UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Geoquímica, Isotopia e geocronologia das rochas graníticas do
Batolito Florianópolis na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**

Vinícius Xavier Corrêa

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

SÃO PAULO
2016

Vinícius Xavier Corrêa

**Geoquímica, Isotopia e geocronologia das rochas graníticas do
Batolito Florianópolis na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**

Dissertação apresentada ao
Instituto de Geociências da Univer-
sidade de São Paulo para obtenção
do título em Mestre em geologia.

Área de concentração:
Petrologia ígnea e metamórfica

Orientador: Prof. Dr. Miguel
Ângelo Stipp Basei

SÃO PAULO

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do
Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

Corrêa, Vinícius Xavier

Geoquímica, isotopia e geocronologia das rochas
graníticas do Batólito Florianópolis na Ilha de
Santa Catarina, SC, Brasil / Vinícius Xavier Cor-
rêa. - São Paulo, 2016.

150 p.: il. + 2 mapas

Dissertação (Mestrado) : IGc/USP

Orient.: Basei, Miguel Ângelo Stipp

1. Geocronologia 2. Geoquímica 3. Zircão 4.
Batólito Florianópolis 5. Cálcio-alcalinos I. Títu-
lo

Nome: Vinícius Xavier Corrêa

Título: GEOQUÍMICA, ISOTOPIA E GEOCRONOLOGIA DAS ROCHAS GRANÍTICAS DO BATOLITO
FLORIANÓPOLIS NA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL

Dissertação apresentada ao Instituto de
Geociências da Universidade de São Paulo para
obtenção do título em Mestre em geologia.

Área de concentração:
Petrologia ígnea e metamórfica

Orientador: Prof. Dr. Miguel
Ângelo Stipp Basei

Aprovado em ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

“As leis, os decretos, os editais, as ordens, as decisões cairão em abundância sobre o povo. Ao cabo de algum tempo, o solo político será coberto por uma camada de papel que os geólogos não terão senão que registrar sob o nome de formação “papesóica”, nas revoluções do globo.”

Pierre Joseph Proudhon

Sumário

Agradecimentos.....	VIII
Resumo.....	IX
Abstract	XI
Introdução	1
Objetivos	1
Materiais e métodos.....	2
<i>Geoquímica de rocha total.....</i>	<i>3</i>
<i>Isotopia em rocha total.....</i>	<i>4</i>
<i>Método Rb-Sr</i>	<i>5</i>
<i>Método Sm-Nd.....</i>	<i>6</i>
<i>Método Pb-Pb</i>	<i>7</i>
<i>Geocronologia: método U-Pb.....</i>	<i>7</i>
<i>Método Lu-Hf em cristais de zircão.....</i>	<i>8</i>
<i>Microscópio Eletrônico de Varredura.....</i>	<i>9</i>
Geologia Regional.....	10
<i>Cinturão Dom Feliciano</i>	<i>10</i>
<i>Cinturão Dom Feliciano no estado de Santa Catarina</i>	<i>14</i>
Domínio Externo ou “Foreland Basins”	14
Domínio Central ou “Schist Belt”	15
Granitos Intrusivos no Grupo Brusque.....	17
Complexo Metamórfico Camboriú	19
Domínio Interno ou “Granite Belt”	20
Formação Queçaba	21
Suíte Águas Mornas.....	22
Granito Paulo Lopes.....	23
Suíte São Pedro de Alcântara	23
Suíte Pedras Grandes	24
Granito Ilha	24
Granito Serra do Tabuleiro	25
Granito Angelina	25
Suíte Cambirela	26
Granito Itacorubi.....	26
Riolito Cambirela.....	27
Magmatismo Associado à Zona de Cisalhamento Major Gercino	27
Região de Major Gercino	28
Região de Porto Belo.....	29
Batolito Florianópolis no contexto do Cinturão Granítico	31
Batolito Pelotas	31
Batolito Aiguá	33

Granitos da Ilha de Santa Catarina e petrografia	34
<i>Associação Granítica Santinho</i>	<i>35</i>
<i>Suíte São Pedro de Alcântara</i>	<i>48</i>
<i>Suíte Pedras Grandes.....</i>	<i>53</i>
<i>Suíte Cambirela</i>	<i>62</i>
<i>Panorama geral e hidrotermalismo</i>	<i>68</i>
Resultados e Discussões	69
<i>Geoquímica de rocha total</i>	<i>69</i>
Elementos Maiores e Menores	70
Sistemas de classificação e granitoides da Ilha de Santa Catarina	76
Elementos Traço e Elementos Terra Rara	80
<i>Isotopia em Rocha Total.....</i>	<i>91</i>
Sistema Rb-Sr	91
Sistema Sm-Nd	92
Estudos combinados de Sr e Nd.....	94
Sistema Pb-Pb	95
<i>Geocronologia</i>	<i>96</i>
<i>Descrição das fases minerais datadas.....</i>	<i>96</i>
Zircão.....	96
Associação Granítica Santinho.....	97
Ortognaisse granodiorítico.....	97
Enclave tonalítico	98
Banda Granítica	99
Suíte São Pedro de Alcântara	99
Suíte Pedras Grandes.....	101
Suíte Cambirela.....	103
Titanita	105
Associação Granítica Santinho.....	106
Suíte São Pedro de Alcântara	109
Monazita	110
<i>Idades.....</i>	<i>111</i>
Zircão.....	111
Associação Granítica Santinho.....	111
Suíte São Pedro de Alcântara	115
Suíte Pedras Grandes.....	116
Suíte Cambirela.....	118
Titanita	121
Associação Granítica Santinho.....	121
Suíte São Pedro de Alcântara	123
Monazita	124
<i>Lu-Hf em zircão.....</i>	<i>124</i>
<i>Discussão dos resultados.....</i>	<i>126</i>
Panorama geocronológico e relação entre as unidades	126
Contexto geotectônico e correlações regionais.....	131

Conclusões.....	138
Referências Bibliográficas	141

Índice de Figuras

Figura 1 – Segmentação tectônica do CDF após as propostas de Basei <i>et al.</i> 2000; extraída de Hueck <i>et al.</i> 2016.....	13
Figura 2 – Gnaiss Bandado Costão do Santinho A- visão geral B- região com predomínio das bandas intermediárias C- relação entre banda granítica e a banda de ortognaiss granodiorítico D- região com predomínio das bandas graníticas E- banda granítica e ortognaiss granodiorítico dobrados F- banda granítica e ortognaiss granodiorítico dobrado.....	36
Figura 3 – A- Gnaiss bandado afetado por bolsões pegmatíticos (detalhe para o ortognaiss granodiorítico) B- concentração de máficos no contato entre a banda de ortognaiss granodiorítico e GMA C- Gnaiss bandado intrudido por líquidos graníticos, Costão dos Ingleses D- Gnaiss bandado assimilado pelo GMA, Costão dos Ingleses E- Contato entre dique básico do EDF e o GMA F- GMA, “back-veining” no GMA, ortogonal ao dique básico	37
Figura 4 – Projeção estereográfica polar de igual área em hemisfério inferior, bandamento gnáissico, gnaisses bandados no Costão do Santinho	38
Figura 5 – Ortognaiss granodiorítico A- Amostra VSM-29A Máficos: Titanita (tit), Biotita (bit) e Apatita (ap) B- Amostra VSM-29A Máficos nicóis cruzados C- Amostra VSM-53C, foliação dentro da banda de ortognaiss granodiorítico, veio granítico discordante D- veio granítico detalhe com xenocristal de feldspato alcalino, amostra VSM-53C.....	39
Figura 6 – A- Amostra VSM-29A foliação dentro da banda de ortognaiss granodiorítico, nicóis cruzados B- Amostra VSM-29A foliação dentro da banda de ortognaiss granodiorítico, nicóis paralelos C- Detalhe Titanita (tit) com substituição de epidoto (epd) e fraturas preenchidas por quartzo, amostra VSM-29A.....	40
Figura 7 – Amostra VSM-52D Banda Granítica do Gnaiss bandado A- fratura preenchida por epidoto (epd), clorita (chl) e opacos (op) nicóis cruzados B- similar a anterior nicóis paralelos C- detalhe clorita (chl), feldspato alcalino (fk), plagioclásio (plg) sericitizado, nicóis cruzados D- similar a anterior nicóis paralelos.....	41
Figura 8 – Banda Granítica do ortognaiss bandado A- Amostra VSM-29B Feldspato alcalino (fk) com pertitas plagioclásio (plg) saussuritizado B- Amostra VSM-52D quartzo com bordas recristalizadas, “bulging” e plagioclásio levemente deformado C- Amostra VSM-29B textura porfírica D- Amostra VSM-52D plagioclásio saussuritizado e quartzo com extinção ondulante	42
Figura 9 – Granito Morro das Aranhas A- Macro, amostra VSM-31 B- Macro, amostra VSM-77, presença de muscovita primária C- Amostra VSM-17, “schlieren” dobrado D- Fraturas E- Amostra VSM-77 enclaves microgranulares.....	43
Figura 10 – Amostra VSM-31 Granito Morro das Aranhas A- Plagioclásio saussuritizados e Feldspato alcalino, nicóis cruzados B- Biotita (bit) parcialmente cloritizada C- Visão geral, quartzo com extinção ondulante e muscovita secundária	44
Figura 11 – Granito Morro das Aranhas A- Amostra VSM-71 visão geral mais fraturas, nicóis cruzados B- Amostra VSM-71 fraturas e bolsões de alteração hidrotermal C- Amostra VSM-77 muscovita primária D- Amostra VSM-77 muscovita primária parcialmente substituída por clorita	45
Figura 12 – Enclaves Tonalíticos A- Amostra VSM-27B detalhe contato xenólito tonalítico B- Amostra VSM-27B xenólito tonalítico nos gnaisses bandados C- Amostra VSM-30 enclave microgranular	

tonalítico, possível dique sin-plutônico desmembrado em uma banda de ortognaisse granodiorítico	
D- Amostra VSM-72B xenólito tonalítico no GMA	46
Figura 13 – Enclaves Tonalíticos A- Amostra VSM-52C visão geral B- Amostra VSM-30 plagioclásio saussuritizado, biotita cloritizada, nicóis cruzados C- Amostra VSM-72B xenólito tonalítico no GMA, visão geral D- Amostra VSM-30 enclave microgranular tonalítico.....	47
Figura 14 – Enclaves Tonalíticos A- Amostra VSM-27B Plagioclásio saussuritizado B- Amostra VSM-55A titanita parcialmente consumida, interior substituído por plagioclásio e cristalização de opacos nas bordas C- Amostra VSM-55A titanita fraturada e plagioclásio saussuritizado D- Amostra VSM-55A detalhe titanita substituída por epidoto opacos nas bordas e plagioclásio substituído por sericita, nicóis cruzados	48
Figura 15 – Hornblenda biotita monzogranito A- Amostra VSM-35 B- Amostra VSM-40A enclave diorítico C- amostra VSM-35 bandas sienograníticas D- veios com mineralogia hidrotermal cortando a amostra VSM-40A.....	50
Figura 16 – Hornblenda Biotita Monzogranito amostra VSM-35 A- máficos detalhe B- plagioclásio saussuritizado e quartzo com extinção ondulante C- máficos detalhe.....	51
Figura 17 – Amostra VSM-40B enclave diorítico A- visão geral B- Piroxênio (px) substituído por hornblenda (hbl) C- Opaco mantedo por titanita D- contato entre o enclave diorítico e hornblenda biotita monzogranito.....	52
Figura 18 – Amostra VSM-40A A- plagioclásio com as bordas arredondadas e opacos B- feldspato alcalino com bordas corroídas, nicóis cruzados C- feldspato alcalino com sobrecrecimento nas bordas com fraturas preenchidas por quartzo.....	53
Figura 19 – Suíte Pedras Grandes A- Granito Ilhapaia de Jurerê B- Bolsão gmatíticoo C- Aplito D- Cavidade miarolítica em aplitos E- Enclaves microgranulares F- Fácies Inequigranular grosso em contato com com fácies equigranular fino.....	54
Figura 20 – Suíte Pedras Grandes A- Granito Ilha fácies com hornblenda, amostra VSM-23 B- Granito Ilha e fácies apresentando mistura com máguas básico, amostra VSM-21 (A direita; B esquerda) C- Detalhe do contato com diques mesozoicos D- visão geral dique na praia da Joaquina E- “back-veining” no Granito Ilha, ortogonal ao dique básico, pria da Joaquina	55
Figura 21 – Projeção estereográfica polar de igual área em hemisfério inferior, foliação magmática do Granito Ilha.....	56
Figura 22 – Amostra VSM-22A praia da Joaquina A- biotita (bit) plagioclásio saussuritizado B- Biotita totalmente substituída por clorita C- Visão Geral quartzo com extinção ondulante e feldspato alcalino com pertitas.....	57
Figura 23 – A- Plagioclásio zonado parcialmente substituído por sericita B- Feldspato alcalino com fraturas preenchidas por quartzo C- plagioclásio com terminações em lança levemente dobradas D- Detalhe máficos, allanita clorite e apidoto.....	58
Figura 24 – A- Amostra VSM-23 fácies do Granito Ilha com hornblenda, nicóis paralelos B- similar a anterior, nicóis cruzados C- Aplito detalhe D- Aplito visão geral	59
Figura 25 – Amostra VSM-21 A A- Nicóis cruzados, megacristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino com bordas arredondadas e matriz fina B- similar a anterior, nicóis paralelos C- Nicóis paralelos, detalhe da matriz D- Nicós cruzados, detalhe da matriz, plagioclásio ripiforme com uma associação de epidoto e clorita	61
Figura 26 – Riolito Cambirela A- estruturas de fluxo magmático B- Vesículas C- Xenólitos graníticos D- Xenólito, detalhe	62
Figura 27 – Riolito Cambirela A- Visão geral, matriz com fenocristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino B- Fenocristal de feldspato alcalino com pertitas e evidências de corrosão	

magmática C- estruturas de fluxo magmático e fenocristal de quartzo D- Máficos, detalhe associação clorita mais opacos.....	63
Figura 28 – Rochas vulcânicas ácidas no Costão do Santinho A- Granito do Calhau Miúdo com enclaves microgranulares B- Dique ácido assimilando parcialmente uma porção de gnaiss bandado C- Dique vulcânico ácido relacionado a SVC cortado por um dique básico mesozóico D- Detalhe do contato entre o dique vulcânico ácido e dique básico relacionado ao EDF.....	64
Figura 29 – Amostra VSM-26A Granito Itacorubi A- Fenocristal de feldspato alcalino fraturado B- Visão geral, aglomerados máficos C- Aglomerado máfico, detalhe, presença de fluorita D- Aglomerado máfico opacos, allanita biotita e clorita	65
Figura 30 – Amostra VSM-53ª Granito do Calhau Miúdo A- Visão geral, fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio B- Fenocristal de plagioclásio Saussuritizado com aglomerados máficos C- Aglomerado máfico, detalhe D- Aglomerado máfico: opaco, biotita e hornblenda parcial ou totalmente substituídas por clorita	67
Figura 31 – Panorama geral das rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina	68
Figura 32 – Diagramas bivariantes com SiO ₂ como discriminante.....	71
Figura 33 – TAS Middlemost 1985, para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	73
Figura 34 – Diagrama de Shand 1943, para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	74
Figura 35 – Diagrama de Peccerillo e Taylor 1976, para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	75
Figura 36 – Diagrama Na ₂ O + K ₂ O - CaO vs. SiO ₂ (Frost <i>et al.</i> 2001); para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	79
Figura 37 – Diagrama Fe* vs. SiO ₂ (Frost <i>et al.</i> 2001); para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	79
Figura 38 – LILE vs. SiO ₂ para os granitoides da Ilha de Santa Catarina.....	80
Figura 39 – Rb/Sr vs. SiO ₂ (a simbologia utilizada é a mesma dos diagramas anteriores)	81
Figura 40 – HSE vs. SiO ₂ para os granitoides da Ilha de Santa Catarina.....	82
Figura 41 – F vs. SiO ₂ (a simbologia utilizada é a mesma dos diagramas anteriores).....	85
Figura 42 – ETR vs. SiO ₂ para os granitoides da Ilha de Santa Catarina.....	86
Figura 43 – "Spidergram" Associação Granítica Santinho	87
Figura 44 – "Spidergram" Suíte São Pedro de Alcântara	88
Figura 45 – "Spidergram" Suíte Pedras Grandes	89
Figura 46 – "Spidergram" Suíte Cambirela	90
Figura 47 – εNd vs Tempo - para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	93
Figura 48 – εNd vs εSr - calculado para 580 Ma para os granitoides da Ilha de Santa Catarina.....	94
Figura 49 – ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb vs ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb – modelo "Plumbotectonics" para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	96
Figura 50 – CL para os zircões da amostra VSM-29A.....	97
Figura 51 – CL para os zircões da amostra VSM-53C	97
Figura 52 – CL para os zircões da amostra VSM-27B	98
Figura 53 – CL para os zircões da amostra VSM-30	99
Figura 54 – CL para os zircões da amostra VSM-29B	99
Figura 55 – CL para os zircões da amostra VSM-35	100
Figura 56 – CL para os zircões da amostra VSM-40A.....	100
Figura 57 – CL para os zircões da amostra VSM-22A.....	101
Figura 58 – CL para zircões da amostra VSM-24.....	102
Figura 59 – CL para os zircões da amostra VSM-39A.....	102
Figura 60 – CL para os zircões da amostra VSM-33	103
Figura 61 – CL para os zircões da amostra VSM-26A.....	104

Figura 62 – CL para os zircões da amostra VSM-26B	104
Figura 63 – CL para os zircões da amostra VSM-53A	105
Figura 64 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-29A.....	106
Figura 65 – Espetros de raios-X para as análises de EDS (excluindo os cristais de zircão)	106
Figura 66 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-27B.....	107
Figura 67 – Espetros de raios-X para as análises de EDS.....	107
Figura 68 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-30	108
Figura 69 – Espetros de raios-X para as análises de EDS.....	108
Figura 70 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-35	109
Figura 71 – Espetros de raios-X para as análises de EDS.....	109
Figura 72 – Imagens de BSE para as monazitas da amostra VSM-53C.....	110
Figura 73 – Espetros de raios-X para as análises de EDS.....	110
Figura 74 – Concordia para a amostra VSM-29A	111
Figura 75 – Concordia para a amostra VSM-53C.....	112
Figura 76 – Concordia para amostra VSM-29B	113
Figura 77 – Concordia para amostra VSM-71	113
Figura 78 – Concordia para amostra VSM-27B	114
Figura 79 – Concordia para amostra VSM-72B	114
Figura 80 – Concordia para amostra VSM-30	115
Figura 81 – Concordia para amostra VSM-35	115
Figura 82 – Concordia para amostra VSM-40A	116
Figura 83 – Concordia para amostra VSM-22A	117
Figura 84 – Concordia da amostra VSM-24.....	117
Figura 85 – Concordia da amostra VSM-39A	118
Figura 86 – Concordia da Amostra VSM-26A	118
Figura 87 – Concordia para amostra VSM-26B	119
Figura 88 – Concordia para a amostra VSM-76.....	119
Figura 89 – Concordia para amostra VSM-33	120
Figura 90 – Concordia para amostra VSM-53A	121
Figura 91 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-29A.....	122
Figura 92 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-27B.....	122
Figura 93 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-30	122
Figura 94 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-35	123
Figura 95 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-53C.....	124
Figura 96 – Diagrama de probabilidade de densidade para as idades U-Pb em zircão e TDM _{Hf}	125
Figura 97 – ϵ_{Hf} vs Tempo – evolução do ϵ_{Hf} para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	126
Figura 98 – Perfil esquemático E-W evidenciado a relação entre AGS e SPG.....	127
Figura 99 – Compilação das idades U-Pb em zircão, titanita e monazita para os granitoides da Ilha de Santa Catarina	131
Figura 100 – Diagramas discriminantes de ambiente tectonico segundo Pearce et al. 1986 e Pearce 1996.....	132
Figura 101 – ϵ_{Nd} vs Tempo compilação dos dados disponíveis para os Batolitos Pelotas e Florianópolis	134
Figura 102 – ϵ_{Nd} vs Tempo - compilação dos dados disponíveis para os Batolitos Pelotas e Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú	134

Figura 103 – ϵ_{Nd} vs ϵ_{Sr} calculado para 580 Ma - compilação dos dados disponíveis para o Batolito Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú	135
Figura 104 – $^{207}Pb/^{204}Pb$ vs $^{206}Pb/^{204}Pb$ – modelo “Plumbotectonics” para o Batolito Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú	136
Figura 105 – ϵ_{Hf} vs Tempo – compilação dos dados disponíveis para as unidades do Batolito Florianópolis e Complexo Metamórfico Camboriú	137

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Procedimentos analíticos de Pb-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr em rocha total	5
Tabela 2 – Compilação das idades U-Pb em zircão para o Batolito Florianópolis	21
Tabela 3 – Compilação das idades U-Pb em zircão para o Batolito Pelotas	32
Tabela 4 – Temperatura de saturação de zircão segundo Watson and Harrison (1983)	84
Tabela 5 – Resultados obtidos e parâmetros calculados pelo método Rb-Sr em rocha total.....	91
Tabela 6 – Resultados obtidos e parâmetros calculados para o método Sm-Nd em rocha total.	
<i>Amostras com TDM_{Nd} calculados em duplo estágio</i>	92
Tabela 7 – Resultados Pb-Pb em rocha total	95

Agradecimentos

Agradço a minha família, as minha amigas e amigos, ao meu orientador Professor Miguel Basei e a todos os professores que de alguma contrubuíram forma pra que eu chegasse até aqui. Agradeço a você que me escutou reclamar, que me fez um cafuné, que esteve longe mas nunca deixou de mandar apoio. Agradeço as funcinárias, da limpeza à administração, aos técnicos do CPGeo e do Laboratórios de Química do IGc-USP. Agradeço aos sem nome por fazer esse mundo funcianar e mesmo sem saber sustentar a posição que ocupo numa sociedade de privilégios. Agradeço a vida por ter me feito a pessoa que eu sou e por me dá a chance de reconstruir o meu eu todos os dias. Agraço aos meus defeitos por me fazer enxergar que eu nunca serei perfeito. Agradeço a você que me questiona, me interroga e me intriga fazendo com que eu coloque em cheque a minha figura. Agradeço a utopia por ainda me fazer crer no ser humano, por fazer acreditar que ainda há esperança. Agradeço ao amor presente nas relações humanas, que se manifesta nas amizades, nos carinhos, na empatia e que tanto me acercou de pessoas fantásticas ao longo da vida. Agradeço ao Neoproterozoico, aos granitos à tectônica enfim “Terra sua linda, como você ainda suporta essa (des)humanidade.” Por fim agradeço você que leu estas palavras até o final de alguma forma você é especial e importante para que o conhecimento aqui produzido não seja estocado nas esquinas do tempo.

Resumo

O Cinturão Dom Feliciano é uma unidade geológica originada no Neoproterozoico durante o Ciclo Brasileiro localizado na região sul do Brasil e Uruguai. Apresenta orientação preferencial NNE-SSW paralelo à costa atlântica e pode ser dividido em três domínios distintos separados por grandes zonas de cisalhamento interpretadas como suturas regionais. Os segmentos são: Domínio Externo (bacias de ante-país), Domínio Central (rochas supracrustais) e Domínio Interno (rochas magmáticas de arcos diversos). O magmatismo que ocorre no Domínio Interno se estendendo ao longo de 1200 km sendo formado por três associações de granitoides: Batolito Aiguá, Batolito Pelotas e Batolito Florianópolis este último restrito ao estado de Santa Catarina. O Batolito Florianópolis pode ser dividido em quatro unidades: Suíte Águas Mornas, Suíte São Pedro de Alcântara, Suíte Pedras Grandes e Suíte Cambirela. A Ilha de Santa Catarina apresenta exposições dessas unidades e são alvos do atual estudo. Os granitoides representam um magmatismo cálcio-alcálico de alto K e são interpretados como raiz de um arco magmático maduro. Na Ilha, a Associação Granítica Santinho é a unidade mais antiga formada por uma interação entre gnaisses bandados e rochas graníticas (Granito Morro das Aranhas) ambos com enclaves tonalíticos. O hornblenda biotita granito pertencente a São Pedro de Alcântara ocorre de maneira restrita. O Granito Ilha é o fácies predominante e pertence a Suíte Pedras Grandes. O vulcanismo ácido da Suíte Cambirela ocorre na forma de derrames na região sul da Ilha ou diques cortando todas as outras unidades. Associado a esta unidade ocorrem fáies subvulcanicos denominados com Granito Itacurubi. Todas as unidades são afetadas por eventos hidrotermais tardimagmáticos As rochas Suite São Pedro de Alcântara apresentam teor de SiO_2 de 67% wt e CaO 2,5% wt. As rochas da Suites Pedras Grande e Cambirela apresentam altos teores de SiO_2 maiores que 70% wt e CaO 0,5 – 1,7 % wt. Os dados geocronológicos U-Pb em zircão apontam idades variando entre 605 – 625 Ma para as rochas da Associação Granítica Santinho; 585 – 595 Ma para os granitos da Suíte São Pedro de Alcântara; 585 – 600 Ma para a Suíte Pedras Grandes; 575 Ma para os derrames do Riolo Cambirela. Os valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$ é de cerca de 0,711. As assinaturas obtidas pelo método Sm-Nd em rocha total indicam assinaturas crustais. As idades modelo TDM_{Nd} para as Suíte São Pedro de Alcântara são de aproximadamente 1400 Ma. Para as demais unidades os valores variam de 1550 – 1900 Ma. Ambas as idades apontam para um alto período de residência crustal. As assinaturas de Pb-Pb em rocha total mostram uma contribuição de crosta superior na geração desses granitoides. Não foram encon-

tradas assinaturas mantélicas nas rochas estudadas, os valores de ϵ_{Hf} são negativos para todo o conjunto. Variam entre -0.07 e - 28.43, isso indica origens crustais. Os valores das idades modelos TDM_{Hf} variam entre 1471 – 3270 Ma indicando fusão de crostas antigas. Os estudos petrogenéticos apontam que as unidades apresentam origem distinta e materiais precursores diferentes. O principal mecanismo de formação para tais rochas é o retrabalhamento crustal de materiais extraídos em níveis médio e profundo de crosta. Regionalmente os estudos apontam que os granitos da Ilha de Santa Catarina, e consequentemente do Batolito Florianópolis, são distintos das demais rochas graníticas do escudo catarinense. Uma abordagem integrada dos métodos isotópicos confirma a afinidade entre as rochas estudadas com o Batolito Pelotas.

Abstract

The Dom Feliciano Belt is a geological unit originated in the Neoproterozoic during the Brasiliano Cycle. It occupies the entire southern-eastern region of Brazil and Uruguay. It presents a preferential NNE-SSW orientation parallel to the Atlantic coast and can be divided into three distinct domains separated by large shear zones interpreted as major regional sutures. The segments are: External Domain (foreland basins), Central Domain (supra-crustal rocks) and Internal Domain (magmatic rocks of several arcs). The magmatism that occurs in the Internal Domain extends for 1200 km and is formed by three associations of granitoids: Aiguá Batholith, Pelotas Batholith and Florianópolis Batholith the latter restricted to Santa Catarina. The Florianópolis Batholith can be divided into four units: Águas Mornas Suite, São Pedro de Alcântara Suite, Pedras Grandes Suite and Cambirela Suite. The Island of Santa Catarina state presents many outcrops of these units which are the targets of the current study. The granitoids represent a high K-calcium and alkaline magmatism and are interpreted as the roots of a mature magmatic arc. On the Island, the Granitic Association Santinho is the oldest unit formed by an interaction between banded gneiss and granite rocks (Morro das Aranhas Granite) both with tonalite enclaves. The hornblende biotite granite belonging to São Pedro de Alcântara occurs in a restricted way. The Granite Island is the predominant facies and belongs to Pedras Grandes Suite. The acidic volcanism of the Cambirela Suite occurs in the form of flows in the southern region of the Island or dikes cutting all other units. Associated with this unit occur sub-volcanic facies aka Itacurubi Granite. All units are affected by late imaging hydrothermal events. The São Pedro de Alcântara Suite rocks have SiO_2 content of 67% wt and CaO 2.5% wt. The rocks of the Pedras Grandes Suite and Cambirela Suite have a high SiO_2 contents higher than 70% wt and CaO 0.5 - 1.7% wt. The U-Pb zircon geochronological data indicate ages varying between 605 - 625 My for the rocks of the Santinho Granitic Association; 585 - 595 My for the granites of the São Pedro de Alcântara Suite; 585 - 600 My to the Pedras Grandes Suite; 575 My for the Cambirela Rhyolite's flows. The values of $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ (i) is about 0.711. The signatures obtained by the Sm-Nd method in bulk rock indicate crustal signatures. The TDM_{Nd} model ages for the São Pedro de Alcântara Suite are approximately 1400 My. For the other locations, the values range from 1550 - 1900 My. Both suggest a high crustal residence period. Pb-Pb signatures in total rock show a contribution of superior crust in the generation of these granitoids. No mantle signatures were found in this rocks, the values of ϵ_{Hf} are all negative for the whole set. They vary between -0.07

and -28.43, indicating crustal origins. The values of the TDM_{Hf} models ages vary between 1471 - 3270 My indicating melting of old crusts. Petrogenetic studies point that those units have different genesis and different sources. The main mechanism of magma generate for these rocks is the crustal reworking of materials extracted at medium and deep levels of crust. Regionally the studies indicate that the granites of the Island of Santa Catarina, and consequently of Florianópolis Batholith, are distinct from the other granite rocks of the Santa Catarina shield. An integrated approach to isotopic methods confirms the affinity between this rocks with the Pelotas Batholith.

Introdução

O estudo das rochas graníticas vem sendo realizado há muito por diversos pesquisadores, dentre as razões que levam a essas pesquisas destaca-se o fato dos granitoides serem as rochas mais abundantes na crosta continental média e superior revelando importantes informações a respeito da evolução do planeta. Tais rochas estão intimamente ligadas com a evolução geodinâmica da Terra. O presente trabalho tem como principal objeto de estudo rochas graníticas que afloram na região sul do Brasil.

A colocação de grandes corpos graníticos na crosta terrestre é alvo de discussões desde o engatinhar da construção do pensamento geológico, a já vencida batalha entre ne-tunistas e plutonistas hoje se traduz no refinamento das interpretações a respeito da origem dos grandes batólitos e mecanismos de geração e diferenciação dos magmas formadores. O encaixe por meio de falhas aproveitando grandes zonas de cisalhamento, contribuições mantelicas, processo de reciclagem crustal, participação de fluídos na fusão, mecanismo de mistura química e mecânica de magmas são alguns dos temas em voga nas discussões da atualidade.

A área de estudo localiza-se no município de Florianópolis e restringe-se a Ilha de Santa Catarina, o foco das atividades se concentra nas rochas graníticas. O trabalho ocorre nas principais exposições dos diferentes facies das unidades presentes, as exposições se concentram principalmente nos costões rochosos e morros que dominam a paisagem do local.

Objetivos

O estudo realizado pretende fazer uma abordagem geral dos principais fácies do Batólito Florianópolis que afloram na Ilha de Santa Catarina baseando-se na seleção de litotipos chave para o entendimento do contexto global. Privilegia-se afloramentos que apresentem evidências de processos ígneos e relações de contato entre diferentes litotipos. A realização de trabalhos de detalhe é importante para o entendimento da dinâmica das câmaras graníticas.

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar a caracterização geoquímica, isotopia e geocronologia das rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina, essas informações juntamente com a descrição petrográfica e trabalhos de campo nos permite especular a respeito da origem das mesmas e correlaciona-las regionalmente com as demais unidades

que compõe o Batolito Florianópolis (BF). Esse batolito de idade neoproterozoica foi assunto de diversos estudos anteriores. Corresponde à parte norte de um magmatismo que se estende de Santa Catarina até o Uruguai. O entendimento desse magmatismo é importante para reconstrução geodinâmica do Gondwana Ocidental.

Há um bom conjunto de idades obtidas em outras localidades do Batólito Florianópolis, porém os resultados para as rochas que afloram na Ilha de Santa Catarina são escassos. Dessa forma o estudo pretende contribuir com o aumento do quadro de dados disponíveis para os granitoides do BF além de apresentar isótopos de Hf em zircão ainda não disponíveis para as rochas em questão. Os resultados são importantes para os estudos petrológicos e geotectônicos somando-se aos dados de outras regiões do BF permitiram uma abordagem integrada do Cinturão Dom Feliciano.

Materiais e métodos

A investigação sobre a origem dos granitos da Ilha de Santa Catarina e seus possíveis mecanismos de colocação crustal se vale do uso de inúmeras técnicas comuns em trabalhos de petrografia. A seleção das amostras para a aplicação das diversas metodologias baseia-se na realização de um bom trabalho de campo, tal atividade é essencial para qualquer estudo geológico.

As atividades de campo se distribuíram em quatro fases distintas realizadas ao longo dos últimos anos, a duração e o intuito de cada fase variam de acordo com o avanço dos estudos, sendo a campanha mais longa de aproximadamente uma semana. As atividades foram realizadas nos meses de novembro de 2014, abril 2015, julho 2015 e março 2016. Os trabalhos se distribuíram ao longo de toda a Ilha de Santa Catarina com um foco especial para o Costão do Santinho localizado na porção NW onde foi realizado um estudo de detalhe e se concentra um grande número de estações. Juntamente com alguns pontos realizados para reconhecimento da geologia regional temos um total de noventa afloramentos descritos dentre os quais alguns foram selecionados para o prosseguimento das atividades. Os Possíveis alvos de estudos geoquímicos e geocronológicos seguem as metodologias de amostragem a fim de minimizar erros causados algum tipo de efeito pepita ou influência da coleta do material. Os pontos pertencentes ao BF e as devidas metodologias aplicadas em cada um são apresentados em uma tabela correspondente ao Anexo 3.

A escolha dos fácies para descrição petrográfica parte o de um universo com setenta amostras das quais quarenta e sete foram selecionadas para confecção do total de cinquen-

ta secções delgadas. As lâminas petrográficas são polidas, com lamínula e espessura é de 30 µm e estão preparadas para observação em microscópio ótico de luz transmitida.

As informações de campo e petrográficas estão dispostas em uma base dados geológica simplificada e modificada a partir do trabalho apresentado por Tomazzoli & Pellerin 2015, faz-se uso do mesmo *datum* (SAD-69 UTM-22S) apresentado pelos autores, o mapa geológico em escala 1:150000 corresponde ao Anexo 1. A base de dados digitalizada foi usada como suporte para os trabalhos desenvolvidos utilizando o Software ArcMap® 10.1, o modelo de elevação de terreno é obtido a partir da manipulação de arquivos digitais de imagens do tipo STRM pertencentes ao banco de dados da USGS disponíveis *on-line*. A confecção de um mapa de detalhe em escala 1:10000 correspondente ao Costão do Santinho é referente ao Anexo 2.

Geoquímica de rocha total

As análises geoquímicas em rocha total foram realizadas nas dependências dos Laboratórios de Química e ICP e Laboratórios de Fluorescência de Raio-X do IGc-USP. A fase inicial de preparação das amostras para ambas as diferentes técnicas aplicadas é similar e foi realizada no laboratório de tratamento de amostras LTA, consiste na fase de cominuição do material coletado, os procedimentos adotados fazem parte da rotina padrão.

Muitas das amostras coletadas são granitos que geralmente apresentam uma textura grossa, para tais rochas foi realizado um trabalho de amostragem sistemática com coleta de vários fragmentos ao longo do corpo privilegiando as porções mais frescas da rocha. Primeiramente as amostras foram cortadas utilizando uma serra diamantada posteriormente as porções externas com alguma alteração foram removidas utilizando marretas, as fatias previamente aparadas tem o tamanho diminuído mais uma vez, após a fragmentação manual foi utilizado um britador primário de mandíbulas de aço e manganês. Com o intuito de diminuir a contaminação as rochas foram agrupadas segundo a unidade e litotipo a qual pertencem. O volume de brita correspondente a cada amostra foi homogeneizado e quarteado quando necessário para o prosseguimento do preparo, o processo de fragmentação e cominuição segue com o uso da prensa hidráulica e do moinho tipo planetário, foram utilizados anéis e panela de ágata. Após todos esses processos temos 100 g de pó da amostra na fração argila com granulometria menor que 200 mesh, uma alíquota de cada material foi separada para a aplicação dos métodos de isotopia em rocha total. Parte do mesmo pulverizado é utilizada para estimar a perda ao fogo.

As análises quantitativas dos elementos maiores, menores e alguns elementos traço (eg. Ni, Sc, V, Zn) foram realizadas segundo a aplicação do método de Fluorescência de raios-X em pastilha fundida e pastilha prensada. O equipamento utilizado foi um Espectrômetro de Fluorescência de Raios X - Philips modelo PW2400. A rotina e os protocolos seguidos pelo laboratório são detalhados no trabalho de Mori *et al.* 1999.

As análises dos elementos traço e ETR das amostras foram realizadas utilizando-se o seguinte equipamento: Espectrômetro do tipo quadrupolo, modelo ELAN 6100DRC – Perkin-Elmer/Sciex. A preparação das amostras seguiu o método de digestão ácida em bombas do tipo Parr com uso de HNO₃ e HF concentrados sob temperaturas aproximadas de 200 °C durante cinco dias mantidas por fornos micro ondas, com o intuito de garantir a total dissolução dos minerais acessórios, como o zircão por exemplo. A metodologia aplicada pelo laboratório é descrita em detalhes por Navarro *et al.* 2008.

Ao todo foram preparadas 20 amostras de rochas graníticas representativas dos principais fácies do BF que afloram na área de estudo, de posse dos dados geoquímicos os softwares Excel e GCDKit 3.0 foram utilizados para cálculos, confecção dos gráficos e dos diagramas utilizados para as análises.

Isotopia em rocha total

A existência de isótopos é uma descoberta científica de longa data que tem inúmeras implicações na evolução do conhecimento geológico, a variedade isotópica natural de alguns elementos existe em decorrência de processos de decaimento radiativo. Historicamente a primeira utilização dos isótopos radigenicos foi para determinação da idade de rochas e minerais, contudo o uso para interpretações com fins petrogenéticos é consagrada atualmente, a identificação de processos formadores de rocha e possíveis fontes são as principais contribuições.

As análises foram realizadas nas dependências dos laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da USP foram realizadas as análises isotópicas em rocha total pelos métodos Sm-Nd, Rb-Sr e Pb-Pb, o material utilizado foi uma alíquota do mesmo pulverizado preparado para as análises geoquímicas. Como as concentrações dos elementos Rb, Sr, Sm, Nd, e Pb foram obtidas por outros métodos apenas as dosagens das razões isotópicas destes elementos tiveram de ser feitas, a seleção conta com amostras representativas dos principais facies graníticos dos granitoides, 19 para o método Rb-Sr, 20 para Sm-Nd e 10 para

o método Pb-Pb. Estas análises obedeceram à rotina experimental dos laboratórios do CPGeo-USP que segue na tabela 1.

Procedimento analítico Pb-Pb em Rocha Total	Procedimento Analítico Sm-Nd e Rb-Sr em Rocha total
Pesar de 100 mg de amostra	Pesar de 100 mg de amostra
Dissolver a amostra em bombas de teflon contendo 3 ml de HF conc. + 1ml de HNO ₃ conc. Deixar esse material em aquecimento a 100 °C por 3 dias	Dissolver a amostra em bombas de teflon contendo 3 ml de HF conc. + 1ml de HNO ₃ conc. Colocar a solução em ultrassom por, aproximadamente 60
Evaporar solução	Deixar esse material em aquecimento a 100 °C por 3 dias
Adicionar 6 ml de HCl 6 N	Evaporar solução
Deixar em aquecimento a 100 °C por uma noite	Adicionar 6 ml de HCl 6 N
Evaporar solução	Deixar em aquecimento a 100 °C por uma noite
Adicionar ~ 1ml de HBr 0,7 N	Evaporar solução
Coluna Biorad modificada 2 vezes	Adicionar 1 ml de HCl 2,62N
Adicionar 10 uL de H ₃ PO ₄ 0,25 M	Coluna de troca iônica 2 vezes
Evaporar	Evaporar
Espectometria de massa	Espectometria de massa

Tabela 1 – Procedimentos analíticos de Pb-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr em rocha total

A escolha do método Rb-Sr se mostra interessante já que o Rb possui ciclo geoquímico similar ao do K, ao passo que o Sr possui o ciclo similar ao Ca assim as rochas da crosta superior têm uma razão Rb/Sr maior que as rochas da crosta inferior e do manto. A crosta é mais enriquecida em Nd que o manto devido a processos de diferenciação magmática e fusão parcial do mesmo, isso justifica a utilização da metodologia Sm-Nd para o estudo das rochas graníticas. Desta forma, a utilização combinada destas metodologias e a determinação dos parâmetros de ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} confere grande poder interpretativo tanto para finalidades petrogenéticas quanto sobre os ambientes tectônicos formadores das rochas em questão. A utilização do método Pb-Pb é uma ferramenta utilizada para extrair informações sobre a fonte das rochas.

Método Rb-Sr

O Rb naturalmente apresenta dois isótopos, ^{85}Rb e ^{87}Rb , sendo o segundo instável; já o Sr apresenta quatro isótopos naturais sendo que o ^{87}Sr é radiogênico e os demais não. O Rb está presente na estrutura de minerais como biotita, muscovita e feldspato alcalino em substituição ao K, já o Sr é encontrado principalmente na estrutura do plagioclásio, apatita e calcita em substituição ao Ca. O método Rb-Sr tem por base o decaimento do isótopo ^{87}Rb para o isótopo de ^{87}Sr através da emissão de uma partícula β^- que apresenta uma meia vida de 48,8 Ga. 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. De posse das razões isotópicas foram calculados os parâmetros ϵ_{Sr} utilizados em conjunto com

os resultados obtidos pelo método Sm-Nd. As análises foram efetuadas no Espectrômetro de Massas de Termoionização (TIMS) – Triton. As razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ foram normalizadas para o valor de $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$.

Método Sm-Nd

Os elementos Sm e Nd pertencem ao grupo dos elementos terras raras (ETR) e ambos apresentam comportamento geoquímico similar, nas rochas de composição basáltica estão presentes na estrutura dos clinopiroxênios e anfibólios já nas rochas de composição granítica compõe o retículo cristalino dos feldspatos, micas e acessórios. O método Sm-Nd é baseado no decaimento radioativo do isótopo ^{147}Sm para o isótopo ^{143}Nd por emissão de partículas α com uma meia vida 106 Ga. Análises efetuadas no Espectrômetro de Massas de Termoionização (TIMS) - Thermo Triton.

As idades modelo TDM_{Nd} representam o tempo no qual uma rocha continental ou seu precursor foram extraídos de um reservatório mantélico, esse processo de extração seria o principal mecanismo de fracionamento dos elementos Sm e Nd. O importante significado geológico indica o chamado tempo de residência crustal do magma.

Devido às características geoquímicas dos elementos as razões entre os isótopos não é afetada pelo intemperismo, a razão Sm/Nd só se modifica com o decaimento radiativo independente de processos crustais. Heterogeneidades do manto e rochas graníticas muito enriquecidas em allanita e monazita (minerais que fracionam ETR leves) podem provocar uma perturbação nas TDM_{Nd} . O metamorfismo pode alterar as razões de $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd}$, a formação de minerais como granada com estrutura compatível aos ETR promove um fracionamento secundário desses elementos, assim rochas graníticas originadas de protólitos que sofreram diferenciação crustal e processos de mistura de magmas também podem mascarar os valores das idades TDM_{Nd} . As idades modelo TDM_{Nd} e o parâmetro ϵ_{Nd} foram calculados em estágio simples de acordo com os parâmetros apresentados em De Paolo 1981. Para valores de $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd} < 0,090$ ou $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd} > 0,125$ o cálculo da idade TDM_{Nd} em estágio simples não é representativo geologicamente, para tais amostras a idade TDM_{Nd} foi calculada em duplo estágio segundo De Paolo 1991.

As razões isotópicas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (medidas como Nd+) foram normalizadas para o valor de $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$ (De Paolo 1981). O parâmetro $\epsilon_{\text{Nd}(0)}$ corresponde ao valor atual ($t = 0$) e é calculado segundo a equação:

$\epsilon Nd_{(0)} = \{[(^{143}Nd/^{144}Nd)_{amostra}/0,512638] - 1\} * 104$, onde $^{143}Nd/^{144}Nd_{CHUR} = 0,512638$ (Hamilton *et al.* 1983).

A utilização do parâmetro ϵNd consiste na comparação da razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ da amostra com o reservatório condritico uniforme padrão (CHUR), que seria representativo da Terra global. A análise da evolução dos valores de ϵNd ao longo do tempo é importante para conclusões de aspectos petrogenéticos.

Método Pb-Pb

O isótopo ^{204}Pb é o único não radiogênico dentre as variedades de isótopos de Pb, os demais são resultantes da cadeia de decaimento radioativo dos isótopos de U; o ^{206}Pb é formado na degradação do ^{238}U , o ^{207}Pb da degradação do ^{235}U e o ^{208}Pb do decaimento do ^{232}Th . O método Pb-Pb se baseia na obtenção e comparação das razões entre os isótopos radiogênicos e o isótopo ^{204}Pb . A composição isotópica utilizada para os diferentes reservatórios é apresentada no trabalho de Zartman & Doe 1981 em que os autores aprimoram o modelo “*plumbotectonics*” já apresentando anteriormente pelos mesmos. Os valores foram obtidos a partir da investigação da composição de galenas e feldspatos com baixas razões U/Pb ou Th/Pb, mesmo que as análises do presente trabalho sejam realizadas em rocha total a aproximação do modelo é válida.

Análises foram efetuadas no Espectrômetro de Massas de Termoionização (TIMS) - Finnigan MAT 262. As razões isotópicas foram corrigidas para fracionamento de massa de 0.095 % /u.m.a. O erro 2σ % - Desvio padrão 2σ (número médio de medidas = 100).

Geocronologia: método U-Pb

A metodologia U-Pb para fins geocronológicos foi aplicada em três minerais diferentes, foram eleitas as seguintes fases: zircão (17), titanita (4) e monazita (1) totalizando 22 amostras. Os concentrados dos minerais selecionados foram preparados nas dependências dos laboratórios do CPGeo-USP segundo as metodologias vigentes.

A obtenção dos concentrados minerais acontece em várias etapas, a quantidade de material processado varia de 3 – 5 kg por amostra. A primeira etapa é a fragmentação mecânica: a rocha passa pela fragmentação manual, britagem em britador de mandíbulas e depois por um moinho de discos. Posteriormente esse material é peneirado e as frações mais finas que 100 e 250 mesh são reservadas para prosseguimento do processo. A etapa subsequente corresponde à separação cinética dos minerais utilizando a mesa vibratória de Wiffley. Após o fracionamento hidráulico é recolhido o recipiente onde estão contidos os

minerais pesados, esse material passa por uma fase de separação magnética manual. A próxima etapa é a separação por meio de líquidos densos, são utilizados bromofórmio (CHBr_3 , densidade $2,89 \text{ g/cm}^3$) e iodo de metileno (CH_2I_2 , densidade $3,32 \text{ g/cm}^3$) e recolhidas as frações decantadas. A alíquota mais densa passa pela última etapa que consiste na separação magnética dos minerais, para tal utiliza-se o separador Frantz. O material foi submetido a correntes elétricas e separados em frações magnéticas e não magnéticas, as correntes aumentam progressivamente de $0,5 - 1,5 \text{ A}$. O concentrado de zircões corresponde a última fração não magnética lavada com HNO_3 já o concentrado de titanitas corresponde às frações magnéticas submetidas a correntes entre $0,7 - 1,3 \text{ A}$, as monazitas em sua maioria ficam retidas nas frações magnéticas submetidas entre $0,5 - 0,8 \text{ A}$.

De posse dos concentrados minerais ocorre a separação manual utilizando-se uma lupa binocular e pinça, foram selecionados os melhores cristais, aproximadamente 70, para confecção da montagem dos grãos em resina epoxy (*mounts*). Para todas as montagens são obtidas as imagens de lupa. Imagens de elétrons secundários (SE) e catodo luminescência (CL) foram obtidas para os *mounts* de zircão. As imagens são importantes para a escolha dos cristais e posicionamento do *spot*.

As análises geocronológicas U-Pb nos cristais de zircão, titanita e monazita foram adquiridas em um espectrômetro de massas multicoletor Neptune (Thermo) acoplado a um sistema de ablação a laser, modelo Laser 193 nm Excimer (Photon Machines). O padrão utilizado para as análises de zircão é o GJ-1 com valores de referência apresentados no trabalho de Elhlou *et al.* 2008, já as análises de titanita utilizam o padrão Khan (Heaman 2009). O Pb comum residual é corrigido com base na estimativas da composição terrestre apresentada por Stacey & Kramer 1975. A metodologia é detalhada em Sato *et al.* 2009. Cristais de zircão com teor de Pb comum acima de 6% são excluídos dos cálculos das idades.

Método Lu-Hf em cristais de zircão

A metodologia Lu-Hf baseia-se no decaimento do isótopo ^{176}Lu para o isótopo de ^{176}Hf através da emissão de uma partícula β^- . Como no método Sm-Nd no método Lu-Hf as rochas apresentam razão entre isótopo radiotivo e isótopo radiogênico similar a região fonte. As primeiras aplicações do método foram em rocha total, contudo os avanços alcançados pelas técnicas analíticas e as características do Hf levaram a aplicação do método em fases minerais. O Hf apresenta características geoquímicas similares às do Zr, as concentrações do elemento na estrutura do mineral são da ordem de 10.000 ppm. O zircão congela a razão

$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ em sua estrutura, assim a aplicação do método Lu-Hf no mineral apresenta grandes vantagens quando comparado a rocha total porém não são excludentes. Foram datadas 17 amostras pelo método U-Pb das quais 13 foram selecionadas para aplicação do método Lu-Hf.

O equipamento utilizado para as análises de Lu-Hf foi o mesmo usado para as análises U-Pb mas em outra configuração, com os dados em mãos foram calculados os parâmetros $\epsilon\text{Hf}_{(T)}$ e TDM_{Hf} (idade modelo de extração do manto). Para os cálculos a constante de decaimento do isótopo ^{176}Lu utilizada nos cálculos é apresentada no trabalho de Soderlund *et al.* 2004, o valor do reservatório condritico original (CHUR) (Blichert-Toft & Albarede 1997) e os valores do *depleted mantle* DM no trabalho de Vervoort & Blichert-Toft 1999, o fator de enriquecimento $f_{\text{Lu/Hf}} = 0,015$ correspondente ao “bulk Earth” adotado é apresentado em Goodge & Vervoort 2006, o padrão utilizado foi o mesmo da metodologia U-Pb, GJ1 citado anteriormente, foi considerada a evolução em dois estágios.

A aplicação da metodologia Lu-Hf é realizada após as análises U-Pb, parte dos cristais de zircão analisados é selecionada para do segundo método. A escolha se dá baseada nas características morfológicas dos cristais juntamente com a qualidade das análises geocronológicas, selecionando os resultados mais concordantes, para o posicionamento do spot privilegia-se o mesmo local em que foi aplicado o primeiro método ou região com estrutura análoga.

Microscópio Eletrônico de Varredura

Todos os *mounts* passaram pelo microscópio eletrônico de varredura, MeV, das montagens de zircão foram obtidas as imagens de elétrons secundários (SE) e catodo luminescência (CL); imagens de elétrons secundários (SE), imagens de elétrons retroespalhados (*backscattering electron* - BSE) e microanálises por dispersão de energia (EDS) foram obtidos das montagens de Titanita e Monazita. As imagens imagem são ferramentas importantes para investigação da estrutura interna dos minerais tais como zoneamentos, fraturas e inclusões que são facilmente identificadas

O princípio de funcionamento do MeV consiste na emissão de um feixe de elétrons primários sobre uma amostra, o feixe apresenta um pequeno diâmetro e é utilizado para investigação de superfícies. A energia e o ângulo de incidência são ajustados segundo os objetivos do trabalho, alguns equipamentos possuem detectores de secundários acoplados o

que possibilita a realização de microanálises de elementos por energia dispersiva de raios-X (EDS).

Os elétrons secundários são formados a partir da interação do feixe de elétrons com a superfície em questão, esses apresentam baixa energia e formam imagens de alta resolução, a resolução das imagens varia de 5 a 250.000x. A CL é resultante da emissão de fótons de grande comprimento de onda pelo mineral bombardeado pelo feixe de elétrons, a faixa do espectro medida compreende o ultravioleta e o visível. As imagens de CL para os cristais de zircão são amplamente usadas, revelam muito sobre a estrutura interna do cristal auxiliando na interpretação a respeito da origem dos mesmos. Podem ser identificados núcleos herdados, sobrecrecimentos, zoneamentos ígneos, porções metamíticas e possíveis feições de reabsorção e instabilidade. Alguns processos geológicos estão impressos na estrutura cristalina do mineral e são pistas sobre a gênese das rochas.

As imagens de BSE são formadas por elétrons de alta energia resultantes da colisão primária do feixe de elétrons com a amostra bombardeada, essas imagens dão importantes informações sobre o relevo dos minerais. A análise de EDS baseia-se na medida do espectro de raios-X característicos emitido por uma região microscópica do mineral bombardeado pelo feixe de elétrons. As linhas de raios-X são específicas do número atômico de um elemento, a identificação dos elementos que estão emitindo radiação nos permite identificar a composição do mineral ou de possíveis inclusões. O EDS oferece análises semi-quantitativas que atendem as expectativas do trabalho. Os *mounts* de titanita (4) e monazita (1) foram analisados no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do IGc-USP, o microscópio utilizado foi do modelo LEO 44 01, para as análises EDS foi usado o espectrômetro de energia dispersiva de raios-X Oxford. Para a realização das análises é necessário um banho de ouro nas amostras.

Geologia Regional

Cinturão Dom Feliciano

A Província Mantiqueira é uma entidade geotectônica definida por Almeida e colaboradores (1981) para o território brasileiro agrupando os terrenos cristalinos na porção oriental a sul do Craton do São Francisco se estendendo até o Uruguai. Apresenta uma orientação preferencial NNE-SSW estendendo-se ao longo da costa atlântica com cerca de 3000 km de extensão, é fruto do ciclo Brasileiro resultando da colisão de importantes unidades cratônicas (Craton do São Francisco-Congo, Craton Rio de La Plata, Craton do Kalahari e Craton Luís

Alves). Os cinturões de dobramentos que a compõem são caracterizados de norte para sul, pelas unidades Araçuaí, Ribeira e Dom Feliciano que corresponde à unidade mais a sul. O Cinturão Dom Feliciano (CDF) na porção meridional da província apresenta descontinuidades com parte de suas exposições recobertas por rochas sedimentares fanerozoicas pertencentes à Bacia do Paraná, este por sua vez se estende próximo à costa de SC até o Uruguai com aproximadamente 1200 km de extensão.

