocha total pelo método Sm-Nd, Rb-Sr e Pb-Pb foram realizadas nos laboratórios do CPGeo-USP. Como as concentrações dos elementos Sr, Nd, Rb, Sr e Pb foram obtidos nas análises geoquímicas, apenas as dosagens das razões isotópicas destes elementos tiveram de ser feitas.

5.7 Geocronologia U-Pb (LA-ICP-MS)

O decaimento de ^{238}U e ^{235}U para ^{207}Pb e ^{206}Pb é a base deste método. Embora os primeiros resultados desta técnica tenham sido obtidos em análises de rocha total, hoje em dia este método é desaconselhado, pois a exposição de rochas a ambientes oxidantes favorece fortemente a perda de Pb. Entretanto, a datação de minerais que incorporem U em seus retículos cristalinos e consigam preservar o Pb radiogênico, tais como o zircão, é hoje em dia a ferramenta mais avançada e prestigiada da geocronologia. A idade é obtida por meio de uma curva concórdia em um gráfico $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \times ^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, nos quais as razões obtidas analiticamente constituem uma reta discórdia que cruza esta curva em dois interceptos, dos quais, tradicionalmente, o primeiro marca a idade de cristalização do mineral datado e o segundo representa um episódio de perda de Pb.

Três amostras, pertencentes aos granitos São João Batista, Tijucas e Catinga, foram selecionadas para a datação de zircão pelo método U-Pb, técnica LA-ICP-MS.

As amostras foram preparadas no Laboratório de Preparação e Separação de Amostras do CPGeo-USP. Inicialmente, elas foram quebradas a mão, britadas em um britador de mandíbulas e peneiradas, obtendo-se as frações granulométricas entre 100 e 250mm e menor do que 250mm. Estas duas frações foram passadas individualmente por uma mesa vibratória, onde foram concentrados os minerais pesados. Após passar por uma retirada dos minerais mais magnéticos com um imã de mão, o material resultante foi então submetido ao separador magnético *Frantz*,

que separou os minerais magnéticos a um campo de 0,4 A. A porção não magnética foi então submetida à separação por líquidos pesados (bromofórmio e iodeto), resultando em um material com alta concentração de cristais de zircão.

A partir deste material foi feita a catação manual dos cristais de zircão com uma lupa. Foram selecionados cerca de 70 a 80 cristais representativos para cada amostra. Estes foram montados em um *mount* polido e metalizado, que foi então imageado por um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) por catodoluminescência e por retro-espalhamento. Adicionalmente os grãos foram fotografados na lupa.

Com as imagens em mão, foram definidos os melhores locais para a análise pontual (*spots*) dentre os diversos cristais. Estas análises foram conduzidas no Laboratório de Espectrometria de Massa do CPGeo-USP com um espectrômetro *Neptune* da *Thermo Scientific* e laser *Excimer* da *Photon Machine*. Para cada amostra, foram datados 39 *spots*, em função da característica dos cristais e da litologia analisada.

5.8 Estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética

O estudo da anisotropia de susceptibilidade magnética de rochas graníticas é comumente utilizado por oferecer uma maneira relativamente rápida de estimar a sua petrofábrica magmática. A partir da obtenção dos vetores de suscetibilidade magnética máxima, intermediária e mínima (K_{\max} , K_{int} , e K_{\min}) é possível obter facilmente a trama magnética de uma rocha, onde a foliação magnética é determinada pelo plano formado pelos eixos K_{\max} e K_{int} e a lineação magnética é paralela ao vetor K_{\max} . As fábricas magnéticas são determinadas pela presença de minerais diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos. A soma destes componentes determina a susceptibilidade total da rocha (K_{vol}). Na maioria dos granitos nos quais a biotita aparece como fase máfica principal, o controle da fábrica magnética é dado apenas por este mineral, o que permite a interpretação relativamente simples de que a fábrica magnética e a microfábrica ígnea original da rocha são paralelas. Entretanto, cuidados adicionais devem ser tomados para que o paralelismo entre a fábrica magnética e a fábrica da rocha possa ser demonstrado, especialmente quando os valores de K_{vol} excedem $450 \cdot 10^{-6}$. Baixa susceptibilidade magnética juntamente com valores abaixo de < 1.2 do grau da anisotropia total ($P' - K_{\max}/K_{\min}$) pode ser atribuída a fábricas com controle paramagnético, enquanto altos valores, indicam uma significativa contribuição de minerais ferromagnéticos na fábrica magnética (por exemplo hematita, magnetita). Esta ferramenta, então deve ser utilizada com cuidado, especialmente no

tocante à validação das fábricas magnéticas. Para tal, ela é frequentemente utilizada em conjunto com a Anisotropia de Remanência Magnética (ARM), método que, por ser controlado exclusivamente por minerais ferromagnéticos, pode ser utilizado para a comparação com a ASM.

A utilização da ASM neste trabalho foi relativamente limitada, por não ser o foco principal do projeto. Foram determinadas os valores referentes à ASM em um número de afloramentos, mas as investigações magnéticas não tiveram continuidade com a validação dos resultados por meio de um estudo de ARM. Esta seção do trabalho, portanto, tem um caráter preliminar, servindo para a obtenção de dados parciais e como uma indicação de possível técnica potencial a ser adotada nas rochas estudadas futuramente.

A preparação das amostras coletadas em campo foi realizada em laboratórios do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Meteorológicas (IAG) da USP.

Inicialmente, foram trabalhados os blocos orientados colhidos em alguns afloramentos. Estas amostras foram furadas perpendicularmente à face orientada, cuja atitude foi utilizada como parâmetro de orientação das sondagens obtidas. Estas sondagens, juntamente com as extraídas em campo, foram posteriormente serradas em diversos espécimes menores com cerca de 2,2cm de altura. No total, foram coletados 132 sondagens, resultando em 396 espécimes de 15 afloramentos (Fig.2). Posteriormente estas amostras foram analisadas em um equipamento Kappabridge *pickup unit* KLY-4 da Agico, utilizando-se para isto o *software* SURFA-R (Fig.3). Devido à alta sensibilidade do equipamento, todos os espécimes tiveram de ser embrulhados com filme plástico antes de serem analisados, evitando-se assim a contaminação por partículas magnéticas durante as medições. Os dados obtidos foram interpretados com o *software* ANISOFT 42, no qual também foram gerados os estereogramas referentes aos dados magnéticos.

6 Desenvolvimento do projeto

Este trabalho se originou como continuação de um trabalho de iniciação científica e, portanto, contou com material proveniente deste. Isto inclui parte das análises geoquímicas, isotópicas e os trabalhos de anisotropia de suscetibilidade magnética. Ao longo deste ano foram desenvolvidas a análise estrutural dos granitos da Suíte Valsungana, a investigação petrográfica, a datação de zircão para três amostras da Suíte São João Batista e novas análises geoquímicas e isotópicas. Com o advento destes novos dados o projeto ficou mais amplo, e todas as interpretações obtidas no trabalho de iniciação científica foram refeitas.

De maneira geral, o desenvolvimento do projeto foi tranquilo, as atividades previstas para este trabalho de formatura foram cumpridas em sua totalidade, e os métodos propostos puderam ser aplicados.

As atividades laboratoriais e trabalhos de campo foram custeados com recursos da reserva técnica dos projetos "A América do Sul no contexto dos supercontinentes - fusão e fissão", processo FAPESP Nº 05/58688-1 e "O Magmatismo Granítico do Cinturão Dom Feliciano, Santa Catarina, Brasil, e sua Importância na Amalgamação Neoproterozoica do Gondwana Ocidental" Processo FAPESP Nº 06/06957-1, ambas coordenadas pelo Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei.

O cronograma inicialmente proposto no projeto de pesquisa foi, em sua maioria, respeitado. A descrição de seções delgadas, inicialmente prevista para durar até setembro, foi adiantada, terminando em julho. Por outro lado, as análises geoquímicas e isotópicas, que estavam se estenderam por mais tempo do que inicialmente previsto e terminaram em meados de outubro (figura 6).

Atividade	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Revisão bibliográfica									
Pesquisa de material									
Preparação de amostras para análises									
Tratamento de dados estruturais									
Descrição de seções delgadas									
Análises isotópicas e geoquímicas									
Interpretações									
Confecção de relatórios e da monografia									

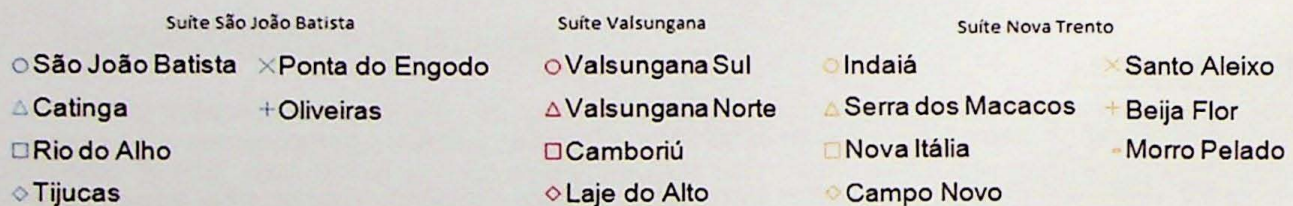
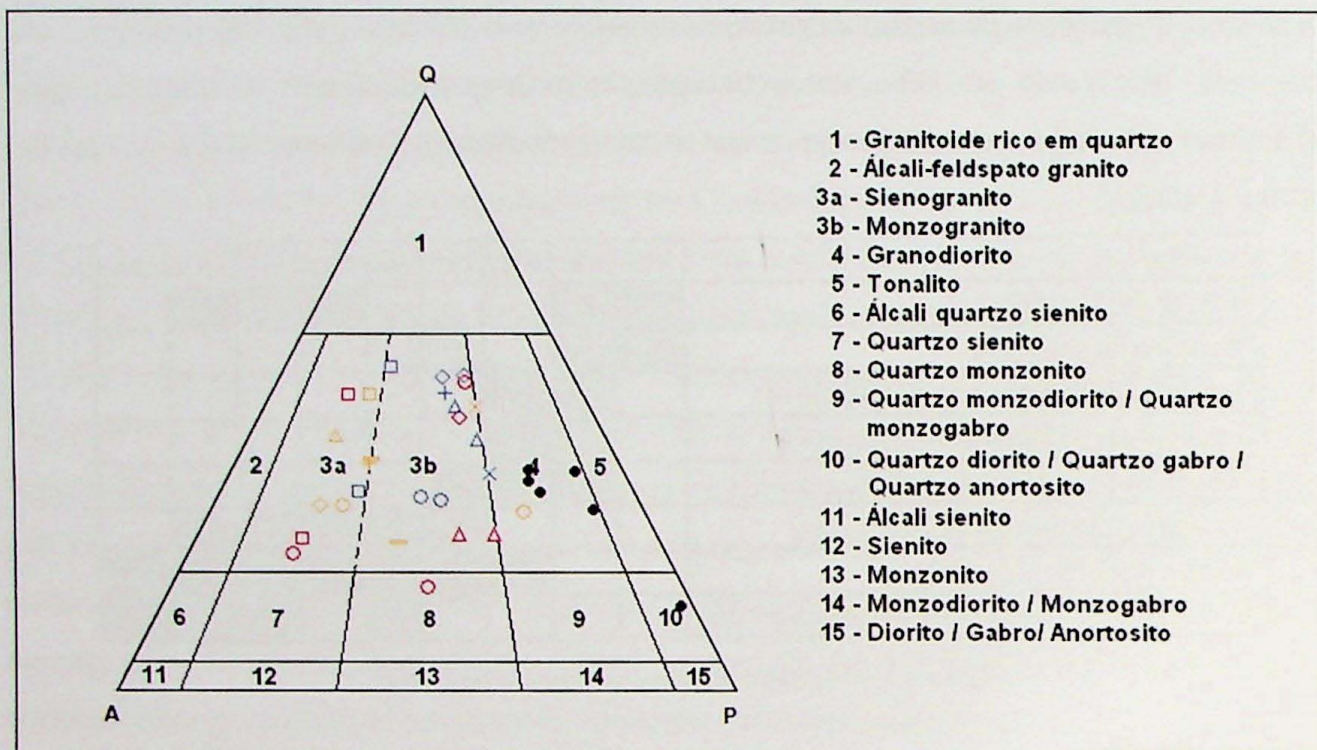
Figura 6: Cronograma de desenvolvimento do projeto

7 Resultados

7.1 Petrografia

Para a análise petrográfica foram estudadas 28 seções delgadas pertencentes a 17 corpos graníticos distribuídos entre as três suítes intrusivas no Grupo Brusque, visando uma amostragem ampla das diferentes intrusões. A figura 7 apresenta um diagrama QAP com a estimativa mineralógica para cada uma das amostras estudadas, ao qual foi acrescentada a composição de uma série de enclaves máficos das três suítes, extraídos de Basei *et al.* 2011. Quase todas as amostras estudadas encontram-se no campo dos granitos, predominantemente no subcampo dos monzogranitos, com alguma variação para granodioritos e quartzo-monzonitos. Neste diagrama

não fica clara alguma distinção de campos individualizados com predominância de alguma das suítes. Ressalta-se que amostras da suíte que apresentou a distribuição mais heterogênea, a Suíte Valsungana, podem ter tido sua mineralogia mal estimada devido à sua textura porfírica grossa. Apesar disto, podem-se observar no diagrama algumas feições discretas, como uma leve tendência da Suíte Valsungana ser mais pobre em quartzo, e possivelmente também em feldspato alcalino. Já a Suíte Nova Trento parece ser, das três, a com maior presença de feldspato alcalino, enquanto a Suíte São João Batista é, das três, a mais rica em quartzo. Nota-se que os enclaves máficos representados descrevem uma trajetória semelhante à descrita por Lameyre & Bowden (1982) para a série toleítica de granitoides.



● Enclaves máficos, extraídos de Basei *et al.* (2011)

Figura 7: Diagrama QAP com a distribuição das amostras analisadas

A seguir, as três suítes serão tratadas individualmente. Na figuras 8 e 9 são apresentadas as microfotografias pertinentes à discussão.

7.1.1 *Suíte São João Batista*

Da Suíte São João Batista foram analisadas 11 seções delgadas, das quais três são pertencentes ao Granito Catinga, duas ao Granito São João Batista, duas ao Granito Tijucas, duas ao Granito Rio do Alho, uma ao granito Ponta do Engodo e uma ao Granito Oliveiras. Tratam-se de rochas inequigranulares seriadas, de granulação média a fina com cristais raramente maiores do que 5 mm, e textura predominantemente hipidiomórfica, por vezes xenomórfica. Essas rochas raramente apresentam indícios de deformação expressiva, à exceção do granito Rio do Alho.

Como minerais principais as rochas desta suíte possuem quartzo (30-50%), feldspato alcalino (15-40%), plagioclásio (15-35%), biotita (até 6%), muscovita (até 7%) e turmalina (até 7%). A proporção do volume de minerais máficos em geral é baixa, e raramente passa de 5%, chegando a, no máximo, 7%, caracterizando os granitos desta suíte como predominantemente hololeucocráticos. O quartzo caracteristicamente forma grandes cristais, muitas vezes os maiores encontrados na rocha, que, nas vezes em que a rocha sofreu deformação, dividem-se em subgrãos, formando uma textura em mosaico. O feldspato alcalino costuma formar cristais aparentemente mais tardios, com formatos um tanto irregulares, e, em seus maiores cristais, com muitas inclusões, inclusive de quartzo e plagioclásio. É comum a estas rochas a presença de estruturas de exsolução dos feldspatos, com belas pertitas e antipertitas. O plagioclásio costuma formar os cristais mais euédricos da rocha, em especial quando os cristais são pequenos, mas também pode formar grandes cristais (entre os maiores da rocha) com zoneamento marcado. A composição predominante do plagioclásio está entre oligoclásio e andesina.

De acordo com a mineralogia máfica principal, podem-se identificar três tendências, ou fácies, principais dentre as rochas estudadas: granitos com biotita como principal máfico e muscovita como acessório, na qual se encaixam os granitos Rio do Alho, Catinga e Tijucas. Nestas rochas, a biotita forma grandes cristais de cor parda, repletos de inclusões (em especial de zircão, allanita, monazita e apatita) e comumente cloritizadas, enquanto a muscovita aparece subordinadamente, geralmente compondo cerca de 1% do volume da rocha, em cristais grandes e idiomórficos; granitos cujo principal mineral máfico é a muscovita, com biotita como acessório, à qual pertence o granito São João Batista. Neste granito, a muscovita chega a compor 7% da rocha, formando cristais euédricos, enquanto a biotita, quando presente, não chega a 1% do volume da rocha, em cristais pequenos de coloração parda; e granitos cujo principal mineral máfico é a turmalina, da qual fazem parte os granitos Ponta do Engodo e São João Batista. Nestes não há presença de micas ígneas, enquanto a turmalina, único máfico constituinte, chega a compor até

7% da rocha. Caracteristicamente, estas rochas apresentam granada como acessório, em volumes inferiores a 1%, em cristais arredondados e incolores.

Os minerais acessórios ígneos mais comuns das rochas desta suíte são apatita, zircão e allanita, e, subordinadamente, monazita, turmalina e granada. A apatita não é muito numerosa nas rochas desta suíte em comparação com as outras suítes, e forma preferencialmente cristais finos e aciculares. Zircão e allanita em geral ocorrem em cristais euédricos, prismáticos, muitas vezes inclusos em biotita quando esta está presente. Possivelmente por isto, eles costumam ser mais numerosos na fácies rica em biotita. Na fácies rica em turmalina há quase que exclusivamente apatita e granada como acessório, e a apatita pode inclusive se apresentar metamítica, possivelmente devido à incorporação de U pelo mineral, na ausência de zircão. Nas rochas das fácies ricas em muscovita e ricas em biotita, a turmalina pode ocorrer como mineral acessório, assim como a granada, mas não são dos acessórios mais frequentes. Na mineralogia tardi- a pós-magmática predominam sericita, clorita e fluorita, com ocorrência subordinada de epidoto. A presença de fluorita tardia é característica desta suíte, podendo apresentar quantidades beirando o 1%, formando o principal acessório de algumas rochas, como o granito São João Batista. O processo de sericitização costuma ser intenso, menos nos granitos da fácies rica em turmalina, e a cloritização da biotita é importante quando esta é constituinte da rocha. O epidoto não é muito comum nesta suíte, e quando presente restringe-se à fácies rica em biotita, na qual aparece preenchendo fraturas, associada a biotitas cloritizadas e em sobrecrecimentos em allanitas.

7.1.2 *Suíte Valsungana*

Desta suíte foram analisadas 8 seções delgadas, sendo três do Batólito Valsungana Sul, duas do Batólito Valsungana Norte, duas do granito Camboriú e uma do granito Lajeado Alto. Mineralogicamente e texturalmente esta suíte é, das três, a mais homogênea, não havendo diferenças muito marcantes entre um corpo e outro. Os granitos desta suíte possuem caracteristicamente uma estrutura porfirítica marcada por fenocristais centimétricos de feldspato alcalino em uma matriz inequigranular seriada predominantemente grossa a média, com uma proporção de fenocristais na rocha que varia entre 5% até 60%. No Batólito Valsungana Norte há uma tendência destes fenocristais serem menos frequentes e menores, por vezes nem passando de 1 cm. A textura predominante é hipidiomórfica a xenomórfica.

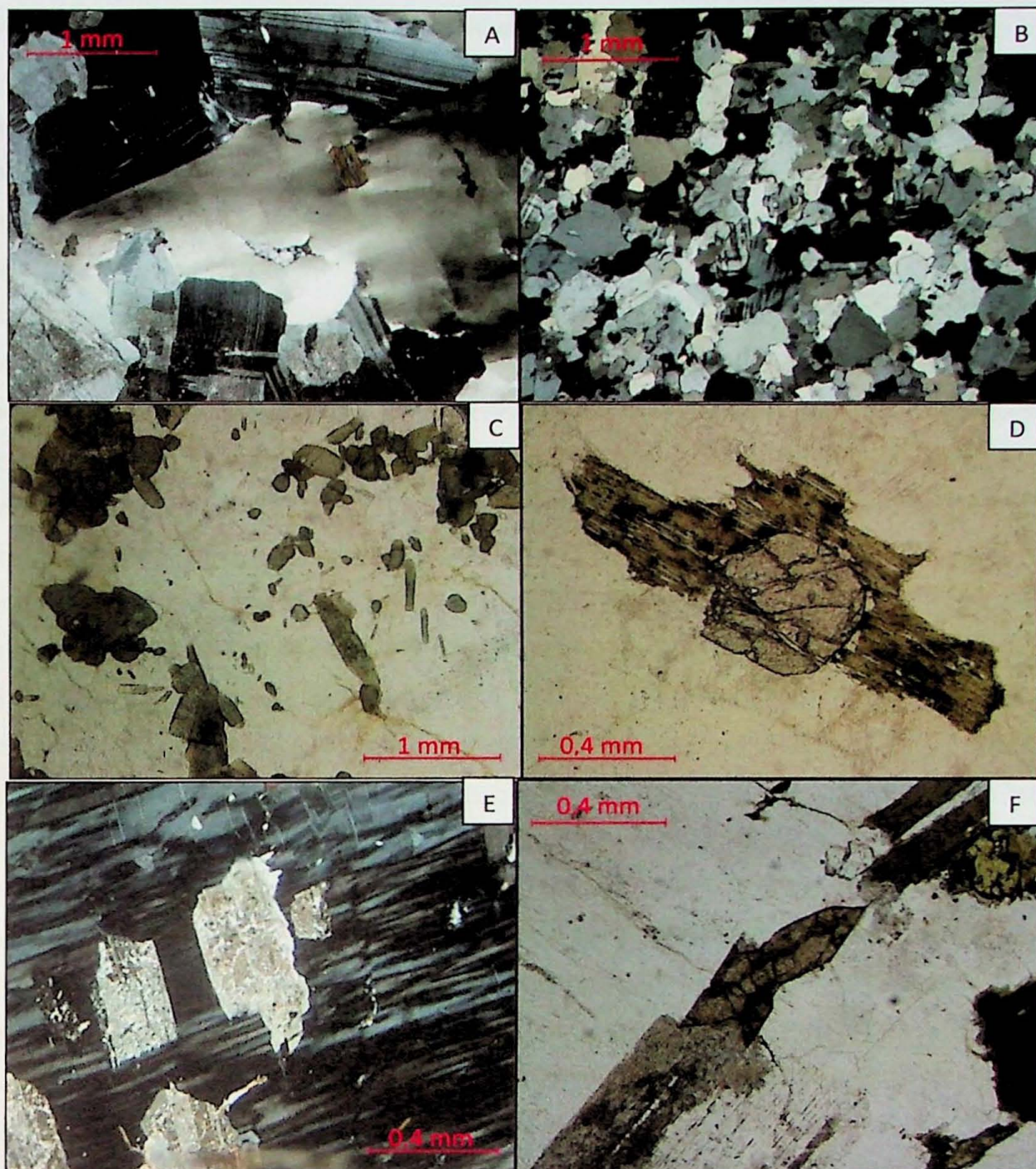


Figura 8: Prancha Microfotográfica: A – Textura hipidiomórfica no granito Indaiá, suíte Nova Trento; B – Textura granular no Batólito Valsungana Sul; C – Turmalina como principal mineral máfico no granito Oliveiras, suíte São João Batista, fácies rica em turmalina; D – Granada como acessório no granito Catinga, suíte São João Batista, fácies rica em biotita; E – Cristais de plagioclásio saussuritizados inclusos em megacristal de feldspato alcalino, Batólito Valsungana Norte; F – Titanita como acessório do granito Laje do Alto, suíte Valsungana

A mineralogia principal é composta por quartzo (20-50%), feldspato alcalino (17-50%), plagioclásio (15-40%) e biotita (4-12%). Os minerais máficos correspondem de 5 a 15% da rocha. O quartzo geralmente forma cristais grossos, por vezes arredondados, e, quando a rocha sofreu deformação, pode apresentar contatos interlobados e formação de subgrãos por cominuição dos cristais, chegando até a ficar levemente estirado. O feldspato alcalino forma os maiores cristais destes granitos, frequentemente com diversos centímetros de comprimento, e, embora costume ter um hábito predominantemente tabular, não é perfeitamente euédrico, apresentando inúmeras inclusões e contatos irregulares com os cristais da matriz, sugerindo que estes megacristais são relativamente tardios em relação à mineralogia principal. Frequentemente apresenta pertitas e antipertitas. O plagioclásio costuma estar presente na matriz da rocha, e forma os cristais mais euédricos, frequentemente zonados. Ele geralmente se apresenta sericitizado, e sua composição predominante é oligocásio-andesínica. A biotita apresenta, em geral, cor parda, podendo raramente ser também esverdeada, e costuma estar cloritizada. A maioria dos cristais são euédricos, mas por vezes nota-se bordas de reação no mineral, em geral associado ao processo de cloritização.

Os minerais acessórios ígneos mais comuns são apatita, zircão e allanita, presentes em praticamente todas as seções descritas. Além destes, podem ocorrer monazita, titanita e opacos. Zircão, allanita e monazita costumam ocorrer inclusos em cristais de biotita, gerando halos pleocroicos. Os zircões quase sempre se apresentam euédricos, prismáticos. A allanita pode, às vezes, ocorrer em cristais excepcionalmente grandes (até 1 mm), de hábito prismático, com sobrecrecimento de epidoto. A titanita é um acessório comum do Batólito Valsungana Norte e dos granitos Lajeado Alto e Camboriú, nos quais chega a compor quase 1% do volume da rocha, em cristais euédricos de até 1 mm de tamanho. A mineralogia pós- a tardi-magmática é constituída por sericita, clorita, e epidoto/zoisita e, menos frequentemente, carbonatos. A sericitização do plagioclásio está presente em todas as rochas em maior ou menor grau, assim como a cloritização da biotita. Esta última chega, às vezes, a consumir quase totalmente a biotita presente na rocha. Os epidotos e zoisitas ocorrem de forma mais irregular, preenchendo microfraturas da rocha, em sobrecrecimentos na allanita ou em plagioclásios saussuritizados. Os carbonatos podem ser tardi-magmáticas, intersticiais, ou pós-magmáticas, preenchendo fraturas.

7.1.3 *Suíte Nova Trento*

Foram analisadas 9 seções delgadas desta suíte, sendo duas do granito Indaiá, duas do granito Morro Pelado, e uma cada dos granitos Campo Novo, Beija Flor, Serra dos Macacos e Nova Itália. Tratam-se, em geral de granitos equi- a inequigranulares seriados, com a granulação predominantemente média gradando a fina ou grossa. A textura predominante é hipidiomórfica, podendo ser xenomórfica dependendo da amostra.

A mineralogia principal das rochas desta suíte é composta por quartzo (25-45%), feldspato alcalino (20 – 45%), plagioclásio (13-45%) e biotita (4-10%). Os minerais máficos são responsáveis por 5 a 10% do volume da rocha. O quartzo costuma formar cristais de formato irregular de tamanho variado. O feldspato alcalino forma geralmente os maiores cristais da rocha, que costumam manter um hábito tabular, embora com inclusões e contatos irregulares com o restante da rocha, sugerindo que tratam-se de cristais mais tardios. O plagioclásio em geral forma cristais menores e mais euédricos, frequentemente zonados e sericitizados. A composição predominante do plagioclásio é de oligoclásio. A biotita em geral apresenta cor parda, por vezes um pouco pálida, e é o principal máfico ígneo.

Os principais minerais acessórios magmáticos são apatita, zircão e allanita, comuns a quase todas as amostras, e, subordinadamente, monazita, muscovita, turmalina e granada, sempre com apenas uns poucos cristais em alguns dos corpos. A muscovita ígnea é euédrica e pode aparecer associada à biotita. Turmalina, quando presente, costuma ser muito pouco numerosa, com importância muito menor do que nas rochas da Suíte São João Batista. A mineralogia tardi- a pós-magmática é predominantemente constituída por sericita, clorita e epídoto/zoisita, e menos comumente fluorita. A sericitização dos plagioclásios e a cloritização das biotitas nesta suíte não foram tão intensas. O epídoto e as zoisitas podem chegar a compor até 2% da rocha, geralmente preenchendo fraturas e associados à allanita ou à biotita. É comum ver lamelas de zoisita em meio aos cristais de biotita, acompanhando a clivagem desta. A fluorita, tardia, ocorre em algumas amostras, em geral em pouca quantidade.

7.1.4 *Mineralogia Pós-magmática*

O mais comum dos processos pós-magmáticos observados é a alteração do plagioclásio. Em todas as lâminas, este mineral se encontra marcado pelo crescimento de sericita e ocasionalmente, epídoto. Este processo afeta predominantemente os plagioclásios, e apenas subordinadamente os feldspatos alcalinos, provavelmente devido ao fato destes últimos serem

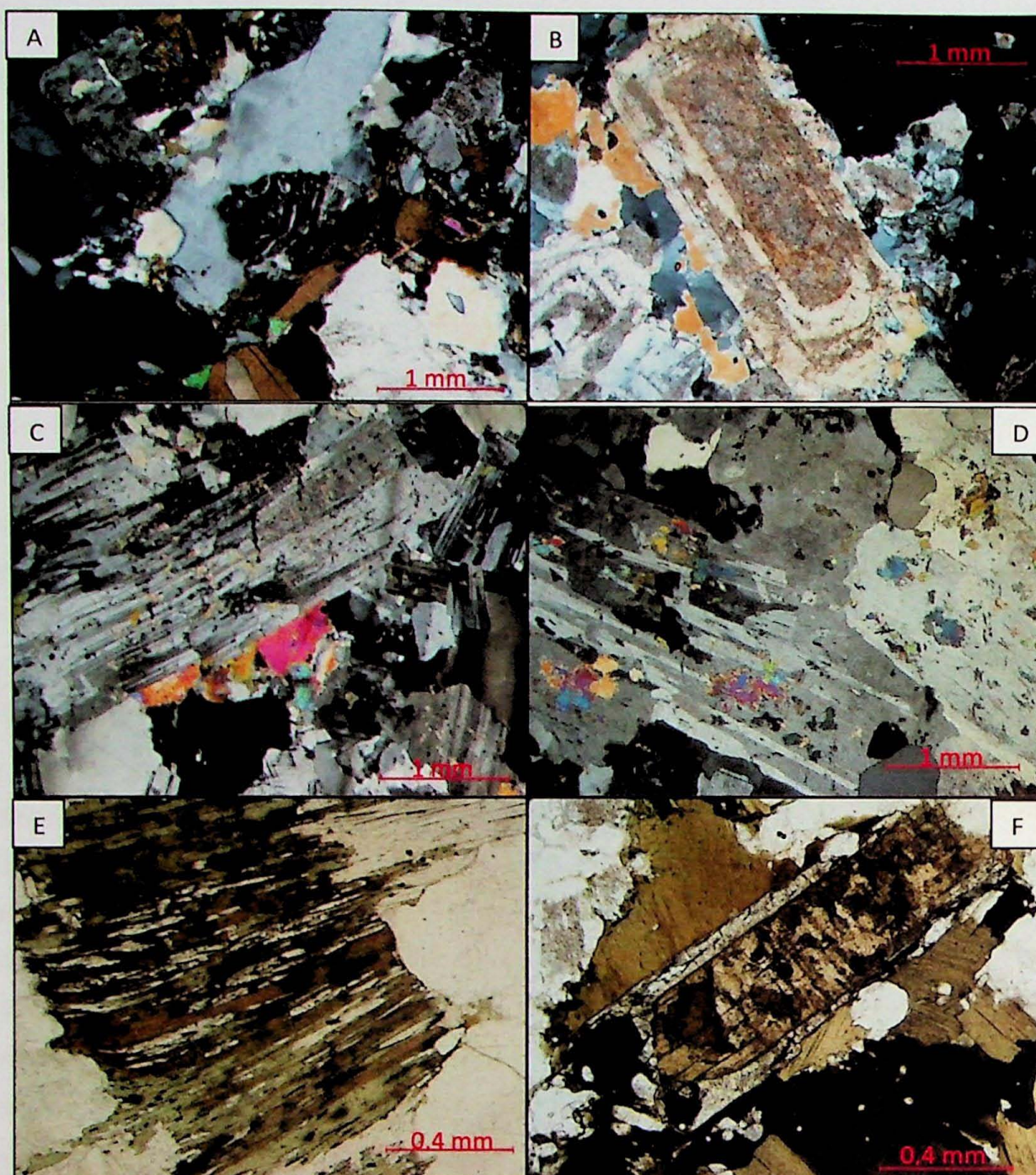


Figura 9: Prancha microfotográfica: A – Mirmequita no granito Camboriú, Suíte Valsungana; B – Cristal zonado de feldspato alcalino, com sericitização de algumas das zonas, granito Campo Novo, suíte Nova Trento; C – diferença entre muscovita ígnea e sericita pós-magmática alterando cristal de plagioclásio, granito São João Batista, da fácies rica em muscovita da suíte homônima ; D – Sericitização em estado mais avançado, formando grandes cristais, granito Catinga, suíte São João Batista, fácies rica em biotita; E – Biotita parcialmente cloritizada, com cristais de zoisita ao longo da clivagem, granito Catinga; F – Sobrecrescimento de epídoto em cristal de allanita, granito Camboriú

mais estáveis a condições mais amenas de temperatura e pressão. A evolução do processo de alteração do feldspato pode ser acompanhada analisando as diversas lâminas, nas quais observa-se que, inicialmente, ocorre a geração de cristais muito finos de sericita, comumente acompanhando os sentidos da clivagem do plagioclásio. Com a progressão do sericitização, formam-se cristais bem formados de muscovita em meio aos cristais de plagioclásio, culminando, quando o processo foi muito intenso, na saussuritização do feldspato, formando cristais de epídoto.

Presente também em todas as amostras é a cloritização da biotita. Pode ocorrer tanto a substituição parcial de alguns dos cristais até a completa cloritização da biotita, preservando apenas o hábito xenomórfico pretérito. Este processo tem intensidade variada, desde amostras nas quais apenas uns poucos cristais de biotita foram parcialmente cloritizados até seções delgadas nas quais não restaram cristais de biotita, inteiramente consumida pela clorita. Há uma tendência dos dois principais processos pós-magmáticos – cloritização da biotita e sericitização do plagioclásio – estarem associados, pois em geral as lâminas com maior intensidade de um dos processos tem o outro processo também bastante intenso. Um dos motivos para isto pode ser a disponibilidade de potássio para a sericitização do plagioclásio, que pode ter na cloritização da biotita, na qual há a liberação de potássio, uma importante fonte, já que em muitas das rochas não há presença de muscovita ígnea. Processo semelhante é citado por Morad *et al.* (2010) em granitos no sudoeste da Suécia. É interessante ressaltar que não parece haver correlação entre a deformação sofrida pela rocha e a intensidade destes processos, pois muitas vezes as rochas mais deformadas foram pouco afetadas mineralogicamente, e as rochas nos quais há maior quantidade de sericita e clorita são, em geral, indeformadas. Isto provavelmente significa que o evento deformacionais e metassomáticos que afetaram os granitoides intrusivos no Grupo Brusque podem não estar associados.