O CDF tal qual concebemos hoje foi proposto originalmente por Fragoso-César (1980) para região sul brasileira e Uruguai com base em estudos realizados no escudo sul-rio-grandense. A proposta de Fragoso-César (1980) coloca o CDF como produto da subducção de uma placa oceânica com mergulho para oeste. Tal processo geraria um arco magmático (representado pelos granitoides expostos ao longo do CDF) com a formação de uma bacia de back-arc (representada por um conjunto de rochas supracrustais) e uma bacia molássica (constituída de sedimentos e rochas vulcânicas anquimetamórficas) em sua porção externa instalada sobre a borda leste do Craton Rio de La Plata. O mesmo autor realizou diversos estudos em exposições do CDF tendo como um importante trabalho Fragoso-César (1991) que apresenta a geração e organização das unidades à luz do conceito da tetônica de placas.

Como um caminho natural desenvolvido pela ciência tal modelo desde então vem sido aprimorado, discutido e modificado por diversos autores que fizeram uso de outras metodologias e realizaram estudos em outros segmentos do CDF. Trabalhos de Fernandes *et al.* (1995a, 1995b) concentrados no estado do RS propõe que o CDF seria resultante da colisão do Craton Rio de La Plata com o Craton do Kalahari com a subducção para oeste de uma crosta oceânica e fechamento do Oceano Adamastor gerando duas associações de arco magmático distintas, com base em levantamentos geofísicos foi proposto uma subdivisão interna do CDF em três domínios.

Estudos realizados por Basei (1985) na porção do escudo catarinense já proponham a subdivisão do CDF em três domínios distintos passíveis de correlação com outras partes do cinturão. Os segmentos dispostos com orientação preferencial NE-SW seriam: Domínio Externo (DE) ou “Foreland Basins” (FB), rochas metassedimentares anquimetamórficas associadas a rochas vulcânicas; Domínio Central (DC) ou “Schist Belt” (SB), sequencias Vulcano-sedimentares metamorfoseadas em fácies xisto verde à anfíbolito com granitos intrusivos e presença de núcleos de embasamento; e Domínio Interno (DI) ou “Granite Belt” (GB), granitos cálcio-alcalinas à alcalinos com coberturas metassedimentares correspondentes a tetos pendentes da câmara magmática. Trabalhos posteriores realizados pelo autor e em parceria

com outros pesquisadores (Basei & Hawkesworth 1993, 1994; Basei 2000; Basei *et al.* 2000, 2005, 2008a, 2010) interpretam que o CDF é resultado de sucessivas subducções para leste relacionadas a aglutinação de diferentes terrenos formados e ou intensamente retrabalhados entre o Neoproterozoico e Cambriano durante as orogêneses Brasilianas e Rio Doce com intervalo de tempo entre 850-530 Ma, tendo como antepaís o Craton Rio de La Plata e a Microplaca Luís Alves. Nesse contexto os DC e DE teriam uma evolução distinta dos granitoides do Domínio Interno com uma colisão em aproximadamente 600 Ma. O GB corresponderia a um arco magmático que evoluiu na borda oeste do Craton do Kalahari entre 640-590 Ma admitindo assim uma origem africana para tais rochas. Os eventos tectono-magmáticos ocorridos nesse interim são de relevante importância na constituição do Gondwana Ocidental.

A Figura 1 extraída de Hueck *et al.* 2016 apresenta a segmentação tectônica do CDF após as propostas de Basei *et al.* 2000, tal compartimentação será utilizada no presente trabalho para apresentação e discussão dos dados obtidos.

A correlação entre as unidades que compõe o CDF nas diferentes porções em que aflora é dada por: FB - Bacia do Itajaí no estado de SC, Bacia do Camaquã no estado do RS e bacia Arroyo do Soldado-Piriápolis no Uruguai; SB – Complexo Metamórfico Brusque em SC, Complexo Metamórfico Porongos no RS e Complexo Metamórfico Lavalleja no Uruguai; GB – Batolito Florianópolis (BF) em SC, Batolito Pelotas (BP) no estado do RS e Batolito Aiguá (BA) no Uruguai.

O contato entre os segmentos se dá por meio de expressivas zonas de cisalhamento, a justaposição entre o DE e o DC é marcada por meio de falhas inversas de baixo ângulo bem observadas no estado de SC, é representado pela Zona de Cisalhamento Itajaí-Perimbó, contudo tal arquitetura não é descrita em outras localidades do CDF. O limite entre os GB e o SB é definido por um contato tectônico representado por importantes zonas de cisalhamento transcorrentes com forte componente dextral; em SC temos a Zona de Cisalhamento Major Gercino (ZCMG), no RS a Zona de Cisalhamento Cordilheira (ZCC) e no Uruguai a Zona de Cisalhamento Sierra Ballena (ZCSB). Tais zonas de cisalhamento seriam análogas e são consideradas como grandes lineamentos em escalas litosférica interpretadas como zonas de sutura que separam os granitos costeiros do GB dos demais segmentos (Basei *et al.* 2000, 2005, 2008, 2011; Passareli *et al.* 2010, 2011a, 2011b; Chemale *et al.* 2012; Hueck *et al.* 2016).

Figura 1 – Segmentação tectônica do CDF após as propostas de Basei *et al.* 2000; extraída de Hueck *et al.* 2016

Uma série de trabalhos apresentando sínteses de levantamentos geofísicos realizados sobre o CDF (Montavani *et al.* 1989; Schukowsky *et al.* 1991; Hallinan *et al.* 1993) corroboram com a proposta apresentada dessa subdivisão interna do CDF e de duas unidades crutais distintas. Uma unidade seria formada pelo FB e SB e a outra pelo GB. Dados gravimétricos apresentados por Montovani *et al.* 1989 em levantamentos realizados no estado de SC mostram que o CDF cavalga sobre Microplaca Luís Alves e o Bloco Curitiba apresentando uma espessura crustal de aproximadamente 40 km. Somando-se aos dados de anomalias

gravimétricas as rochas do DC e do DI apresentam assinaturas isotópicas diferentes como podemos observar em alguns trabalhos (Montovani *et al.* 1987; Babinski *et al.* 1997; Chemale *et al.* 2012; Florisbal *et al.* 2012a, 2012c, Hueck *et al.* 2016) o que favorece a visão de evoluções distintas dos domínios. Outro ponto importante que também aponta para tal interpretação é o fato dos granitos localizados a sul da ZCMG pertencentes ao GB apresentarem cristais zircão com herança majoritariamente neoproterozoica enquanto os granitoides intrusivos a norte da ZCMG apresentam heranças de idade arqueana, paleoproterozoica e mesoproterozoica (Florisbal *et al.* 2012b).

Cinturão Dom Feliciano no estado de Santa Catarina

O escudo catarinense vem sendo alvo de incessantes trabalhos muitos realizados com o intuito de elucidar as relações e origem das rochas que compõe a porção setentrional do CDF. A compartimentação adotada é alvo de questionamento por parte de alguns trabalhos que propõe evoluções e processos diferentes para essas associações petrotectônicas principalmente no que tange às rochas graníticas dos diferentes domínios, contudo essa segmentação continuará sendo adotada, pois entende-se sua validade e viabilidade para a região.

Domínio Externo ou “Foreland Basins”

Ocupando uma área aproximada de 700 km² e localizada nas proximidades do Vale do Itajaí a Bacia do Itajaí é a principal unidade constituinte do DE do CDF em SC. Situada na porção NW do estado tem eixo de alongação principal de N60E paralelo à estruturação do CDF, seu preenchimento é caracterizado por uma espessa sucessão sedimentar epiclástica onde predominam os turbiditos e com contribuição subordinada de rochas vulcânicas e piroclásticas de composição traquítica e riolítica. É afetada pelo leuco-sienogranito anorogênico Subida de idade Cambriana com aproximadamente 529 ± 16 Ma (Basei *et al.* 2010, 2011). O Granito Subida é intrusivo e apresenta uma auréola de metamorfismo de contato com os sedimentos que por vezes são encontrados como xenólitos, de afinidade alcalina é isótropo essencialmente quartzo-feldspático com presença rara de anfibólios, é o magmatismo mais jovem encontrado no CDF.

Os sedimentos da porção norte da Bacia do Itajaí bordejam restos do Complexo granulítico de Santa Catarina e do embasamento paleoproterozóico Luís Alves em contraste com a porção sul em que os sedimentos estão em contato tectônico com os metassedimentos do Grupo Brusque, esse contato se dá por meio de falhas inversas de baixo ângulo res-

ponsáveis pela justaposição das unidades que ocorreu por volta de 600 ± 10 Ma (Basei 2000).

Basei 1985 estimou uma espessura entre 4,5-7,5 para o pacote de sedimentos que se encontra metamorfolizado em fácies anquimetamórfico, são distinguidas duas fases principais de dobramento com planos axiais distintos relacionadas às fases finais de deformação dos metassedimentos do Grupo Brusque que ocorreram após seu pico metamórfico. Tanto a colocação das rochas vulcânicas e piroclásticas quanto à intrusão do granito subida se deram após essas fases de deformação.

Estão presentes duas unidades sedimentares principais: a primeira corresponde a uma unidade psamítica continental com espessas camadas de arenito arcóseo intercalados com lentes de conglomerados polimíticos e tufos vulcânicos sobrepostos por uma unidade de arenitos; a segunda corresponde a um siltito marinho, na base temos ritmitos siltoarenosos com argilitos homogêneos subordinados e no topo lentes de arenitos grossos.

A Bacia do Itajaí é interpretada como uma das bacias periférica do tipo “foreland” diretamente relacionada com a evolução do CDF, seu preenchimento se dá entre 600-560 Ma tendo como principais áreas fonte o Batolito Florianópolis e Grupo Brusque, ocorrem também assinaturas geoquímicas de uma crosta continental antiga que pode ter como possíveis áreas fonte os Complexo Metamórfico Camboriú e o Craton Luís Alves (Basei *et al.* 2011).

A ocorrência de icnofosseis e *Chancelloria* nos níveis turbidíticos na porção superior do Grupo Itajaí permitem a colocação da idade de deposição da bacia no Cambriano Médio a Inferior. Contudo as datações realizadas nas rochas vulcânicas felsicas que cortam a sequência sedimentar reportam idades de 560 ± 9 Ma o que coloca uma idade máxima de deposição Ediacarana (Basei *et al.* 2008, 2010).

Domínio Central ou “Schist Belt”

O DC do CDF em SC é formado pelo Grupo Brusque que compreende um conjunto de rochas metassedimentares e metavulcânicas intrudidas por suítes graníticas neoproterozóicas, são encontrados terrenos gnaiss-migmatíticos que correspondem a núcleos de embasamento paleoproterozoico, desde a proposição de Schulz Jr. & Albuquerque 1969 o Grupo Brusque compreende os metassedimentos e os granitos intrusivos, tal proposição continua sendo usada por diversos autores. Primeiramente interpretados como uma antiga bacia de “back-arc” os metassedimentos hoje são vistos por alguns autores como uma possível margem passiva que colidiu com um arco magmático por volta de 600 ± 10 Ma (Basei *et al.* 2000,

2008, 2011). Apresenta uma estruturação NE-SW com cerca de 40 km de largura estende-se por aproximadamente 75 km desde a cidade de Itajaí, litoral catarinense, até a região de Vidal Ramos onde está recoberto por sedimentos da Bacia do Paraná; tem seu limite com o GB marcado pela ZCMG que no presente trabalho é interpretada como uma zona de sutura dos domínios na região.

Os metassedimentos do Grupo Brusque correspondem a sequências polideformadas onde são constatadas no mínimo quatro fases de dobramentos relacionadas a um transporte de massas para NW que evoluiu para uma movimentação predominantemente lateral. A superfície S2 predominante nessas rochas desenvolveu-se juntamente com o pico metamórfico, a colocação dos corpos graníticos é posterior as principais fases de deformação. O metamorfismo regional é predominantemente em fácies xisto verde, zona da biotita, o que indica uma pressão litostática de aproximadamente 15 km; localmente há regiões em que as rochas afetadas atingiram fácies anfibolito inferior, zona da estaurolita. Metamorfismo de contato devido ao aquecimento provocado pelas intrusões graníticas é observado, auréolas de contato típicas de condições de baixa pressão estão presentes, ocorre a formação de andalusita e silimanita (Basei 1985; Basei *et al.* 2011).

O Grupo Brusque é composto por dois segmentos separados pela Suíte Valssungana que tem orientação principal do corpo similar à de todo o conjunto. Na porção setentrional as sequências sedimentares se iniciam com uma unidade pelito-psamítica (mica quartzo xisto com granada e quartzitos) que gradam para unidade psmo-pelíticas (metarenitos e sericita xistos) sobrepostos por uma unidade meta-vulcanossedimentar (metamargas, clorita xistos, metabásicas e subordinadamente sericita xisto cinza), o magmatismo básico sin-sedimentar apresenta afinidade toleítica à alcalina. (Basei 1985; Caldasso *et al.* 1994). No segmento meridional a unidade basal é formada por uma associação meta-vulcanossedimentar onde são descritos depósitos vulcano-exalativos compostos por um espesso pacote de turmalinitos associados à metabasaltos, BIF's, ortoquartzitos e rochas calciossilicáticas (Silva *et al.* 1985). Sobre essa sequência ocorre um espesso pacote onde predominam quartzitos micáceos, quartzo sericita xistos, sericita xistos e ocasionais metavulcânicas ácidas. O contato entre as duas sequências se dá por meio de uma discordância tectônica.

A idade estimada para a deposição dos sedimentos é dada pela utilização de técnicas de datação U-Pb em zircões detríticos, trabalhos que fazem uso dessa metodologia (Hartmann *et al.* 2003; Basei *et al.* 2008, 2011) indicam uma idade máxima de deposição ediacá-

rana com uma pequena população de zircões com idade entre 0,6-0,54 Ga; a principal contribuição se dá no Paleoproterozoico com idades entre 2,25-1,7 Ga; contribuições no Mesoproterozoico também são importantes e apresentam idades entre 1,5-1,1 Ga.

A idade do metamorfismo é estimada com base na datação U-Pb de zircões de rochas metavulcânicas interestratificadas com os metassedimentos, para tal tem-se que os processos metamórficos se iniciam por volta de 940 Ma e termina em 840 Ma; próximo aos 600 Ma esses metassedimentos documentam um metamorfismo de contato provocado pelo intenso magmatismo de características tardi a pós-colisional que ocorreu na região (Basei *et al.* 2011).

Granitos Intrusivos no Grupo Brusque

As rochas graníticas que afloram no escudo catarinense são alvo de discussões, autores divergem sobre sua origem o que interfere na compartimentação das mesmas, em alguns trabalhos (Silva *et al.* 2000, 2005; Hartmann *et al.* 2003) as suítes intrusivas no Grupo Brusque e os terrenos gnaisse-migmatíticos a norte da ZCMG também recebem a alcunha de Batólito Florianópolis; outros trabalhos como Bittencourt & Nardi 2000 agrupam os granitoides neoproterozoicos dos diferentes domínios em uma única unidade que apresenta origem pós-colisional em um regime transpressivo com idades que vão de 630-590 Ma, a colocação dos corpos está associada e é controlada por grandes falhas transcorrentes as quais são denominadas como “Southern Brazilian Shear Belt” (SBSB). Os trabalhos de (Floribal *et al.* 2005, 2009, 2012a, 2012b, 2012c) também consideram os granitos neoproterozoicos que ocorrem a norte da ZCMG e granitos do BF como originados nesse mesmo contexto, porém baseado em argumentos já explicitados, o presente trabalho segue a denominação proposta por Basei *et al.* 2011 e Hueck *et al.* 2016 que separa os corpos como graníticos intrusivos no Grupo Brusque (GIGB) dos constituintes do BF. Os granitoides que formam o batólito são apenas aqueles que afloram a sul da ZCMG (Basei *et al.* 2000, 2008, 2011; Hueck *et al.* 2016).

O magmatismo Neoproterozoico intrusivo nos metassedimentos do Grupo Brusque é caracterizado por três suítes cuja colocação acontece após o pico metamórfico, são elas: Suíte São João Batista (SSJB), Suíte Valssungana (SV) e Suíte Nova Trento (SNT).

A SSJB ocorre na forma de corpos filoneanos e pequenos “stocks” de um leucogranito que apresenta coloração variando entre branco e cinza. É a mais antiga das três suítes e apresenta composição que varia de álcali-feldspato granito à monzogranito. As rochas apresentam granulação variando entre fina e média com textura predominante equigranular a levemente inequigranular seriada. A mineralogia principal é formada por quartzo, microclí-

nio, plagioclásio e muscovita, a biotita é rara e quando ocorre apresenta coloração castanha, os minerais acessórios são zircão, apatita, turmalina e ocasionalmente granada, tal mineralogia indica um caráter peraluminoso. Uma mineralogia tardi a pós-magmática também é observada e composta por sericita, clorita, fluorita e em menor quantidade epidotos e clinozoisitas (Hueck *et al.* 2016). A idade de cristalização dessa suíte reporta valores de 606 ± 17 Ma, 601 ± 5 Ma e 594 ± 9 Ma para diferentes corpos, há a abundância de cristais de zircão com evidências de núcleos herdados, nota-se uma importante contribuição dos metassedimentos pertencentes ao Grupo Brusque, com valores de idade Paeloproterozoica (2,00 – 2,21 Ga), Mesoproterozoica (1,02 – 1,16 Ga) e Neoproterozoica (750 Ma), as datações se valem da metodologia U-Pb em LA-ICP-MS (Hueck *et al.* 2015).

A SV tem caráter mais homogêneo e ocorre na forma de dois corpos maiores orientados paralelamente à estruturação principal do CDF, o corpo menor ocupa a porção norte e forma um batólito de aproximadamente 200 km^2 já o corpo principal, também de dimensões batolíticas, divide os metassedimentos do Grupo Brusque em duas faixas distintas, a SV é mais jovem que os metassedimentos exibindo em muitos locais evidências de contatos intrusivos, xenólitos de xistos são comumente encontrados (Basei 1985).

As rochas apresentam composição predominante de monzogranitos, quartzo-monzonitos e monzodioritos, a textura porfirítica é caracterizada pela presença de megacristais de feldspato alcalino imersos em uma matriz inequigranular seriada com granulação grossa à média. Os corpos são leucocráticos a mesocráticos (apresentando índice de cor acima de 15%), a coloração é predominantemente cinza com variações rosadas no corpo norte. A mineralogia das rochas é formada por feldspato alcalino, plagioclásio (predominante na matriz) com composição variando entre oligoclásio e andesina, quartzo e biotita; os principais minerais acessórios são anfibólio, apatita, zircão, allanita e titanita, este último mais comum na intrusão norte. Uma mineralogia secundária é reconhecida e formada por sericita, clorita, opacos, epidoto/clinozoisita e carbonatos, as de caráter tardi-magmático são intersticiais já as de caráter pós-magmático se concentram em microfraturas (Hueck *et al.* 2016).

Dados de U-Pb em zircão obtidos por SHRIMP para os granitoides da Suíte Valsungana reportam idades $588 \pm 6,2$ Ma para porção sul (Basei *et al.* 2011) e 593 ± 16 Ma (Silva *et al.* 2003) para o corpo principal dessa suíte.

A SNT é composta por uma monzo e sienogranitos com coloração variando entre cinza e rosado, apresentam textura inequigranular seriada com granulação fina e algumas vari-

idades de granulação grossa. A mineralogia principal da rocha é formada por feldspato alcalino, plagioclásio dominando o oligoclásio, quartzo; biotita e hornblenda ocorrem como máficos. Os minerais acessórios incluem apatita, zircão, allanita, monazita, muscovita e turmalina; a mineralogia tardi e pós-magmática apresenta sericita, clorita, opacos, epidoto/clinozoisita e raramente fluorita (Hueck *et al.* 2016). As idades reportadas para essa suíte são 610 ± 6 Ma (borda) e 628 ± 7 (núcleo) no trabalho de Silva *et al.* 2003 e 607 ± 6 Ma para o Granito Faxinal em Basei *et al.* 2011, tais idades se baseiam no método U-Pb SHRIMP em zircão.

Complexo Metamórfico Camboriú

Ao longo do CDF o SB apresenta um conjunto de rochas gnaissico-migmatíticas interpretadas como núcleos de embasamento. No estado de SC a única ocorrência de rochas com tal característica ocorre nas cercanias da cidade de Camboriú, porção leste do estado, que empresta seu nome para o complexo que ocorre em seus arredores. Situado a NE do corpo maior da Suite Valsungana o Complexo Metamórfico Camboriú (CMC) é formado por uma série de gnaisses migmatíticos, granitos e rochas metabásicas cortadas por injeções graníticas posteriores com diversas composições. Os corpos migmatíticos são de tamanho e forma variada com alinhamento NE tais quais as zonas de cisalhamento da região (Lopes 2008). Dentre as localidades e corpos estudados destacam-se os migmatitos Morro do Boi e o Granito Ponta do Cabeço (Basei *et al.* 2013), este último também referido por alguns autores como Granito Itapema (Bittencourt & Nardi 2004). O CMC apresenta uma longa história políciclica com início no Mesoarqueano e término no Ediacarano (Basei *et al.* 2013).

O Granito Ponta do Cabeço apresenta coloração cinza com textura equigranular fina, apresenta um bandamento ígneo-metamórfico NE-SW paralelo ao alinhamento dos enclaves máficos. Alterna bandas de composição monzogranítica com leitos de biotita podendo apresentar hornblenda subordinada formando *schlierens*, estruturas tipo schollen também são comuns. Texturas ígneas e metamórficas são observadas e gradam localmente de inequigranular à granoblástica e lepidoblástica. Os enclaves são feições características do corpo e apresentam composição variada (ortognaisse, anfibolito, piroxenito, biotíticos e rochas calciossilicáticas) predominantemente com granulação fina à média. Interpretado como um diatexito o Granito Ponta do Cabeço é intrudido pelas SV e SNT (Basei *et al.* 2013).

Os migmatitos Morro do Boi são interpretados como metatexitos com estrutura predominantemente estromática apresentando domínios nebulíticos. Apresenta paleossoma de composição tonalítica que englobam camadas decimétricas de corpos anfibolíticos. O neos-

soma granítico corta as estruturas e é um indicativo de processos anatéticos. Esses migmatitos são cortados por granitos da SV e SNT, que ocorrem na forma de bolsões, veios ou corpos tabulares discordantes da estrutura principal (Lopes 2008; Basei *et al.* 2013).

Trabalhos de datação U-Pb em zircão integrados a isótopos de Lu-Hf em zircão realizados por Basei *et al.* 2013 nos paleossomas, neossomas, corpos graníticos e anfibolitos das unidades descritas anteriormente demonstram que o CMC tem sua evolução crustal iniciada no Paleo-Mesoarqueano por volta de 3,3-3,0 Ga passando por eventos no Neoarqueano, Paleoproterozoico até terminar no Neoproterozoico (0,64-0,61 Ga). Os isótopos de Hf indicam que a acreção de material juvenil ficou restrita ao arqueano predominando um intenso retrabalhamento intracrustal posteriormente, a exceção se dá nos enclaves anfibolíticos com idade de 1563 ± 25 Ma que indica injeções de magmas básicos com afinidades juvenis nesse período.

Outros autores também realizaram estudos geocronológicos no Complexo Camboriu, utilizando-se do método U-Pb em zircão encontrando as seguintes idades: 591 ± 6 / 581 ± 5 Ma nas bordas metamórficas neoformadas de cristais de zircão e 2006 ± 3 Ma nos núcleos dos cristais, ambas nos migmatitos Morro do Boi e rochas ígneas intrusivas. Padrão semelhante também é verificado nos granitóides Itapema com 598 ± 6 Ma na borda e 2205 ± 17 no núcleo do cristal (Silva *et al.* 2000; Hartmann *et al.* 2003). Contudo a interpretação desses autores colocando a geração dessas rochas no arqueano-paleoproterozóico e metamorfismo xisto verde no Neoproterozóico, difere da apresentada por Basei *et al.* 2013 que, baseado em um estudo integrado de idades U-Pb e isótopos de Hf, coloca o neoproterozóico como a principal época de geração dos migmatitos Morro do Boi e do diatexito Ponta do Cabeço.

Domínio Interno ou “Granite Belt”

O Batolito Florianópolis ocorre a sul da ZCMG (Basei *et al.* 1985) e corresponde ao Domínio Interno do CDF no estado de SC. É formado por quatro suítes principais e coberturas metassedimentares. As suítes são: Suíte Águas Mornas (SAM), Suíte São Pedro de Alcântara (SSPA), Suíte Pedras Grandes (SPG) e Suíte Cambirela (SVC) (Zanini *et al.* 1997; Basei *et al.* 2000; Bitencourt *et al.* 2008); os metassedimentos da Formação Queçaba (Trainini *et al.* 1978) correspondem à possíveis tetos pendentes da câmara magmática. Os granitos do BF são parte de um intenso magmatismo neoproterozóico que se estendeu de SC até o Uruguai. A tabela 2 apresenta as idades U-Pb em zircão para disponíveis para o BF.

Formação Queçaba

A formação Queçaba corresponde um conjunto de rochas metassedimentares definido por Trainini *et al.* 1978, originalmente relacionadas temporal e espacialmente com os metassedimento do Grupo Brusque. Equivale a uma sequência de quartzitos, de coloração acinzentada ou castanha, com xistos e filitos, de coloração cinza-escura ou preta, alternados ritmicamente metamorfisados em fácies xisto verde. Ocorre em duas localidades uma nas redondezas de Vila Teresópolis, onde foi primeiramente descrita, e outra ao longo das margens do rio Vargem do Baço em um vale entalhado na Serra do Tabuleiro (Zanini *et al.* 1997). Apresenta contatos tectônicos com as SAM e SPG que permitem a interpretação como tetos pendentes da câmara magmática.

Unidade	Método	Idade (Ma)	Referência
Granito Paulo Lopes (SAM)	SHRIMP	626 ± 8	Silva <i>et al.</i> 1997
Suíte Águas Mornas	SHRIMP	592 ± 5	Silva <i>et al.</i> 2000
Suíte Águas Mornas (herança)	SHRIMP	2175 ± 13	
Granito Serra do Tabuleiro (SPG)	SHRIMP	597 ± 9	Silva <i>et al.</i> 2005
Granito Serra do Tabuleiro (SPG) (herança)	SHRIMP	617 ± 9	
Granito Santo Amaro da Imperatriz (SAM)	ID-TIMS	606 ± 12	Basei 2000
Granito Santa Luzia (SSPA)	ID-TIMS	592 ± 15	
Pedreira Rio Tavares (SPG)	ID-TIMS	597 ± 6.9	
Suíte São Pedro de Alcântara	SHRIMP	613 ± 9	Jelinek <i>et al.</i> 2005
Suíte Pedras Grandes	SHRIMP	595 ± 5	
Associação Rolador	ID-TIMS	609 ± 16	Passarelli <i>et al.</i> 2010
Associação Fernandes	ID-TIMS	614 ± 2	Passarelli <i>et al.</i> 2011
Ignimbrito Cambirela (SVC)	SHRIMP	580 ± 5	Janasi <i>et al.</i> 2015
Granito Mariscal	LA-MC-ICP-MS	609 ± 8.3	Florisbal <i>et al.</i> 2012b
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	625.1 ± 6.5	
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	613.7 ± 3.9	
Granito Mariscal	LA-MC-ICP-MS	620 ± 31	Chemale <i>et al.</i> 2012
Granito Mariscal	ID-TIMS	624 ± 17	
Granito Quatro Ilhas (Xenólito)	LA-MC-ICP-MS	649 ± 9.7	
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	619 ± 22	
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	623 ± 6.2	
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	617 ± 5.6	
Granito Quatro Ilhas	ID-TIMS	615 ± 7	
Granito Quatro Ilhas	LA-MC-ICP-MS	617.5 ± 5.2	
Complexo Estaleiro	ID-TIMS	602 ± 4.2	
Granito Morro dos Macacos (SPG)	ID-TIMS	588 ± 3.3	
Suíte Intrusiva Zimbros (SPG)	LA-MC-ICP-MS	587 ± 7.5	
Suíte Intrusiva Zimbros (SPG)	SHRIMP	587 ± 8.7	

Tabela 2 – Compilação das idades U-Pb em zircão para o Batólito Florianópolis

Idades U-Pb em zircões detríticos obtidas por Basei *et al.* 2008 reportam valores mesoproterozoicos com picos em 1,2 Ga e 1,9-1,7 Ga, a ausência de idades neoproterozoicas é

atribuída a ação de processos erosivos. A Formação Queçaba apresenta idade modelo Nd (TDM_{Nd}) de 1,6 Ga diferindo das rochas do Grupo Brusque que apresentam TDM_{Nd} 2,0 Ga. Tal diferença somada às diferentes idades dos zircões detríticos permite ao autor dissociá-las interpretando-as como duas unidades distintas propondo uma fonte africana para a Formação Queçaba assim como para todo o BF.

Suíte Águas Mornas

A SAM é a unidade granítica mais antiga que compõe o BF, é homônima a localidade em que foi descrita pela primeira vez, corresponde a uma faixa descontínua de rochas graníticas deformadas apresentando estrutura gnáissica e localmente migmatítica (Trainini *et al.* 1978). Os ortognaisses e migmatitos que constituem a SAM são intensamente afetados por intrusões graníticas geradas em diferentes níveis de colocação, observa-se uma profusão de enclaves microgranulares de composição variada (tonalitos, dioritos e anfibolitos). Dentre os principais corpos que compõe a suíte são o Granito Santo Amaro da Imperatriz e o Granito Paulo Lopes.

Os ortognaisses polifásicos apresentam composição diversa aparentemente derivada de sequências gnaiss-migmatíticas pretéritas, os paleossomas tem natureza básica a intermediária (ortoanfibolitos, metagabros, metabasitos e metadioritos) e os gnaisses variam entre quartzo-dioritos e granodioritos, localmente a deformação gera feições protomiloníticas e miloníticas.

Os gnaisses da unidade apresentam mineralogia essencial composta por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, biotita e hornblenda alternando bandas granoblasticas e bandas máficas; os minerais acessórios são allanita, titanita e opacos; clorita, sericita, epidoto e actinolita aparecem como minerais secundários. O plagioclásio ocorre em grãos anédricos levemente arredondados indicando recristalização das bordas, os cristais variam entre 0,2-2,0 mm; o feldspato alcalino micropertítico e o quartzo também apresentam cristais anédricos sendo o último intercrystalino; a biotita presente nas lamelas tem coloração esverdeada e pode estar parcialmente substituída por clorita; a hornblenda também presente nas lamelas encontra-se parcialmente substituída por actinolita nas bordas (Zanini *et al.* 1997).

As idades U-Pb em zircão obtidas por Silva *et al.* 2000 apresentadas na tabela 2 para a SAM foram primeiramente interpretadas como idade de geração em aproximadamente 2175 ± 13 Ma, obtidas em núcleos herdados, e metamorfismo associado a hidrotermalismo em 592 ± 5 Ma, obtidas em bordas de cristal. Entretanto em trabalho posterior Silva *et al.* 2005 reinterpreta os dados e corrobora com a interpretação proposta por Basei *et al.* 2000

(vide tabela 2) sugerindo para as rochas da SAM uma geração neoproterozoica por processos de fusão de uma crosta continental com idade aproximada de 2,1 Ga.

Granito Paulo Lopes

O Granito Paulo Lopes descrito próximo à cidade de mesmo nome é alvo de trabalhos realizados por alguns autores, o presente relaciona tais ocorrências temporal e espacialmente com a SAM, correspondendo a corpos intrusivos aos gnaisses migmatíticos.

Nas proximidades da cidade de Paulo Lopes os corpos compreendem a rochas porfíricas de granulação grossa, textura porfiroclástica e coloração cinza. Os porfiroclastos de ortoclásio podem medir até 7,0 cm e estão imersos em uma matriz de granulação média a grossa rica em biotita que no geral contorna os porfiroclastos desenvolvendo uma foliação marcante. Esses granitoides apresentam composição variando entre sienogranitos e granodioritos com assembleia mineralógica é constituída por oligoclásio, quartzo, feldspato alcalino e biotita; apresenta opacos, apatita, zircão e allanita como minerais acessórios; a mineralogia secundária inclui clorita, epidoto, muscovita, argilominerais e carbonatos. Localmente ocorrem corpos pegmatíticos (Zanini *et al.* 1997).

Trabalhos realizados por Bitencourt *et al.* 2008 e Florisbal *et al.* 2005, 2009 na região de Garopaba em SC calcados no mapeamento geológico em escala de detalhe e geoquímica de rocha total e mineral dividem o Granito Paulo Lopes em dois fácies (Granito Paulo Lopes e Granito Garopaba) relacionados com enclaves básicos (Gabro Silveira). Os trabalhos propõe contemporaneidade dos distintos líquidos sendo que o Granito Garopaba corresponderia a um líquido híbrido gerado a partir da mistura do Granito Paulo Lopes com magmas básicos de origem mantélica representados pelo Gabro Silveira. Contudo essa interpretação é petrologica descartada pois trabalhos mais recentes baseados em métodos de datação U-Pb em badeleíta realizados no Gabro Silveira (Florisbal *et al.* 2014) reportam idades de $134,3 \pm 0,2$ Ma relacionando esse magmatismo com o ocorrido na Bacia do Paraná.

Suíte São Pedro de Alcântara

A SSPA é intrusiva nas rochas da SAM e apresenta posição intermediária na estratigrafia do BF correspondendo as rochas mais abundantes. Formada por diferentes fácies sendo os monzogranitos o predominante. Apresenta composição variada ocorrendo termos sienograníticos, granodioríticos e tonalíticos.

O biotita monzogranito é o principal facies dessa unidade, apresenta coloração cinza com textura equigranular, a granulação varia de média a grossa apresentando diferentes

graus de deformação, a foliação de fluxo magmática é observada geralmente marcada por minerais máficos, enclaves microgranulares máficos ovalados a fusiformes de composição variada (anfíbolítica e biotítica) são comuns assim como estruturas do tipo *schlieren*. Rocha mesocrática com mineralogia que inclui quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e biotita como os principais constituintes, a hornblenda varia podendo aparecer em diferentes proporções; opacos, zircão, apatita, allanita e titanita são as principais fases acessórias; sericita, clorita, epidoto e carbonatos constituem a mineralogia secundária proveniente de eventos tardi e pós-magmáticos. Nota-se que nos termos mais diferenciados temos uma diminuição ou desaparecimento de minerais opacos.

Suíte Pedras Grandes

A SPG corresponde a parte plutônica mais jovem do magmatismo que compõe o BF, é intrusiva à SAM e SSPA, formada essencialmente por monzo e sienogranitos com fácies apolíticas e pegmatíticas associadas. O trabalho de Basei 1985 propõe a denominação de Suíte Plutono-Vulcânica Pedras Grandes agrupando os granitos com as rochas correspondentes ao magmatismo ácido do Cambirela, sendo elas hipoabissais ou extrusivas. Apesar da afinidade geoquímica e íntima relação de campo entre os litotipos que apresentam inúmeras ocorrências associadas, o presente trabalho individualiza as unidades como já apresentado por outros autores (Zanini *et al.* 1997), pois entende que mesmo apresentando semelhanças as rochas vulcânicas e subvulcânicas podem apresentar uma gênese distinta.

A SPG compreende, em sua maioria, granitos equigranulares médios a grossos, ocasionalmente porfiríticos, de coloração rosada geralmente leucocráticos com um baixo teor de minerais máficos. Entre as principais exposições destacam-se o Granito Ilha, Granito Serra do Tabuleiro e Granito Angelina.

Granito Ilha

A denominação Granito Ilha foi utilizada informalmente para se referir aos granitoides aflorantes na Ilha de Santa Catarina até que Zanini *et al.* 1997 propuseram formalmente esse fácies em seu trabalho. Além de ser o litotipo predominante na Ilha também ocorre em porções continentais restritas ao litoral de Florianópolis e Paulo Lopes nas regiões de Pinheira-Guarda do Embaú e Ponta do Maruim, no município de São José.

O Granito Ilha geralmente é equigranular de granulação variando de média a grossa com coloração rosada predominante, texturas de fluxo magmático são comuns, apresentam composição predominantemente monzogranítica seguido por termos sienograníticos, su-

bordinadamente encontra-se quartzo-sienitos e quartzo-monzonitos. É descrito por Zanini *et al.* 1997 um megaxenólito correspondente à SSPA na pedreira Rio Tavares localizada na região central da Ilha de Santa Catarina. Diques e apófises riolíticas relacionados aos derrames vulcânicos do Cambirela cortando o Granito Ilha são comumente encontrados.

Granito Serra do Tabuleiro

O Granito Serra do Tabuleiro ocorre em uma região homônima na porção centro sul do estado de SC, a unidade assim como entendemos hoje é fruto de modificações realizadas por Zanini *et al.* 1997 tendo como base o trabalho de Trainini *et al.* 1978. A ocorrência de rochas relacionadas aos derrames do Cambirela também é observada nesta unidade, diques riolíticos cortam o maciço e tufos recobrem a borda leste do corpo, xenólitos do Granito Serra do Tabuleiro são encontrados em meio aos tufos. A unidade é composta essencialmente por sienogranitos estes por sua vez são divididos em dois fácies principais, biotita sienogranitos e leucossienogranitos.

O biotita sienogranito apresenta textura inequigranular hipidiomórfica de granulação média a grossa. Tem como mineralogia principal feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo; biotita, zircão, allanita e apatita ocorrem como acessórios; minerais secundários oriundos de fluidos tardi e pósmagmáticos incluem sericita, muscovita, clorita, epidoto, argilominerais, opacos, carbonatos, titanita e fluorita. O leucossienogranito difere do biotita sienogranito por apresentarem um maior teor de quartzo e empobrecimento em máficos e plagioclásio, a presença de biotita é inexpressiva e em geral está substituída por muscovita.

Granito Angelina

O Granito Angelina compreende as rochas graníticas que ocorrem nos arredores da cidade homônima. Basei 1985 considerava tais rochas como um diferenciado tardio rico em potássio da SSPA, porém baseando-se em características petrológicas e químicas Zanini *et al.* 1997 agrupa essas rochas com as demais unidades da SPG. Nas proximidades da cidade que lhe batiza o Granito Angelina apresenta uma granulação mais fina associada com riolitos representando possivelmente uma porção marginal da intrusão granítica posicionada em níveis crustais rasos, essas feições podem ser diagnósticas da interação do sistema plutono vulcânico que compreende os granitos da SPG e a SVC.

O Granito Angelina apresenta coloração rósea à cinza-rosada, granulação média a grossa com textura variando entre equigranular e porfirítica, leucocrático composicionalmente variando entre sienogranitos e monzogranitos. Localmente desenvolve um fácies com

feldspato alcalino manteado por plagioclásio em uma clara textura *rapakivi* como os afloramentos que se localizam na entrada da cidade de Angelina as margens do Rio das Antas. Duas variedades predominantes constituem o Granito Angelina, a primeira representada por um biotita sienogranito e a segunda por um leucossienogranito profirítico. As texturas do biotita sienogranito assemelham-se com as descritas no Granito Ilha já os leucossienogranitos profiríticos apresentam texturas similares a rochas subvulcânicas e podem representar um fácies apical da câmara magmática, retratos de uma cristalização que ocorreu em epizona. Tal fácies possivelmente está relacionado com frações de granulação fina e riolitos encontrados na região Zanini *et al.* 1997.

Suíte Cambirela

A SVC corresponde ao magmatismo de idade mais jovem observado no BF, sendo o seu representante mais jovem. As rochas hipoabissais e efusivas que pertencem a essa suíte podem ser agrupadas em dois grupos principais: o primeiro representado pelos granitos porfiríticos finos com agregados de minerais máficos, Granito Itacorubi, o segundo agrupando derrames e tufos riolíticos juntamente com diques e corpos filonianos de composição riolítica e riodacítica sob a alcunha de Riolito Cambirela. Ambos os fácies estão temporal e espacialmente correlacionadas. Apesar de Bitencourt *et al.* 2008 agrupar o Granito Ilha com a SVC seguindo Basei *et al.* 2000 no presente trabalho opta-se, para evidenciar o caráter vulcânico da suíte, por posiciona-los em unidades distintas com na proposta apresentada por Zanini *et al.* 1997.

Granito Itacorubi

O Granito Itacorubi ocorre na porção central da Ilha de Santa Catarina entre a localidade de Rio Tavares e o Bairro Saco dos Limões e leva o nome do córrego que corta a região em que foi descrito originalmente. Está intimamente ligado aos riolitos, observa-se xenólitos dessas vulcânicas ácidas imersas no interior do granito. O contato com as rochas efusivas é sinuoso ora difuso ora gradacional. A relação das unidades é uma evidência de que o encaixe da massa granítica foi concomitante com ao extravasamento dos riolitos e ignibritos Zanini *et al.* 1997. No continente a leste da cidade de Paulo Lopes também ocorre o Granito Itacorubi, na Praia Mole o mesmo engloba xenólitos do Granito Ilha.

O Granito Itacorubi apresenta coloração cinza-claro, tons avermelhados e esverdeados também são descritos. A granulação é geralmente fina com textura equigranular e baixo conteúdo de minerais máficos, leucocrático. Variedades porfíricas são comuns, estas apre-

sentam fenocristais ovalados de feldspato alcalino, plagioclásio e subordinadamente quartzo, medindo entre 2-4 cm em uma matriz fina correspondendo a cerca de 60% do volume da rocha. Os minerais máficos (biotita e hornblenda, principalmente) ocorrem na forma de aglomerados, zircão é o único mineral acessório encontrado. Enclaves microgranulares máficos são encontrados, apresentam tamanho centimétrico a decimétrico, formas arredondadas ou irregulares apresentando contato difuso. Há a presença de xenocristais de feldspato alcalino. De modo localizado há a formação de brechas de intrusão típicas de corpos subvulcânicos provavelmente resultante do acúmulo de voláteis Bitencourt *et al.* 2008.

Riolito Cambirela

As rochas vulcanogênicas representadas por derrames, tufos e ignimbritos, bem como por diques riolíticos e riodacíticos que ocorrem na Ilha de Santa Catarina e nos flancos da Serra do Tabuleiro são reunidos em uma única unidade denominada Riolito Cambirela (Zanini *et al.* 1997). As exposições mais expressivas desses derrames são observadas na borda leste da Serra do Tabuleiro acompanhando a rodovia BR-101 no trecho entre o Rio Cubatão e o Rio Madre; afloramentos representativos também são encontrados na metade sul da Ilha de Santa Catarina nas praias de Armação, Matadeiro e Pântano do Sul; ocorrências menores aparecem no Morro da Cruz, Campeche e no Ribeirão da Ilha.

As rochas que compõe os derrames e diques apresentam coloração cinza-escuro, porfíricas com fenocristais (5-11 mm) de quartzo incolor e de feldspatos brancos a rosados imersos em uma matriz quartzo-feldspática afanítica. As estruturas de fluxo variam de insipientes a bem desenvolvidas. Cavidades mirolíticas são comuns assim como os xenólitos de composição granítica (Granito Ilha, Granito Serra do Tabuleiro e Granito Paulo Lopes). Os tufos ocorrem mais raramente e na maioria das vezes encontram-se alterados formando uma massa argilosa cinza a roxa.

Magmatismo Associado à Zona de Cisalhamento Major Gercino

O limite norte do BF é marcado por um intenso sistema de falhas inversas em regime transpressivo com movimentação dextral denominado de ZCMG. A deformação cisalhante afeta todas as rochas graníticas da região. Duas localidades no estado de SC concentram os principais trabalhos realizados sobre a ZCMG, a primeira é no interior na região de Major Gercino, no interior, e a segunda nos arredores de Porto Belo localizado no litoral catarinense.

Primeiramente definido como lineamento Major Gercino por Trainini *et al.* 1978 na região homônima teve o conceito ampliado e a designação de Zona de Cisalhamento Major Gercino após trabalhos realizados por Bittencourt *et al.* 1989; Passarelli *et al.* 1993 entre outros). O cisalhamento também é descrito na região de Porto Belo.

Região de Major Gercino

Próximo à localidade em que foi definidas importantes trabalhos foram realizados (Passarelli *et al.* 1993, 2010, 211; Passarelli 1996) sendo possível caracterizar dois ramos da ZCMG, uma faixa milonítica norte (FMN) com largura variável entre 1-3,7 km e uma faixa milonítica sul (FMS) variando entre 0,5-2 km de largura, lentes com feições ígneas são observadas. Os protolitos dessas rochas são granitos que apresentam textura variando de protomilonítica a ultramilonítica em fácies xisto verde. A foliação milonítica é definida por porfiroclastos estirados de plagioclásio e feldspato alcalino numa matriz fina recristalizada.

Entre as duas faixas miloníticas que compõe a ZCMG ocorrem corpos graníticos que apresentam a borda cisalhada e o interior predominam feições ígneas moderadamente orientadas. Duas associações magmáticas principais são definidas por Passarelli 1996, a Associação Granítica Fernandes (AGF) e a Associação Granítica Rolador (AGR). A presença de hornblenda como mineral acessório é restrita à AGF e serve como característica diagnóstica entre elas. O encaixe de ambas as associações é pré a sincinemático em relação à ZCMG, o controle tectônico da fábrica de formas desses granitos é observado apenas nas proximidades do cisalhamento e em vários locais a foliação milonítica segue os contatos dos granitos. Contudo a cristalização do magma pode ser concomitante ao cisalhamento pois é descrito uma passagem contínua da deformação magmática para a deformação do estado sólido. Xenólitos das rochas encaixantes não são descritos. As idades obtidas para as duas associações assim como para as demais unidades estão listadas na tabela 2.

Os anfibólio sienogranitos predominam na AGF, apresentam textura variando entre inequigranular a porfirítica com megacristais (euédricos e anhédricos) de microclínio e matriz de granulação média a grossa. Apresentam baixo índice de cor (menor que 5%) e zircão, apatita e allanita como acessórios, a hornblenda euédrica presente na matriz geralmente está alterada para biotita-clorita-epidoto-calcita, o oligoclásio saussuritizado geralmente apresenta geminação polissintética deformada e microfraturas, enclaves microgranulares são raros (Passarelli *et al.* 2011).

Os monzogranitos predominantes na AGR apresentam entre 5-15 % volume de minerais máficos tendo a biotita como principal constituinte, a coloração pode variar entre o cin-

za e o rosado, a textura mais comum é a inequigranular seriada com megacristais de feldspato alcalino e plagioclásio podendo ocorrer fácies equigranular grossa. Enclaves microgranulares são raros. A mineralogia primária encontra-se reequilibrada em fácies xisto verde com formação de clorita, albita e epidoto, o quartzo geralmente apresenta subgrãos em contato poligonizado (Passarelli *et al.* 2011).

Região de Porto Belo

O trabalho de Bittencourt 1996 definiu a estratigrafia da região de Porto Belo amplamente utilizada e modificada em trabalhos subsequentes (Chemale *et al.* 2012; Florisbal *et al.* 2012c), embora outros autores apresentem distintas visões para a origem dessas rochas, o empilhamento regional continua válido mesmo com a correlação dos litotipos encontrados sendo pouco discutida com as outras unidades do BF. O magmatismo gravado nessa região é interpretado pela autora como quase que inteiramente contido no extremo nordeste da ZCMG o que justifica trata-lo como associado ao cisalhamento.

Tendo como base as características composicionais e microestruturais das rochas que em sua maioria são controladas pelo cisalhamento temos o seguinte empilhamento utilizado nos trabalhos mais recentes: Complexo Porto Belo (magmatismo pré-cinemático); Granito Quatro Ilhas, Granito Mariscal (correspondentes ao magmatismo sin-cinemático precoce); Complexo Granítico Estaleiro (magmatismo sin-cinemático) e a Suíte Intrusiva Zimbros (magmatismo tardi a pós-cinemático).

O Complexo Porto Belo é formado por um conjunto de ortognaisses com composição granítica a granodiorítica, subordinadamente tonalítica, ocorre na forma de xenólitos de tamanho métrico ou corpos individualizados, registra uma foliação pretérita gerada sob condições de fácies anfibolito, contem xenólitos de gnaisses, anfibolitos bandados e xistos máficos que podem representar antigos diques.

O Granito Quatro Ilhas inclui um granito porfirítico de granulação grossa com foliação magmática sub-horizontal bem definida por feldspatos e micas. A composição é majoritariamente de monzogranitos e granodioritos e minoritariamente de sienogranitos, mostrando alta variação nos conteúdos de biotita e muscovita nos termos mais diferenciados. Zircão, apatita e ilmenita são acessórios comuns podendo ocorrer ocasionalmente granada nos termos mais evoluídos e allanita nos termos menos evoluídos. Aparece como xenólito na Suíte Mariscal, essa por sua vez é formada por muscovita biotita monzogranitos com granulação média e textura hetrogranular, localmente ocorrem termos porfiríticos. As gran-

das ocorrem de forma localizada sendo zircão, apatita e ilmenita os minerais acessórios mais comuns, a foliação é marcada pelas micas (Chemale *et al.* 2012).

O Complexo Granítico Estaleiro apresenta caráter sin-cinemático marcado pela concordância entre as estruturas magmáticas e as estruturas de deformação em estado sólido, ocorre na forma de grandes corpos graníticos com bandamentos máficos em menor proporção. Nas regiões menos afetadas pela deformação pode-se observar um granodiorito porfirítico de coloração acinzentada com fenocristais centimétricos de feldspato alcalino. A hornblenda é o mineral máfico mais abundante seguida da biotita, as principais fases acessórias são titanita, magnetita e allanita. A deformação progressiva é observada na unidade marcada na elongação de xenólitos máficos encontrados no corpo e na formação de uma foliação milonítica (Chemale *et al.* 2012).

A Suíte Intrusiva Zimbros (SIZ) representa o magmatismo mais jovem que ocorreu na região, com caráter tardi a pós-magmático é dividida por Bittencourt 1996 em três fácies principais: o Granito Zimbros, o Granito morro dos Macacos e uma subunidade de rochas hipoabissais.

O Granito Zimbros constitui um corpo alongado com aproximadamente 12 km² de área aflorante, é intrusivo nas unidades anteriores e composto por biotita sienogranitos a monzogranitos foliados com textura inequigranular grossa a localmente porfirítica, destacando-se megacristais de feldspato alcalino perítico; allanita, ilmenita e pequenas quantidades de fluorita são os minerais acessórios mais comuns. Apresenta uma componente de deformação *subsólido* que cresce de modo heterogêneo em direção às bordas do corpo desenvolvendo uma foliação magmática subvertical, estruturas de deformação dúctil-rúptil são observadas nos cristais de feldspato (Bittencourt 1996). O fácies hipoabissal se concentra na porção SE do granito e é formada principalmente por dique de composição riolítica contemporâneos a uma pequena expressão de diques básicos, com ocorrência restrita temos diques compostos.

O Granito Morro dos Macacos é um corpo com aproximadamente 4 km² de área aflorante na extremo leste da Enseada de Zimbros, de modo geral essa unidade não apresenta uma foliação bem desenvolvida. Compreende biotita monzo e sienogranitos rosados pobres em minerais máficos, apresenta granulação média a grossa e mineralogia acessória é similar a encontrada no Granito Zimbros.

Passarelli *et al.* 2010 correlaciona a AGF com a SIZ entretanto Bittencourt *et al.* 2008 relaciona a SIZ com a SPG, tendo em vista a associação com rochas vulcânicas e a similaridade

de das idades obtidas de ambas suítes apresentadas na tabela 2 o presente trabalho correlaciona regionalmente com os granitoides da Suite Pedras Grandes.

Batolito Florianópolis no contexto do Cinturão Granítico

O magmatismo que ocorreu na porção oriental do CDF se estendeu até o Uruguai, compondo o DI e constituindo o cinturão granítico. As unidades correlatas ao BF são os Batolito Pelotas (BP) no estado do RS e Batolito Aiguá (BA) no Uruguai. Inumeros estudos realizados com diversas abordagens postulam diferentes origens para essas rochas, as correlações entre as associações de rochas graníticas aqui realizadas tomam como critério a compartimentação tectônica do Cinturão Dom Feliciano já discutida.

Batolito Pelotas

O BP assim definido por Fragoso-César 1986 compreendia as rochas graníticas que afloravam na porção oriental do escudo sul-rio-grandense, apresentando uma área de exposição de aproximadamente 25000 km². Para o autor trata-se de um batólito multi-intrusivo e polifásico com evolução ocorrida durante o Ciclo Brasileiro, neste mesmo trabalho já sinalizava para a continuidade do magmatismo granítico no CDF estendendo seus limites para o Uroguai e Santa Catarina. A correlação do BP com o BF se da por meio de trabalhos realizados em testemunhos de furos de sondagem, as descrições foram divulgadas em boletins internos da empresa petrolífera Petrobrás.

Foram propostas inicialmente quatro suítes como principais constituintes do BP porém estudos posteriores expandiram a ideia inicial, Philipp 1998 propões uma subdivisão em seis suítes levemente alterada em trabalhos posteriores (Philip *et al.* 2001, 2002a, 2003). Todavia a correlação feita no presente trabalho leva em conta os critérios já explicitados assim sendo considera rochas pertencentes ao BP somente aquelas que ocorrem a S e SE da ZCC, portanto temos três suítes como os principais constituintes do BP sendo Suíte Pinheiro Machado (SPM), Suíte Intrusiva Viamão (SIV) e Suíte Dom Feliciano (SDF). Xenólitos de rochas metamórficas descritos como septos do embasamento por Fragoso-César 1986 e Philip *et al.* 2002b são encontrados em todas as suítes, tais ocorrências indicam a participação de crosta continental da na geração do magmatismo. Uma síntese com as idades U-Pb em zircão obtidas para as rochas correspondentes as três suítes citadas é apresentada na tabela 3.

A SPM representa as rochas mais antigas do BP ocupa uma faixa central alongada na direção NE-SW ocupando aproximadamente 30% da área aflorante. Apresenta composição essencialmente monzogranítica a granodiorítica ocorrendo subordinadamente tonalitos,

dioritos e quartzo-dioritos. As rochas em sua maioria estão foliadas e apresentam textura equigranular hipidiomórfica com granulação média a grossa, localmente uma variação inequigranular grossa ocorre. A mineralogia primária é formada por plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino e biotita; tem como acessórios: zircão, allanita, apatita, titanita e minerais opacos; comumente apresenta enclaves microgranulares dioríticos. Ocorre como xenólito nas SIV e SDF (Philip *et al.* 2005). Xenólitos gnáissicos ocorridos na SPM apresentam idade 781 ± 5 Ma (Silva *et al.* 1999) obtida por método U-Pb em zircão. As características dos litotipos e idades encontradas são argumentos utilizados para que Basei *et al.* 2000 correlacione a SPM com SAM.

Unidade	Método	Idade (Ma)	Referência
Suite Dom Feliciano	TIMS	583 ± 3	Philip <i>et al.</i> 2002a
	SHRIMP	600 ± 10	Koster <i>et al.</i> 2001
Suite Intrusiva Viamão	TIMS	575 ± 5	Philip <i>et al.</i> 2002a
	TIMS	595 ± 1	Babinski <i>et al.</i> 1999
	TIMS	631 ± 6	Koster <i>et al.</i> 2000
Suite Pinheiro Machado	TIMS	613 ± 6	Babinski <i>et al.</i> 1997
	TIMS	610 ± 5	Babinski <i>et al.</i> 1998
	SHRIMP	609 ± 17	Hartmann <i>et al.</i> 2000a
	SHRIMP	609 ± 17	Silva <i>et al.</i> 1999
	TIMS	625 ± 4	Philip <i>et al.</i> 2002a

Tabela 3 – Compilação das idades U-Pb em zircão para o Batolito Pelotas

A SIV representa cerca de 15% da área aflorante do BP, constituem corpos alongados segundo a direção N40°-50°E, a variação composicional é dominada por monzogranitos e granodioritos ocorrendo sienogranitos subordinados. As rochas geralmente apresentam indícios de foliação magmática evidenciada pelo alinhamento dos megacristais tabulares de feldspato alcalinos predominantes na textura inequigranular porfirítica, a foliação é atribuída a cisalhamentos associados a colocação do corpo. A presença de enclaves microgranulares em diferentes níveis de assimilação é reportada, as composições variam de básica á ácida, apresentam forma arredondada, tamanho centimétrico e contatos lobados e curvos. A Rocha apresenta matriz hipidiomórfica grossa formada por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, biotita e raramente hornblenda que ocorre na forma de agregados intersticiais juntamente com as micas. Zircão, allanita, opacos, titanita e apatita são as principais fases acessórias (Philip *et al.* 2005). As rochas dessa suíte possuem semelhanças com as rochas da SSPA do BF podendo a ela ser correlata.

A SDF corresponderia ao magmatismo mais jovem que ocorreu na constituição do BP e é prontamente relacionada com a SPG por diversos trabalhos. Compõem cerca de 20% da

área de exposição da unidade, as rochas apresentam grande homogeneidade composicional, estrutural e petrográfica, raramente contém enclaves microgranulares, é intrusiva à SPM. Os leucogranitos rosados são predominantes, apresentam composição sienogranítica textura inequigranular seriada com granulação grossa a média. A mineralogia principal é ortoclásio e microclínio subhédrios, quartzo ameboide e biotita subhédrica; allanita, zircão, apatita, titanita, opacos, fluorita, molibdenita e galena ocorrem como acessórios e clorita e sericitas hidrotermais. Associados a esses granitos ocorrem corpos de diques riolíticos e rochas piroclásticas que apresentam semelhanças geoquímicas com os demais granitos da SDF isso sugere uma gênese em comum de tais litotipos (Philip *et al.* 2005).

A Suíte Encruzilhada do Sul definida por Frago-César 1986 corresponderia a SV intrusiva nos metassedimentos do Grupo Brusque; já a Suíte Erval definida por Philipp 1998 é interpretada por Basei *et al.* 2000 como pertencente ao BA, equivalente uruguaio do GB.

Batolito Aiguá

O BA seria a extensão natural no BP em terras uruguaias, assim proposto por Frago-César 1986 também como a raiz de um arco magmático. Nas terras vizinhas observa-se que o CDF faz contato a E com o Terreno Punta del Este que corresponde a um antigo núcleo cratonico intrudido por granitos neoproterozoicos, localizado na porção central do Terreno Cuchilla Dionísio entre a Zona de Cisalhamento Sierra Ballena e Zona de Cisalhamento Alfe-rez-Cordillera estende-se a continuação do magmatismo granítico do CDF. O BA é representado por poli-intrusões cálcio-alcálinas com corpos sieníticos subordinados, apresenta até o dado momento as idades mais jovens para o magmatismo do DI, U-Pb em zircão por SHRIMP 564 ± 7 Ma Oyhançabal *et al.* 2009 , no mesmo trabalho os autores destacam as três principais fases do magmatismo do CDF entre 850-750 Ma, 650-600Ma e 590-560Ma que também são descritas em outras porções do GB.

Trabalhos como os de Oyhançabal *et al.* 2007, 2009 propõe um afiliação africana para as rochas que compõe o Terreno Punta del Este, tal afirmação corrobora com observações já realizada por outros autores e é um forte argumento para proposta de Basei *et al.* 2000 que coloca todo esse cinturão granítico como formado sendo resultado de processos de subducção de crosta oceânica na borda oriental do Craton do Kalahari durante o Neoproterozoico.

Granitos da Ilha de Santa Catarina e petrografia

A geologia da Ilha de Santa Catarina pode ser dividida em três unidades cronoestratigráficas principais; na grande planície costeira, pântanos, lagunas e terraços de inundação predominam os sedimentos argilosos e principalmente arenosos de idade quaternária, importantes campos de dunas se estendem nas regiões da Praia de Moçambique e da Praia da Joaquina; já os grandes morros que dominam os costões e ocupam principalmente a porção central da ilha, se alongam segundo a direção NNE-SSW e são constituídos por rochas graníticas neoproterozoicas cortadas por corpos tabulares de rochas vulcânicas majoritariamente de composição básica e em menor expressão variam entre ácidas e intermediárias de idade cretácea.

As rochas graníticas de idade neoproterozoica são o principal alvo de estudo do presente trabalho, ao longo das campanhas de campo diversos pontos foram descritos e amostrados, a base geológica simplificada e modificada de Tomazzoli & Pellerin 2015 segue no Anexo 1; como natural em toda sistemática desenvolvida para construção do saber geológico alguns dos afloramentos descritos contendo os litotipos de interesse, evidências de processos ígneos e relações de contato foram selecionados para aplicação de técnicas analíticas mais sofisticadas, na tabela presente no Anexo 3 é apresentado em detalhe as metodologias utilizadas em cada ponto coletado.

Representantes de todas as principais suítes que formam o BF são encontrados na Ilha de Santa Catarina; em algumas praias localizadas na porção sul ocorrem importantes exposições de rochas vulcânicas ácidas extrusivas pertencentes à SVC assim como os inúmeros diques de riolito e granitos hipoabissais de ocorrência restrita a outras regiões; a principal unidade aflorante é a SPG, esta é bem homogênea e tem o Granito Ilha como fácies mais comum com aparecimento de outras variedades localizadas; litotipos classificados como pertencentes a SSPA se restringem à região centro-sul da ilha formando um corpo alongado; a associação litológica que ocorre exclusivamente no Costão dos Ingleses e Costão do Santinho (praias localizadas na extremidade NE) difere das demais observadas, é tratada no presente trabalho como Associação Granítica Santinho (AGS). Um mapeamento em escala de detalhe (1:10000) realizado no costão homônimo é apresentado no Anexo 2, mesmo tendo suas especificidades a AGS é interpretada como pertencente a SAM. Todas as suítes são afetadas pelo magmatismo básico cretáceo que corresponde ao Enxame de Diques Florianópolis (EDF), os diques são expressivos e alguns chegam a apresentar 70 m de largura e direção preferencial NNE.

Associação Granítica Santinho

As rochas que pertencem a AGS afloram ao longo dos costões em lajes esculpidas pela ação do mar e comumente na forma de matacões com uma notória esfoliação esferoidal. Amostras frescas ocorrem, porém a alteração é intensa. Compreendem três litotipos principais: os gnaisses bandados, leucogranitos e enclaves microgranulares. Os ortognaisses bandados (figura 2A) predominam nas cotas mais baixas do costão sendo o restante praticamente dominado pelos leucogranitos, a transição dos domínios se dá de forma gradacional. Além dos diques básicos pertencentes ao EDF toda a sequência da AGS é cortada por diques riolíticos associados ao magmatismo ácido da SVC, esses corpos tem expressão decimétrica apresentam contato reto e direção variada (figura 28B, 28C).

Os gnaisses bandados são resultantes da interação de duas rochas distintas, compreendem bandas de composição intermediária e bandas de composição granítica (figura 2B). As bandas de composição intermediária correspondem à ortognaisses de granulação grossa e coloração acinzentada, a composição é essencialmente granodiorítica chegando a tonalítica em algumas porções. Apresenta bandamento centimétrico que por vezes encontra-se dobrado (figura 2C, 2F). Esses leitos são referidos como ortogneisse granodioríticos ao longo do trabalho.

Concordante a essas estruturas dos ortognaisses granodioríticos ocorrem injeções de níveis sienograníticos com coloração esbranquiçada a rosada (figura 2E, 2D). Para se referir a essa porção utiliza-se a alcunha de banda granítica. Tal bandamento felsico de granulação grossa não apresenta foliação evidente como o a apresentada pelas bandas de composição intermediária (ortogneisse granodiorítico). Ambos os níveis apresentam descontinuidades e há predomínio de um dos tipos sobre o outro em diferentes localidades ao longo das exposições. As relações de campo apontam para contemporaneidade entre o ortogneisse granodiorítico e as bandas graníticas sendo a última mais tardia mas ainda dentro do mesmo campo de tensões que controla o encaixe dos ortognaisses.

A sequência descrita anteriormente é cortada por uma aparente geração mais jovem de leucossienogranítios discordantes. Esta última por sua vez não apresenta foliação evidente e tem granulação grossa que grada para porções com textura pegmatítica representando possíveis líquidos finais da cristalização (figura 3A). O contato entre o sienogranito e o ortogneisse é variado, pode ocorrer o acúmulo de minerais máficos nas bordas de alguns termos de composição granodiorítica (figura 3B) entretanto essa característica não é persistente. O contato gradacional é observado em alguns pontos geralmente é sinuoso e lobado gerando

Figura 2 – Gnaiss Bandado Costão do Santinho **A**- visão geral **B**- região com predomínio das bandas intermediárias **C**- relação entre banda granítica e a banda de ortognaisse granodiorítico **D**- região com predomínio das bandas graníticas **E**- banda granítica e ortognaisse granodiorítico dobrados **F**- banda granítica e ortognaisse granodiorítico dobrado

feições que se assemelham a estruturas nebulíticas. Ocorre a formação de bolsões gnáissicos nas regiões onde há um predomínio dos granitos (figura 3 C). Tais feições são evidências de processos de mistura mecânica, “mingling”. Estruturas do tipo “schlieren” são encontradas nos sienogranitos, estão dobradas (figura 9C) podem representar processos de mistura química, “mixing”, correspondendo a uma assimilação total ou parcial resultantes da digestão do ortognaisse granodiorítico que não estaria totalmente cristalizado quando interagiu com o líquido granítico (figura 3D). Localizadamente aparecem texturas sugestivas de processos

de fusão. A diferença de plasticidade entre as rochas se deve muito à diferença do grau de cristalização de ambas no momento da colocação.

Figura 3 – A- Gnaiss bandado afetado por bolsões pegmatíticos (detalhe para o ortognaisse granodiorítico) B- concentração de máficos no contato entre a banda de ortognaisse granodiorítico e GMA C- Gnaiss bandado intrudido por líquidos graníticos, Costão dos Ingleses D- Gnaiss bandado assimilado pelo GMA, Costão dos Ingleses E- Contato entre dique básico do EDF e o GMA F- GMA, “back-veining” no GMA, ortogonal ao dique básico

As atitudes do bandamento gnáissico coletadas ao longo da trilha existente no Costão do Santinho ligando as praias do Santinho e Moçambique. São apresentadas em uma projeção estereográfica aos polos das feições medidas em hemisfério inferior (figura 4). Podemos notar que há um espalhamento com uma concentração do preferencial das atitudes

em torno de 283/50, a dispersão reflete o dobramento observado que sugere um padrão não cilíndrico pois os polos não se agrupam segundo uma guirlanda. As fases mais tardias de dobramento podem ter se originado por domeamentos formados durante a intrusão dos leucogranitos.

Figura 4 – Projeção estereográfica polar de igual área em hemisfério inferior, bandamento gnáissico, gnaisses bandados no Costão do Santinho

As bandas de ortognaisses tem composição majoritariamente granodiorítica com ocorrência de termos tonalíticos, apresentam foliação proeminente definida pelos minerais felsicos com os máficos concordantes a essa estrutura (figura 5C, 6A, 6B), a foliação é resultante de esforços tectônicos mas texturas ígneas reliquias são encontradas, isso justifica a opção pela denominação de ortogneisse granodiorítico. Apresenta textura inequigranular seriada, granulação grossa, o índice de cor dessas rochas é por volta de 20%, a mineralogia principal constituída de quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e biotita; aparecem como fases acessórias titanita, apatita, opacos e zircão. Ocorre uma mineralogia secundária provavelmente de origem tardimagmática representada por minerais do grupo do epidoto, clorita e sericita.

Os cristais de quartzo em sua maioria são subédricos e comumente estão estirados, apresentam extinção ondulante evidenciando processos de recristalização estática. Ocorrem processos de recristalização por migração de borda de grão com formação de “bulging” e individualização de subgrãos. O Plagioclásio apresenta cristais com aproximadamente 3,0 mm e hábito tabular. A geminação polissintética é evidente em alguns cristais podendo estar levemente dobrada e em outros apresenta terminação em lança. Alguns cristais apresentam

a geminação Carlsbad, os contatos variam de retos a irregulares. Os cristais podem apresentar fraturas e geralmente estão alterados, a substituição por sericita nas bordas e no centro cristal geralmente mais cálcico é comum. O Feldspato alcalino representa o menor volume dentre os minerais felsícos, com cristais tabulares se alongando segundo a foliação apresentam fraturas e sericitização menos intensa.

Figura 5 – Ortogneisse granodiorítico **A-** Amostra VSM-29A Máficos: Titanita (tit), Biotita (bit) e Apatita (ap) **B-** Amostra VSM-29A Máficos nicóis cruzados **C-** Amostra VSM-53C, foliação dentro da banda de ortogneisse granodiorítico, veio granítico discordante **D-** veio granítico detalhe com xenocristal de feldspato alcalino, amostra VSM-53C

A biotita (figura 5A, 5B) é o principal mineral máfico da rocha, possui hábito placoide com pleocroísmo em tons de verde, mais comum, e em tons castanhos, localizadamente. Forma leitões milimétricos com textura intersticial e contatos geralmente sinuosos, os cristais comumente apresentam as bordas substituídas por clorita e a substituição total ocasionalmente também ocorre. Geralmente associado aos níveis de biotita ocorrem os demais minerais máficos: a apatita euhédrica e subhédrica medindo aproximadamente 0,1 mm e incolor; a titanita apresenta cristais geralmente xenomórficos que podem atingir até 3,0 mm, a coloração em tons castanhos predomina (figura 6C) e pode ocorrer em textura coronítica mantendo opacos (provavelmente ilmenita); em menor proporção ocorrem epidotos amorfos tardimagmáticos que podem substituir titanitas ou plagioclásios.

O hidrotermalismo que afeta as rochas da região é intenso e fica claro nas substituições que ocorrem em alguns minerais, essas transformações podem mascarar algumas feições primárias da rocha. De maneira bem restrita a hornblenda é encontrada em alguns afloramentos que apresentam um grau de assimilação pelo sienogranito. Mesmo esse mineral não tendo sido encontrado no universo de lâminas descrito é atribuído à mineralogia primária do ortogneisse granodiorito, provavelmente foi substituída pela associação mineral epidoto + clorita.

Figura 6 – A- Amostra VSM-29A foliação dentro da banda de ortogneisse granodiorítico, nicóis cruzados **B-** Amostra VSM-29A foliação dentro da banda de ortogneisse granodiorítico, nicóis paralelos **C-** Detalhe Titanita (tit) com substituição de epidoto (epd) e fraturas preenchidas por quartzo, amostra VSM-29A

A banda granítica concordante a banda de ortogneisse granodiorítico geralmente apresenta uma textura inequigranular seriada a porfirítica (figura 8C) com granulometria grossa, é comum a presença de fraturas preenchidas por clorita, epidoto, opacos e um agregado criptocristalino (figura 7A, 7B). A composição essencialmente quartzo-feldispática está levemente alterada. O quartzo apresenta cristais anédricos geralmente com extinção ondulante, evidências de processos de recrystalização por migração de borda de grão é marcado pela formação de subgrãos que podem estar rotacionados, o contato entre os cristais é irregular (figura 8B, 8D). O feldspato alcalino é o megacristal mais comum, geralmente apresentam hábito tabular e ocasionalmente estão fraturados, ocorre a formação de pertitas em fita na maioria dos casos, inclusões de plagioclásio e quartzo são comuns (figura 8A). O plagioclásio apresenta cristais subédrico e com bordas arredondadas, a maioria apresenta as macas de geminação polissintética e geralmente estão saussuritizados. A biotita quando ocorre geralmente está total ou parcialmente substituída por clorita (figura 7C, 7C).

Figura 7 – Amostra VSM-52D Banda Granítica do Gnaiss bandado **A**- fratura preenchida por epidoto (epd), clorita (chl) e opacos (op) nicóis cruzados **B**- similar a anterior nicóis paralelos **C**- detalhe clorita (chl), feldspato alcalino (fk), plagioclásio (plg) sericitizado, nicóis cruzados **D**- similar a anterior nicóis paralelos

A rocha predominante na AGS é o leucogranito aqui denominado de Granito Morro das Aranhas (GMA) em referência a feição geográfica homônima onde foi descrito. Vários

locais apresentam um intenso faturamento, pode ocorrer como xenólito nos diques básicos (figura 9A, 9B, 9E). O corpo é intrusivo aos ortognaisses embora possa ocorrer como injeções concordantes representado pelos bandamentos graníticos. O leucogranito apresenta coloração esbranquiçada a rosada com textura inequigranular seriada grossa localmente porfírica, assim como nos ortognaisses o faturamento e o hidrotermalismo é intenso (figura 9D). A composição é sienogranítica apresentando baixo índice de cor que chega a 2%, a estrutura é maciça a levemente foliada em algumas regiões. A mineralogia primária da rocha é constituída por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e muscovita; A apatita é a principal fase mineral acessória seguida do zircão. Sericita, epidoto, clorita, opacos, carbonatos e muscovita correm como minerais secundários que podem ter sua origem relacionada a líquidos tardimagmáticos.

Figura 8 – Banda Granítica do ortogneisse bandado **A**- Amostra VSM-29B Feldspato alcalino (fk) com pertitas plagioclásio (plg) saussuritizado **B**- Amostra VSM-52D quartzo com bordas recrystalizadas, “bulging” e plagioclásio levemente deformado **C**- Amostra VSM-29B textura porfírica **D**- Amostra VSM-52D plagioclásio saussuritizado e quartzo com extinção ondulante

O fácies inequigranular seriado, predominante, apresenta cristais de quartzo medindo entre 1,0 - 3,0 mm com extinção ondulante, o contato com os demais cristais é irregular, ocorre a formação de “bulging” e individualização em subgrãos que podem estar rotacionados (foto 10). O Feldspato alcalino apresenta hábito tabular e cristais subédricos com tama-

nho variando entre 1,0 – 6,0 mm. Os contatos são ligeiramente irregulares e lamelas de exsolução com plagioclásio são comuns, as pertitas apresentam morfologia variada e podem ocorrer na forma de fitas, tranças ou manchas. Os cristais podem apresentar fraturas e ocorre substituição por sericitas principalmente nas bordas. O plagioclásio apresenta composição variando entre albita e oligoclásio, os cristais subédricos com hábito tabular e tamanho entre 1,0 – 4,0 mm geralmente apresentam geminação polissintética e assim como os feldspatos alcalinos podem estar fraturados, a substituição por uma mineralogia secundária é mais intensa e comumente observada nesses cristais (figura 10C).

Figura 9 – Granito Morro das Aranhas **A-** Macro, amostra VSM-31 **B-** Macro, amostra VSM-77, presença de muscovita primária **C-** Amostra VSM-17, “schlieren” dobrado **D-** Fraturas **E-** Amostra VSM-77 enclaves microgranulares

Figura 10 – Amostra VSM-31 Granito Morro das Aranhas **A**- Plagioclásio saussiritizados e Feldspato alcalino, nicóis cruzados **B**- Biotita (bit) parcialmente cloritizada **C**- Visão geral, quartzo com extinção ondulante e muscovita secundária

A biotita quando ocorre aparece com cristais muito finos menores que 1,0 mm e geralmente estão substituídas por cloritas; a muscovita primária aparece de forma localizada em algumas porções do GMA, os cristais apresentam hábito placoide medindo 0,5 mm aproximadamente, são intersticiais e incolores e assim como a biotita estão substituídos por clorita principalmente nas bordas (figura 11C, 11D). Uma segunda geração de moscovitas ocorre principalmente nas fraturas e por vezes substituindo feldspatos alcalinos, essa provavelmente hidrotermal relacionada a fluidos tardimagmáticos.

A mineralogia secundária ocorre principalmente em veios e substituindo alguns minerais já descritos, tais fraturas (figura 11A, 11B) são preenchidas por agregados criptocristalinos juntamente com uma mineralogia muito fina onde pode ser identificados cristais de epidoto, clorita, muscovita e opacos, alguns bolsões de sericita e outros de carbonatos também são encontrados.

O fácies porfíritico grosso tem matriz quartzo-feldspática com cristais medindo entre 1,0 – 3,0 mm já os fenocristais são geralmente de feldspato alcalino pertítico com tamanho

variando entre 15 – 20 mm. Os cristais apresentam características similares aos encontrados no fácies predominante.

Figura 11 – Granito Morro das Aranhas **A**- Amostra VSM-71 visão geral mais fraturas, nicóis cruzados **B**- Amostra VSM-71 fraturas e bolsões de alteração hidrotermal **C**- Amostra VSM-77 muscovita primária **D**- Amostra VSM-77 muscovita primária parcialmente substituída por clorita

Enclaves de composição tonalítica são encontrados tanto no ortogneisse granodiorítico como no GMA, esses ocorrem com tamanhos e formatos variados. Os corpos de tamanho métrico com forma arredondada e textura grossa geralmente são interpretados como xenólitos, também ocorrem enclaves microgranulares arredondados de tamanho centimétrico a decimétrico que podem representar autólitos, e corpos métricos alongados e estirados segundo ao bandamento gnaissico macroscopicamente assemelhando-se a diques desmembrados (figura 12).

Os enclaves microgranulares apresentam índice de cor aproximado de 40%, a textura é equigranular fina e a estrutura maciça, os cristais em sua ampla maioria são anédricos medindo aproximadamente 0,5 mm. A mineralogia primária da rocha está parcialmente obliterada pela interação com fluidos hidrotermais sendo representada por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e biotita; os minerais acessórios correspondem à apatita, zircão e opacos. Clorita, epidoto e sericita formam a mineralogia secundária (figura 13A, 13C).

Figura 12 – Enclaves Tonalíticos **A-** Amostra VSM-27B detalhe contato xenólito tonalítico **B-** Amostra VSM-27B xenólito tonalítico nos gnaisses bandados **C-** Amostra VSM-30 enclave microgranular tonalítico, possível dique sin-plutônico desmembrado em uma banda de ortogneisse granodiorítico **D-** Amostra VSM-72B xenólito tonalítico no GMA

O quartzo muito inerte as reações químicas se destaca como mineral mais estável. Apresenta cristais xenomórficos ocasionalmente com extinção ondulante, os contatos são irregulares geralmente lobados. O plagioclásio em sua maioria está total ou parcialmente substituído sofrendo processo de saussuritização muitas vezes como pseudomorfos cuja a identificação se dá pela observação da geminação polissintética presente nos cristais menos afetados. O feldspato alcalino ocorre em menor proporção e também se encontra substituído, geralmente por sericita. A biotita é o principal constituinte máfico da rocha, em grande parte totalmente substituída por clorita, os cristais são finos e apresentam pleocroísmo em tons de verde acastanhado, apresentam textura intersticial aos minerais felsícos e geralmente estão associadas a finos cristais de apatita. A titanita claramente apresenta feições de instabilidade, os cristais são xenomórficos com contatos lobados apresentando substituição por epidoto e cristalização de opacos principalmente nas bordas, geralmente estão associadas às biotitas (figura 13B, 13D). Assim como no ortogneisse granodiorito a hornblenda pode ter sido totalmente substituída por uma mineralogia secundária.

Figura 13 – Enclaves Tonalíticos **A**- Amostra VSM-52C visão geral **B**- Amostra VSM-30 plagioclásio saussuritizado, biotita cloritizada, nicóis cruzados **C**- Amostra VSM-72B xenólito tonalítico no GMA, visão geral **D**- Amostra VSM-30 enclave microgranular tonalítico

Enclaves com textura grossa também são encontrados e assim como os enclaves microgranulares tem composição tonalítica e estão bastante afetados por fluidos hidrotermais, podendo representar xenólitos. Apresentam estrutura maciça e textura equigranular grossa, são afetados por líquidos graníticos posteriores, a mineralogia e o índice de cor também são semelhantes aos dos enclaves microgranulares.

Os cristais de quartzo são xenomórficos com tamanho variando entre 1,0 – 3,0 mm, comumente apresentam extinção ondulante, processos de migração de borda de grão são observados em alguns cristais, o contato é irregular e por vezes serrilhado. O plagioclásio apresenta substituição intensa por sericita ocorrendo pseudomorfos, o processo de saussuritização é evidente, contudo em alguns cristais é possível observar a geminação polissintética, os cristais medem aproximadamente 5,0 mm.

A biotita ocorre na forma de cristais placoides muito finos na maioria das vezes está totalmente substituída por clorita. O pleocroísmo é em tons de marrom esverdeado, ocorrendo juntamente com epidoto, sericita, opacos, apatita e um agregado criptocristalino intersticial aos minerais felsicos. A apatita apresenta cristais muito finos variando entre 0,1 –

0,3 mm geralmente com hábito prismático e terminações arredondadas; os cristais de titanita medem aproximadamente entre 1,0 – 3,0 mm e tem claras feições de instabilidade, são xenomórficos e apresentam contato irregular, lobado. Veios de composição silicática fraturam os cristais, nas bordas é comum a substituição por epidoto, plagioclásio e mais expressivamente opacos, provavelmente ilmenita (figura 14).

Figura 14 – Enclaves Tonalíticos **A-** Amostra VSM-27B Plagioclásio saussuritizado **B-** Amostra VSM-55A titanita parcialmente consumida, interior substituído por plagioclásio e cristalização de opacos nas bordas **C-** Amostra VSM-55A titanita fraturada e plagioclásio saussuritizado **D-** Amostra VSM-55A detalhe titanita substituída por epidoto opacos nas bordas e plagioclásio substituído por sericita, nicóis cruzados

O contato entre as rochas que compõe a AGS e as demais unidades do BF que afloram da Ilha de Santa Catarina não é observado pois o mesmo está recoberto por sedimentos cenozoicos, a oeste do Costão do Santinho estende-se o campo de dunas de Moçambique, contudo a interpretação da interpretação da correlação entre as rochas do Costão do Santinho e as demais unidades é discutida ao longo do trabalho.

Suíte São Pedro de Alcântara

As rochas que constituem a SSPA formam um campo alongado na porção centro – sul da Ilha de Santa Catarina. Os afloramentos ocorrem na forma de blocos, matacões em perfil de solo alterado e as melhores exposições são em cortes de estrada que dão acesso a locali-

dade do Campeche (figura 15A). Diques básicos expressivos pertencentes ao EDF cortam a suíte que compreende essencialmente monzogranitos. Estes formam uma unidade homogênea distinta do Granito Ilha e geralmente apresentam enclaves microgranulares máficos (figura 15B). Ocasionalmente concordantes com a foliação magmática ocorrem bandas de composição sienograníticas de coloração esbranquiçada (figura 15C). O contato com as demais unidades é inferido já que o mesmo não foi observado em campo.

Os Mozogranitos da SSPA apresentam textura inequigranular seriada grossa com megacristais de plagioclásio e feldspato alcalino, os máficos formam aglomerados que tem tamanho variando entre 6,0 – 10,0 mm aproximadamente, a rocha apresenta foliação magmática e coloração acinzentada. O índice de cor varia entre 10% – 16% e a mineralogia principal da rocha é constituída por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e hornblenda. Apatita, opacos, titanita, zircão e allanita ocorrem como minerais acessórios. Clorita, epidoto e sericita estão presentes substituindo a mineralogia principal.

O quartzo apresenta cristais subédricos com tamanho variando entre 1,0 – 5,0 mm aproximadamente, comumente com extinção ondulante em alguns cristais do tipo “chess-board”. A recristalização nas bordas pode ser observada pela formação de “bulging” e individualização de subgrãos, o contato com os outros minerais geralmente é irregular (figura 16A). O plagioclásio ocorre na forma de cristais euédricos com hábito tabular e geminação polissintética evidente, por vezes apresentam terminações em lança. Geminação do tipo periclínio também ocorre assim como zoneamentos concêntricos observados em alguns cristais. O contato varia de reto a levemente irregular, a maioria dos cristais apresentam saussuritização, principalmente no interior dos cristais mais enriquecido em Ca. Fraturas são comuns e essas por sua vez estão preenchidas por quartzo ou muscovita, os megacristais chegam a atingir 7,0 mm de comprimento. O feldspato alcalino forma cristais euédricos que variam entre 3,0 – 7,0 mm de comprimento, geralmente com geminação do tipo Carlsbad. O contato é irregular lobado com os megacristais apresentando inclusões de quartzo e plagioclásio e apatita, fraturas preenchidas por muscovita também são observadas. A formação de lamelas de exsolução com o plagioclásio ocorre, as pertitas apresentam morfologia do tipo fitas e tranças.

A hornblenda é o principal constituinte máfico da rocha, os cristais apresentam hábito prismático com pleocroísmo em tons de verde acastanhado podendo conter inclusões de apatita, em alguns cristais se observa geminação tipo Carlsbad, entre 0,3 -1,2 mm é o tamanho atingido pelos prismas. A substituição pela paragênese clorita, epidoto, opaco e biotita

ocorre principalmente nas bordas dos cristais podendo chegar à formação de pseudomorfos (figura 16B,16C). A biotita geralmente substituída por uma associação de clorita e opacos apresenta cristais placoides com pleocroísmo em tons castanhos e tamanho aproximado de 0,6 mm. A titanita é formada por finos cristais geralmente associados a opacos em textura coronítica, a associação mede cerca 0,1 mm. A apatita ocorre na forma de cristais prismáticos com bordas levemente arredondadas, a allanita também apresenta finos cristais prismáticos entre 0,2 – 0,6 mm com coloração amarronzada que ocasionalmente formam halos pleocróicos em biotitas. Os minerais máficos por vezes formam agregados, a mineralogia presente indica um caráter metaluminoso para essas rochas.

Figura 15 – Hornblenda biotita monzogranito **A-** Amostra VSM-35 **B-** Amostra VSM-40A enclave diorítico **C-** amostra VSM-35 bandas sienograníticas **D-** veios com mineralogia hidrotermal cortando a amostra VSM-40A

A presença de enclaves microgranulares é comum, apresentam formato arredondado e tamanho centimétrico, contato abrupto com borda de resfriamento observada ao microscópio (figura 17D). Xenocristais de feldspato alcalino são comuns. A composição tende a diorítica com pequenas variações, provocada provavelmente por assimilações parciais das rochas encaixantes. A textura é inequigranular fina com a maioria dos cristais variando aproximadamente entre 0,1 – 1,0 mm. Os cristais são euédricos a subédricos. O índice de cor gira

em torno dos 55%. O plagioclásio é a principal fase mineral felsica, quartzo e feldspato alcalino ocorrem em menor proporção. Os minerais máficos presentes são hornblenda, piroxênio, biotita, apatita, titanita e opacos. Clorita, sericita e epidotos ocorrem como minerais secundários, provavelmente originados da intração com fluidos tardimagmáticos substituem a mineralogia principal da rocha.

Figura 16 – Hornblenda Biotita Monzogranito amostra VSM-35 **A-** máficos detalhe **B-** plagioclásio saussuritizado e quartzo com extinção ondulante **C-** máficos detalhe

O plagioclásio fino apresenta cristais subédricos com contato irregular medindo entre 0,3 – 0,5 mm e não apresentam geminação evidente. O quartzo xenomórfico geralmente apresenta extinção ondulante e cristais com tamanho similar ao plagioclásio. Os xenocristais de feldspato alcalino cujo o comprimento pode chegar a 5,0 mm, estão parcial ou totalmente substituídos por sericitas.

A hornblenda ocorre na forma de cristais prismáticos com aproximadamente 0,5 mm apresentando pleocroísmo em tons de verde. Os cristais são euédricos geralmente com contatos retos (figura 17A), parte dessas ocorre substituindo o clinopiroxênio. A biotita apresenta hábito placóide característico, pleocroísmo em tons castanhos e pode estar parci-

almente substituída por clorita principalmente nas bordas. A associação titanita mais opaco é comum, os opacos manteados em textura coronítica, provavelmente ilmenitas, apresenta aproximadamente 0,3 mm (figura 17C). O clinopiroxênio apresenta cristais prismáticos com claras feições de instabilidade parcialmente substituídos por anfibólio nas bordas e cms contatos irregulares (figura 17B). A apatita aparece dispersa em critais aciculares com 0,2 mm de comprimento.

Figura 17 – Amostra VSM-40B enclave diorítico **A**- visão geral **B**- Piroxênio (px) substituído por hornblenda (hbl) **C**- Opaco mantido por titanita **D**- contato entre o enclave diorítico e hornblenda biotita monzogranito

Alguns afloramentos apresentam evidências de um evento hidrotermal intenso, a textura primária da rocha é parcialmente obliterada. Ocorre a cristalização de feldspato alcalino e quartzo que formam cristais finos e arredondados. A presença de minerais máficos é baixa e a substituição do plagioclásio por saussurita é intensa. O feldspato alcalino é o principal megacristal, a formação de pertitas, geralmente em fitas, é bastante comum assim como a presença de fraturas preenchidas por quartzo. Em alguns cristais podemos observar o sobrecrecimento de feldspato alcalino nas bordas de cristais arredondados que apresentam evidências de reações (figura 18).

Figura 18 – Amostra VSM-40A **A-** plagioclásio com as bordas arredondadas e opacos **B-** feldspato alcalino com bordas corroídas, nicóis cruzados **C-** feldspato alcalino com sobrecrecimento nas bordas com fraturas preenchidas por quartzo

Suíte Pedras Grandes

A SPG é a unidade mais expressiva do BF na Ilha de Santa Catarina, os afloramentos dominam os morros que se estendem ao longo da direção NNE-SSW. Ocorrem na forma de grandes matacões, cortes de rodovia e lajes em costões. A coloração geralmente é rosada, ocasionalmente acinzentada (figura 19A). A unidade é bastante homogênea apresentando pequenas variações texturais e mineralógicas.

Os bolsões pegmatíticos são comuns e ocorrem de forma e tamanho diversos, o tamanho varia de decimétricos a métricos com corpos irregulares. O contato geralmente sinuoso e lobado é gradacional. As bordas apresentam uma textura fina e miárolos ocorrem com frequência (figura 19B). A composição é essencialmente hololeucocrática com cristais de quartzo feldspato medindo 5,0 cm ou mais. Corpos tabulares discordantes de espessura centimétrica são abundantes e correspondem líquidos aplíticos. O contato é abrupto podendo

ocorrer xenocristais da encaixante nas bordas. Os aplitos apresentam coloração rosada semelhante aos granitos, são hololeucocráticos com textura sacaroidal fina, também apresentam cavidades miarolíticas (figura 19C, 19D).

Figura 19 – Suíte Pedras Grandes **A-** Granito Ilhapaia de Jurerê **B-** Bolsão gmatíticoo **C-** Aplito **D-** Cavidade miarolítica em aplitos **E-** Enclaves microgranulares **F-** Fácies Inequigranular grosso em contato com com fácies equigranular fino

Enclaves microgranulares são escassos e ocorrem de forma localizada, esses por sua vez apresentam tamanho variando entre 3 – 35 cm com forma arredonda. A coloração é cinza escuro e a textura é muito fina (figura 19E). O contato é abrupto e xenocristais de feldspato alcalino são comuns. A composição dos enclaves provavelmente é básica. As ocorrências foram encontradas preferencialmente em afloramentos na porção norte (Praia da Lagoninha e Praia Brava) o que não exclui a possibilidade de enclaves em outras regiões.

Figura 20 – Suíte Pedras Grandes **A**- Granito Ilha fácies com hornblenda, amostra VSM-23 **B**- Granito Ilha e fácies apresentando mistura com mágmas básico, amostra VSM-21 (A direita; B esquerda) **C**- Detalhe do contato com diques mesozoicos **D**- visão geral dique na praia da Joaquina **E**- “back-veining” no Granito Ilha, ortogonal ao dique básico, praia da Joaquina

Os granitos da SPG são afetados pelo magmatismo básico relacionado ao Enxame de Diques Florianópolis, os diques básicos apresentam espessura métrica atingindo até 70 m. Os contatos geralmente são retos ou em cunhas mas localizadamente ocorrem contatos difusos com assimilação parcial das rochas hospedeiras, podem ocorrer xenólitos graníticos próximos às bordas. Texturas do tipo “back-veining” resultantes de processos de refusão se formam na rocha encaixante, são caracterizadas por um reticulado de veios geralmente perpendicular à direção do dique (figura 20E).

As rochas da SPG geralmente apresentam foliação de fluxo magmático evidenciado pelos megacrists de feldspato alcalino ou plagioclásio. As atitudes da foliação magmática estão representadas em uma projeção estereográfica de igual área indicada na figura 21,

usa-se a notação polar. A análise do estereograma nos permite ver em meio ao espalhamento das medidas que existem dois campos em que as foliações se agrupam assumindo valores médios de 302/67 e 104/68. A dispersão das medidas se dá ao longo de dois planos praticamente ortogonais com intersecção apresentando direção NNE-SSW, essa orientação é similar à elongação apresentada pelos corpos graníticos na Ilha de Santa Catarina. Um plano apresenta direção 278 e mergulho 71°, já o outro tem direção 103 com mergulho de 69°, tal configuração é atribuída principalmente ao fluxo magmático paralelo aos corpos que estão associados a uma estrutura maior do BF. Dessa forma a orientação da foliação não seria controlada por dobramentos.

Figura 21 – Projeção estereográfica polar de igual área em hemisfério inferior, foliação magmática do Granito Ilha

O Granito Ilha representante da SPG apresenta estrutura variada de levemente foliada a maciça, a textura é inequigranular seriada grossa com megacristais de feldspato alcalino e plagioclásio. Os cristais geralmente euédricos podem variar entre 4 - 25 mm. A mineralogia principal da rocha é formada por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e biotita, ocasionalmente é verificada a ocorrência de hornblenda. A composição dos granitoides da suíte varia entre sienogranítica e monzogranítica. Apatita, zircão, allanita e opacos são as principais fases acessórias. Clorita, muscovita, epidoto, fluorita e sericita formam a mineralogia secundária que ocorre preferencialmente em fraturas, bolsões e em substituição das fases primárias. O índice de cor varia entre 2 – 10%.

O quartzo ocorre na forma de cristais subédricos com tamanho aproximado variando entre 1 – 12 mm, o contato geralmente é irregular levemente lobado, a maioria dos cristais apresenta extinção ondulante por vezes do tipo “chessboard”. Evidências de processos de migração de borda de grão são observados provavelmente resultantes da recrystalização estática comum a própria câmara magmática e “emplacement” do corpo, comumente há a formação de “bulging” e individualização em subgrãos, alguns cristais podem estar fraturados. O quartzo também ocorre preenchendo fraturas que aparecem nos feldspatos alcalinos e plagioclásios (figura 23B).

Figura 22 – Amostra VSM-22A praia da Joaquina **A**- biotita (bit) plagioclásio saussuritizado **B**- Biotita totalmente substituída por clorita **C**- Visão Geral quartzo com extinção ondulante e feldspato alcalino com pertitas

Os cristais de feldspato alcalino são geralmente euédricos com hábito tabular, tem tamanho variando entre 5 – 25 mm aproximadamente, comumente apresentam geminação do tipo Carlsbad, os contatos variam entre retos e irregulares, localizadamente pode ocorrer a formação de “bulging” com plagioclásio e quartzo. Lamelas de exsolução com plagioclásio ocorrem e tem morfologia variada, as pertitas podem aparecer na forma de fios, fitas, tranças ou manchas, em algumas regiões ocorrem mesopertitas (figura 22C). Ocorre leve saussuritização nos cristais, principalmente nas bordas. As rochas apresentam fraturas preenchidas

por muscovita ou por uma associação de clorita, epidoto, fluorita e opacos. Quartzo, plagioclásio e apatita ocorrem como inclusões.

O plagioclásio, geralmente oligoclásio, apresenta cristais euédricos tabulares com tamanho variando de 5 – 15 mm, comumente é observada a geminação polissintética que por vezes pode estar fundida ou apresentar terminações em lança. Em alguns cristais a geminação está levemente dobrada (figura 23C). Alguns cristais estão zonados e apresentam o interior mais rico em Ca (figura 22 A). Assim como o feldspato alcalino o plagioclásio apresenta fraturas com preenchimento e tamanho semelhante. A saussuritização observada nos plagioclásios é mais intensa, o interior e dos cristais podem estar substituídos por uma associação de epidoto e muscovita. Ocasionalmente forma texturas vermiformes com quartzo, mirmequitas.

Figura 23 – A- Plagioclásio zonado parcialmente substituído por sericita B- Feldspato alcalino com fraturas preenchidas por quartzo C- plagioclásio com terminações em lança levemente dobradas D- Detalhe máficos, allanita clorite e apidoto

A biotita é o principal mineral máfico da rocha (figura 22A), aparece na forma de cristais euédricos placóides com tamanho variando entre 1 – 5 mm apresentando pleocroísmo em tons castanhos ou em tons esverdeados, há a formação de halos pleocróicos que indicam possíveis inclusão de zircão ou allanita, apatitas também ocorrem como inclusão. Podem ser intersticiais ou formar aglomerados milimétricos com outros minerais máficos. A substitui-

ção parcial ou total por clorita é bastante comum (figura 22B). Por vezes ocorrem pseudomorfos constituídos de uma associação de clorita com finas agulhas de rutilo o que indica uma titanita com a composição mais enriquecida em Ti.

A allanita forma cristais prismáticos com bordas arredondadas e coloração ocre, medem aproximadamente 0,1 mm e apresentam o interior metamítico. Geralmente estão associadas aos outros minerais máficos, por vezes podem apresentar finas bordas de epidoto sobrecrecido (figura 23D). A apatita também ocorre na forma de finos prismas com extremidades arredondadas e coloração transparente. Os opacos aparecem associados a biotita ou hornblenda.

Minerais do grupo do epidoto ocorrem de diversas formas, geralmente apresentam cristais muito finos xenomórficos associados a veios e reações de substituição entretanto cristais prismáticos com terminações arredondas associados a allanitas são encontrados. Tais prismas geralmente medem 0,06 mm e representam uma solução sólida entre clinozoisita e zoisita, núcleo e borda respectivamente, indicando um enriquecimento de Al e empobrecimento de Fe durante a cristalização. O epidoto tem sua origem atribuída a fluídos tardi-magmáticos, porém a hipótese de uma geração anterior não é descartada, essa evidência é sustentada pela formação de soluções sólidas (zoisita e clinozoisita).

Figura 24 – A- Amostra VSM-23 fácies do Granito Ilha com hornblenda, nicóis paralelos B- similar a anterior, nicóis cruzados C- Aplito detalhe D- Aplito visão geral

A Fluorita ocorre geralmente em fraturas e associada a outras fases hidrotermais como a clorita, pode ocorrer disseminada na rocha. Os cristais xenomórficos apresentam coloração transparente ou violeta.

A hornblenda aparece de maneira localizada (figura 20A) em alguns pontos descritos, os cristais subédricos com contato irregular chegam a medir até 4 mm, o pleocroísmo é em tons de verde acastanhado (figura 24A, 24B) as bordas geralmente estão corroídas e substituídas por uma associação de epidoto, clorita, opaco e plagioclásio. Pode ocorrer a substituição total de alguns cristais essas características demonstram uma instabilidade do mineral no sistema.

Os diques aplíticos têm estrutura maciça e textura equigranular muito fina, ocasionalmente ocorrem xenocristais do granito encaixante, os cristais têm tamanho variando entre 0,1 – 0,5 mm aproximadamente, são hololeucocráticos com índice de cor perto de 2% , o contato entre os cristais varia de poligonizado a lobado (figura 24D). O quartzo apresenta cristais com extinção ondulante contato irregular e comumente há a formação de “bulging”. O plagioclásio e o feldspato alcalino apresentam cristais subédricos com contato irregular, estão sericitizados e ocorrem lamelas de exsolução com pertitas geralmente em fitas. O plagioclásio apresenta geminação polissintética e pode apresentar terminações em lança (figura 24C). A biotita intersticial apresenta pleocroísmo em tons de verde com halos pleocróicos indicando a presença de zircão, ocorre em fraturas geralmente substituída por clorita e associada ao epidoto que aparece na forma de cristais xenomórficos.

Pontualmente foi descrito a interação do Granito Ilha com magmas básicos. No afloramento em que foi descrito (VSM-21) o sienogranito rosado grada para um granito de coloração cinza claro, a porção rosa é bastante semelhante ao fácies predominante já descrito, mas a porção cinza difere (figura 20B). Tal porção está um pouco alterada, apresenta textura inequigranular porfírica com fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio que comumente formam agregados; a matriz é fina a muito fina formada essencialmente por plagioclásio e minerais máficos. Os fenocristais predominam e tem sua origem atribuída aos granitos, já a matriz estaria possivelmente relacionada a um magmatismo de caráter básico. A interpretação se baseia em características texturais. Os fenocristais tem tamanho variado de 7 - 15 mm, estes apresentam cristais arredondados com feições que podem estar associadas a processos de corrosão magmática (figura 25A, 25B). O quartzo apresenta extinção ondulante e evidencias de processos de migração de borda de grão, há a formação de “bulging” e individualização de subgrãos, por vezes estão fraturados. O feldspato alcalino geral-

mente apresenta geminação Carlsbad, está saussuritizado e forma lamelas de exsolução com o plagioclásio; o plagioclásio aparece em menor proporção e geralmente está totalmente substituído ocorrendo como pseudomorfos. A matriz é dominada por cristais de plagioclásio euédricos a ripiformes, subordinadamente ocorrem cristais xenomórficos de feldspato alcalino, os máficos intersticiais geralmente estão substituídos por uma associação entre clorita, epidoto e opaco e podem corresponder a pseudomorfos de anfibólio (figura 25C, 25D).

Figura 25 – Amostra VSM-21 **A**- Nicóis cruzados, megacristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino com bordas arredondadas e matriz fina **B**- similar a anterior, nicóis paralelos **C**- Nicóis paralelos, detalhe da matriz **D**- Nicóis cruzados, detalhe da matriz, plagioclásio ripiforme com uma associação de epidoto e clorita

No afloramento não foram observados diques básicos mesozoicos relacionados ao EDF e nem diques vulcânicos ácidos relacionados a SVC, tal assimilação parcial do granito não foi observada em outros pontos e pode ser relacionada a interação com o magmatismo cretáceo. Contudo alguns autores atribuem a origem das rochas riolíticas ao aporte de magmas básicos que interagem com os granitos sendo assim tal ponto poderia ser uma evidência para essa hipótese.

Suíte Cambirela

O vulcanismo felsico correspondente a SVC aparece em excelentes exposições de riolitos e ignimbritos na região sul da Ilha de Santa Catarina, notadamente, nas Praias da Armação, Matadeiro e na região do Pântano Sul. O Granito Itacorubi também pertencente a mesma suíte apresenta boas exposições principalmente na região central da Ilha de Santa Catarina. Diques riolíticos e corpos filonianos de espessura decimétrica a métrica ocorrem cortando as unidades anteriores.

Figura 26 – Riolito Cambirela **A-** estruturas de fluxo magmático **B-** Vesículas **C-** Xenólitos graníticos **D-** Xenólito, detalhe

O Riolito Cambirela aparece em grandes lajes esculpidas pelo mar sua coloração varia de acinzentada a rosada. A estrutura da rocha é foliada o que possivelmente representa a direção do fluxo magmático (figura 26A). Vesículas são comuns e o tamanho varia de 1 – 60 cm (figura 26B), há uma profusão xenólitos, geralmente angulosos com tamanho variando entre 10 – 15 cm, comumente são encontrados xenólitos com composição granítica que estes são relacionados principalmente ao Granito Ilha (figura 26C, 26D).

A rocha levemente alterada tem textura inequigranular porfirítica fina com fenocristais variando entre 0,2 – 1,0 mm e matriz muito fina, o índice de cor é baixo próximo a 1% o que corresponde a uma composição hololeucocrática (figura 27A). A mineralogia principal é

formada por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio. Opacos são os principais máficos. Sericita, epidoto, clorita e fluorita correspondem à mineralogia secundária. Pequenas fraturas são comuns.

Os fenocristais de quartzo apresentam coloração acinzentada e forma variada, podem ser angulosos ou arredondados apresentando feições de corrosão magmática. Muitos estão fraturados e podem apresentar extinção ondulante. Assim como os fenocristais de quartzo os fenocristais de feldspato alcalino apresentam morfologia variada e ocorrem cristais angulosos e arredondados. Lamelas de exsolução com plagioclásio são comuns com as pertitas finas e apresentam morfologia do tipo fitas (figura 27B). Ocasionalmente alguns cristais apresentam geminação do tipo Carlsbad. As fraturas presentes podem ser preenchidas por quartzo ou por uma associação de muscovita, clorita, fluorita e epidoto. Os cristais geralmente apresentam alterações, comumente estão saussuritizados. Os fenocristais de plagioclásio ocorrem em menor proporção e estão, na maioria, totalmente alterados, mesmo assim ainda é possível observar a geminação polissintética, contudo é mais comum nas pertitas.

Figura 27 – Riólito Cambirela **A**- Visão geral, matriz com fenocristais de quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino **B**- Fenocristal de feldspato alcalino com pertitas e evidências de corrosão magmática **C**- estruturas de fluxo magmático e fenocristal de quartzo **D**- Máficos, detalhe associação clorita mais opacos

A matriz muito fina apresenta composição quartzo feldspática com clorita e opacos esparsos. Estruturas atribuídas ao fluxo magmático são comuns, geralmente representadas por cristais de quartzo alongados (figura 27C). Aglomerados de minerais máficos formados por clorita, opacos e epidotos também são observados (figura 27D), esses apresentam tamanho aproximado de 0,25 mm com contatodifuso. A recristalização de clorita e epidotos pode ser relacionada a processos de devitrificação ou total substituição de uma menarologia máfica pretérita aqui não identificada.

Os diques riolíticos ocorrem na forma de corpos decimétricos a métricos discordantes e cortam todas as unidades anteriores. Em alguns afloramento é possível observar que esses corpos são cortados por diques básicos que constituem o EDF (figura 28C, 28D). A mineralogia e a textura dos diques é similar a encontrada no Riolo Cambirela sendo que nesses corpos não temos a formação de estruturas de fluxo magmático. Alguns corpos podem apresentar xenólitos da encaixante que não o Granito Ilha, isso pode ser observado nos diques presentes no Costão do Santinho (figura 28B).

Figura 28 – Rochas vulcânicas ácidas no Costão do Santinho **A-** Granito do Calhau Miúdo com enclaves microgranulares **B-** Dique ácido assimilando parcialmente uma porção de gnaiss bandado **C-** Dique vulcânico ácido relacionado a SVC cortado por um dique básico mesozóico **D-** Detalhe do contato entre o dique vulcânico ácido e dique básico relacionado ao EDF

Os diques apresentam textura inequigranular porfirítica fina com fenocristais de quartzo e feldspato alcalino principalmente, e subordinadamente, plagioclásio. Estes apresentam geminação polissintética ora com terminação em cunha ora dobrada, com os fenocristais geralmente arredondados e indicando evidências de processos de corrosão magmática. A matriz é muito fina com composição essencialmente quartzo feldspática. Os cristais são anédricos e apresentam contato irregular. Os máficos comumente formam agregados que por vezes são criptocristalinos, geralmente cloritas, fraturas são comuns.

O hidrotermalismo é intenso em alguns corpos temos a formação de zeólitas, em outros a textura primária está parcialmente obliterada por um processo de sericitização. As reações hidrotermais são inerentes da dinâmica da própria câmara magmática e representam o aporte de um novo pulso enriquecido em fluidos.

Figura 29 – Amostra VSM-26A Granito Itacorubi **A**- Fenocristal de feldspato alcalino fraturado **B**- Visão geral, aglomerados máficos **C**- Aglomerado máfico, detalhe, presença de fluorita **D**- Aglomerado máfico opacos, allanita biotita e clorita

Outro importante litotipo que compõe a SVC é o Granito Itacorubi, esse apresenta leves variações faciológicas e corresponde a um fácies hipoabissal. A rocha tem uma coloração rosada e textura predominantemente inequigranular porfirítica, os fenocristais são finos com aproximadamente 1,0 mm imersos em uma matriz afanítica. Localmente gradam para

um fácies inequigranular seriada com megacristais medindo 12,0 mm e tamanho médio para os demais de aproximadamente 2,0 mm (figura 29A). Os aglomerados máficos que macroscopicamente apresentam forma arredondada são comuns e variam entre 0,1 – 1,0 mm (figura 29A). A presença desses aglomerados é uma feição diagnóstica. A mineralogia primária compreende quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e biotita. Allanita, apatita, opacos e zircão são os principais minerais acessórios (figura 29C, 29D). A mineralogia secundária é representada por epidoto, clorita, fluorita e sericita. O índice de cor é baixo e varia de entre 3% - 5%. Fraturas são comuns.

Os fenocristais de quartzo geralmente são arredondados com contato irregular, lobado, e apresentam extinção ondulante e a individualização para subgrãos. O feldspato alcalino é o fenocristal mais comum, apresenta hábito tabular e cristais subédricos com bordas arredondadas, alguns cristais apresentam geminação do tipo carlsbad e comumente formam lamelas de exsolução com o plagioclásio, as pertitas apresentam morfologia variada e podem ser do tipo manchas ou fitas (figura 29A). Algumas inclusões de plagioclásio e quartzo são encontradas, por vezes os cristais podem apresentar fraturas preenchidas por quartzo. Os fenocristais de plagioclásio aparecem em menor proporção e comumente estão saussuritizados, a geminação polissintética nem sempre ocorre. A matriz de composição quartzo-feldspática apresenta cristais subédricos com contato lobado, o quartzo apresenta extinção ondulante, o plagioclásio está saussuritizado e apresenta geminação polissintética e o feldspato alcalino forma pertitas.

A biotita ocorre na forma de cristais placoides com pleocroísmo em tons castanhos e esverdeados, é o principal constituinte dos aglomerados máficos que apresenta contato difuso. Halos pleocróicos indicando a presença de allanita ou zircão são observados, inclusões de apatita também ocorrem. Os cristais de biotita estão total ou parcialmente substituídas por clorita. A apatita forma cristais prismáticos arredondados incolores, a allanita também forma finos prismas arredondados. A fluorita apresenta cristais xenomórficos com coloração incolor ou violeta, podem ocorrer em veios ou nos aglomerados máficos assim o epidoto.