A presença de epídoto e zoisita é mais heterogênea nas seções delgadas analisadas. Apesar de frequente, não é um processo constante. Nota-se que na Suíte São João Batista caracteristicamente há pouca presença de epídoto e zoisita, enquanto na Suíte Valsungana eles são bastante difundidos, sugerindo que pode haver alguma afinidade química entre estas rochas e os processos pós-magmáticos, tal como a quantidade de sílica, por exemplo.

7.2 Geologia Estrutural

Como ponto central da análise estrutural dos Granitoides intrusivos no Grupo Brusque, foram estudados com maior detalhe os batólitos Valsungana Sul, Valsungana Norte e o *stock* Camboriú, todos pertencentes à Suíte Valsungana. Esta suíte é, das três que afetam o Grupo Brusque, a que melhor apresenta suas feições estruturais, evidenciadas pelos fenocristais frequentemente decimétricos de feldspato alcalino que lhe são característicos. Além disso, os três corpos já mencionados representam os maiores plútons dentre os diversos que afetam o grupo Brusque, e são cortados por diversas estradas intermunicipais e vicinais, o que facilita o acesso a afloramentos, tornando-os ideais para um estudo sistemático. Uma etapa de campo foi dedicada para a coleta dos dados estruturais, ao longo de diversos perfis seccionando os batólitos em cortes longitudinais. Estes dados foram analisados em conjunto com dados extraídos dos diversos trabalhos de mapeamento geológico conduzido pelo Instituto e Geociências, somando um total de mais de 1000 atitudes distribuídos em cerca de 215 afloramentos, e tratados em estereogramas e em um mapa de foliações.

Em campo foram observados três padrões estruturais principais, indicados pela estrutura e textura da rocha: foliação de fluxo magmático, foliação de estado sólido, e uma interação das duas. Estas três foliações foram as principais estruturas medidas, e foram tratadas em estereogramas e no mapa. A estas três soma-se ainda uma foliação indiferenciada, que é como foram identificadas as atitudes coletadas nos trabalhos de mapeamento anteriores cuja natureza não foi descrita detalhadamente.

A foliação de fluxo magmática é identificada pela presença de feldspatos euédricos indeformados, em meio a uma matriz que também não apresenta indícios de deformação. Destacam-se os megacristais de feldspato alcalino de hábito tabular, com formato “dente de cavalo” (*Dents à Cheval*). Esta foliação pode se apresentar de forma destacada, com a maioria dos cristais orientados de acordo com uma mesma direção, em geral mais presente na borda dos corpos estudados, ou de maneira discreta, com cristais orientados juntos a cristais sem orientação preferencial ou de hábito hexagonal, comumente encontrado na porção mais central dos corpos, em especial na porção meridional do Batólito Valsungana Sul.

Nas porções dos corpos estudados que sofreram maior deformação predomina uma foliação de estado sólido, na qual os fenocristais estão frequentemente deformados podendo inclusive apresentar indicadores cinemáticos como formato sigmoidal ou tipo “dominó”. Estes fenocristais apresentam-se fortemente orientados, definindo uma foliação pronunciada, em meio

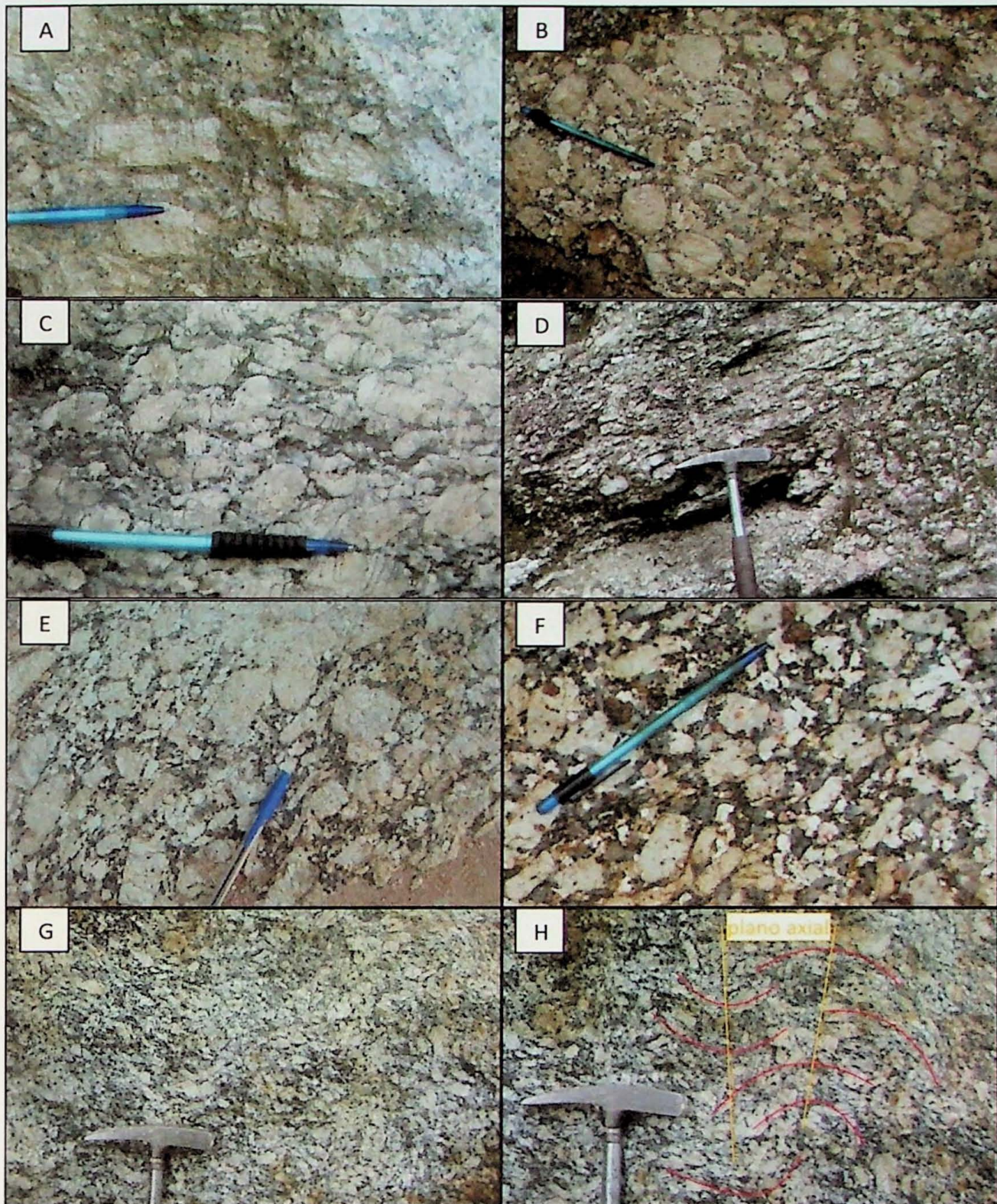


Figura 10: As diversas foliações existentes nos granitoides da suíte Valsungana: A – Fluxo magmático na borda do corpo nota-se os feldspatos euédricos com formato de “dente de cavalo”; B – Fluxo magmático discreto no centro do corpo, com presença de cristais hexagonais; C – Foliação de estado sólido com deformação de fenocristais; D – Foliação de estado sólido muito intensa; E – Fluxo magmático condicionado; F – Fluxo magmático condicionado, nota-se o estiramento de cristais na matriz; G – Fluxo magmático condicionado crenulado, com crescimento plano-axial de cristais euédricos de feldspato; H – Fluxo magmático condicionado crenulado com as estruturas ressaltadas

a uma matriz na qual os minerais, em especial o plagioclásio, encontra-se estirados de acordo com a direção dos megacristais. Ela ocorre em especial próximo ao contato com as encaixantes, mas também é comum que apareça em conjunto com a foliação de fluxo ígneo, em geral subordinada a esta, independente da posição no corpo, se na borda ou no centro. Nestes casos, nota-se que a foliação de estado sólido costuma ter um mergulho mais baixo do que a foliação ígnea.

Um terceiro tipo de foliação foi identificado, no qual ocorre uma interação entre a foliação de fluxo magmático e a foliação de estado sólido, que aparecem paralelas. Neste caso, há o predomínio de cristais euédricos, que podem estar associados a alguns cristais deformados, definindo uma foliação, em meio a uma matriz com presença de minerais estirados paralelamente à direção dos fenocristais. Esta foliação conjunta foi interpretada como sendo uma foliação de fluxo magmático que sofreu influência de esforços tectônicos, resultando na orientação dos fenocristais por processos magmáticos paralelamente à foliação deformacional responsável pelo estiramento da matriz e deformação de alguns dos megacristais. A esta estrutura foi dado o nome de foliação de fluxo magmático tectonicamente condicionado, sendo ela a feição predominante tanto no Batólito Valsungana Norte quanto na porção setentrional do Batólito Valsungana Sul e no *stock* Camboriú. Neste último, foi visto em um afloramento esta mesma foliação aparentemente crenulada, gerando discretas dobras de porte decimétrico, em cujo plano axial subvertical ocorre a cristalização de cristais euédricos de feldspato. Esta estrutura é importante por indicar a presença de uma fase de dobramento associada ao condicionamento do fluxo magmático, e por sugerir a interferência entre duas fases distintas de deformação.

Na figura 10 são apresentadas fotografias documentando as diferentes estruturas descritas nos parágrafos anteriores.

Em seção delgada, nota-se que a deformação de estado sólido sofrida pelos granitoides às vezes está presente em rochas que, macroscopicamente, aparentam estar isentas destas, apresentando-se isotrópicas ou apenas sobre efeito da foliação de fluxo magmático. Nestas, nota-se uma discreta deformação, especialmente associada a superfícies preferenciais de deformação ao longo das quais ocorre uma cominuição dos cristais de quartzo, contrastando com o restante da rocha, que se apresenta aparentemente indeformada. Em alguns casos, quando há presença de megacristais em meio a uma matriz mais fina, observa-se que há uma tendência desta deformação se concentrar na borda dos megacristais, que podem ter servido como anteparo da deformação. Este processo fica mais comum à medida que a deformação aumenta na rocha, isto é, em rochas

nas quais a foliação de estado sólido também é visível macroscopicamente. Nelas, pode ocorrer até dos megacristais assumirem uma feição porfiroclástica, imersos em uma matriz deformada que gera uma textura quase milonítica. Nestes casos, os cristais de quartzo, além de estarem intensamente cominuídos, começam a apresentar também um estiramento. Esta constatação atesta a importância do evento deformacional pós-magmático em escala regional, pois demonstra que ela é mais comum do que pode ser averiguado em uma primeira análise. Estas estruturas estão ilustradas na figura 11.

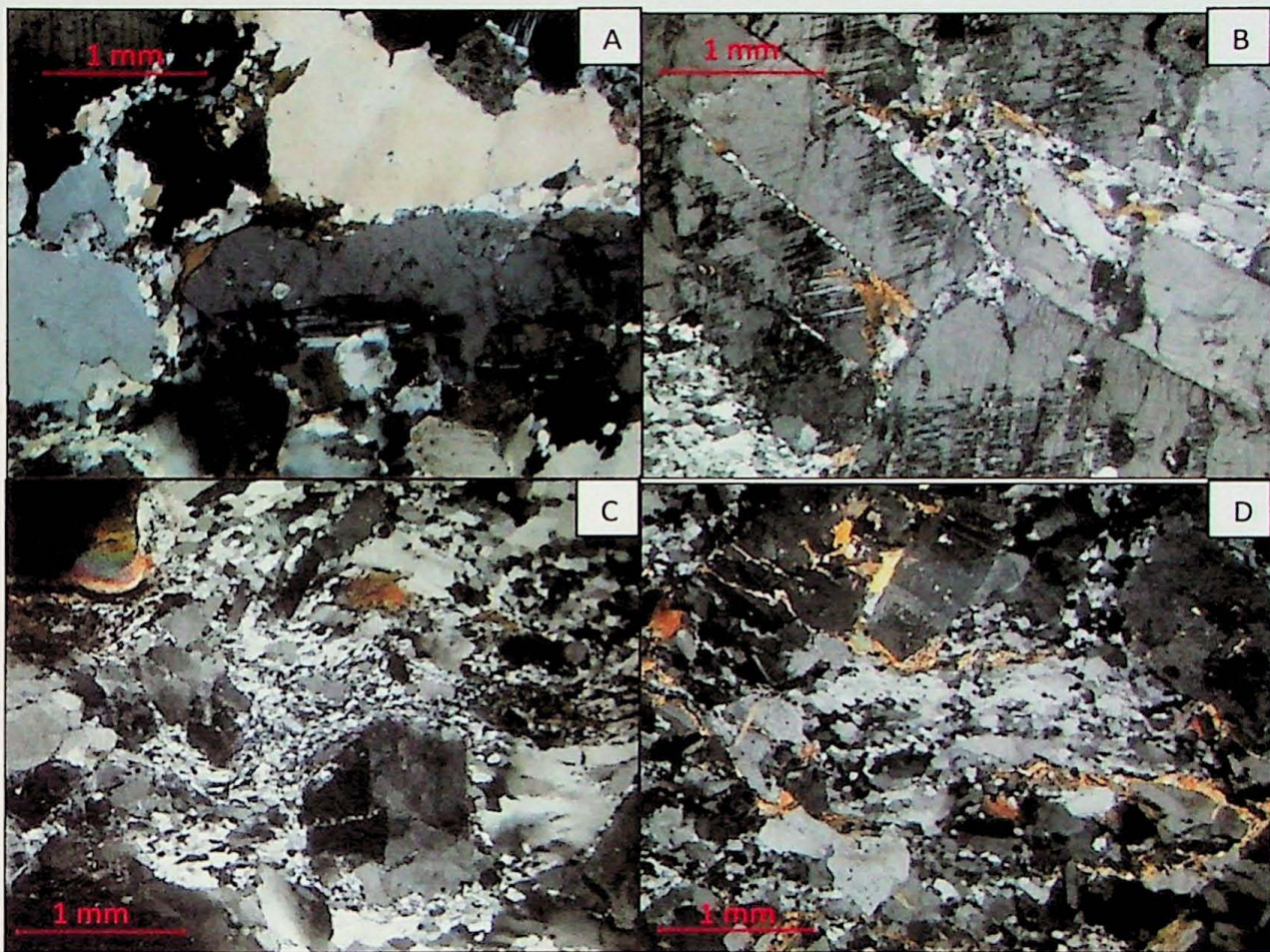


Figura 11: Prancha microestrutural: A – Cominuição de cristais de quartzo ao longo de bordas de megacristais, granito Camboriú; B- cristais de quartzo cominuídos associados a feldspatos fraturados, Batólito Valsungana Sul; C- Deformação intensa da textura ígnea, com estiramento de cristais de quartzo e megacristais de feldspato agindo como anteparo da deformação, Batólito Valsungana Sul; D – Textura semi-milonítica com intenso estiramento mineral, granito Rio do Alho

Os diversos dados coletados foram representados em estereogramas (figura 12) de acordo com a posição relativa do afloramento no corpo estudado. Foram confeccionados três estereogramas relativos ao Batólito Valsungana Sul, representando suas porções sul, norte e central, nos quais também foram indicadas a natureza da foliação e sua posição, se na borda ou no

centro do corpo. Um estereograma apresenta também os dados coletados para o Batólito Valsungana Norte, no qual não foi feita distinção entre centro e borda do corpo, por ter-se constatado em campo que estes dados apresentavam uma maior homogeneidade ao longo de todo o corpo.

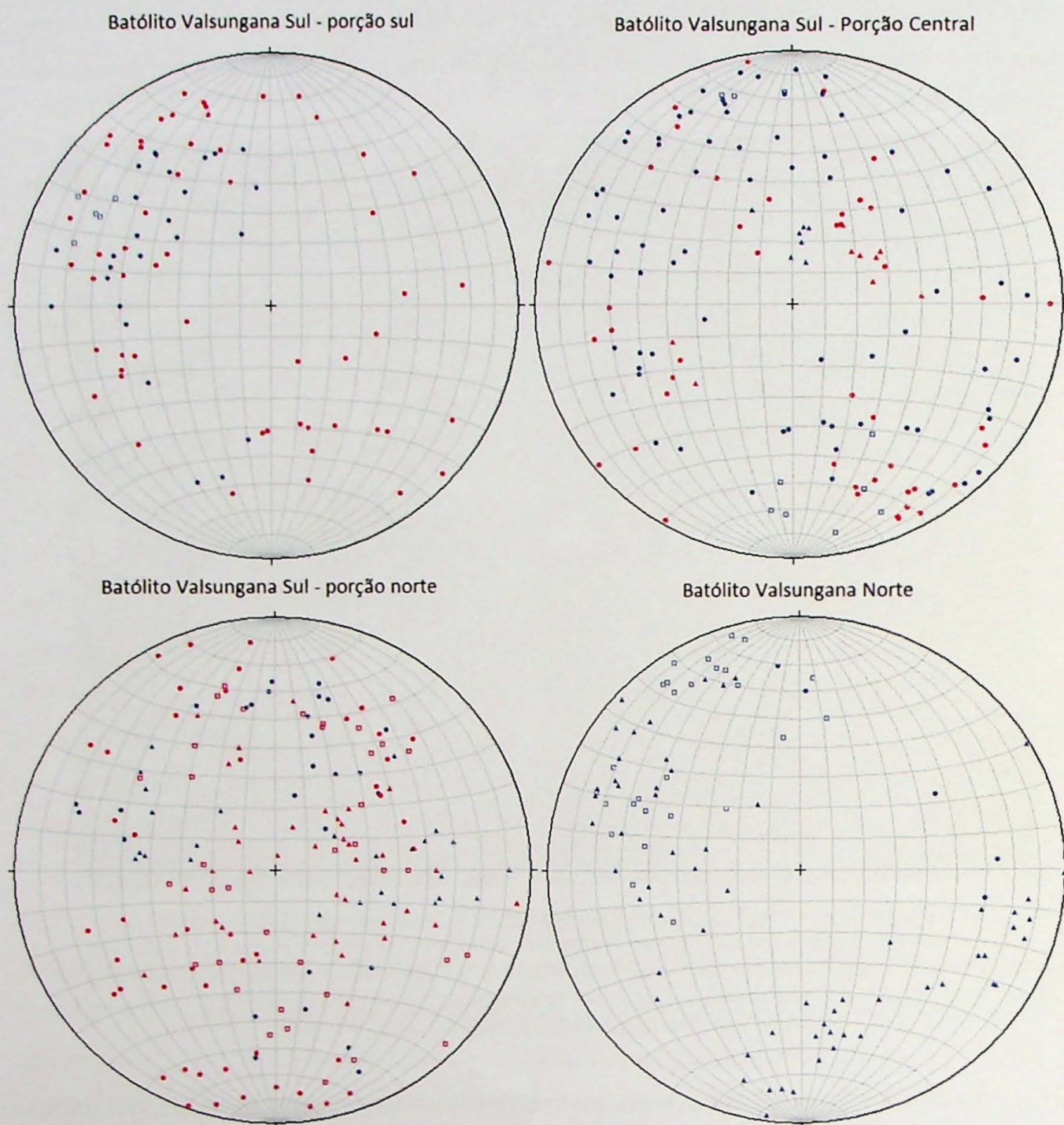


Figura 12: Estereogramas representando as foliações atuantes nos Batólitos Valsungana Norte e Sul. Legenda: círculo azul: fluxo ígneo na borda; triângulo azul: foliação de estado sólido na borda; quadrado azul: fluxo ígneo condicionado na borda; círculo vermelho: fluxo ígneo no centro; triângulo vermelho: foliação de estado sólido no centro; quadrado vermelho: fluxo ígneo condicionado no centro

De todos os estereogramas confeccionados, o que apresenta uma maior coerência é, sem dúvida, o relativo ao Batólito Valsungana N. Neste plúton há uma clara predominância da foliação de fluxo ígneo condicionado em relação às outras foliações. Esta foliação está geometricamente bem definida no estereograma, com uma direção predominantemente NE-SW, e mergulhos tanto para NW quanto para SE, com a segunda sendo ligeiramente mais comum. As medidas de foliação de estado sólido para este corpo encontram-se em geral mergulhando para NW, concordando com boa parte das medidas obtidas para o fluxo ígneo condicionado, e claramente em coerência como eixo preferencial NE-SW definido para as medidas de fluxo. Isto indica que a deformação responsável por interferir no fluxo magmático deste granito pode estar intimamente relacionada aos esforços responsáveis pelos estágios mais francamente deformacionais sofridos pela rocha, que resultaram nas foliações de estado sólido. Não é impossível, inclusive, que esta seja uma progressão daquela deformação.

Analisando-se em conjunto os estereogramas confeccionados para o Batólito Valsungana Sul também é possível extrair interpretações importantes. Nota-se, em primeiro lugar, que das três áreas retratadas (porções sul, central e norte do batólito, respectivamente), a sul é a que apresenta uma distribuição espacial mais homogênea, e que nela foram medidas quase que exclusivamente foliações de fluxo ígneo. É possível que a coerência espacial esteja relacionada ao fato de apenas um tipo de foliação ser predominante na área. Também nota-se, neste estereograma, que as atitudes correspondentes às porções da borda do corpo estão mais concentradas do que as do centro, provavelmente refletindo o fato de que, nas bordas, o fluxo se mostra mais marcado e acompanhando o formato do plúton, enquanto no centro a foliação é mais sutil. Esta mesma relação entre a atitude do fluxo ígneo na borda e no centro pode ser observada também no estereograma relativo à porção norte do corpo. Nota-se que, em ambas, há uma tendência do fluxo na borda ter um rumo para norte. Na porção central, entretanto, o fluxo magmático se mostra disperso tanto na borda quanto no centro do plúton. Observa-se também uma variação sutil na orientação do fluxo ao longo do batólito. Em sua extremidade sul, ele se apresenta mergulhando predominantemente para NW e SE, definindo um eixo NE-SW marcante na região, mas à medida que se avança para o norte este fluxo assume mergulhos para N e S, ao longo de um eixo E-W, refletindo, parcialmente o formato da elongação do corpo.

Nestes mesmos estereogramas também é possível caracterizar a foliação de estado sólido como uma estrutura de mais mergulho mais baixo. Esta foliação é especialmente importante na

região norte do corpo. Nesta mesma região há maior ocorrência de medidas de foliação de fluxo magmático condicionado. Enquanto nas porções sul e central esta foliação se apresenta exclusivamente na borda e com altos mergulhos, no norte esta foliação é mais comum na parte central do corpo, e apresenta mergulhos mais baixos. Pode-se interpretar, então, que enquanto a extremidade sul do Batólito Valsungana Sul permaneceu sofreu uma deformação menos intensa, sua região norte sofreu um esforço tectônico responsável por condicionar o fluxo ígneo, e, em seu estado pós-magmático, sofreu uma deformação de estado sólido. Esta variação na intensidade do esforço sofrido pela intrusão pode ser também responsável pela mudança de orientação do fluxo comentada anteriormente, por meio do condicionamento do fluxo. Como a variação da direção foi notada não apenas nas medidas de fluxo condicionada, mas também nas medidas de fluxo magmático simples, supõe-se que mesmo quando a textura da rocha não apresenta indícios claros de deformação, o seu fluxo ígneo pode ter sido afetado por esforços tectônicos, ainda que de maneira discreta.

No mapa de foliações (Anexo 1), confeccionado a partir dos mapas de Basei (2000), Basei *et al.* (2006) e Basei *et al.* (2011), estão representadas as principais atitudes coletadas. Nota-se a tendência da foliação ígnea ser mais importante na porção sul do Grupo Brusque, como foi apontado anteriormente. Também se observa como é comum que as atitudes das foliações próximas ao contato com as encaixantes acompanhem o desenho do da borda do corpo. É interessante o fato de que a própria orientação do Batólito Valsungana Sul está de acordo com a variação observada nos estereogramas entre as atitudes de sul para norte da intrusão. Enquanto sua extremidade sul apresenta uma orientação NNE-SSW, a extremidade norte tem orientação ENE-WSW, a mesma do Batólito Valsungana N.

7.2.1 Estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética

Como complementação dos estudos estruturais foi desenvolvido um trabalho de investigação da anisotropia de susceptibilidade magnética dos granitos estudados. Steenken *et al.* (2007) trabalhou utilizando este método na porção sudoeste do Grupo Brusque, particularmente na extremidade Sul do Batólito Valsungana Sul e nos Granitos Rio do Alho, Morro Pelado, Catinga, Indaiá e São João Batista (figura 13). Neste trabalho, os autores sugerem que a extremidade sul do Batólito Valsungana Sul corresponde a um domo de ascensão magmática, evidenciada pelo padrão circular das foliações magnéticas obtidas. Este domo teria se ligado a outros bolsões de ascensão dispostos ao longo de uma direção NE-SW, representados por porções mais leucocráticas, gerando

o batólito. Esta conexão entre os diferentes centros teria se dado por meio de um fluxo semi-horizontal magmático no qual a direção principal é NE-SW, indicado pela lineação magnética, e que os autores correlaciona ao evento D3, de eixo paralelo.

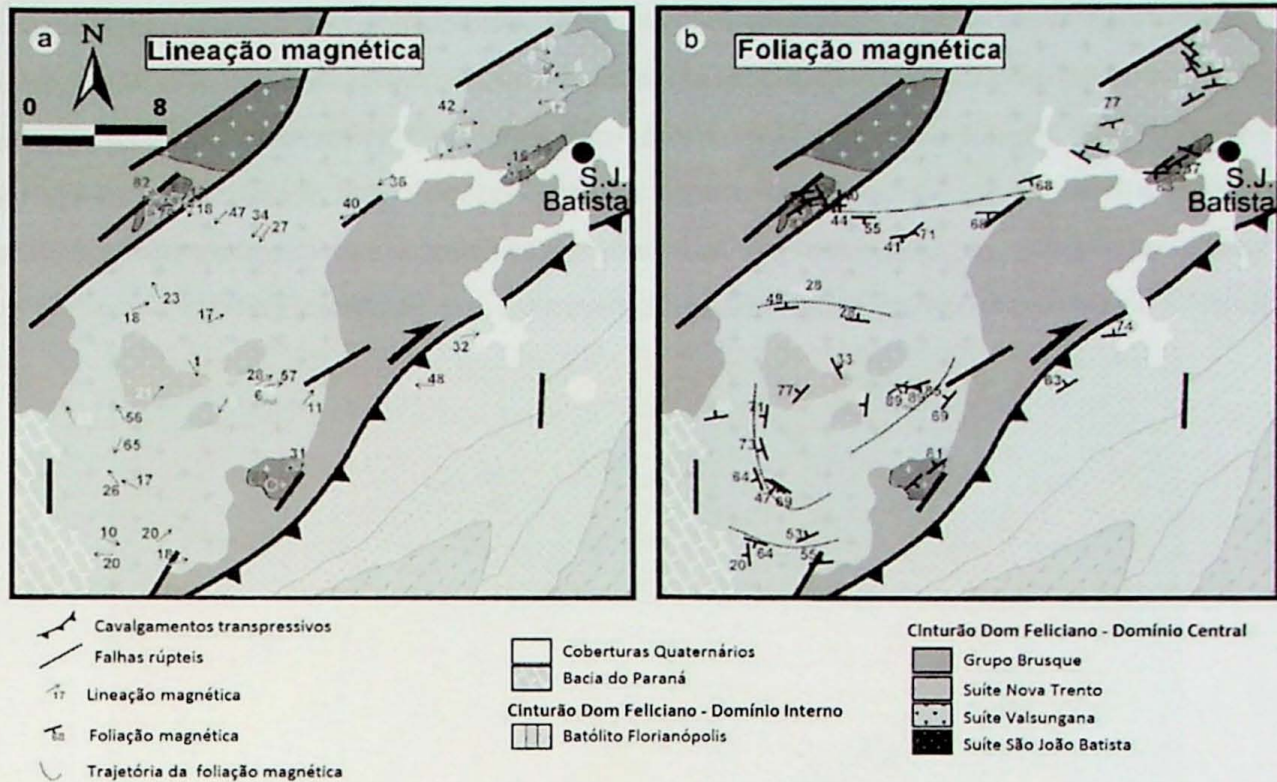


Figura 13: Mapas geológicos da porção sudoeste do Grupo Brusque representando os granitoides intrusivos e as estruturas magnéticas obtidas sendo a: lineação magnética e b: foliação magnética. Extraído de Steenken et al. (2007)

Como continuação deste trabalho, novas análises de anisotropia de susceptibilidade magnética foram conduzidas na porção nordeste do Grupo Brusque. Foram analisados 15 afloramentos, incluindo os Granitos Camboriú, Serra dos Macacos, Nova Itália e os Batólitos Valsungana Norte e Sul, além dos granitos Corre-Mar e Itapema, pertencentes ao Complexo Camboriú, e ao Granito Morro do Parapente, que representa o magmatismo pré-tectônico do Grupo Brusque.

Uma síntese dos resultados obtidos nesta análise é apresentada no Anexo 2.

Na maioria dos granitos nos quais a biotita aparece como fase máfica principal, o controle da fábrica magnética é dado apenas por este mineral, o que permite a interpretação relativamente segura de que a fábrica magnética e a microfábrica ígnea original da rocha são paralelas (Borradaile & Henry, 1997, Tarling & Hrouda, 1993). Numa primeira análise dos resultados obtidos, entretanto, os valores relativamente altos de K e de P, em geral acima de 450×10^6 e acima de 1.1,

respectivamente, indicam que pode haver contribuição de minerais ferromagnéticos, tais como magnetita e ilmenita, no controle da fábrica magnética das rochas estudadas, além dos já esperados minerais paramagnéticos, notadamente biotita, o que impede a suposição direta da relação entre as fábricas. Entretanto, medidas de campo da foliação de fluxo magmático dos granitos intrusivos no Grupo Brusque indicam que, em sua maioria, as fábricas são paralelas (figura 14). Desta forma, esta relação de paralelismo entre as fábricas será adotada para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque neste estudo. Os casos dos afloramentos de rochas associadas estudados, ou seja, dos granitos Itapema e Corre-Mar, intrusivos no Complexo Camboriú e do Granito Morro do Parapente, serão discutidos individualmente.

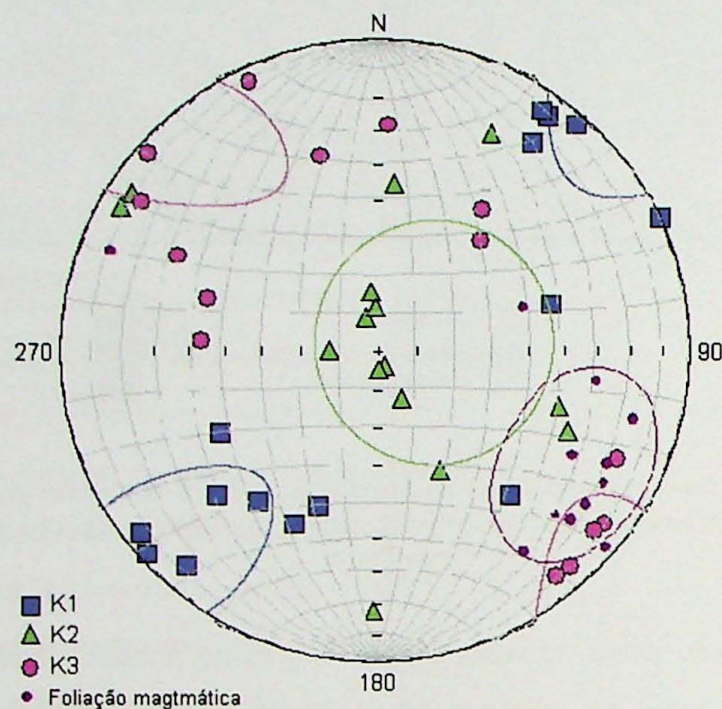


Figura 14: Estereograma com as atitudes de K_{max} , K_{int} , K_{min} e de foliação de fluxo magmático, medida em campo, para o afloramento MAGB-03, da suíte Valsungana. Nota-se a proximidade entre os pólos da foliação magmática e da foliação magnética, representada pelo vetor K_3 .

De uma forma geral, o grau de excentricidade do elipsoide de anisotropia de susceptibilidade magnética, representado pelo parâmetro P' , aponta para formas prolatas, espelhando de certo modo tanto a geometria da maioria das intrusões quanto o caráter alongado associado ao fluxo magmático sugerido por Steenken *et al.* (2007), e que é indicado também no fluxo magmático tectonicamente condicionado observado em campo.

Para melhor visualização das principais estruturas das fábricas magnéticas, a figura 15 apresenta mapas indicando as atitudes de foliação magnética e da lineação magnética para cada

um dos afloramentos estudados. Nota-se que há semelhança entre o mapa de foliações magnéticas e o mapa de foliações de campo apresentado em anexo. A foliação magnética apresenta-se com uma direção predominantemente NE-SW com mergulhos inclinados, associados à lineações magnéticas NE-SW subhorizontais a moderadamente inclinadas. O que aponta, tal como na extremidade sul do Batólito Valsungana Sul, para fluxos magmáticos acompanhando esta direção, possivelmente influenciadas por um esforço D3 de mesma direção. Não foi possível reconhecer nesta região formatos que sugiram domos de ascensão magmática, e a geometria predominantemente NE-SW sugere que pode haver uma continuação deste corpo mais a nordeste, que estaria submersa.