Apesar de apresentar semelhanças com o Granito Itacorubi a ocorrência denominada Granito do Calhau Miúdo (GCM) corresponde a um conjunto de rochas subvulcânicas que afloram no Costão do Santinho (figura 28A). A rocha apresenta textura inequigranular porfírica com fenocristais variando entre 1 – 3 mm e matriz muito fina medindo entre 0,05 – 0,10 mm. Os minerais máficos formam aglomerados denotando uma textura glomeroporfírica, esses agregados atingem até 3 mm. Há uma profusão de enclaves microgranulares má-

ficos com a presença de xenocristais de feldspato alcalino, os enclaves centimétricos geralmente são arredondados e apresentam contato abrupto e estão comumente alongados evidenciando uma foliação magmática (figura 28A). O índice de cor é aproximadamente de 12% um pouco mais elevado que o observado nos outros equivalentes hipoabissais. Os aglomerados máficos apresentam hornblenda outra diferença observada.

Os fenocristais de quartzo apresentam evidências de processos de corrosão magmática e cristais arredondados com o contato lobado, geralmente apresentam extinção ondulante e individualização para subgrãos (figura 30A). O feldspato alcalino ocorre na forma de cristais subédricos arredondados, alguns estão fraturados e as fraturas por sua vez estão preenchidas por quartzo, lamelas de exsolução com plagioclásio são comuns. O plagioclásio apresenta cristais arredondados comumente saussuritizados, os cristais geralmente apresentam geminação polissintética (figura 30B).

Figura 30 – Amostra VSM-53^a Granito do Calhau Miúdo **A**- Visão geral, fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio **B**- Fenocristal de plagioclásio Saussuritizado com aglomerados máficos **C**- Aglomerado máfico, detalhe **D**- Aglomerado máfico: opaco, biotita, apatita, epidoto e hornblenda parcial ou totalmente substituídas por clorita

A matriz quartzo feldspática é formada por cristais muito finos com contato irregular de maneira intersticial ocorrem cristais de apatita, opacos e biotita. Os agregados máficos são formados por biotita, hornblenda, apatita, epidoto e opacos (figura 30C). A biotita é o principal mineral máfico da rocha, apresenta cristais placoides com pleocroísmo em tons de

verde e castanho, a substituição parcial ou total por clorita é comum. A hornblenda apresenta pleocroísmo em tons de verde escuro medindo 0,3 mm e hábito acicular, ocorre a substituição por epidoto e clorita. A apatita apresenta cristais incolores com prismas arredondados. Os glómeros máficos apresentam contato difuso (figura 30D).

Panorama geral e hidrotermalismo

A figura 31 apresenta um panorama geral da composição das unidades do BF na Ilha de Santa Catarina, foram selecionadas laminais referentes aos litotipos mais representativos de cada suíte. As escolhas das amostras leva em conta o grau de alteração e localização geográfica. A dispersão das amostras reflete as observações realizadas em campo.

Na região sul do estado de Santa Catarina próximo a cidade de Tubarão, ocorrem importantes mineralizações de F cuja origem é relacionada à remobilização da fluorita disseminada nos granitos pertencentes a SPG. Diversos autores já realizaram trabalhos na região atribuindo a origem das jazidas nessa porção do BF a processos hidrotermais que concentram a fluorita disseminada nas rochas graníticas (Bastos Neto *et al.* 1997; Jelinek *et al.* 2003, 2006; Jelinek & Bastos Neto 2008; Sallet *et al.* 1996).

Classificação das Rochas Plutônicas QAP - Streckeisen (1976) Supersaturado em Si

Figura 31 – Panorama geral das rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina

Na SPG são descritos três estágios sucessivos de alteração hidrotermal: o primeiro corresponde à alteração potássica e ocorre a formação de biotita, microclínio, quartzo, rutilo, titanita e fluorita; o segundo estágio corresponde à fase mica branca onde se formam minerais do grupo da muscovita, epidoto, quartzo, F – hidro andradita titanífera e fluorita; a terceira fase corresponde a alteração propilítica em que ocorre a formação de clorita, titanita, epidoto, fluorita, calcita e quartzo. O estágio de mica branca é controlado por microfraturas já as demais fases de alterações são pervasivas. As alterações hidrotermais são relacionadas a fluidos tardimagmáticos provenientes do resfriamento do maciço com temperatura entre 100°C – 200°C (Bastos Neto *et al.* 1997).

Mesmo descrita em outra região do BF as três fases de alteração hidrotermal são reconhecidas nas suítes descritas na área do presente estudo. A biotita alterada que apresenta finos cristais aciculares de rutilo seriam provenientes da alteração potássica. As microfraturas descritas comumente são preenchidas por muscovita, epidoto, fluorita e quartzo e estariam relacionadas à fase de alteração mica branca. A clorita que comumente ocorre substituindo biotitas e hornblenda assim como o epidoto disseminado são formados durante a fase de alteração propilítica.

Resultados e Discussões

A apresentação e discussão dos resultados obtidos levam em conta a unidade a qual a amostra pertence e os diferentes litotipos analisados, tal sistemática foi adotada pois facilita as interpretações e análises, as legendas utilizadas seguem o mesmo padrão já apresentados ao longo do trabalho

Geoquímica de rocha total

Os resultados obtidos nas análises geoquímicas (FRX e ICP-MS) e de perda ao fogo estão apresentados na tabela referente ao Anexo 4. Dentre as 20 amostras analisadas temos: 2 facies do Granito Itacorubi (SVC), 3 diques riolíticos (SVC), 1 Riolito Cambirela e 1 granito do Calhau Miúdo (SVC); 3 amostras de Granito Ilha (SPG), 2 aplitos associados (SPG); 2 hornblenda biotita monzogranito (SSPA); 2 enclaves microgranulares tonalíticos (AGS); 2 ortognaisse granodiorítico (AGS); 1 banda granítica concordante (AGS) e 1 Granito Morro das Aranhas (AGS).

A concentração dos elementos maiores e menores é expressa em porcentagem por peso (% wt) para os referentes óxidos, já a concentração dos demais elementos (traços e ETR) é expressa em partes por milhão (ppm). Os valores negativos correspondem à medidas

abaixo do limite de detecção do método para cada elemento. Não foram realizadas rotinas para identificação de Fe^{2+} e Fe^{3+} assim os valores de Fe_2O_3 representam o Fe total das análises geoquímicas.

Elementos Maiores e Menores

As amostras analisadas apresentam composição granítica típica como era esperado, têm altos teores de sílica e álcalis; no geral os teores de manganês e fósforo são baixos chegando próximo ao limite de detecção; elementos como titânio, ferro, magnésio e o cálcio apresentam grande heterogeneidade e teores discrepantes para alguns litotipos. As diferenças e semelhanças entre as unidades estudadas ficam evidentes com a construção de diagramas de variação química para elementos maiores utilizando SiO_2 como índice de diferenciação (figura 32). A maioria dos elementos apresenta um forte caráter compatível, já os álcalis apresentam comportamento incompatível característico com uma dispersão para os teores mais elevados de SiO_2 , essas características são e esperadas para magmas graníticos altamente diferenciados.

O ortognaisse granodiorítico e os enclaves tonalíticos ambos pertencentes à AGS são os termos menos diferenciados dentre as rochas estudadas, representam magmas intermediários com teores médios variando de SiO_2 de 62,65 % wt e 55,21 % wt respectivamente. Podemos notar que esses litotipos se destacam dos demais granitoides e são mais enriquecidas nos elementos compatíveis. Tais características refletem a mineralogia descrita. O ortognaisse granodiorítico apresenta teores médios de TiO_2 igual a 1,11 % wt; Fe_2O_3 de 6,51 % wt; MgO de 2,29 % wt; Al_2O_3 de 15,55 % wt; CaO de 3,50 % wt; e P_2O_5 de 0,34 % wt. Os enclaves tonalíticos são ainda mais primitivos que o ortognaisse granodiorítico, os elementos compatíveis apresentam teores médios na ordem: TiO_2 de 1,53 % wt; Fe_2O_3 de 9,17 % wt; MgO de 3,34 % wt; Al_2O_3 de 17,55 % wt; CaO de 5,90 % wt; P_2O_5 de 0,52 % wt.

As semelhanças mineralógicas apresentada pelo GMA e pelo bandamento granítico, ambos pertencentes a AGS, se traduzem também em semelhanças químicas. Observando apenas os elementos maiores e menores é possível notar a afinidade química entre essas rochas e as rochas das SPG e SVC. Ambas as amostras apresentam composição com altos teores de SiO_2 na ordem de 74 % wt, baixos teores de CaO (> 1 % wt) e os teores de MgO abaixo do limite de detecção. Tanto as bandas graníticas concordantes quanto o GMA são mais enriquecidos em potássio que as demais rochas da AGS, apresentam teores de K_2O são da ordem de 6 % wt.

Figura 32 – Diagramas bivariantes com SiO₂ como discriminante

Foram analisadas duas amostras de hornblenda biotita monzogranito pertencentes a SSPA. As rochas dessa suíte apresentam pouca variação composicional e os valores dos teores médios são: TiO₂ de 0,47 % wt; Fe₂O₃ de 4,11 % wt; MgO de 0,45 % wt; Al₂O₃ de 14,96 % wt; CaO de 2,42 % wt; P₂O₅ de 0,11 % wt; para os elementos com caráter compatível. Os teores de álcalis são coerentes com os encontrados em outras rochas graníticas e estão na casa de 3,7 % wt para o Na₂O e 5,5% wt para o K₂O. Observando a figura 32 podemos notar que as rochas que compõe a SPG e SVC apresentam um grau de diferenciação maior do que a SSPA que seria formada por magmas graníticos um pouco mais primitivos. Todos os ele-

mentos maiores e menores apresentam teores que plotam entre os extremos formados pelos sienogranitos mais as vulcânicas ácidas e o ortognaisse granodiorítico mais os enclaves tonalíticos.

As amostras coletadas pertencentes à SPG compreendem o Granito Ilha e os aplitos associados, estas apresentam grande afinidade com a maioria das rochas da SVC, nos diagramas de variação química as duas unidades formam um campo único. A composição química do Granito Ilha e dos aplitos é semelhante sendo os últimos ligeiramente mais enriquecidos em sílica; os teores de alumínio sódio e potássio são similares. Há um ligeiro empobrecimento nos demais elementos maiores. O Granito Ilha apresenta teores médios para os elementos maiores compatíveis nos seguintes valores: TiO_2 de 0,14 % wt; Fe_2O_3 de 1,56 % wt; Al_2O_3 de 12,19 % wt; CaO de 0,95 % wt; P_2O_5 de 0,02 % wt. Os teores de MgO estão abaixo do limite de detecção para maioria das amostras. Os teores de Na_2O e K_2O são de 3,68 % wt e 4,73 % wt respectivamente.

A SVC é formada por rochas vulcânicas e subvulcanicas e apresenta comportamento quimicamente homogêneo, a única amostra que se destaca das demais é o GCM e está evidentemente diferenciada das outras amostras nas representações gráficas. Tal amostra apresenta uma profusão de pequenos aglomerados máficos que podem ser interpretados como micro enclaves resultantes de processos de interação entre magmas diferentes. A presença desses agregados seria o fator responsável pelas diferenças observadas nas análises químicas de rocha total pra com as outras rochas da SVC.

O Granito Itacorubi e os demais riolitos, seja na forma de diques ou derrames, apresentam composição química similar com poucas variações, os teores médios para os elementos maiores são: SiO_2 de 75,76 %; TiO_2 de 0,08 % wt; Fe_2O_3 de 1,18 % wt; Al_2O_3 de 12,82 % wt; CaO de 0,47 % wt; P_2O_5 de 0,01 % wt; Na_2O de 3,71 % wt; K_2O de 4,18 % wt. Os teores de MgO estão abaixo do limite para os riolitos. Já o Granito Itacorubi apresenta valores variando entre 0,03 – 0,12 % wt. O GCM é enriquecido nos elementos compatíveis e empobrecido nos elementos incompatíveis quando comparado com os demais litotipos da SVC. Juntamente com as feições texturais as características químicas podem indicar uma interação com magmas mais primitivos de caráter básico.

O MnO aparece em baixas concentrações nessas rochas analisadas, os teores variam principalmente entre 0,002 – 0,162 % wt, com uma amostra de rocha vulcânica apresentando teor de 0,390 % wt. Devido a natureza das rochas atribui-se parte do controle dos teores

A saturação de alumínio é uma característica importante para diferenciação das rochas graníticas, pode ser inferida pela mineralogia da rocha. Contudo a classificação química é uma importante ferramenta de trabalho, sobretudo quando utilizada apoiada em um bom estudo petrográfico. O diagrama de Shand (1943) que utiliza os índices A/CNK ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ proporção molar) e A/NK ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ proporção molar) é apresentado na figura 34. Os resultados mostram que os granitoides do BF na Ilha de Santa Catarina apresentam caráter variando entre metaluminoso e peraluminoso, os índices A/CNK da maioria das amostras varia entre 0,9 -1,1 e os índices A/NK superiores a 1. Destacando-se do conjunto principal temos: os enclaves tonalíticos da AGS com índice A/CNK próximo a 2,5; um dique riolítico pertencente a SVC com franco caráter peraluminoso; e uma amostra do Granito Ilha com um leve caráter peralkalino, porém não foram descritos os minerais diagnósticos desse caráter.

Figura 34 – Diagrama de Shand 1943, para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Apesar de quimicamente algumas amostras apresentarem caráter peraluminoso a mineralogia característica ocorre de forma localizada, grande parte da muscovita descrita é secundária e ocorre em fraturas, não foram encontrados minerais como cordierita, granada ou polimorfos de aluminossilicatos. O caráter metaluminoso evidenciado pela presença de hornblenda, por exemplo, pode ser mascarado já que a substituição por clorita e biotita é comumente descrita, o anfibólio fresco é encontrado de forma restrita.

As rochas analisadas pertencem ao grupo das subalcalinas segundo a classificação apresentada por Peccerillo & Taylor (1976) os magmas graníticos da área de estudo pertencem em sua maioria à série cálcio-alkalina de alto potássio com algumas amostras caindo no campo das séries shoshoníticas. O diagrama em questão é apresentado na figura 35, mesmo considerando-se que a classificação foi concebida para rochas vulcânicas os termos plutônicos foram incluídos na figura.

Figura 35 – Diagrama de Peccerillo e Taylor 1976, para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

A partir da observação do gráfico nota-se que há um claro agrupamento das rochas da SPG e SVC que plotam no campo da serie cálcio-alkalina de alto potássio, o ortognaisse

granodiorítico da ASG também pertence a essa série magmática. Algumas amostras plotam no campo das séries shoshoníticas, entretanto tal caráter pode ser mascarado devido a um enriquecimento potássico resultante do hidrotermalismo decorrente da ação de fluidos tardi-magmáticos. Regionalmente esses eventos são bem descritos e seus efeitos foram observados em várias amostras coletadas. O bandas graníticas e o GMA são rochas altamente fraturadas sendo que estas geralmente estão preenchidas por muscovita e outros minerais como descrito anteriormente, a potassificação afeta tanto os granitos como os enclaves. O hidrotermalismo também afeta a SSPA, a alteração potássica pode explicar a diferença apresentada pelas amostras de hornblenda biotita monzogranito.

Sistemas de classificação e granitoides da Ilha de Santa Catarina

Os granitos são rochas que suscitam discussões de longa data, a disputa histórica entre plutonistas e netunistas foi de grande importância para o avanço do conhecimento geológico. O tempo passou e vários sistemas de classificação para granitos foram criados, um dos mais populares é o chamado sistema alfabético proposto inicialmente por pesquisadores australianos na década de 70.

Chappell & White (1974) definiram primeiramente os granitos tipo I e granitos tipo S com base no estudo realizado na região de Berridale–Kosciuszko localizada no Lachlan Fold Belt unidade geológica do leste australiano que se estende até a Tasmânia. A divisão desses dois grupos foi baseada nos modelos de cristalização fracionada e diferenciação de protolitos crustais; assim assumiu-se uma única fonte para os granitos, sendo os magmas de tipo I originados a partir da fusão parcial de uma rocha máfica ou metaígneia e os magmas tipo S originados da fusão de rochas metassedimentares.

Os granitos tipo I apresentam as seguintes características: em sua maioria são metalunisos a fracamente peraluminosos, relativamente sódico (normalmente $> 3,2$ % wt Na_2O nas variedades mais felsicas e $> 2,2$ % wt Na_2O nas variedades mais máficas), os teores de sílica variam entre 56-77 % wt SiO_2 (Frost *et al.* 2001). Apresentam biotita (enriquecidas em Mg), hornblenda, titanita e apatita como minerais máficos; apresentam diopsídio normativo (CPIW); são encontrados altos teores relativos de Sr e baixos de Rb; razão inicial de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ baixa ($<0,708$) estima-se que são formados em altas temperaturas.

Os granitos tipo S apresentam as seguintes características: em sua maioria são fortemente peraluminosos, relativamente potássico, os teores de sílica restringem-se a composição mais felsicas variando entre 64-77 wt % SiO_2 (Frost *et al.* 2001). Conteúdo de sódio relativamente baixo ($<3,2\%$ de Na_2O em rochas com 5% de K_2O), decrescendo para menos de

2,2% em rochas com cerca de 2% de K₂O. Apresentam biotita (enriquecidas em Fe), muscovita, cordierita, granada, silimanita e monazita como minerais máficos (outros polimorfos de aluminossilicatos também são encontrados); apresentam mais que 1% de córindon normativo (CPIW); são encontrados baixos teores relativos de Sr e alto de Rb; razão inicial de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr alta (>0,708).

Contudo as duas categorias definidas por Chappell & White (1974) não contemplavam toda a variedade de composição das rochas graníticas e com o tempo novas categorias foram incorporadas à classificação original, mantendo os critérios originalmente utilizados. São os granitos tipo M (derivados de fontes mantelicas), granitos tipo C (charnokitos) e granitos tipo A (anorogênicos ou alcalinos).

Os granitos tipo A formam um amplo grupo definido por Loiselle & Wones (1979) com base nos estudos realizados no Pikes Peak Batholith (Colorado EUA), White Mountain Magma Series (New Hampshire EUA), Nigerian younger granites (Nigéria) e Gardar Province (Groenlândia), esses foram definidos como anorogênicos e apresentam as seguintes características: moderadamente alcalinos com baixos teores de CaO e Al₂O₃; alto Fe* (Fe/Fe + Mg); alta razão K₂O/Na₂O ; baixas concentrações de H₂O; são enriquecidos em elementos-traço de caráter incompatível como Nb, Zr, Ta e REE (exceto Eu); empobrecido em elementos compatíveis em silicatos máficos (Co, Sc, Cr, Ni) e feldspatos (Ba, Sr, Eu) apresenta baixas razões iniciais de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr variando entre 0,703 e 0,712. Tais rochas são originalmente descritas ao longo de rifts continentais com blocos estáveis geradas a partir da interação entre alkali basaltos e granulitos da crosta inferior ou são extraídos diretamente sem interação com crustal.

Os granitos tipo A comumente são encontrados associados a rochas máficas e intermediárias formando suítes com variações composicionais únicas, tais granitos quando plotados em diagramas discriminantes de ambiente tectônico de Pearce *et al.* (1984) caem principalmente, mas não exclusivamente, no campo dos granitos intra-placa (Within-Plate Granite WPG) reforçando o caráter anorogênico.

Originalmente tidos como exclusivamente anorogênicos esses granitos apresentam um complexo mecanismo de colocação na crosta interagindo com diferentes encaixantes, juntamente com as diferentes fontes e possíveis processos de mistura contribuem para tal grupo apresentar diversa heterogeneidade. Os corpos mais antigos datam de aproximadamente 2,8 Ga (Bonin 2007). Atualmente a idéia de que esses granitos são exclusivamente anorogênicos caiu por terra, tais rochas já foram descritas em diferentes contextos geodi-

namicos. Granitos tipo A são encontrados em zonas de cisalhamento transcorrente, áreas crônicas estáveis, rifts continentais, margens continentais ativas e passivas. Também são descritos em crosta oceânica associado a dorsais, platôs e ilhas oceânicas.

Dentre os possíveis mecanismos de geração e diferenciação dos granitos tipo A estão processos como o delaminação crustal e intrusões de soleiras de composição máfica. A associação com rochas máficas e as características texturais apresentadas por alguns enclaves encontrados em alguns corpos sinalizam para processos de mixing e possível contribuição do manto, ainda não foram encontrados leucossomas com características de granito tipo A em terrenos migmatíticos isso implica que a fonte de tais rochas pode não ser exclusivamente crustal (Bonin 2007).

A formação dessas rochas é bastante controversa e vem sendo discutida ao longo dos últimos vinte anos. O fato de alguns trabalhos indicarem contribuições mantélicas na formação dos granitos tipo A foge ligeiramente da ideia inicial que restringe à formação dos granitos a ambientes e fontes crustais (Bonin 2007).

A classificação alfabética foi bastante difundida e possibilitou vários avanços e discussões na abordagem das rochas graníticas, contudo apresenta algumas fraquezas e com o avanço dos estudos mostrou certas incongruências e nem todas as classes definidas podem ser aplicadas sem restrições.

Uma das maiores fraquezas apresentadas pela classificação alfabética é assumir que os granitos apresentam uma única fonte e que é possível identifica-la apenas pela geoquímica da rocha em estudo, tal esquema de classificação não leva em consideração os processos de evolução magmática e da evolução do magma granítico ao longo da crosta. O avanço dos estudos aponta que muitas das rochas graníticas admitem mais de uma fonte e podem resultar de mais de um processo de formação ou diferenciação.

As rochas analisadas no presente trabalho atendem parte dos requisitos propostos por Whalen *et al.* (1987) para classificação como granitos do tipo A, contudo esse caráter não é francamente evidente. Aplicando os critérios adotados por Frost *et al.* (2001) podemos notar que para alguns parâmetros algumas rochas em questão apresentam tanto características de granitos tipo A quanto granitos cordilheiranos (figura 36 e figura 37).

A observação dos gráficos nos revela que todas as amostras estão compreendidas entre os campos cálcio-alcálico e álcali-cálcico (figura 36), o agrupamento entre as rochas das suítes SPG e SVC é evidente. As amostras do GMA e a banda granítica do gnaiss banda-do pertencentes à AGS juntamente com as rochas das demais suítes apresentam altos valo-

res de $Fe^* (Fe^{tot}/Fe^{tot} + MgO)$ caindo no campo do serie Ferrosa, o ortognaisse grnodiorítico e os enclaves tonalíticos apresentam valores menores de Fe^* pertencendo a série Magnesia-na. No gráfico (figura 37) nota-se que as rochas de composição intermediária da AGS não ocupam nem o campo dos granitos tipo A e nem o campo dos granitos cordilheiranos.

Figura 36 – Diagrama $Na_2O + K_2O - CaO$ vs. SiO_2 (Frost *et al.* 2001); para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Figura 37 – Diagrama Fe^* vs. SiO_2 (Frost *et al.* 2001); para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Elementos Traço e Elementos Terra Rara

A mobilidade dos elementos é dada por processos hidrotermais, metamorfismo ou outros processos petrogenéticos. A utilização dos elementos traço é uma ferramenta importante para desvendar esses mecanismos, tais elementos ocorrem em baixas concentrações na crosta terrestre (ppm ou ppb) e são a maioria dos elementos da tabela periódica. Entram em sítios específicos na estrutura dos minerais através de trocas catiônicas determinadas pelo comportamento geoquímico dos elementos, podem ser agrupados nas seguintes categorias: LILE (large ion lithophile elements) ou HSFE (high field strenght elements); destacando no segundo grupo os ETR (elementos terra rara) da série dos Lantanídeos que por sua vez podem ser subdivididos em ETR leves e ETR pesados.

Os resultados obtidos nas análises revelam comportamentos distintos para cada grupo de elementos, para melhor visualização foram construídos diagramas discriminantes adotando SiO_2 como parâmetro de diferenciação assim como nos elementos maiores.

Figura 38 – LILE vs. SiO_2 para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Os LILE tem uma mobilidade maior que os demais elementos traço. Rb, Sr, Ba, Cs apresentam comportamento diferentes entre si como podemos observar nos gráficos da figura 38. O Sr apresenta caráter fortemente compatível tal qual o CaO, devido ao seu comportamento similar. O GMA e o bandamento granítico são ligeiramente mais enriquecidos em Sr que o agrupamento formado pelas rochas da SPG e SVC, as rochas com composição intermediária da AGS apresentam os maiores teores, com os enclaves tonalíticos os mais enriquecidos.

O Rb apresenta grande dispersão das concentrações principalmente para os termos mais enriquecidos em SiO_2 . A SSPA apresenta os menores teores com valor médio de 158 ppm. Dentro da SVC o Granito Itacorubi é ligeiramente mais enriquecido que os demais litotipos apresentando teor médio de 380 ppm. O Cs apresenta comportamento compatível. O ortognaisse granodiorítico e os enclaves tonalíticos têm os teores mais elevados, as demais rochas apresentam baixos teores variando entre 1,5 – 7,5 ppm. O gráfico construído para o Ba (figura 38) tem o eixo das ordenadas em escala logarítmica devido a alta dispersão dos teores principalmente para as rochas mais diferenciadas, a SSPA e as rochas de composição granítica da AGS apresentam teores mais elevados que os granitos da SPG.

Figura 39 – Rb/Sr vs. SiO_2 (a simbologia utilizada é a mesma dos diagramas anteriores)

A razão Rb/Sr é controlada principalmente pelo fracionamento do plagioclásio e feldspato alcalino, tende a ser mais elevada nas rochas mais diferenciadas. O diagrama bivariante de Rb/Sr vs. CaO (figura 39) mostra o comportamento hiperbólico descrito pelas razões, tal comportamento diminui a possibilidade de uma eventual origem hidrotermal para esses elementos.

Assim como os LILE os HFSE apresentam comportamentos diferentes para cada elemento. Os diagramas bivariantes com SiO_2 como índice de diferenciação para os elementos Nb, Y, Th, U, Zr e Hf são apresentados na figura 40.

Figura 40 – HFSE vs. SiO_2 para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

U, Nb e Y apresentam comportamento similar com alta dispersão dos teores nas rochas mais diferenciadas, não fica evidente qualquer caráter compatível ou incompatível o que pode indicar outros mecanismos de controle para esses elementos. É importante salien-

tar o GMA tem o teor de Nb igual 1,23 ppm, o mais baixo dentre as amostras analisadas. Nesse contexto as bandas graníticas tem valor abaixo do limite de detecção.

As concentrações de Th evidenciam uma clara distinção entre a AGS e as demais unidades, os teores são baixos e variam entre 1,58 – 13,88 ppm, sendo as rochas de composição granítica mais empobrecidas sugerindo que o material se origina a partir da crosta inferior. A afinidade entre SPG e a SVC também é evidente nesse diagrama, sendo as rochas plutônicas ligeiramente mais enriquecidas. A diferença apresentada pode ter influência do nível crustal em que os diferentes magmas foram extraídos. O fracionamento do Th é controlado principalmente por minerais acessórios como a monazita e o zircão.

O Zr apresenta um comportamento distinto da maioria dos elementos traço, ocorre como importante elemento estrutural e é um dos constituintes essenciais presente no retículo de minerais como zircão e badeleíta, por exemplo. O Hf apresenta um comportamento geoquímico similar ao do Zr ocupando os mesmos sítios na estrutura cristalina. A similaridade geoquímica dos elementos fica evidente na figura 40 ambos apresentam comportamento compatível e nas rochas graníticas tem o fracionamento controlado pela cristalização do zircão. A separação de duas séries de cristalização é evidenciada nos diagramas bivariantes, uma é formada pela AGS e outra representada pelas rochas das outras suítes. A tendência formada pelas rochas da AGS tem teores de ambos os elementos mais baixo quando comparada com a tendência formada pelas demais rochas analisadas. Na série formada pelas SVC, SPG e SSPA nota-se que o hornblenda biotita monzogranito é mais enriquecido em Zr e Hf que os demais litotipos. A afinidade entre SVC e a SPG é marcada pelo agrupamento da maioria das análises. Novamente o GCM se destaca das demais amostras por teores pouco mais elevados, com essas características atribuídas novamente à profusão de aglomerados de minerais máficos.

Aplicando a metodologia apresentada por Watson & Harrison (1983) foi calculada a temperatura de saturação de Zr para os magmas precursores das rochas em questão, mesmo que os ajustes sejam mais precisos para temperaturas mais altas a extrapolação para magmas mais frios é válida, os resultados são apresentados na tabela 4.

Os resultados nos mostram que as rochas se cristalizaram a partir de magmas insaturados em Zr, com as temperaturas estimadas condizentes com a janela de formação de magmas graníticos e são similares a resultados obtidos pela aplicação de outras metodologias. Dentre as unidades estudadas a SSPA apresenta temperatura de saturação de Zr mais elevada variando entre 840 – 880 °C, esse valor mais elevado pode ser resultado de injeções de

magmas básicos que normalmente apresentam temperaturas mais elevadas quando comparadas a magmas graníticos, tal interpretação é condizente com a presença frequente de enclaves microgranulares máficos de composição quartzo-monzonítica a diorítica.

Unidade	Amostra	M	Zr obs	Zr sat	T Zr sat °C
SVC	VSM-33	1.419549	195	532.8	801.7
	VSM-26A	1.376436	142	513.7	777.2
	VSM-26B	1.331740	88	494.5	740.8
	VSM-53A	1.456933	299	550	838.4
	VSM-27A	1.419831	94.1	533	740.2
	VSM-53B	1.394942	149	521.8	780
	VSM-54	1.089198	120	402.4	783.7
SPG	VSM-22A	1.662534	124	655.1	745.8
	VSM-24	1.404836	124	526.2	763.7
	VSM-39A	1.375468	171	513.2	793.4
	VSM-22B	1.458205	63.8	550.6	707.7
	VSM-39B	1.372172	61	511.8	709.8
SSPA	VSM-35	1.642265	359	643.9	840.8
	VSM-40A	1.644132	526	644.9	878.7
AGS	VSM-29B	1.445375	37.2	544.7	669.8
	VSM-31	1.344376	40.5	499.9	681.8
	VSM-29A	1.797957	209	735	779.6
	VSM-53C	1.560385	199	600.6	792.9
	VSM-27B	1.950293	235	836.6	778.6
	VSM-30	1.871343	206	782.3	773

Tabela 4 – Temperatura de saturação de zircão segundo Watson and Harrison (1983)

A SVC apresenta temperatura de saturação em Zr variando entre 740 – 840 °C. O GCM é o litotipo que apresenta a temperatura mais elevada (aproximadamente 840 °C) o que pode ser uma evidência de interação com magmas de composição básica, excluindo a amostra do GCM a temperatura média para os diques e derrames riolíticos e os equivalentes subvulcânicos (Granito Itacorubi) é de aproximadamente 770 °C. A temperatura de saturação do Granito Ilha é similar à apresentada pela maioria das rochas da SVC, o valor médio obtido é aproximadamente 768 °C variando entre 745 – 793 °C. Os líquidos apliticos da SPG apresentam temperaturas mais baixas que o Granito Ilha, o fato é esperado já que tais líquidos assim como os bolsões pegmatíticos correspondem aos termos finais da cristalização, os valores estão na ordem de 708 °C.

Os litotipos que compõe a AGS se agrupam em torno de dois extremos, as composições graníticas apresentem valores médios na ordem de 675 °C, já as composições intermediárias se concentram por volta de 780 °C.

O F é um elemento que tem o fracionamento controlado principalmente por minerais como biotita e apatita sendo o último mais importante nas rochas máficas. A variação dos teores ocorre no ao longo da cristalização magmática podendo ser perturbada por eventos hidrotermais assim o principal controle se dá pela presença de fluorita (CaF_2) disseminada resultante dessas alterações. O diagrama bivalente de F vs. SiO_2 é apresentado na figura 41. As rochas analisadas apresentam teores elevados de F sendo os termos intermediários da AGS os mais enriquecidos com teores variam entre 2900 – 3900 ppm. Há uma grande dispersão nos termos mais diferenciados, as concentrações variam entre 310 – 2500 ppm. O comportamento apresentado pelo F no conjunto de rochas estudadas é atribuído principalmente a processos hidrotermais relacionados a fluidos tardi-magmáticos. A presença de fluorita, em veios ou disseminada, nas rochas em questão é bastante comum, as concentrações apresentadas refletem a mineralogia e o grau de interação com os fluidos. As concentrações encontradas são extremamente condizentes com o que foi observado em lamina delgada.

Figura 41 – F vs. SiO_2 (a simbologia utilizada é a mesma dos diagramas anteriores)

Os ETR não são constituintes estruturais de minerais e tem seu fracionamento controlado principalmente por fases acessórias. A baixa mobilidade favorece a utilização desses elementos como traçadores de processos magmáticos e possíveis indicadores de área fonte. O comportamento apresentado pelos ETR leves e ETR pesados é diferente e fica evidente

nos diagramas bivariantes (figura 42), foram utilizados os elementos La, Ce, Sm, Nd (ETR leves) e Lu, Yb (ETR pesados).

Figura 42 – ETR vs. SiO₂ para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

O comportamento dos ETR pesados é similar ao do Y, as concentrações não apresentam uma correlação clara com o teor de SiO₂ e há uma grande dispersão dos teores nas rochas mais diferenciadas, o gráfico evidencia que nas rochas da SVC e SPG os teores de ETR pesados são maiores que nos litotipos das demais suítes. Dentro da SVC o fácies subvulcânica

co, Granito Itacorubi, é mais enriquecido em ETR pesados já na SPG as concentrações maiores são encontradas nos aplitos.

Os ETR leves apresentam comportamento geoquímico semelhante entre si. Pode ser notada uma correlação negativa comum em elementos compatíveis. Assim como observado no Zr e Hf são diferenciadas duas tendências de cristalização uma formada pelas rochas da AGS e outra formada pela SVC e SPG. A SSPA apresenta uma variação lateral que pode indicar uma gênese distinta das demais suítes. O GMA e o bandamento granítico são as rochas com os menores teores de ETR leves em todo o conjunto.

As concentrações de ETR usualmente são normalizadas para um valor de referencia, esse procedimento facilita a comparação entre rochas de unidades diferentes e elimina o efeito de Oddo-Harkins. Os resultados obtidos com as análises geoquímicas foram normalizados segundo os valores do manto primitivo apresentados por McDonough & Sun (1995). Foram construídos diagramas multielementares, "spidergram".

Figura 43 – "Spidergram" Associação Granítica Santinho

A AGS apresenta três padrões de ETR distintos (figura 43). O ortognaisse granodiorítico tem um fracionamento entre ETR leves e ETR pesados de moderado a alto, os valores das razões de $(La/Yb)_N$ são de 7,87 e 16,40. As duas amostras analisadas apresentam diferenças na anomalia de Eu, uma amostra apresenta anomalia negativa insipiente e padrão similar

aos dos enclaves tonalíticos, a outra amostra apresenta uma anomalia negativa moderada. A diferença entre ambas é atribuída à assimilação parcial de líquidos graníticos injetados segundo a foliação. Os enclaves tonalíticos assim como os ortognaisses têm fracionamento entre ETR leves e ETR pesados variando de moderado a leve, os valores obtidos para as razões $(La/Yb)_N$ são de 7,99 e 20,48. O enriquecimento em ETR leves dos termos intermediários em relação aos valores do mando primitivo é da ordem de 70 a 100 vezes.

O GMA e as bandas graníticas concordantes ao ortogneisse mostram padrões de ETR similares, são mais enriquecidos em ETR leves em relação aos ETR pesados e apresentam anomalias positivas de Eu. Contudo há algumas diferenças entre as amostras, a razão $(La/Yb)_N$ do GMA é de 2,48 enquanto o valor para as bandas graníticas é de 8,69 indicando um menor fracionamento da primeira. Soma-se a essa característica o fato do GMA apresentar teores de ETR maiores que as bandas graníticas. As anomalias de Eu em geral são controladas pelo fracionamento do plagioclásio. Anortositos comumente apresentam anomalias positivas, porém as rochas em questão apresentam composição monzogranítica assim atribui-se essa característica a um enriquecimento provocado por eventos hidrotermais ou assimilação parcial de magmas mais primitivos cujos enclaves tonalíticos seriam os prováveis remanescentes.

Figura 44 – "Spidergram" Suíte São Pedro de Alcântara

A SSPA teve duas amostras de hornblenda biotita monzogranito analisadas, o padrão apresentado por ambas é bem similar (figura 44), são as rochas com a maior concentração de ETR dentre todas as rochas analisadas. Os granitos da SSPA apresentam um enriquecimento de ETR leves da ordem de 100 vezes, para os ETR pesados o enriquecimento é da ordem de 8 - 10 vezes. Há uma leve anomalia negativa de Eu e um alto fracionamento entre ETR leves e ETR pesados indicados por razões $(La/Yb)_N$ de 14,78 e 24,12. O padrão assumido por essa unidade é semelhante ao encontrado nas rochas de composição intermediária da AGS.

A SPG apresenta dois padrões de ETR com um correspondente ao Granito Ilha e outro aos aplitos (figura 45). O Granito Ilha apresenta razões $(La/Yb)_N$ variando entre 4,24 e 9,92 tais valores indicam um fracionamento moderado. Os ETR leves tem um enriquecimento da ordem de 70 a 100 vezes quando comparados com o manto primitivo. Para os ETR pesados o enriquecimento é de 10 vezes. A anomalia de Eu é negativa e bem acentuada e provavelmente resultante do fracionamento do plagioclásio. Os aplitos apresentam razões positivas $(La/Yb)_N$ menores que 1,00 (0,68 e 0,89) isso indica um enriquecimento em ETR pesados por parte dessas rochas. A anomalia negativa de Eu é mais acentuada quando comparada com os granitos.

Figura 45 – "Spidergram" Suíte Pedras Grandes

Os padrões de ETR apresentados pelos litotipos da SVC são diversos mas tem como traço comum as anomalias negativas de Eu variando de moderadas a acentuadas (figura 46). O Granito Itacorubi apresenta um enriquecimento de ETR em relação ao manto primitivo da ordem de 10 vezes com baixo fracionamento entre ETR leves e ETR pesados é baixo, as razões $(La/Yb)_N$ apresentam valores de 0,91 e 1,34. O padrão apresentado é similar ao descrito pelos aplitos da SPG. O Granito Itacorubi apresenta forte anomalia negativa de Eu e baixo fracionamento entre ETR leves e ETR pesados com valores de $(La/Yb)_N$ de 1,39 e 0,91.

Figura 46 – "Spidergram" Suíte Cambirela

Os derrames riolíticos da SVC apresenta razão $(La/Yb)_N$ de 8,53 indicando um fracionamento moderado entre os ETR. A anomalia negativa de Eu e o enriquecimento em ETR na ordem de 100 vezes são características similares às apresentadas pelo Granito Ilha. O GCM apresenta padrão de ETR similar ao Riólito Cambirela com razão $(La/Yb)_N$ igual a 10. Os diques riolíticos apresentam padrão de ETR variados uns assemelham-se aos derrames e outros semelhantes ao Granito Itacorubi, porém a amostra VSM-54 (correspondente a um dique) tem comportamento distinto entre todas as suítes. A rocha praticamente não é enriquecida em ETR quando comparada ao manto primitivo, a anomalia de Eu é acentuada e a razão $(La/Yb)_N$ é de 0,22 o que indica um grande fracionamento e enriquecimento em ETR

pesados. A descrição petrográfica indica a presença de zeólitas e outros minerais de origem hidrotermal, atribui-se a esses processos o padrão encontrado.

Isotopia em Rocha Total

A assinatura isotópica de uma rocha ígnea é indicativa da região fonte de origem em que o magma foi extraído. Para tal ela não deve ter sido modificada e permanecer inalterada nos por eventos subsequentes. Essa premissa norteia a aplicação dos isótopos nos estudos petrogenéticos.

Sistema Rb-Sr

As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ medidas para as amostra analisada são apresentadas na tabela 5 juntamente com os parâmetro ϵSr e as razões iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$. As suítes SPG, SSPA e AGS apresentam valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ variando entre 0,7001 – 0,7135. As rochas da SVC apresentam grande dispersão com a maioria das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ variando entre 0,6909 – 0,7639. A amostra VSM-53B corresponde a um dique riolítico bastante afetado por reações hidrotermais ocorre a formação de zeólitas e sericita o que pode perturbar as razões de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$. O valor de 0,2478 é discrepante dos valores apresentados pelas outras amostras analisadas.

AMOSTRA	Rocha	Unidade	Rb	Sr	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	erro (2 σ)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$	ϵSr (580 Ma)
VSM-33	Riolito Cambirela	SVC	253	16	1.0673	0.000026	46.306	0.6909	-277.17
VSM-26A	Granito Itacorubi		361	33	0.9787	0.000047	32.408	0.7153	97.05
VSM-26B	Granito Itacorubi		400	10	1.6366	0.000056	122.689	0.6395	-1163.24
VSM-53A	Granito do Calhau Miúdo		208	111	0.7573	0.000032	5.450	0.7122	118.99
VSM-27A	Dique Riolítico		330	100	0.7758	0.000069	9.632	0.6961	-109.39
VSM-53B	Dique Riolítico	SPG	198	9	0.7725	0.000063	8.734	0.2478	-6479.06
VSM-54	Dique Riolítico		253	16	1.1499	0.000020	65.790	0.7639	853.64
VSM-22A	Granito Ilha		285	53	0.8453	0.000060	15.861	0.7096	146.82
VSM-24	Granito Ilha		259	45	0.8447	0.000044	16.908	0.7001	15.21
VSM-39A	Granito Ilha		241	76	0.7873	0.000027	9.262	0.7081	97.86
VSM-39B	Aplito	SSPA	229	37	0.8584	0.000030	18.032	0.7041	77.24
VSM-35	Hbl. Bit. Monzogranito		160	201	0.7303	0.000052	2.320	0.7108	103.76
VSM-40A	Hbl. Bit. Monzogranito		156	186	0.7296	0.000058	2.436	0.7091	80.56
VSM-29B	Bandamento Granítico	AGS	146	268	0.7235	0.000054	1.581	0.7098	94.23
VSM-31	Granito Morro das Aranhas		271	155	0.7579	0.000051	5.101	0.7135	168.91
VSM-29A	Ortognaisse Granodiorítico		268	449	0.7237	0.000056	1.729	0.7086	78.88
VSM-53C	Ortognaisse Granodiorítico		350	292	0.7386	0.000057	3.480	0.7083	85.10
VSM-27B	Enclave Tonalítico		241	609	0.7192	0.000041	1.147	0.7091	83.95
VSM-30	Enclave Tonalítico		560	482	0.7304	0.000034	3.370	0.7006	-18.58

Tabela 5 – Resultados obtidos e parâmetros calculados pelo método Rb-Sr em rocha total

As rochas da SPG apresentam razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre 0,7873 – 0,8584 ligeiramente mais elevadas que as apresentadas pela SSPA e AGS (0,7303 – 0,7579). Por outro lado as razões apresentadas pela SVC tem alto grau de dispersão com valores entre 0,7573 – 1,6366

o que sugere uma possível origem em níveis crustais rasos para essas rochas. Os processos de reciclagem crustal são importantes para a formação desse magmatismo.

Sistema Sm-Nd

Amostras representativas dos principais fácies graníticos que afloram na Ilha de Santa Catarina foram destinadas a análise de Sm-Nd em rocha total, de posse das razões de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ e dos teores de Sm e Nd foram calculados as idades modelo TDM_{Nd} e os parâmetros $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ e $f \text{ Sm/Nd}$. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 6. As amostras VSM-22B e VSM-39B (aplitos); VSM-27A e VSM-54 (diques riolíticos) e VSM-26A e VSM-26B (Granito Itacorubi) não foram utilizadas na construção dos diagramas de evolução ϵNd vs. Tempo e nas discussões gerais por apresentarem resultados analíticos anômalos, provavelmente por problemas analíticos. Tais amostras são resultantes da fusão de protolitos crustais já fracionados em ETR isso pode explicar o comportamento assumido por algumas amostras. Litotipos com idade modelo TDM_{Nd} calculadas em duplo estágio estão devidamente identificadas.

AMOSTRA	Rocha	Unidade	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\epsilon\text{Nd}(0)$	Nd (ppm)	Sm (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$f \text{ Sm/Nd}$	TDM	ϵNd (TDM)	ϵNd (580 Ma)
VSM-33	Riolito Cambirela	SVC	0.512075	-11.0	53.34	10.74	0.1218	-0.38	1602	4.3	-5.4
VSM-26A	Granito Itacorubi		0.512347	-5.7	30.80	10.00	0.1963	0.00	1721	4.1	-5.7
VSM-26B	Granito Itacorubi		0.512416	-4.3	20.80	7.27	0.2114	0.07	1701	4.1	-5.4
VSM-53A	Granito do Calhau Miúdo		0.512020	-12.0	48.80	8.87	0.1099	-0.44	1500	4.6	-5.6
VSM-27A	Dique Riolito		0.512367	-5.3	15.17	4.93	0.1964	0.00	1683	4.2	-5.3
VSM-53B	Dique Riolito	SPG	0.511832	-15.7	34.70	6.82	0.1188	-0.40	1945	3.6	-10.0
VSM-54	Dique Riolito		0.512394	-4.8	1.25	0.7	0.3386	0.72	2345	2.8	-15.3
VSM-22A	Granito Ilha		0.512117	-10.2	32.49	7.62	0.1418	-0.28	1743	4.1	-6.1
VSM-22B	Aplito		0.512497	-2.8	13.65	5.43	0.2405	0.22	1736	4.1	-6.0
VSM-24	Granito Ilha		0.512144	-9.6	26.45	6.21	0.1420	-0.28	1707	4.1	-5.6
VSM-39A	Granito Ilha	SSPA	0.512008	-12.3	49.80	9.34	0.1134	-0.42	1571	4.4	-6.1
VSM-39B	Aplito		0.512364	-5.4	12.10	3.97	0.1984	0.01	1709	4.1	-5.5
VSM-35	Hbl. Bit. Monzogranito		0.512011	-12.2	52.41	9.02	0.1041	-0.47	1434	4.7	-5.4
VSM-40A	Hbl. Bit. Monzogranito		0.511955	-13.3	73.88	11.21	0.0918	-0.53	1360	4.9	-5.6
VSM-29B	Bandamento Granítico	AGS	0.511949	-13.4	1.91	0.41	0.1306	-0.34	1914	3.7	-8.6
VSM-31	Granito Morro das Aranhas		0.512024	-12.0	6.54	1.68	0.1555	-0.21	1940	3.7	-8.9
VSM-29A	Ortognaisse Granodiorítico		0.511844	-15.5	40.93	6.47	0.0955	-0.51	1545	4.5	-8.0
VSM-53C	Ortognaisse Granodiorítico		0.511928	-13.9	48.3	9.4	0.1177	-0.40	1768	4.0	-8.0
VSM-27B	Enclave Tonalítico		0.511883	-14.7	63.40	11.80	0.1125	-0.43	1746	4.0	-8.5
VSM-30	Enclave Tonalítico		0.512005	-12.3	40.20	8.29	0.1247	-0.37	1775	4.0	-7.0

Tabela 6 – Resultados obtidos e parâmetros calculados para o método Sm-Nd em rocha total. *Amostras com TDM_{Nd} calculados em duplo estágio*

Todas as amostras analisadas apresentam valores negativos de $\epsilon\text{Nd}_{(0)}$ variando entre -9,6 até -15,5 comum em rochas crustais. Assim como o parâmetro ϵNd os valores negativos de fugacidade Sm/Nd também são assinaturas de rochas crustais. Todas as rochas graníticas analisadas apresentam valores de $f \text{ Sm/Nd}$ entre -0,21 e -0,53.

As idades modelo TDM_{Nd} calculadas se estendem do paleoproterozoico até o mesoproterozoico variando principalmente de 1940 – 1360 Ma, uma amostra de dique riolítico apresenta TDM_{Nd} 2345 Ma, esses valores indicam um logo período de residência para as rochas precursoras dos magmas de idade neoproterozoica, possivelmente da extraídos de uma crosta continental antiga. A SSPA apresenta as idades modelo TDM_{Nd} mais jovens dentre as amostras analisadas, os valores foram de 1360 Ma e 1434 Ma. As idades modelo TDM_{Nd} obtidas para a SPG são calimianas variando entre 1700 – 1600 Ma. A SVC apresenta uma dispersão das idades modelo, os valores de TDM_{Nd} variam principalmente entre 1950 – 1500 Ma, um dique riolítico apresenta valor de 2345 Ma. As diferenças encontradas entre a SSPA e SPG mais SVC apontam para materiais precursores distintos, a grande dispersão dos valores de TDM_{Nd} das rochas vulcânicas juntamente com os altos valores das razões $^{147}Sm/^{144}Nd$ são indicativos de processos de retrabalhamento crustal.

Figura 47 – ϵNd vs Tempo - para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

A AGS apresenta dois conjuntos distintos de idade TDM_{Nd} que variam de acordo com o litotipo, para o ortognaisse granodiorítico e enclaves tonalíticos os valores encontrados variam entre 1775 – 1545 Ma, já para as bandas graníticas e o GMA os valores são de aproximadamente de 1910 Ma. As diferenças observadas nos permitem inferir que a fonte para os magmas é diferente. As relações de contemporaneidade observadas em campo para as rochas da AGS nos permitem espular sobre contribuições de magmas básicos na formação

do ortognaisse granodiorítico. É importante salientar que as rochas sienograníticas da AGS apresentam os valores de TDM_{Nd} mais antigos (Orosiriano), quando comparados com os granitos das demais unidades sugerindo uma fonte distinta para os magmas.

O gráfico de evolução do ϵNd vs. Tempo apresentado na figura 47 foi construído usando as idades de cristalização (idade U-Pb em zircão) de cada rocha obtida e discutida nos tópicos subsequentes. Observa-se que a evolução do ϵNd para algumas amostras foi calculada em duplo estágio, isso é uma evidência que tais rochas se originaram de protólitos já diferenciados que teriam sofrido fracionamento na relação Sm/Nd, durante a fusão crustal que formou a rocha granítica estudada. A hipótese da ação de processos de reciclagem crustal para a formação de algumas dessas rochas é corroborada pelos valores das razões $^{147}Sm/^{144}Nd$.

Estudos combinados de Sr e Nd

O uso combinado dos métodos Rb-Sr e Sm-Nd é bastante eficiente nos estudos de diferenciação magmática, para os dois sistemas tem as razões isotópicas controladas principalmente pelo fracionamento do feldspato alcalino e plagioclásio, minerais mais abundantes na crosta continental.

Figura 48 – ϵNd vs ϵSr - calculado para 580 Ma para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

O gráfico ϵNd vs. ϵSr construído para as amostras analisadas é apresentado na figura 48, as tendências dos valores assumidos para o manto e crosta continental foram extraídos de DePaolo 1979, 1981. Ambos os parâmetros, ϵNd e ϵSr , foram calculados para 580 Ma,

idade aproximada obtida nas rochas graníticas mais jovens presente da Ilha de Santa Catarina.

Algumas das amostras da SVC apresentam valores de ϵSr negativos variando entre -300 e -100, os valores de ϵNd são de aproximadamente -5, as rochas vulcânicas ácidas formam um grupo distinto das demais unidades. Os termos hipoabissais da SVC (Granito do Calhau Miúdo e Granito Itacorubi) apresentam ϵSr próximo a 100 e plotam em campo coincidente com as SPG e SSPA. SPG tem valores de ϵSr variando entre 15 – 150 já a SSPA apresenta valores de ϵSr entre 80 – 105. O ϵNd de ambas as suítes estão entre -5 e -6. As rochas da AGS se agrupam em um campo com valores entre ϵSr 78 – 170 e ϵNd variando de -8 a -9. Uma amostra de enclave tonalítico apresenta valor de ϵNd -7 um pouco diferente dos demais litotipos da AGS. Todas as rochas analisadas mostram, para idade de cristalização, assinaturas típicas de crosta continental com envolvimento da crosta superior.

Sistema Pb-Pb

A diversidade de isótopos de Pb e seu fracionamento complexo ao longo da crosta continental fazem com que as análises em rocha total sejam usadas para o rastreamento de possíveis fontes para os granitoides. Apesar de ser concebido a partir da análise de feldspatos e galenas a aplicação do modelo “*plumbotectonics*” de Zartman & Doe 1981 para os dados em rocha total dos granitoides estudados é uma aproximação válida embora haja algumas ressalvas. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 7.

AMOSTRA	Rocha	Unidade	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	erro (2 σ)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	erro (2 σ)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	erro (2 σ)
VSM-27A	Dique Riolito	SVC	20.077	0.004	15.752	0.004	39.723	0.004
VSM-33	Riolito		19.283	0.004	15.722	0.004	39.524	0.004
VSM-22A	Bit. Sienogranito	SPG	19.549	0.006	15.791	0.008	39.676	0.010
VSM-24	Bit. Sienogranito		19.469	0.004	15.750	0.004	39.757	0.004
VSM-22B	Aplito		20.455	0.004	15.818	0.006	39.495	0.007
VSM-35	Bit. Anf. Monzogranito	SSPA	19.099	0.003	15.715	0.004	39.335	0.003
VSM-40A	Bit. Anf. Monzogranito		18.937	0.003	15.689	0.003	39.419	0.003
VSM-29A	Ortognaisse Granodiorítico	AGS	21.069	0.003	15.804	0.003	39.498	0.003
VSM-29B	Bandamento Granítico		19.355	0.004	15.713	0.004	37.944	0.004
VSM-31	Granito Morro das Aranhas		19.066	0.003	15.713	0.003	38.289	0.003

Tabela 7 – Resultados Pb-Pb em rocha total

As razões apresentadas pelo conjunto analisado são homogêneas, os valores das razões isotópicas variam entre 18,937 – 21,069 para $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; 15,689 – 15,818 para $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$; e 37,944 – 39,757 para $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. As amostras apresentam altos valores radio-
gênicos e tem assinatura compatível com rochas da crosta continental superior como obser-

vado na figura 49. A análise do diagrama nos permite notar que há uma clara distinção entre os litotipos da AGS com as rochas de composição sienogranítica são menos radiogênicas que o ortognaisse granodiorítico. Somando-se aos demais resultados obtidos tal distinção sugere que o conjunto de granitoides estudados apresenta diferenças no material fonte ou extração em diferentes níveis crustais.

Figura 49 – $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ – modelo “Plumbotectonics” para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Geocronologia

Existe um bom acervo de dados geocronológicos para o BF, contudo as informações para as rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina são escassas, o que motivou o presente estudo. Para tal foi selecionado um conjunto de amostras dos principais fácies graníticos aflorantes na área para uso dos métodos geocronológicos. A aplicação da metodologia U-Pb se deu em zircões (principalmente), titanitas e monazitas.