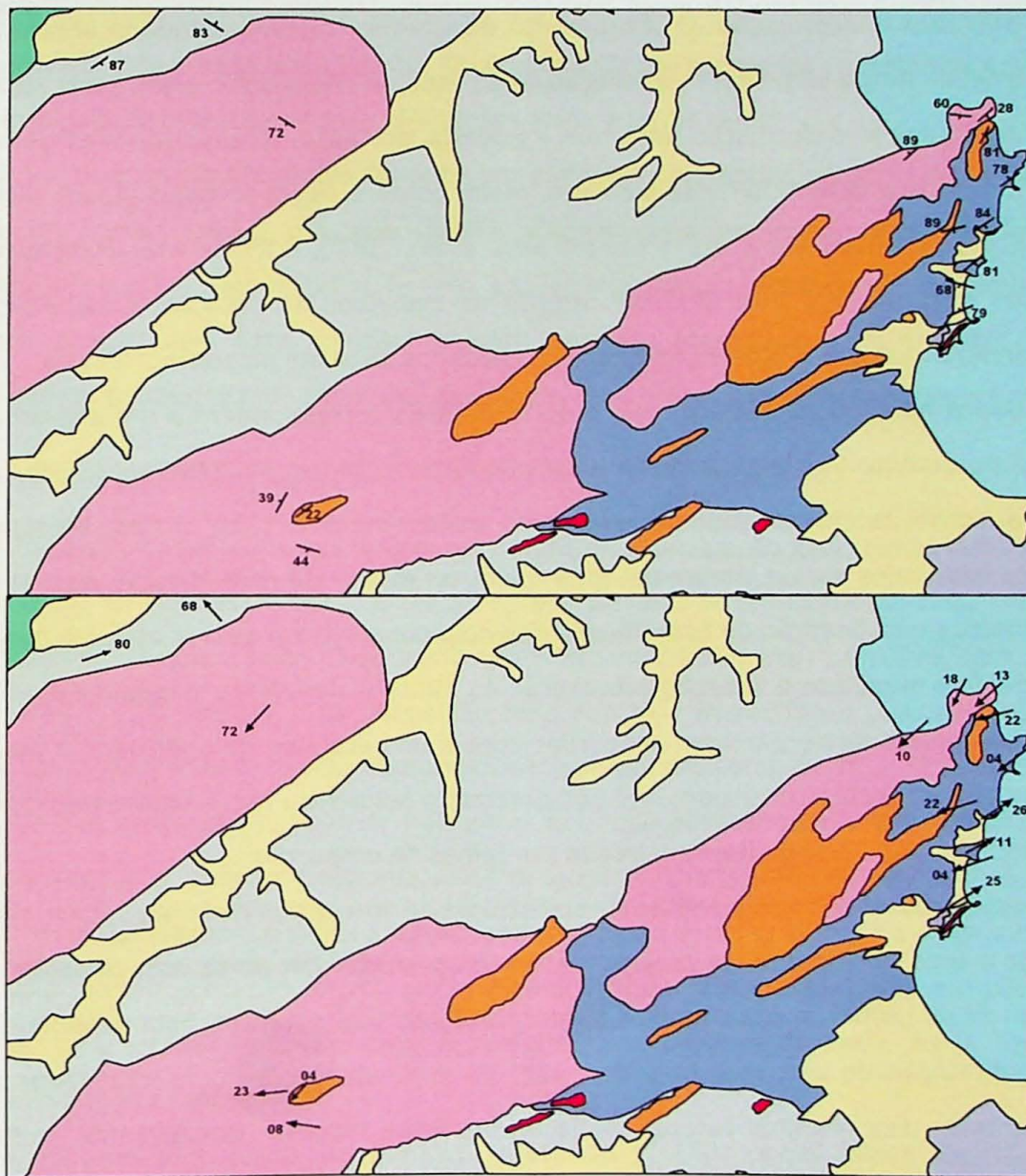


Figura 15: Mapa geológico com a distribuição das medidas de foliação magnética e lineação magnética. A legenda é a mesma do mapa de foliações (Anexo 1).

Os afloramentos estudados do Granito Corre-Mar, associado ao Complexo Camboriú, apresentaram atitudes magnéticas semelhantes às observadas no restante dos granitos observados. Entretanto, a principal estrutura reconhecida em campo nestes granitos foi uma foliação de estado sólido aproximadamente paralela à foliação magnética obtida. Pode-se interpretar que a foliação de estado sólido neste granito foi gerada sobre condições de esforços tectônicos semelhantes aos do período de intrusão do Granito Camboriú e do restante dos granitos estudados, cuja geometria é muito semelhante. Neste caso, a idade do Granito Corre-Mar teria de ser mais antiga. A idade mais atual para este granito é de da Silva *et al.* (2002a) que apontam para este granito uma idade de cristalização U-Pb SHRIMP de 2174 ± 22 Ma, o que estaria de acordo com esta interpretação. O afloramento do Granito Itapema estudado apresenta uma foliação magnética muito semelhante à foliação ígnea medida em campo, o que pode sugerir que esta intrusão não sofreu deformação posterior, e poderia, portanto, ter uma idade semelhante ao magmatismo principal estudado neste trabalho, assim como é sugerido pelas idades disponíveis para este corpo, de 591 ± 6 Ma a 581 ± 5 Ma (da Silva *et al.*, 2000), e 598 ± 6 Ma, (Hartmann *et al.*, 2003), ambas pelo método U-Pb SHRIMP. Ambas os trabalhos de datação reconheceram nos cristais de zircão estudados a presença de núcleos herdados de idade paleoproterozoica.

Os dados magnéticos obtidos mais a norte da área correspondem a um afloramento da borda norte do Batólito Valsungana Norte e dois do Granito Morro do Parapente. Este último é interpretado como sendo anterior às principais suítes intrusivas no Grupo Brusque e os afloramentos estudados apresentaram um grau maior ou menor de milonitização com atitude da foliação milonítica e da lineação de estiramento *downdip* concordante com as atitudes magnéticas obtidas, com altos megulhos e lineação subvertical. As atitudes da fábrica magnética obtidas para o Batólito Valsungana Norte parecem concordar com a dos granitos milonitizados e pode estar associada ao evento tectônico responsável por cavalgar a sequência metavulcanossedimentar do Grupo Brusque sobre a Bacia do Itajaí, marcado por falhas de empurrão.

Os resultados obtidos pela análise de anisotropia de susceptibilidade magnética, ainda que esta não seja o foco principal deste projeto, parecem concordar em parte com os desenvolvidos por Steenken *et al.* (2007), e podem levar a interpretações interessantes. Esta experiência pode servir de confirmação de que este método pode, de fato, apresentar bons resultados para as rochas em estudo. Em projetos futuros, seria interessante escolher um conjunto limitado de corpos nos quais estas análises seriam feitas em maior quantidade de corpos, de maneira a obter uma boa visualização da geometria magnética de uma intrusão inteira, o que levaria a

interpretações mais embasadas. Entretanto, ressalta-se que, tanto em projetos futuros quanto para esta análise, é importante uma validação dos resultados obtidos por outros métodos magnéticos os quais não fizeram parte deste projeto, tal como a anisotropia de remanência magnética, conforme discutido na seção de materiais e métodos.

7.3 Geoquímica em rocha total

No decorrer do projeto foram analisadas 22 amostras de diferentes corpos graníticos associados às três suítes intrusivas no Grupo Brusque. Foram analisados os seguintes corpos: Rio do Alho e São João Batista, pertencentes à suíte São João Batista; Batólito Norte, Batólito Sul e Valsungana, pertencentes à suíte Valsungana; e Indaiá, Nova Itália, Serra dos Macacos e Morro Pelado, pertencentes à suíte Nova Trento. No Anexo 3 são apresentados os resultados das análises geoquímicas para elementos maiores, elementos-traço e terras raras.

O tratamento destes dados foi feito em conjunto com dados geoquímicos extraídos dos trabalhos de Castro (1997) e Lopes (2008), visando uma integração dos principais dados disponíveis sobre estas rochas, além de uma análise mais ampla, abrangendo um número maior de plútons amostrados. Esta análise conjunta permitiu identificar e caracterizar melhor o comportamento geoquímico de cada uma das suítes, e embasar as interpretações pertinentes.

7.3.1 *Elementos maiores e menores*

As amostras analisadas nas diferentes etapas de investigação geoquímica determinam um intervalo amplo de valores de sílica, entre 59 e 79%. Destaca-se uma variação clara entre as três diferentes suítes, na qual a suíte Valsungana apresenta um caráter mais primitivo, com valores de sílica entre 64 e 71%, enquanto as suítes São João Batista e Nova Trento possuem valores mais evoluídos, ao longo de um intervalo composicional que vai, em geral, de 70 a 79%. Destas duas, a primeira é a que apresenta os valores mais altos, beirando 80%, enquanto a segunda está numa posição intermediária, embora nenhuma delas determine uma tendência individual tão evidente como a da suíte Valsungana. A única exceção nesta variação entre as suítes é a do granito Faxinal, que com valor de concentração de SiO_2 por volta dos 60% é o plúton mais pobre em sílica entre as três suítes, contrastante inclusive com o restante dos plútons da Suíte Nova Trento, que apresentam valores acima de 70%.

Na maioria dos diagramas binários utilizando a sílica como índice de diferenciação (Diagramas de dispersão de Harker, figura 16) é relativamente distinguível a presença de campos

composicionais para cada uma das suítes, até mesmo entre as suítes São João Batista e Nova Trento, que compartilham um intervalo de SiO₂ semelhante. O mais destacado destes campos, entretanto, é o da Suíte Valsungana, o que pode sugerir que este, por seu extenso volume, esteve menos suscetível a variações ocasionadas pela contribuição de fontes distintas, que puderam ser homogeneizadas. Observa-se uma correlação negativa clara para as concentrações de Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂ e P₂O₅, enquanto Na₂O e K₂O apresentam uma distribuição mais dispersa, com uma tendência apenas fraca de correlação positiva.

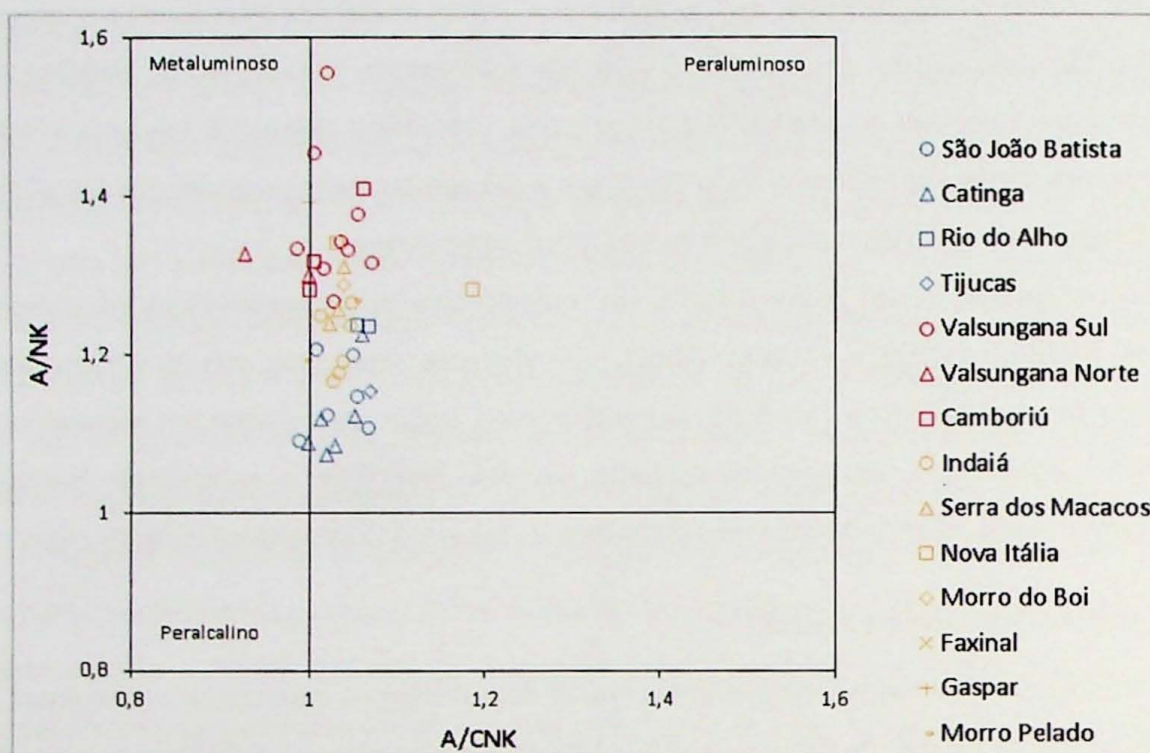


Figura 17: Diagrama A/CNK x ANK

A tendência predominante para as três suítes é a de um caráter moderadamente peraluminoso, próximo à transição para o campo dos granitos metaluminosos (Diagrama A/CNK vs. A/NK de Shand, 1943, figura 17), com a distribuição da razão de proporções molares A/CNK para as amostras analisadas variando entre 0,9 e 1,2. Novamente, observam-se campos definindo claramente as três suítes, com a Suíte Nova Trento em posição intermediária, apresentando similaridades com a suíte Valsungana, que é, das três a que apresenta um caráter mais metaluminoso. Destaca-se nesta o Batólito Valsungana Norte, que foi o corpo que apresentou os valores mais baixos de aluminosidade, beirando 0,9. As suítes Nova Trento e São João Batista, por

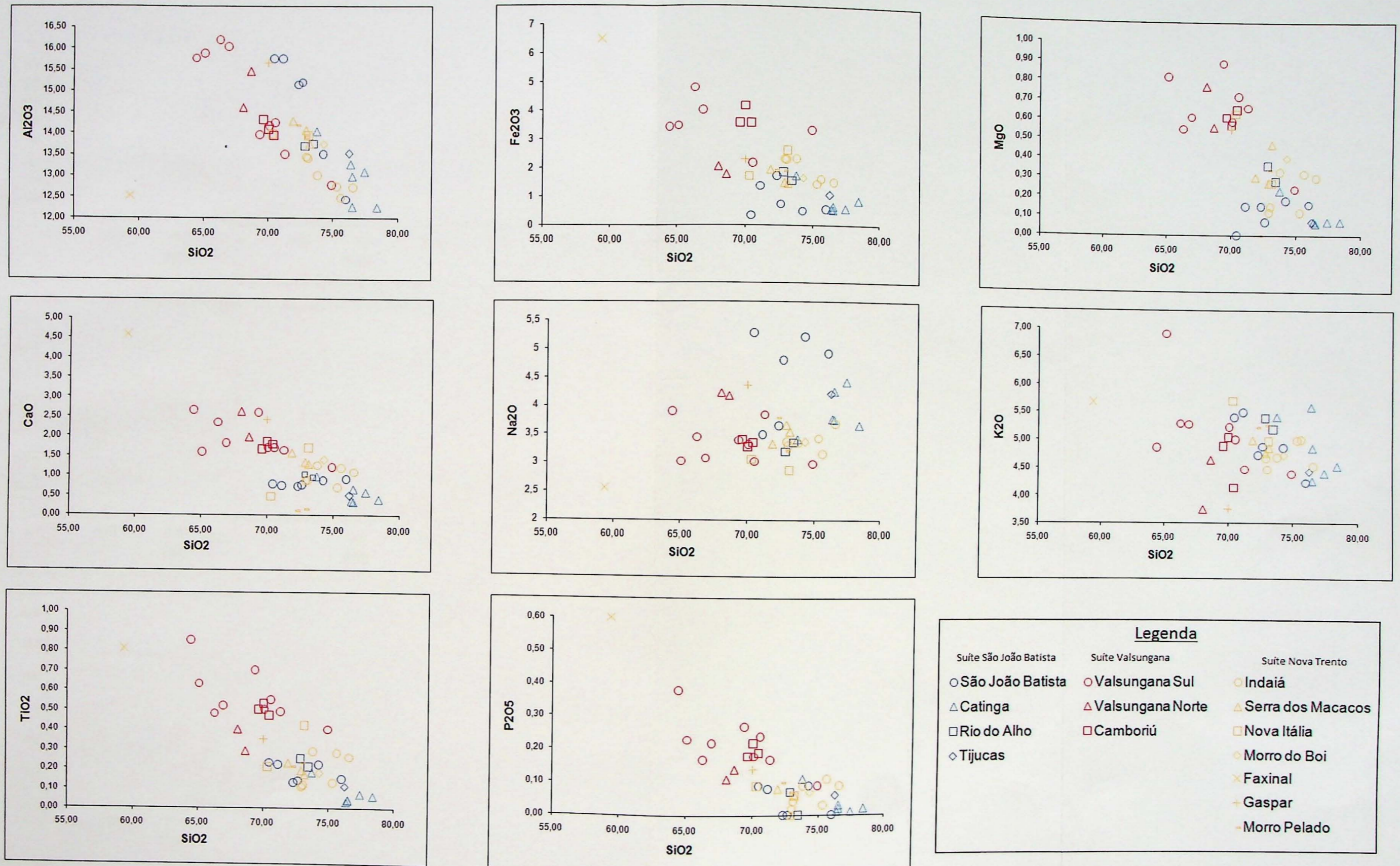


Figura 16: Diagramas de dispersão de Harker para elementos maiores

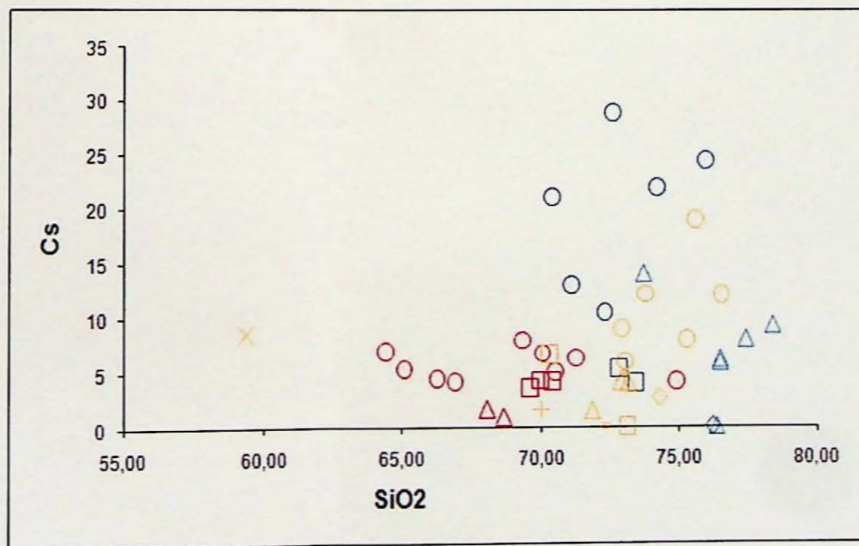
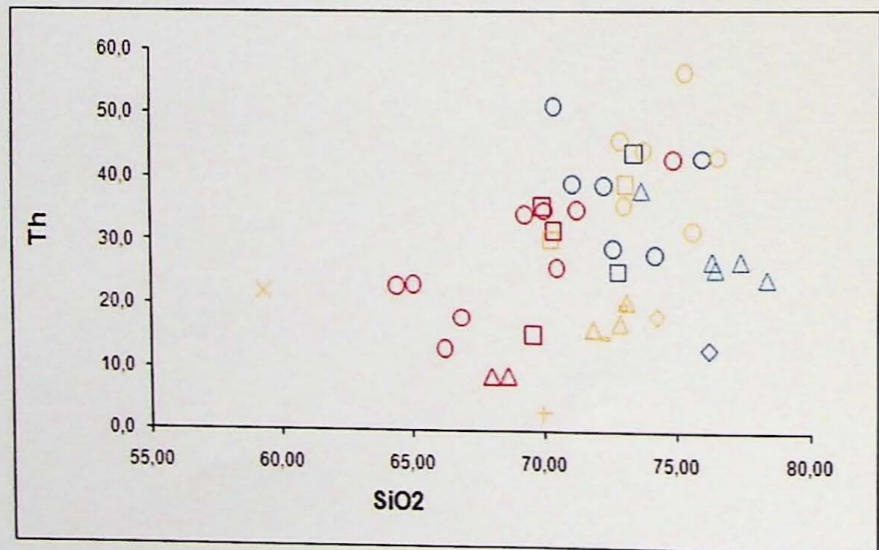
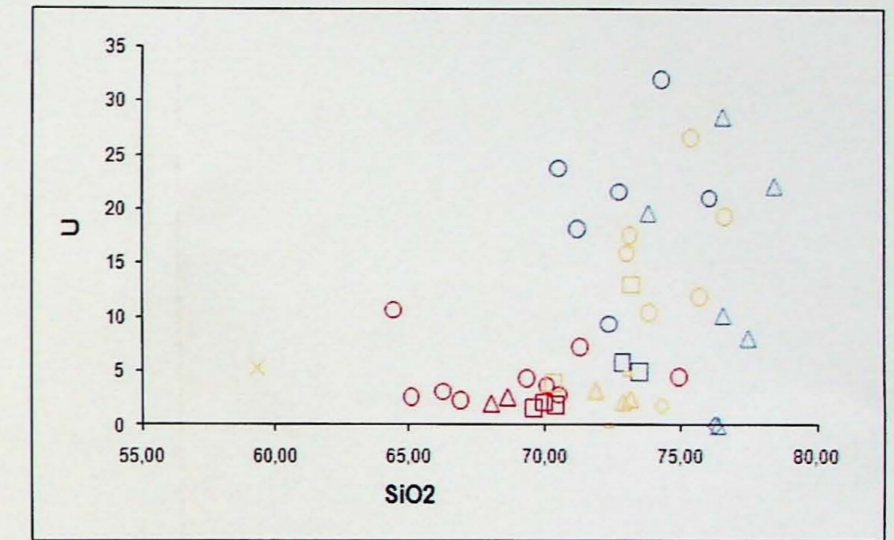
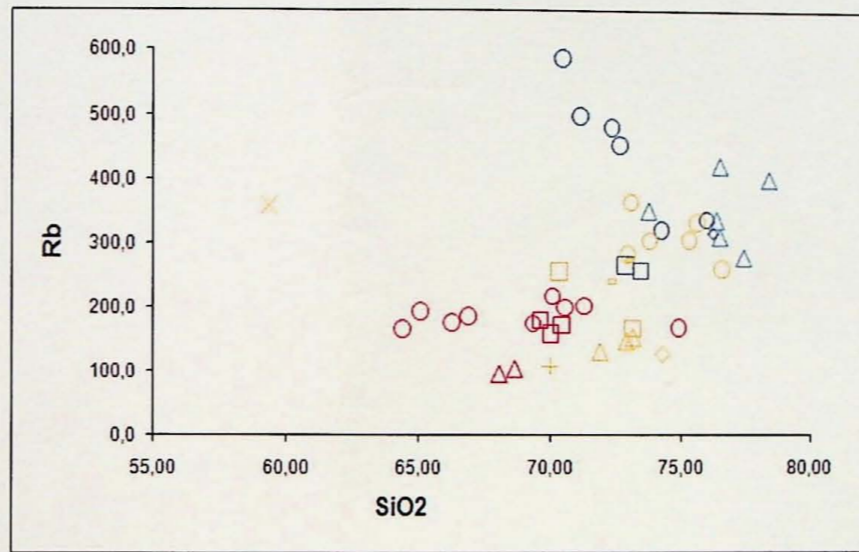
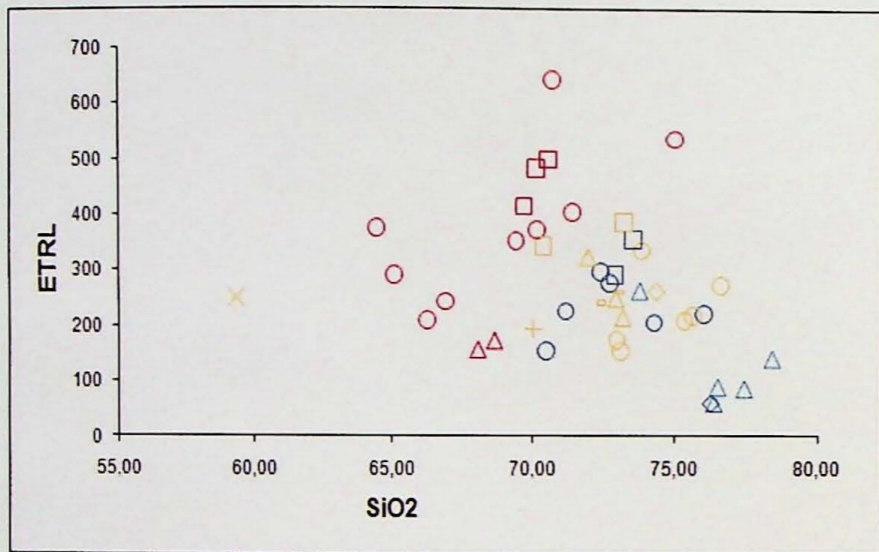
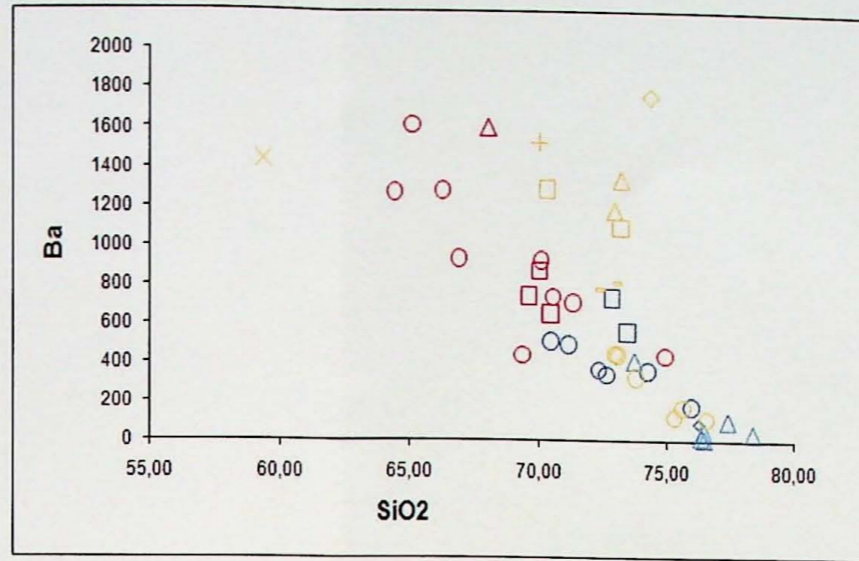
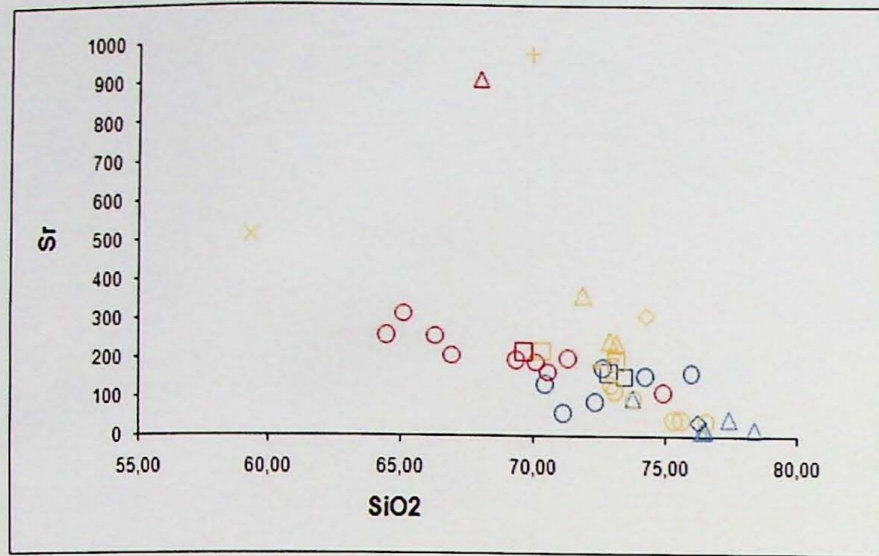


Figura 19: Diagramas de dispersão de Harker para elementos traços

sua vez, tem uma tendência mais francamente peraluminosa, à exceção de uma amostra cada dos plútons São João Batista e Catinga, que, entretanto, não representam o comportamento predominante de nenhuma destas intrusões. Para ambas as suítes, a sua peraluminosidade é indicada também pela mineralogia, pois ambas apresentam muscovita, seja como mineral constituinte (suíte São João Batista) ou acessório (suíte Nova Trento).

De acordo com a classificação de granitos proposta por Frost (2001) (figura 18), a grande maioria dos corpos se encaixa na série ferrosa, à exceção do Batólito Valsungana Norte e de algumas amostras do plúton São João Batista, que pertencem à série magnesiânica. Nota-se ainda um acréscimo no valor da razão $FeO_{(t)}/(FeO_{(t)}+MgO)$ à medida que aumenta o teor de sílica, em especial para a suíte Nova Trento. Quanto à razão $SiO_2 \times Na_2O+K_2O-CaO$, a maioria das amostras se encontra entre as séries álcali-cálcicas e cálcio-alcálicas, com algumas amostras correspondendo ao campo da série alcálica. Novamente, nota-se uma correlação positiva entre os valores de sílica e da razão Na_2O+K_2O-CaO . A distribuição das amostras analisadas nestes dois diagramas é muito semelhante à apontada por Frost (2001) para granitos do tipo A.

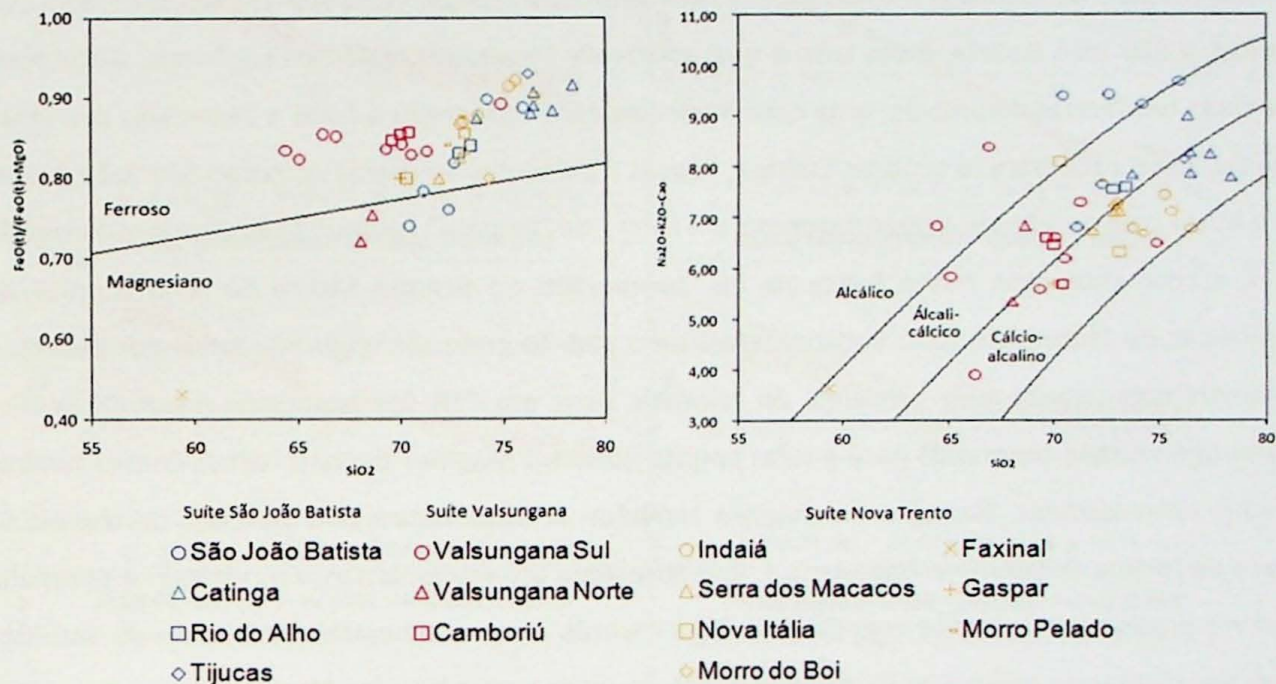


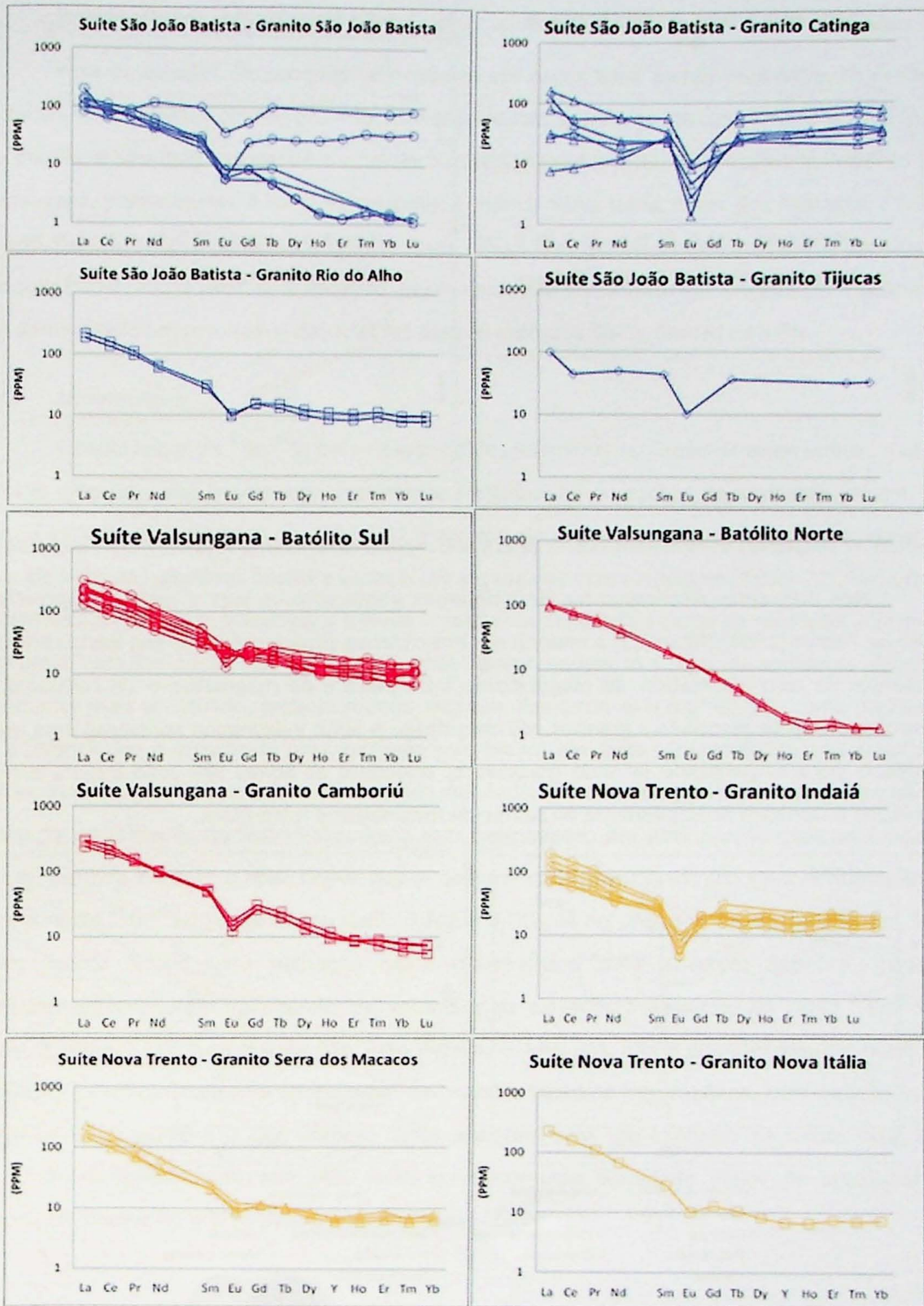
Figura 18: Diagramas de classificação composicional de Frost (2001)

7.3.2 Elementos traços

Nos diagramas de dispersão de Harker para elementos traço (figura 19) nota-se novamente o caráter transicional da suíte Nova Trento entre os campos composicionais definidos

pela suíte Valsungana e São João Batista, que costumam traçar uma correlação evidente. Sr, Ba, Zr e os Elementos Terras Raras Leves (ETRL) apresentam correlação negativa, enquanto Rb, U, Th e Cs definem uma correlação positiva. As marcadas correlações negativas de Fe₂O₃, Ca₂O, TiO₂, Ba e Zr, além da correlação positiva de Rb podem indicar um processo de cristalização fracionada, especialmente no caso das suítes Nova Trento e Valsungana, que compartilham semelhanças mineralógicas, texturais se encontram frequentemente associadas entre si.

Os valores obtidos para a concentração de Elementos Terras Raras (ETR), normalizados pelo modelo condrítico de acordo com Taylor & McLennan (1985) estão representados em diagramas multielementares (figura 20) representando cada uma das três suítes. Apesar da presença de uma grande variedade de padrões observados nestes diagramas, nota-se um padrão, presente em boa parte das amostras de todas as suítes, marcado por um fracionamento moderado e anomalias negativas sutis a destacadas de Eu, que pode ser caracterizado como o comportamento predominante para o magmatismo granítico intrusivo no Grupo Brusque. Tanto o fracionamento moderado dos ETR quanto a anomalia negativa de európio são considerados característicos de rochas graníticas geradas em ambiente crustal. Tratando-se individualmente das suítes, a São João Batista, é das três, a que apresenta resultados mais heterogêneos. Distinguem-se duas tendências distintivas: uma com fracionamento moderado a forte e anomalias marcantes de Eu, observado para os plútons Catinga, Tijucas e parte das amostras do corpo São João Batista; e a outra com padrão de comportamento em forma de “gaivota” (*seagull*), sem fracionamento dos ETR e com anomalias muito fortes de Eu, conservado no Granito Morro do Alho e parte das amostras do Plúton São João Batista. Este último padrão pode ser originado tanto por processos hidrotermais quanto pela presença de minerais ricos em ETR em processos magmáticos. Esta heterogeneidade observada para a suíte aponta que seus magmas tiveram rochas-fontes também muito heterogêneas. Na suíte Valsungana também se observaram dois padrões principais: um para os corpos Camboriú e Batólito Sul, que apresenta um fracionamento moderado e anomalias suaves predominantemente negativas de Eu, à exceção de duas amostras destoantes do Batólito S que apresentaram anomalias levemente positivas; e um para o Batólito Norte, com fracionamento forte e ausência de anomalias de Eu. Destaca-se que este mesmo corpo já apresentou um comportamento diferente dos demais para esta suíte em termos de aluminosidade e ferrosidade. A suíte Nova Trento, por sua vez, foi a que apresentou um comportamento mais homogêneo de ETR, com todas as amostras apresentando um fracionamento moderado e anomalias negativas de Eu entre suaves e marcantes.



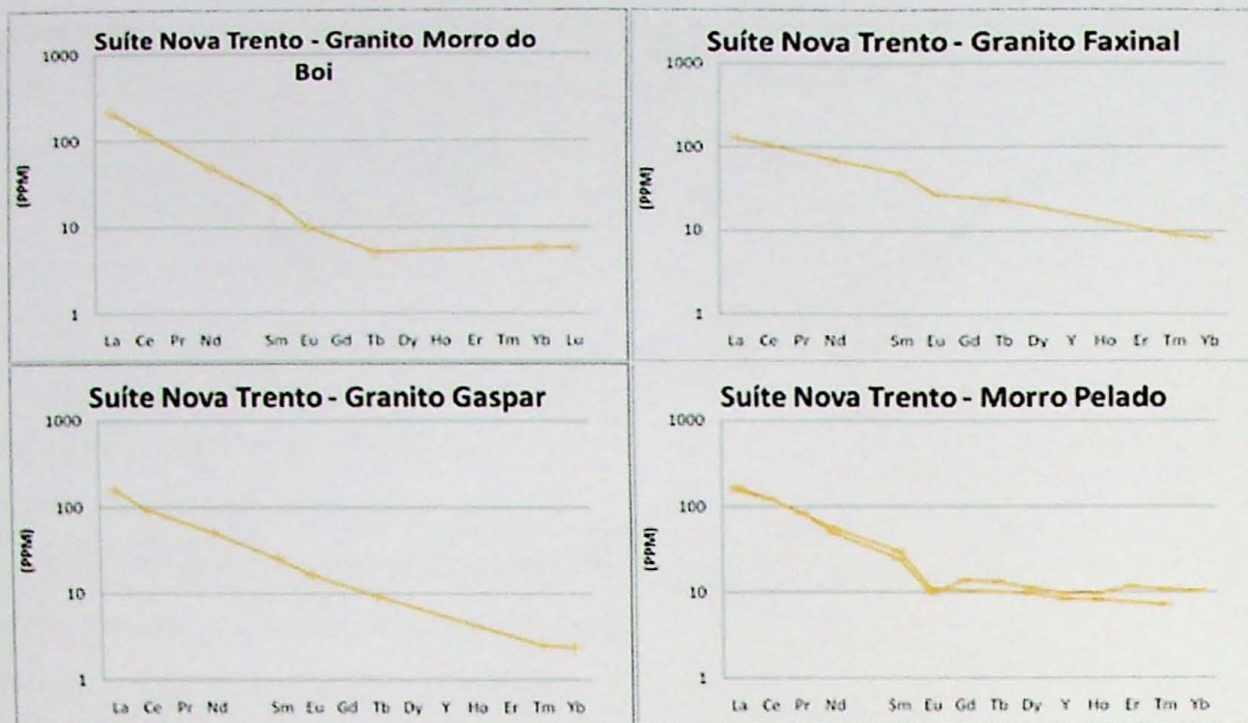


Figura 20: Diagramas de multielementares de ETR pelo modelo condritico de Taylor & McLennan (1985)

Nos diagramas discriminantes de ambientes geotectônicos $\log Y \times \log Nb$ e $\log(Y+Nb) \times \log Rb$ de Pearce (1984) (figura 21) a maioria das amostras se situam próximos aos limites entre os ambientes de arco magmático, de magmatismo intra-placa e de magmatismo sin-colisional, no campo comumente associado a granitos pós-colisionais. A Suíte Valsungana apresenta uma maior tendência para magmatismo de arco magmático, enquanto as Suítes São João Batista e Nova Trento, se encontram principalmente no campo de magmatismo intra-placa.

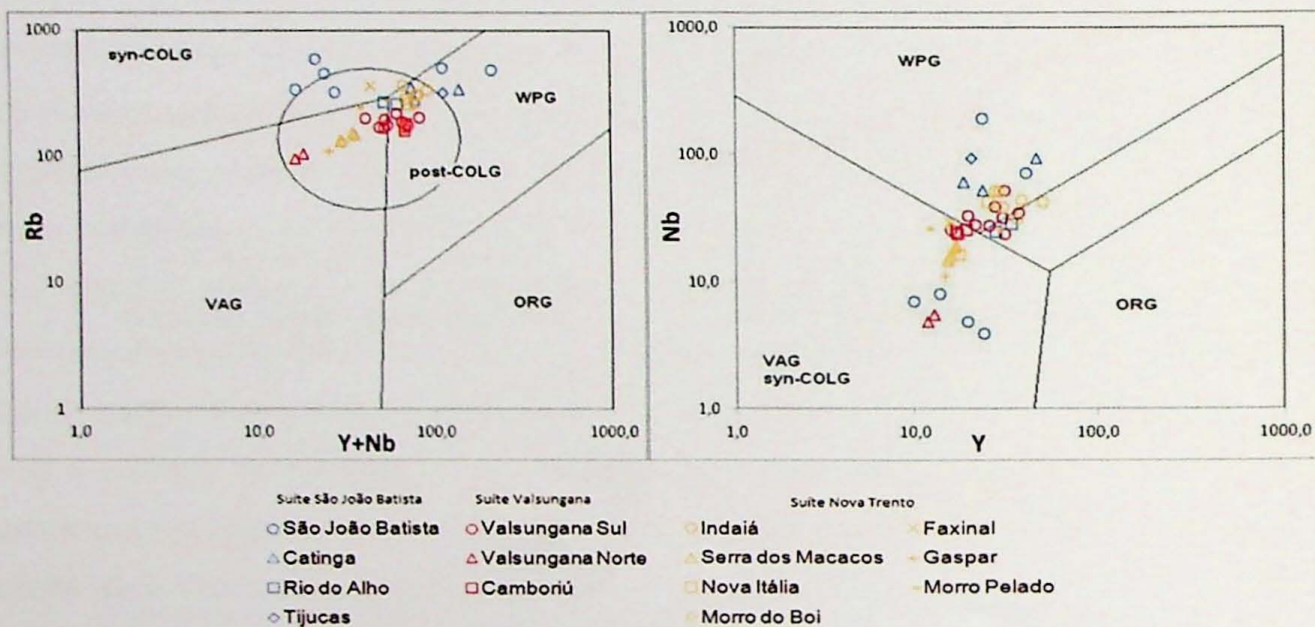


Figura 21: Diagramas discriminantes $\log Y \times \log Nb$ e $\log(Y+Nb) \times \log Rb$

Legenda: WPG: granites intraplacas; VAG: granites de arco vulcânico; syn-COLG: granites sin-colisionais; ORG: granitos de cordilheira oceânica; post-COLG: granitos pós-colisionais

7.4 Geoquímica isotópica em rocha total

Para os estudos de geoquímica isotópica em rocha total foram analisadas 21 amostras extraídas de diferentes corpos das três suítes de rochas graníticas intrusivas no Grupo Brusque: Rio do Alho e São João Batista, pertencentes à suíte São João Batista; Batólito Norte, Batólito Sul e Valsungana, pertencentes à suíte Valsungana; e Indaiá, Nova Itália, Serra dos Macacos e Morro Pelado, pertencentes à suíte Nova Trento. Essas são as mesmas que foram analisadas para fins de geoquímica em rocha total, com exceção de uma amostra do Batólito Valsungana Sul. No Anexo 4 são apresentados os resultados das análises para os métodos Rb-Sr, Sm-Nd e Pb-Pb.

7.4.1 *Sistema Rb-Sr*

A razão inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque indica, dado os valores elevados, que houve uma importante contribuição de rochas de ambiente crustal raso para a geração dos magmas graníticos. O diagrama de dispersão utilizando a porcentagem em peso de sílica das amostras ilustra a variação alcançada por este parâmetro (figura 22). Nele, ficam evidentes para as suítes Valsungana e Nova Trento duas tendências claras de evolução. A primeira apresenta uma inclinação discreta positiva muito linear, enquanto a segunda apresenta um aclave levemente mais acentuado, embora menos retilíneo. Tomando-se o teor de SiO_2 como parâmetro de diferenciação, e assumindo uma evolução pelo menos em parte comagmática para estas duas suítes, assim como foi assumido na discussão dos dados geoquímicos, pode-se interpretar que ao longo da cristalização da Suíte Valsungana esta permaneceu em uma porção mais profunda da crosta, período durante o qual houve pouca contaminação, resultando em valores homogêneos para a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$, que variou entre 0,708 e 0,713. Já no processo de cristalização da Suíte Nova Trento houve uma migração deste magmatismo para a crosta superior, gerando contaminações crustais, resultando em valores mais elevados e dispersos da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$, entre 0,708 e 0,718. Para a suíte São João Batista, entretanto, não é possível assumir nenhuma evolução, pois seus dados se apresentam de maneira bastante heterogênea, com a razão inicial variando entre 0,710 e 0,729, embora todos apontem para um contexto de crosta rasa. Esta dispersão é indicativa de que esta suíte apresenta uma variedade maior de protólitos de associação crustal do que as duas suítes discutidas acima.

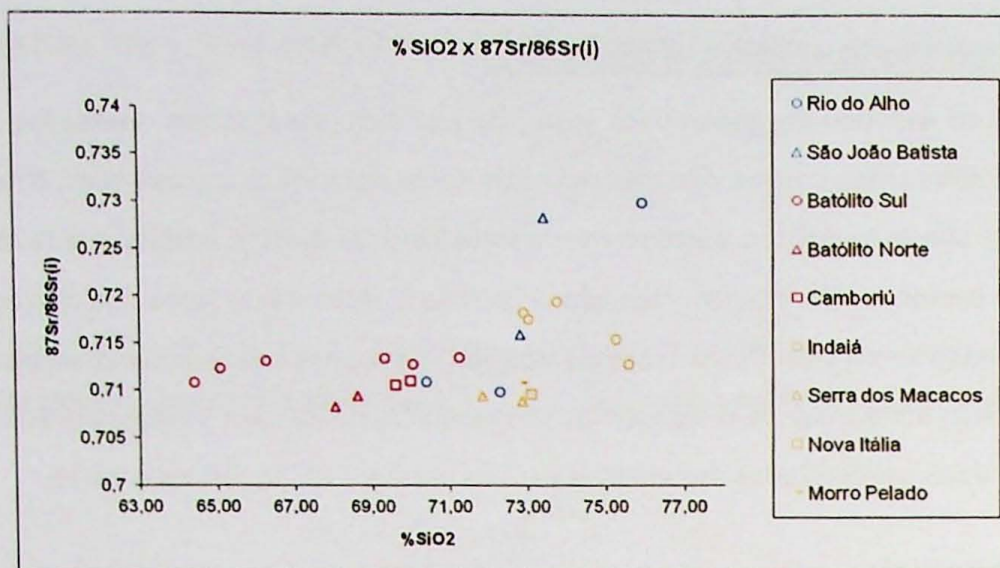


Figura 22: Diagrama de dispersão %SiO₂ x razão ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr(i)

Na figura 23 está representado o diagrama de evolução da razão ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ao longo do tempo, utilizando-se os dados desta razão inicial e atual. Nota-se que, para além da contribuição de rochas crustais na origem destes corpos, em especial nos Corpos Indaiá, da Suíte Nova Trento, e São João Batista, da Suíte homônima, pode ser caracterizado um sistema Rb/Sr enriquecido, resultando em valores muito elevados para a razão ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr atual destas amostras. Em comparação, as análises pertencentes ao restante dos corpos analisados apresentam uma evolução mais discreta, expressa por inclinações muito mais suaves, indicando que este sistema isotópico permaneceu inafetado.

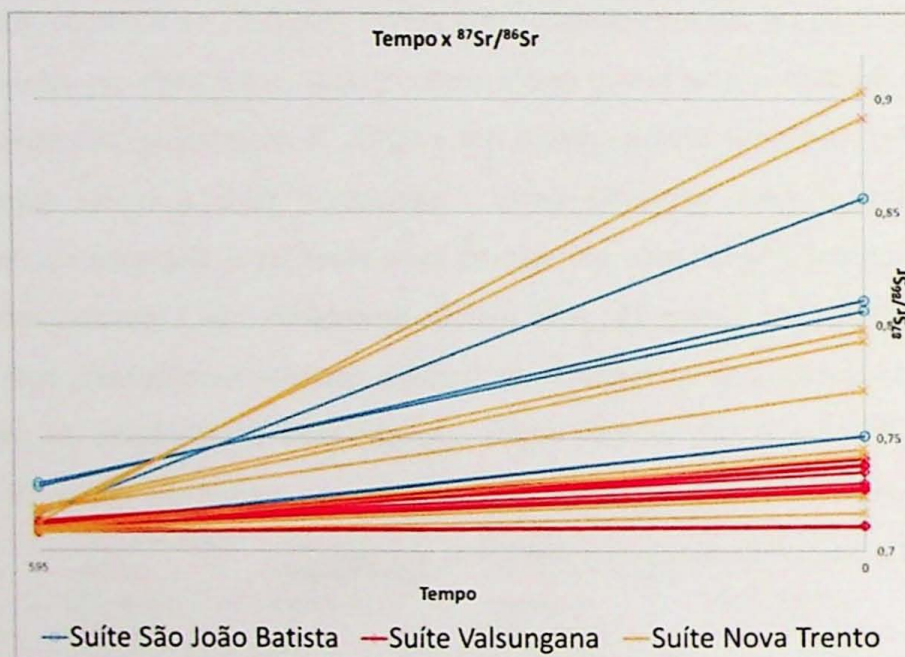


Figura 23: Diagrama Tempo x ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr

7.4.2 Sistema Sm-Nd

Pela análise isotópica pelo método Sm-Nd foi possível obter idades-modelo (TDM) confiáveis, já que este sistema isotópico dificilmente sofre fracionamento após a exumação do material do manto. Estas foram calculadas a partir do modelo de manto empobrecido (DePaolo 1981) e se encontram entre 1,5 e 2,6 Ga, com a maioria dos valores por volta dos 2,0 Ga, o que é um pouco mais antigo o que o padrão típico para o Grupo Brusque. A suíte São João Batista foi, das três, a que apresentou idades TDM mais jovens, entre 1,5 e 1,75 Ga, mas também foi a que apresentou um maior espalhamento destas idades, apesar de contar com menos amostras do que o restante das suítes. Duas amostras distintas, uma do Granito Indaiá e uma do Granito São João Batista apresentaram idades-modelo anormalmente altas, de 3,15 e 2,75 Ga, respectivamente. Para estas foi admitido um fracionamento crustal do sistema Sm-Nd, que foi responsável por estas idades errôneas. O cálculo da idade-modelo foi, portanto, refeito, utilizando-se um modelo de duplo estágio, o que gerou para estas amostras idades coerentes de 1,9 e 2,3 Ga, respectivamente, que foram adotadas.

O parâmetro ϵ_{Nd} foi calculado para estas rochas utilizando-se a idade de 595 Ma, média para este magmatismo (como discutido no item de geocronologia, mais adiante). Os valores obtidos, todos fortemente negativos, abaixo de -8, novamente apontam para a importância de material crustal como protólito destas rochas. Os valores mais negativos e, portanto, mais crustais foram observados em amostras das suítes Nova Trento e São João Batista. Para a visualização da distribuição de ϵ_{Nd} foram gerados gráficos de dispersão contrapondo-o às idades-modelo TDM e à concentração de sílica (figura 24). Assim como foi observado no diagrama anterior, o diagrama $\epsilon_{Nd} \times \%SiO_2$ apresenta para a Suíte Valsungana uma correlação linear pouco inclinada, desta vez negativamente, apontando apenas para uma fraca contaminação crustal ao longo da diferenciação magmática. Esta inclinação, entretanto, acentua-se quando observada no diagrama respectivo às idades TDM, no qual a correlação é ainda melhor. A suíte Nova Trento, apresenta duas tendências distintas, uma formada pelas amostras do Granito Indaiá, que apresenta uma correlação levemente positiva, e outra formada pelas amostras restantes, que parecem acompanhar a correlação apontada para a Suíte Valsungana, especialmente no diagrama TDM. Isto sugere que o Granito Indaiá pode não ter seguido o mesmo caminho evolutivo do restante dos corpos da Suíte Nova Trento. Mais uma vez, a Suíte São João Batista apresenta-se dispersa no gráfico, ocupando grande área deste.

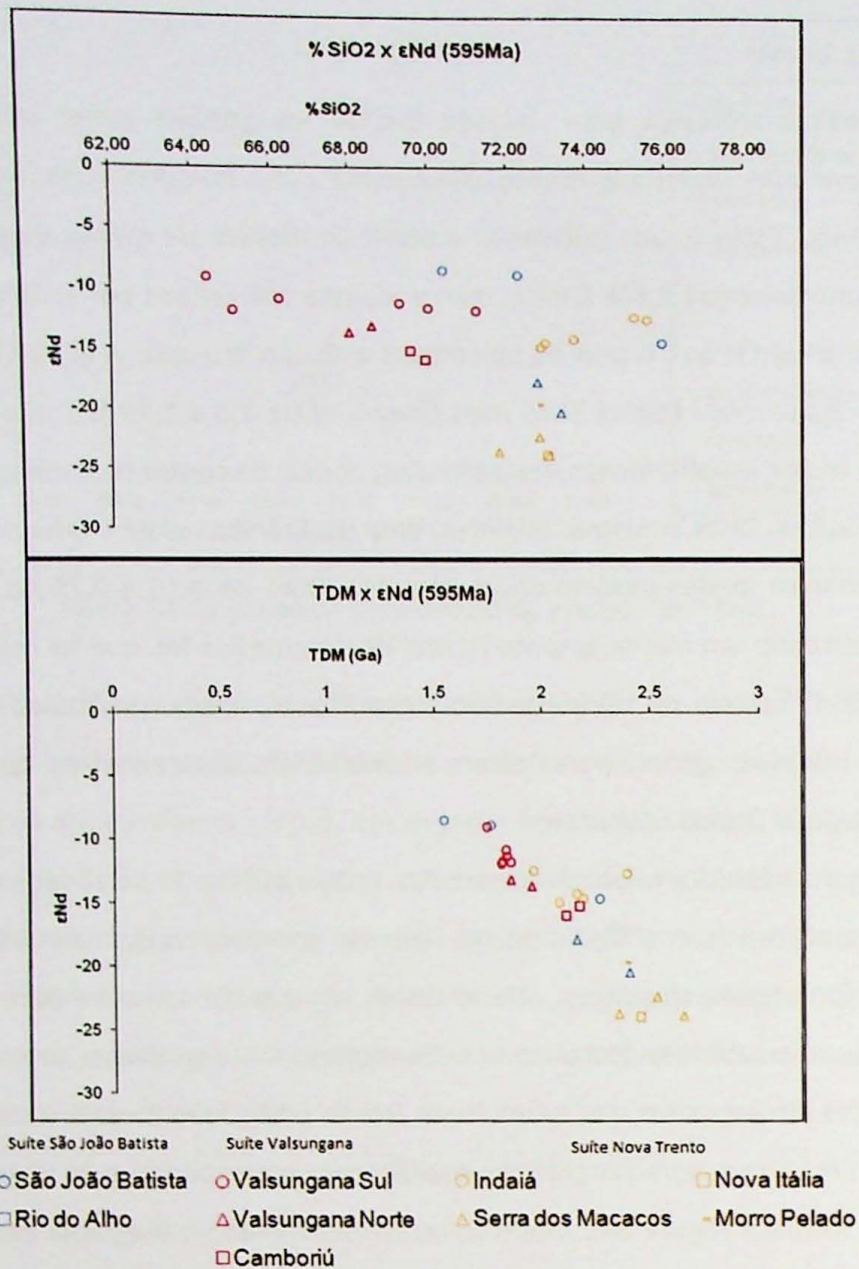


Figura 24: Diagramas ϵNd versus $\%SiO_2$ e TDM

Contra-pondo-se ϵNd com ϵSr , tem-se um gráfico mais abrangente em termos de ambiente, por utilizar dois parâmetros isotópicos distintos. Neste diagrama (figura 25) observa-se pela primeira vez alguma correlação, ainda que muito discreta, entre as amostras da Suíte São João Batista, que apresentam uma inclinação positiva marcada. O dualismo da Suíte Nova Trento observado nos diagramas anteriores é reforçado neste gráfico, novamente posicionando o Granito Indaiá em um contexto evolutivo distinto. Por sua vez, neste diagrama a Suíte Valsungana é a que menos apresenta correlações marcantes, talvez por ser, das três, a que se encontra mais concentrada em uma porção do gráfico. Pode-se, entretanto, reconhecer uma tendência evolutiva muito acentuada entre esta suíte e a Suíte Nova Trento, excetuando-se o Granito Indaiá.

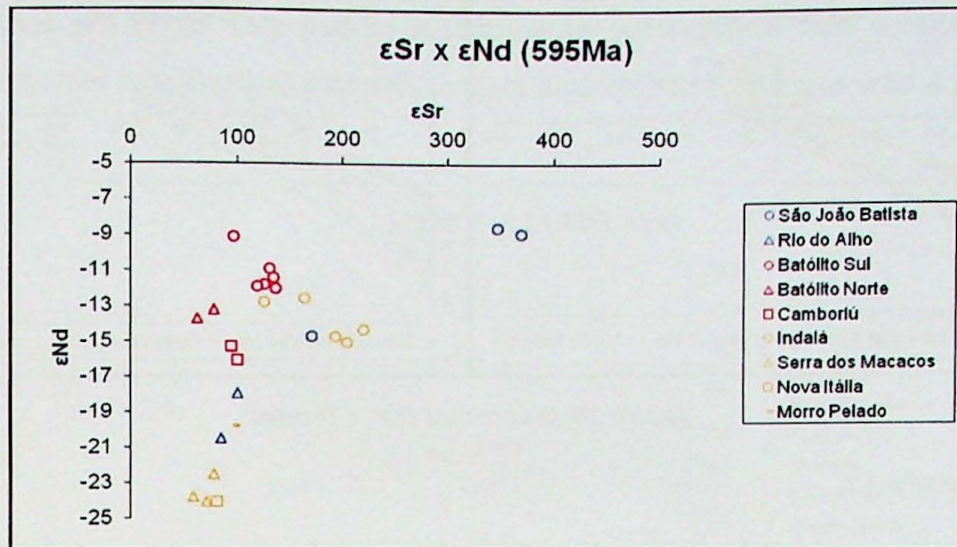
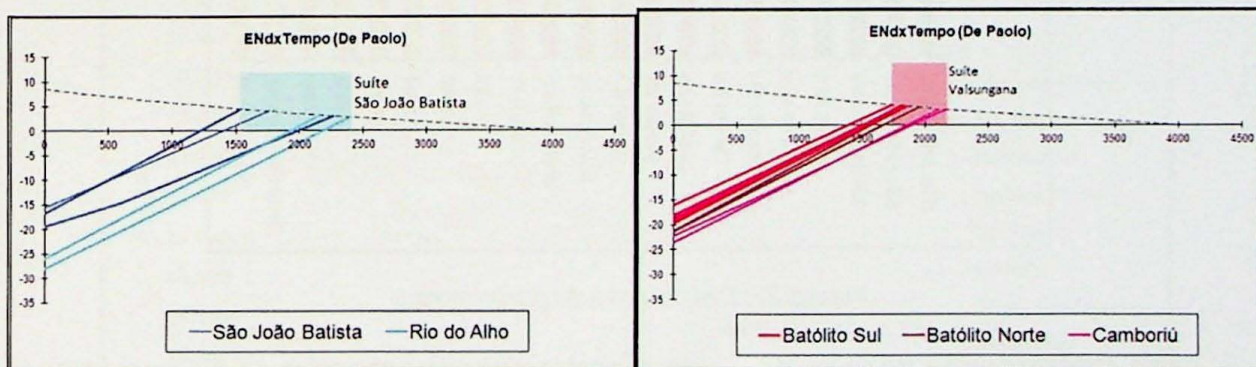


Figura 25: Diagrama $\epsilon Sr \times \epsilon Nd$

Nos gráficos de evolução de ϵNd (figura 26) como propostos por DePaolo (1981), a maior parte das amostras estudadas apresenta inclinação normal para rochas crustais, indicada pela razão $^{147}Sm/^{144}Nd$, variando entre 0,08 e 0,11, com média por volta de 0,10. Valores mais elevados foram observado nas mesmas amostras do Granito Indaiá, suíte Nova Trento que apresentaram alto TDM, e que foram calculadas por modelo de duplo estágio. Observa-se que a Suíte Valsungana é, das três, a mais homogênea com retas muito semelhantes entre si e pouco espalhadas no gráfico. A Suíte Nova Trento também apresentou uma homogeneidade apreciável, diferentemente da Suíte São João Batista, cujas duas intrusões amostradas preenchem porções distintas do mesmo gráfico. Em conjunto, o espalhamento das retas observado para os granitos estudados é bastante amplo, mas há uma faixa de sobreposição das três suítes relativamente estreito.



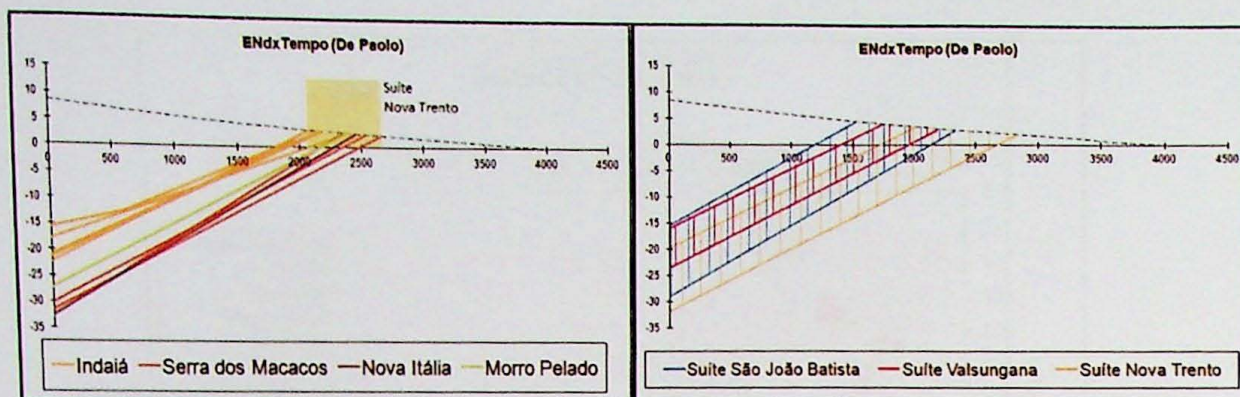


Figura 26: Diagramas ENd x Tempo

7.4.3 Sistema Pb-Pb

O valor de μ , calculado em simples estágio pelos parâmetros de Stacey & Kramers, (1975), obteve valores altos, entre 9,2 e 10,4, indicando uma fonte magmática de rochas da crosta superior. Estes valores são ilustrados no gráfico de colunas simples da figura 27. Nele, nota-se mais uma vez a homogeneidade da Suíte Valsungana, cuja variação de μ não chega a 0,1. O mesmo não pode ser dito das outras suítes, onde os valores se apresentam mais dispersos. Em geral estas variações que ocorrem dentro das suítes são de um corpo para outro, à exceção do granito São João Batista, cujos valores de μ variam em quase 0,8.

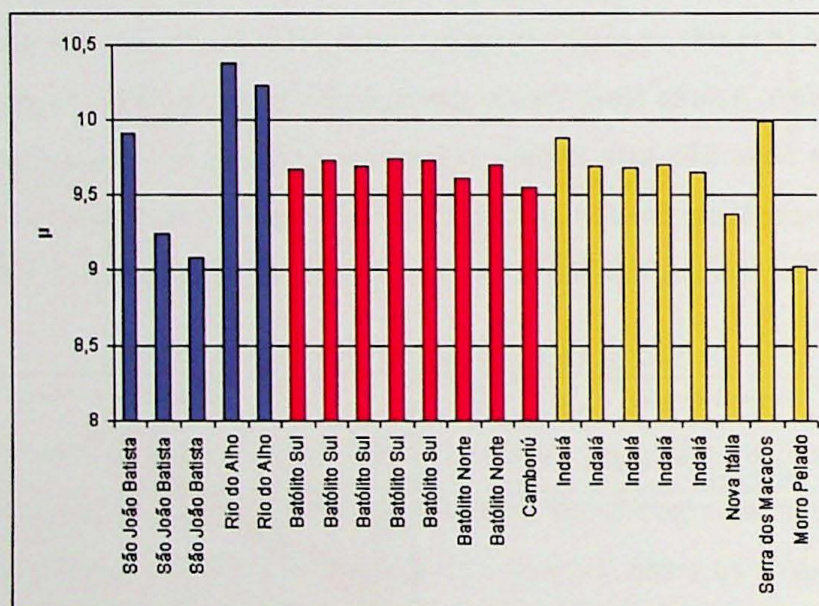


Figura 27: Distribuição do parâmetro μ

Uma contraposição do valor de μ com o parâmetro petrogenético ENd é apresentada na figura 28. Nele é muito claro o agrupamento entre as análises da Suíte Valsungana e do Granito Indaiá, que juntamente com o restante das amostras da Suíte Nova Trento desenvolvem uma reta com inclinação moderadamente positiva, mais uma vez sugerindo a afinidade evolutiva entre as

duas, em termos isotópicos. Este padrão é totalmente contrastante com o observado para as análises da Suíte São João Batista, que apresentam uma dispersão da qual não é possível extrair tendência alguma.

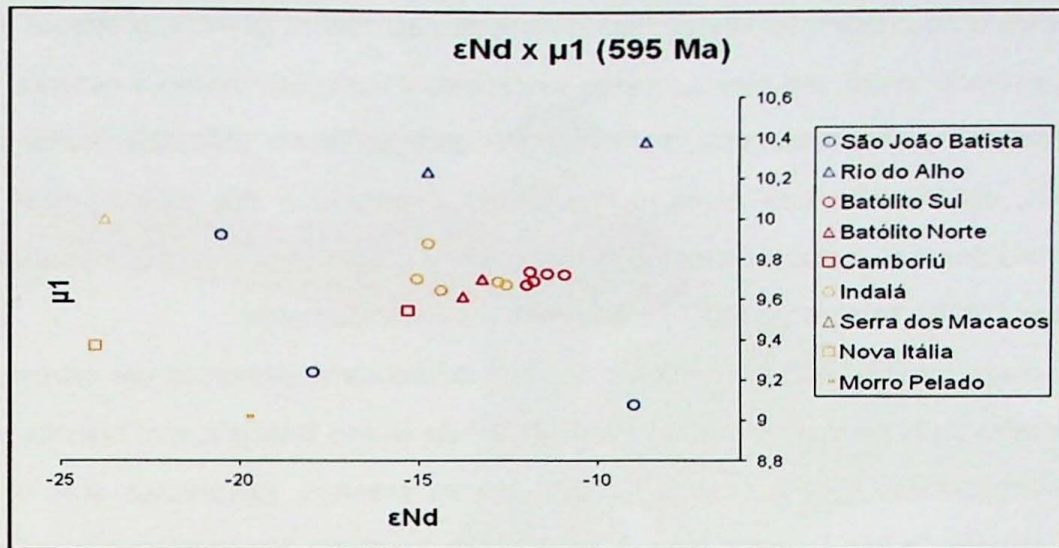


Figura 28: Diagrama $\epsilon Nd \times \mu$ (595Ma)

No diagrama de correlação $^{208}Pb/^{204}Pb \times ^{207}Pb/^{204}Pb$ (figura 29) há, novamente, um agrupamento dos valores pertencentes às Suítes Nova Trento e Valsungana, em oposição aos valores mais heterogêneos da Suíte São João Batista. Nota-se também que todas as suítes analisadas parecem ter sofrido elevada contribuição de material crustal, apontado pelas razões elevadas de $^{208}Pb/^{204}Pb$, e que a tendência geral dos pontos representados forma uma inclinação moderadamente positiva.