Descrição das fases minerais datadas

Zircão

A classificação da tipologia dos cristais de zircão fornece informações importantes que são essenciais para as interpretações geocronológicas, por suas características essa fase mineral traz impressa em sua estrutura processos geológicos muitas vezes pouco evidentes com o uso de outras técnicas. A classificação de Pupin 1980 é aplicada para caracterização

tipológica do cristal já a classificação de Corfu *et al.* 2003 é aplicada para morfologia interna do grão e se baseia nas imagens de CL e SE.

Associação Granítica Santinho

Ortognaisse granodiorítico

As bandas de ortognaisse granodiorítico foram datadas em duas localidades, a primeira em uma região onde era predominante sobre os termos graníticos, amostra VSM-29A. A segunda amostra foi coletada em uma região em que as bandas graníticas predominam e o ortognaisse ocorria parcialmente assimilado, amostra VSM-53C.

Figura 50 – CL para os zircões da amostra VSM-29A

A amostra VSM-29A apresenta população de zircões (figura 50) com cristais de hábito prismático predominantemente, razão 3:1, variando de 150 – 400 μm. Predominam os cristais do tipo P, mas também ocorrem cristais do tipo S e D, a temperatura estimada para a cristalização da assembleia varia entre 700 – 900 °C. Alguns cristais apresentam fraturas e internamente apresentam *sector zoning* com ou sem inclusões.

Figura 51 – CL para os zircões da amostra VSM-53C

A assembleia de cristais de zircão da amostra VSM-53C (figura 51) é bem menor que a encontrada na amostra VSM-29A, os cristais datados geralmente apresentam bordas corroídas muitos estão fragmentados mas ainda é possível reconhecer o *sector zoning*. A corrosão é uma evidencia de que esses cristais passaram por alguma instabilidade, provavelmente no magma hospedeiro.

Enclave tonalítico

São apresentadas imagens de duas amostras de enclaves tonalíticos VSM-27B e VSM-30, a primeira referente a um tonalito grosso e a segunda correspondente a um enclave microgranular presente no ortogneisse granodiorítico.

Os zircões da amostra VSM-27B (figura 52) apresentam hábito prismático predominante, as razões 2:1 e 3:1, medem entre 100 – 250 μm . São predominantemente do tipo P ocorrendo cristais do tipo S, a temperatura de cristalização estimada para as subclasses varia entre 700 - 850 $^{\circ}\text{C}$. Apresentam estrutura interna do tipo *sector zoning*, alguns cristais estão fraturados.

Figura 52 – CL para os zircões da amostra VSM-27B

A amostra do enclave microgranular, VSM-30, apresenta assembleia de zircões (figura 53) com hábito prismático, razões entre 2:1 e 3:1 e medindo entre 100 – 300 μm . Pertencem às classes P e S. As subclasses encontradas apontam para uma temperatura de cristali-

zação variando entre 700 – 850 °C. Internamente apresentam estrutura variada, predominantemente cristais com *sector zoning*, porém alguns prismas menores apresentam zoneamento oscilatório característico de zircões ígneos. Fraturas são comuns e alguns cristais apresentam inclusões, em outros é possível observar uma recristalização nas bordas com consumo parcial do cristal.

Figura 53 – CL para os zircões da amostra VSM-30

Banda Granítica

A amostra VSM-29B correspondente a banda granítica do gnaiss bandado e apresenta população de cristais de zircão (figura 54) com hábito prismático com razões 2:1, predominam as classes S e L com temperatura de cristalização estimada variando entre 600 – 750 °C. Os cristais variam entre 70 – 200 µm e internamente apresentam zoneamento oscilatório característico de rocha ígneas.

Figura 54 – CL para os zircões da amostra VSM-29B

Suíte São Pedro de Alcântara

Foram datadas duas amostras do hornblenda biotita monzogranito que é o principal fácies da SSPA. A amostra VSM-35 corresponde a uma rocha pouco afetada por veios e reações hidrotermais, diferente da amostra VSM-40A.

Figura 55 – CL para os zircões da amostra VSM-35

Os cristais da mostra VSM-35 (figura 55) medem entre 100 – 400 μm, apresentam hábito prismático com razão 2:1 onde ocorrem os tipos P, S e L sendo o primeiro o predominante. A janela de temperatura para a cristalização é estimada entre 600 – 850 °C. Alguns cristais estão fraturados e internamente apresentam zoneamento oscilatório, outros apresentam bordas irregulares que indicam possíveis feições de reabsorção, é comum o desenvolvimento de domínios com textura irregular interrompendo o zoneamento oscilatório regular, inclusões são comuns. Segundo Corfu *et al.* 2013 essas feições de instabilidade podem ser indícios de recrystalização e reabsorção em estágios pós-magmáticos.

Figura 56 – CL para os zircões da amostra VSM-40A

A amostra VSM-40A apresenta feições de interação com fluídos hidrotermais que se reflete na estrutura dos cristais de zircão. A população (figura 56) é formada por cristais com hábito prismático com razões 2:1 e cristais equidimensionais com razão 1:1. Predominam as tipologias P, S e L com temperatura de cristalização estimada entre 600 – 750 °C. O tamanho dos cristais varia entre 150 – 350 μm . Inclusões e fraturas são comuns. Internamente predomina o zoneamento oscilatório, porém muitos cristais apresentam aspecto homogêneo com finas recrystalizações na borda, bordas irregulares são comuns a muitos cristais e sugerindo interações com fluídos hidrotermais.

Suíte Pedras Grandes

O principal fácies da SPG na área de estudo é o Granito Ilha, foram selecionadas três amostras para datação em localidades distintas.

A mostra VSM-22A localizada no costão da Praia da Joaquina apresenta população de cristais (figura 57) com hábito predominantemente prismático, com razão 2:1, fragmentos e cristais equidimensionais também são encontrados. Predomina a tipologia P, porém cristais do tipo L, S e G também são encontrados, a temperatura de cristalização das subclasses varia entre 600 – 800 °C. Fraturas e inclusões são comuns, os cristais têm tamanho variando entre 200 – 400 μm . A estrutura interna é bastante variada com o zoneamento oscilatório predominante, também ocorrem cristais homogêneos e apresentando *sector zoning*. Em alguns cristais observamos as bordas irregulares e zonas com recrystalização anomala truncando a estrutura principal do grão. Tais características são evidências modificações geradas em processos terdi-magmáticos durante o resfriamento do corpo.

Figura 57 – CL para os zircões da amostra VSM-22A

Localizada na região de Santo Antônio de Lisboa a amostra VSM- 24 (figura 58) tem cristais de zircão medindo entre 80 – 250 μm , o hábito prismático é predominante e a tipologia mais comum é a S. Também são encontrados cristais do tipo P e L. A temperatura de cristalização estimada para as subclasses encontradas varia entre 650 – 750 $^{\circ}\text{C}$. As inclusões são comuns e internamente predomina o zoneamento oscilatório com ocorrência subordinada de cristais homogêneos. Cristais apresentando zonas recrystalizadas também ocorrem.

Figura 58 – CL para zircões da amostra VSM-24

A amostra VSM-39A coletada na região sul da Ilha de Santa Catarina apresenta população de zircões (figura 59) em que predominam o hábito prismático com ocorrência de alguns cristais equidimensionais, o tamanho varia entre 80 – 200 μm . A tipologia S predomina ocorrendo também cristais do tipo P, indicando uma temperatura de cristalização entre 650 – 750 $^{\circ}\text{C}$. Inclusões são comuns e internamente predomina o zoneamento oscilatório ocorrendo alguns cristais homogêneos.

Figura 59 – CL para os zircões da amostra VSM-39A

Suíte Cambirela

A diversidade de litotipos datados na SVC compreende derrames riolíticos, Granito do Calhau Miúdo e fácies do Granito Itacorubi totalizando quatro amostras. A variedade tipológica de cristais observada nessas rochas é maior que a apresentada pelas demais suítes.

O riolito correspondente à amostra VSM-33 foi coletado na Praia do Matadeiro, a população de zircões é bastante diversa e o hábito da maioria dos cristais é prismático com razão 2:1 (figura 60). O tamanho varia entre 70 – 300 μm , inclusões são comuns. A tipologia dos cristais é variada predominando os tipos P e S, a temperatura estimada para a cristalização varia de 550 – 800 $^{\circ}\text{C}$. Internamente a estrutura dos cristais é variada, predominam os com zoneamento oscilatório e subordinadamente ocorrem cristais com estrutura homogênea. Núcleos herdados com sobrecrecimento são encontrados. Alguns cristais apresentam feições de reabsorção que podem ser resultantes de interações pós-magmáticas. Os núcleos herdados são atribuídos à heranças das rochas encaixantes.

Figura 60 – CL para os zircões da amostra VSM-33

Foram datados dois fácies do Granito Itacorubi, a amostra VSM-26A (figura 61) apresenta cristais com hábito prismático e razão 2:1, o tamanho varia entre 100 – 200 μm , fraturas e inclusões são comuns. Predominam as tipologias P e S cristalizadas na faixa de temperatura entre 700 – 800 $^{\circ}\text{C}$. A morfologia interna dos cristais é bastante variada, a mais comum é o zoneamento oscilatório, porém também ocorrem cristais homogêneos ou com *sector zoning*. Alguns zircões apresentam bordas irregulares com ou sem singelo sobrecrecimento.

Figura 61 – CL para os zircões da amostra VSM-26A

A amostra VSM-26B corresponde a outro fácies do Granito Itacorubi (figura 62), os cristais medem entre 70 – 350 μm e apresentam hábito prismático, as tipologias encontradas são predominantemente a P e S, subordinadamente C e D. A temperatura de cristalização estimada varia entre 650 – 900 °C. Internamente os cristais com zoneamento oscilatório são mais comuns embora zircões homogêneos também ocorram. Fraturas e inclusões ocorrem assim como zoneamentos anômalos indicando recrystalização ou instabilidade.

Figura 62 – CL para os zircões da amostra VSM-26B

A população de zircões do Granito do Calhau Miúdo (amostra VSM-53A) apresenta morfologia bastante variada (figura 63). O hábito da maioria dos cristais é prismático com razões 2:1 e 3:1. Predominam as classes P e S ocorrendo também os tipos AB e L com temperatura estimada para a cristalização variando entre 550 – 800 °C. Os cristais têm tamanho variando entre 70 – 300 µm. A estrutura interna é variada, o zoneamento oscilatório é mais comum e também ocorrem cristais com *sector zoning* e homogêneos. Núcleos herdados também são encontrados. Assim como em outras amostras feições de reabsorção e recristalização resultantes são descritas, muitos zircões apresentam bordas irregulares e zonas re-cristalizadas que truncam a estrutura principal. O zircão é um mineral que apresenta grande resiliência em sistemas magmáticos, as feições de instabilidade podem ser geradas por reações com líquidos tardi-magmáticos ou em cristais remanescentes nesse contexto, em especial para a amostra em questão são observadas evidências de possíveis interações entre magmas de composição diferente que podem provocar disequilíbrios refletidos nas estruturas dos grãos.

Figura 63 – CL para os zircões da amostra VSM-53A

Titanita

A titanita é uma fase mineral de ocorrência restrita a alguns litotipos dentro o conjunto estudado. Baseado em descrições petrográficas prévias foram datadas quatro amos-

tras em que titanitas primárias são identificadas, estas por sua vez ocorrem na AGS e SSPA. Os *mounts* de titanita foram submetidos a análises de EDS, os resultados são apresentados no Anexo 5.

Associação Granítica Santinho

A ocorrência de titanita na AGS se restringe aos enclaves tonalíticos e as bandas de ortognaisse granodiorítico.

Figura 64 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-29A

Figura 65 – Espetros de raios-X para as análises de EDS (excluindo os cristais de zircão)

A amostra VSM-29A correspondente ao ortognaisse granodiorítico, apresenta cristais ou fragmentos de titanita (figura 64) com composição homogênea segundo as análises de

EDS. Observando os espectros de raio-X (figura 65) notamos que as titanitas dessa rocha não apresentam teores expressivos de ETR em sua estrutura. Os cristais medem aproximadamente 100 μm . Nesse *mount* foram identificados dois cristais de zircão.

Figura 66 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-27B

A amostra VSM-27B (figura 66) apresenta cristais de titanita com composição homogênea, são observadas poucas fraturas e poucas inclusões, medem aproximadamente 200 μm . Os espectros de raio-X (figura 67) mostram que há uma ocorrência insipiente de Ce em alguns cristais.

Figura 67 – Espectros de raios-X para as análises de EDS

A amostra VSM-30 (figura 68) corresponde a um enclave microgranular tonalítico e assim como a amostra VSM-27B apresenta cristais homogêneos de titanita que medem

aproximadamente 200 μm . Fraturas e inclusões são raras, o espectro de raio-X (figura 69) nos mostra que essa fase mineral não apresenta quantidade significativa de ETR em sua estrutura.

Figura 68 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-30

Figura 69 – Espectros de raios-X para as análises de EDS

Suíte São Pedro de Alcântara

O hornblenda biotita monzogranito referente à amostra VSM-35 teve suas titanitas coletadas e analisadas (figura 70). Os cristais são homogêneos medindo aproximadamente 200 µm e apresentam inclusões. As titanitas dessa unidade apresentam uma coloração mais clara e resposta a BSE diferente das presentes na AGS. Tal diferença se reflete no espectro de raio-X (figura 71) onde pode ser notado que essa fase mineral apresenta estrutura com maior teor de ETR (La, Nd e Ce).

Figura 70 – Imagens de BSE para as titanitas da amostra VSM-35

Figura 71 – Espectros de raios-X para as análises de EDS

Monazita

A monazita ocorre de maneira localizada e muitas vezes é associada ao hidrotermalismo atuante nas rochas da região, pode ocorrer como inclusão em biotitas formando halos pleocróicos. A diferenciação entre monazita e allanita é outro fator dificultante no processo de catação e separação manual. Apenas a amostra VSM-53C correspondente ao ortognaisse granodiorítico teve a monazita separada para datação. Entretanto é sugerida uma origem hidrotermal do mineral.

As monazitas (figura 72) são cristais xenomórficos com inclusões. Medem aproximadamente 200 μm . As análises de BSE indicam a presença de ETR (La, Nd e Ce) que é confirmada nos espectros de raio-X (figura 73). O Th também ocorre na estrutura do mineral. A inclusão analisada apresenta Ca, Fe, Si e Na. Os resultados das análises EDS estão expostos em tabelas presente no Anexo 6.

Figura 72 – Imagens de BSE para as monazitas da amostra VSM-53C

Figura 73 – Espectros de raios-X para as análises de EDS

Idades

Os resultados das análises realizadas em LA-ICP-MS para as diferentes fases minerais estão dispostas em tabelas presentes no Anexo 7, os dados serão apresentados e discutidos respeitando as unidades. Para todas as amostras foram calculados os valores de *concordia age* com erro 1σ .

Zircão

O trabalho realizado por Miller *et al.* 2007 trouxe importantes assertivas a respeito do comportamento de zircões em um sistema magmático, a constatação da coexistência de cristais com diferentes idades geradas em diferentes fases da construção de grandes corpos graníticos serve como guia para interpretação dos dados geocronológicos apresentados. O conceito de antecristais e a idéia de um magmatismo persistente por cerca de 10 milhões de anos condizem com as proposições de uma origem multintrusiva e polifásica para o BF. O conceito de câmaras magmáticas estratificadas e as conexões plutono-vulcanicas também são abarcados nessa discussão.

Associação Granítica Santinho

A primeira amostra referente ao ortognaisse granodiorítico, VSM-29A, a *concordia age* calculada em 614.2 ± 1.4 Ma (figura 74) é interpretada como idade de cristalização da rocha. Cinco *spots* foram rejeitados para o cálculo (elipses vazias). Os pontos que apresentam idades mais jovens são interpretados como cristais que sofreram perda parcial de Pb, já um cristal com idade $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ de 650 Ma pode representar uma possível herança, xeno-cristal assimilado de rochas encaixantes.

Figura 74 – Concordia para a amostra VSM-29A

A amostra VSM-53C corresponde a uma banda do ortognaisse granodiorítico parcialmente assimilado pela porção granítica. A *concordia age* calculada foi 604 ± 14 Ma extraída da análise de seis grãos (figura 75). Sete *spots* foram rejeitados por apresentarem alto teor de Pb comum ou problemas analíticos. Apesar de interpretada como idade de cristalização os valores podem refletir as interações com as rochas graníticas. O alto erro encontrado e as possíveis perturbações são atribuídos a essa assimilação.

Figura 75 – Concordia para a amostra VSM-53C

A amostra VSM-29B correspondente a uma banda granítica concordante as bandas de composição intermediária apresenta *concordia age* calculada de 609.2 ± 4.4 Ma (figura 76). O valor obtido é interpretado como idade de cristalização da rocha. A idade foi extraída com base em 17 *spots*, os demais pontos não foram utilizados no cálculo da idade sendo três rejeitados por problemas analíticos ou altos valores de Pb comum. Dos cristais plotados mas rejeitados para os cálculos (elipses vazias) os três que têm idades mais velhas são interpretados como xenocristais assimilados das rochas encaixantes com heranças de 678 Ma, 643 Ma e 641 Ma. As idades mais jovens são interpretadas como perda de Pb recente. A tipologia dos zircões e as relações de campo confirmam a interação de dois magmas distintos (bandas graníticas e bandas de ortognaisse granodiorito). A idade da banda granítica representaria o início das intrusões graníticas na região do Costão do Santinho.

Figura 76 – Concordia para amostra VSM-29B

A amostra VSM-71 é um representante do GMA, as idades dos cristais de zircão se agrupam em torno de dois valores principais, uma *concordia age* igual a 606.0 ± 1.5 Ma ou tra *concordia age* igual a 589.0 ± 2.0 Ma. A primeira foi obtida a partir de 12 *spots* já para a segunda foi utilizada 8 *spots* (figura 77). A idade mais antiga é interpretada como a idade de cristalização da rocha marcada pela maioria do conjunto de cristais, já a idade mais jovem corresponde a transformações e recristalizações tardias provocadas por reações hidrotermais ocorridas durante da interação com magmas mais jovens. Os cristais que apresentam 633 Ma, 644 Ma e 663 Ma são interpretados como xenocristais assimilados das rochas encaixantes. A idade de cristalização do GMA representa a fase final das intrusões graníticas na AGS.

Figura 77 – Concordia para amostra VSM-71

A amostra VSM-27B referente a um enclave tonalítico, xenólito, apresenta valores de *concordia age* igual a 620.5 ± 2.4 Ma tido como a idade de cristalização da rocha (figura 78). O valor foi extraído da análise de 19 *spots*, outros 7 foram excluídos devido a problemas analíticos.

Figura 78 – Concordia para amostra VSM-27B

A amostra VSM-72B corresponde a um xenólito tonalítico que tem como rocha hospedeira o Granito Morro das Aranhas, a *concordia age* calculada é igual a 626.0 ± 5.7 Ma representa a idade de cristalização da rocha (figura 79). O valor foi extraído da análise de 17 *spots*, outros 7 foram excluídos devido a problemas analíticos. Os cristais mais jovens com uma leve discordância são interpretados como uma recente perda de Pb como nos casos precedentes. A amostra em questão é a mais antiga dentre as analisadas na AGS.

Figura 79 – Concordia para amostra VSM-72B

A amostra VSM-30 correspondente a outro enclave micrgranular tonalítico em meio as bandas do ortogneisse granodiorítico. A *concordia age* calculada é de 610.2 ± 1.9 Ma e tida como a idade de cristalização da rocha (figura 80). O cálculo é baseado em 25 *spots*. Um cristal apresenta uma leve perda de chumbo. Não exclui-se a possibilidade do enclave micrgranular ser um autólito do ortogneisse.

Figura 80 – Concordia para amostra VSM-30

Suíte São Pedro de Alcântara

Foram analisadas duas amostras de hornblenda biotita monzogranito pertencentes à SSPA. A amostra VSM-35 apresenta *concordia age* igual a 594.0 ± 1.0 Ma calculada com base em 18 *spots* (figura 81). Das 8 análises descartadas para os cálculos duas podem corresponder a xenocristais herdados das encaixantes apresentando idades de 681 Ma e 615 Ma. Os cristais com idades mais jovens discordantes representam um perda de Pb recente. A idade calculada é interpretada como a idade de cristalização da rocha.

Figura 81 – Concordia para amostra VSM-35

A amostra VSM-40A apresenta dois agrupamentos com idades distintas. Seis *spots* apresentam *concordia age* calculada em 583.4 ± 2.7 Ma, o outro conjunto é definido por nove cristais com *concordia age* calculada em 572.2 ± 1.7 Ma (figura 82). As demais análises, onze, foram descartadas por fatores diversos.

Figura 82 – Concordia para amostra VSM-40A

A idade mais antiga é atribuída a cristalização da rocha já a idade mais jovem estaria relacionada a eventos hidrotermais tardimagmáticos possivelmente associados com as intrusões de suítes mais jovens. Tal interpretação se baseia em vários aspectos, incluindo feições petrográficos e morfológicos dos cristais de zircão. Nos cristais dessa amostra são observadas modificações posteriores da estrutura que são relacionadas a instabilidades geradas pós a cristalização.

Com base nas idades obtidas o magmatismo constituinte da SSPA ocorre em um intervalo de aproximadamente 10 milhões de anos (594 – 584 Ma) com ocorrência de vários pulsos.

Suíte Pedras Grandes

Três amostras do Granito Ilha foram eleitas para datação, a amostra VSM-22A apresenta *concordia age* 585.5 ± 1.2 Ma (figura 83) interpretada como idade de cristalização da rocha, das 26 análises feitas apenas 2 foram descartadas para o cálculo da idade.

Figura 83 – Concordia para amostra VSM-22A

Os zircões da amostra VSM-24 são ligeiramente mais enriquecidos em Pb comum que as demais amostras analisadas, muito dos cristais apresentam teores acima de 6%. A *concordia age* calculada com base em 5 *spots* é de 593.9 ± 2.4 Ma (figura 84), o valor é tido como a idade de cristalização do corpo. Três cristais apresentam uma perda de Pb recente.

Figura 84 – Concordia da amostra VSM-24

A terceira amostra datada corresponde ao afloramento VSM-39A, a *concordia age* apresentada é de 599.4 ± 2.7 Ma e foi calculada com base em 23 análises (figura 85). O resultado obtido é interpretado como idade de cristalização. As amostras com erros analíticos foram descartadas um cristal apresentem uma leve perda de Pb.

Figura 85 – Concordia da amostra VSM-39A

As amostras datadas indicam que a SPG na Ilha de Santa Catarina foi construída ao longo de aproximadamente 15 milhões de anos no intervalo de 600 – 585 Ma. As diferentes idades encontradas corroboram com a concepção de que muitos corpos graníticos são formados por uma recorrência de pulsos magmáticos, polintrusivos.

Suíte Cambirela

Foram datados dois fácies do Granito Itacorubi pertencente a SVC, a amostra VSM-26A apresenta um agrupamento único de cristais diferente das demais rochas da mesma suíte (figura 86), a *concordia age* calculada é de 594.0 ± 2.8 Ma, o valor foi obtido com base em 18 análises. A idade obtida é interpretada como idade de cristalização. Um provável xenocristal apresentando 691 Ma é interpretado como herança do protólito crustal. Sete cristais não foram utilizados para o cálculo das idades devido a altos teores de Pb comum ou erros analíticos.

Figura 86 – Concordia da Amostra VSM-26A

A amostra VSM-26B correspondente a outro facies do Granito Itacorubi, como salientado anteriormente. A amostra tem cristais se agrupando preferencialmente em torno de duas idades (figura 87). O agrupamento mais novo é definido com base em oito *spots* e apresenta *concordia age* de 588.9 ± 3.3 Ma, essa por sua vez é interpretada como idade de cristalização relacionada a colocação do corpo. O conjunto mais velho apresenta *concordia age* de 620.4 ± 3.8 Ma, definida com base em seis análises esse conjunto de zircões é interpretado como herança das rochas encaixantes. A perda de Pb foi inferida para alguns cristais. Encontramos ainda um xenocristal (16.1) com idade de 659 Ma tido como uma herança mais antiga.

Figura 87 – Concordia para amostra VSM-26B

Figura 88 – Concordia para a amostra VSM-76

A amostra VSM-76 corresponde a um dique riolítico que aflora na região do Costão do Santinho, a *concordia age* de 586.9 ± 3.2 Ma calculada com base em 21 *spots* é interpretada como idade de cristalização da rocha (figura 88). Alguns cristais mais jovens podem representar uma recente perda de Pb como em casos anteriores. Esses diques corresponderiam a possíveis alimentadores dos derrames riolíticos da SVC.

Figura 89 – Concordia para amostra VSM-33

O Riolito Cambirela correspondente a amostra VSM-33 também apresenta dois agrupamentos assim como a amostra anterior (figura 89). O agrupamento mais novo é definido com base em doze análises e apresenta *concordia age* de 574.0 ± 1.8 Ma, essa idade é interpretada como idade de cristalização relacionada aos derrames. O conjunto mais velho apresenta *concordia age* de 600.6 ± 2.2 Ma definida a idade definida com base em sete análises. Esse conjunto é interpretado como xenocristais assimilados da rocha encaixante. Foi encontrado um cristal com núcleo herdado e recristalização nas bordas, este apresenta idade aproximada de 803 Ma e corresponde a herança mais antiga dentre todas as rochas estudadas.

A última amostra analisada é a VSM-53A correspondente ao GCM. Apresenta cristais de zircão agrupados em torno de duas idades principais (figura 90). A idade mais antiga é interpretada como herança, seriam xenocristais assimilados das rochas encaixantes, o valor da *concordia age* é de 614.5 ± 3.3 Ma extraído de oito análises. Por outro lado, a idade mais jovem de 580.1 ± 2.9 Ma é interpretada como a idade de cristalização da rocha, extraída de nove análises.

Figura 90 – Concordia para amostra VSM-53A

Titanita

A temperatura de bloqueio da titanita varia entre 500 – 700 °C (Scott & St. Onge 1995; Frost *et al.* 2001) mais baixa que as apresentadas pelo zircão. Essa característica faz com que tal mineral seja mais susceptível a resetar o sistema U-Pb quando afetado por eventos termais superimpostos. O estudo combinado de fases minerais diferentes pode fornecer informações importantes a respeito da história termocronologica dos magmas. Foram datadas quatro amostras contendo titanita pertencentes a AGS e SSPA.

Associação Granítica Santinho

As titanitas pertencentes a amostra VSM-29A, ortognaisse granodiorítico, apresentam *concordia age* de 609.1 ± 4.4 Ma extraída de dez análises pontuais, sete pontos foram descartados do cálculo da idade (figura 91). A média ponderada das Idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ calculada para os pontos utilizados mostra alto grau de concordância (figura 91). O valor obtido é interpretado como idade de cristalização do mineral.

O enclave tonalítico VSM-27B correspondente a um xenólito apresenta *concordia age* calculada com base em 17 análises, o valor obtido é de 623.1 ± 3.0 Ma (figura 92). A média ponderada das Idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ calculada para os pontos utilizados mostra alto grau de concordância (figura 92). Três cristais foram excluídos do cálculo da idade de cristalização do mineral.

Figura 91 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-29A

Figura 92 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-27B

Figura 93 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-30

O enclave microgranular tonalítico correspondente a amostra VSM-30 apresenta *concordia age* de 609.6 ± 2.5 Ma (figura 93) calculada com base em 18 análises. A média ponderada das Idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ calculada com erro de 2σ é igual a 609.1 ± 3.6 Ma, o valor obtido é bastante similar a *concordia age* (figura 93). Dois cristais foram excluídos do cálculo da idade de cristalização do mineral.

Suíte São Pedro de Alcântara

O hornblenda biotita monzogranito correspondente a amostra VSM-35 teve as titanitas separadas e coletadas para a datação, a população dos cristais se agrupa em torno de duas idades. Os valores mais velhos de *concordia age* são 659 ± 11 Ma já a idade mais jovem é de 577 ± 12 Ma. Ambas as idades foram calculados utilizando cinco análises pontuais (figura 94). Os valores das médias ponderadas das Idades $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ dos dois conjuntos, calculada com erro de 2σ , são concordantes com as *concordia ages*, nenhum valor foi rejeitado (figura 94).

Figura 94 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-35

A titanita apresenta uma baixa resiliência em sistemas magmáticos, a abertura do sistema U-Pb por eventos termais superimpostos é recorrente. O valor mais jovem coincide com a faixa de idades interpretadas como idade de cristalização das rochas vulcânicas ácidas, é atribuída ao aquecimento resultante do magmatismo da SVC. A idade mais antiga encontrada pode estar relacionada a heranças do sistema magmático porém não é esperado que um mineral como a titanita sobreviva a diversos ciclos de aquecimento, por mais que se especule não foi levantada outra hipótese para os valores antigos encontrado.

Monazita

O ortognaisse granodiorítico VSM-53C foi a única preparada para a datação das monazitas. O valor da *concordia age* obtido para a amostra é de 585.5 ± 2.7 Ma (figura 95), extraído de 6 análises pontuais. Sete *spots* foram descartados dos cálculos devido problemas analíticos diversos. A dispersão apresentada pelos pontos é atribuída a uma recente perda de Pb.

Figura 95 – Concordia e média ponderada das idades calculada para amostra VSM-53C

Lu-Hf em zircão

A metodologia Lu-Hf aplicada em cristais de zircão possibilita uma investigação mais precisa a respeito da origem das rochas. Atualmente ainda não se dispõe de dados de isótopos de Hf para rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina. O presente trabalho visa preencher essa lacuna e contribuir com o avanço do conhecimento geológico da região.

O sistema Lu-Hf apresenta características similares ao sistema Sm-Nd e a idade modelo TDM_{Hf} também corresponde a extração do material de um reservatório mantélico. O parâmetro ϵ_{Hf} calculado para a idade de cristalização de uma rocha apresenta valores positivos para assinaturas mantélicas e valores negativos para assinaturas crustais. Os valores foram calculados em duplo estágio sendo a idade T_1 correspondente a idade $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ (cristalização). A amostra VSM-53C foi a única que teve os zircões concentrados para datação e não foi aplicada a metodologia Lu-Hf.

Os resultados das análises de Lu-Hf são apresentados em tabela presente no Anexo 8. Analisando o conjunto como um todo percebemos que as idades modelo TDM_{Hf} variam entre 1471 – 3270 Ma, a maioria dos cristais se agrupa em torno de 2010 Ma. Contudo temos duas populações menores em torno de 1500 Ma e 2500 Ma. As idades TDM_{Hf} são mais anti-

gas que a idade de formação das rochas que é por volta de 600Ma (figura 96). Assim como indicado pelas análises de Sm-Nd os resultados obtidos com o método Lu-Hf indicam um alto período de residência crustal para o material precursor desses granitoides. As rochas analisadas tem forte contribuição de uma crosta paleoproterozoica em sua gênese, indicando processos de retrabalhamento crustal. Alguns cristais apresentam TDM_{Hf} superior a 2500 Ma evidenciando uma assinatura arqueana porém a contribuição é restrita.

Figura 96 – Diagrama de probabilidade de densidade para as idades U-Pb em zircão e TDM_{Hf}

Os valores de $\epsilon_{Hf(T1)}$ do conjunto variam entre -28,43 e 0,22. As assinaturas obtidas são características de um material crustal com valores próximos a zero e pouco negativos sendo indicativos de crosta inferior. Já valores consideravelmente negativos são assinaturas comuns à crosta superior. Os granitoides da Ilha de Santa Catarina apresentam um grande espalhamento dos valores de $\epsilon_{Hf(T1)}$ essa característica indica uma contribuição de materiais de diferentes na formação dessas rochas, provavelmente posicionadas em diferentes níveis crustais. A evolução do parâmetro ϵ_{Hf} ao longo do tempo para o conjunto é apresentada no diagrama correspondente a figura 97. As assinaturas corroboram com os modelos de câmaras magmáticas estratificadas e material sendo extraído de diferentes níveis crustais.

Figura 97 – ϵ_{Hf} vs Tempo – evolução do ϵ_{Hf} para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

A maioria das rochas apresenta assinaturas de crosta média e inferior com valores de $\epsilon_{\text{Hf}(T1)}$ maiores (menos negativos) que -13,5. Para a SSPA os valores estão entre -2,37 e -9,82 já para a SPG o $\epsilon_{\text{Hf}(T1)}$ varia entre 0,22 e -13,34. Os valores do gnaiss bandado (ortognaisse granodiorítico e da banda granítica) da AGS são similares ao intervalo definido pela SPG. O grande espalhamento definido pelas análises refletiria o “canibalismo” interno da própria câmara magmática gerado por processos de reciclagem.

Algumas amostras da SVC (Granito Itacorubi e GCM) e da AGS (enclaves tonalíticos, xenólito e microgranular) apresentam cristais com valores de $\epsilon_{\text{Hf}(T1)}$ francamente negativos, menores (mais negativos) que -13,5 e com as idades TDM_{Hf} mais antigas. Os enclaves tonalíticos da AGS equivalentes às composições mais primitivas dentre as amostras estudadas não apresentam assinatura mantélica assim como as demais rochas em questão. A ausência de assinaturas mantélicas nas rochas da SVC depõe contra a hipótese da participação direta do manto na formação das mesmas.

Discussão dos resultados

Panorama geocronológico e relação entre as unidades

Diques riolíticos pertencentes à SVC são encontrados cortando todas as unidades porém o contato entre as demais não é observado em campo. A relação cronológica entre

elas é estabelecida com base nas descrições regionais do BF e a partir dos resultados obtidos pelas metodologias aplicadas, principalmente as idades U-Pb.

Os resultados das análises químicas e das assinaturas isotópicas obtidas apoiado nas diferenças petrográficas indicam que as rochas da SPG, SSPA e AGS apresentam tanto material precursor quanto gêneses distintas. Apesar da grande afinidade química entre a SVC e SPG e da correlação espacial apresentada as assinaturas isotópicas e os dados geocronológicos evidenciam processos distintos que controlam a formação das rochas da SVC.

A AGS é interpretada como um grande teto pendente dentro do Granito Ilha. Representaria o conjunto mais antigas do BF, parcialmente assimilada durante *emplacement* da SPG. Tal interpretação se pauta nas diferenças apresentadas pelas análises geoquímicas e assinaturas isotópicas das unidades, somando-se ao fato das rochas da AGS apresentarem idades mais antigas que as rochas da SPG. Um perfil esquemático E-W indicado no mapa correspondente ao Anexo 1 mostra a relação entre essas unidades (figura 98).

Figura 98 – Perfil esquemático E-W evidenciando a relação entre AGS e SPG

A AGS apresenta uma variedade de litotipos e relações não encontradas em outras unidades estudadas. Regionalmente tem idades correlacionáveis com rochas da SAM (Granito Paulo Lopes) e dos granitoides restritos às ZCMG na região homônima (AGR e AGF) e na região de Porto Belo (Granito Quatro Ilhas, Granito Mariscal e Complexo Estaleiro) tabela 2. Seguindo a compartimentação regional adotada a AGS seria um correspondente das suítes mais antigas dentro do BF.

Os litotipos encontrados na AGS são agrupados em três conjuntos principais e apresentam uma dinâmica própria. As idades obtidas são compatíveis com as observações de campo, onde as rochas mais antigas são os xenólitos tonalíticos (620.5 ± 2.4 Ma e 626.0 ± 5.7 Ma) presentes tanto no ortognaisse granodiorítico como no Granito Morro das Aranhas. Enclaves tonalíticos microgranulares presentes no gnaiss bandado (amostra VSM-30), em especial nas bandas de composição intermediária, apresenta idade de cristalização (610.2 ± 1.9 Ma) pouco mais jovem que os xenólitos. Esses por sua vez podem ser interpretados co-

mo autólitos ou diques sin-plutônicos desmembrados com idade é similar a da rocha encaixante (614.2 ± 1.4 Ma).

As relações de campo nos mostram que os gnaisses bandados são fruto da interação de dois magmas diferentes, uma banda de composição intermediária (ortognaisse granodiorítico) e outra banda de composição granítica. As bandas de composição intermediária são cortadas por bolsões de um magma felsico mais diferenciado formado pelas rochas mais jovens da AGS. Ocorre uma assimilação parcial do ortognaisse granodiorítico por esses líquidos graníticos. A grande afinidade química e semelhança das assinaturas isotópicas entre a banda granítica e o GMA nos faz associar as duas rochas ao magmatismo sienogranítico que intrude toda a sequência. As bandas graníticas concordantes ao bandamento do ortognaisse granodiorítico corresponderiam aos primeiros líquidos graníticos injetados enquanto o GMA seria o representante final desse magmatismo.

A idade de cristalização apresentada pela banda granítica é de 609.2 ± 4.4 Ma e a idade obtida para uma banda de ortognaisse granodiorítico parcialmente assimilado por líquidos graníticos é 604 ± 14 Ma. Observações de campo mostram que a interação entre as duas rochas se dá com certa plasticidade. Quando se deu a colocação das bandas graníticas, as bandas granodioríticas não estavam totalmente cristalizadas mas já se mostravam foliadas. Ainda que localizadamente, estas bandas apresentam feições indicativas de fusão.

A interação entre o ortognaisse granodiorítico e os líquidos sienograníticos se estende por aproximadamente 4 – 5 Ma. O início dessa interação pode ser marcado pela recristalização da titanita feições de instabilidade dessa fase mineral são descritas nas rochas da AGS. As idades encontradas para as titanitas do ortognaisse granodiorítico e seu enclave microgranular tonalítico são de 609.1 ± 4 Ma e 609.6 ± 2.5 Ma respectivamente, bastante similares a apresentada pelo bandamento granítico.

O Granito Morro das Aranhas é o litotipo mais expressivo da AGS e apresenta idade de cristalização de 606.0 ± 1.5 Ma. Considerando o intervalo entre as idades do ortognaisse bandado (bandas de ortognaisse granodiorítico) e do GMA, é possível estimar que o magmatismo da AGS teria se estendido por aproximadamente 8 – 10 Ma.

A idade das titanitas (623.1 ± 3 Ma) apresentada pelo xenólito tonalítico é próxima a obtida nos cristais de zircão, isso indica que os eventos de aquecimento posterior não foram suficientes para resetar o sistema U-Pb dessa fase mineral nesses corpos.

A idade encontrada nos cristais de monazita (585.5 ± 2.7 Ma) de origem hidrotermal é similar às idades de cristalização encontradas no Granito Ilha, assim refletiriam o aquecimento provocado pela assimilação da AGS no momento da colocação da SPG.

Alguns cristais de zircão do GMA apresentam recristalização posterior provocada por ação de fluidos hidrotermais, o evento hidrotermal é datado em 589.0 ± 2.0 Ma. O valor é coincidente com a idade apresentada pela monazita e consequentemente a idade de cristalização da SPG. O valor é atribuído à interação entre as duas unidades e reforça a interpretação de que a AGS corresponde a um grande teto pendente dentro da SPG.

As rochas da AGS representam a unidade mais antiga da Ilha de Santa Catarina. Entretanto, as idades neoproterozoicas encontradas até o momento, não confirmam os valores meso-paleoproterozoicos atribuídos por Tomazzoli e Pellerin 2015 a essa unidade.

As idades obtidas para as três amostras do Granito Ilha são coerentes com as idades encontradas em outros litotipos da SPG localizados em outras regiões do Batolito Florianópolis (tabela 2). As idades U-Pb em zircão, disponíveis para os granitóides da Suíte Pedras Grandes na área de estudo, sugerem a recorrência desse magmatismo em um intervalo de tempo de aproximadamente 15 Ma, se estendo de 600 a 585 Ma.

O hornblenda biotita monzogranito da SSPA apresenta idade de cristalização igual ou ligeiramente mais jovem que amostras relacionadas à mesma suíte datadas em outras localidades do BF. O magmatismo que se estende por aproximadamente 8 Ma na Ilha de Santa Catarina pode representar as últimas expressões dessa suíte. A idade de cristalização 584.6 ± 2.7 Ma para amostra VSM-40A é a mais jovem, até então, disponível para essa suíte.

O contato entre a SSPA e a SPG não foi observado, porém as idades encontradas apontam para a coexistência desses dois magmatismos. Embora sejam contemporâneas as unidades apresentam assinatura isotópica, química e petrografia distintas sugerindo fontes diferentes. A extração desses materiais pode ter se dado em diferentes níveis crustais.

As características da amostra VSM-40A e dos seus cristais de zircão indicam a presença de reações com fluidos tardi-magmáticos. A idade sugerida para esse hidrotermalismo (572.2 ± 1.7 Ma) é próxima a idade apresentada pelas rochas da SVC. De modo semelhante a idade mais jovem apresentada pelas titanitas (577 ± 12 Ma) da amostra VSM-35 é próxima as idades encontradas na SVC. Esse conjunto de idades pode marcar um evento posterior a que as rochas da SSPA foram submetidas. Tanto o hidrotermalismo como um possível podem estar associados ao vulcanismo ácido que ocorreu na região.

As idades mais antigas registradas pelas titanitas (659 ± 11 Ma) da mesma amostra VSM-35 ainda carecem de uma explicação mais satisfatória. Pode ser um indício de que o aquecimento ocorreu num período curto de tempo e não foi capaz homogeneizar isotopicamente todos os minerais.

A SVC é bastante homogênea quimicamente, o único litotipo que se destaca do conjunto corresponde à amostra VSM-53 A, uma rocha subvulcânica com inúmeros aglomerados máficos. A idade de cristalização calculada para os principais fácies vulcânicos e subvulcânicos da SVC varia entre 574 ± 1.8 Ma e 594 ± 2.8 Ma. Isso permite supor que a construção do magmatismo Cambirela se dá com sucessivos pulsos intermitentes ao longo de 20 Ma. Dentre o conjunto analisado na SVC, as rochas mais antigas correspondem aos fácies do Granito Itacorubi já as mais jovens são os derrames riolíticos. Amostras datadas em outras localidades do BF apresentam idades similares às encontradas no presente trabalho.

Algumas amostras apresentam xenocristais de zircão assimilados das rochas encaixantes com idades similares (600.4 Ma; 614.5 Ma e 620.4 Ma) às encontradas nas outras unidades da Ilha de Santa Catarina, tal fato evidencia um retrabalhamento crustal em níveis rasos, as assinaturas isotópicas de Hf corroboram com a hipótese. Outro ponto favorável para essa afirmação é encontrado em Janasi *et al.* 2015, nesse trabalho os autores apresentam duas assinaturas distintas de $\delta^{18}\text{O}$ em zircões para uma rocha vulcânica felsica pertencente a SVC, os valores indicam que tais rochas são produtos de fusão em nível raso de crosta.

O Granito Itacorubi correspondente ao principal facies subvulcânico da SVC, representa uma intrusão rasa associada ao sistema vulcânico. Trata-se, possivelmente, de um corpo granítico que abastece de magma os derrames. A comunicação entre os sistemas em diferentes níveis crustais aponta para uma modelo de câmara magmática estratificada. A amostra VSM-33 (derrame riolítico) tem um cristal de zircão com núcleo herdado apresentando idade de 803 Ma, tal valor ainda não foi reportado no BF.

Um panorama geral com todas as idades obtidas para as diferentes fases minerais datadas é apresentado na figura 99.

A Ilha de Santa Catarina é um recorte do BF, pode se observar as características políclicas e polintrusivas da construção de suas rochas. Algumas amostras apresentam cristais interpretados como heranças, as idades variam entre 640 – 690 Ma e remetem a assimilação das rochas encaixantes. Na região de Porto Belo é encontrado um xenólito de ortogneiss no

Granito Quatro Ilhas com idade de 649 ± 9.7 Ma (Chemale *et. al* 2012), a idade é condizente com a apresentada pelos xenocristais encontrados nos granitoides da área de estudo.

Figura 99 – Compilação das idades U-Pb em zircão, titanita e monazita para os granitoides da Ilha de Santa Catarina

Contexto geotectônico e correlações regionais

A utilização de elementos traço como discriminantes de ambiente tectônico vem sendo utilizada há alguns anos. Na década de 80 inúmeros trabalhos se basearam no comportamento geoquímico desses elementos para esse fim. Embora o uso da ferramenta seja bastante contestado por parte da comunidade geológica as classificações químicas nos indicam características comuns de rochas em um mesmo contexto. Para as rochas graníticas os diagramas Nb vs. Y e Rb vs. (Nb + Y) são muito utilizados, originalmente propostos por Pearce *et al.* (1984) e posteriormente modificados por Pearce (1996). A aplicação dessa classificação para as rochas da Ilha de Santa Catarina está apresentada na figura 100.

A maioria das amostras analisadas plotam no campo WPG (*Whitin Plate Granites*) para o diagrama Nb vs. Y, a amostra correspondente ao GMA cai no campo dos granitos sincolisionais relacionados a arcos vulcânicos em margens continentais ativas, a amostra correspondente ao bandamento granítico apresenta teores de Nb abaixo do limite de detecção e não foi plotada nesse diagrama. Para o gráfico Rb vs. (Nb + Y) a maioria das amostras ainda coincidem com WPG, porém a grande parte está compreendida no campo dos granitos pós-colisionais. Embora seja definido o campo para os granitos pós-colisionais a incidência de amostras nessa área não é exclusiva de tais granitoides. Algumas amostras da AGS dentre

elas o GMA, banda granítica e um enclave tonalítico apresentam composições referentes a granitos sin-colisionais.

Pearce *et al.* (1984)

Figura 100 – Diagramas discriminantes de ambiente tectônico segundo Pearce *et al.* 1986 e Pearce 1996

O magmatismo cálcio-alcálico de alto potássio é descrito em diversos contextos geodinâmicos, dentre eles temos margens continentais ativas, orógenos colisionais e em soerguimento pós-colisional intraplaca da crosta continental. Magmas com caráter peraluminoso são descritos principalmente em ambientes de colisão continental. Segundo os critérios apresentados por Barbarin (1999) os granitoides estudados na Ilha de Santa Catarina podem ser enquadrados nas classificações ACG (granitoides calcioalcalinos com anfibólio), KCG (Granitoides calcioalcalinos rico em potássio) e em menor proporção MPG (granitoides peraluminosos com muscovita). O contexto geotectônico relacionado a cada classificação é: ACG – margem continental ativa, subducção de crosta oceânica, KCG – ambiente transicional e MPG – colisão continental. Tanto as margens ativas quanto os ambientes transicionais apresentam assinaturas de contribuição mantélica e crustal.

Somando as informações fornecidas pelos dois sistemas de classificação as rochas estudadas podem ser interpretadas como geradas em um contexto de margem continental ativa com subducção de crosta oceânica e formação de um arco magmático maduro. As rochas da AGS (rochas syn-colg e ACG) representariam resquícios dos termos mais primitivos

desse arco, representando granitoides sin-tectônicos. O magmatismo cálcio-alcálico de alto potássio metalumino das suítes SSPA, SPG e SVC (enquadrados KCG) representariam os termos tardios a pós-colisionais do arco, já as rochas peraluminosas da suíte SVC seriam representantes do magmatismo pós-colisional.

Embora muito se postule a respeito da contribuição de material mantélico na formação dos granitos tipo A nenhuma das rochas aqui estudadas mostrou alguma assinatura isotópica em rocha total ou Lu-Hf em zircão que remetesse a esse reservatório. Os indícios de interação com magmas básicos não estão obrigatoriamente, relacionados com uma contribuição do manto, podem representar a fusão de rochas anfibolíticas em nível de crosta média ou profunda.

A fim de estabelecer uma correlação regional e investigar possíveis materiais fonte para os magmatismos estudados os resultados isotópicos em rocha total e Lu-Hf em zircão obtidos foram comparados com os dados disponíveis na literatura. Outras amostras do BF foram incorporadas aos resultados e comparadas com as seguintes unidades: Batólito Pelotas (BP), Granitos Intrusivos no Grupo Brusque (GIGB) e Complexo Migmatítico Camboriú (CMC). A afinidade isotópica entre as amostras da Ilha de Santa Catarina e do restante do BF é evidente e nos diagramas a seguir são tratadas conjuntamente.

Os dados isotópicos em rocha total foram extraídos dos trabalhos: Montovani *et al.* 1987; Babinski *et al.* 1997; Silva *et al.* 2000; Lopes 2008; Florisbal *et al.* 2009, 2012a, 2012c; Passarelli *et al.* 2011; Chemale *et al.* 2012; Hueck *et al.* 2016. Para fins de comparação com o BP utilizou-se apenas os dados das suítes que ocorrem a leste da ZCC, os parâmetros utilizados com os resultados da metodologia Sm-Nd foram recalculados em duplo estágio quando necessário.

A afinidade entre o BP e o BF vem sendo investigada de longa data o gráfico de evolução do ϵ_{Nd} vs. Tempo correspondente à figura 101 evidencia essa similaridade. Os valores de ϵ_{Nd} e TDM_{Nd} para os dois batólitos são bem próximos indicando fontes similares, tais características reafirmam a idéia proposta por Fragosó-César 1986 de que ambas as unidades representem o mesmo magmatismo sendo geradas em um mesmo contexto tectônico.

As duas unidades quando comparadas com os granitoides do CMC e GIGB mostram diferenças para os parâmetros de Nd (figura 102). O BP e BF apresentam idades modelo TDM_{Nd} variando aproximadamente entre 1250 – 2000 Ma, já as demais unidades apresentam material precursor com maior período de residência crustal e idades modelo TDM_{Nd} variando aproximadamente entre 1550 – 2750 Ma para GIGB e 1450 – 3300 Ma para CMC.

Apesar da sobreposição existente no gráfico ϵNd vs. Tempo não há uma afinidade clara entre as rochas do cinturão granítico e as unidades CMC e GIGB.

Figura 101 – ϵNd vs Tempo compilação dos dados disponíveis para os Batolitos Pelotas e Florianópolis

Figura 102 – ϵNd vs Tempo - compilação dos dados disponíveis para os Batolitos Pelotas e Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú

A análise combinada dos isótopos de Nd e Sr é utilizada para comparação do BF com granitoides de outras unidades do escudo catarinense. O diagrama de ϵNd vs. ϵSr (figura 103) tem os parâmetros calculados para idade de 580 Ma, fica clara que as três unidades em questão apresentam assinaturas francamente crustais.

ϵ_{Nd} vs. ϵ_{Sr} (para 580 Ma) - (BF - GIGB - CMC)

Figura 103 – ϵ_{Nd} vs ϵ_{Sr} calculado para 580 Ma - compilação dos dados disponíveis para o Batólito Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú

O CMC pode ser dividido em dois grupos que apresentam assinatura de crosta média e principalmente crosta inferior, parte dessas amostras apresentam uma sobreposição insipiente com o campo formado pelas amostras do BF. Os GIGB apresentam um grande espalhamento e mostram assinaturas tanto de crosta inferior como de crosta superior restrita para os granitos da SSJB. Admite-se que as rochas dessa suíte tenham sido geradas a partir da fusão de metassedimentos do Grupo Brusque. As características da unidade indicam que os diferentes granitos foram extraídos em diferentes níveis crustais, parte dessas amostras apresenta sobreposição com os campos do CMC indicando uma afinidade e similaridade genética. O BF apresenta características de crosta média e predominantemente de crosta superior o que pode indicar a contribuição de metassedimentos na formação de parte das amostras. Observando o campo formado por essa unidade percebemos que a maioria delas se destaca dos campos formados pelo CMC e GIGB. A diferença apresentada diminui a possibilidade de tais granitoides do escudo catarinense apresentarem uma fonte e gênese comum.

A diferença entre as três unidades também é evidente nas análises de isótopos de Pb. O modelo “*plumbotectonics*” de Zartman & Doe 1981 aplicado na construção do diagrama

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (figura 104) reafirma algumas características já encontradas em outros métodos. O BF e o CMC plotam em dois campos distintos, a primeira unidade apresenta assinaturas de crosta superior e valores radiogênicos altos; já o CMC aponta assinaturas mantélicas e de crosta inferior. A assinatura de orógeno indica contribuição mista (crosta superior e manto), com a maioria das amostras apresentando valores pouco radiogênicos. As rochas do GIGB formam um grupo heterogêneo incluindo valores correspondentes ao manto, crosta inferior, orógeno e crosta superior. Tais características são evidências de fusão em diferentes níveis crustais e provável interação entre esses reservatórios. A sobreposição com o campo formado pelas amostras do BF é baixa e ocorre com alguns granitos da SSJB sugerindo baixa afinidade entre as unidades.

Figura 104 – $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ – modelo “Plumbotectonics” para o Batólito Florianópolis, Granitos Intrusivos no Grupo Brusque e Complexo Metamórfico Camboriú

As diferenças das assinaturas isotópicas apresentadas pelas rochas ígneas de Santa Catarina, indicam que grande parte dessas rochas não devem possuir uma fonte comum. Parte dos granitoides tardios do CMC tem formação relacionada ao GIGB, já o BF tem evolução dissociada dessas unidades. Os novos dados adquiridos corroboram com proposta de Basei *et al.* 2000 e reafirmam que a ZCMG corresponde a uma grande zona de sutura que separa os granitoides do Batólito Florianópolis dos terrenos situados a oeste.

Os dados de isótopos de Hf em zircão ainda são restritos a algumas unidades do CDF, a participação de uma crosta continental paleoproterozoica na formação dos granitoides da Ilha de Santa Catarina é constada pelo uso dessa metodologia. Apesar das diferenças observadas o CMC ainda é o núcleo de embasamento mais próximo ao BF e apresenta uma sobreposição parcial com o mesmo no diagrama de ϵNd vs. Tempo (figura 102). A construção do diagrama ϵHf vs. Tempo (figura 105) utilizando os dados disponíveis do CMC e dos granitoides da área de estudo visa fornecer mais elementos para elucidar essa relação.

Figura 105 - ϵHf vs Tempo – compilação dos dados disponíveis para as unidades do Batolito Florianópolis e Complexo Metamórfico Camboriú

As amostras do CMC utilizadas foram retiradas do trabalho de Basei *et al.* 2013. Correspondem a leucossomas e mesossomas dos migmatitos, granitoides intrusivos e anfibolitos. Observando o diagrama podemos perceber que não há sobreposição entre os granitoides do CMC e as rochas estudadas na Ilha de Santa Catarina. Os granitoides indicam uma contribuição de crosta mais antiga que não é observada no BF, semelhante ao padrão observado nas rochas do CMC, em sua maioria, apresentam valores de ϵHf mais negativos e com TDM_{Hf} mais antigos. Os anfibolitos indicam uma acreção juvenil por volta de 1500 Ma e seus valores de ϵHf apresentam sobreposição com cristais herdados presentes nos enclaves tonalíticos da AGS e rochas vulcânicas ácidas da SVC. Os anfibolitos ocorrem de forma restrita somente como xenólitos no diatexitó Ponta do Cabeço, não se pode afirmar categorica-

mente que essas rochas correspondam a um possível material fonte para os granitoides estudados. Entretanto podem ser um indício que rochas de composição anfibolítica em níveis mais profundos de crosta possam participar da geração desses magmas.