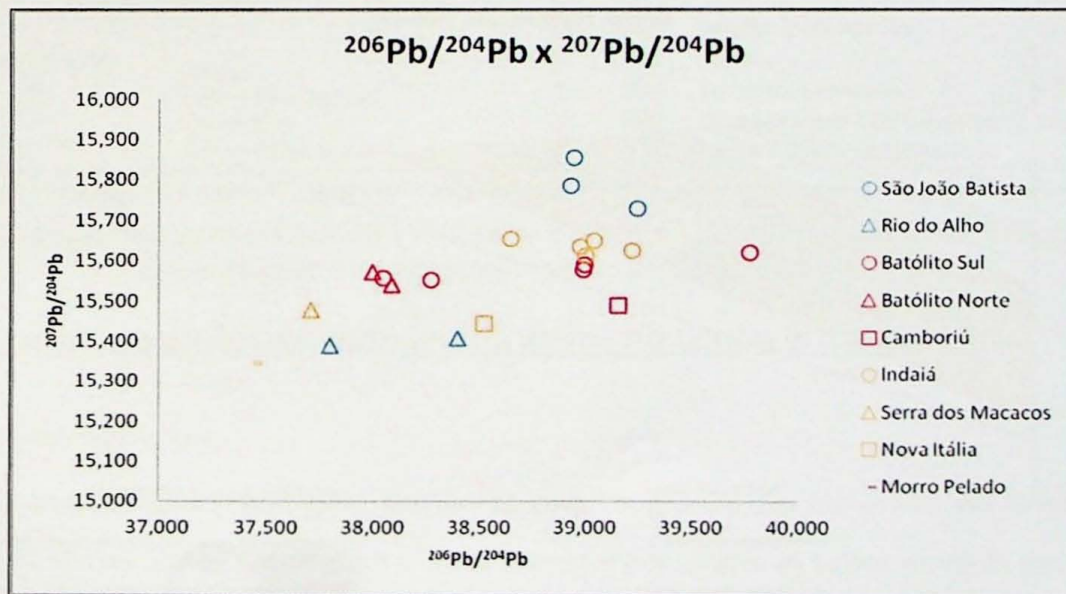
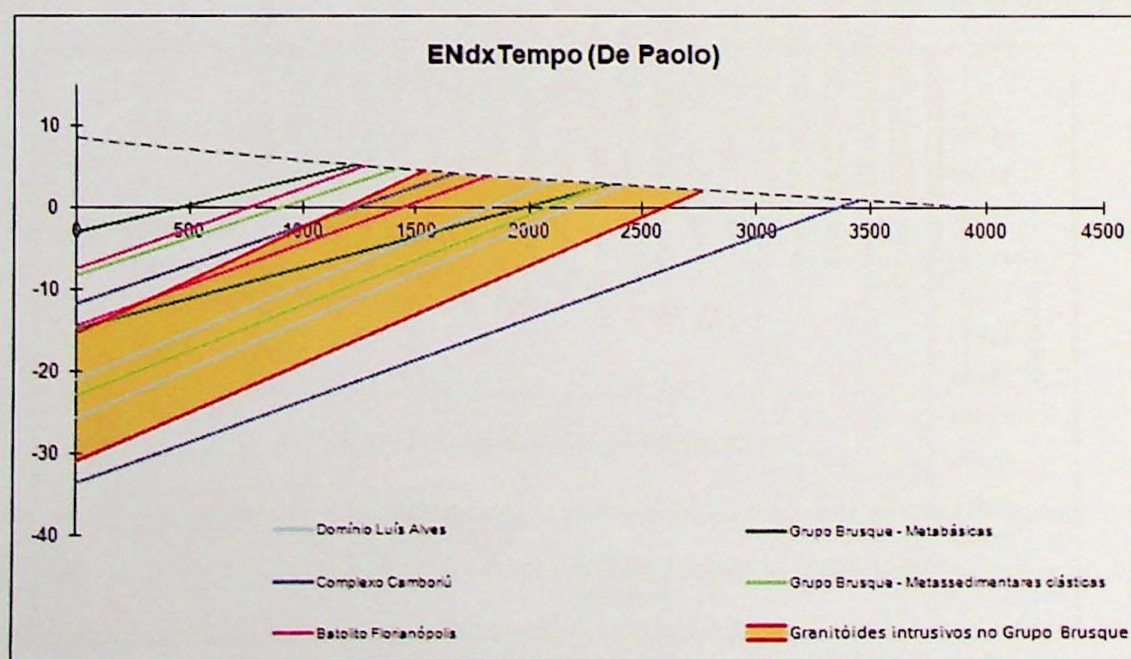


Figura 29: Diagrama $^{207}Pb/^{204}Pb \times ^{206}Pb/^{204}Pb$,

7.4.4 Comparação com outras unidades pré-cambrianas do Grupo Brusque

A fim de obter uma comparação entre os granitoides intrusivos no Grupo Brusque e as outras unidades do Cinturão Dom Feliciano, foram confeccionados diagramas $\epsilon Nd \times$ Tempo (DePaolo) e $\epsilon Sr \times \epsilon Nd$ (figura 30). Estes diagramas foram escolhidos por utilizar apenas parâmetros isotópicos, estando assim, em teoria, menos suscetíveis a variações devido à natureza intrínseca das distintas litologias consideradas. Para esta comparação foram utilizados dados do Batólito Florianópolis, do Domínio Luís Alves, do Complexo Camboriú e dos metamorfitos do Grupo Brusque, divididos em metassedimentos e metabásicas. Estes dados foram extraídos de Basei (1985), Lopes (2008), Yamamoto (2010) e de pesquisas em andamento.

No diagrama $\epsilon Sr \times \epsilon Nd$, os valores dos granitoides caem próximos aos campos definidos pelo Complexo Camboriú e pelas rochas metabásicas do Grupo Brusque, que constituem as mais prováveis rochas-fonte para o magma gerador destes granitos. Observa-se que, de todos os granitos analisados, o São João Batista é o que mais se aproxima das análises disponíveis para os metassedimentos do Grupo Brusque. A Suíte Valsungana, como um todo, aproxima-se do campo definido pelas amostras do complexo Camboriú e das poucas análises disponíveis para o Domínio Luís Alves, da mesma forma que as análises correspondentes aos granitos Rio do Alho, da suíte São João Batista, e Nova Itália e Morro Pelado, da Suíte Nova Trento. No $\epsilon Nd \times$ Tempo (DePaolo), o campo definido pelos granitoides estudados é muito semelhante ao campo determinado para o Complexo Camboriú e contém uma intersecção importante com o campo das metassedimentares do Grupo Brusque, além de englobar inteiramente o campo respectivo ao Domínio Luís Alves.



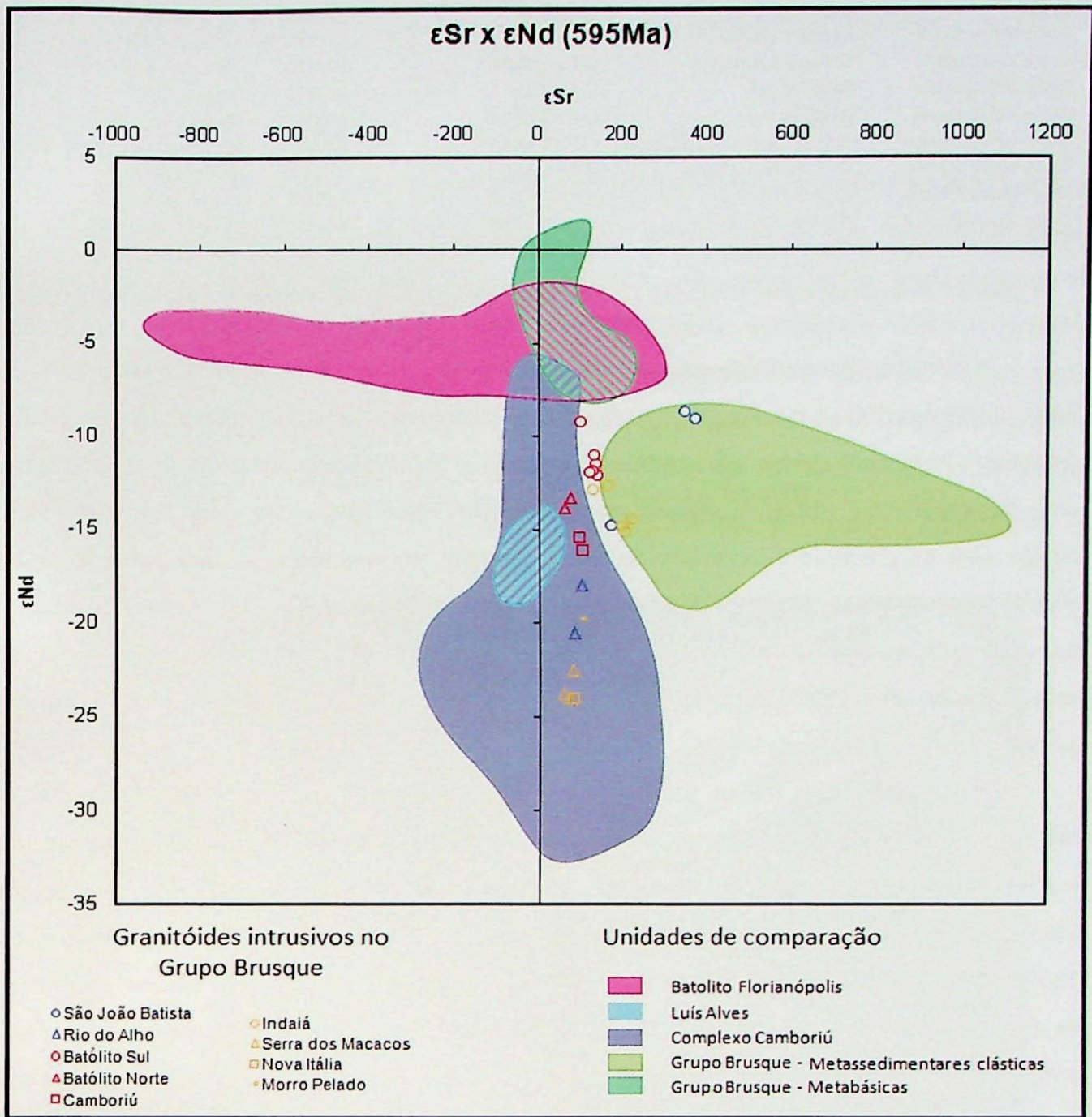


Figura 30: Diagramas comparativos $\epsilon Sr \times \epsilon Nd$ e $\epsilon Nd \times$ Tempo (DePaolo) entre os granitoides intrusivos no Grupo Brusque e as diferentes unidades do Cinturão Dom Feliciano

7.5 Geocronologia dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque

7.5.1 *Dados existentes*

As análises geocronológicas existentes para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque concentram-se nas Suítes Valsungana e Nova Trento. Para ambas as suítes existem datações U-Pb SHRIMP e U-Pb TIMS, além de uma datação em monazita por microsonda para a suíte Nova Trento. Na figura 31 estão resumidos os trabalhos os quais apresentam estas idades.

Suíte	Intrusão	Método	Idade (Ma)	Referência
Suíte Valsungana	Batólito Norte	U-Pb TIMS	610±20	Grasso, 2003
Suíte Valsungana	Granito Camboriú	U-Pb SHRIMP	593±13	da Silva <i>et al.</i> , 2003
Suíte Valsungana	Batólito Sul	U-Pb TIMS	632±32	Basei, 2000
Suíte Valsungana	Batólito Sul	U-Pb SHRIMP	588±6,2	Basei <i>et al.</i> , 2011
Suíte Nova Trento	Granito Serra dos Macacos	U-Pb SHRIMP	610±6	da Silva <i>et al.</i> , 2003, 2005
Suíte Nova Trento	Granito Nova Itália	U-Pb TIMS	573±44	Basei, 2000
Suíte Nova Trento	Granito Faxinal	U-Pb TIMS	651±37	Basei, 2000
Suíte Nova Trento	Granito Faxinal	U-Pb SHRIMP	607±6	Basei <i>et al.</i> , 2011
Suíte Nova Trento	Granito Indaiá	Microsonda em monazita	595±6	Vlach <i>et al.</i> , 2009

Figura 31: Relação de idades existentes na literatura para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque

A primeira idade obtida para a Suíte Valsungana provém de uma análise U-Pb TIMS de Basei (2000) em zircões de uma amostra do Batólito Valsungana Sul, e é de 632±32 Ma. Esta idade é bastante imprecisa, devido a limitações do método, e foi atualizada por Basei *et al.* (2011) por uma datação U-Pb SHRIMP do mesmo corpo de idade 588±6,2 Ma. Esta idade é a mais jovem obtida para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque, e concorda com uma outra idade de 593±13 Ma obtida por da Silva (2003) pelo mesmo método em uma amostra do Granito Camboriú, por estes autores considerado como parte do Batólito Sul. O Batólito Valsungana Norte foi datado somente por Grasso (2003) por U-Pb TIMS obtendo uma idade de 610±20 Ma, a qual está próxima ao restante das idades desta suíte.

Para a Suíte Nova Trento, Basei (2000) obteve idades U-Pb TIMS de 573±44 Ma e 651±37 Ma para os granitos Nova Itália e Faxinal, respectivamente. Novamente, por se tratar de um método mais antigo, essas idades foram atualizadas em trabalhos mais recentes, que apresentam idades mais precisas para este magmatismo. Da Silva *et al.* (2003, reinterpretado em da Silva *et al.*, 2005) obteve para zircões de uma amostra do Granito Serra dos Macacos, chamado pelos autores de Granito Guabiruba, uma idade U-Pb SHRIMP de 610±6 Ma, o que representa a idade mais antiga disponível para os granitoides intrusivos no Grupo Brusque. Os mesmos autores ainda apontam para estes mesmos zircões núcleos herdados de idade 628±7 Ma. Mais recentemente, utilizando-se de microsonda para determinar a idade de monazitas, Vlach *et al.* (2009) obtiveram uma idade de 595±6 Ma, enquanto Basei *et al.* 2011 Determinaram uma nova idade U-Pb para o granito Faxinal, de 607±6 Ma.

7.5.2 Novas datações

A fim de suprir a deficiência constatada em datações de granitos pertencentes à Suíte São João Batista, foram analisados cristais de zircão das amostras MTF-87, pertencente ao Granito São

João Batista, NT-76, do Granito Tijucas e AGT-VIII-01, pertencente ao granito Catinga, via LA-ICP-MS.

Granito São João Batista

Os zircões do Granito São João Batista (figura 32) apresentam duas tipologias distintas. A principal delas consiste de zircões curtos, às vezes arredondados, com formato irregular, preservando apenas em parte um hábito prismático, com terminações arredondadas ou piramidais suaves. Os cristais desta tipologia caracteristicamente apresentam núcleos herdados com idades variadas, compreendendo um intervalo de tempo entre 0,65 e 2,23 Ga. Estes núcleos são, em geral, arredondados, apresentando clara discordância com o formato do zircão, e podem ou não possuir zoneamento. Existem núcleos que representam mais de uma fase de cristalização, com um núcleo zoneado truncado, sobrecrecido por um cristal homogêneo arredondado, por sua vez incluso no cristal prismático mais recente.

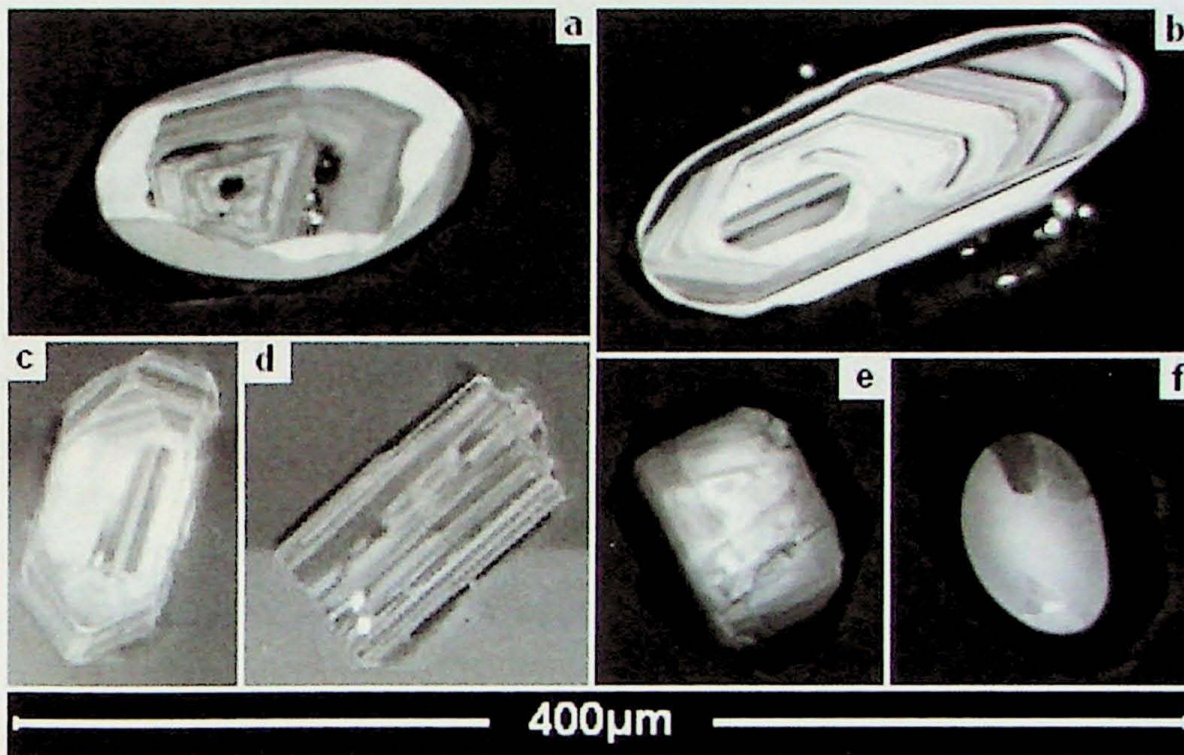


Figura 32: Tipologia dos cristais de zircão do Granito São João Batista: a, b, e e f apresentam núcleos herdados arredondados, dos quais b apresenta zoneamento, e e f não apresentam e a apresenta núcleo zoneado sobrecrecido por cristal não zoneado arredondado, sobrecrecido por cristal euédrico recente; c e d são cristais prismáticos que possuem apenas um estágio de cristalização, com zoneamento regular a irregular.

O sobrecrecimento é, em geral, pouco espesso, e caracteristicamente se apresenta muito escuro nas imagens geradas por catodoluminescência, indicando altas concentrações de urânio. A figura 33 ilustra esta borda escura, com dois cristais nos quais ela é pouco nítida no imageamento

por catodoluminescência, e destacada na imagem secundária, no qual se observa bem o formato do zircão. Este foi interpretado como sendo representativo da idade de geração deste granito, por se tratar do último evento de cristalização de zircão. A segunda tipologia presente no Granito São João Batista consiste de cristais pequenos, prismáticos, com terminações piramidais bem formadas ou partidas, retas. Em geral, apresentam um zoneamento homogêneo ou irregular, mas sem apresentar truncaturas que indiquem a presença de núcleos herdados.

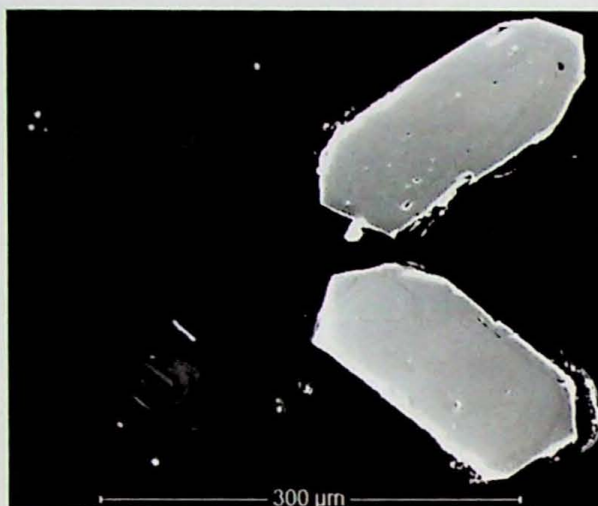


Figura 33: contraste entre as imagens geradas por catodoluminescência e secundária, evidenciando a borda de sobrecrecimento que, caracteristicamente, se apresenta escura na catodoluminescência.

Foram datados 39 *spots* de zircões por LA-ICP-MS da amostra MTF-87, obtendo idades diversas, espelhando a heterogeneidade encontrada dentre os diversos cristais da amostra. No Anexo 6, estão resumidos os dados obtidos, enquanto na figura 34 estão ilustradas algumas das idades obtidas pelos *spots*. Foi identificada uma família de idades paleoproterozoicas com valores variando entre 2,0 e 2,2 Ga obtidas nos núcleos arredondados. Esta idade provavelmente representa a idade do protólito principal do magma destes granitos, herdada nestes núcleos. O formato arredondado destes sugere um retrabalhamento sedimentar destes núcleos, indicando uma possível contribuição da fusão de rochas sedimentares na origem destes magmas, com a incorporação de zircões detríticos, o que está de acordo com a mineralogia e a geoquímica aluminosa do Granito São João Batista. Foram identificados também idades com valores mais antigos distintos desta herança principal, sendo duas mesoproterozoicas, por volta dos, 1,0-1,1 Ga, e uma neoproterozoica de 626 Ma. Existem registros da ocorrência de zircões detríticos desta idade encontradas nos metassedimentos do grupo Brusque além de um além de por volta dos 2,0 Ga, o que pode representar uma possível idade para núcleos herdados destas idades (figura 35). A idade de 606 ± 17 Ma que foi interpretada como a de cristalização do plúton São João Batista (figura 36), foi calculada a partir de dados obtidos predominantemente dos cristais prismáticos

homogêneos e das bordas de sobrecrecimento que envolvem os núcleos herdados, mas também foram admitidos idades de alguns núcleos arredondados de idade neoproterozoica. Muitos dos dados obtidos nestas bordas se apresentaram muito discordantes, e não puderam ser utilizados neste cálculo. Esta discordância, associada às imagens de catodoluminescência muito escuras para estas bordas, que indicam altas concentrações de urânio, apontam para uma perda recente de chumbo, responsável pela incoerência dos valores. Também existe uma população de idades meso- a neoproterozoicas com pouca concordância que se apresentam alinhados na figura 36 entre as idades protolíticas e a idade de cristalização do zircão, que foram interpretados como idades híbridas entre a idade do protólito e a do magmatismo granítico, ocasionadas pela abertura do sistema geocronológico durante o evento magmático, resultando em perda de chumbo.

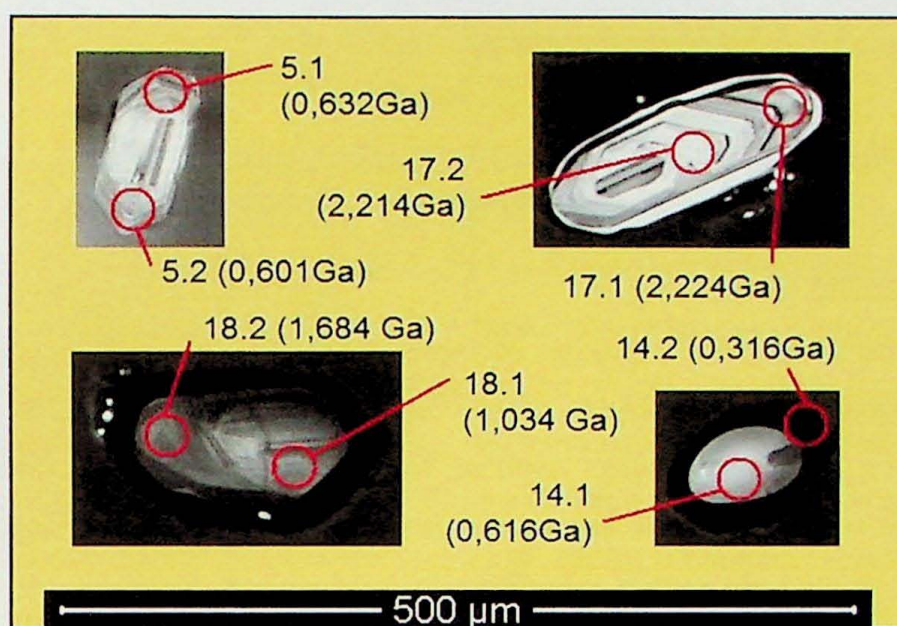


Figura 34: Alguns spots datados do Granito São João Batista: 5.1 e 5.2 foram utilizados no cálculo e representam um cristal homogêneo neocristalizado; 14.1 é cristal neoproterozoico arredondado que foi utilizado no cálculo, enquanto sua borda, 14.2, apresenta uma idade discordante muito jovem, provavelmente devido a perda de urânio; 17.1 e 17.2 representam a idade do protólito, e 18.1 e 18.2 apresentam idades híbridas.

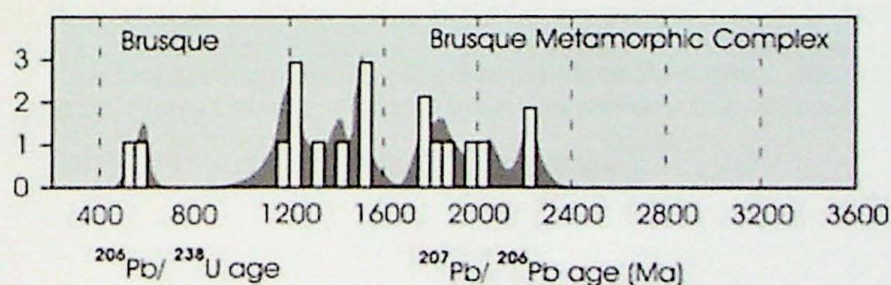


Figura 35: Histograma de zircões detríticos obtidos em amostra do Grupo Brusque, extraído de Basei et al. 2008a, para efeitos de comparação entre os picos obtidos e as idades constatadas nos núcleos detríticos do Granito São João Batista.

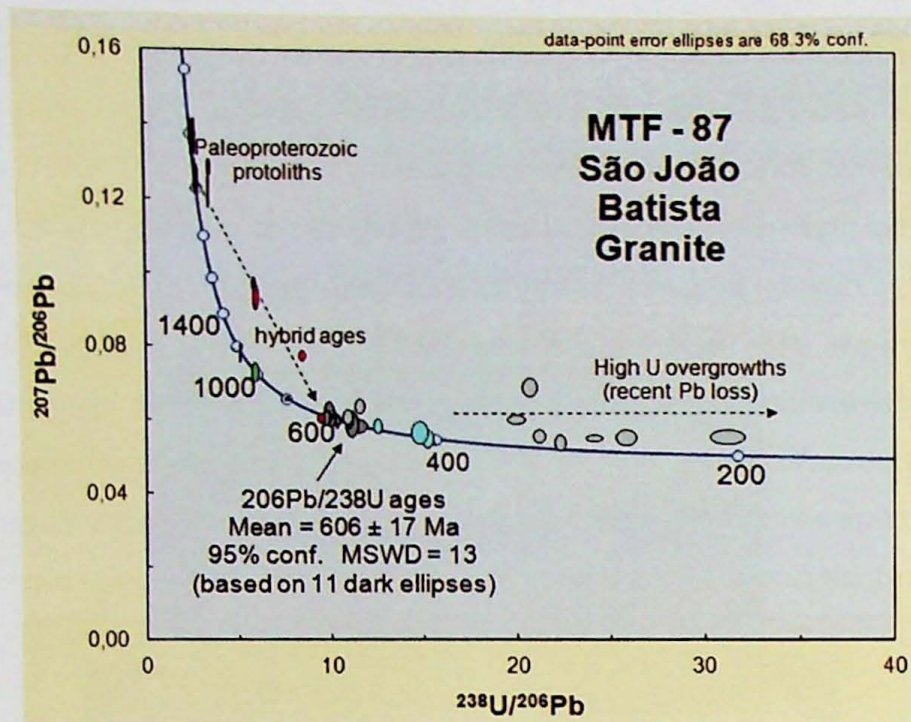


Figura 36: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do granito São João Batista. A idade de 606 Ma representa a provável idade de cristalização de colocação do corpo.

Granito Tijucas

No Granito Tijucas não há grandes distinções entre tipologias diferentes de zircão (figura 37). Caracteristicamente, os cristais são prismáticos e apresentam terminações piramidais, que por vezes podem estar suavizadas. Também são comuns terminações retas, partidas. O comprimento dos cristais é variável, havendo cristais mais compridos e alongados e outros curtos e mais largos. É comum aos cristais a presença de zoneamento, que pode ser regular ou não, podendo inclusive haver esta variação dentro do mesmo grão, com um zoneamento irregular no centro, ficando regular nas bordas e, especialmente, nas terminações piramidais. Entretanto são poucos os zircões que apresentam um núcleo herdado nos quais se distingue claramente truncaturas. A maioria dos cristais parece representar um evento único de cristalização, que está associado, nos cristais que apresentam cristalização sobre núcleos herdados, ao último evento de cristalização interpretado como a idade de cristalização das intrusões graníticas.

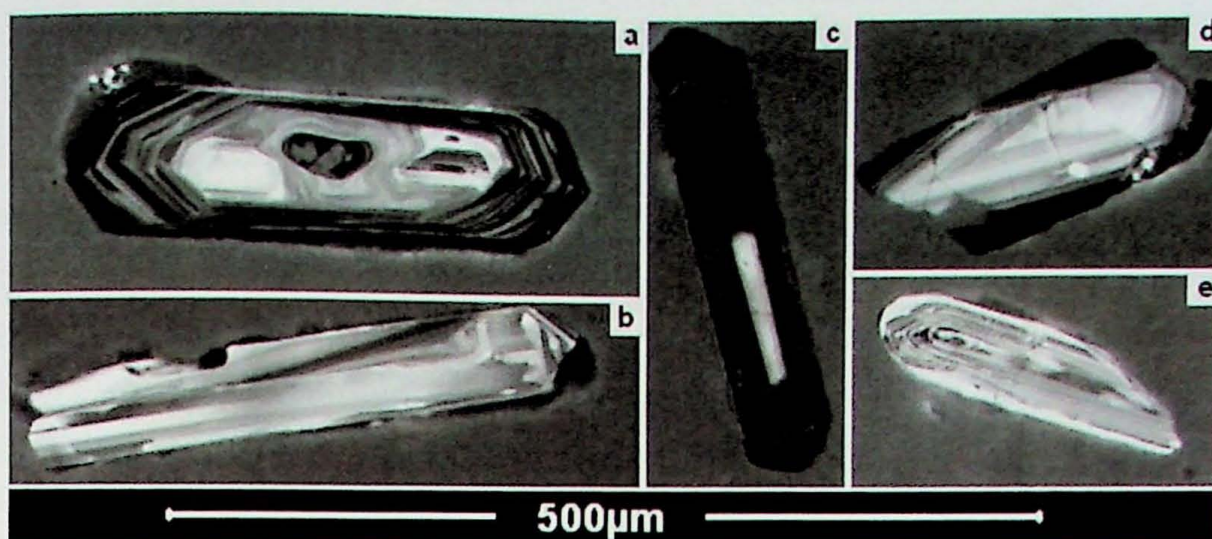


Figura 37: Tipologia dos cristais de zircão do Granito Tijuca: *a, b, e* são cristais prismáticos curtos, enquanto *b* e *c* são alongados; *d* apresenta núcleo herdado, com presença de truncatura, *a* e *c* também parecem conter núcleos, mas não apresentam truncatura; o zoneamento é irregular em *b* e *e*, e regular em *a* e *c*.

No Anexo 6 estão resumidas as informações obtidas a partir da datação de 39 *spots* dos zircões da amostra NT-76, pertencente ao Granito Tijuca. A figura 38 ilustra algumas das idades obtidas em cada cristal. Nos zircões do Granito Tijuca foram identificadas duas famílias principais de idades, ambas neoproterozoicas (figura 39). A mais antiga delas, com idade calculada em $627,1 \pm 7,5$ Ma foi obtida predominantemente em núcleos de cristais prismáticos, dos quais a maioria apresenta truncaturas com o restante do cristal, sugerindo que se tratam de núcleos herdados e posteriormente sobrecrescidos. Esta idade obtida é próxima da idade admitida para o vulcanismo félsico sintectônico do Grupo Brusque (da Silva *et al.* 2002a) e também representa um pico de idades obtidas dentre os zircões detríticos dos metassedimentos do Grupo Brusque (Basei *et al.* 2009). A idade mais recente, $601,3 \pm 5,4$ Ma, foi obtida em geral na borda dos zircões datados, e foi interpretada como a idade de cristalização e colocação do Granito Tijuca. Além destas duas populações foram obtidas duas idades paleoproterozoicas, por volta dos 2,1 Ga, em um cristal, que foram interpretadas como xenocristais do protólito. Por fim, também foi identificado um conjunto de idades jovens, concordantes e discordantes, cuja idade é incoerente com as evidências geológicas. Estas idades podem estar relacionadas a alguma perda de material ocasionada por aberturas recentes do sistema geocronológico.