Conclusões

Os estudos realizados reafirmam o caráter polintrusivo do Batolito Florianópolis. A unidade em questão se formaria em um contexto de margem continental ativa resultante de um processo de subducção para E com consumo de crosta oceânica conforme proposto por Basei *et al.* 2000, 2005 e 2008. A ocorrência de um magmatismo cálcio alcalino de alto potássio está bem documentada em análogos modernos como o Batolito Sierra Nevada e Batolito Costeiro do Peru.

Regionalmente há uma boa correlação entre as unidades estudadas na Ilha de Santa Catarina e em outras regiões do BF. A similaridade entre o BF com as suítes afins do BP é evidente e reafirmam as assertivas de que ambos representam o mesmo magmatismo. Os estudos isotópicos reafirmam também as diferenças encontradas entre os granitoides do escudo catarinense separados pela ZCMG, salientando a importância desse lineamento como uma possível zona de sutura. Os dois terrenos tiveram desenvolvimentos distintos se justapondo por volta de 600 Ma.

Os resultados obtidos não apontam para contribuições mantélicas na geração das rochas em questão, a interação com magmas básicos é observada de maneira localizada e estes por sua vez podem corresponder a extração de materiais anfibolíticos em níveis crustais médio e inferiores. Por outro lado não é descartado o incremento de magmas básicos na câmara já que a presença de xenólitos e enclaves máficos é um indicativo de mistura mecânica (*mingling*). Processos de mistura química (*mixing*), podem ocorrer, porém não se acredita que sejam eficientes na geração de grandes volumes de magma. Essas indicações são secundárias e localizadas.

A AGS é a unidade mais antiga dentre as estudadas, é interpretada como um teto pendente parcialmente assimilado pela colocação da SPG e apresenta associação de litotipos e gênese distinta das demais. As idades obtidas posicionam toda a história evolutiva dessas rochas no neoproterozoico. Regionalmente se assemelha a SAM em especial às descrições realizadas do Granito Paulo Lopes. As idades são coincidentes com as observadas nos granitos restritos a ZCMG nas regiões de Porto Belo e Major Gercino.

A AGS é formada pela interação de dois litotipos principais os gnaisses bandados e o GMA. A banda de ortogneisse granodiorítico é parcialmente assimilada por líquidos graníticos inicialmente correspondentes as bandas graníticas e por fim o GMA. As intrusões graníticas se dão com o ortogneisse granodiorítico ainda apresentando certa plasticidade. As bandas graníticas são injetadas sob o mesmo campo de tensões do ortogneisse granodiorítico formando estruturas concordantes que correspondem ao bandamento principal do gnaisse bandado. Por último são encontrados bolsões pegmatíticos característicos de fases finais de cristalização. A composição química e assinaturas isotópicas das bandas graníticas são bastante similares as apresentada pelo GMA. Feições localizadas de fusão são observadas. As técnicas aplicadas indicam que os magmas intermediários apresentam uma temperatura cerca de 100°C maior que os magmas ácidos. A presença de bolsões gnáissicos tendo o GMA como rocha hospedeira e a similaridade dos enclaves e xenólitos encontrados em ambas os litotipos são evidencias de mistura mecânica.

O hidrotermalismo que afeta a região é bastante intenso e mascara a mineralogia primária das rochas, as reações com os líquidos hidrotermais podem estar relacionadas com a assimilação pelo Granito Ilha ou com o magmatismo Cambirela (diques de rochas vulcânicas felsicas são amplamente descritos no Costão do Santinho).

As idades indicam a coexistência das SPG e SSPA. Entretanto as assinaturas isotópicas, as características químicas e petrográficas apontam para magmas de origem distinta. Essa diferença pode refletir níveis crustais diferentes em que esses materiais foram extraídos ou representar uma heterogeneidade da crosta. As metodologias aplicadas indicam uma temperatura maior para os magmas da SSPA, o material extraído apresenta idades modelo TDM_{Nd} mais jovens indicando um menor tempo de residência crustal. Tais características podem ser atribuídas a uma interação com magmas básicos já que nesta suíte foram encontrados enclaves de composição diorítica.

O hidrotermalismo descrito em algumas amostras da SSPA é atribuído ao magmatismo Cambirela, essa idéia se baseia na morfologia dos cristais de zircão e as idades obtidas para as titanitas. O comportamento bimodal apresentado pelas idades de titanita pode indicar transformações introduzidas na estrutura desses cristais por processos magmáticos.

A SPG apresenta assinaturas de Hf em zircão condizentes com níveis médios e inferiores de crosta, já as assinaturas isotópicas em rocha total indicam um ambiente de crosta superior. Admite-se assim que o Granito Ilha é gerado da fusão de material em crosta inferi-

or e sua colocação se dá em níveis mais rasos, crosta superior. As idades encontradas para essa unidade são condizentes com as obtidas em amostras de outras regiões do BF.

As similaridades químicas e isotópicas apresentadas pelas SPG e SVC demonstram uma afinidade entre as unidades. Contudo, apesar da correlação espacial também observada em outras localidades do BF admite-se que a gênese das rochas vulcânicas é distinta dos granitoides. As assinaturas de Hf em zircão e a presença de prováveis xenocristais assimilados das rochas encaixantes são evidências de processos de retrabalhamento crustal, fusões em níveis rasos de crosta.

As rochas da SVC corresponderiam a câmaras magmáticas estratificadas. O Granito Itacorubi corresponderia a um corpo intrusivo em nível crustal raso responsável pelas reinjecções de pulsos magmáticos. A SVC representa a unidade mais jovem dentre as estudadas.

Os granitoides da SPG apresentam afinidades com os granitos tipo A, contudo são interpretados como produtos finais e mais evoluídos de arco magmático.

Referências Bibliográficas

- 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.
- Babinski, M., Chemale, F., Van Schmus, W. R., Hartmann, L. A., & Da Silva, L. C. (1997). U-Pb and Sm-Nd geochronology of the neoproterozoic granitic-gneissic Dom Feliciano Belt, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 10(3), 263-274.
- Barbarin, B., (1999). A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, 46(3), 605-626.
- Basei, M.A.S. (1985). O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. São Paulo. 195 p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Basei, M. A. S., & Hawkesworth, C. (1993). O Magmatismo do Cinturão Dom Feliciano (SC) e sua importância no estabelecimento das principais descontinuidades crustais da região sul-brasileira. *Simposio Internacional Neoproterozoico-Cambrico Cuenca del Plata*, 1.
- Basei, M. A. S., & Hawkesworth, C. (1994). The Granite Belt on the Eastern part of Southern Brazil and Uruguay. In: Eighth International Conference of Geochronology, Cosmochronology and Isotope Geology, Berkeley, USA. Abstracts, U.S. Geological Survey Circular 1107, pp. 22.
- 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. *IGC-USP*, p. 124.
- Basei, M.A.S., Siga Jr., O., Masquelin, H., Harara, O.M., Reis Neto, J.M., Preciozzi, F., (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*, pp. 311-334 (Rio de Janeiro).
- Basei, M.A.S., Frimmel, H.E., Nutman, A.P., Preciozzi, F., Jacob, J., (2005). The connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano (Brazil/Uruguay) and Gariep (Namibia/South Africa) orogenic belts. *Precambrian Res.* 139, 139–221.
- 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 SW Africa, West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations Across the South Atlantic Region. In: Pankhurst, R.J., Trouw, R.A.J., de Brito Neves, B.B., de, M.J.W.I.T. (Eds.), *Geological Society London, Special Publication*. London, 294, pp. 239–256.
- Basei, M. A. S., Neves, B. B. B., Siga, O., Babinski, M., Pimentel, M. M., Tassinari, C. C. G., & Cordani, U. G. (2010). Contribution of SHRIMP U–Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts. *Precambrian Research*, 183(1), 112-144.

- Basei, M. A. S., Drukas, C. O., Nutman, A. P., Wemmer, K., Dunyi, L., Santos, P. R. D., & Osako, L. (2011). The Itajaí foreland basin: a tectono-sedimentary record of the Ediacaran period, Southern Brazil. *International Journal of Earth Sciences*, 100(2-3), 543-569.
- Basei, M. A. S., Neto, M. C., Castro, N. A., Nutman, A. P., Wemmer, K., Yamamoto, M. T., & Passarelli, C. R. (2011). Tectonic evolution of the Brusque Group, Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 32(4), 324-350.
- Basei, M. A. S., Neto, M. D. C. C., Lopes, A. P., Nutman, A. P., Liu, D., & Sato, K. (2013). Polycyclic evolution of Camboriú Complex migmatites, Santa Catarina, Southern Brazil: integrated Hf isotopic and U-Pb age zircon evidence of episodic reworking of a Mesoarchean juvenile crust.
- Bastos Neto, A. C., Dardenne, M.A., Touray, J.C. (1997). Contribuição do estudo das alterações hidrotermais de encaixante a gênese das mineralizações do distrito fluorítico de Santa Catarina. *Geochimica Brasiliensis*, 11(2):213-229.
- Bitencourt, M. F., (1996). Granitóides sintectônicos da região de Porto Belo, SC: uma abordagem petrológica e estrutural do magmatismo em zonas de cisalhamento. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 310 pp.
- Bitencourt, M. F.; & Nardi, L. V. S. (2000). Tectonic setting and sources of magmatism related to the Southern Brazilian shear Belt. *Brazilian Journal of Geology*. 30, 186-189.
- Bittencourt M. F.; & Nardi L. S. V. (2004). The role of xenoliths and flow segregation in the genesis and evolution of the Paleoproterozoic Itapema Granite, a crustally derived magma of shoshonitic affinity from southern Brazil. *Lithos*, 73:1-19.
- Bitencourt, M. D. F. A. S.; Bongiorno, E. M.; Philipp, R. P.; Morales, L. F. G.; Rubert, R. R.; Melo, C. L.; & Luft Júnior, J. L. (2008). Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão Dom Feliciano, na Região de Garopaba-Paulo Lopes, SC. *Pesquisas em Geociências*. Vol. 35, n. 1 (2008), p. 109-136.
- Blichert-Toft, J., & Albarède, F. (1997). The Lu-Hf isotope geochemistry of chondrites and the evolution of the mantle-crust system. *Earth and Planetary Science Letters*, 148(1), 243-258.
- Bonin, B. (2007). A-type granites and related rocks: evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos*, 97(1), 1-29.
- Caldasso, A. L. S., Krcbs, A. S. J., & Silva, M. A. S. (1994). Geologia da Folha Brusque (SG. 22-ZD-11-1), Estado de Santa Catarina. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 38.
- Chemale, F., Mallmann, G., Bitencourt, M.F., Kawashita, K.,(2012). Time constraints on magmatism along the major Gercino shear zone, southern Brazil: implications for West Gondwana reconstruction. *Gondwana Research* 22 (1), 184-199.

Corfu, F., Hanchar, J. M., Hoskin, P. W., & Kinny, P. (2003). Atlas of zircon textures. *Reviews in mineralogy and geochemistry*, 53(1), 469-500.

DePaolo, D. J. (1979). Implications of correlated Nd and Sr isotopic variations for the chemical evolution of the crust and mantle. *Earth and Planetary Science Letters*, 43(2), 201-211.

DePaolo, D. J. (1981). A neodymium and strontium isotopic study of the Mesozoic calc-alkaline granitic batholiths of the Sierra Nevada and Peninsular Ranges, California. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 86(B11), 10470-10488.

DePaolo, D. J. (1981). Trace element and isotopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. *Earth and planetary science letters*, 53(2), 189-202.

DePaolo DJ (1988) Neodymium isotope geochemistry. Springer, Berlin, 187 p

DePaolo, D. J., Linn, A. M., & Schubert, G. (1991). The continental crustal age distribution: Methods of determining mantle separation ages from Sm-Nd isotopic data and application to the southwestern United States. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 96(B2), 2071-2088.

Elhlou, S., Belousova, E., Griffin, W. L., Pearson, N. J., & O'Reilly, S. Y. (2006). Trace element and isotopic composition of GJ-red zircon standard by laser ablation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70(18), A158.

Fernandes, L. A. D., Menegat, R., Costa, A. F. U., Koester, E., Porcher, C. C., Tommasi, A., ... & Camozzato, E. (1995). Evolução tectônica do cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-riograndense: Parte I-uma contribuição a partir do registro geológico. *Brazilian Journal of Geology*, 25(4), 351-374.

Fernandes, L. A. D., Menegat, R., Costa, A. F. U., Koester, E., Porcher, C. C., Tommasi, A., ... & Camozzato, E. (1995). Evolução Tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-riograndense: Parte II-uma contribuição a partir das assinaturas geofísicas. *Brazilian Journal of Geology*, 25(4), 375-384.

Florisbal, L. M., Nardi, L. V., Bitencourt, M. F., & Betiollo, L. M. (2005). Geoquímica das rochas máficas toleíticas da Suíte pós-colisional Paulo Lopes, Neoproterozóico do sul do Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 32(2), 69-79.

Florisbal, L. M., de Fátima Bitencourt, M., Nardi, L. V. S., & Conceição, R. V. (2009). Early post-collisional granitic and coeval mafic magmatism of medium-to high-K tholeiitic affinity within the Neoproterozoic Southern Brazilian Shear Belt. *Precambrian Research*, 175(1), 135-148.

Florisbal, L. M., de Assis Janasi, V., de Fátima Bitencourt, M., Nardi, L. V. S., & Heaman, L. M. (2012a). Contrasted crustal sources as defined by whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of Neoproterozoic early post-collisional granitic magmatism within the Southern Brazilian Shear Belt, Camboriú, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 39, 24-43.

Florisbal, L. M., de Assis Janasi, V., de Fátima Bitencourt, M., & Heaman, L. M. (2012b). Space–time relation of post-collisional granitic magmatism in Santa Catarina, southern Brazil: U–Pb LA-MC-ICP-MS zircon geochronology of coeval mafic–felsic magmatism related to the Major Hercynian Shear Zone. *Precambrian Research*, 216, 132-151.

Florisbal, L. M., de Fátima Bitencourt, M., de Assis Janasi, V., Nardi, L. V. S., & Heaman, L. M. (2012c). Petrogenesis of syntectonic granites emplaced at the transition from thrusting to transcurrent tectonics in post-collisional setting: Whole-rock and Sr–Nd–Pb isotope geochemistry in the Neoproterozoic Quatro Ilhas and Mariscal Granites, Southern Brazil. *Lithos*, 153, 53-71.

Florisbal, L. M., Heaman, L. M., de Assis Janasi, V., & de Fátima Bitencourt, M. (2014). Tectonic significance of the Florianópolis Dyke Swarm, Paraná–Etendeka Magmatic Province: A reappraisal based on precise U–Pb dating. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 289, 140-150.

Fragoso César, A. R. S., (1980). O Cráton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul Riograndense, Camboriú, SC. In: An. XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, pp. 2879e2892.

Fragoso César A. R. S., Figueiredo, M. C. H. de, Soliani Jr., E., Faccini, U. F., (1986). O Batolito Pelotas (Proterozóico Superior/Eopaleozóico) no Escudo do Rio Grande do Sul. Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, SBG, 34, Goiânia, 3, 1322–1343.

Fragoso César A. R. S., (1991) Tectônica de Placas no Ciclo Brasileiro: As orogenias dos cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul. PhD thesis, University of São Paulo.

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(11), 2033-2048.

Goodge, J. W., & Vervoort, J. D. (2006). Origin of Mesoproterozoic A-type granites in Laurentia: Hf isotope evidence. *Earth and Planetary Science Letters*, 243(3), 711-731.

Hallinan, S. E., Mantovani, M. S., Shukowsky, W., & Braggion Jr, I. (1993). Estrutura do Escudo Sul-brasileiro: uma revisão através de dados gravimétricos e magnetométricos. *Brazilian Journal of Geology*, 23(3), 201-214.

Hamilton, P. J.; O’Nions R. K.; Bridgwater, D.; Nutman, A. (1983) Sm-Nd studies of Archean metasediments and metavolcanics from West Greenland and their implications for the Earth’s early history. *Earth and Planetary Science Letters*, 62, pp. 263-272

Harrison, T. M., & Watson, E. B. (1983). Kinetics of zircon dissolution and zirconium diffusion in granitic melts of variable water content. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 84(1), 66-72.

Hartmann, L. A., Leite, J. A. D., Da Silva, L. C., Remus, M. V. D., McNaughton, N. J., Groves, D. I., & Vasconcellos, M. A. Z. (2000). Advances in SHRIMP geochronology and their impact on

understanding the tectonic and metallogenic evolution of southern Brazil. *Australian Journal of Earth Sciences*, 47(5), 829-844.

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.

Heaman, L. M. (2009). The application of U–Pb geochronology to mafic, ultramafic and alkaline rocks: an evaluation of three mineral standards. *Chemical Geology*, 261(1), 43-52.

Hueck, M.; Basei, M. A.S.; Siegesmund, S. (2015). New Zircon U-Pb LA-ICP-MS ages on the São João Batista Granitic Suite, Santa Catarina state, Brazil. In: 8th Hutton Symposium on Granites and Related Rocks, Florianópolis, Brazil, Abstracts vol. (pencard)

Hueck, M., Basei, M. A. S., & de Castro, N. A. (2016). Origin and evolution of the granitic intrusions in the Brusque Group of the Dom Feliciano Belt, south Brazil: Petrostructural analysis and whole-rock/isotope geochemistry. *Journal of South American Earth Sciences*, 69, 131-151.

Janasi, V. A.; Bitencourt, M. F.; Martins, L.; Heaman, L. M.; Shaulis, B.; Stern, R. (2015). Low-d¹⁸O shallow-level Neoproterozoic A-type granites from the Florianópolis Batholith, south Brazil. In: 8th Hutton Symposium on Granites and Related Rocks, Florianópolis, Brazil, Abstracts vol. (pencard)

Jelinek, A. R., Bastos Neto, A. C., Poupeau, G. (2003a). Análise por traços de fissão em apatitas do Distrito Fluorítico de Santa Catarina: Relações entre hidrotermalismo e evolução da margem continental. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(3):289-298.

Jelinek, A. R., Bastos Neto, A. C., Leite, J. A. D., Hartmann, L. A., McNaughton, N. J. (2005). SHRIMP U-Pb zircon dating of Pedras Grandes Suite, southern Santa Catarina State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*. 77(1): 125-135.

Jelinek, A. R., Bastos Neto, A. C., Rocha, F. F. N., Prado, M. (2006). Geoquímica isotópica do Sr no Distrito Fluorítico de Santa Catarina: implicações na fonte dos fluidos mineralizantes de fluorita. *Revista Brasileira de Geociências*. 36(1): 147-154.

Jelinek, A. R., & Bastos Neto, A. C. (2008). Geoquímica de elementos terras raras e elementos traço na fluorita: comparação entre filões das partes norte e sul do distrito fluorítico de Santa Catarina e implicações no modelo genético. *Pesquisas em Geociências*. Vol. 35, n. 1 (2008), p. 43-56.

Jelinek, A. R., Neto, A. C. B., da Rocha, F. F. N., & Prado, M. (2008). Geoquímica isotópica do Sr no distrito fluorítico de Santa Catarina: implicações na fonte dos fluidos mineralizantes de fluorita. *Brazilian Journal of Geology*, 36(1).

- Koester, E., Soliani, E., Leite, J. A. D., Hartmann, L. A., Fernandes, L. A. D., McNaughton, N. J., & de Oliveira, L. D. (2001). SHRIMP U–Pb age for the emplacement of the Santana Granite and reactivation of the Porto Alegre Suture, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 14(1), 91-99.
- Loiselle, M. C., & Wones, D. R. (1979, November). Characteristics and origin of anorogenic granites. In *Geological Society of America Abstracts with Programs* (Vol. 11, No. 7, p. 468).
- Lopes, A. P., 2008. *Geologia do Complexo Camboriú, SC*. 102p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Ludwig, K. R. (2009). Isoplot 4.1. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Special Publication*, v. 4, p. 76.
- Mantovani, S. M., Hawkesworth, C. J., Basei, M. A. S., (1987). Nd and Pb isotope studies bearing on the crustal evolution of southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 17 (3), 263-269.
- Mantovani, M. S. M., Shukowski, W., Basei, M. A. S., Vasconcellos, A. C. B. C., (1989). Modelos gravimétricos das principais descontinuidades crustais nos terrenos Pré-Cambrianos dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências* 19 (3), 367-374.
- McDonough, W. F., & Sun, S. S. (1995). The composition of the Earth. *Chemical geology*, 120(3), 223-253.
- Middlemost, E. A. K. (1985). *Magmas and magmatic rocks. An introduction to Igneous Petrology* London: Longman: 1-266.
- Miller, J. S., Matzel, J. E., Miller, C. F., Burgess, S. D., & Miller, R. B. (2007). Zircon growth and recycling during the assembly of large, composite arc plutons. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 167(1), 282-299.
- Mori, P. E., Reeves, S., Correia, C. T., & Haukka, M. (1999). Development of a Fused Glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Institute of Geosciences, São Paulo University. *Brazilian Journal of Geology*, 29(3), 441-446.
- Navarro, M. S., Andrade, S., Ulbrich, H., Gomes, C. B., & Girardi, V. A. (2008). The Direct Determination of Rare Earth Elements in Basaltic and Related Rocks using ICP-MS: Testing the Efficiency of Microwave Oven Sample Decomposition Procedures. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 32(2), 167-180.
- Oyhantçabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., Frei, R., & Layer, P. (2007). Post-collisional transition from calc-alkaline to alkaline magmatism during transcurrent deformation in the southernmost Dom Feliciano Belt (Braziliano–Pan-African, Uruguay). *Lithos*, 98(1), 141-159.

- Oyhantçabal, P., Siegesmund, S., Wemmer, K., Presnyakov, S., & Layer, P. (2009). Geochronological constraints on the evolution of the southern Dom Feliciano Belt (Uruguay). *Journal of the Geological Society*, 166(6), 1075-1084.
- Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Campos Neto, M. C., (1993). Caracterização geométrica e cinemática da Zona de Cisalhamento Major Gercino e sua importância na compartimentação dos terrenos Pré-Cambrianos de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências* 23, 234–241.
- Passarelli, C. R. (1996). Análise estrutural e caracterização do magmatismo da Zona de Cisalhamento Major Gercino, SC. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 179p.
- Passarelli, C. R., Basei, M. A., Siga, O., Mc Reath, I., & Neto, M. D. C. C. (2010). Deformation and geochronology of syntectonic granitoids emplaced in the Major Gercino Shear Zone, southeastern South America. *Gondwana Research*, 17(4), 688-703.
- Passarelli, C. R., McReath, I., Basei, M. A. S., Siga, O., & Neto, M. D. C. C. (2011a). Heterogeneity in syntectonic granitoids emplaced in a major shear zone, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 32(4), 369-378.
- Passarelli, C. R., Basei, M. A. S., Wemmer, K., Siga Jr, O., & Oyhantçabal, P. (2011b). 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(2-3), 391-414.
- Pearce, J. A., Harris, N. B., & Tindle, A. G. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of petrology*, 25(4), 956-983.
- Pearce, J. (1996). Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, 19, 120-125.
- Peccerillo, A., & Taylor, S. R. (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to mineralogy and petrology*, 58(1), 63-81.
- Philipp, R. P., (1998). A Evolução Geológica e Tectônica do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 255p.
- Philipp, R. P., & Machado, R. (2001). Suítes graníticas do Batólito pelotas no Rio Grande do Sul: petrografia, tectônica e aspectos petrogenéticos. *Brazilian Journal of Geology*, 31(3), 257-266.
- Philipp, R. P., & Machado, R. (2002a). Ocorrência e significado dos septos do embasamento encontrados nas suítes graníticas do Batólito Pelotas, RS, Brasil. *Pesquisas em Geociências*. Porto Alegre, RS. Vol. 29, n. 1 (2002), p. 43-60.

Philipp, R.P., Machado, R., Nardi, L.V.S., Lafon, J.M., (2002b). O magmatismo Neoproterozóico do Batólito Pelotas no sul do Brasil: novos dados e revisão da geocronologia regional. *Revista Brasileira de Geociências* 32 (2), 277–290.

Philipp, R. P., Machado, R., & Chemale Jr, F. (2003). Reavaliação e novos dados geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: implicações petrogenéticas e idade de reativação das zonas de cisalhamento. *Geologia USP. Série Científica*, 3, 71-84.

Philipp, R. P., & Machado, R. (2005). The late Neoproterozoic granitoid magmatism of the Pelotas Batholith, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 19(4), 461-478.

Pupin, J. P. (1980). Zircon and granite petrology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 73(3), 207-220.

Sallet, R. G., Moritz, R., Fontignie, D. (1996). $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ systematics at the post-jurassic Santa Catarina Fluorite District, Brazil. Genetic model and age implications. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. Anais... Salvador, SBG. v. 7, p. 328-331.

Sato, K., Basei, M. A. S., Sproesser, W. M., & Siga Jr, O. (2009). The application of U-Pb geochronology to zircon and titanite by Laser Ablation-ICP-MS. In 8th Conference on the Analysis of Geological and Environmental Materials-Geoanalysis. Búzios: IAG.

Schulz, A. E., Jr., Albuquerque, L. F. F., (1969). Geologia da Quadrícula de Rio do Sul e SC e MME-DNPM. (unpublished).

Scott, D. J., & St-Onge, M. R. (1995). Constraints on Pb closure temperature in titanite based on rocks from the Ungava orogen, Canada: Implications for U-Pb geochronology and P-T-t path determinations. *Geology*, 23(12), 1123-1126.

Shand, S. J. (1943). *Eruptive Rocks: Their genesis, composition, and classification, with a chapter on meteorites*. J. Wiley & sons, Incorporated.

Shukowsky, W.; Vasconcelos, A. C. B. C.; Mantovani, M. S. M. (1991). Estruturação dos terrenos pré-cambrianos da região sul do Brasil e oeste do Uruguay, e sua continuidade sob os sedimentos da Bacia do Paraná: Um estudo por modelamento gravimétrico. *Revista Brasileira de Geofísica*, 9:275-287.

Silva, L. C.; Oliveira J. M. P.; Aumond, J. J.; Lopes, R. M. M.; Eipper J.; Ferro, G. (1987). Caracterização Petrográfica da Sequência (meta) Vulcanossedimentar Rio do Oliveira (Cinturão do Itajaí Mirim, SC). In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 2, Florianópolis, SBG, pp. 11-23.

Silva, L. C., McNaughton, N. J., Hartmann, L. A., Fletcher, I. R., Gresse, P., Scheepers, R., (1997). U-Pb (SHRIMP) isotopic constraints for the evolution of Southern Brazilian Granitic Province and some correlated South African, Pan African plutons. In: 2nd International Symposium on Granites and associated Mineralisations, Salvador, pp. 276-277 (extended abstract).

- Silva, L. C., Hartmann, L. A., McNaughton, N. J., & Fletcher, I. R. (1999). SHRIMP U/Pb zircon dating of Neoproterozoic granitic magmatism and collision in the Pelotas Batholith, southernmost Brazil. *International Geology Review*, 41(6), 531-551.
- Silva, L. C., Hartmann, L. A., McNaughton, N. J., & Fletcher, I. (2000). Zircon U-Pb SHRIMP dating of a Neoproterozoic overprint in Paleoproterozoic granitic-gneissic terranes, southern Brazil. *American Mineralogist*, 85(5-6), 649-667.
- Silva, L.C., McNaughton, N.J., Hartmann, L.A., Fletcher, I.R., (2003). Contrasting zircon growth patterns in Neoproterozoic granites of Southern Brazil revealed by SHRIMP UePb analyses and SEM imaging: consequences for the discrimination of emplacement and inheritance ages. In: IV South American Symposium on Isotope Geology, Salvador, Bahia, Brazil. Short Papers, pp. 687-690
- Silva, L. C., McNaughton, N. J., & Fletcher, I. R. (2005). SHRIMP U–Pb zircon geochronology of Neoproterozoic crustal granitoids (Southern Brazil): a case for discrimination of emplacement and inherited ages. *Lithos*, 82(3), 503-525.
- Söderlund, U., Patchett, P. J., Vervoort, J. D., & Isachsen, C. E. (2004). The ^{176}Lu decay constant determined by Lu–Hf and U–Pb isotope systematics of Precambrian mafic intrusions. *Earth and Planetary Science Letters*, 219(3), 311-324.
- Stacey, J. T., & Kramers, J. D. (1975). Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and planetary science letters*, 26(2), 207-221.
- Taylor, S. R., McLennan, S. M., (1985). The continental crust: its composition and evolution. *Geology Magazine*. 122, 673e674.
- Tomazzoli, E. R., & Pellerin, J. M. (2015). Unidades do mapa geológico da ilha de Santa Catarina: as rochas. *Geosul*, 30(60), 225-248.
- 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-Biguaçu. Porto Alegre, 303 p. Convênio DNPM/CPRM. (Relatório Interno)
- Vervoort, J. D., & Blichert-Toft, J. (1999). Evolution of the depleted mantle: Hf isotope evidence from juvenile rocks through time. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63(3), 533-556.
- Watson, E. B., & Harrison, T. M. (1983). Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters*, 64(2), 295-304.
- Whalen, J. B., Currie, K. L., & Chappell, B. W. (1987). A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to mineralogy and petrology*, 95(4), 407-419.

White, A. J. R., Chappell, B. W., & Cleary, J. R. (1974). Geologic setting and emplacement of some Australian Palaeozoic batholiths and implications for intrusive mechanisms. *Pacific Geol*, 8, 159-171.

Zanini, L. F. P.; Branco, P. M.; Camozzato, E. & Ramgrab, G. E. (orgs.) (1997). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Florianópolis (Folha SH.22-Z-D-V) e Lagoa (Folha SH.22-Z-D-VI). CPRM, Brasília, 252p., mapas. Escala 1:100.000.

Zartman, R. E., & Doe, B. R. (1981). Plumbotectonics—the model. *Tectonophysics*, 75(1), 135-162.

ANEXO 3

(Pontos Amostrados)

[illegible]

VSM-77	Sienogranito	6957507	759132	Costão do Santinho	Costão	AGS													
VSM-78	Sienogranito	6957795	759277	Costão do Santinho	Costão	AGS													
VSM-79	Bandamento sienogranítico	6958214	759421	Costão do Santinho	Costão	AGS													
PC-1	Sedimento Arenoso	6958132	758533	Costão do Santinho	Costão														
VSM-80	Sienogranito Medio	6962210	755334	SC-403 próximo ao acesso à praia do Santinho	Corte de estrada	SPG													
VSM-81	Riolito	6962141	750096	Aterro de Inertes, Lamim	Frente de lavra ativa	SVC													
VSM-82	Sienogranito Grosso	6962216	749975	Aterro de Inertes, Lamim	Frente de lavra ativa	SPG													
VSM-84	Dique ácido mesozoico	6963693	755300	Cachoeira do Bom Jesus	Blocos	EDF													
VSM-85	Sienogranito Grosso	6963789	755407	Cachoeira do Bom Jesus	Pedreira desativada	SPG													
VSM-86	Sienogranito Grosso	6967576	753646	Costão Ponta das Canas	Costão	SPG													
VSM-88	Sienogranito Grosso	6967367	753590	Costão Ponta das Canas	Costão	SPG													
VSM-89	Sienogranito Grosso	6967384	753614	Costão Ponta das Canas	Costão	SPG													
VSM-90	Sienogranito Grosso	6967973	754209	Costão praia Lagoinha do Norte	Costão	SPG													

	Petrografia	nov/14
	Geoquímica Maiores (FRX)	jul/15
	Geoquímica Treaços REE (ICP-MS)	abr/15
	U-Pb_Zircão_LA ICP-MS	mar/16
	Lu-Hf_Zircão_LA ICP-MS	
	U-Pb_Titanita e Monazita_LA ICP-MS	
	MeV_EDS_Mounts	
	Sm-Nd Rocha Total	
	Rb-Sr Rocha Total	
	Pb-Pb Rocha Total	

ANEXO 4

(Datos Geoquímicos)

	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM	VSM
Amostra	33	26A	26B	53A	27A	53B	54	22A	24	39A	22B	39B	35	40A	29B	31	29A	53C	30	27B
Unidade	SVC							SPG					SSPA			AGS				
SiO ₂	75.88	74.10	77.53	72.05	76.24	74.60	76.30	75.45	75.43	75.35	76.05	76.45	68.39	66.83	73.99	75.02	62.58	62.72	56.12	54.30
TiO ₂	0.101	0.122	0.059	0.354	0.047	0.115	0.057	0.104	0.114	0.194	0.030	0.078	0.540	0.403	0.039	0.056	1.056	1.168	1.294	1.768
Al ₂ O ₃	11.77	13.60	12.51	13.46	12.07	12.38	13.29	12.19	12.19	12.18	12.26	12.45	14.78	15.13	14.16	13.30	15.02	16.07	17.13	17.96
Fe ₂ O ₃	1.49	1.60	0.83	3.40	1.33	1.32	0.78	1.36	1.52	1.80	0.99	0.76	4.24	3.97	0.50	0.46	6.53	6.48	8.75	9.59
MnO	0.044	0.092	0.390	0.101	0.053	0.015	0.002	0.036	0.039	0.062	0.011	0.025	0.081	0.088	0.014	0.022	0.140	0.152	0.153	0.162
MgO	< 0.01	0.12	0.03	0.50	< 0.01	0.08	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.20	< 0.01	0.05	0.57	0.33	< 0.01	< 0.01	2.56	2.02	3.51	3.17
CaO	0.61	0.82	0.49	1.73	0.33	0.48	0.06	0.92	0.86	1.08	0.37	0.68	2.71	2.12	0.85	0.56	3.76	3.23	5.65	6.15
Na ₂ O	3.29	3.67	3.61	3.23	3.96	3.75	3.62	4.32	3.70	3.02	4.42	3.68	3.61	3.73	3.76	2.99	3.88	3.65	1.87	2.72
K ₂ O	5.17	5.11	4.84	4.55	4.84	4.89	4.12	5.11	4.33	4.74	4.51	4.68	4.43	5.40	5.94	6.26	2.64	2.86	3.67	2.37
P ₂ O ₅	0.003	0.022	0.009	0.089	0.003	0.019	0.008	0.013	0.016	0.040	<0.003	0.018	0.135	0.079	0.065	0.021	0.322	0.348	0.314	0.725
LOI	1.41	0.66	0.46	0.76	0.41	0.40	1.38	0.55	0.63	0.54	0.51	0.40	0.82	0.64	0.36	0.64	1.11	0.88	0.96	1.11
Total	99.77	99.91	100.76	100.22	99.28	98.05	99.62	100.05	98.83	99.21	99.15	99.27	100.31	98.72	99.68	99.33	99.60	99.57	99.42	100.02
Co	< 6	1	0	3	< 6	0	0	< 6	< 6	11	< 6	0	< 6	< 6	< 6	< 6	21	16	25	21
Cr	15	2	-1	21	27	-1	0	< 13	< 13	12	< 13	-1	< 13	< 13	15	14	56	1	5	9
Cu	< 5	2	1	4	7	16	5	5	< 5	1	22	2	5	< 5	8	7	19	27	20	19
Ga	19	19	18	17	17	17	20	17	20	15	22	17	18	19	16	15	25	29	26	27
Ni	< 5	3	3	4	< 5	4	2	< 5	< 5	2	< 5	2	< 5	< 5	< 5	< 5	27	10	16	6
Sc	< 14	8	3	9	< 14	3	2	< 14	< 14	3	< 14	2	< 14	< 14	< 14	< 14	17	10	17	19
V	< 9	7	2	19	< 9	2	7	< 9	< 9	8	< 9	2	32	13	< 9	< 9	117	121	174	152
Zn	39	34	18	73	32	25	4	29	51	33	16	15	56	54	5	12	126	115	132	128
Rb	253	361	400	208	330	230	198	285	259	241	310	229	160	156	146	271	268	350	560	241
Sr	16.3	33	10	111	100	77	9	52.8	44.9	76	12.0	37	201	186	268	155	449	292	482	609
Y	49.8	80.7	75.3	39.4	62.5	37.6	18.1	39.9	43.8	38.3	61.6	47.4	34.4	31.4	2.62	22.4	19.9	41.6	33.2	30.3
Zr	195	142	88	299	94.1	149	120	124	124	171	63.8	61	359	526	37.2	40.5	209	199	206	235
Nb	20.4	33.5	30.8	23.3	20.5	13.5	26.1	13.8	18.7	19.9	24.8	26.9	17.9	17.8	< 0.01	1.23	22.1	35.9	21.4	25.8

Cs	2.99	7.50	6.00	3.29	1.53	2.83	2.14	7.40	4.75	3.94	4.14	3.33	3.07	2.30	1.89	4.80	20.6	27.00	30.50	8.52
Ba	143	193	22	768	173	1032	25	340	246	399	13.2	91	1265	2074	1537	607	357	206	516	771
La	60.79	19.00	11.80	56.70	15.06	40.90	0.70	34.02	28.37	55.90	7.75	8.40	68.41	112.12	2.81	9.38	47.00	45.40	33.30	61.70
Ce	126.46	49.00	30.40	113.00	32.14	75.50	2.23	74.91	63.34	118.00	19.06	19.00	133.12	210.97	4.82	17.39	102.28	94.70	70.30	132.00
Pr	13.25	6.80	4.87	12.50	4.25	9.15	0.26	9.37	7.78	13.50	3.25	2.73	13.82	21.13	0.58	1.97	11.96	11.60	8.96	16.10
Nd	53.34	30.80	20.80	48.80	15.17	34.70	1.25	32.49	26.45	49.80	13.65	12.10	52.41	73.88	1.91	6.54	40.93	48.30	40.20	63.40
Sm	10.74	10.00	7.27	8.87	4.93	6.82	0.70	7.62	6.21	9.34	5.43	3.97	9.02	11.21	0.41	1.68	6.47	9.40	8.29	11.80
Eu	0.51	0.36	0.13	1.20	0.16	0.98	0.04	0.61	0.52	0.68	0.08	0.27	1.75	2.31	0.32	0.77	1.37	1.06	1.90	2.71
Gd	9.26	11.20	8.34	6.94	5.83	6.11	1.22	7.26	6.09	6.85	6.53	4.63	7.14	7.66	0.45	1.86	4.86	7.68	6.77	8.64
Tb	1.37	2.01	1.62	1.09	1.28	0.99	0.34	1.17	1.08	1.11	1.42	0.95	1.02	1.03	0.07	0.40	0.60	1.18	1.00	1.12
Dy	8.02	12.70	10.70	6.43	8.16	6.23	2.74	6.73	6.27	6.35	8.86	6.42	6.11	5.94	0.38	2.81	3.44	7.02	5.80	5.90
Ho	1.75	2.79	2.50	1.40	1.89	1.32	0.71	1.42	1.36	1.32	2.09	1.55	1.23	1.12	0.08	0.70	0.62	1.43	1.16	1.07
Er	4.78	8.09	7.33	3.77	5.84	3.64	2.25	3.84	4.14	3.71	6.50	4.76	3.19	3.07	0.19	2.27	1.68	3.84	3.02	2.63
Tm	0.77	1.32	1.26	0.58	1.03	0.56	0.41	0.59	0.66	0.57	1.11	0.82	0.49	0.49	0.03	0.38	0.28	0.60	0.44	0.35
Yb	4.85	9.27	8.95	3.88	6.91	3.80	3.07	3.89	4.55	3.84	7.74	6.12	3.15	3.16	0.22	2.57	1.95	3.89	2.81	2.06
Lu	0.68	1.37	1.36	0.54	1.04	0.57	0.48	0.56	0.68	0.57	1.13	0.94	0.47	0.48	0.03	0.36	0.27	0.53	0.39	0.29
Hf	6.47	7.35	6.00	7.80	4.72	4.92	5.73	4.26	4.51	6.02	4.69	3.98	8.58	11.63	1.60	1.66	4.89	4.95	4.86	5.57
Pb	30.88	43.40	38.80	24.50	36.79	25.20	10.10	31.18	28.81	26.00	39.91	34.60	21.76	28.72	27.67	47.01	16.51	17.70	12.60	14.30
Th	27.97	39.90	34.50	22.00	38.41	17.30	19.00	25.65	27.53	26.10	31.54	38.70	21.10	22.87	1.58	5.83	13.88	12.70	5.59	13.80
U	5.73	7.64	20.90	5.27	13.66	4.61	3.52	7.49	6.25	6.32	8.13	7.49	4.61	3.46	2.07	3.53	5.20	7.90	13.40	3.43
F	1665	2420	1634	1458	654	663	206	2101	2505	1352	877	1088	839	784	310	751	3326	3991	3633	2919
Cl	< 500	37	-19	77	< 500	34	-44	< 500	< 500	-13	< 500	10	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	115	43	192
S	< 550	-173	-177	-74	< 550	-101	-168	< 550	< 550	-96	< 550	-177	< 550	< 550	< 550	< 550	< 550	-87	15	-94

ANEXO 5

(Análises EDS em “*Mounts*” de Titanita)

VSM-27B Enclave Tonalítico (xenólito) (AGS)

EDS-1	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.6	0.7804	0.76	0.08	0.67	1.44	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	13.29	0.8787	15.13	0.17	12.77	32.36	SiO ₂	1.64
Ca K	21.47	1.0593	20.27	0.2	12	28.37	CaO	1.54
Ti K	19.02	0.8111	23.45	0.26	11.61	39.11	TiO ₂	1.49
Fe K	0.91	0.8209	1.11	0.13	0.47	1.58	Fe ₂ O ₃	0.06
O			42.15	0.32	62.48			8
Totals			102.87				Cation sum	4.8

EDS-2	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.53	0.781	0.68	0.08	0.59	1.28	Al ₂ O ₃	0.08
Si K	13.35	0.8803	15.16	0.17	12.72	32.43	SiO ₂	1.63
Ca K	22.24	1.0593	20.99	0.2	12.34	29.37	CaO	1.58
Ti K	19.04	0.8096	23.51	0.26	11.57	39.22	TiO ₂	1.48
Fe K	0.74	0.8205	0.91	0.12	0.38	1.29	Fe ₂ O ₃	0.05
O			42.35	0.32	62.39			8
Totals			103.59				Cation sum	4.82

EDS-3	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.55	0.7797	0.71	0.08	0.64	1.34	Al ₂ O ₃	0.08
Si K	12.7	0.8787	14.45	0.17	12.57	30.92	SiO ₂	1.61
Ca K	21.12	1.0607	19.92	0.2	12.13	27.86	CaO	1.55
Ti K	18.75	0.8111	23.12	0.26	11.79	38.56	TiO ₂	1.51
Fe K	0.8	0.8208	0.97	0.13	0.43	1.39	Fe ₂ O ₃	0.05
O			40.91	0.32	62.44			8
Totals			100.08				Cation sum	4.81

EDS-4	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.76	0.7798	0.98	0.08	0.86	1.85	Al ₂ O ₃	0.11
Si K	13.16	0.8758	15.02	0.17	12.71	32.14	SiO ₂	1.63
Ca K	21.58	1.0582	20.39	0.2	12.09	28.53	CaO	1.55
Ti K	18.51	0.8106	22.84	0.25	11.33	38.09	TiO ₂	1.45
Fe K	1.19	0.8213	1.45	0.14	0.62	2.08	Fe ₂ O ₃	0.08
O			42.01	0.33	62.39			8
Totals			102.69				Cation sum	4.82

EDS-5	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.8	0.7831	1.02	0.08	0.89	1.92	Al ₂ O ₃	0.11
Si K	13.5	0.8779	15.37	0.17	12.97	32.89	SiO ₂	1.66
Ca K	21.72	1.0561	20.56	0.2	12.16	28.77	CaO	1.56
Ti K	18.2	0.809	22.5	0.25	11.13	37.53	TiO ₂	1.43
Fe K	0.87	0.8207	1.06	0.13	0.45	1.51	Fe ₂ O ₃	0.06
O			42.11	0.33	62.39			8
Totals			102.63				Cation sum	4.82

EDS-6	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.63	0.7818	0.81	0.08	0.7	1.52	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	13.28	0.8796	15.1	0.17	12.65	32.3	SiO ₂	1.62
Ca K	22.59	1.0588	21.33	0.2	12.53	29.85	CaO	1.61
Ti K	18.85	0.8086	23.31	0.26	11.46	38.89	TiO ₂	1.47
Fe K	0.68	0.8203	0.82	0.12	0.35	1.18	Fe ₂ O ₃	0.04
O			42.36	0.32	62.32			8
Totals			103.74				Cation sum	4.84

EDS-7	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.72	0.7785	0.92	0.08	0.84	1.75	Al ₂ O ₃	0.11
Si K	12.7	0.8752	14.51	0.17	12.62	31.04	SiO ₂	1.62
Ca K	20.92	1.059	19.75	0.2	12.04	27.64	CaO	1.54
Ti K	18.2	0.8114	22.43	0.25	11.44	37.41	TiO ₂	1.47
Fe K	1.26	0.8216	1.53	0.13	0.67	2.19	Fe ₂ O ₃	0.09
O			40.88	0.32	62.4			8
Totals			100.03				Cation sum	4.82

EDS-8	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.53	0.7727	0.69	0.08	0.62	1.3	Al ₂ O ₃	0.08
Si K	12.84	0.8725	14.72	0.17	12.74	31.48	SiO ₂	1.63
Ca K	21.23	1.0598	20.03	0.2	12.15	28.02	CaO	1.56
Ti K	18.29	0.8122	22.52	0.25	11.44	37.57	TiO ₂	1.47
Fe K	0.89	0.8218	1.09	0.12	0.47	1.56	Fe ₂ O ₃	0.06
Ce L	0.78	0.8001	0.98	0.28	0.17	1.15	Ce ₂ O ₃	0.02
O			41.06	0.34	62.41			8
Totals			101.08				Cation sum	4.82

VSM-29A Ortognaisse Granodiorítico (AGS)

EDS-1	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %
Element	Conc.	Corrn.		1σ	
O K	16.3	0.4732	34.45	0.77	63.5
Si K	16.43	1.0035	16.37	0.2	17.19
Sr L	2.44	0.9124	2.67	0.44	0.9
Zr L	42.07	0.7512	56	0.65	18.1
Hf L	1.41	0.7506	1.88	0.44	0.31
Totals			111.38		

EDS-5	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %
Element	Conc.	Corrn.		1σ	
O K	16.52	0.473	34.92	0.78	64.34
Si K	16.72	1.0275	16.28	0.18	17.08
Sr L	1.91	0.9317	2.05	0.41	0.69
Zr L	42.2	0.7623	55.35	0.64	17.89
Totals			108.6		

EDS-2	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.6	0.781	0.77	0.07	0.69	1.45	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	12.83	0.8791	14.59	0.16	12.61	31.22	SiO ₂	1.62
Ca K	21.75	1.0594	20.53	0.2	12.43	28.72	CaO	1.6
Ti K	18.41	0.8093	22.75	0.25	11.53	37.94	TiO ₂	1.48
Fe K	0.73	0.8205	0.89	0.12	0.39	1.28	Fe ₂ O ₃	0.05
O			41.08	0.32	62.34			8
Totals			100.61				Cation sum	4.83

EDS-3	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.81	0.7823	1.04	0.08	0.93	1.96	Al ₂ O ₃	0.12
Si K	13	0.877	14.82	0.17	12.72	31.7	SiO ₂	1.63
Ca K	21.34	1.058	20.17	0.2	12.14	28.23	CaO	1.56
Ti K	18.37	0.8098	22.68	0.25	11.41	37.83	TiO ₂	1.46
Fe K	0.77	0.8206	0.93	0.13	0.4	1.34	Fe ₂ O ₃	0.05
O			41.41	0.32	62.4			8
Totals			101.05				Cation sum	4.82

EDS-4	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.58	0.7822	0.74	0.07	0.67	1.4	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	12.91	0.8802	14.66	0.17	12.74	31.37	SiO ₂	1.63
Ca K	21.57	1.0588	20.37	0.2	12.4	28.5	CaO	1.59
Ti K	18.27	0.809	22.59	0.25	11.5	37.68	TiO ₂	1.48
Fe K	0.6	0.8202	0.74	0.12	0.32	1.05	Fe ₂ O ₃	0.04
O			40.91	0.32	62.37			8
Totals			100.01				Cation sum	4.83

EDS-6	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.61	0.7815	0.78	0.08	0.68	1.48	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	13.34	0.8795	15.16	0.17	12.72	32.44	SiO ₂	1.63
Ca K	22.14	1.0589	20.91	0.2	12.29	29.25	CaO	1.58
Ti K	18.97	0.8096	23.43	0.25	11.53	39.08	TiO ₂	1.48
Fe K	0.73	0.8205	0.89	0.12	0.38	1.27	Fe ₂ O ₃	0.05
O			42.35	0.32	62.39			8
Totals			103.53				Cation sum	4.82

EDS-7	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.71	0.7833	0.91	0.08	0.8	1.71	Al ₂ O ₃	0.1
Si K	13.24	0.8795	15.05	0.17	12.76	32.2	SiO ₂	1.64
Ca K	21.84	1.0583	20.64	0.2	12.26	28.88	CaO	1.57
Ti K	18.74	0.8092	23.16	0.25	11.51	38.64	TiO ₂	1.48
Fe K	0.52	0.8201	0.64	0.12	0.27	0.91	Fe ₂ O ₃	0.03
O			41.95	0.32	62.4			8
Totals			102.35				Cation sum	4.82

EDS-8	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.69	0.7831	0.89	0.08	0.77	1.67	Al ₂ O ₃	0.1
Si K	13.52	0.8797	15.37	0.17	12.78	32.89	SiO ₂	1.64
Ca K	22.45	1.058	21.22	0.2	12.36	29.69	CaO	1.59
Ti K	18.95	0.8087	23.43	0.25	11.42	39.08	TiO ₂	1.47
Fe K	0.59	0.8202	0.72	0.12	0.3	1.03	Fe ₂ O ₃	0.04
O			42.74	0.32	62.37			8
Totals			104.37				Cation sum	4.83

EDS-9	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.65	0.7828	0.82	0.08	0.75	1.56	Al ₂ O ₃	0.1
Si K	13.01	0.8798	14.79	0.17	12.84	31.64	SiO ₂	1.65
Ca K	21.25	1.0581	20.08	0.2	12.21	28.1	CaO	1.57
Ti K	18.22	0.8093	22.52	0.25	11.46	37.56	TiO ₂	1.47
Fe K	0.61	0.8203	0.75	0.12	0.33	1.07	Fe ₂ O ₃	0.04
O			40.96	0.31	62.42			8
Totals			99.92				Cation sum	4.82

EDS-10	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.54	0.7808	0.69	0.08	0.61	1.31	Al ₂ O ₃	0.08
Si K	13.52	0.8798	15.36	0.17	12.89	32.87	SiO ₂	1.65
Ca K	22.01	1.0581	20.8	0.2	12.23	29.11	CaO	1.57
Ti K	18.72	0.8097	23.12	0.25	11.37	38.56	TiO ₂	1.46
Fe K	0.95	0.8208	1.16	0.13	0.49	1.66	Fe ₂ O ₃	0.06
O			42.37	0.32	62.41			8
Totals			103.51				Cation sum	4.82

EDS-11	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	0.58	0.7815	0.75	0.08	0.67	1.41	Al ₂ O ₃	0.09
Si K	12.99	0.8798	14.77	0.17	12.66	31.6	SiO ₂	1.62
Ca K	21.78	1.0594	20.55	0.2	12.35	28.76	CaO	1.58
Ti K	18.68	0.8095	23.08	0.25	11.6	38.49	TiO ₂	1.49
Fe K	0.64	0.8203	0.78	0.12	0.34	1.12	Fe ₂ O ₃	0.04
O			41.45	0.32	62.38			8
Totals			101.37				Cation sum	4.82

VSM-30 Enclave Tonalítico microgranular (AGS)

EDS-1	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.14	0.7859	1.45	0.08	1.28	2.75	Al ₂ O ₃	0.16
Si K	13.19	0.8754	15.07	0.17	12.71	32.23	SiO ₂	1.63
Ca K	22.38	1.0553	21.2	0.2	12.54	29.67	CaO	1.61
Ti K	17.89	0.8067	22.17	0.25	10.97	36.98	TiO ₂	1.41
Fe K	0.54	0.82	0.66	0.12	0.28	0.94	Fe ₂ O ₃	0.04
O			42.02	0.32	62.23			8
Totals			102.57				Cation sum	4.86

EDS-2	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.12	0.7863	1.43	0.08	1.26	2.7	Al ₂ O ₃	0.16
Si K	13.38	0.8757	15.28	0.17	12.98	32.7	SiO ₂	1.67
Ca K	21.76	1.0538	20.65	0.2	12.29	28.89	CaO	1.58
Ti K	17.51	0.8072	21.69	0.25	10.8	36.18	TiO ₂	1.39
Fe K	0.69	0.8203	0.84	0.12	0.36	1.2	Fe ₂ O ₃	0.05
O			41.78	0.32	62.3			8
Totals			101.66				Cation sum	4.84

EDS-3	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.19	0.7853	1.51	0.09	1.35	2.85	Al ₂ O ₃	0.17
Si K	12.87	0.874	14.72	0.17	12.66	31.49	SiO ₂	1.63
Ca K	21.68	1.0556	20.54	0.2	12.38	28.74	CaO	1.59
Ti K	17.65	0.8076	21.85	0.25	11.02	36.45	TiO ₂	1.42
Fe K	0.62	0.8203	0.76	0.12	0.33	1.09	Fe ₂ O ₃	0.04
O			41.24	0.32	62.26			8
Totals			100.62				Cation sum	4.85

EDS-4	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.26	0.7857	1.6	0.09	1.39	3.03	Al ₂ O ₃	0.18
Si K	13.41	0.8737	15.34	0.17	12.79	32.83	SiO ₂	1.64
Ca K	22.37	1.0542	21.22	0.2	12.39	29.7	CaO	1.59
Ti K	17.84	0.8071	22.1	0.25	10.8	36.87	TiO ₂	1.39
Fe K	0.76	0.8204	0.93	0.12	0.39	1.32	Fe ₂ O ₃	0.05
O			42.54	0.32	62.24			8
Totals			103.74				Cation sum	4.85

EDS-5	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.12	0.7848	1.43	0.09	1.27	2.7	Al ₂ O ₃	0.16
Si K	13.1	0.8745	14.98	0.17	12.81	32.05	SiO ₂	1.65
Ca K	21.85	1.0546	20.72	0.2	12.41	28.99	CaO	1.6
Ti K	17.45	0.8073	21.61	0.25	10.83	36.05	TiO ₂	1.39
Fe K	0.82	0.8205	0.99	0.12	0.43	1.42	Fe ₂ O ₃	0.05
O			41.47	0.32	62.25			8
Totals			101.21				Cation sum	4.85

EDS-6	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.01	0.7851	1.29	0.08	1.12	2.43	Al ₂ O ₃	0.14
Si K	13.45	0.8768	15.34	0.17	12.79	32.83	SiO ₂	1.64
Ca K	22.65	1.0556	21.46	0.2	12.53	30.02	CaO	1.61
Ti K	18.17	0.807	22.51	0.25	11	37.55	TiO ₂	1.41
Fe K	0.62	0.8201	0.75	0.12	0.32	1.08	Fe ₂ O ₃	0.04
O			42.55	0.32	62.25			8
Totals			103.91				Cation sum	4.85

EDS-7	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.3	0.7849	1.65	0.09	1.41	3.12	Al ₂ O ₃	0.18
Si K	13.69	0.8727	15.69	0.17	12.86	33.56	SiO ₂	1.65
Ca K	22.55	1.0537	21.4	0.2	12.29	29.94	CaO	1.58
Ti K	17.96	0.8075	22.25	0.25	10.69	37.11	TiO ₂	1.37
Fe K	1	0.8208	1.22	0.13	0.5	1.74	Fe ₂ O ₃	0.06
O			43.27	0.33	62.25			8
Totals			105.48				Cation sum	4.85

EDS-8	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.18	0.7846	1.5	0.09	1.3	2.84	Al ₂ O ₃	0.17
Si K	13.53	0.874	15.48	0.17	12.84	33.11	SiO ₂	1.65
Ca K	22.42	1.0543	21.27	0.2	12.37	29.76	CaO	1.59
Ti K	17.88	0.8074	22.14	0.25	10.77	36.93	TiO ₂	1.38
Fe K	0.94	0.8207	1.14	0.13	0.48	1.64	Fe ₂ O ₃	0.06
O			42.74	0.33	62.25			8
Totals			104.27				Cation sum	4.85

EDS-9	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.01	0.7833	1.28	0.08	1.16	2.43	Al ₂ O ₃	0.15
Si K	12.8	0.8747	14.64	0.17	12.75	31.32	SiO ₂	1.64
Ca K	21.14	1.0561	20.01	0.2	12.22	28	CaO	1.57
Ti K	17.54	0.8088	21.69	0.25	11.08	36.18	TiO ₂	1.42
Fe K	0.87	0.8208	1.06	0.12	0.46	1.51	Fe ₂ O ₃	0.06
O			40.75	0.32	62.32			8
Totals			99.44				Cation sum	4.84

EDS-10	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.04	0.784	1.32	0.08	1.18	2.5	Al ₂ O ₃	0.15
Si K	12.98	0.875	14.83	0.17	12.74	31.73	SiO ₂	1.64
Ca K	21.74	1.0557	20.59	0.2	12.39	28.81	CaO	1.59
Ti K	17.66	0.8079	21.86	0.25	11	36.46	TiO ₂	1.41
Fe K	0.79	0.8205	0.97	0.12	0.42	1.38	Fe ₂ O ₃	0.05
O			41.31	0.32	62.27			8
Totals			100.88				Cation sum	4.85

EDS-11	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Al K	1.17	0.7841	1.5	0.09	1.33	2.83	Al ₂ O ₃	0.17
Si K	13.13	0.8731	15.04	0.17	12.85	32.18	SiO ₂	1.65
Ca K	21.52	1.0542	20.41	0.2	12.22	28.56	CaO	1.57
Ti K	17.38	0.8081	21.51	0.24	10.78	35.88	TiO ₂	1.38
Fe K	1.02	0.8209	1.25	0.13	0.54	1.78	Fe ₂ O ₃	0.07
O			41.53	0.32	62.28			8
Totals			101.24				Cation sum	4.84

VSM-35 Hornblenda Biotita Monzogranito (SSPA)

EDS-1	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.34	0.5506	0.61	0.1	0.71	1.02	MgO	0.09
Al K	3.83	0.6355	6.03	0.15	6.29	11.4	Al ₂ O ₃	0.81
Si K	10.31	0.6977	14.78	0.2	14.8	31.61	SiO ₂	1.91
Ca K	7.9	1.036	7.63	0.14	5.35	10.67	CaO	0.69
Ti K	1.22	0.8666	1.41	0.15	0.83	2.35	TiO ₂	0.11
Fe K	10.08	0.86	11.72	0.26	5.9	16.76	Fe ₂ O ₃	0.76
La L	5.8	0.8786	6.6	0.54	1.34	7.74	La ₂ O ₃	0.17
Ce L	10.22	0.8537	11.98	0.52	2.4	14.03	Ce ₂ O ₃	0.31
Nd L	2.05	0.8667	2.37	0.35	0.46	2.76	Nd ₂ O ₃	0.06
O			35.22	0.49	61.91			8
Totals			98.34				Cation sum	4.92

EDS-2	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.26	0.5475	0.47	0.11	0.52	0.77	MgO	0.07
Al K	4.25	0.6331	6.72	0.16	6.77	12.7	Al ₂ O ₃	0.87
Si K	10.55	0.6922	15.24	0.2	14.75	32.59	SiO ₂	1.9
Ca K	7.19	1.0369	6.93	0.14	4.71	9.7	CaO	0.61
Ti K	1.09	0.8713	1.25	0.17	0.71	2.09	TiO ₂	0.09
Fe K	10.85	0.8619	12.59	0.27	6.13	17.99	Fe ₂ O ₃	0.79
Ba L	0.74	0.8352	0.88	0.42	0.18	0.99	BaO	0.02
La L	6.47	0.8829	7.33	0.59	1.43	8.59	La ₂ O ₃	0.19
Ce L	9.93	0.8578	11.58	0.53	2.25	13.56	Ce ₂ O ₃	0.29
Nd L	2.46	0.8711	2.83	0.36	0.53	3.3	Nd ₂ O ₃	0.07
O			36.48	0.53	62.01			8
Totals			102.29				Cation sum	4.9

EDS-3	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.37	0.5498	0.67	0.11	0.75	1.11	MgO	0.1
Al K	4.37	0.634	6.89	0.16	6.93	13.02	Al ₂ O ₃	0.9
Si K	10.35	0.6914	14.97	0.2	14.46	32.03	SiO ₂	1.87
Ca K	7.54	1.0358	7.28	0.14	4.93	10.19	CaO	0.64
Ti K	1.13	0.8692	1.3	0.15	0.74	2.17	TiO ₂	0.1
Fe K	10.66	0.8612	12.38	0.26	6.01	17.7	Fe ₂ O ₃	0.78
La L	6.43	0.8808	7.3	0.55	1.43	8.56	La ₂ O ₃	0.18
Ce L	10.13	0.8558	11.84	0.52	2.29	13.86	Ce ₂ O ₃	0.3
Nd L	2.55	0.869	2.94	0.36	0.55	3.43	Nd ₂ O ₃	0.07
O			36.5	0.5	61.9			8
Totals			102.06				Cation sum	4.92

EDS-4	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.27	0.5509	0.49	0.1	0.58	0.82	MgO	0.07
Al K	3.91	0.636	6.15	0.15	6.46	11.61	Al ₂ O ₃	0.83
Si K	10.38	0.6964	14.91	0.2	15.06	31.9	SiO ₂	1.94
Ca K	7.56	1.0351	7.3	0.14	5.17	10.22	CaO	0.67
Ti K	1.04	0.8672	1.2	0.15	0.71	2	TiO ₂	0.09
Fe K	9.68	0.8601	11.25	0.26	5.71	16.09	Fe ₂ O ₃	0.74
La L	6.08	0.879	6.92	0.54	1.41	8.12	La ₂ O ₃	0.18
Ce L	10.13	0.8541	11.86	0.52	2.4	13.89	Ce ₂ O ₃	0.31
Nd L	2.18	0.8675	2.52	0.36	0.49	2.93	Nd ₂ O ₃	0.06
O			34.98	0.49	62.01			8
Totals			97.58				Cation sum	4.9

EDS-5	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.3	0.5525	0.55	0.11	0.62	0.91	MgO	0.08
Al K	3.93	0.6383	6.16	0.15	6.31	11.64	Al ₂ O ₃	0.81
Si K	10.74	0.6989	15.37	0.2	15.12	32.89	SiO ₂	1.95
Ca K	7.55	1.0339	7.3	0.14	5.03	10.22	CaO	0.65
Ti K	1.17	0.8671	1.35	0.16	0.78	2.26	TiO ₂	0.1
Fe K	10.43	0.8603	12.13	0.26	6	17.34	Fe ₂ O ₃	0.77
La L	5.78	0.8786	6.58	0.56	1.31	7.71	La ₂ O ₃	0.17
Ce L	9.57	0.8536	11.21	0.53	2.21	13.13	Ce ₂ O ₃	0.28
Nd L	2.55	0.8666	2.95	0.36	0.56	3.44	Nd ₂ O ₃	0.07
O			35.93	0.5	62.05			8
Totals			99.53				Cation sum	4.89

EDS-6	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.29	0.5552	0.52	0.1	0.59	0.87	MgO	0.08
Al K	4.33	0.6421	6.75	0.16	6.82	12.75	Al ₂ O ₃	0.88
Si K	10.67	0.6983	15.28	0.2	14.84	32.69	SiO ₂	1.92
Ca K	7.68	1.0329	7.44	0.14	5.06	10.4	CaO	0.65
Ti K	1.14	0.8657	1.32	0.16	0.75	2.2	TiO ₂	0.1
Fe K	10.57	0.8597	12.29	0.26	6.01	17.58	Fe ₂ O ₃	0.78
La L	5.76	0.8774	6.57	0.55	1.29	7.7	La ₂ O ₃	0.17
Ce L	9.39	0.8525	11.02	0.52	2.15	12.91	Ce ₂ O ₃	0.28
Nd L	2.32	0.8655	2.68	0.36	0.51	3.12	Nd ₂ O ₃	0.07
O			36.35	0.5	61.99			8
Totals			100.21				Cation sum	4.91

EDS-7	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.21	0.5503	0.38	0.11	0.44	0.64	MgO	0.06
Al K	3.86	0.6365	6.06	0.15	6.32	11.44	Al ₂ O ₃	0.81
Si K	10.47	0.6975	15.01	0.2	15.03	32.1	SiO ₂	1.94
Ca K	7.47	1.0356	7.21	0.14	5.06	10.09	CaO	0.65
Ti K	1.36	0.8684	1.56	0.15	0.92	2.61	TiO ₂	0.12
Fe K	10.11	0.8607	11.74	0.26	5.92	16.79	Fe ₂ O ₃	0.76
La L	5.82	0.8798	6.62	0.55	1.34	7.76	La ₂ O ₃	0.17
Ce L	9.72	0.8548	11.37	0.52	2.28	13.32	Ce ₂ O ₃	0.29
Nd L	2.67	0.8673	3.08	0.36	0.6	3.59	Nd ₂ O ₃	0.08
O			35.31	0.5	62.09			8
Totals			98.33				Cation sum	4.88

EDS-8	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.27	0.5488	0.5	0.1	0.57	0.82	MgO	0.07
Al K	4.12	0.635	6.49	0.15	6.71	12.27	Al ₂ O ₃	0.87
Si K	10.17	0.694	14.65	0.2	14.54	31.33	SiO ₂	1.88
Ca K	7.55	1.036	7.29	0.14	5.07	10.19	CaO	0.65
Ti K	1.09	0.8687	1.26	0.15	0.73	2.1	TiO ₂	0.09
Fe K	10.82	0.8614	12.57	0.26	6.27	17.97	Fe ₂ O ₃	0.81
La L	5.93	0.8806	6.74	0.54	1.35	7.9	La ₂ O ₃	0.17
Ce L	9.89	0.8556	11.56	0.52	2.3	13.54	Ce ₂ O ₃	0.3
Nd L	2.35	0.8688	2.7	0.36	0.52	3.15	Nd ₂ O ₃	0.07
O			35.53	0.49	61.93			8
Totals			99.29				Cation sum	4.92

EDS-9	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %	Compd %	Formula	Number
Element	Conc.	Corrn.		1σ				of ions
Mg K	0.31	0.5541	0.57	0.1	0.66	0.94	MgO	0.09
Al K	4.1	0.64	6.4	0.15	6.71	12.1	Al ₂ O ₃	0.87
Si K	10.25	0.697	14.71	0.2	14.81	31.47	SiO ₂	1.91
Ca K	7.29	1.0328	7.06	0.14	4.98	9.88	CaO	0.64
Ti K	1.05	0.8668	1.22	0.15	0.72	2.03	TiO ₂	0.09
Fe K	10.53	0.8606	12.24	0.26	6.2	17.5	Fe ₂ O ₃	0.8
La L	5.05	0.8782	5.75	0.54	1.17	6.75	La ₂ O ₃	0.15
Ce L	9.2	0.8532	10.78	0.52	2.18	12.62	Ce ₂ O ₃	0.28
Nd L	2.61	0.8664	3.01	0.35	0.59	3.51	Nd ₂ O ₃	0.08
O			35.06	0.49	61.98			8
Totals			96.79				Cation sum	4.91

EDS-10 Element	App Conc.	Intensity Corrn.	Wt %	Wt % 1σ	Atomic %	Compd %	Formula	Number of ions
Mg K	0.27	0.5638	0.48	0.1	0.61	0.8	MgO	0.08
Al K	3.09	0.6486	4.76	0.14	5.43	9	Al ₂ O ₃	0.7
Si K	10.7	0.7129	15	0.2	16.43	32.1	SiO ₂	2.13
Ca K	8.91	1.0283	8.66	0.14	6.65	12.12	CaO	0.86
Fe K	7.97	0.8564	9.31	0.24	5.12	13.3	Fe ₂ O ₃	0.66
Ba L	1.27	0.82	1.55	0.38	0.35	1.74	BaO	0.05
La L	3.7	0.8673	4.27	0.54	0.95	5.01	La ₂ O ₃	0.12
Ce L	8.16	0.8432	9.68	0.5	2.12	11.34	Ce ₂ O ₃	0.28
Nd L	2.32	0.86	2.69	0.36	0.57	3.14	Nd ₂ O ₃	0.07
O			32.13	0.48	61.77			8
Totals			88.54				Cation sum	4.95

ANEXO 6

(Análises EDS em “*Mounts*” de Monazita)

VSM-53C Ortognaisse Granodiorítico (AGS)

Inclusão

EDS-1	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %
Element	Conc.	Corn.		1σ	
O	35.55	0.8339	48.29	0.32	61.87
Na	3.71	0.9076	4.63	0.11	4.13
Al	6.94	0.8842	8.89	0.12	6.76
Si	26.47	0.8454	35.47	0.26	25.89
K	0.64	0.9598	0.75	0.06	0.4
Ca	1.38	0.9308	1.67	0.07	0.86
Fe	0.21	0.8231	0.29	0.08	0.11
Totals			100		

Monazita

EDS-2	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %
Element	Conc.	Corn.		1σ	
O	15.73	0.7467	33.83	0.64	64.14
Al	0.83	0.6117	2.19	0.12	2.46
Si	1.63	0.7047	3.72	0.14	4.02
P	8.55	1.072	12.81	0.25	12.55
Ca	7.26	1.0326	11.29	0.21	8.55
Fe	1.11	0.8624	2.07	0.18	1.13
La	4.64	0.8719	8.55	0.47	1.87
Ce	9.24	0.8488	17.5	0.53	3.79
Nd	3.07	0.869	5.67	0.42	1.19
Th	1.17	0.7953	2.36	0.37	0.31
Totals			100		

Monazita

EDS-3	App	Intensity	Wt %	Wt %	Atomic %
Element	Conc.	Corn.		1σ	
O	24.97	1.0918	26.71	0.42	65.3
Si	0.24	0.6308	0.45	0.08	0.63
P	12.35	1.0166	14.18	0.22	17.91
Ca	0.23	1.0676	0.25	0.07	0.25
La	12.17	0.9454	15.04	0.44	4.23
Ce	23.6	0.9202	29.95	0.5	8.36
Nd	8.28	0.9423	10.27	0.41	2.78
Th	2.15	0.7993	3.14	0.35	0.53
Totals			100		

ANEXO 7

**(Geocronologia U-Pb LA-ICP-MS
em zircão, titanita e monazita)**

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32μm, ablation time - 40s.

VSM 27B		ZIRCÃO		RATIOS						Pb total		Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	SITE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1 sigma	T _{207/206}	1 sigma	
1.1	e,p,sz	0.7966	0.0450	0.0970	0.0017	0.6500	10.3104	0.1827	0.0596	0.0036	0.12	13	68	82	0.83	0.597	0.010	0.588	0.124	101
25.1	m,fr,sz	0.8280	0.0467	0.0990	0.0017	0.1100	10.1050	0.1770	0.0607	0.0036	0.45	25	173	172	1.01	0.608	0.010	0.628	0.133	96
4.1	c,p,sz	0.8199	0.0495	0.0991	0.0019	0.0100	10.0858	0.1905	0.0600	0.0039	1.19	14	91	91	1.00	0.609	0.011	0.603	0.143	101
24.1	e,fr,sz	0.8234	0.0559	0.0992	0.0019	0.5100	10.0831	0.1970	0.0602	0.0043	0.53	17	86	122	0.71	0.610	0.011	0.611	0.152	99
5.1	c,fr,sz	0.8307	0.0551	0.0994	0.0021	0.5500	10.0653	0.2080	0.0606	0.0045	0.67	11	65	75	0.87	0.611	0.012	0.627	0.166	97
13.1	m,p,sz	0.8383	0.0358	0.0995	0.0014	0.2400	10.0500	0.1448	0.0611	0.0028	0.37	28	194	178	1.09	0.611	0.008	0.643	0.100	95
15.1	c,fr,sz	0.8428	0.0691	0.0999	0.0023	0.1700	10.0061	0.2256	0.0612	0.0053	0.67	15	97	96	1.01	0.614	0.013	0.645	0.196	95
16.1	c,fr,sz	0.8703	0.0452	0.1001	0.0017	0.5500	9.9880	0.1681	0.0630	0.0034	0.21	28	207	185	1.12	0.615	0.010	0.710	0.122	86
6.1	c,fr,sz	0.8407	0.0377	0.1005	0.0015	0.6200	9.9480	0.1467	0.0607	0.0029	0.41	25	170	156	1.09	0.617	0.009	0.627	0.104	98
10.1	c,fr,hb	0.8407	0.0439	0.1007	0.0017	0.1300	9.9319	0.1646	0.0606	0.0035	0.30	17	101	109	0.93	0.618	0.010	0.624	0.124	99
18.1	m,p,hb	0.8166	0.0940	0.1007	0.0027	0.3600	9.9263	0.2683	0.0588	0.0074	3.31	7	22	60	0.37	0.619	0.016	0.559	0.270	110
7.1	m,fr,sz	0.8354	0.0430	0.1009	0.0017	0.2500	9.9118	0.1633	0.0601	0.0033	0.45	22	147	139	1.06	0.620	0.010	0.606	0.120	102
8.1	m,fr,sz	0.8660	0.0386	0.1013	0.0015	0.0100	9.8751	0.1469	0.0620	0.0030	0.40	26	181	160	1.13	0.622	0.009	0.675	0.107	92
22.1	m,fr,sz	0.8645	0.0515	0.1017	0.0019	0.5300	9.8312	0.1790	0.0616	0.0037	0.62	25	168	163	1.03	0.624	0.011	0.662	0.133	94
11.1	c,p,sz	0.8635	0.0406	0.1026	0.0016	0.3200	9.7502	0.1495	0.0611	0.0031	0.34	18	88	118	0.74	0.629	0.009	0.641	0.110	98
21.1	c,p,sz	0.8518	0.0502	0.1037	0.0019	0.1600	9.6456	0.1726	0.0596	0.0036	0.23	34	253	216	1.17	0.636	0.011	0.589	0.135	108
20.1	e,eq,hb	0.8717	0.0658	0.1042	0.0022	0.1300	9.5973	0.1997	0.0607	0.0050	1.17	17	130	111	1.17	0.639	0.013	0.628	0.174	101
26.1	c,p,sz	0.8986	0.0620	0.1051	0.0021	0.6100	9.5182	0.1872	0.0620	0.0047	0.50	15	92	101	0.91	0.644	0.012	0.675	0.158	95
17.1	e,p,hb	0.8870	0.0631	0.1061	0.0021	0.4500	9.4283	0.1888	0.0607	0.0045	1.01	15	97	102	0.95	0.650	0.012	0.627	0.161	103
9.1	c,fr,hb	0.8567	0.0561	0.1058	0.0021	0.2600	9.4517	0.1873	0.0587	0.0043	1.58	14	86	86	1.00	0.648	0.012	0.557	0.159	116
23.1	c,fr,sz	0.8367	0.0668	0.1034	0.0022	0.3100	9.6675	0.2038	0.0587	0.0051	0.26	24	162	152	1.07	0.635	0.013	0.555	0.172	114
2.1	c,p,hb	0.8065	0.0563	0.1020	0.0021	0.4800	9.8081	0.2037	0.0574	0.0046	4.63	9	9	77	0.12	0.626	0.012	0.506	0.174	123
12.1	c,fr,sz	0.7718	0.0608	0.0998	0.0022	0.0500	10.0158	0.2253	0.0561	0.0049	0.37	12	67	82	0.82	0.613	0.013	0.455	0.185	134
14.1	c,p,sz	0.8642	0.0477	0.0993	0.0017	0.3200	10.0677	0.1747	0.0631	0.0036	0.29	23	166	144	1.15	0.610	0.010	0.712	0.123	85
19.1	c,p,sz	0.8623	0.0761	0.0993	0.0023	0.0100	10.0736	0.2379	0.0630	0.0061	0.71	9	52	65	0.80	0.610	0.014	0.708	0.215	86
3.1	c,p,sz	0.8821	0.0645	0.0989	0.0023	0.0100	10.1099	0.2392	0.0647	0.0054	0.49	13	78	81	0.97	0.608	0.014	0.764	0.182	79

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32µm, ablation time - 40s.

VSM 29A - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	SITE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
1.1	e,p,sz	0.8449	0.0588	0.1007	0.0015	0.3300	9.9279	0.1440	0.0608	0.0048	0.40	9	25	75	0.34	0.619	0.009	0.633	0.177	97
2.1	e,p,sz	0.8412	0.0538	0.0991	0.0014	0.2700	10.0942	0.1389	0.0616	0.0044	0.81	9	28	75	0.38	0.609	0.008	0.660	0.155	92
3.1	e,p,sz	0.8439	0.0466	0.0996	0.0012	0.5100	10.0411	0.1240	0.0615	0.0038	1.12	11	40	92	0.43	0.612	0.007	0.655	0.139	93
4.1	e,p,sz	0.8749	0.0597	0.1007	0.0015	0.0800	9.9326	0.1461	0.0630	0.0049	1.76	7	40	54	0.75	0.618	0.009	0.709	0.177	87
5.1	e,p,sz	0.8742	0.0524	0.0996	0.0013	0.0100	10.0407	0.1335	0.0637	0.0042	0.67	9	32	65	0.49	0.612	0.008	0.730	0.154	83
6.1	e,p,sz	0.8628	0.0478	0.1009	0.0012	0.5400	9.9126	0.1224	0.0620	0.0039	0.77	9	28	70	0.40	0.620	0.007	0.675	0.138	91
7.1	c,p,sz	0.8172	0.0535	0.1000	0.0014	0.0100	10.0017	0.1368	0.0593	0.0043	0.03	9	41	68	0.61	0.614	0.008	0.577	0.163	106
8.1	e,p,sz	0.7885	0.0417	0.1014	0.0011	0.5700	9.8645	0.1108	0.0564	0.0033	0.48	12	51	91	0.55	0.622	0.007	0.469	0.125	132
9.1	e,p,sz	0.8237	0.0369	0.1000	0.0010	0.6300	10.0013	0.1031	0.0598	0.0029	0.44	18	28	154	0.19	0.614	0.006	0.595	0.107	103
12.1	c,p,sz	0.8168	0.0285	0.0993	0.0009	0.7700	10.0752	0.0871	0.0597	0.0023	0.90	28	200	190	1.05	0.610	0.005	0.592	0.082	103
16.1	e,p,sz	0.8234	0.0406	0.0993	0.0011	0.4000	10.0702	0.1130	0.0601	0.0031	0.22	19	179	119	1.50	0.610	0.007	0.608	0.114	100
17.1	c,p,sz	0.8356	0.0252	0.0993	0.0008	0.7200	10.0702	0.0814	0.0610	0.0020	0.12	32	237	207	1.14	0.610	0.005	0.640	0.073	95
18.1	c,p,sz	0.8107	0.0208	0.0989	0.0007	0.3300	10.1111	0.0726	0.0594	0.0016	0.17	57	721	291	2.48	0.608	0.004	0.584	0.057	104
19.1	e,p,sz	0.8111	0.0446	0.0996	0.0012	0.1400	10.0390	0.1202	0.0591	0.0035	1.76	10	47	77	0.61	0.612	0.007	0.569	0.131	107
20.1	e,p,sz	0.8056	0.0468	0.1010	0.0012	0.8300	9.9012	0.1220	0.0578	0.0037	2.79	9	43	67	0.64	0.620	0.007	0.524	0.136	118
21.1	c,p,sz	0.9032	0.0505	0.1024	0.0013	0.6200	9.7650	0.1243	0.0640	0.0039	0.36	10	28	83	0.34	0.628	0.008	0.740	0.139	84
22.1	c,p,sz	0.8637	0.0492	0.1018	0.0013	0.3200	9.8235	0.1231	0.0615	0.0039	0.85	9	25	69	0.36	0.625	0.007	0.658	0.140	94
23.1	e,p,sz	0.8469	0.0287	0.1003	0.0009	0.0100	9.9726	0.0858	0.0613	0.0023	0.31	23	155	153	1.01	0.616	0.005	0.648	0.078	95
24.1	e,p,sz	0.8196	0.0454	0.1001	0.0012	0.5900	9.9910	0.1203	0.0594	0.0036	0.86	13	30	109	0.28	0.615	0.007	0.581	0.126	105
25.1	c,p,sz	0.8258	0.0407	0.0998	0.0011	0.2900	10.0249	0.1110	0.0600	0.0032	0.26	11	62	80	0.78	0.613	0.006	0.605	0.118	101
26.1	c,p,sz	0.8329	0.0378	0.0993	0.0011	0.2500	10.0716	0.1067	0.0608	0.0030	0.71	14	73	93	0.79	0.610	0.006	0.634	0.108	96
10.1	m,p,sz	0.8019	0.0512	0.0974	0.0013	0.4500	10.2705	0.1363	0.0597	0.0043	1.12	10	61	73	0.85	0.599	0.008	0.594	0.149	100
11.1	e,p,sz	0.7829	0.0504	0.0959	0.0013	0.2100	10.4290	0.1386	0.0592	0.0044	2.00	10	30	80	0.38	0.590	0.008	0.575	0.155	102
13.1	c,p,sz	0.7863	0.0580	0.0979	0.0015	0.4200	10.2109	0.1527	0.0582	0.0045	1.64	13	91	91	1.00	0.602	0.009	0.539	0.166	111
14.1	e,p,sz	0.8092	0.0268	0.0979	0.0008	0.0100	10.2159	0.0862	0.0600	0.0021	2.39	12	48	87	0.55	0.602	0.005	0.602	0.075	100
15.1	m,p,sz	0.8704	0.0402	0.1061	0.0011	0.2200	9.4236	0.0987	0.0595	0.0031	2.72	14	70	99	0.71	0.650	0.006	0.585	0.115	111

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32μm, ablation time - 40s.

VSM 29B		ZIRCÃO		RATIOS							Pb total		Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma		
12.1	e,p,osc	0.7927	0.0223	0.0959	0.0011	0.860	10.4322	0.1220	0.0600	0.0016	0.55	44	138	371	0.37	0.590	0.007	0.603	0.058	97	
20.1	c,p,osc	0.7921	0.0245	0.0965	0.0012	0.900	10.3607	0.1251	0.0595	0.0018	3.87	52	214	391	0.55	0.594	0.007	0.586	0.068	101	
6.1	c,p,osc	0.8010	0.0215	0.0969	0.0011	0.860	10.3219	0.1184	0.0600	0.0016	0.25	43	240	291	0.82	0.596	0.007	0.602	0.055	98	
3.1	e,p,osc	0.8016	0.0259	0.0970	0.0012	0.670	10.3099	0.1328	0.0599	0.0019	2.83	21	57	164	0.35	0.597	0.007	0.601	0.067	99	
9.1	c,p,osc	0.8050	0.0199	0.0974	0.0011	0.840	10.2661	0.1110	0.0599	0.0014	4.94	48	195	371	0.53	0.599	0.006	0.601	0.050	99	
1.1	e,p,osc	0.8134	0.0227	0.0976	0.0011	0.530	10.2448	0.1192	0.0604	0.0016	2.37	43	163	337	0.49	0.600	0.007	0.619	0.055	96	
23.1	c,p,osc	0.7925	0.0250	0.0979	0.0012	0.660	10.2158	0.1268	0.0587	0.0018	0.50	44	237	330	0.72	0.602	0.007	0.557	0.067	108	
19.1	e,p,osc	0.8322	0.0255	0.0988	0.0012	0.950	10.1185	0.1241	0.0611	0.0019	2.29	36	123	291	0.42	0.608	0.007	0.642	0.069	94	
24.1	e,p,osc	0.8121	0.0261	0.0991	0.0012	0.570	10.0950	0.1274	0.0595	0.0019	3.83	38	109	321	0.34	0.609	0.007	0.584	0.067	104	
21.1	c,fr,hb	0.8354	0.0347	0.0992	0.0015	0.240	10.0816	0.1530	0.0611	0.0027	3.12	8	43	60	0.73	0.610	0.009	0.642	0.096	94	
8.1	m,eq,sz	0.8260	0.0231	0.1003	0.0012	0.590	9.9741	0.1177	0.0597	0.0015	0.42	37	247	257	0.96	0.616	0.007	0.595	0.055	103	
11.1	m,p,hd	0.8212	0.0195	0.1004	0.0011	0.950	9.9622	0.1051	0.0593	0.0013	0.26	68	224	562	0.40	0.617	0.006	0.579	0.046	106	
14.1	c,p,osc	0.8521	0.0364	0.1009	0.0015	0.360	9.9068	0.1502	0.0612	0.0027	5.31	19	145	105	1.38	0.620	0.009	0.647	0.096	95	
4.1	c,p,osc	0.8380	0.0268	0.1014	0.0013	0.180	9.8586	0.1225	0.0599	0.0019	0.31	33	108	246	0.44	0.623	0.007	0.601	0.066	103	
5.1	m,p,osc	0.8390	0.0268	0.1014	0.0013	0.180	9.8581	0.1225	0.0600	0.0019	0.30	33	108	246	0.44	0.623	0.007	0.603	0.065	103	
10.1	e,p,osc	0.8535	0.0199	0.1016	0.0011	0.640	9.8415	0.1033	0.0609	0.0013	0.12	61	348	426	0.82	0.624	0.006	0.636	0.045	98	
15.1	e,p,osc	0.8394	0.0257	0.1028	0.0013	0.700	9.7295	0.1190	0.0592	0.0017	1.13	28	52	226	0.23	0.631	0.007	0.576	0.062	109	
18.1	e,p,osc	0.8806	0.0272	0.1049	0.0013	0.500	9.5329	0.1176	0.0609	0.0018	0.14	49	403	265	1.52	0.643	0.008	0.635	0.063	101	
2.1	c,p,osc	0.7723	0.0201	0.0940	0.0010	0.720	10.6377	0.1179	0.0596	0.0014	1.17	33	105	274	0.38	0.579	0.006	0.589	0.052	98	
25.1	c,eq,sz	0.8688	0.0290	0.1045	0.0013	0.950	9.5687	0.1208	0.0603	0.0022	1.00	31	49	265	0.18	0.641	0.008	0.614	0.078	104	
17.1	c,p,hd	0.7819	0.0195	0.0948	0.0010	0.980	10.5503	0.1109	0.0598	0.0016	0.66	39	145	304	0.48	0.584	0.006	0.597	0.056	97	
26.1	e,p,osc	0.9210	0.0246	0.1109	0.0013	0.820	9.0163	0.1018	0.0602	0.0016	0.91	53	221	364	0.61	0.678	0.007	0.612	0.057	110	
16.1	m,p,osc	0.6732	0.0184	0.0826	0.0009	0.980	12.1051	0.1385	0.0591	0.0015	0.95	59	249	428	0.58	0.512	0.006	0.571	0.055	89	
22.1	m,p,osc	0.5442	0.0184	0.0681	0.0009	0.950	14.6762	0.1962	0.0579	0.0018	0.83	37	129	329	0.39	0.425	0.005	0.527	0.066	80	
7.1	c,p,osc	0.7586	0.0200	0.0911	0.0010	0.910	10.9718	0.1254	0.0604	0.0015	31.36	49	280	381	0.73	0.562	0.006	0.617	0.056	91	
13.1	e,p,hb	0.5490	0.0184	0.0676	0.0008	0.950	14.7833	0.1853	0.0589	0.0021	15.85	24	60	285	0.21	0.422	0.005	0.562	0.074	75	

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32μm, ablation time - 40s.

VSM 30 - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
18.1	c,p,sz	0.7946	0.0436	0.0940	0.0015	0.4800	10.6397	0.1694	0.0613	0.0034	0.87	20	184	117	1.58	0.579	0.009	0.650	0.120	89
11.1	c,fr,sz	0.7860	0.0639	0.0962	0.0020	0.4200	10.3998	0.2136	0.0593	0.0050	0.53	15	119	86	1.40	0.592	0.012	0.578	0.178	102
4.1	e,fr,sz	0.7941	0.0391	0.0964	0.0016	0.2600	10.3755	0.1697	0.0598	0.0029	0.63	41	398	214	1.86	0.593	0.009	0.595	0.106	99
2.1	c,fr,sz	0.8177	0.0386	0.0971	0.0015	0.9600	10.3014	0.1628	0.0611	0.0029	0.00	29	284	147	1.93	0.597	0.009	0.642	0.107	92
3.1	c,p,sz	0.8177	0.0648	0.0972	0.0021	0.5000	10.2843	0.2232	0.0610	0.0051	0.28	21	178	120	1.48	0.598	0.012	0.639	0.209	93
7.1	e,p,sz	0.8215	0.0868	0.0972	0.0024	0.7000	10.2906	0.2584	0.0613	0.0069	0.47	11	111	63	1.77	0.598	0.014	0.650	0.241	91
10.1	e,fr,sz	0.7721	0.0517	0.0973	0.0018	0.3500	10.2744	0.1889	0.0575	0.0041	0.56	16	109	101	1.08	0.599	0.011	0.512	0.154	116
19.1	c,fr,sz	0.7928	0.0308	0.0978	0.0013	0.4300	10.2267	0.1353	0.0588	0.0022	0.13	40	530	188	2.83	0.601	0.008	0.560	0.079	107
14.1	m,fr,sz	0.8410	0.0335	0.0979	0.0014	0.6600	10.2150	0.1411	0.0623	0.0024	0.52	23	204	132	1.55	0.602	0.008	0.685	0.086	87
8.1	c,p,sz	0.8569	0.0809	0.0979	0.0023	0.4300	10.2173	0.2378	0.0635	0.0067	0.32	17	160	95	1.69	0.602	0.013	0.725	0.205	83
1.1	e,fr,sz	0.8139	0.0472	0.0980	0.0017	0.0100	10.2053	0.1808	0.0602	0.0035	0.42	28	223	155	1.44	0.603	0.010	0.612	0.128	98
21.1	c,fr,sz	0.8062	0.0300	0.0980	0.0013	0.5100	10.2005	0.1343	0.0596	0.0022	0.50	43	24	367	0.07	0.603	0.008	0.591	0.079	102
12.1	m,fr,sz	0.8241	0.0352	0.0984	0.0015	0.0100	10.1635	0.1548	0.0607	0.0025	0.14	50	543	247	2.20	0.605	0.009	0.630	0.094	95
17.1	c,fr,sz	0.8097	0.0446	0.0987	0.0016	0.4300	10.1301	0.1630	0.0595	0.0033	0.34	17	194	81	2.38	0.607	0.009	0.585	0.119	103
6.1	c,p,sz	0.8199	0.0390	0.0990	0.0016	0.6200	10.1048	0.1608	0.0601	0.0028	0.22	69	733	339	2.16	0.608	0.009	0.607	0.095	100
24.1	c,frsz	0.8470	0.0352	0.0991	0.0014	0.6000	10.0922	0.1404	0.0620	0.0025	0.30	26	211	154	1.38	0.609	0.008	0.674	0.090	90
9.1	c,fr,sz	0.8365	0.0453	0.0999	0.0017	0.0400	10.0060	0.1690	0.0607	0.0034	0.17	24	189	136	1.39	0.614	0.010	0.629	0.128	97
22.1	c,fr,sz	0.8386	0.0355	0.1002	0.0014	0.6200	9.9847	0.1394	0.0607	0.0025	1.37	14	114	87	1.32	0.615	0.008	0.630	0.089	97
16.1	e,fr,sz	0.8158	0.0408	0.1004	0.0015	0.0100	9.9607	0.1525	0.0589	0.0030	0.80	13	99	75	1.33	0.617	0.009	0.565	0.109	109
13.1	e,p,osc	0.8391	0.0356	0.1008	0.0015	0.6200	9.9190	0.1468	0.0604	0.0025	0.24	36	279	216	1.29	0.619	0.009	0.617	0.092	100
20.1	c,p,sz	0.8343	0.0327	0.1010	0.0014	0.9000	9.9016	0.1336	0.0599	0.0022	0.71	30	260	161	1.61	0.620	0.008	0.600	0.079	103
15.1	e,fr,sz	0.8424	0.0421	0.1017	0.0015	0.6400	9.8349	0.1485	0.0601	0.0030	0.79	22	239	110	2.17	0.624	0.009	0.607	0.110	102
23.1	c,fr,sz	0.8556	0.0521	0.1034	0.0017	0.6200	9.6689	0.1617	0.0600	0.0038	0.86	18	186	92	2.01	0.634	0.010	0.603	0.138	105
25.1	c,p,sz	0.9058	0.0632	0.1037	0.0019	0.6600	9.6400	0.1799	0.0633	0.0047	2.01	10	66	62	1.07	0.636	0.011	0.719	0.167	88
26.1	e,p,sz	0.8636	0.0329	0.1039	0.0014	0.1500	9.6243	0.1267	0.0603	0.0023	0.28	30	92	216	0.43	0.637	0.008	0.614	0.081	103
5.1	m,fr,sz	0.7310	0.0257	0.0888	0.0012	0.9300	11.2638	0.1567	0.0597	0.0020	0.50	52	158	439	0.36	0.548	0.007	0.593	0.072	92

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32µm, ablation time - 40s.

VSM 53C - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
7.1	e,fr,sz	0.7304	0.0822	0.0888	0.0051	0.8800	11.2656	0.6498	0.0597	0.0056	1.47	22	280	159	1.76	0.548	0.030	0.592	0.196	92
12.1	c,fr,sz	0.8041	0.1307	0.0956	0.0066	0.6300	10.4561	0.7184	0.0610	0.0089	0.52	21	212	143	1.49	0.589	0.039	0.638	0.296	92
4.1	c,fr,sz	0.7861	0.0860	0.0960	0.0055	0.9800	10.4142	0.5972	0.0594	0.0057	5.79	33	256	226	1.13	0.591	0.032	0.581	0.196	101
11.1	c,fr,sz	0.8087	0.0991	0.0971	0.0059	0.9500	10.3016	0.6213	0.0604	0.0057	0.39	12	63	58	1.09	0.597	0.034	0.619	0.200	96
10.1	e,p,osc	0.9266	0.1009	0.1086	0.0068	0.7900	9.2062	0.5722	0.0619	0.0045	4.06	34	120	256	0.47	0.665	0.039	0.670	0.165	99
6.1	e,fr,hb	0.8105	0.1151	0.1021	0.0066	0.8200	9.7933	0.6309	0.0576	0.0069	5.26	17	57	143	0.40	0.627	0.038	0.513	0.261	122
2.1	e,p,hb	0.7399	0.1590	0.0891	0.0073	0.4100	11.2271	0.9199	0.0602	0.0123	1.87	7	18	57	0.32	0.550	0.043	0.613	0.398	89
8.1	e,p,hb	0.3222	0.0459	0.0409	0.0031	0.9800	24.4291	1.8596	0.0571	0.0051	2.89	24	114	153	0.75	0.259	0.019	0.495	0.190	52
2.2	e,p,sz	0.6961	0.0737	0.0805	0.0047	0.9000	12.4148	0.7320	0.0627	0.0047	12.23	45	633	214	2.95	0.499	0.028	0.697	0.167	71
5.1	e,pr,hb	0.6631	0.0760	0.0837	0.0048	0.0900	11.9466	0.6857	0.0575	0.0059	13.16	43	121	458	0.26	0.518	0.028	0.509	0.169	101
1.1	c,fr,hb	0.6648	0.1237	0.0851	0.0063	0.9400	11.7444	0.8628	0.0566	0.0086	7.16	6	15	47	0.31	0.527	0.037	0.477	0.331	110
9.1	e,fr,hb	0.7969	0.1170	0.0980	0.0064	0.8900	10.2051	0.6621	0.0590	0.0073	16.67	10	28	77	0.37	0.603	0.037	0.567	0.273	106
3.1	e,fr,hb	0.8378	0.1397	0.1011	0.0073	0.9500	9.8895	0.7132	0.0601	0.0101	6.84	8	45	66	0.69	0.621	0.043	0.607	0.347	102

SPL 2231, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 7mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM - 71 ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				
SPOT	SITE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	Conc.
14.1		0.8030	0.0139	0.0973	0.0008	0.48	10.2769	0.0813	0.0599	0.0009	0.10	97	764	656	1.16	0.599	0.005	0.598	0.035	100
4.1		0.8193	0.0186	0.0974	0.0009	0.92	10.2703	0.0909	0.0610	0.0014	0.23	31	212	224	0.95	0.599	0.005	0.640	0.051	93
2.1		0.8058	0.0169	0.0977	0.0009	0.43	10.2345	0.0893	0.0598	0.0013	0.12	43	293	288	1.02	0.601	0.005	0.597	0.046	100
22.1		0.8118	0.0300	0.0977	0.0011	0.57	10.2394	0.1121	0.0603	0.0023	0.15	25	238	156	1.53	0.601	0.006	0.614	0.084	97
6.1		0.8143	0.0164	0.0983	0.0009	0.01	10.1705	0.0880	0.0601	0.0012	0.18	46	185	356	0.52	0.605	0.005	0.606	0.044	99
24.1		0.8098	0.0240	0.0984	0.0010	0.53	10.1640	0.0995	0.0597	0.0018	0.00	32	245	210	1.16	0.605	0.006	0.593	0.066	102
9.1		0.8112	0.0214	0.0985	0.0009	0.54	10.1484	0.0957	0.0597	0.0016	0.10	29	217	190	1.14	0.606	0.005	0.593	0.059	102
17.1		0.8122	0.0155	0.0988	0.0008	0.77	10.1221	0.0823	0.0596	0.0011	0.06	68	444	462	0.96	0.607	0.005	0.590	0.039	102
8.1		0.8196	0.0166	0.0988	0.0008	0.79	10.1165	0.0859	0.0601	0.0012	0.10	44	299	294	1.02	0.608	0.005	0.609	0.044	99
11.1		0.8212	0.0142	0.0991	0.0008	0.88	10.0858	0.0801	0.0601	0.0011	3.12	53	328	380	0.86	0.609	0.005	0.606	0.041	100
15.1		0.8271	0.0226	0.0999	0.0009	0.22	10.0134	0.0952	0.0601	0.0016	0.20	35	226	239	0.95	0.614	0.006	0.606	0.058	101
1.1		0.8272	0.0157	0.1006	0.0008	0.78	9.9378	0.0839	0.0596	0.0011	0.09	60	323	430	0.75	0.618	0.005	0.590	0.040	104
19.1		0.7991	0.0240	0.0963	0.0010	0.65	10.3842	0.1032	0.0602	0.0018	0.24	31	236	204	1.16	0.593	0.006	0.610	0.066	97
13.1		0.7971	0.0272	0.0966	0.0010	0.57	10.3543	0.1099	0.0599	0.0021	0.27	24	143	166	0.87	0.594	0.006	0.598	0.075	99
23.1		0.7976	0.0183	0.0957	0.0008	0.80	10.4477	0.0913	0.0604	0.0013	0.13	45	306	312	0.98	0.589	0.005	0.619	0.048	95
5.1		0.7925	0.0387	0.0956	0.0012	0.70	10.4625	0.1350	0.0601	0.0031	0.47	12	70	79	0.88	0.588	0.007	0.609	0.115	96
12.1		0.7991	0.0161	0.0956	0.0008	0.80	10.4599	0.0890	0.0606	0.0012	0.32	45	268	322	0.83	0.589	0.005	0.626	0.044	94
18.1		0.7900	0.0232	0.0956	0.0009	0.83	10.4633	0.1031	0.0600	0.0018	0.09	35	282	218	1.30	0.588	0.006	0.602	0.064	97
20.1		0.7763	0.0228	0.0949	0.0010	0.96	10.5382	0.1058	0.0593	0.0016	1.53	52	358	355	1.01	0.584	0.006	0.579	0.058	100
10.1		0.7854	0.0211	0.0950	0.0009	0.87	10.5236	0.1003	0.0599	0.0017	0.09	26	181	174	1.04	0.585	0.005	0.602	0.061	97
3.1		0.7650	0.0234	0.0921	0.0009	0.99	10.8605	0.1102	0.0603	0.0021	0.37	15	83	101	0.82	0.568	0.006	0.613	0.072	92
7.1		0.8933	0.0357	0.1031	0.0012	0.73	9.6956	0.1136	0.0628	0.0027	0.19	16	93	103	0.90	0.633	0.007	0.702	0.093	90
16.1		0.8727	0.0193	0.1051	0.0009	0.81	9.5106	0.0829	0.0602	0.0013	0.11	48	227	343	0.66	0.644	0.005	0.611	0.046	105
21.1		0.9002	0.0215	0.1083	0.0010	0.93	9.2296	0.0818	0.0603	0.0014	0.11	55	374	400	0.94	0.663	0.006	0.613	0.052	108

SPL 2233, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 7mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM - 72B ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				
SPOT	SITE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	Conc.
18.1		0.7978	0.0348	0.0974	0.0015	0.56	10.2665	0.1543	0.0594	0.0027	0.08	41	350	215	1.63	0.599	0.009	0.582	0.107	102
15.1		0.7994	0.0377	0.0976	0.0015	0.06	10.2409	0.1595	0.0594	0.0031	0.42	12	54	83	0.65	0.601	0.009	0.581	0.121	103
14.1		0.8010	0.0384	0.0991	0.0015	0.24	10.0874	0.1576	0.0586	0.0029	0.93	12	72	69	1.04	0.609	0.009	0.552	0.107	110
16.1		0.8106	0.0287	0.0991	0.0013	0.61	10.0952	0.1335	0.0593	0.0021	0.43	30	273	162	1.69	0.609	0.008	0.58	0.076	104
17.1		0.8520	0.0383	0.0999	0.0015	0.74	10.0073	0.1535	0.0618	0.0030	0.62	14	80	87	0.91	0.614	0.009	0.669	0.108	91
3.1		0.8374	0.0338	0.1002	0.0012	0.68	9.9786	0.1149	0.0606	0.0026	0.82	23	162	142	1.13	0.616	0.007	0.625	0.09	98
19.1		0.8429	0.0234	0.1009	0.0012	0.83	9.9087	0.1146	0.0606	0.0016	0.11	35	336	207	1.62	0.62	0.007	0.624	0.059	99
7.1		0.8442	0.0467	0.1012	0.0014	0.14	9.8827	0.1390	0.0605	0.0035	0.76	9	65	56	1.16	0.621	0.008	0.622	0.129	99
21.1		0.8342	0.0478	0.1026	0.0018	0.74	9.7484	0.1704	0.0590	0.0038	0.58	14	111	74	1.49	0.63	0.01	0.566	0.134	111
4.1		0.8497	0.0341	0.1033	0.0012	0.37	9.6769	0.1114	0.0596	0.0024	0.14	39	369	205	1.80	0.634	0.007	0.59	0.086	107
11.1		0.8475	0.0434	0.1035	0.0014	0.01	9.6583	0.1284	0.0594	0.0031	0.33	23	141	150	0.94	0.635	0.008	0.581	0.115	109
10.1		0.8558	0.0533	0.1041	0.0016	0.13	9.6036	0.1447	0.0596	0.0039	3.32	9	28	71	0.39	0.639	0.009	0.589	0.142	108
24.1		0.8389	0.0538	0.1042	0.0020	0.37	9.5949	0.1827	0.0584	0.0042	0.46	14	97	79	1.22	0.639	0.012	0.544	0.149	117
9.1		0.9015	0.0501	0.1045	0.0015	0.76	9.5710	0.1411	0.0626	0.0036	0.36	16	118	100	1.18	0.641	0.009	0.694	0.123	92
13.1		0.8801	0.0369	0.1053	0.0015	0.14	9.4968	0.1395	0.0606	0.0027	0.45	15	88	90	0.98	0.645	0.009	0.626	0.094	103
23.1		0.8752	0.0379	0.1061	0.0016	0.64	9.4293	0.1392	0.0599	0.0028	0.19	15	73	91	0.80	0.65	0.009	0.598	0.102	108
8.1		0.8815	0.0696	0.1066	0.0019	0.01	9.3814	0.1687	0.0600	0.0050	1.73	12	117	77	1.52	0.653	0.011	0.603	0.177	108
20.1		0.7951	0.0233	0.0943	0.0011	0.80	10.6001	0.1254	0.0611	0.0018	0.28	25	211	150	1.41	0.581	0.007	0.644	0.064	90
22.1		0.8025	0.0267	0.0956	0.0012	0.76	10.4644	0.1329	0.0609	0.0021	0.19	20	119	125	0.95	0.588	0.007	0.636	0.072	92
1.1		0.7839	0.0457	0.0957	0.0014	0.94	10.4528	0.1574	0.0594	0.0034	0.80	15	149	84	1.77	0.589	0.008	0.583	0.124	101
2.1		0.8165	0.0375	0.0967	0.0012	0.02	10.3384	0.1282	0.0612	0.0030	0.39	14	99	96	1.03	0.595	0.007	0.647	0.104	91
6.1		0.8815	0.0291	0.1063	0.0011	0.11	9.4116	0.0973	0.0602	0.0020	0.39	34	287	208	1.38	0.651	0.006	0.61	0.073	106
12.1		0.9033	0.0372	0.1079	0.0013	0.65	9.2660	0.1078	0.0607	0.0027	0.74	13	82	85	0.97	0.661	0.007	0.629	0.097	105
5.1		0.9291	0.0419	0.1084	0.0014	0.46	9.2212	0.1159	0.0621	0.0030	0.52	14	120	89	1.35	0.664	0.008	0.679	0.105	97

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 35 - ZIRCÃO		RATIOS										Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma		
1.1	e,p,osc	0.7847	0.0203	0.0951	0.0007	0.4600	10.5165	0.0754	0.0599	0.0016	0.34	33.8	145.1	273.6	0.53	0.586	0.004	0.598	0.059	97	
10.1	e,p,osc	0.7736	0.0230	0.0952	0.0007	0.4700	10.5044	0.0820	0.0589	0.0019	0.58	23.7	77.4	202.7	0.382	0.586	0.004	0.565	0.069	103	
23.1	c,p,sz	0.7858	0.0193	0.0952	0.0007	0.8700	10.5005	0.0736	0.0598	0.0016	0.08	40.6	236.7	300.3	0.788	0.586	0.004	0.598	0.056	98	
19.1	e,p,sz	0.7695	0.0322	0.0954	0.0009	0.2200	10.4810	0.1029	0.0585	0.0026	0.36	15.4	44.4	133.3	0.333	0.587	0.006	0.548	0.097	107	
3.1	m,p,osc	0.7941	0.0193	0.0961	0.0007	0.3300	10.4077	0.0714	0.0599	0.0015	0.12	40.9	138.9	339.4	0.409	0.591	0.004	0.601	0.055	98	
8.1	e,p,osc	0.7798	0.0174	0.0961	0.0006	0.0200	10.4073	0.0668	0.0589	0.0014	0.2	52.1	197.5	431.7	0.457	0.591	0.004	0.562	0.049	105	
15.1	e,eq,osc	0.7917	0.0175	0.0959	0.0006	0.9300	10.4236	0.0694	0.0598	0.0014	0.3	44.4	156.2	371.4	0.42	0.591	0.004	0.598	0.05	98	
22.1	efr,sz	0.7839	0.0195	0.0959	0.0007	0.6100	10.4236	0.0729	0.0593	0.0016	0.37	33.2	106.5	282.1	0.377	0.591	0.004	0.577	0.056	102	
11.1	e,p,osc	0.7809	0.0211	0.0961	0.0007	0.3900	10.4054	0.0766	0.0589	0.0017	0.42	28.5	102.9	239.8	0.429	0.592	0.004	0.565	0.064	104	
25.1	e,eq,osc	0.7961	0.0192	0.0967	0.0007	0.7400	10.3441	0.0724	0.0597	0.0015	0.07	43.6	193.2	357.3	0.541	0.595	0.004	0.594	0.054	100	
14.1	e,fr,osc	0.8000	0.0181	0.0972	0.0007	0.3300	10.2867	0.0690	0.0597	0.0014	0.13	45.5	166.5	377.9	0.44	0.598	0.004	0.592	0.051	100	
20.1	e,p,osc	0.7745	0.0274	0.0971	0.0008	0.0100	10.2954	0.0891	0.0578	0.0022	0.74	15.2	41	132.9	0.309	0.598	0.005	0.523	0.082	114	
7.1	m,p,sz	0.7970	0.0176	0.0974	0.0006	0.6600	10.2662	0.0663	0.0593	0.0014	0.18	54.2	238.8	432.3	0.552	0.599	0.004	0.58	0.051	103	
21.1	e,fr,osc	0.7997	0.0260	0.0974	0.0008	0.2600	10.2672	0.0874	0.0596	0.0020	0.24	27.3	94.4	226.2	0.417	0.599	0.005	0.587	0.079	102	
5.1	c,p,osc	0.8076	0.0234	0.0978	0.0008	0.5100	10.2286	0.0786	0.0599	0.0019	0.25	26.9	110	217.3	0.506	0.601	0.004	0.6	0.068	100	
6.1	e,p,osc	0.8037	0.0183	0.0978	0.0006	0.5900	10.2244	0.0675	0.0596	0.0014	0.15	43.3	159.4	354.1	0.45	0.602	0.004	0.589	0.054	102	
16.1	c,eq,hb	0.7886	0.0379	0.0978	0.0011	0.8100	10.2228	0.1125	0.0585	0.0027	3.07	12.2	59	100.4	0.587	0.602	0.006	0.547	0.095	109	
18.1	c,fr,hb	0.7994	0.0301	0.0981	0.0009	0.0500	10.1975	0.0934	0.0591	0.0024	0.54	19.8	64.9	163	0.398	0.603	0.005	0.572	0.086	105	
26.1	e,p,hb	0.7642	0.0480	0.0953	0.0012	0.1700	10.4931	0.1372	0.0582	0.0040	2.58	7.8	27.8	67.6	0.411	0.587	0.007	0.536	0.154	109	
13.1	e,fr,hb	0.7659	0.0256	0.0929	0.0008	0.9200	10.7602	0.0930	0.0598	0.0021	0.52	19.7	31.4	178.7	0.176	0.573	0.005	0.595	0.077	96	
17.1	c,p,hb	0.8098	0.0325	0.1001	0.0009	0.7400	9.9916	0.0942	0.0587	0.0026	0.6	14.3	73.7	113.6	0.648	0.615	0.006	0.555	0.098	110	
2.1	m,p,sz	0.6995	0.0182	0.0860	0.0006	0.9900	11.6280	0.0832	0.0590	0.0014	0.11	25.6	121.8	221.9	0.549	0.532	0.004	0.567	0.053	93	
4.1	c,p,osc	0.7101	0.0141	0.0849	0.0005	0.9990	11.7731	0.0696	0.0606	0.0014	0.05	47.5	30.2	339.9	0.089	0.526	0.003	0.626	0.053	83	
12.1	e,p,hb	0.9258	0.0337	0.1114	0.0010	0.8800	8.9792	0.0800	0.0603	0.0026	1.4	13.4	84.6	94.9	0.892	0.681	0.006	0.614	0.094	110	
9.1	c,p,hb	0.3829	0.0177	0.0474	0.0005	0.9600	21.0818	0.2312	0.0585	0.0027	0.06	17.5	452	192.4	2.349	0.299	0.003	0.55	0.103	54	
24.1	c,eq,sz	0.5706	0.0118	0.0711	0.0005	0.9990	14.0698	0.0909	0.0582	0.0012	0.62	50.7	306.5	422.3	0.726	0.443	0.003	0.538	0.045	82	

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32µm, ablation time - 40s.