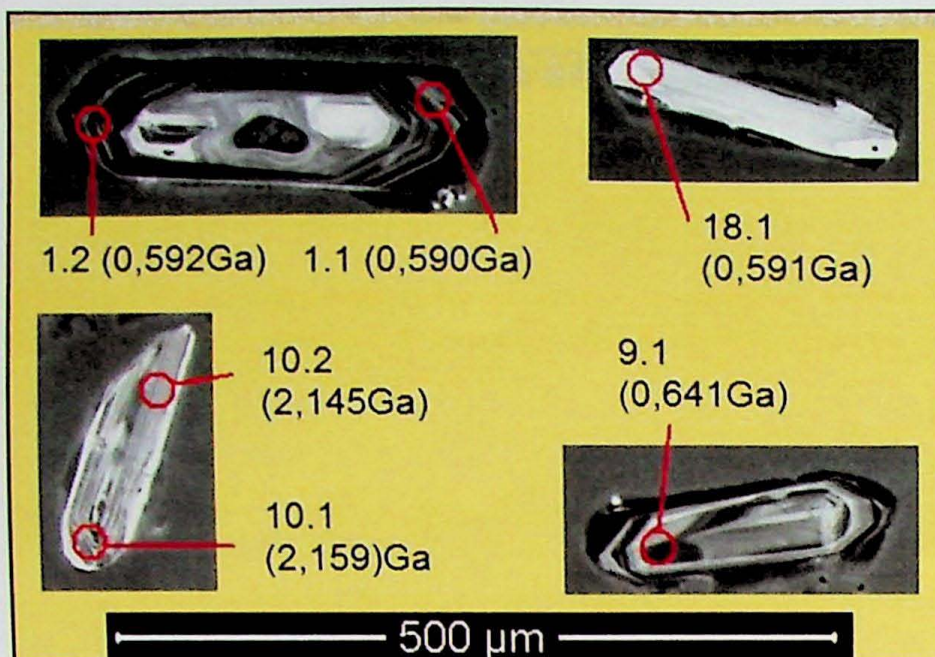


Figura 38: Alguns spots datados do Granito Tijucas: 1.1,1.2 e 18.1 foram utilizados no cálculo e representam a idade de cristalização do corpo; 9.1 pode indicar uma herança neoproterozóica, e 10.1 e 10.2 indicam a idade do protólito.

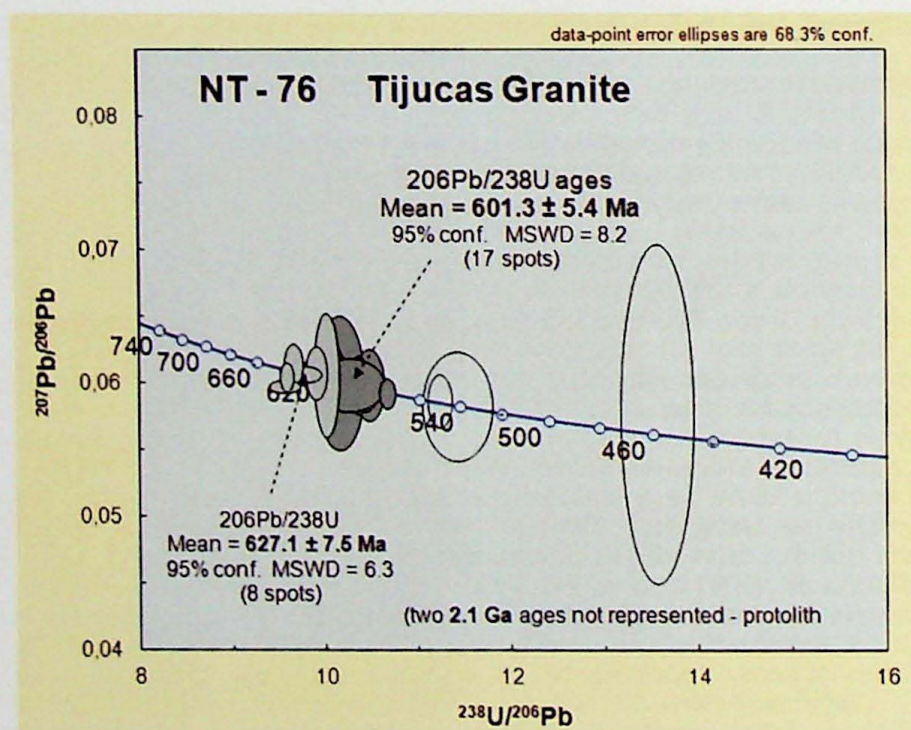


Figura 39: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do granito Tijucas. A idade de $601,3 \pm 5,4$ Ma representa a provável idade de cristalização de colocação do corpo, enquanto a idade de $627,1 \pm 7,5$ Ma representam uma herança neoproterozóica

Granito Catinga

Os zircões do Granito Catinga (figura 40) são, em geral, semelhantes aos do Granito Tijucas. Novamente, há amplo predomínio de cristais prismáticos com terminações piramidais, por vezes suavizadas ou partidas. Estes apresentam um hábito um pouco mais homogêneo do que os do Granito Tijucas, sendo, em sua maioria, mais curtos, pouco alongados. Novamente, o zoneamento nestes zircões é característico, podendo ser regular ou irregular, mas com predomínio de cristais que não apresentam herança em núcleos marcados por truncaturas ou discordâncias no zoneamento. Nos poucos cristais em que há presença de cristalização de zircão sobre núcleos herdados, estes também indicam altos teores de urânio, evidenciados por bordas escuras em imagens de catodoluminiscência. De maneira análoga ao Granito Tijucas, este sobrecrescimento, associado ao evento principal de cristalização de zircões nos cristais mais homogêneos, foi interpretado como sendo representativo da cristalização da rocha.

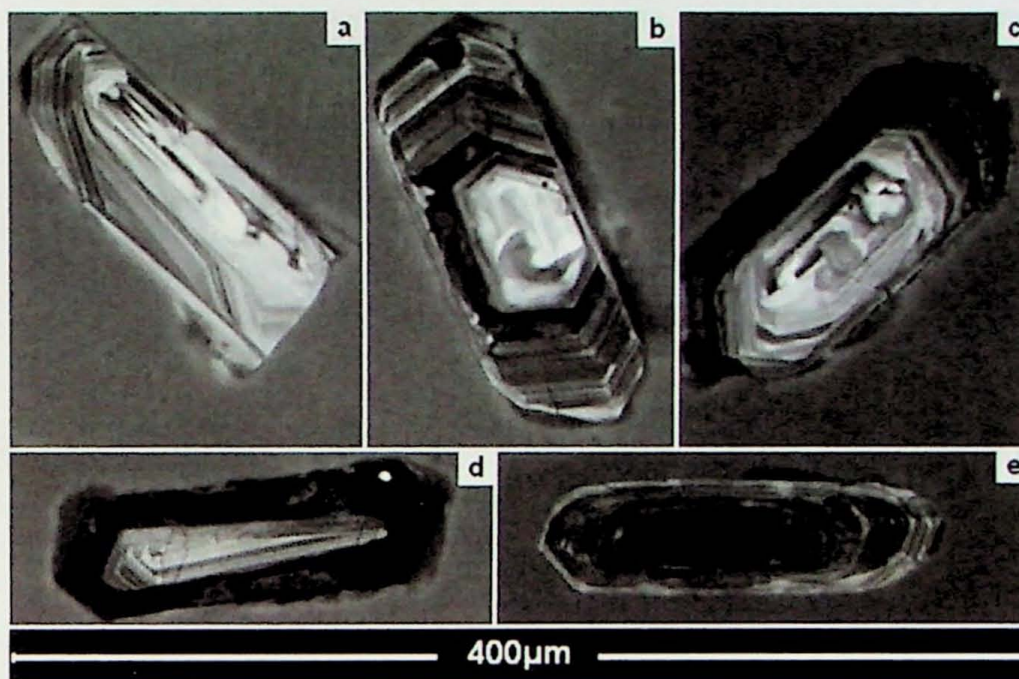


Figura 40: Tipologia dos cristais de zircão do Granito Catinga: predominam cristais prismáticos com terminações piramidais, como em b, c, d, e e ou partidas, como em a; b e d apresentam núcleos herdados, truncados; o zoneamento é regular em b, c, e e, e irregular em a.

Foram datados 39 *spots* nos zircões da amostra do Granito Aguti. As informações obtidas estão resumidas no Anexo 6, enquanto a figura 41 ilustra algumas das idades obtidas. A idade de $594,0 \pm 9,2$ Ma representada na figura 42 foi interpretada como a idade de cristalização e colocação do corpo Aguti, e foi calculada a partir dos dados obtidos que apresentaram concordância acima de 90%. Diversas das análises pontuais apresentaram concordância abaixo deste nível e não foram utilizados nos cálculos. Destes, muitas das idades obtidas são muito

joovens, apontando uma possível abertura do sistema, gerando perda de material, o que pode ser responsável pela baixa concordância destas análises. Três idades neoproterozoicas, com idades variando entre 635 e 638 Ma foram obtidas em núcleos de alguns dos cristais, e podem representar uma possível herança neoproterozoica.

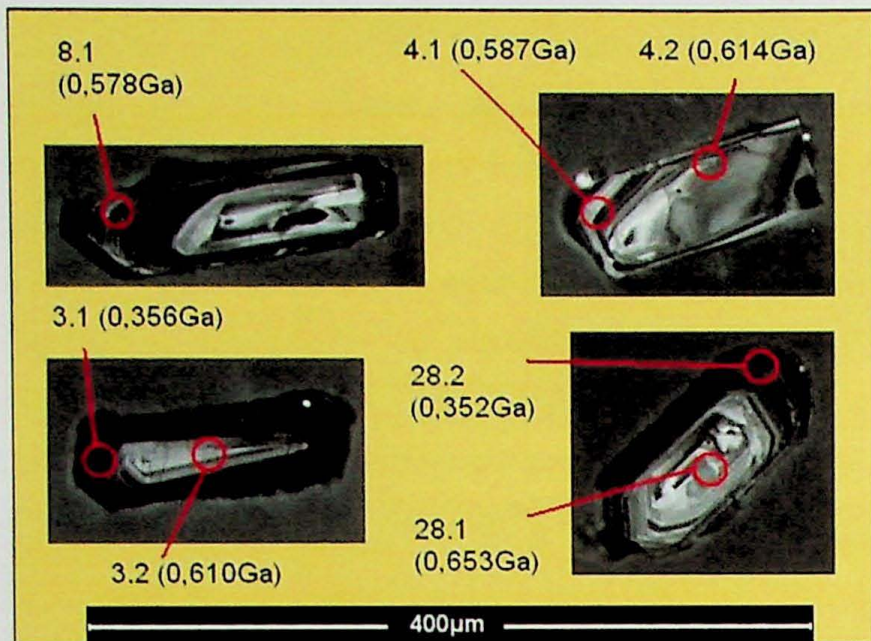


Figura 41: Alguns spots datados do Granito Aguti: 3.2, 4.1, 4.2 e 8.1 representam o evento principal de cristalização de foram utilizados no cálculo da idade; 28.1 é uma herança neoproterozoica, enquanto 3.1 e 28.2 representam bordas de sobrecrecimento que sofreram perda de material, resultando idades muito jovens e discordantes.

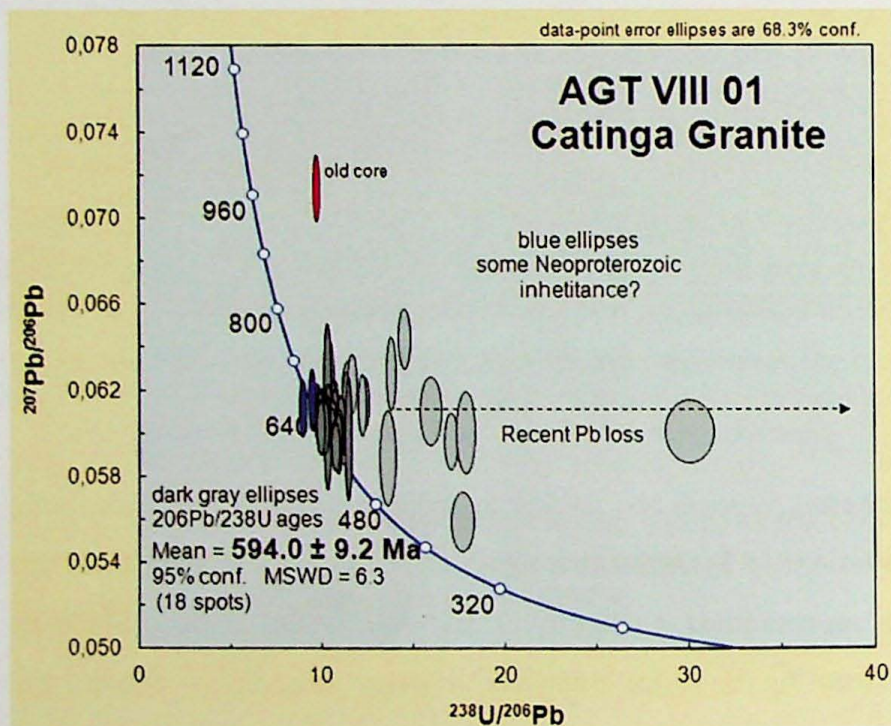


Figura 42: Diagrama U-Pb La-ICP-MS para zircões do Granito Catinga. A idade de $594,0 \pm 9,2$ Ma representa aprovável idade de cristalização de colocação do corpo.

7.5.3 A idade do magmatismo intrusivo no Grupo Brusque

As idades obtidas neste trabalho juntam-se às pertencentes à literatura, constituindo um amplo conjunto que permite situar seguramente o magmatismo intrusivo no Grupo Brusque em um intervalo de 20 milhões de anos, entre 610 e 590 Ma. Entretanto, devido ao curto intervalo de tempo, não é possível determinar apenas por meios radiométricos a sequência de cristalização das diferentes suítes que o compõem, pois as imprecisões das diferentes idades se sobrepõem, compreendendo todo este intervalo. Para determinar a idade relativa dentre estas diferentes suítes são utilizados, portanto, métodos de campo. Estes apontam uma tendência na qual a mais antiga das suítes é a São João Batista, que, em contato com a Suíte Valsungana, frequentemente apresenta contatos intrusivos desta naquela, embora contatos graduais pontuais apontem para algum período de contemporaneidade. A Suíte Valsungana, por sua vez, situa-se em posição intermediária. A mais nova das três é a suíte Nova Trento, que costuma ocorrer intrusivamente nas bordas do Batólito Valsungana Sul e inclusive em seu interior, o que a posiciona como a mais jovem das três suítes.

Ainda que esta relação de idades seja comumente observada em campo, nem sempre as feições diagnósticas estão presentes para todos os corpos estudados, fazendo com que as relações de idade possam por vezes se apresentar de maneira incerta ou mesmo contraditória. Isto se deve ao curto intervalo de tempo obtido para todo o evento magmático intrusivo no Grupo Brusque. Portanto, pode-se admitir de uma maneira geral uma idade média para este magmatismo de por volta de 600 Ma. Para os cálculos das idades-modelo deste trabalho foi utilizada a idade de 595 Ma, por ser um valor próximo ao das idades obtidas para os corpos graníticos mais volumosos, os dois Batólitos da Suíte Valsungana, o Granito Camboriú e o Granito Indaiá.

8 Conclusão

A integração dos resultados obtidos para cada um dos diferentes métodos utilizados neste estudo, discutidos anteriormente, pode fornecer algumas interpretações importantes. Neste capítulo será feita esta análise conjunta.

8.1 Divisão dos granitoides estudados em suítes

Na condução do estudo utilizou-se como base para a compartimentação das diferentes intrusões estudadas a divisão mais recente dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque, de Basei *et al.* (2006), que os divide nas Suítes São João Batista, Valsungana e Nova Trento. Com os novos dados obtidos neste trabalho, é possível avaliar e refinar esta divisão.

De uma maneira geral a divisão das suítes é coerente, levando em consideração os diversos aspectos mineralógicos, texturais, geoquímicos e isotópicos. Para a maioria dos corpos estudados, a suíte a qual ele pertence pode ser identificado macroscopicamente, e em diversos dos gráficos geoquímicos e isotópicos confeccionados (tais como diagramas de dispersão tipo Harker, A/CNK, ENd x Tempo, etc.) a identificação de *trends* marcados para cada uma das suítes, seja pela definição de campos próprios na área de plotagem ou por correlações lineares entre os valores de uma mesma suíte, atestam a consistência da divisão seguida. Entretanto, a grande quantidade de corpos divididos em um número restrito de suítes faz com que, em alguns casos, dentro de uma mesma suíte haja características diagnósticas para corpos distintos. Infelizmente este estudo, apesar de tratar com uma grande quantidade de dados, não conta com análises em todos os corpos intrusivos, que permitiriam uma divisão formal em mais unidades, mas algumas tendências foram observadas, e serão discutidas individualmente a seguir a partir da análise de cada uma das suítes.

8.1.1 Suíte São João Batista

A mais antiga das três suítes e também a mais heterogênea delas, engloba uma série de intrusões que, macroscopicamente, são caracterizados por serem isotrópicos, hololeucocráticos, apresentarem uma granulação média a fina equigranular e conterem, em quantidades variáveis, minerais aluminosos, tais como muscovita, granada e turmalina, além de fluorita como um importante acessório tardi- a pós-magmático. Observa-se, porém, uma variedade de corpos com características distintivas, tais como apontado pela identificação de fácies petrográficas, de acordo com a mineralogia máfica: fácies com muscovita como principal mineral máfico; fácies com biotita como principal mineral máfico e muscovita como acessório; e fácies com turmalina como principal mineral máfico e ausência de micas. A heterogeneidade é também constatada nos diversos gráficos geoquímicos e isotópicos, embora neles a identificação de tendências distintas dentro da suíte não seja tão evidente. Ainda assim é possível reconhecer que a divisão de fácies estabelecida petrograficamente parece ter algum respaldo, em maior ou menor grau, nas análises em rocha total, como nos diagramas multielementares para os ETR e em alguns dos diagramas de dispersão.

Neste contexto, o corpo São João Batista aparece isolado tanto em sua mineralogia específica, muito rica em muscovita, quanto como o mais heterogêneo dos corpos nas análises em rocha total, e pode ser admitido como um corpo distinto dos demais. Os Granitos Catinga e Tijucas, marcados na suíte pela presença de muscovita como acessório apresentam comportamento geoquímico semelhante e, podem compor uma segunda tendência, um pouco

mais rica em sílica e enriquecida em ferro que as demais intrusões. Petrograficamente, o Granito Rio do Alho se encaixa nesta tendência, pois também possui muscovita como mineral acessório. Geoquimicamente, entretanto, sua relação com os Granitos Catinga e Tijucas é incerta, e em parte se assemelha a granitos da Suíte Nova Trento, se posicionando muito próximo às correlações observadas para esta Suíte nos diagramas isotópicos, em especial nos de dispersão TDM x ϵNd , ϵSr x ϵNd e $\% \text{SiO}_2$ x $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$. Não fica muito clara, portanto, a qual suíte o Granito Rio do Alho se adéqua melhor. Os granitos Oliveiras e Ponta do Engodo, que possuem uma mineralogia característica, não contaram com análises geoquímicas e não podem ser caracterizadas com mais detalhe.

8.1.2 *Suíte Valsungana*

A suíte que concentra a grande maioria do volume magmático intrusivo no Grupo Brusque é a mais bem definida das três, o que se deve, sem dúvida, ao fato de contar com menos e maiores intrusões e ter características macroscópicas muito marcantes, concentrando assim rochas mais semelhantes entre si. Macroscopicamente apresenta uma textura porfirítica diagnóstica, com megacristais de feldspato alcalino em uma matriz grossa, e contém até 10% de biotita. Tipicamente apresenta foliações de fluxo magmático e de estado sólido. Nas análises em rocha total esta suíte também é a que apresenta uma maior homogeneidade, constituindo os campos mais concentrados nos diagramas geoquímicos e as tendências mais visíveis nos diagramas isotópicos, em especial no diagrama ϵNd x Tempo.

A maior variação observada para as intrusões desta suíte é um comportamento por vezes inesperado do Batólito Valsungana Norte, contrastante com o restante dos corpos estudados tanto em termos de coloração do feldspato alcalino, avermelhado ao invés do branco usual, quanto em parâmetros geoquímicos, nos quais ele se apresenta mais aluminoso e magnésiano do que os demais. Outra diferença marcante é no comportamento de seus ETRs, que, ao contrário do restante da suíte, não apresenta anomalias negativas de Eu. Entretanto, estas diferenças são pequenas quando comparadas com as diversas semelhanças deste corpo com os demais.

8.1.3 *Suíte Nova Trento*

Na Suíte Nova Trento são reunidos granitos caracteristicamente finos a médios inequigranulares seriados, por vezes aproximando-se de uma textura porfirítica, com até 10% de biotita e podendo apresentar uma discreta foliação de fluxo magmático. De uma forma geral, as rochas desta suíte são mais heterogêneas do que as da Suíte Valsungana, mas menos do que as da

Suíte São João Batista, tanto em um contexto petrográfico quanto geoquímico-isotópico. Nos diagramas confeccionados costumam apresentar tendências marcadas, porém mais discretas do que as da Suíte Valsungana. Apesar desta variação, a suíte parece bem definida, e pode-se especular que ao menos em parte esta variação ocorre devido ao número maior de corpos reunidos na suíte.

A exceção nesta suíte é o Granito Faxinal, que difere do restante das intrusões tanto em termos petrográficos, pela presença de hornblenda como mineral máfico principal, quanto em termos geoquímicos, nos quais os seus baixos teores de sílica (próximos a 60%) e sua natureza marcadamente magnesianas o distinguem visivelmente. Este corpo, juntamente com o Granito Gaspar, já foi considerado como uma suíte separada das demais (Basei, 2000), mas nos trabalhos mais recentes ambos vinham sendo incluídos na Suíte Nova Trento.

Outro conjunto de dados discrepante dos demais da suíte foi observado nos diagramas isotópicos que apresentam a variação de ϵ_{Nd} . Neles, os valores referentes ao granito Indaiá apresentaram uma tendência evolutiva distinta dos demais, com uma discreta inclinação negativa, ao invés da marcada inclinação positiva definida pelo restante das amostras analisadas, o que indica um caminho evolutivo para o sistema Sm-Nd diferente do padrão desta suíte. Contudo, o restante das análises em rocha total e petrográficas desta suíte não apontam distinções deste corpo para os demais, de forma com que estas evidências, por si só, não são suficientes para propor uma divisão entre o Granito Indaiá e o restante da Suíte Nova Trento.

8.2 Fontes, origem e evolução do magmatismo

Os protólitos do magmatismo intrusivo do Grupo Brusque foram interpretados como sendo pertencentes à crosta superior de acordo com os parâmetros petrogenéticos isotópicos. Os diagramas comparativos ϵ_{Sr} x ϵ_{Nd} e ϵ_{Nd} x Tempo entre as litologias estudadas e o restante das unidades que compõem o Cinturão Dom Feliciano no estado de Santa Catarina apontam que provavelmente estas rochas-fonte são os metassedimentos do Grupo Brusque e, em maior grau, os gnaisses e migmatitos do seu embasamento, o Complexo Camboriú. As idades-modelo médias, de cerca de 2.0 Ga, são um pouco mais antigas do que as idades típicas para as demais rochas do Grupo Brusque e indicam uma idade paleoproterozoica para a exumação mantélica das rochas-fonte dos magmas. Esta idade é próxima à idade admitida para o próprio Complexo Camboriú, embora as idades-modelo deste sejam mais antigas, em geral entre 2,5 e 3,5Ga. Neste contexto, as idades TDM obtidas para os granitoides estudados poderiam ser resultantes de uma

contribuição mista entre as rochas do Grupo Brusque e do Complexo Camboriú resultando em idades híbridas.

A fusão de rochas de prolongada residência crustal explica a composição granítica muito diferenciada dos magmas, com valores de até 80% de SiO₂ e de até 7% de K₂O. A contribuição dos protólitos metassedimentares para a geração dos magmas aparentemente foi variável. Os diagramas isotópicos comparativos, associados aos valores menos negativos de ϵ_{Nd} da Suíte Valsungana, apontam que esta teve menor assimilação de rochas metassedimentares, ao passo que as Suítes Nova Trento e, especialmente, São João Batista devem ter contado com quantidades mais expressivas da fusão destas rochas. Em termos geoquímicos, isto se reflete pela composição mais aluminosa destas duas suítes, que chegam a apresentar muscovita como mineral acessório em ambas as suítes e como constituinte associada a granada e turmalina na Suíte São João Batista. A contribuição de metassedimentos é confirmada pela análise dos zircões do Granito São João Batista, ricos em núcleos herdados, com formato arredondado característico de grãos detríticos, e apresentando idades que são compatíveis com os picos de histogramas para zircões detríticos do Grupo Brusque (Basei *et al.* 2008a).

Foi constatada para as Suítes Valsungana e Nova Trento uma afinidade nos diversos diagramas geoquímicos e, especialmente, isotópicos, o que leva à conclusão que a segunda é, ao menos em parte, resultado do fracionamento da cristalização da primeira, com uma provável contribuição adicional de material metassedimentar. A provável razão para que esta relação apareça mais visivelmente nos diagramas isotópicos do que nos geoquímicos é a diferença entre estas suítes em seu teor de sílica, o que é resultado deste fracionamento e que leva a uma distinção mais marcante entre os campos composicionais das duas suítes, o que não ocorre nos diagramas isotópicos, que, em sua maioria, não levam em consideração o teor de sílica da rocha, e cujos parâmetros não são afetados por este enriquecimento.

A evolução do magmatismo intrusivo no Grupo Brusque pode ser traçado de acordo com as características das distintas suítes estudadas. Os dados radiométricos apontam que as três foram geradas concomitantemente, porém os dados isotópicos deixam claro que elas se desenvolveram em níveis crustais distintos, resultando em uma colocação diacrônica para um mesmo nível crustal, o que pode ser reconhecido pelos critérios de campo que foram responsáveis pela organização cronológica destas suítes.

A Suíte São João Batista, deve ter se iniciado com a geração de diversos bolsões magmáticos a partir de fusão parcial em ambiente crustal raso. Estes bolsões provavelmente

evoluíram individualmente, isolados uns dos outros, como é indicado pela ausência de correlações na maioria dos diagramas desta suíte. Este magmatismo foi pouco intenso e, por ter se desenvolvido localizadamente, contou com uma grande variedade de rochas-fonte dentre as coberturas supracrustais do Grupo Brusque e seu embasamento gnaisse-migmatítico, em proporções variadas, resultando numa suíte heterogênea.

Ao mesmo tempo, mas em um nível crustal mais profundo, deu-se o grande evento magmático responsável pela geração da Suíte Valsungana. Imensas quantidades de magma foram geradas, provavelmente a partir da fusão parcial de crosta ligeiramente mais profunda do que no evento anterior, destacando-se aí a importância do Complexo Camboriú dentre os possíveis protólitos. Este magmatismo deve ter gerado um grande bolsão magmático que teve sua composição homogeneizada, e cuja cristalização iniciou-se ainda em nível crustal mais profundo, durante a qual houve relativamente pouca contribuição de material proveniente do Grupo Brusque, como indicado pela relação de sílica com a razão inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Em algum momento da evolução deste magmatismo, o bolsão principal pode ter se dividido em dois, os quais se desenvolveram paralelamente. Como resultado deste evento gerou-se a Suíte Valsungana, muito homogênea e constituída por dois batólitos e alguns corpos menores. Posteriormente, a migração deste magma para níveis crustais superiores gerou as relações de contato intrusivo destes nos corpos da Suíte São João Batista.

A terceira suíte granítica, Nova Trento, aparentemente foi gerada a partir da evolução fracionada do extenso magmatismo da Suíte Valsungana, como é apontado pela correlação marcante em diversos diagramas geoquímicos e isotópicos de dispersão. A maior heterogeneidade desta suíte, entretanto, indica que esta evolução pode ter sido fragmentada, dividida em câmaras localizadas que provavelmente sofreram contaminação de rochas metassedimentares, como apontado pelos diagramas isotópicos e pela própria composição geoquímica destas rochas, o que contribuiu para aumentar a heterogeneidade desta suíte. A evolução destes diversos corpos a partir do fracionamento do evento magmático principal explica a constante presença das rochas desta suíte ao longo das bordas e no interior dos batólitos da Suíte Valsungana.

8.3 Contexto tectono-estrutural e colocação das intrusões

As estruturas observadas nas intrusões estudadas parecem estar concordantes com a deformação regional observada no Grupo Brusque, em especial a alongação dos corpos na direção NE-SW. O intenso magmatismo intrusivo na sequência metavulcanossedimentar é reconhecido como associado ao clímax térmico do metamorfismo do Grupo Brusque, com o desenvolvimento

de auréolas de contato ao redor dos corpos. Este metamorfismo apresenta, em geral, caráter post-tectônico à principal fase de deformação destas rochas, a D2, e tardia a fase D3, responsável pelas megadobras do Grupo Brusque (Basei 2000, Basei *et al.* 2011).

A influência desta fase D3 pode ser constatada nos estudos de anisotropia de susceptibilidade magnética de Steenken *et al.* (2007) e deste trabalho, que apontam para a influência de uma fase de deformação com eixo NE-SW e baixo ângulo de mergulho na orientação do fluxo, a qual é consistente com o eixo das megadobras vergentes para NW do Grupo Brusque. Esta fase de deformação pode ser, portanto, responsável por “condicionar” o fluxo magmático da Suíte Valsungana, tal como observado frequentemente em campo. Entretanto, a constatação de uma crenulação na foliação de fluxo magmático, observada no *stock* Camboriú, aponta para um influência de uma fase adicional, que é concordante com a D4 regional, que se apresenta como crenulações subverticais conjugadas, com vergência tanto para NW quanto para SE. O evento intrusivo, portanto, pode ser caracterizado como de colocação ainda associada a fase de deformação D3 (dobras inversas com vergência NW) e coexistente com as crenulações da fase D4 (fases tardias conjugadas), ambas ainda durante o estágio plástico da intrusão. Desta forma, pode-se sugerir que os eventos deformacionais do Grupo Brusque ocorreram ao longo de um curto período de tempo, o que também foi sugerido por Basei *et al.* (2011).

8.4 Implicações do magmatismo granítico no modelo evolutivo do Grupo Brusque

Este trabalho focou na caracterização e na análise do magmatismo intrusivo no Grupo Brusque, visando compreender e interpretar o contexto tectônico responsável pela sua formação. Naturalmente, a formulação de um modelo tectônico regional não pode basear-se apenas a partir da análise de uma de suas unidades constituintes e, portanto, qualquer proposta do tipo no âmbito deste trabalho seria passível de críticas. Entretanto, algumas conclusões podem ser tiradas deste estudo, e que são importantes contribuições para a compreensão da história geológica do Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina.

Fica claro que houve um aumento de temperatura regional do Grupo Brusque, muito importante por volta de 600 Ma, responsável por gerar o expressivo volume de magmatismo que intrudiu os metassedimentos dobrados e metamorfisados ao longo de todo o Grupo Brusque. A evolução metamórfica apontada pelas paragêneses constatadas no Grupo Brusque indicam que as condições de pressão não acompanharam este desenvolvimento térmico, caracterizando um metamorfismo típico de fácies *hornfels*. Considerando-se as características do metamorfismo de baixa pressão associada à intensidade do magmatismo, um ambiente de retro-arco pode ser

sugerido. Esta alternativa corrobora o modelo proposto originalmente para o Cinturão Dom Feliciano (Fragoso Cesar, 1980). Entretanto, trabalhos mais recentes (Basei *et al.* 2000, 2011), que levam em conta o conjunto de dados disponíveis para o cinturão, propuseram um modelo distinto, apontando uma subducção de placa oceânica de NW para SE como responsável para a formação desta faixa móvel, o que impede o posicionamento do Grupo Brusque em uma posição de *back-arc*. A diferença marcante entre a assinatura isotópica do Batólito Florianópolis e dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque, demonstrada neste trabalho, corrobora com esta hipótese, pois é incompatível com um modelo de arco vulcânico e magmatismo de retro-arco, respectivamente, que apresentariam semelhanças entre si em termos de ambiente isotópico.

Desta forma, esta discussão terá de ser mantida em aberto por hora, à espera de novos estudos que possam resolvê-la definitivamente. Não restam dúvidas, entretanto, que a solução da questão passa pela compreensão das causas que levaram ao pico térmico responsável pelo magmatismo intrusivo no Grupo Brusque.

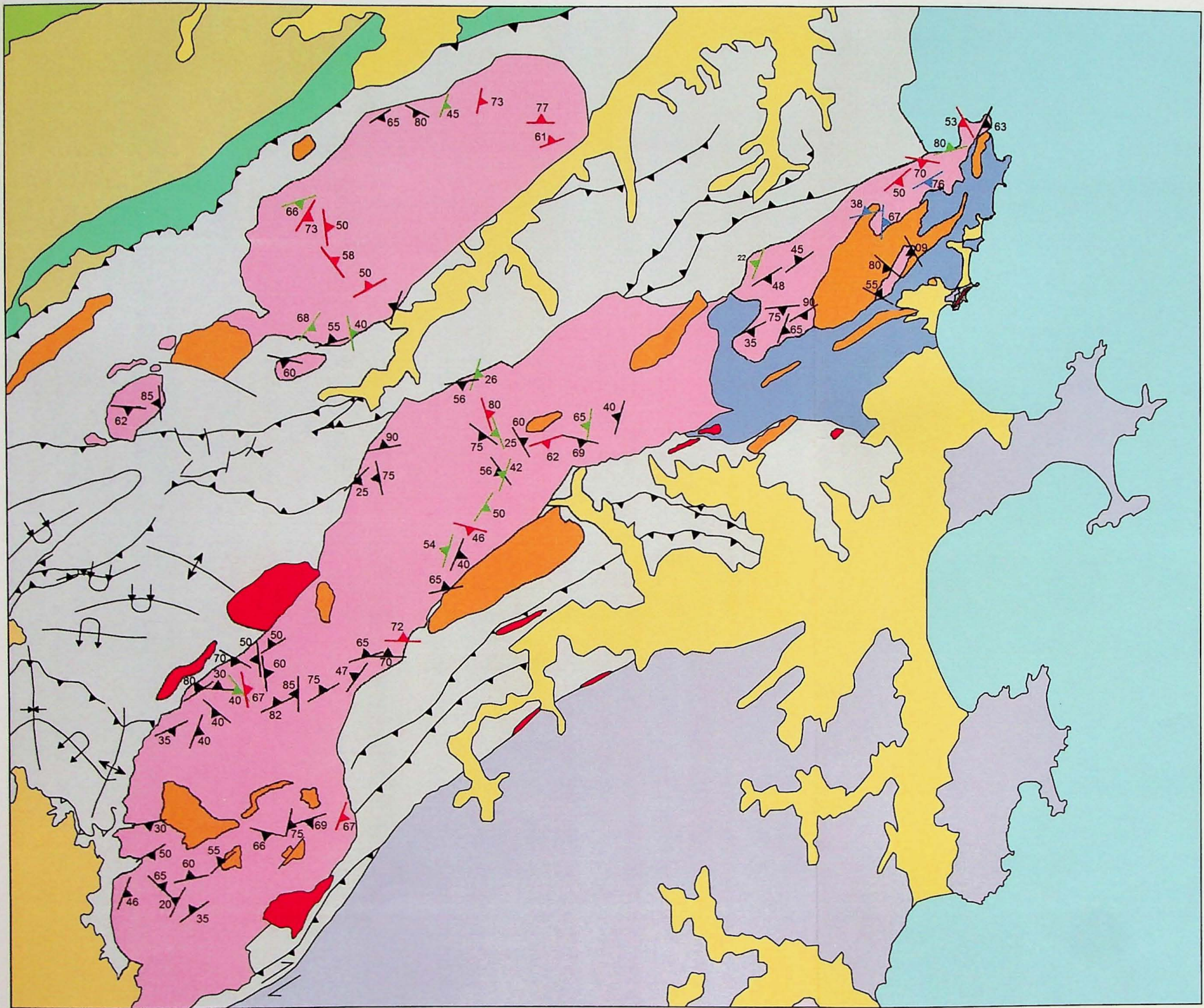
9 Referência Bibliográfica

- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces; an introduction. *Earth-Science Reviews* **17**: 1-29.
- Basei M.A.S. 1985. O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 191 p.
- Basei M.A.S. 2000. Geologia e Modelagem Geotectônica dos Terrenos Pré-Cambrianos das Regiões Sul-oriental brasileira e Uruguia: possíveis correlações com províncias similares do sudoeste africano. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 124 p.
- Basei M.A.S., Siga Jr. O., Masquelin H., Harara O.M., Reis Neto J.M., Preciozzi P. 2000. The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and its foreland domain, the Rio de La Plata Craton: Framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of southwestern Africa. *In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (eds.) Tectonic evolution of South America. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, p.: 311-334.*
- Basei M.A.S., Campos Neto M.C., Castro N.A., Santos P.R., Siga Jr. O., Passarelli C.R. 2006. Mapa Geológico 1:100.000 das Folhas Brusque e Vidal Ramos, SC, Convênio USP-CPRM. *In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, SE. Anais, CD-ROM.*
- Basei M.A.S., Frimmel H.E., Nutman A.P., Preciozzi F. 2008a. West Gondwana amalgamation based on detrital zircon ages from Neoproterozoic Ribeira and Dom Feliciano belts of South America and comparison with coeval sequences from SWAfrica. *In: Pankhurst R.J., Trouw R.A.J., de Brito Neves B.B., de Wit M.J. (Eds.) West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. Geological Society London, Special Publication, vol. 294, p.: 239-256.*
- Basei M.A.S., Grasso C., Vlach S.R.F., Nutman A.P., Siga Jr. O., Osako L.S., 2008b. A-type rift-related granite and the Lower Cryogenian age for the beginning of the Brusque Belt basin. *In: VI South American Symposium on Isotope Geology, San Carlos de Bariloche, Argentina. Proceedings, CD-ROM.*
- Basei M.A.S., Nutman A., Siga Jr. O., Passarelli C.R., Drukas C.O., 2009. The Evolution and Tectonic Setting of the Luis Alves Microplate of Southeastern Brazil: An Exotic Terrane during the Assembly of Western Gondwana. *Developments in Precambrian Geology* **16**: 273-291.
- Basei M.A.S., Brito Neves B.B., Siga Jr. O., Babinsky M., Pimentel M.M., Tassinari C.C.G., Hollanda M.H.B., Nutman A., Cordani U.G. 2010. Contribution of SHRIMP U–Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts. *Precambrian Research* **183**: 112-144.
- Basei M.A.S., Campos Neto M.C., Castro N.A., Nutman A., Wemmer K., Yamamoto M.T., Hueck M., Osako L., Siga Jr. O., Passarelli C.R. 2011. (*Em impressão*) Tectonic evolution of the Brusque Group, Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* **XX**, 1-27.
- Bonin B. 2007. A-type granites and related rocks: Evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos* **97**: 1–29.
- Borradaile G.J., Henry B. 1997. Tectonic applications of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth Science Reviews* **42**: 49-93.
- Caldasso A.L.S., Camozzato E., Ramgrab G.E., Silva M.A.S. 1988. Os granitoides Valsungana, Guabiruba e Faxinal no contexto dos metamorfitos do Complexo Brusque, Santa Catarina. *In: XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Belém. Resumos, p.: 1104-1116.*
- Caldasso A.L.S., Krebs A.S.J., Silva M.A.S., Camozzato E., Ramgrab G.E. 1995a. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos 1: 100.000; Folha Brusque (SG-22-Z-D-II-1), SC. CPRM, Brasília, 243pp.
- Caldasso A.L.S., Krebs A.S.J., da Silva M.A.S., Camozzato E., Ramgrab G.E. 1995b. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos 1: 100.000; Folha Botuverá (SG-22-Z-D-I-2), SC. CPRM, Brasília, 303pp.

- Castro N. A. 1997. Contribuição ao conhecimento geológico-metalogenético associado aos granitoides do Grupo Brusque (SC) com base em informações geológicas, aerogramas espectrométricas e LANDSAT/TM. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 139p.
- Castro N.A., Basei M.A.S., Crósta A.P. 1999. The W(Sn-Mo) specialized Catinga and other intrusive granitoids in the Brusque group, Neoproterozoic of the state of Santa Catarina, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* **29**: 17-26.
- DePaolo D. 1981. Crustal growth and mantle evolution: inferences from models of element transport and Nd and Sr. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **44**: 1185-1196.
- Drukas C.O. 2009. Estratigrafia, estudos magnéticos e proveniência da Bacia do Itajaí, SC. Trabalho de Formatura em Geologia, Universidade de São Paulo, 68p.
- Fragoso Cesar A.R.S. 1980. O Cráton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul Riograndense. In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, p.: 2879-2892.
- Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. 2001. A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology* **42**: 2033-2048.
- Guadagnin F., Chemale Jr. F., Dussin I.A., Jelinek A.R., Santos M.N., Borba, M.L., Justino D., Bertotti A.L., Alessandretti L. 2010. Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation. *Precambrian Research* **180**: 156-182.
- Grasso C.B. 2003. Características Petrográficas, Geoquímicas e Geocronológicas de granitoides intrusivos no Complexo Metamórfico Brusque. Trabalho de Formatura em Geologia, Universidade de São Paulo, 49 p.
- Hartmann L.A., Bitencourt M.F., Santos J.O.S., McNaughton N.J., Rivera C.B., Betiollo L. 2003. Prolonged Paleoproterozoic magmatic participation in the Neoproterozoic Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Brazil, based on zircon U-Pb SHRIMP geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* **16**: 477-492.
- Heilbron M., Pedrosa e Soares A.C., Campos Neto M.C., Silva L.C., Trouw R.A.J., Janasi V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: Mantesso e Neto V., Bartorelli A., Dal Ré Carneiro C., Brito-Neves B.B. (eds.), *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca, São Paulo, p.: 203-235.
- Hueck M., Basei M.A.S., da Silva M.E. 2010a. Isotopic research on intrusive granitoids of the Brusque Group, Santa Catarina, Brazil. In: VII South American Symposium on Isotope Geology, Brasília, Brasil. Proceedings, CD-ROM.
- Hueck M., Basei M.A.S., da Silva M.E. 2010b. Estudos geocronológicos, geoquímicos, isotópicos e de anisotropia de suscetibilidade magnética dos granitoides intrusivos no Grupo Brusque – SC. In: 45º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, PA. Anais, CD-ROM.
- Lameyre J., Bowden P. 1982. Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **14**: 169-186.
- Lopes A.P. 2008. Geologia do Complexo Camboriú, SC. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade de São Paulo, 102p.
- Morad S., El-Ghali M. A. K., Cajá M. A., Sirat M., Al-Ramadan K., Mansuberg H. 2010. Hydrothermal alteration of plagioclase in granitic rocks from Proterozoic basement of SE Sweden. *Geological Journal*, **45**: 105-116.
- Passarelli C.R., Basei M.A.S., Wemmer K., Siga Jr. O., Oyhantçabal P. 2011. Major Shear Zones of southern Brazil and Uruguay: escape tectonics in the eastern border of Rio de La Plata and Paranapanema cratons during the Western Gondwana amalgamation. *International Journal of Earth Sciences* **100**: 391-414.
- Pearce J.A., Harris, M.B.W., Tindle A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**: 956-983.

- Perrotta M.M.; Salvador E.D.; Lopes R.C.; D'Agostino L.Z.; Wildner W.; Ramgrab G. E.; Peruffo N.; Freitas M.A.; Gomes S.D.; Chierigati L. A.; Silva L.C.; Sachs L.L.B.; Silva V.A.; Batista I.H.; Marcondes P.E.P. 2004. Folha Curitiba SG-22. In: Schobbenhaus C.; Gonçalves J.H.; Santos J.O.S.; Abram M.B.; Leão Neto R.; Matos G.M.M., Vidotti R.M., Ramos M.A.B., de Jesus J.D.A. (eds.). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília. CD-ROM.
- Shand S. J. 1943. *Eruptive Rocks*. Wiley, New York. 444pp.
- Da Silva L.C., Dias A.A. 1981. Projeto Timbó-Barra Velha. DNPM/CPRM, Porto Alegre, 282pp.
- Da Silva L.C., Hartmann L.A., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 2000. Zircon U-Pb SHRIMP dates Neoproterozoic overprinting in Paleoproterozoic granitic-gneissic terranes, southern Brazil. *American Mineralogist*, **85**: 649-667.
- Da Silva L.C., Armstrong R., Pimentel M.M., Scandola J., Ramgrab G., Wildner W., Angeli L.A.A., Vasconcelos A.M., Rizzoto G., Quadros M.L.E.S., Sander A., Rosa A.L.Z., 2002a. Reavaliação de evolução geológica em terrenos pré-cambrianos brasileiros com base em novos dados U-Pb SHRIMP, Parte III: províncias Borborema, Mantiqueira Meridional e Rio Negro-Juruena. *Revista Brasileira de Geociências* **32**: 529-544.
- Da Silva L.C., McNaughton N.J., Santos J.O.S. 2002b. Datações U-Pb SHRIMP do vulcanismo félsico na Bacia Brusque, Orógeno Pelotas, SC. In: 41º Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa, PB. Anais, p.: 510.
- Da Silva L.C., McNaughton N.J., Hartman L.A., Fletcher, I.R. 2003. Contrasting zircon growth patterns in Neoproterozoic granites in southern Brazil revealed by SHRIMP U-Pb analysis and SEM imaging: consequences for the discrimination of emplacement and inheritance ages (Preliminary Approach). In: 4th South America Symposium on Isotope Geology, Salvador, Brasil. Proceedings, 687-690.
- Da Silva L.C., McNaughton N.J., Armstrong R., Hartman L.A. Fletcher I.R. 2005. The neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U-Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens. *Precambrian Research* **136**: 203-240.
- Stacey J.S., Kramers J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Sciences*, **26**: 207-221.
- Steenken A., Basei M.A.S., López de Luchi M.G. 2007. Magnetic fabrics on the syn- to post-orogenic granite suites of the Brusque metamorphic complex (Dom Felixciano belt, Santa Catarina, Brasil). In: V Congresso Geológico Uruguayo, Montevideo. Actas, CD-ROM.
- Tarling D. H., Hrouda F. 1993. *The magnetic anisotropy of rocks*. Springer, London, 217pp.
- Taylor S.R., McLennan, S.M. 1985. The continental crust: Its composition and evolution. *Geological Magazine* **122**: 673-674.
- Trainini D.R., Dias A.A., Krebs A.S.J., Souza E.C., Capeletti I., Toniolo J.A., Silva L.C., Silva M.A.S. 1978. Projeto Vidal Ramos e Biguaçu. DNPM/CPRM, Porto Alegre. 303pp.
- Vlach S.R.F., Basei M.A.S., Castro N.A. 2009. Idade U-Th-Pb de monazita por microsonda eletrônica do Granito Nova Trento, Grupo Brusque, SC. In: Simpósio 45 anos de Geocronologia no Brasil, São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos, 325-327.
- Yamamoto M. T. 2010. Geologia, proveniência e geoquímica isotópica da sequência metavulcanossedimentar do Grupo Brusque no Estado de Santa Catarina. Trabalho de Formatura em Geologia, Universidade de São Paulo, 40 p.

ANEXO 1 – Mapa de foliações



Unidades Lito-tectônicas

- Cobertura Quaternária
- Bacia do Paraná

Domínio Externo

- Grupo Itajaí
- Complexo Gnáissico Migmatítico São Miguel

Domínio Central

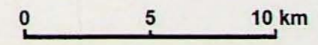
- Suíte granítica Nova Trento
- Suíte granítica Valsungana
- Suíte granítica São João Batista
- Complexo Camboriu
- Grupo Brusque

Domínio Interno

- Batólito Florianópolis

Estruturas

- Foliação de fluxo magmático
- Foliação de estado sólido
- Foliação de fluxo magmático e foliação de estado sólido paralelas
- Foliação indiferenciada
- Cavalgamentos
- Falhas transcorrentes
- Anticlinais
- Anticlinais inversas
- Sinclinais
- Sinclinais inversas



ANEXO 2 – Tabela de dados de Anisotropia de
susceptibilidade magnética

Afloramento	Unidade	N	K	P'	K1	K2	K3	Lin. Magn.	Fol. Magn.
MAGB-01	Granito Camboriú	19	1.36E-02	1.372	226/11	044/79	136/01	226/11	316/89
MAGB-02	Granito Camboriú	32	6.11E-04	1.089	205/18	321/55	105/30	205/18	185/60
MAGB-03	Granito Camboriú	15	3.42E-03	1.134	226/13	081/74	318/09	226/13	138/81
MAGB-04	Granito Serra dos Macacos	16	6.81E-03	1.235	234/04	340/77	143/12	234/04	323/78
MAGB-05	Granito Serra dos Macacos	20	1.07E-03	1.124	254/22	351/17	115/62	254/22	295/28
MAGB-06	Granito Serra dos Macacos	20	6.95E-03	1.174	252/22	074/68	342/01	252/22	162/89
MAGB-07	Granito Itapema	19	2.46E-04	1.046	251/04	0'02/79	023/22	251/04	203/68
MAGB-08	Granito Corre-mar	52	3.07E-03	1.438	060/25	266/62	155/11	060/25	335/79
MAGB-10	Granito Corre-mar	22	2.22E-03	1.474	040/11	183/76	308/08	040/11	128/81
MAGB-11	Granito indiviso, intrusivo no Complexo Camboriú	22	8.22E-03	1.257	058/26	220/63	323/06	058/26	143/84
MAGB-12	Batólito Valsungana Sul	14	8.33E-05	1.051	278/08	181/43	016/46	278/08	196/44
MAGB-13A	Batólito Valsungana Sul	8	6.76E-05	1.045	262/23	006/29	140/51	262/23	320/39
MAGB-13.1	Granito Nova Itália	20	5.39E-04	1.118	217/04	309/22	118/68	217/04	298/22
MAGB-14	Batólito Valsungana Norte	49	7.95E-03	1.155	218/72	124/02	034/18	218/72	214/72
MAGB-15	Granito Morro do Parapente	23	1.17E-02	1.483	069/80	232/10	323/03	069/80	143/87
BOTR-9	Granito Morro do Parapente	39	6.44E-03	1.187	324/68	126/21	218/07	324/68	38/83

N = número de medidas por afloramento; K= valor de susceptibilidade de rocha tota; P' = grau de excentricidade do elipsóide de anisotropia da fábrica magnética; K1, K2 e K3 = vetores das direções de intensidade máxima, intermediária e mínima da susceptibilidade magnética, respectivamente. A lineação magnética é paralela à direção de K1. A foliação magnética, expressa por rumo e mergulho, é perpendicular à direção de K3

ANEXO 3 – Tabela de dados geoquímicos

Suíte	São João Batista					Valsungana					
	Rio do Alho		São João Batista			Batólito S					
Amostra	B-11	B-16	B-19C	B-20C	B-21E	B-30	B-31	B-32	B-48	B-50	MAGB-12
SiO2	73,44	72,83	72,31	70,42	75,97	71,28	69,33	70,06	65,08	66,26	74,90
Al2O3	13,76	13,71	15,16	15,77	12,45	13,52	13,98	14,19	15,89	16,21	12,80
Fe2O3	1,55	1,86	0,49	0,73	1,37	3,48	4,81	3,34	4,03	3,45	2,18
MgO	0,28	0,36	0,15	<0,5	0,16	0,66	0,89	0,59	0,82	0,55	0,24
Mg#	0,153005	0,162162	0,234375	0,255102	0,104575	0,15942	0,15614	0,150127	0,169072	0,1375	0,099174
CaO	0,96	1,04	0,73	0,79	0,92	1,65	2,60	1,71	1,60	2,35	1,22
Na2O	3,36	3,20	5,22	4,81	3,50	3,03	3,45	2,99	3,08	3,91	3,03
K2O	5,19	5,39	4,73	5,40	4,23	4,47	3,06	5,23	6,91	5,29	4,39
TiO2	0,21	0,25	0,13	0,23	0,15	0,49	0,70	0,50	0,63	0,48	0,40
P2O5	<0,1	0,07	<0,1	0,09	<0,1	0,17	0,27	0,18	0,23	0,17	0,09
MnO	0,04	0,04	<0,01	<0,01	0,03	<0,1	0,06	0,04	<0,1	<0,1	0,03
Cr2O3	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	<0,002	0,003	<0,002
LOI	0,9	1,0	0,9	1,3	1,0	0,9	0,6	0,9	1,3	1,0	0,6
Ba	558	734	366	513	176	709	440	924	1621	1282	440
Be	4	5	12	9	9	4	4	3	2	3	3
Co	84,4	69,9	65,2	57,1	89,7	87,5	63,0	76,6	55,4	60,7	73,8
Cs	4,0	5,3	22,0	28,9	13,0	6,3	7,9	6,7	5,3	4,4	4,1
Ga	18,9	19,1	39,1	42,2	23,2	19,2	22,5	19,5	20,0	23,1	17,5
Hf	5,6	5,7	5,5	6,4	6,3	7,5	11,4	7,4	8,9	8,0	6,2
Nb	34,4	28,4	24,2	19,9	41,5	31,8	37,7	30,9	26,2	31,8	16,1
Rb	257,1	266,1	480,7	586,6	336,9	202,8	174,9	217,6	194,5	176,6	168,9
Sn	3	4	20	22	6	3	4	4	2	2	2
Sr	154,0	163,5	155,9	176,2	59,8	200,7	198,2	190,3	315,7	257,3	114,9
Ta	12,0	11,5	10,1	10,3	23,4	10,4	9,0	9,2	6,4	9,5	1,6
Th	43,8	25,3	38,8	51,2	43,0	35,1	34,3	34,9	23,2	13,0	42,8
U	4,9	5,8	32,0	21,6	18,2	7,3	4,4	3,7	2,6	3,1	4,5
V	<8	11	<8	<8	<8	21	31	15	30	13	8
W	678,3	611,4	515,3	581,3	1094,1	601,0	406,1	492,8	330,9	409,8	639,0
Zr	177,9	203,3	122,5	181,4	145,0	301,3	457,4	311,1	390,3	354,9	204,5
Y	28,2	24,5	3,9	4,8	71,4	51,5	34,5	31,5	27,4	23,6	25,7
La	80,5	67,3	36,1	50,4	39,3	88,7	76,7	80,9	63,7	47,1	116,3
Ce	152,1	128,3	79,9	106,8	83,3	170,8	146,1	159,2	121,4	85,4	245,7
Pr	15,21	13,18	9,26	12,46	9,38	18,53	15,95	16,91	13,29	9,34	24,64
Nd	46,4	42,3	31,0	43,5	32,1	64,4	53,6	56,3	45,9	35,2	81,6
Sm	7,36	6,35	5,62	6,37	7,20	10,06	8,91	8,99	7,52	6,01	12,54
Eu	0,84	0,93	0,51	0,74	0,50	1,79	1,57	1,61	2,31	2,09	1,12
Gd	4,85	4,68	2,48	2,61	7,42	8,30	7,26	6,62	5,88	5,14	8,57
Tb	0,89	0,77	0,27	0,28	1,65	1,39	1,20	1,12	0,98	0,87	1,17
Dy	4,81	3,83	1,03	0,99	10,15	7,26	6,60	5,84	4,84	4,61	5,51
Ho	0,95	0,73	0,12	0,13	2,26	1,55	1,19	1,11	0,95	0,90	0,84
Er	2,66	2,08	0,30	0,30	7,24	4,10	3,40	2,99	2,66	2,31	2,33
Tm	0,41	0,33	0,06	<0,1	1,24	0,65	0,50	0,46	0,38	0,33	0,30
Yb	2,40	1,97	0,29	0,37	8,18	3,77	2,98	2,67	2,31	1,84	1,95
Lu	0,37	0,30	<0,1	0,04	1,29	0,57	0,45	0,42	0,37	0,28	<0,5
Mo	2,5	2,0	0,7	1,9	2,6	3,0	3,9	3,9	2,0	2,0	1,1
Cu	2,5	1,8	5,4	0,9	0,5	5,9	8,1	7,0	8,8	6,0	1,7
Pb	11,3	7,8	28,4	58,8	15,7	9,2	6,1	8,6	14,2	8,0	6,5
Zn	49	41	23	44	16	56	68	49	56	50	34
Ni	13,7	6,0	5,2	3,4	3,7	5,5	8,4	11,3	6,2	4,6	4,1
As	0,6	0,5	2,5	3,3	<0,5	<0,5	0,5	0,7	0,9	0,6	0,9
Cd	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sb	0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	0,1	0,1	1,4	27,4	23,1	0,1	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,2
Ag	<0,1	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au	3,3	8,0	3,4	2,8	8,5	2,0	<0,5	1,0	1,1	2,4	0,7
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tl	0,4	0,6	0,3	0,6	0,5	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	0,7	0,8	<0,5	<0,5	<0,5
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	55,8
Sc	3	3	1	2	3	6	8	6	7	6	3

Suíte	São João Batista					Valsungana					
	Rio do Alho		São João Batista			Batólito S					
Amostra	B-11	B-16	B-19C	B-20C	B-21E	B-30	B-31	B-32	B-48	B-50	MAGB-12
SiO2	73,44	72,83	72,31	70,42	75,97	71,28	69,33	70,06	65,08	66,26	74,90
Al2O3	13,76	13,71	15,16	15,77	12,45	13,52	13,98	14,19	15,89	16,21	12,80
Fe2O3	1,55	1,86	0,49	0,73	1,37	3,48	4,81	3,34	4,03	3,45	2,18
MgO	0,28	0,36	0,15	<0,5	0,16	0,66	0,89	0,59	0,82	0,55	0,24
Mg#	0,153005	0,162162	0,234375	0,255102	0,104575	0,15942	0,15614	0,150127	0,169072	0,1375	0,099174
CaO	0,96	1,04	0,73	0,79	0,92	1,65	2,60	1,71	1,60	2,35	1,22
Na2O	3,36	3,20	5,22	4,81	3,50	3,03	3,45	2,99	3,08	3,91	3,03
K2O	5,19	5,39	4,73	5,40	4,23	4,47	3,06	5,23	6,91	5,29	4,39
TiO2	0,21	0,25	0,13	0,23	0,15	0,49	0,70	0,50	0,63	0,48	0,40
P2O5	<0,1	0,07	<0,1	0,09	<0,1	0,17	0,27	0,18	0,23	0,17	0,09
MnO	0,04	0,04	<0,01	<0,01	0,03	<0,1	0,06	0,04	<0,1	<0,1	0,03
Cr2O3	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	<0,002	0,003	<0,002
LOI	0,9	1,0	0,9	1,3	1,0	0,9	0,6	0,9	1,3	1,0	0,6
Ba	558	734	366	513	176	709	440	924	1621	1282	440
Be	4	5	12	9	9	4	4	3	2	3	3
Co	84,4	69,9	65,2	57,1	89,7	87,5	63,0	76,8	55,4	60,7	73,8
Cs	4,0	5,3	22,0	28,9	13,0	6,3	7,9	6,7	5,3	4,4	4,1
Ga	18,9	19,1	39,1	42,2	23,2	19,2	22,5	19,5	20,0	23,1	17,5
Hf	5,6	5,7	5,5	6,4	6,3	7,5	11,4	7,4	8,9	8,0	6,2
Nb	34,4	28,4	24,2	19,9	41,5	31,8	37,7	30,9	26,2	31,8	16,1
Rb	257,1	266,1	480,7	586,6	336,9	202,8	174,9	217,6	194,5	176,6	168,9
Sn	3	4	20	22	6	3	4	4	2	2	2
Sr	154,0	163,5	155,9	176,2	59,8	200,7	198,2	190,3	315,7	257,3	114,9
Ta	12,0	11,5	10,1	10,3	23,4	10,4	9,0	9,2	6,4	9,5	1,6
Th	43,8	25,3	38,8	51,2	43,0	35,1	34,3	34,9	23,2	13,0	42,8
U	4,9	5,8	32,0	21,6	18,2	7,3	4,4	3,7	2,6	3,1	4,5
V	<8	11	<8	<8	<8	21	31	15	30	13	8
W	678,3	611,4	515,3	581,3	1094,1	601,0	406,1	492,8	330,9	409,8	639,0
Zr	177,9	203,3	122,5	181,4	145,0	301,3	457,4	311,1	390,3	354,9	204,5
Y	28,2	24,5	3,9	4,8	71,4	51,5	34,5	31,5	27,4	23,6	25,7
La	80,5	67,3	36,1	50,4	39,3	88,7	76,7	80,9	63,7	47,1	116,3
Ce	152,1	128,3	79,9	106,8	83,3	170,8	146,1	159,2	121,4	85,4	245,7
Pr	15,21	13,18	9,26	12,46	9,38	18,53	15,95	16,91	13,29	9,34	24,64
Nd	46,4	42,3	31,0	43,5	32,1	64,4	53,6	56,3	45,9	35,2	81,6
Sm	7,36	6,35	5,62	6,37	7,20	10,06	8,91	8,99	7,52	6,01	12,54
Eu	0,84	0,93	0,51	0,74	0,50	1,79	1,57	1,61	2,31	2,09	1,12
Gd	4,85	4,68	2,48	2,61	7,42	8,30	7,26	6,62	5,88	5,14	8,57
Tb	0,89	0,77	0,27	0,28	1,65	1,39	1,20	1,12	0,98	0,87	1,17
Dy	4,81	3,83	1,03	0,99	10,15	7,26	6,60	5,84	4,84	4,61	5,51
Ho	0,95	0,73	0,12	0,13	2,26	1,55	1,19	1,11	0,95	0,90	0,84
Er	2,66	2,08	0,30	0,30	7,24	4,10	3,40	2,99	2,66	2,31	2,33
Tm	0,41	0,33	0,06	<0,1	1,24	0,65	0,50	0,46	0,38	0,33	0,30
Yb	2,40	1,97	0,29	0,37	8,18	3,77	2,98	2,67	2,31	1,84	1,95
Lu	0,37	0,30	<0,1	0,04	1,29	0,57	0,45	0,42	0,37	0,28	<0,5
Mo	2,5	2,0	0,7	1,9	2,6	3,0	3,9	3,9	2,0	2,0	1,1
Cu	2,5	1,8	5,4	0,9	0,5	5,9	8,1	7,0	8,8	6,0	1,7
Pb	11,3	7,8	28,4	58,8	15,7	9,2	6,1	8,6	14,2	8,0	6,5
Zn	49	41	23	44	16	56	68	49	56	50	34
Ni	13,7	6,0	5,2	3,4	3,7	5,5	8,4	11,3	6,2	4,6	41
As	0,6	0,5	2,5	3,3	<0,5	<0,5	0,5	0,7	0,9	0,6	0,9
Cd	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sb	0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	0,1	0,1	1,4	27,4	23,1	0,1	0,2	<0,1	0,2	0,1	0,2
Ag	<0,1	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au	3,3	8,0	3,4	2,8	8,5	2,0	<0,5	1,0	1,1	2,4	0,7
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tl	0,4	0,6	0,3	0,6	0,5	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	0,7	0,8	<0,5	<0,5	<0,5
Ni	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	55,8
Sc	3	3	1	2	3	6	8	6	7	6	3

Suíte	Valsungana			Nova Trento							
	(Batólito N)		Camboriú	Indaia					Nova Itália	Serra dos Macacos	Morro Pelado
Amostra	MAGB-14	MAGB-14	MAGB-2.1	B-22	B-23	B-24B	B-25	B-27B	MAGB-13	MAGB-4.1	B-38
SiO2	68,04	68,63	69,61	73,05	75,61	75,30	72,93	73,78	73,12	71,87	72,88
Al2O3	14,62	15,48	14,33	13,43	12,49	12,76	13,46	13,03	13,97	14,31	13,93
Fe2O3	2,04	1,77	3,57	2,30	1,61	1,45	2,32	2,33	1,71	1,95	1,90
MgO	0,77	0,56	0,57	0,32	0,12	0,12	0,33	0,30	0,27	0,47	0,34
Mg#	0,274021	0,240343	0,137681	0,122137	0,069364	0,076433	0,124528	0,114068	0,136364	0,194215	0,151786
CaO	2,62	1,98	1,86	1,21	0,72	0,89	1,27	1,10	0,48	1,58	1,24
Na2O	4,23	4,18	3,29	3,31	3,17	3,44	3,38	3,36	2,88	3,34	3,21
K2O	3,75	4,64	5,05	5,01	4,99	4,67	4,69	4,53	5,70	5,00	5,27
TiO2	0,40	0,29	0,50	0,28	0,13	0,11	0,29	0,26	0,21	0,23	0,21
P2O5	0,11	0,14	0,18	0,11	0,03	0,02	0,09	0,09	0,06	0,08	0,07
MnO	<0,1	0,02	0,08	0,06	<0,1	<0,1	<0,1	0,06	0,02	0,04	0,04
Cr2O3	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
LOI	3,1	1,7	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	1,2	0,6	0,7
Ba	1609	2111	872	442	173	125	449	329	1096	2243	813
Be	2	2	3	8	6	10	10	8	3	2	6
Co	76,4	87,4	78,3	88,4	136,7	99,4	76,9	85,6	115,4	106,1	91,1
Cs	1,6	0,9	3,5	19,1	8,0	9,0	12,2	12,1	6,6	1,5	5,0
Ga	19,1	21,3	20,2	21,0	21,9	19,8	20,7	20,4	16,9	15,4	18,6
Hf	4,5	4,9	9,5	6,0	5,1	4,2	6,1	6,7	5,9	5,8	5,4
Nb	11,9	13,0	17,5	37,2	51,3	29,8	31,2	39,3	18,1	15,6	29,2
Rb	96,0	104,1	158,3	364,7	333,2	306,6	283,0	305,0	256,1	132,3	275,6
Sn	2	2	3	11	11	11	15	12	4	2	8
Sr	914,1	1254,2	216,7	119,5	43,8	43,5	132,5	96,4	193,1	365,2	198,1
Ta	1,3	1,4	1,3	15,8	24,5	13,6	11,2	15,8	2,5	2,3	13,9
Th	8,7	8,8	15,4	31,7	56,4	45,8	44,3	43,2	30,4	20,7	19,9
U	2,0	2,6	1,6	11,9	26,6	15,9	10,5	19,3	3,9	3,2	4,8
V	27	28	33	<8	<8	<8	<8	<8	21	24	<8
W	617,6	693,9	592,6	851,6	989,3	762,7	536,4	704,9	925,2	847,7	640,1
Zr	146,6	160,8	366,6	226,4	134,2	110,1	219,0	225,1	197,7	218,2	195,2
Y	4,8	5,5	23,7	30,9	42,0	50,6	38,5	43,2	16,3	14,7	25,2
La	35,3	38,0	89,1	43,6	32,1	25,2	70,5	53,3	84,0	83,9	62,2
Ce	68,5	76,6	180,8	87,7	67,9	56,0	138,6	105,5	152,0	148,0	117,8
Pr	7,65	8,33	19,28	9,50	7,92	6,78	14,71	11,60	15,00	13,90	11,67
Nd	26,6	31,0	71,1	31,0	29,3	24,8	48,8	40,3	47,9	44,7	34,9
Sm	4,24	4,65	12,35	5,59	6,26	6,30	8,06	7,26	6,68	5,78	5,66
Eu	1,12	1,13	1,50	0,88	0,41	0,40	0,88	0,66	0,89	1,06	0,85
Gd	2,38	2,57	9,54	4,62	5,56	6,25	6,18	6,12	3,96	3,58	4,21
Tb	0,28	0,31	1,40	0,89	1,06	1,32	1,09	1,20	0,62	0,55	0,77
Dy	1,06	1,22	6,33	4,82	6,16	8,06	6,26	6,45	3,11	2,66	4,22
Ho	0,15	0,17	1,01	0,98	1,33	1,66	1,23	1,33	0,58	0,51	0,83
Er	0,32	0,41	2,17	2,94	4,16	5,03	3,75	4,16	1,67	1,48	2,43
Tm	<0,1	0,06	0,26	0,50	0,68	0,79	0,59	0,65	0,27	0,23	0,41
Yb	0,32	0,34	1,49	3,12	4,16	4,99	3,72	3,79	1,77	1,46	2,65
Lu	<0,1	<0,1	0,21	0,50	0,68	0,76	0,59	0,60	0,28	0,24	0,39
Mo	<0,1	0,1	1,5	11,4	4,0	1,4	1,4	1,9	0,4	0,3	1,4
Cu	0,8	0,3	14,6	1,1	0,4	0,5	2,3	1,2	0,7	1,9	1,0
Pb	8,9	5,8	2,4	13,2	19,4	16,2	13,8	17,2	11,0	10,2	13,2
Zn	66	54	47	47	36	36	47	52	31	34	33
Ni	43	48	42	4,8	2,7	4,3	10,5	3,5	62	58	7,5
As	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	1,6
Cd	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	1,3	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	1,1
Ag	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au	<0,5	<0,5	1,0	5,3	7,0	0,9	0,8	1,9	<0,5	0,8	2,1
Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tl	<0,1	<0,1	0,5	0,9	0,3	0,5	0,5	0,8	0,2	0,2	<0,1
Se	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ni	35,4	42,5	35,2	<20	30	<20	<20	<20	51,7	51,9	<20
Sc	2	2	15	4	4	3	4	5	3	3	3

ANEXO 4 – Tabelas de dados isotópicos

Método Rb-Sr

Suíte	Corpo	Amostra	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	87Sr/86Sr	87Sr/86Sr(i)	e(0)	TDM (Ma)	e (TDM)	T1 (Ma)	e(595Ma)	
São João Batista	Rio do Alho	B-11	257,1	154,0	4,85238	0,75098	0,70980	659,75077	710,16	-26,62664	595	85,25625	
		B-16	266,1	163,5	4,73044	0,75102	0,71088	660,28226	729,12	-26,50300	595	100,48796	
	São João Batista	B-19C	480,7	155,9	9,01059	0,80630	0,72984	1444,98226	812,58	-25,95829	595	369,96388	
		B-20C	586,6	176,2	9,73318	0,81086	0,72826	1509,66643	785,05	-26,13806	595	347,59986	
Valsungana		B-21E	336,9	59,8	16,54388	0,85623	0,71584	2153,71185	654,15	-26,99163	595	171,21051	
		B-30	202,8	200,7	2,93328	0,73833	0,71344	480,17033	874,33	-25,55478	595	136,85652	
		B-31	174,9	198,2	2,56082	0,73504	0,71331	433,55571	912,24	-25,30685	595	135,09833	
		B-32	217,6	190,3	3,32018	0,74088	0,71270	516,32363	825,69	-25,87266	595	126,40228	
	Batólito Sul	B-48	194,5	315,7	1,79653	0,72740	0,71224	325,02484	1010,18	-24,66550	595	119,80522	
		B-50	176,6	257,3	1,99079	0,72992	0,71303	360,83747	994,87	-24,76581	595	131,02913	
	Batólito Norte	MAGB-14 B	96,0	914,1	0,30404	0,71079	0,70821	89,26331	2309,29	-16,05345	595	62,53450	
		MAGB-14 A	104,1	1254,2	0,24031	0,71135	0,70932	97,29283	3263,21	-9,60304	595	78,25568	
	Nova Trento	Camboriú	MAGB-2.1	158,3	216,7	2,11852	0,72845	0,71048	339,99815	884,53	-25,48807	595	94,77003
			B-22	364,7	119,5	8,90697	0,79302	0,71744	1256,50816	717,61	-26,57803	595	193,79725
Indaiaí		B-23	333,2	43,8	22,44104	0,90312	0,71269	2819,33286	628,78	-27,15682	595	126,55109	
		B-24B	306,6	43,5	20,76878	0,89161	0,71537	2655,85522	640,50	-27,08048	595	164,51348	
Nova Itália	Serra dos Macacos	B-25	283,0	132,5	6,22005	0,77095	0,71816	943,16537	779,10	-26,17693	595	204,06847	
		B-27B	305,0	96,4	9,23809	0,79767	0,71928	1322,46984	727,14	-26,51592	595	219,90540	
	Morro Pelado	MAGB-13.1	256,1	193,1	3,85147	0,74220	0,70952	535,19099	735,26	-26,46294	595	81,23918	
		MAGB-4.1	132,3	365,2	1,04941	0,71685	0,70795	175,32043	1017,35	-24,61852	595	58,81821	
		B-38	275,6	198,1	4,04123	0,74503	0,71074	575,27324	749,79	-26,36819	595	98,48329	

Método Sm-Nd

Suíte	Corpo	Amostra	Sm (ppm)	Nd (ppm)	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	ε(O)	TDM (Ma)	ε(TDM)	T1 (Ma)	ε(595Ma)
São João Batista	Rio do Alho	B-11	7,4	46,4	0,09592	0,51119	-28,15625	2402,14	2,72384	595	-20,50740
		B-16	6,4	42,3	0,09078	0,51131	-25,99106	2158,83	3,17702	595	-17,95199
	São João Batista	B-19C	5,6	31,0	0,10963	0,51184	-15,57719	1761,21	3,98403	595	-8,96872
		B-20C	6,4	43,5	0,08855	0,51178	-16,80021	1541,27	4,46159	595	-8,59219
		B-21E	7,2	32,1	0,13563	0,51165	-19,35687	2757,26	2,12027	595	-14,72224
Vaisungana	Batólito Sul	B-30	10,1	64,4	0,09446	0,51163	-19,73154	1810,45	3,87867	595	-11,97211
		B-31	8,9	53,6	0,10052	0,51168	-18,67507	1834,36	3,82918	595	-11,37550
		B-32	9,0	56,3	0,09656	0,51164	-19,37665	1819,17	3,86056	595	-11,77642
		B-48	7,5	45,9	0,09907	0,51165	-19,28167	1852,75	3,79073	595	-11,87210
		B-50	6,0	35,2	0,10325	0,51172	-18,00241	1831,88	3,83460	595	-10,90969
Nova Trento	Batólito Norte	MAGB-14 B	4,2	26,6	0,09639	0,51154	-21,35776	1949,85	3,59099	595	-13,74460
		MAGB-14 A	4,7	31,0	0,09071	0,51155	-21,27178	1853,54	3,78830	595	-13,22729
		MAGB-2.1	12,4	71,1	0,10504	0,51150	-22,25784	2173,15	3,15107	595	-15,30098
Nova Trento	Indaiaí	B-22	5,6	31,0	0,10904	0,51154	-21,38230	2191,11	3,11715	595	-14,72942
		B-23	6,3	29,3	0,12920	0,51172	-17,88514	2395,35	2,74015	595	-12,76187
		B-24B	6,3	24,8	0,15361	0,51183	-15,79923	3151,57	1,52149	595	-12,52916
	Nova Itália	B-25	8,1	48,8	0,09987	0,51149	-22,38574	2081,96	3,32752	595	-15,03718
		B-27B	7,3	40,3	0,10894	0,51156	-21,01628	2160,95	3,17493	595	-14,35543
	Morro Pelado	MAGB-13.1	6,7	47,9	0,08433	0,51097	-32,56289	2455,14	2,62748	595	-24,03455
		MAGB-4.1	5,8	44,7	0,07819	0,51096	-32,77897	2354,26	2,80868	595	-23,78478
		B-38	5,7	34,9	0,09807	0,51124	-27,28211	2387,21	2,75109	595	-19,79650

Método Pb-Pb

Suíte	Corpo	Amostra	206Pb/204Pb	Erro % (1σ)	207Pb/204Pb	Erro % (1σ)	208Pb/204Pb	Erro % (1σ)	μ	
São João Batista	Rio do Alho	B-11	17,00410	0,007	15,40455	0,007	38,39704	0,008	9,237	
		B-16	17,17578	0,010	15,38690	0,009	37,80049	0,010	9,078	
	São João Batista	B-19C	20,82545	0,007	15,85179	0,007	38,95072	0,006	10,381	
		B-20C	19,62421	0,007	15,78301	0,007	38,93571	0,008	10,231	
		B-21E	20,68154	0,006	15,72774	0,006	39,24995	0,007	9,912	
Valsungana	Batólito Sul	B-30	18,19681	0,007	15,58685	0,007	38,99697	0,007	9,672	
		B-31	18,52093	0,010	15,61723	0,010	39,77659	0,010	9,728	
		B-32	17,95304	0,004	15,57549	0,004	38,99549	0,004	9,690	
		B-48	17,49129	0,008	15,55071	0,009	38,27389	0,009	9,740	
		B-50	17,59620	0,005	15,55669	0,006	38,04890	0,005	9,726	
	Batólito Norte	MAGB-14 B	17,67790	0,004	15,53907	0,004	38,08692	0,005	9,612	
		MAGB-14 A	17,85826	0,004	15,57148	0,005	37,99922	0,004	9,702	
		MAGB-2.1	17,20921	0,006	15,48584	0,007	39,15814	0,007	9,546	
	Nova Trento	Indaiá	B-22	18,51563	0,035	15,65119	0,034	38,64632	0,038	9,877
			B-23	19,54346	0,005	15,64710	0,005	39,04536	0,005	9,690
B-24B			19,16338	0,008	15,63186	0,007	38,97628	0,008	9,676	
Nova Itália		B-25	18,75383	0,018	15,62171	0,015	39,22477	0,021	9,700	
		B-27B	18,75998	0,007	15,60907	0,007	39,00355	0,008	9,645	
Serra dos Macacos		MAGB-13.1	17,13334	0,007	15,44262	0,008	38,52598	0,007	9,366	
		MAGB-4.1	16,44461	0,005	15,47690	0,005	37,70952	0,005	9,990	
Morro Pelado	B-38	16,83000	0,006	15,34460	0,005	37,44639	0,005	9,020		

ANEXO 5 – Resultados das datações de zircão por LA-ICP-MS

16/09/2011										RESULTADOS										IDADES		
M. BASEI - MATHIAS PROJ. F54										207/235										206/238		
MTF 87 GRANITO										208/206										207/206		
SPL306, 5mJ, 6Hz, 29um										erro corr. 2.38/206										I sigma		
spot										I sigma										I sigma		
site										I sigma										I sigma		
6,1	p.c.osc	0,5226	0,0169	0,0660	0,0008	0,39	15,1513	0,1924	0,0552	0,0016	0,2426	0,4474	0,412	0,005	0,415	0,063	99					
7,1	p.c.osc	0,6305	0,0179	0,0804	0,0010	0,45	12,4432	0,1584	0,0587	0,0013	0,3175	0,6434	0,498	0,006	0,550	0,048	91					
3,1	p.e.osc	0,7133	0,0294	0,0886	0,0032	0,87	11,2851	0,4035	0,0586	0,0012	0,3371	0,4226	0,547	0,019	0,545	0,046	100					
21,1	p.e.dh	0,7487	0,0358	0,0908	0,0018	0,42	11,0172	0,2223	0,0592	0,0024	0,1803	0,0669	0,560	0,011	0,568	0,085	99					
3,2	p.e.osc	0,7511	0,0179	0,0917	0,0010	0,46	10,9088	0,1192	0,0600	0,0013	0,5570	0,7456	0,585	0,006	0,597	0,045	95					
5,2	p.e.osc	0,8111	0,0180	0,0978	0,0007	0,31	10,2271	0,0696	0,0601	0,0013	0,2026	0,3406	0,601	0,004	0,600	0,045	100					
16,1	r.c.bh	0,8220	0,0145	0,0977	0,0013	0,74	10,2404	0,1345	0,0601	0,0008	0,0707	0,0209	0,601	0,008	0,603	0,027	100					
14,1	r.c.bh	0,8173	0,0212	0,1002	0,0013	0,50	9,9802	0,1288	0,0623	0,0010	0,0844	0,0238	0,616	0,008	0,679	0,035	91					
23,2	r.c.osc	0,8107	0,0254	0,1004	0,0015	0,47	9,9589	0,1460	0,0608	0,0015	0,0351	0,0145	0,617	0,009	0,626	0,053	99					
25,1	r.c.bh	0,8465	0,0325	0,1016	0,0017	0,43	9,8388	0,1634	0,0628	0,0016	0,1816	0,0755	0,624	0,010	0,696	0,053	90					
5,1	p.e.osc	0,8681	0,0200	0,1030	0,0011	0,45	9,7133	0,1000	0,0609	0,0013	0,7233	1,1208	0,632	0,006	0,630	0,046	100					
10,1	r.c.bh	0,8711	0,0159	0,1032	0,0015	0,82	9,6876	0,1441	0,0610	0,0008	0,1771	0,0445	0,633	0,009	0,632	0,030	100					
24,1	p.e.osc	0,8678	0,0257	0,1035	0,0011	0,37	9,6576	0,1056	0,0610	0,0014	0,0225	0,0088	0,635	0,007	0,633	0,050	100					
11,1	r.e.bh	0,8909	0,0135	0,1066	0,0012	0,75	9,3787	0,1058	0,0608	0,0007	0,0047	0,0017	0,653	0,007	0,626	0,026	104					
8,1	r.c.osc	2,1180	0,0467	0,1987	0,0014	0,31	5,0323	0,0343	0,0785	0,0017	0,1948	0,4969	1,168	0,007	1,164	0,042	100					
19,2	r.c.osc	1,7177	0,0572	0,1717	0,0034	0,59	5,8226	0,1149	0,0733	0,0017	0,8681	0,3043	1,022	0,019	1,024	0,048	100					
27,1	r.c.bh	6,1696	0,1794	0,3657	0,0041	0,38	2,7343	0,0305	0,1253	0,0029	0,1660	0,0704	2,009	0,019	2,032	0,040	99					
20,1	r.c.osc	7,0717	0,2242	0,3749	0,0056	0,48	2,6674	0,0402	0,1372	0,0032	0,0606	0,0217	2,052	0,026	2,188	0,040	94					
23,1	r.c.osc	6,7578	0,2023	0,3763	0,0046	0,41	2,6571	0,0328	0,1271	0,0030	0,0858	0,0322	2,059	0,022	2,056	0,040	100					
19,1	p.e.dh	7,7214	0,2306	0,4060	0,0045	0,37	2,4630	0,0274	0,1371	0,0032	0,0670	0,0231	2,197	0,021	2,187	0,040	100					
17,2	r.c.osc	7,7816	0,1169	0,4098	0,0047	0,76	2,4400	0,0278	0,1373	0,0016	0,1965	0,0603	2,214	0,021	2,190	0,020	101					
17,1	r.c.osc	7,7668	0,1163	0,4120	0,0047	0,76	2,4270	0,0277	0,1375	0,0016	0,1356	0,0407	2,224	0,021	2,192	0,020	101					
18,2	r.c.osc	5,0611	0,1485	0,2985	0,0033	0,38	3,3501	0,0371	0,1222	0,0028	0,1339	0,0537	1,684	0,016	1,988	0,040	85					
13,1	r.c.bh	5,1725	0,0824	0,2928	0,0037	0,78	3,4159	0,0426	0,1290	0,0015	0,1286	0,0348	1,655	0,018	2,082	0,020	80					
18,1	r.c.osc	2,3261	0,0361	0,1740	0,0020	0,75	5,7479	0,0671	0,0973	0,0012	0,1790	0,0562	1,034	0,011	1,578	0,022	66					
22,1	r.c.osc	2,2164	0,0743	0,1713	0,0025	0,43	5,8377	0,0851	0,0937	0,0022	0,1406	0,0517	1,019	0,014	1,509	0,044	68					
15,1	r.c.osc	1,2498	0,0236	0,1198	0,0017	0,74	8,3453	0,1165	0,0778	0,0010	0,1091	0,0315	0,730	0,010	1,146	0,025	64					
1,1	p.c.bh	0,4470	0,0118	0,0484	0,0006	0,46	20,6438	0,2511	0,0692	0,0016	1,2659	1,2654	0,305	0,004	0,903	0,047	34					
2,1	p.c.osc	0,3617	0,0090	0,0473	0,0005	0,43	21,1564	0,2279	0,0559	0,0012	0,4592	0,5108	0,298	0,003	0,442	0,047	67					
2,2	p.e.osc	0,3356	0,0090	0,0449	0,0004	0,32	22,2670	0,1884	0,0541	0,0013	0,3521	0,4151	0,283	0,002	0,373	0,054	76					
4,1	p.c.osc	0,6159	0,1024	0,0680	0,0013	0,11	14,6994	0,2727	0,0568	0,0020	0,7319	1,0434	0,424	0,008	0,479	0,076	89					
7,2	p.c.osc	0,7786	0,0216	0,0924	0,0014	0,56	10,8220	0,1689	0,0612	0,0013	0,2514	0,5680	0,570	0,009	0,639	0,046	89					
11,2	r.e.bh	0,3127	0,0050	0,0415	0,0005	0,74	24,0936	0,2866	0,0553	0,0007	0,1163	0,0304	0,262	0,003	0,419	0,027	63					
12,1	r.e.bh	0,7721	0,0233	0,0873	0,0012	0,46	11,4587	0,1595	0,0639	0,0013	0,2973	0,0792	0,539	0,007	0,733	0,042	74					
14,2	p.e.dh	0,4140	0,0075	0,0503	0,0007	0,79	19,8876	0,2835	0,0604	0,0007	0,0473	0,0137	0,316	0,004	0,612	0,027	52					
22,1	r.c.osc	0,2953	0,0094	0,0389	0,0005	0,44	25,7392	0,3613	0,0556	0,0013	0,0675	0,0262	0,246	0,003	0,430	0,051	57					
26,1	p.e.dh	0,2194	0,0089	0,0321	0,0006	0,48	31,1298	0,6145	0,0558	0,0014	0,1384	0,0581	0,204	0,004	0,438	0,053	47					
9,1	p.c.osc	6,0121	0,1351	0,2724	0,0047	0,76	3,6709	0,0627	0,1572	0,0025	0,0830	0,0212	1,553	0,024	2,422	0,027	64					
1,2	p.e.osc	3,4902	0,1793	0,1341	0,0039	0,57	7,4560	0,2181	0,1870	0,0076	4,1768	4,3983	0,811	0,022	2,719	0,067	30					

*posição do spot no cristal: p/r/= cristal prismático/redondo; c/e: núcleo/borda; dh/vr/osc: tonalidade escura/clara/oscilatória

Resumo dos dados geocronológicos U-Pb obtidos para cada spot da amostra MTF - 87: a = idades anômalas e muito jovens, so plotadas; b = dados utilizados no cálculo da idade do corpo granítico; c = possível herança neoproterozoica; d = idades de origem desconhecidas; e = valores próximos a idade do protólito principal; f = idades híbridas provável perda de chumbo pelo evento de fusão crustal; g = dados discordantes não utilizados nos cálculos mas plotados; i = dados discordantes não utilizados nos cálculos e nem plotados.

1.1	p.e.osc	0,7872	0,0099	0,0958	0,0010	0,83	10,4400	0,1082	0,0598	0,0003	0,0961	0,0288	0,590	0,006	0,590	0,009	100
1.2	p.e.osc	0,7875	0,0114	0,0962	0,0012	0,86	10,3904	0,1290	0,0599	0,0006	0,1074	0,0319	0,592	0,007	0,595	0,022	100
2.1	p.e.osc	0,7700	0,0474	0,0985	0,0017	0,28	10,1537	0,1727	0,0602	0,0033	0,4514	0,1346	0,606	0,010	0,604	0,116	100
4.1	p.e.osc	0,8086	0,0103	0,0975	0,0010	0,82	10,2551	0,1069	0,0593	0,0003	0,2219	0,0637	0,600	0,006	0,571	0,011	100
4.2	p.e.osc	0,7925	0,0117	0,0967	0,0010	0,71	10,3410	0,1088	0,0599	0,0005	0,1775	0,0504	0,595	0,006	0,594	0,017	100
5.1	p.e.osc	0,8518	0,0115	0,0995	0,0011	0,80	10,0537	0,1083	0,0614	0,0003	0,2571	0,0724	0,611	0,006	0,647	0,011	98
11.1	p.e.osc	0,8374	0,0120	0,0995	0,0004	0,29	10,0544	0,0418	0,0604	0,0008	0,7476	0,2572	0,611	0,002	0,613	0,030	99
11.2	p.e.bh	0,8244	0,0123	0,1000	0,0005	0,34	10,0019	0,0511	0,0599	0,0009	0,6036	0,2114	0,614	0,003	0,595	0,033	101
13.1	p.e.osc	0,8142	0,0109	0,0982	0,0004	0,28	10,1852	0,0376	0,0601	0,0008	0,5024	0,1860	0,604	0,002	0,601	0,028	100
14.1	p.c.osc	0,8127	0,0108	0,0983	0,0006	0,43	10,1688	0,0580	0,0602	0,0008	0,5093	0,1959	0,605	0,003	0,605	0,028	100
15.1	p.c.osc	0,7695	0,0243	0,0955	0,0010	0,32	10,4753	0,1075	0,0600	0,0018	0,4599	0,1816	0,588	0,006	0,598	0,064	101
18.1	p.e.bh	0,7844	0,0162	0,0960	0,0009	0,45	10,4195	0,0957	0,0598	0,0012	0,8176	0,3421	0,591	0,005	0,589	0,043	100
19.1	p.e.osc	0,8252	0,0113	0,0979	0,0004	0,27	10,2159	0,0377	0,0602	0,0008	0,2036	0,0872	0,602	0,002	0,604	0,028	99
21.1	p.e.osc	0,7906	0,0255	0,0965	0,0007	0,21	10,3584	0,0719	0,0600	0,0014	0,3277	0,6390	0,594	0,004	0,597	0,051	100
27.1	p.c.dh	0,8190	0,0253	0,0990	0,0007	0,21	10,0988	0,0668	0,0608	0,0013	0,1034	0,1201	0,609	0,004	0,627	0,047	100
31.1	p.e.osc	0,8045	0,0366	0,0975	0,0024	0,55	10,2513	0,2557	0,0600	0,0013	0,5080	0,4594	0,600	0,014	0,598	0,047	100
12.2	p.e.osc	0,7621	0,0109	0,0937	0,0005	0,36	10,6670	0,0553	0,0594	0,0008	0,1381	0,0502	0,578	0,003	0,575	0,028	100
22.1	p.c.bh	0,8294	0,0474	0,0999	0,0009	0,16	10,0100	0,0905	0,0608	0,0031	0,6886	1,2035	0,614	0,005	0,624	0,106	100
13.2	p.c.osc	0,8465	0,0124	0,1016	0,0005	0,35	9,8411	0,0502	0,0607	0,0008	0,3545	0,1338	0,624	0,003	0,622	0,029	100
16.1	p.c.osc	0,8475	0,0108	0,1012	0,0004	0,29	9,8848	0,0367	0,0600	0,0007	0,1070	0,0430	0,621	0,002	0,597	0,027	100
23.1	p.e.osc	0,8418	0,0264	0,1011	0,0008	0,25	9,8903	0,0768	0,0609	0,0013	1,2704	2,0116	0,621	0,005	0,629	0,047	100
8.1	p.c.osc	0,8528	0,0134	0,1022	0,0012	0,77	9,7865	0,1174	0,0608	0,0004	0,5109	0,1394	0,627	0,007	0,625	0,015	100
17.1	p.c.osc	0,8661	0,0151	0,1036	0,0007	0,38	9,6548	0,0633	0,0615	0,0011	0,5883	0,2419	0,635	0,004	0,650	0,038	100
9.1	p.c.osc	0,8681	0,0116	0,1046	0,0012	0,83	9,5602	0,1060	0,0598	0,0003	-0,0141	0,0106	0,641	0,007	0,592	0,012	101
12.1	p.e.osc	0,8770	0,0117	0,1044	0,0005	0,36	9,5820	0,0464	0,0606	0,0008	0,2314	0,0835	0,640	0,003	0,618	0,027	100
3.1	p.e.osc	0,7007	0,1299	0,0737	0,0014	0,10	13,5615	0,2565	0,0577	0,0084	0,5198	0,1546	0,459	0,008	0,511	0,294	85
30.1	p.c.osc	0,7651	0,0267	0,0875	0,0019	0,63	11,4263	0,2494	0,0583	0,0027	1,5905	1,5211	0,541	0,011	0,533	0,098	94
31.2	p.e.osc	0,7169	0,0219	0,0890	0,0007	0,25	11,2393	0,0848	0,0586	0,0013	0,6237	0,5352	0,549	0,004	0,547	0,048	100
6.1	p.e.dh	0,9267	0,1934	0,1087	0,0022	0,10	9,1978	0,1885	0,0705	0,0092	0,2384	0,0766	0,665	0,013	0,940	0,252	100
7.1	p.e.osc	0,7020	0,0115	0,0889	0,0012	0,83	11,2508	0,1526	0,0564	0,0004	0,2002	0,0551	0,549	0,007	0,461	0,017	102
20.1	p.e.osc	0,8332	0,0152	0,1036	0,0005	0,26	9,6551	0,0457	0,0584	0,0011	0,7738	0,3386	0,635	0,003	0,537	0,042	103
24.1	p.c.osc	0,7370	0,0245	0,0805	0,0010	0,37	12,4189	0,1517	0,0639	0,0015	0,2246	0,3251	0,499	0,006	0,734	0,049	89
25.1	p.c.bh	0,7852	0,2493	0,0935	0,0035	0,12	10,6916	0,3984	0,0691	0,0105	0,4279	0,5773	0,576	0,021	0,899	0,291	98
26.1	p.e.osc	0,7917	0,0267	0,0918	0,0012	0,40	10,8980	0,1463	0,0637	0,0014	0,1579	0,1952	0,566	0,007	0,726	0,047	96
28.1	p.e.bh	0,9441	0,0627	0,0972	0,0017	0,27	10,2854	0,1848	0,0550	0,0085	0,9400	1,0180	0,598	0,010	0,407	0,314	89
29.1	p.c.osc	0,7598	0,0461	0,0835	0,0012	0,24	11,9761	0,1766	0,0684	0,0030	1,0823	1,0968	0,517	0,007	0,879	0,090	90
32.1	p.c.osc	0,6989	0,0230	0,0739	0,0007	0,30	13,5278	0,1351	0,0694	0,0017	0,2271	0,1857	0,460	0,004	0,910	0,050	85
10.1	p.e.osc	7,3327	0,1062	0,3963	0,0048	0,84	2,5231	0,0305	0,1349	0,0006	0,3968	0,1060	2,152	0,022	2,159	0,008	100
10.2	p.c.bh	7,2438	0,0998	0,3930	0,0045	0,83	2,5446	0,0292	0,1338	0,0005	0,4487	0,1189	2,137	0,021	2,145	0,007	100

*posição do spot no cristal: p/r/= cristal prismático/redondo; c/r= núcleo/borda; d/v/b/osc: tonalidade escura/clara/oscilatória

Resumo dos dados geocronológicos U-Pb obtidos parra cada spot da amostra NT-76: a = dados usados no calculo da idade; b = idade muito mais jovem do que os demais cristais concordantes; c = cristais com provavel heranca Neoproterozoica; d = idade 7/6 bem mais antiga que as demais; e = alto grau de discordancia possivelmente devido à perda de chumbo recente

19/9/2011
M. BASEI - MATHIAS PROJ. F: 207/235 1 sigma 206/238 1 sigma erro corr. 238/206 1 sigma 207/206 1 sigma 208/206 1 sigma T_{206/238} 1 sigma T_{207/206} 1 sigma Concord.
AGT VIII 01 GRANITO 206/238 207/206
SPL307, 5mJ, 6Hz, 29um

RESULTADOS

spot	site	0,7622	0,0129	0,0915	0,0012	0,75	10,9310	0,1384	0,0607	0,0007	0,9925	0,3660	0,564	0,007	0,623	0,026	91
22,1	p.e,bh	0,8120	0,0157	0,0957	0,0017	0,91	10,4508	0,1830	0,0613	0,0009	1,8042	3,5385	0,589	0,010	0,643	0,031	92
30,1	p.c,osc	0,7922	0,0058	0,0941	0,0012	0,99	10,6271	0,1383	0,0610	0,0008	0,7500	0,1956	0,580	0,007	0,632	0,028	92
5,1	p.e,osc	0,8148	0,0392	0,0976	0,0013	0,28	10,2452	0,1359	0,0613	0,0025	0,3173	0,0945	0,600	0,008	0,644	0,088	93
2,1	p.c,osc	0,8087	0,0077	0,0974	0,0013	0,99	10,2701	0,1396	0,0610	0,0009	0,4493	0,1023	0,599	0,008	0,633	0,032	95
10,1	p.c,bh	0,7859	0,0047	0,0953	0,0012	0,99	10,4953	0,1341	0,0605	0,0008	0,1576	0,0431	0,587	0,007	0,614	0,027	96
4,1	p.e,osc	0,7558	0,0127	0,0922	0,0014	0,93	10,8404	0,1694	0,0599	0,0009	0,2523	0,6453	0,569	0,009	0,593	0,031	96
32,1	p.e,osc	0,7992	0,0116	0,0955	0,0010	0,74	10,4765	0,1119	0,0604	0,0006	0,3285	0,1595	0,588	0,006	0,610	0,022	96
17,1	p.c,bh	0,8158	0,0121	0,0979	0,0011	0,74	10,2193	0,1114	0,0607	0,0007	0,3307	0,1883	0,602	0,006	0,623	0,026	97
14,1	p.e,osc	0,7992	0,0086	0,0930	0,0013	0,99	10,7580	0,1561	0,0596	0,0009	0,2560	0,0609	0,573	0,008	0,583	0,033	98
9,1	p.c,osc	0,7719	0,0107	0,0940	0,0010	0,75	10,6352	0,1102	0,0597	0,0006	1,5867	0,6342	0,579	0,006	0,588	0,023	99
20,1	p.c,bh	0,8383	0,0141	0,1008	0,0016	0,97	9,9208	0,1616	0,0608	0,0009	3,0251	3,4926	0,619	0,010	0,627	0,031	99
25,1	p.c,osc	0,7703	0,0066	0,0938	0,0014	0,99	10,6643	0,1614	0,0594	0,0007	0,1642	0,0398	0,578	0,008	0,577	0,027	100
8,1	p.e,osc	0,8276	0,0054	0,0999	0,0013	0,99	10,0125	0,1270	0,0603	0,0008	0,4512	0,1204	0,614	0,007	0,607	0,028	101
4,2	p.c,osc	0,8452	0,0136	0,0991	0,0010	0,66	10,0893	0,1068	0,0604	0,0007	0,4716	0,2532	0,609	0,006	0,612	0,026	100
15,1	p.c,bh	0,8191	0,0059	0,0993	0,0013	0,99	10,0715	0,1289	0,0604	0,0008	0,5185	0,1454	0,610	0,007	0,610	0,029	100
3,2	p.c,osc	0,8563	0,0118	0,1021	0,0013	0,94	9,7961	0,1267	0,0608	0,0008	0,3769	0,8367	0,627	0,008	0,626	0,030	100
31,1	p.c,osc	0,8469	0,0143	0,1017	0,0016	0,91	9,8309	0,1504	0,0604	0,0009	2,0521	2,0830	0,624	0,009	0,611	0,031	102
23,1	p.c,osc	0,7115	0,0231	0,0882	0,0010	0,34	11,3402	0,1235	0,0599	0,0019	0,4145	0,2106	0,545	0,006	0,592	0,068	92
16,1	p.c,osc	0,8742	0,0127	0,1035	0,0014	0,93	9,6603	0,1304	0,0611	0,0009	1,5287	2,0450	0,635	0,008	0,637	0,031	100
27,1	p.c,osc	0,9000	0,0139	0,1067	0,0013	0,81	9,3736	0,1170	0,0612	0,0009	1,2771	1,8562	0,653	0,008	0,656	0,032	100
28,1	p.c,osc	0,9592	0,0089	0,1126	0,0016	0,99	8,8824	0,1257	0,0612	0,0009	0,3838	0,0976	0,688	0,009	0,640	0,031	107
6,1	p.c,bh	1,0126	0,0090	0,1036	0,0014	0,99	9,6558	0,1336	0,0715	0,0010	0,3448	0,0860	0,635	0,008	0,970	0,030	66
7,1	p.c,bh	0,6707	0,0079	0,0815	0,0011	0,99	12,2637	0,1604	0,0615	0,0008	0,1853	0,0563	0,505	0,006	0,649	0,028	78
1,1	p.e,osc	0,4180	0,0119	0,0568	0,0014	0,85	17,5974	0,4257	0,0560	0,0009	0,2685	0,0773	0,356	0,008	0,446	0,034	80
3,1	p.e,dh	0,7217	0,0123	0,0879	0,0016	0,99	11,3717	0,2095	0,0621	0,0009	0,5363	0,1248	0,543	0,010	0,673	0,029	81
9,2	p.e,osc	0,7969	0,0117	0,0936	0,0010	0,73	10,6781	0,1153	0,0615	0,0007	0,3219	0,2231	0,577	0,006	0,652	0,023	89
11,1	p.c,osc	0,8057	0,0217	0,0967	0,0011	0,44	10,3374	0,1217	0,0623	0,0013	0,4763	0,3074	0,595	0,007	0,680	0,046	88
12,1	p.c,osc	0,7487	0,0177	0,0888	0,0013	0,62	11,2597	0,1658	0,0614	0,0010	0,6395	0,3860	0,549	0,008	0,649	0,035	85
13,1	p.c,osc	0,5037	0,0181	0,0631	0,0016	0,69	15,8543	0,3956	0,0611	0,0011	0,8538	0,3911	0,394	0,010	0,636	0,037	62
18,1	p.c,bh	0,5863	0,0154	0,0729	0,0010	0,52	13,7185	0,1876	0,0628	0,0011	1,0393	0,4338	0,454	0,006	0,697	0,038	65
19,1	p.c,bh	0,4726	0,0079	0,0589	0,0008	0,86	16,9866	0,2429	0,0597	0,0009	1,2549	1,3556	0,369	0,005	0,586	0,031	63
24,1	p.c,osc	0,7434	0,0128	0,0864	0,0013	0,87	11,5696	0,1743	0,0623	0,0009	1,8906	2,3434	0,534	0,008	0,681	0,031	79
26,1	p.c,bh	0,4399	0,0119	0,0562	0,0011	0,71	17,7945	0,3411	0,0601	0,0012	0,6111	0,9596	0,352	0,007	0,601	0,044	59
28,2	p.e,dh	0,5790	0,0156	0,0738	0,0016	0,80	13,5496	0,2919	0,0589	0,0015	0,6555	1,1521	0,459	0,010	0,558	0,053	82
29,1	p.c,osc	0,6889	0,0112	0,0824	0,0012	0,89	12,1322	0,1755	0,0614	0,0009	0,1581	0,5807	0,511	0,007	0,647	0,033	79
33,2	p.e,osc	0,5983	0,0136	0,0692	0,0009	0,59	14,4510	0,1941	0,0645	0,0009	0,5000	0,2183	0,431	0,006	0,752	0,030	57
18,2	p.c,osc	0,2325	0,0096	0,0334	0,0010	0,69	29,9808	0,8623	0,0602	0,0010	0,3474	1,0475	0,212	0,006	0,603	0,035	35
33,1	p.c,dh																

*posição do spot no cristal: n/a = cristal nismático/retardo; c/a = n/a; osc = distribuição; dh/bh/osc = tonalidade escura/clara/oscilatória

Resumo dos dados geocronológicos U-Pb obtidos para cada spot da amostra AGT-VIII-01: a = dados usados no cálculo da idade; b = idade muito mais jovem do que os demais cristais concordantes; c = cristais com provável herança Neoproterozoica; d = idade 7/6 bem mais antiga que os demais; e = alto grau de discordância possivelmente devido à perda de chumbo recente

DOAÇÃO

TEC-USP

02/02/152