VSM 40A - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
5.1	e,p,hd	0.7656	0.0147	0.0943	0.0008	0.1700	10.5993	0.0863	0.0589	0.0012	0.17	72	321	588	0.55	0.581	0.005	0.562	0.045	103
1.1	e,p,osc	0.7651	0.0223	0.0948	0.0011	0.0800	10.5511	0.1248	0.0586	0.0019	0.48	21	94	174	0.54	0.584	0.007	0.550	0.069	106
15.1	e,eq,osc	0.7843	0.0154	0.0959	0.0010	0.1100	10.4301	0.1121	0.0593	0.0011	0.14	72	484	547	0.89	0.590	0.006	0.579	0.041	101
23.1	e,p,hb	0.7737	0.0331	0.0958	0.0018	0.1200	10.4425	0.1919	0.0586	0.0029	0.66	14	52	118	0.44	0.590	0.010	0.552	0.103	106
24.1	e,eq,osc	0.7876	0.0294	0.0960	0.0017	0.2300	10.4203	0.1821	0.0595	0.0024	0.85	20	86	162	0.53	0.591	0.010	0.586	0.097	100
10.1	e,p,sz	0.8055	0.0247	0.0965	0.0012	0.6400	10.3600	0.1334	0.0605	0.0022	1.26	21	102	167	0.61	0.594	0.007	0.622	0.078	95
19.1	e,p,hb	0.7564	0.0192	0.0924	0.0012	0.0100	10.8224	0.1371	0.0594	0.0016	1.19	22	84	188	0.45	0.570	0.007	0.581	0.057	98
22.1	e,p,hd	0.7509	0.0168	0.0925	0.0011	0.4200	10.8154	0.1251	0.0589	0.0013	0.40	49	236	399	0.59	0.570	0.006	0.563	0.048	101
3.1	e,p,osc	0.7506	0.0142	0.0927	0.0008	0.3400	10.7871	0.0874	0.0587	0.0012	0.00	51	191	436	0.44	0.572	0.004	0.557	0.045	102
20.1	e,anh,osc	0.7573	0.0155	0.0928	0.0010	0.4500	10.7711	0.1159	0.0592	0.0012	0.06	58	293	470	0.62	0.572	0.006	0.573	0.042	99
7.1	e,p,osc	0.7609	0.0180	0.0931	0.0009	0.2300	10.7435	0.1077	0.0593	0.0016	0.26	28	131	229	0.58	0.574	0.005	0.578	0.058	99
8.1	e,eq,osc	0.7656	0.0143	0.0933	0.0007	0.3300	10.7183	0.0858	0.0595	0.0012	0.15	46	203	381	0.53	0.575	0.004	0.586	0.043	98
4.1	e,p,osc	0.7623	0.0131	0.0938	0.0007	0.7200	10.6632	0.0781	0.0590	0.0010	0.18	66	349	520	0.67	0.578	0.004	0.565	0.038	102
13.1	e,p,osc	0.7467	0.0132	0.0919	0.0007	0.9100	10.8792	0.0818	0.0589	0.0011	0.23	61	220	527	0.42	0.567	0.004	0.564	0.039	100
16.1	e,p,hb	0.7634	0.0197	0.0920	0.0012	0.0100	10.8733	0.1395	0.0602	0.0016	1.68	19	85	156	0.54	0.567	0.007	0.611	0.058	92
17.1	e,eq,sz	0.7603	0.0174	0.0923	0.0011	0.5400	10.8392	0.1286	0.0598	0.0013	0.13	45	201	370	0.54	0.569	0.006	0.595	0.048	95
6.1	c,p,hd	0.7666	0.0161	0.0940	0.0008	0.3300	10.6370	0.0947	0.0591	0.0013	0.19	35	137	289	0.47	0.579	0.005	0.572	0.050	101
26.1	e,p,sz	0.7773	0.0148	0.0940	0.0010	0.5700	10.6327	0.1114	0.0599	0.0011	0.06	66	239	560	0.43	0.579	0.006	0.601	0.040	96
25.1	e,anh,sz	0.7333	0.0305	0.0909	0.0016	0.4800	11.0000	0.1992	0.0585	0.0027	1.27	28	104	247	0.42	0.561	0.010	0.549	0.099	102
18.1	c,anh,hb	0.7196	0.0269	0.0924	0.0015	0.3800	10.8255	0.1752	0.0565	0.0024	0.42	14	62	117	0.53	0.570	0.009	0.472	0.087	120
11.1	c,pr,osc	0.7446	0.0180	0.0906	0.0009	0.7500	11.0340	0.1112	0.0596	0.0016	0.21	29	124	234	0.53	0.559	0.005	0.589	0.057	94
12.1	c,eq,hd	0.7401	0.0110	0.0901	0.0006	0.8800	11.1043	0.0716	0.0596	0.0009	0.00	103	357	897	0.40	0.556	0.003	0.589	0.033	94
21.1	e,fr,osc	0.7465	0.0171	0.0902	0.0011	0.8800	11.0804	0.1306	0.0600	0.0015	1.04	43	267	352	0.76	0.557	0.006	0.603	0.052	92
2.1	c,p,osc	0.7340	0.0136	0.0893	0.0007	0.7400	11.2020	0.0907	0.0596	0.0012	0.19	48	253	420	0.60	0.551	0.004	0.590	0.044	93
14.1	e,p,hb	0.7066	0.0255	0.0864	0.0014	0.9200	11.5716	0.1911	0.0593	0.0024	1.22	13	36	117	0.31	0.534	0.008	0.578	0.088	92
9.1	e,p,sz	0.8214	0.0188	0.1009	0.0010	0.8200	9.9098	0.0946	0.0590	0.0015	0.80	22	96	178	0.54	0.620	0.006	0.568	0.056	109

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 22A - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
6.1	m,p,osc	0.7664	0.0188	0.0922	0.0008	0.990	10.8459	0.0974	0.0603	0.0020	1.67	28	121	313	0.39	0.569	0.005	0.614	0.073	92
5.1	e,p,osc	0.7569	0.0210	0.0929	0.0009	0.470	10.7604	0.1061	0.0591	0.0018	0.28	33	109	285	0.38	0.573	0.005	0.570	0.065	100
24.1	c,fr,osc	0.7414	0.0258	0.0933	0.0010	0.790	10.7135	0.1196	0.0576	0.0022	0.16	25	85	210	0.41	0.575	0.006	0.515	0.084	111
26.1	c,p,osc	0.7625	0.0282	0.0936	0.0011	0.010	10.6800	0.1295	0.0591	0.0025	0.29	20	75	164	0.46	0.577	0.007	0.569	0.092	101
10.1	e,p,osc	0.7825	0.0290	0.0938	0.0012	0.600	10.6652	0.1406	0.0605	0.0026	0.4	18	56	155	0.36	0.578	0.007	0.622	0.092	92
1.1	e,p,osc	0.7792	0.0190	0.0945	0.0008	0.530	10.5792	0.0938	0.0598	0.0015	0.58	46	157	390	0.40	0.582	0.005	0.596	0.056	97
4.1	m,p,osc	0.7624	0.0315	0.0945	0.0013	0.510	10.5798	0.1493	0.0585	0.0027	0.26	17	56	143	0.39	0.582	0.008	0.549	0.101	106
11.1	e,f,osc	0.7863	0.0187	0.0944	0.0008	0.490	10.5923	0.0921	0.0604	0.0015	0.16	50	201	405	0.50	0.582	0.005	0.618	0.054	94
8.1	e,p,osc	0.7757	0.0178	0.0947	0.0008	0.010	10.5589	0.0872	0.0594	0.0014	0.27	58	171	501	0.34	0.583	0.005	0.582	0.050	100
23.1	e,f,osc	0.7937	0.0328	0.0946	0.0013	0.350	10.5656	0.1422	0.0608	0.0029	0.24	15	37	123	0.30	0.583	0.007	0.633	0.105	92
21.1	e,f,sz	0.7682	0.0210	0.0947	0.0009	0.470	10.5543	0.0970	0.0588	0.0018	0.16	36	97	310	0.31	0.584	0.005	0.560	0.064	104
12.1	e,p,hb	0.7815	0.0236	0.0950	0.0010	0.200	10.5263	0.1101	0.0597	0.0020	0.57	28	116	226	0.51	0.585	0.006	0.591	0.068	98
17.1	m,f,osc	0.7770	0.0212	0.0952	0.0009	0.740	10.5020	0.0970	0.0592	0.0017	0.13	37	109	314	0.35	0.586	0.005	0.574	0.063	102
7.1	c,fr,osc	0.7894	0.0208	0.0953	0.0009	0.130	10.4975	0.1013	0.0601	0.0017	1.22	33	114	285	0.40	0.587	0.005	0.607	0.063	96
3.1	m,p,osc	0.7705	0.0230	0.0956	0.0010	0.510	10.4627	0.1085	0.0585	0.0019	0.36	24	70	204	0.34	0.588	0.006	0.547	0.069	107
15.1	c,fr,hb	0.8112	0.0315	0.0955	0.0012	0.280	10.4748	0.1362	0.0616	0.0027	0.41	21	65	176	0.37	0.588	0.007	0.661	0.098	88
18.1	c,f,osc	0.8087	0.0286	0.0957	0.0011	0.140	10.4520	0.1243	0.0613	0.0024	0.11	18	53	147	0.36	0.589	0.007	0.650	0.088	90
9.1	e,p,osc	0.7967	0.0236	0.0958	0.0010	0.570	10.4385	0.1099	0.0603	0.0019	0.2	25	97	207	0.47	0.590	0.006	0.615	0.070	95
22.1	m,p,osc	0.7720	0.0335	0.0959	0.0013	0.460	10.4248	0.1453	0.0584	0.0028	0.29	20	77	158	0.49	0.590	0.008	0.544	0.107	108
19.1	e,fr,osc	0.7835	0.0439	0.0962	0.0017	0.520	10.3944	0.1789	0.0591	0.0038	0.84	12	41	101	0.41	0.592	0.010	0.569	0.132	103
13.1	e,p,hb	0.7926	0.0397	0.0966	0.0016	0.030	10.3532	0.1756	0.0595	0.0034	0.94	13	77	99	0.77	0.594	0.010	0.586	0.127	101
14.1	c,fr,osc	0.8116	0.0190	0.0969	0.0008	0.010	10.3173	0.0858	0.0607	0.0015	0.1	43	7	404	0.02	0.596	0.005	0.630	0.054	94
16.1	c,fr,hb	0.7415	0.0471	0.0932	0.0018	0.500	10.7324	0.2020	0.0577	0.0050	0.19	52	166	473	0.35	0.574	0.010	0.519	0.164	110
2.1	e,p,sz	0.8173	0.0193	0.0992	0.0009	0.800	10.0786	0.0864	0.0597	0.0015	0.31	52	358	396	0.90	0.610	0.005	0.594	0.055	102
25.1	c,fr,hd	0.6888	0.0180	0.0849	0.0008	0.940	11.7732	0.1052	0.0588	0.0016	0.93	48	195	396	0.49	0.526	0.005	0.560	0.061	93
20.1	e,p,osc	0.8248	0.0223	0.1002	0.0009	0.950	9.9776	0.0926	0.0597	0.0017	0.6	56	330	418	0.79	0.616	0.005	0.592	0.062	103

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 24 - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
7.1	e,p,hd	0.7938	0.0157	0.0959	0.0010	0.0100	10.4313	0.1114	0.0601	0.0013	0.21	50	276	379	0.73	0.590	0.006	0.605	0.049	97
14.1	e,p,osc	0.7909	0.0263	0.0959	0.0011	0.3200	10.4281	0.1243	0.0598	0.0023	0.18	21	116	161	0.72	0.590	0.007	0.597	0.086	98
22.1	c,fr,osc	0.7803	0.0184	0.0962	0.0008	0.5200	10.3922	0.0860	0.0588	0.0016	0.20	33	121	277	0.44	0.592	0.005	0.560	0.056	105
1.1	e,p,hd	0.7926	0.0140	0.0967	0.0008	0.9400	10.3394	0.0876	0.0594	0.0011	0.26	62	398	502	0.79	0.595	0.005	0.583	0.040	102
19.1	e,p,sz	0.8122	0.0192	0.0973	0.0008	0.4300	10.2796	0.0875	0.0606	0.0016	0.15	33	118	268	0.44	0.598	0.005	0.623	0.058	96
2.1	e,p,osc	0.7725	0.0147	0.0938	0.0009	0.6100	10.6608	0.1040	0.0597	0.0012	3.56	55	217	449	0.48	0.578	0.005	0.594	0.045	97
9.1	e,p,osc	0.7742	0.0179	0.0945	0.0013	0.4500	10.5870	0.1460	0.0594	0.0017	0.18	30	147	236	0.62	0.582	0.008	0.583	0.061	99
13.1	e,p,osc	0.7820	0.0171	0.0948	0.0012	0.6700	10.5465	0.1352	0.0598	0.0016	0.16	31	113	268	0.42	0.584	0.007	0.597	0.058	97
16.1	e,p,osc	0.7568	0.0229	0.0949	0.0010	0.3800	10.5322	0.1096	0.0578	0.0020	6.40	24	113	185	0.61	0.585	0.006	0.523	0.075	111
24.1	e,eq,hd	0.7948	0.0168	0.0952	0.0007	0.2300	10.5001	0.0810	0.0605	0.0014	5.42	44	260	341	0.76	0.586	0.004	0.622	0.051	94
25.1	e,eq,hd	0.8086	0.0196	0.0985	0.0008	0.5400	10.1475	0.0863	0.0595	0.0016	5.95	42	136	358	0.38	0.606	0.005	0.586	0.058	103
17.1	e,pr,hd	0.7956	0.0231	0.0946	0.0010	0.7800	10.5690	0.1099	0.0610	0.0021	17.51	28	110	221	0.50	0.583	0.006	0.639	0.076	91
12.1	m,eq,sz	0.7791	0.0143	0.0961	0.0009	0.9800	10.4097	0.0947	0.0588	0.0011	11.08	68	297	672	0.44	0.591	0.005	0.560	0.042	105
15.1	e,p,sz	0.7748	0.0294	0.0979	0.0013	0.0100	10.2153	0.1305	0.0574	0.0025	22.48	17	72	144	0.50	0.602	0.007	0.507	0.098	118
11.1	m,p,sz	0.7532	0.0143	0.0912	0.0010	0.9800	10.9598	0.1146	0.0599	0.0013	13.54	59	355	550	0.65	0.563	0.006	0.599	0.048	93
20.1	e,p,osc	0.7355	0.0168	0.0915	0.0007	0.3100	10.9346	0.0892	0.0583	0.0015	44.84	45	166	419	0.40	0.564	0.004	0.542	0.055	104
6.1	e,p,osc	0.7258	0.0165	0.0920	0.0012	0.4300	10.8646	0.1446	0.0572	0.0017	54.42	34	138	292	0.47	0.568	0.007	0.499	0.062	113
26.1	e,p,osc	0.6443	0.0178	0.0727	0.0008	0.0400	13.7512	0.1505	0.0643	0.0018	406.02	3	50	15	3.38	0.453	0.005	0.750	0.058	60
23.1	e,p,osc	0.5743	0.0122	0.0717	0.0005	0.9500	13.9505	0.1055	0.0581	0.0013	11.87	55	187	498	0.37	0.446	0.003	0.534	0.047	83
21.1	e,fr,hd	0.6930	0.0185	0.0826	0.0008	0.7000	12.1094	0.1163	0.0609	0.0019	17.91	38	138	354	0.39	0.512	0.005	0.634	0.067	80
18.1	c,p,hd	0.6593	0.0100	0.0810	0.0005	0.9800	12.3523	0.0702	0.0591	0.0010	16.22	99	598	1043	0.57	0.502	0.003	0.569	0.036	88
8.1	e,p,hd	0.4719	0.0096	0.0583	0.0006	0.6500	17.1602	0.1906	0.0587	0.0015	333.19	6	19	39	0.48	0.365	0.004	0.557	0.053	65
4.1	m,fr,hd	0.3910	0.0078	0.0465	0.0005	0.7000	21.5277	0.2254	0.0611	0.0014	110.76	24	147	301	0.49	0.293	0.003	0.641	0.048	45
3.1	e,p,osc	0.6994	0.0148	0.0838	0.0010	0.4700	11.9296	0.1456	0.0605	0.0016	41.84	41	204	418	0.49	0.519	0.006	0.622	0.055	83
5.1	m,p,osc	0.6610	0.0227	0.0906	0.0021	0.0100	11.0426	0.2580	0.0529	0.0026	0.00	0	-4	3	-1.28	0.559	0.013	0.326	0.067	171
10.1	c,p,hb	0.8091	0.0268	0.0933	0.0023	0.5400	10.7127	0.2626	0.0629	0.0030	0.60	14	77	107	0.72	0.575	0.014	0.704	0.107	81

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 39A - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
25.1	c,p,sz	0.8364	0.0637	0.0954	0.0023	0.3200	10.4832	0.2487	0.0636	0.0054	3.88	15	91	106	0.85	0.587	0.013	0.728	0.185	80
3.1	e,p,osc	0.8378	0.1238	0.0963	0.0042	0.0100	10.3869	0.4486	0.0631	0.0106	3.65	6	36	43	0.83	0.593	0.024	0.712	0.358	83
12.1	e,fr,osc	0.8165	0.0564	0.0949	0.0023	0.3400	10.5331	0.2523	0.0624	0.0049	2.78	14	69	108	0.64	0.585	0.013	0.687	0.179	85
26.1	e,fr,osc	0.8078	0.0616	0.0953	0.0022	0.0100	10.4980	0.2451	0.0615	0.0054	2.06	12	50	93	0.54	0.587	0.013	0.657	0.186	89
6.1	e,p,osc	0.8071	0.0525	0.0958	0.0022	0.5900	10.4393	0.2365	0.0611	0.0045	0.57	17	68	130	0.53	0.590	0.013	0.643	0.166	91
10.1	e,pr,osc	0.8032	0.0550	0.0961	0.0022	0.5800	10.4028	0.2428	0.0606	0.0047	1.16	16	74	121	0.61	0.592	0.013	0.625	0.166	94
8.1	e,fr,osc	0.7931	0.0514	0.0957	0.0022	0.1100	10.4537	0.2353	0.0601	0.0045	0.23	15	64	117	0.55	0.589	0.013	0.608	0.163	96
7.1	e,p,osc	0.8544	0.0613	0.1013	0.0025	0.5500	9.8715	0.2438	0.0612	0.0051	0.97	17	108	117	0.92	0.622	0.015	0.645	0.177	96
20.1	e,eq,osc	0.8130	0.0564	0.0977	0.0021	0.2100	10.2401	0.2219	0.0604	0.0047	2.21	14	75	112	0.67	0.601	0.012	0.617	0.173	97
5.1	e,p,osc	0.7944	0.0956	0.0962	0.0034	0.4100	10.3964	0.3633	0.0599	0.0084	1.34	9	53	70	0.75	0.592	0.020	0.600	0.288	98
23.1	m,p,hd	0.8186	0.0280	0.0984	0.0015	0.6800	10.1578	0.1538	0.0603	0.0022	0.30	33	115	258	0.45	0.605	0.009	0.615	0.080	98
24.1	e,p,osc	0.8181	0.0507	0.0984	0.0020	0.6800	10.1612	0.2058	0.0603	0.0042	2.54	16	96	118	0.81	0.605	0.012	0.614	0.152	98
21.1	e,fr,osc	0.8123	0.0707	0.0982	0.0025	0.6900	10.1797	0.2550	0.0600	0.0058	4.22	10	82	77	1.06	0.604	0.014	0.603	0.216	100
1.1	e,p,osc	0.7845	0.0494	0.0957	0.0021	0.6600	10.4450	0.2308	0.0594	0.0043	0.50	17	86	132	0.65	0.589	0.012	0.583	0.163	101
18.1	e,fr,osc	0.7934	0.0530	0.0969	0.0021	0.0100	10.3177	0.2218	0.0594	0.0044	1.05	16	83	123	0.68	0.596	0.012	0.581	0.164	102
15.1	m,eq,osc	0.7753	0.0614	0.0955	0.0022	0.3800	10.4765	0.2435	0.0589	0.0053	1.04	11	54	80	0.68	0.588	0.013	0.564	0.190	104
4.1	m,fr,osc	0.7827	0.0707	0.0964	0.0027	0.7400	10.3719	0.2900	0.0589	0.0062	1.50	9	43	69	0.62	0.593	0.016	0.563	0.228	105
19.1	e,eq,osc	0.8001	0.0589	0.0981	0.0022	0.2500	10.1930	0.2316	0.0591	0.0050	1.65	13	59	93	0.63	0.603	0.013	0.573	0.183	105
22.1	e,fr,hb	0.8156	0.0458	0.0996	0.0019	0.1100	10.0375	0.1923	0.0594	0.0038	1.56	18	100	140	0.71	0.612	0.011	0.581	0.139	105
17.1	e,eq,osc	0.7766	0.0782	0.0961	0.0026	0.2700	10.4082	0.2850	0.0586	0.0065	1.98	9	42	71	0.59	0.591	0.015	0.553	0.246	106
16.1	e,p,osc	0.8060	0.0405	0.0988	0.0018	0.4800	10.1164	0.1833	0.0591	0.0034	1.38	32	202	216	0.93	0.608	0.011	0.572	0.121	106
2.1	e,eq,osc	0.8145	0.0639	0.1010	0.0025	0.2600	9.8968	0.2472	0.0585	0.0053	1.52	14	69	100	0.69	0.621	0.015	0.547	0.191	113
13.1	c,eq,hb	0.7745	0.0785	0.0975	0.0029	0.1900	10.2544	0.3042	0.0576	0.0069	5.54	10	48	77	0.63	0.600	0.017	0.515	0.248	116
14.1	e,p,sz	0.7670	0.0820	0.0918	0.0027	0.2200	10.8988	0.3179	0.0606	0.0074	2.48	12	75	83	0.90	0.566	0.016	0.626	0.260	90
9.1	e,fr,hb	0.7680	0.0464	0.0980	0.0020	0.0200	10.2020	0.2129	0.0568	0.0039	0.73	17	82	139	0.59	0.603	0.012	0.485	0.143	124
11.1	e,fr,osc	0.7385	0.0610	0.0957	0.0024	0.0100	10.4509	0.2626	0.0560	0.0052	1.00	17	113	119	0.95	0.589	0.014	0.451	0.190	130

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 26A - ZIRCÃO		RATIOS										Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma		
23.1	e,p,osc	0.8000	0.0440	0.0951	0.0016	0.7000	10.5201	0.1740	0.0610	0.0035	0.21	28	92	204	0.45	0.585	0.009	0.641	0.127	91	
15.1	m,p,osc	0.7826	0.0637	0.0961	0.0021	0.3400	10.4042	0.2224	0.0591	0.0053	1.22	16	63	113	0.56	0.592	0.012	0.569	0.198	103	
19.1	e,p,osc	0.7933	0.0924	0.0971	0.0028	0.4500	10.2990	0.2935	0.0593	0.0077	4.71	12	71	78	0.91	0.597	0.016	0.577	0.290	103	
2.1	m,p,osc	0.8274	0.0914	0.0977	0.0020	0.5400	10.2406	0.2120	0.0615	0.0073	0.71	11	50	73	0.68	0.601	0.012	0.655	0.270	91	
24.1	e,p,osc	0.7941	0.0870	0.0977	0.0026	0.1500	10.2347	0.2752	0.0589	0.0073	2.97	12	52	82	0.64	0.601	0.015	0.565	0.263	106	
18.1	e,fr,osc	0.8048	0.0529	0.0978	0.0018	0.3700	10.2246	0.1886	0.0597	0.0042	0.59	21	71	157	0.45	0.602	0.011	0.592	0.159	101	
22.1	m,fr,osc	0.8006	0.1181	0.0986	0.0034	0.7900	10.1416	0.3463	0.0589	0.0094	2.93	8	37	59	0.62	0.606	0.020	0.563	0.323	107	
16.1	m,p,sz	0.8308	0.0617	0.0988	0.0021	0.5900	10.1221	0.2104	0.0610	0.0050	0.00	25	154	156	0.99	0.607	0.012	0.639	0.196	95	
11.1	m,p,hb	0.8078	0.1056	0.0993	0.0023	0.2400	10.0668	0.2315	0.0590	0.0078	2.24	9	42	66	0.63	0.611	0.013	0.566	0.285	107	
3.1	e,p,sz	0.8378	0.0694	0.1014	0.0018	0.4500	9.8625	0.1728	0.0599	0.0051	0.79	21	121	135	0.89	0.623	0.010	0.601	0.182	103	
20.1	c,frsz	0.7375	0.0544	0.0914	0.0018	0.8500	10.9425	0.2171	0.0585	0.0046	4.44	28	137	190	0.72	0.564	0.011	0.550	0.166	102	
8.1	c,fr,sz	0.7322	0.0751	0.0933	0.0018	0.7800	10.7192	0.2085	0.0569	0.0060	0.28	14	97	97	1.01	0.575	0.011	0.488	0.229	117	
21.1	e,frsz	0.7969	0.0609	0.0942	0.0020	0.3900	10.6143	0.2221	0.0613	0.0050	0.12	19	85	134	0.63	0.580	0.012	0.651	0.183	89	
6.1	m,p,osc	0.8119	0.0771	0.0953	0.0019	0.0100	10.4971	0.2040	0.0618	0.0060	0.30	12	54	86	0.63	0.587	0.011	0.668	0.220	87	
12.1	m,eq,osc	0.8171	0.0649	0.0953	0.0017	0.0700	10.4891	0.1858	0.0622	0.0049	0.12	16	63	118	0.53	0.587	0.010	0.680	0.181	86	
1.1	m,p,sz	0.7531	0.0651	0.0957	0.0017	0.3300	10.4494	0.1825	0.0571	0.0051	0.06	15	79	109	0.73	0.589	0.010	0.494	0.189	119	
5.1	m,p,osc	0.7925	0.0737	0.0985	0.0018	0.5300	10.1541	0.1857	0.0584	0.0056	0.70	13	66	101	0.65	0.606	0.011	0.543	0.202	111	
26.1	e,eq,osc	0.8054	0.0905	0.0943	0.0027	0.2300	10.6042	0.3016	0.0619	0.0077	3.77	11	50	75	0.66	0.581	0.016	0.672	0.275	86	
25.1	m,fr,sz	0.9639	0.0641	0.1132	0.0022	0.7300	8.8355	0.1709	0.0618	0.0042	2.95	23	79	155	0.51	0.691	0.013	0.666	0.149	103	
7.1	m,fr,osc	0.7241	0.0395	0.0882	0.0013	0.9100	11.3425	0.1636	0.0596	0.0032	2.22	30	154	243	0.63	0.545	0.008	0.588	0.118	92	
4.1	e,p,osc	0.8627	0.0834	0.0974	0.0020	0.0100	10.2676	0.2073	0.0642	0.0064	0.78	11	56	83	0.67	0.599	0.012	0.750	0.241	79	
14.1	e,eq,osc	0.6988	0.1229	0.0991	0.0035	0.1500	10.0913	0.3588	0.0511	0.0098	3.11	9	33	64	0.52	0.609	0.021	0.247	0.324	246	
17.1	e,fr,osc	0.8687	0.0555	0.1092	0.0019	0.4600	9.1553	0.1622	0.0577	0.0038	0.41	34	258	196	1.31	0.668	0.011	0.518	0.146	129	
9.1	m,p,sz	0.8032	0.0785	0.1013	0.0019	0.4700	9.8742	0.1837	0.0575	0.0059	3.00	13	74	97	0.77	0.622	0.011	0.512	0.214	121	
10.1	m,p,hb	0.7664	0.0843	0.0975	0.0020	0.5600	10.2585	0.2068	0.0570	0.0065	84.07	13	92	86	1.07	0.600	0.012	0.492	0.248	121	
13.1	c,p,osc	0.7586	0.1156	0.1000	0.0024	0.0900	10.0005	0.2368	0.0550	0.0090	17.54	11	60	89	0.68	0.614	0.014	0.413	0.319	148	

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 26B - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
1.1	m,p,osc	0.7669	0.0270	0.0943	0.0014	0.8000	10.5990	0.1568	0.0590	0.0020	4.20	37	148	324	0.46	0.581	0.008	0.565	0.074	102
9.1	e,pr,osc	0.8073	0.0292	0.0944	0.0013	0.8700	10.5959	0.1492	0.0620	0.0027	0.01	22	91	155	0.59	0.581	0.008	0.675	0.09	86
2.1	c,eq,hd	0.7906	0.0292	0.0946	0.0014	0.7500	10.5760	0.1619	0.0606	0.0022	2.98	57	193	509	0.38	0.582	0.009	0.627	0.077	92
11.1	c,p,osc	0.7680	0.0474	0.0957	0.0020	0.4100	10.4441	0.2166	0.0582	0.0038	0.01	16	80	117	0.68	0.589	0.012	0.536	0.142	109
5.1	e,p,osc	0.7767	0.0360	0.0958	0.0016	0.2900	10.4347	0.1796	0.0588	0.0028	0.20	24	115	187	0.61	0.590	0.01	0.559	0.103	105
12.1	m,eq,osc	0.7765	0.0466	0.0958	0.0019	0.2100	10.4347	0.2096	0.0588	0.0038	1.15	13	51	103	0.50	0.590	0.011	0.558	0.135	105
8.1	c,p,osc	0.8115	0.0315	0.0976	0.0015	0.5800	10.2456	0.1610	0.0603	0.0023	0.01	42	208	285	0.73	0.600	0.009	0.614	0.083	97
15.1	e,p,osc	0.7921	0.0307	0.0975	0.0016	0.6400	10.2533	0.1678	0.0589	0.0025	2.04	33	246	236	1.05	0.600	0.009	0.564	0.09	106
4.1	e,p,hd	0.8302	0.0458	0.0993	0.0019	0.6400	10.0686	0.1956	0.0606	0.0035	0.36	15	62	120	0.52	0.610	0.011	0.626	0.13	97
3.1	m,p,osc	0.8188	0.0269	0.0998	0.0014	0.8800	10.0204	0.1431	0.0595	0.0019	0.34	46	163	367	0.45	0.613	0.008	0.586	0.067	104
19.1	m,p,osc	0.8363	0.0258	0.1015	0.0014	0.9900	9.8538	0.1358	0.0598	0.0021	0.96	46	258	359	0.72	0.623	0.008	0.595	0.075	104
25.1	m,fr,osc	0.8406	0.0329	0.0994	0.0017	0.0100	10.0616	0.1676	0.0613	0.0026	0.25	31	119	241	0.49	0.611	0.01	0.651	0.093	93
26.1	c,fr,sz	0.8457	0.0318	0.1022	0.0016	0.9600	9.7815	0.1576	0.0600	0.0025	2.91	30	145	236	0.62	0.627	0.01	0.603	0.091	103
22.1	c,eq,hd	0.8658	0.0317	0.1034	0.0016	0.3700	9.6755	0.1542	0.0608	0.0025	0.16	28	130	218	0.60	0.634	0.01	0.631	0.088	100
6.1	e,fr,osc	0.7690	0.0487	0.0922	0.0020	0.4700	10.8426	0.2326	0.0605	0.0039	0.61	13	51	109	0.47	0.569	0.012	0.62	0.136	91
17.1	e,fr,osc	0.8289	0.0390	0.0982	0.0020	0.3600	10.1829	0.2027	0.0612	0.0031	0.49	20	95	154	0.62	0.604	0.011	0.647	0.12	93
14.1	m,eq,osc	0.8553	0.0484	0.0987	0.0023	0.0100	10.1343	0.2367	0.0629	0.0041	2.38	14	64	113	0.56	0.607	0.014	0.704	0.146	86
7.1	c,pr,osc	0.7792	0.0287	0.0937	0.0014	0.3800	10.6724	0.1610	0.0603	0.0022	12.14	38	311	300	1.04	0.577	0.008	0.615	0.079	93
18.1	e,p,sz	0.8024	0.0408	0.0972	0.0019	0.0100	10.2867	0.2063	0.0599	0.0035	7.61	13	67	102	0.66	0.598	0.011	0.599	0.125	99
20.1	e,fr,hd	0.8168	0.0273	0.0982	0.0015	0.9300	10.1858	0.1517	0.0603	0.0021	14.00	47	171	362	0.47	0.604	0.009	0.616	0.076	98
13.1	m,p,osc	0.8250	0.0293	0.0986	0.0015	0.7500	10.1387	0.1492	0.0607	0.0022	39.76	51	301	422	0.71	0.606	0.009	0.627	0.078	96
10.1	e,p,osc	0.8465	0.0303	0.0999	0.0015	0.8100	10.0117	0.1469	0.0615	0.0023	33.17	33	146	264	0.55	0.614	0.009	0.656	0.084	93
21.1	c,fr,osc	0.8318	0.0402	0.1012	0.0020	0.1700	9.8778	0.1935	0.0596	0.0031	16.41	19	112	156	0.71	0.622	0.012	0.589	0.113	105
16.1	m,p,osc	0.9123	0.0329	0.1076	0.0017	0.5800	9.2946	0.1459	0.0615	0.0024	19.92	33	155	236	0.66	0.659	0.01	0.657	0.083	100
23.1	c,p,hd	0.4909	0.0192	0.0586	0.0010	0.9600	17.0532	0.2835	0.0607	0.0024	42.82	25	107	212	0.50	0.367	0.006	0.629	0.081	58
24.1	c,p,osc	0.6567	0.0295	0.0807	0.0015	0.8700	12.3934	0.2330	0.0590	0.0032	12.02	34	261	233	1.12	0.500	0.009	0.568	0.117	88

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 33 - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
3.2	c,p,osc	0.7335	0.0261	0.0921	0.0010	0.460	10.8579	0.1204	0.0578	0.0022	0.04	20	107	160	0.67	0.568	0.006	0.521	0.083	109
8.1	c,p,hb	0.7432	0.0235	0.0921	0.0009	0.420	10.8539	0.1112	0.0585	0.0020	0.70	25	138	200	0.69	0.568	0.006	0.549	0.072	103
18.1	e,fr,hb	0.7520	0.0219	0.0923	0.0009	0.830	10.8375	0.1040	0.0591	0.0018	0.32	39	153	321	0.48	0.569	0.005	0.571	0.066	99
6.1	e,p,hd	0.7701	0.0229	0.0924	0.0009	0.610	10.8231	0.1074	0.0605	0.0019	1.26	30	162	235	0.69	0.570	0.005	0.620	0.067	91
13.1	e,fr,hb	0.7627	0.0236	0.0930	0.0009	0.460	10.7574	0.1096	0.0595	0.0020	0.65	32	115	260	0.44	0.573	0.006	0.586	0.074	97
19.1	e,p,hb	0.7620	0.0219	0.0932	0.0009	0.830	10.7267	0.1018	0.0593	0.0018	0.13	41	171	326	0.52	0.575	0.005	0.578	0.064	99
2.1	e,fr,sz	0.7753	0.0348	0.0933	0.0013	0.690	10.7201	0.1536	0.0603	0.0031	1.04	11	48	91	0.52	0.575	0.008	0.614	0.121	93
22.1	e,p,hb	0.7792	0.0258	0.0936	0.0010	0.810	10.6837	0.1140	0.0604	0.0022	0.17	29	126	222	0.56	0.577	0.006	0.617	0.077	93
17.1	c,fr,hb	0.7540	0.0259	0.0938	0.0010	0.210	10.6651	0.1141	0.0583	0.0022	0.65	26	91	219	0.42	0.578	0.006	0.542	0.078	106
11.1	e,p,hb	0.7718	0.0243	0.0946	0.0010	0.350	10.5656	0.1079	0.0591	0.0021	0.65	24	91	200	0.46	0.583	0.006	0.572	0.075	101
3.1	e,p,osc	0.7946	0.0341	0.0947	0.0013	0.250	10.5584	0.1466	0.0608	0.0029	1.25	12	43	97	0.44	0.583	0.008	0.634	0.108	92
7.1	c,p,hb	0.7881	0.0216	0.0960	0.0009	0.600	10.4158	0.0962	0.0595	0.0017	0.64	31	141	247	0.57	0.591	0.005	0.587	0.062	100
5.1	e,eq,osc	0.8082	0.0181	0.0966	0.0008	0.320	10.3538	0.0825	0.0607	0.0014	0.41	42	191	327	0.59	0.594	0.005	0.628	0.052	94
4.1	e,p,osc	0.8033	0.0322	0.0968	0.0012	0.180	10.3267	0.1318	0.0602	0.0028	2.22	17	101	139	0.72	0.596	0.007	0.609	0.099	97
25.1	e,p,hb	0.8153	0.0271	0.0973	0.0010	0.700	10.2763	0.1098	0.0608	0.0023	0.63	38	135	305	0.44	0.599	0.006	0.631	0.079	94
15.1	e,p,osc	0.8127	0.0252	0.0979	0.0010	0.750	10.2107	0.1042	0.0602	0.0020	0.32	35	138	276	0.50	0.602	0.006	0.610	0.073	98
10.1	c,p,hd	0.8091	0.0193	0.0985	0.0008	0.020	10.1565	0.0831	0.0596	0.0015	0.29	42	259	337	0.77	0.605	0.005	0.589	0.054	102
16.1	e,p,osc	0.8378	0.0366	0.0986	0.0014	0.330	10.1426	0.1404	0.0616	0.0030	0.28	23	91	179	0.51	0.606	0.008	0.661	0.111	91
20.1	e,p,osc	0.8276	0.0238	0.0997	0.0010	0.530	10.0327	0.0961	0.0602	0.0018	0.24	44	235	308	0.76	0.612	0.006	0.612	0.064	100
21.1	m,p,ic	1.1999	0.0291	0.1326	0.0012	0.970	7.5404	0.0661	0.0656	0.0016	0.08	76	47	441	0.11	0.803	0.007	0.794	0.050	101
24.1	m,eq,hb	0.8649	0.0309	0.1031	0.0012	0.240	9.7027	0.1124	0.0609	0.0023	0.35	29	102	222	0.46	0.632	0.007	0.634	0.088	99
12.1	c,p,osc	0.8720	0.0222	0.1053	0.0009	0.860	9.4972	0.0834	0.0601	0.0016	0.68	48	185	379	0.49	0.645	0.005	0.606	0.058	106
1.1	e,p,hd	0.7532	0.0311	0.0955	0.0012	0.360	10.4719	0.1351	0.0572	0.0026	2.27	14	65	115	0.56	0.588	0.007	0.500	0.100	117
9.1	c,p,hb	0.7331	0.0336	0.0938	0.0013	0.930	10.6610	0.1499	0.0567	0.0026	6.23	23	122	176	0.69	0.578	0.008	0.479	0.101	120
14.1	c,p,sz	0.7189	0.0698	0.0922	0.0023	0.490	10.8431	0.2708	0.0565	0.0064	1.01	8	37	64	0.59	0.569	0.014	0.473	0.233	120
23.1	m,fr,osc	0.7866	0.0474	0.0998	0.0017	0.520	10.0167	0.1682	0.0571	0.0038	0.17	15	53	114	0.46	0.613	0.010	0.497	0.139	123

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 53A - ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	TYPE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
15.1	m,eq,osc	0.7550	0.0373	0.0918	0.0013	0.2300	10.8936	0.1525	0.0597	0.0030	1.04	23	80	192	0.42	0.566	0.008	0.591	0.112	95
25.1	m,fr,hb	0.7417	0.0723	0.0932	0.0019	0.1600	10.7300	0.2196	0.0577	0.0059	0.76	8	28	67	0.42	0.574	0.011	0.519	0.235	110
23.1	e,fr,hb	0.7528	0.0602	0.0933	0.0017	0.0100	10.7222	0.1965	0.0585	0.0051	1.69	10	40	82	0.49	0.575	0.010	0.550	0.183	104
19.1	m,p,sz	0.7756	0.0438	0.0933	0.0014	0.5500	10.7225	0.1599	0.0603	0.0036	0.38	15	64	114	0.57	0.575	0.008	0.615	0.130	93
1.1	m,p,osc	0.7442	0.0345	0.0936	0.0017	0.4200	10.6824	0.1927	0.0577	0.0029	0.59	15	55	127	0.43	0.577	0.010	0.517	0.107	111
11.1	e,p,osc	0.7852	0.0293	0.0949	0.0015	0.3200	10.5321	0.1697	0.0600	0.0023	0.13	22	79	184	0.43	0.585	0.009	0.603	0.088	97
6.1	e,p,osc	0.7823	0.0270	0.0952	0.0014	0.6600	10.4997	0.1580	0.0596	0.0021	0.49	21	71	174	0.41	0.586	0.008	0.588	0.076	99
18.1	c,fr,osc	0.7807	0.0387	0.0955	0.0013	0.0100	10.4712	0.1443	0.0593	0.0031	0.38	21	70	170	0.41	0.588	0.008	0.578	0.109	101
21.1	e,eq,osc	0.7837	0.0435	0.0957	0.0014	0.6100	10.4439	0.1544	0.0594	0.0035	0.43	16	67	127	0.53	0.589	0.008	0.580	0.125	101
3.1	c,p,sz	0.7660	0.0525	0.0988	0.0024	0.1500	10.1173	0.2412	0.0562	0.0043	0.93	12	44	93	0.47	0.608	0.014	0.461	0.158	131
7.1	e,p,osc	0.8176	0.0272	0.0991	0.0015	0.5900	10.0937	0.1496	0.0599	0.0020	0.20	30	113	248	0.46	0.609	0.009	0.598	0.076	101
12.1	m,p,osc	0.8267	0.0463	0.0998	0.0021	0.5600	10.0230	0.2134	0.0601	0.0035	0.70	15	52	120	0.43	0.613	0.012	0.607	0.118	101
13.1	e,p,osc	0.7963	0.0349	0.0998	0.0017	0.0900	10.0238	0.1748	0.0579	0.0028	1.81	13	44	107	0.41	0.613	0.010	0.526	0.102	116
14.1	c,p,osc	0.8247	0.0320	0.1004	0.0013	0.6800	9.9648	0.1266	0.0596	0.0023	0.13	32	179	239	0.75	0.616	0.007	0.589	0.090	104
24.1	e,p,osc	0.8213	0.0362	0.1005	0.0013	0.0100	9.9475	0.1296	0.0593	0.0027	0.89	15	90	119	0.75	0.617	0.008	0.576	0.098	107
16.1	c,p,hb	0.8325	0.0447	0.1006	0.0015	0.7700	9.9389	0.1441	0.0600	0.0034	1.62	24	89	189	0.47	0.618	0.009	0.604	0.118	102
20.1	e,p,hb	0.8192	0.0656	0.1006	0.0019	0.4700	9.9405	0.1860	0.0591	0.0051	5.80	10	46	76	0.61	0.618	0.011	0.569	0.189	108
26.1	m,p,osc	0.7838	0.0342	0.0959	0.0013	0.1000	10.4302	0.1377	0.0593	0.0027	0.68	23	80	188	0.43	0.590	0.007	0.578	0.099	102
10.1	e,fr,osc	0.8050	0.0471	0.0960	0.0021	0.4400	10.4155	0.2316	0.0608	0.0040	2.42	9	31	79	0.39	0.591	0.013	0.633	0.144	93
2.1	c,eq,sz	0.7997	0.0262	0.0963	0.0014	0.8200	10.3808	0.1511	0.0602	0.0020	0.47	24	73	203	0.36	0.593	0.008	0.611	0.071	97
17.1	c,p,sz	0.8035	0.0408	0.0969	0.0014	0.3800	10.3197	0.1466	0.0601	0.0032	4.68	16	77	124	0.62	0.596	0.008	0.609	0.117	97
8.1	e,p,osc	0.8376	0.0431	0.0976	0.0020	0.4400	10.2425	0.2104	0.0622	0.0035	0.97	12	46	96	0.49	0.601	0.012	0.682	0.124	88
22.1	m,p,osc	0.7912	0.0332	0.0978	0.0013	0.6500	10.2207	0.1307	0.0587	0.0025	0.77	28	91	233	0.39	0.602	0.007	0.554	0.090	108
5.1	c,fr,hb	0.7386	0.0340	0.0896	0.0016	0.4800	11.1654	0.2055	0.0598	0.0029	1.38	13	64	117	0.55	0.553	0.010	0.597	0.108	92
9.1	m,p,hb	0.7629	0.0419	0.0937	0.0020	0.0100	10.6762	0.2245	0.0591	0.0036	11.48	10	50	89	0.57	0.577	0.012	0.570	0.133	101
4.1	c,fr,sz	0.6935	0.0581	0.0936	0.0026	0.6300	10.6789	0.2954	0.0537	0.0052	3.84	7	34	62	0.55	0.577	0.015	0.359	0.204	160

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM - 76 ZIRCÃO		RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				
SPOT	SITE	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	Conc.
2.1		0.7814	0.0137	0.0944	0.0008	0.29	10.5934	0.0881	0.0600	0.0011	0.07	77	315	623	0.51	0.581	0.005	0.605	0.038	96
12.1		0.7734	0.0130	0.0944	0.0008	0.88	10.5970	0.0865	0.0594	0.0010	1.58	90	302	782	0.39	0.581	0.005	0.583	0.036	99
9.1		0.7730	0.0129	0.0946	0.0008	0.98	10.5752	0.0871	0.0593	0.0010	0.14	99	315	834	0.38	0.582	0.005	0.578	0.036	100
20.1		0.7843	0.0136	0.0945	0.0011	0.98	10.5803	0.1181	0.0602	0.0011	0.08	84	258	721	0.36	0.582	0.006	0.610	0.039	95
11.1		0.7768	0.0130	0.0947	0.0008	0.74	10.5542	0.0859	0.0595	0.0010	0.30	82	301	693	0.44	0.584	0.005	0.584	0.036	99
10.1		0.7798	0.0150	0.0950	0.0008	0.91	10.5261	0.0914	0.0595	0.0012	0.73	58	208	489	0.43	0.585	0.005	0.586	0.043	99
22.1		0.7830	0.0137	0.0950	0.0011	0.85	10.5238	0.1190	0.0598	0.0011	0.65	94	502	758	0.66	0.585	0.006	0.595	0.040	98
17.1		0.7809	0.0155	0.0951	0.0011	0.75	10.5137	0.1234	0.0595	0.0012	0.08	59	275	462	0.60	0.586	0.007	0.587	0.046	99
6.1		0.7863	0.0150	0.0953	0.0008	0.68	10.4949	0.0914	0.0599	0.0012	0.08	61	308	474	0.65	0.587	0.005	0.598	0.042	98
19.1		0.7922	0.0146	0.0962	0.0011	0.84	10.3939	0.1189	0.0597	0.0011	0.82	74	403	598	0.67	0.592	0.006	0.593	0.041	99
24.1		0.7945	0.0141	0.0963	0.0011	0.97	10.3879	0.1170	0.0599	0.0011	0.11	80	194	673	0.29	0.592	0.006	0.599	0.039	98
14.1		0.8006	0.0148	0.0966	0.0011	0.72	10.3511	0.1186	0.0601	0.0011	0.37	84	493	649	0.76	0.594	0.007	0.607	0.041	97
18.1		0.7927	0.0159	0.0965	0.0011	0.85	10.3665	0.1207	0.0596	0.0013	0.07	52	208	409	0.51	0.594	0.007	0.589	0.047	100
8.1		0.7942	0.0149	0.0970	0.0008	0.81	10.3049	0.0879	0.0594	0.0011	2.35	75	324	584	0.56	0.597	0.005	0.580	0.041	102
4.1		0.8018	0.0158	0.0975	0.0009	0.93	10.2512	0.0908	0.0596	0.0012	0.37	61	248	498	0.50	0.600	0.005	0.590	0.044	101
5.1		0.7502	0.0130	0.0923	0.0008	0.88	10.8381	0.0903	0.0590	0.0010	0.26	85	324	708	0.46	0.569	0.005	0.566	0.037	100
3.1		0.7715	0.0162	0.0930	0.0008	0.06	10.7522	0.0978	0.0602	0.0013	0.78	51	228	415	0.55	0.573	0.005	0.610	0.047	94
7.1		0.7627	0.0142	0.0934	0.0008	0.94	10.7059	0.0916	0.0592	0.0011	0.00	75	320	607	0.53	0.576	0.005	0.575	0.040	100
21.1		0.8036	0.0160	0.0982	0.0012	0.98	10.1881	0.1218	0.0594	0.0012	0.80	100	615	742	0.83	0.604	0.007	0.581	0.044	103
15.1		0.8046	0.0196	0.0985	0.0013	0.80	10.1513	0.1311	0.0592	0.0015	2.60	54	245	464	0.53	0.606	0.007	0.576	0.055	105
13.1		0.8114	0.0145	0.0987	0.0011	0.80	10.1275	0.1144	0.0596	0.0011	0.65	80	343	638	0.54	0.607	0.007	0.589	0.040	103
16.1		0.7253	0.0168	0.0879	0.0011	0.98	11.3702	0.1448	0.0598	0.0015	0.04	45	192	347	0.56	0.543	0.007	0.597	0.053	91
1.1		0.7315	0.0117	0.0902	0.0007	0.98	11.0895	0.0857	0.0588	0.0010	2.63	70	120	561	0.21	0.557	0.004	0.561	0.037	99
23.1		0.8328	0.0146	0.1009	0.0011	0.87	9.9154	0.1127	0.0599	0.0011	0.07	82	296	638	0.46	0.619	0.007	0.600	0.039	103

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 27B	TITANITA		RATIOS						Pb total		Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
20.1	0.7862	0.0994	0.0965	0.0024	0.49	10.3673	0.2563	0.0591	0.0082	10.65	27	431	147	2.93	0.594	0.014	0.571	0.273	103
15.1	0.8292	0.0647	0.0980	0.0018	0.41	10.2036	0.1855	0.0614	0.0052	9.43	36	585	205	2.86	0.603	0.010	0.652	0.201	92
1.1	0.8979	0.1034	0.0980	0.0025	0.70	10.2061	0.2596	0.0665	0.0081	11.92	33	767	118	6.48	0.603	0.015	0.821	0.259	73
18.1	0.8847	0.0780	0.0984	0.0020	0.04	10.1607	0.2027	0.0652	0.0062	5.80	55	1168	165	7.07	0.605	0.012	0.781	0.205	77
16.1	0.8421	0.0612	0.0991	0.0017	0.64	10.0945	0.1717	0.0617	0.0048	12.45	54	1005	214	4.70	0.609	0.010	0.662	0.168	91
17.1	0.8427	0.1110	0.0996	0.0026	0.26	10.0388	0.2640	0.0614	0.0086	18.73	24	426	110	3.89	0.612	0.015	0.652	0.291	93
13.1	0.7963	0.0695	0.0995	0.0019	0.55	10.0473	0.1891	0.0580	0.0052	7.52	44	884	166	5.34	0.612	0.011	0.531	0.192	115
7.1	0.7996	0.0560	0.1001	0.0016	0.34	9.9933	0.1644	0.0580	0.0042	8.00	45	734	234	3.14	0.615	0.010	0.528	0.159	116
6.1	0.7834	0.0791	0.1017	0.0021	0.49	9.8301	0.2036	0.0558	0.0060	8.14	37	681	155	4.39	0.625	0.012	0.446	0.222	139
8.1	0.8533	0.0468	0.1030	0.0015	0.46	9.7053	0.1409	0.0601	0.0033	5.25	53	762	299	2.55	0.632	0.009	0.606	0.122	104
11.1	0.8092	0.1128	0.1032	0.0027	0.48	9.6896	0.2510	0.0569	0.0086	12.63	22	371	99	3.75	0.633	0.016	0.486	0.283	130
4.1	0.8906	0.1274	0.1033	0.0030	0.01	9.6802	0.2813	0.0625	0.0098	19.08	17	276	81	3.40	0.634	0.018	0.692	0.314	91
2.1	0.8363	0.0744	0.1037	0.0020	0.55	9.6455	0.1872	0.0585	0.0053	4.42	61	1248	199	6.26	0.636	0.012	0.549	0.180	115
9.1	0.8465	0.1546	0.1039	0.0036	0.39	9.6273	0.3295	0.0591	0.0115	18.39	14	208	69	3.02	0.637	0.021	0.571	0.393	111
10.1	0.9530	0.1074	0.1046	0.0026	0.68	9.5563	0.2394	0.0660	0.0081	17.31	14	238	88	2.70	0.642	0.015	0.808	0.266	79
5.1	0.9328	0.1115	0.1066	0.0027	0.03	9.3787	0.2368	0.0634	0.0085	8.79	28	572	96	5.96	0.653	0.016	0.723	0.282	90
12.1	0.8581	0.0659	0.1067	0.0019	0.75	9.3763	0.1643	0.0584	0.0047	5.21	53	1113	186	5.98	0.653	0.011	0.543	0.168	120
3.1	0.9133	0.1389	0.1069	0.0032	0.65	9.3558	0.2824	0.0620	0.0102	21.12	17	279	79	3.53	0.655	0.019	0.673	0.324	97
14.1	0.8419	0.0917	0.1061	0.0023	0.01	9.4241	0.2023	0.0575	0.0070	23.33	30	638	121	5.30	0.650	0.013	0.512	0.228	126
19.1	0.9021	0.1393	0.0986	0.0033	0.32	10.1435	0.3357	0.0664	0.0114	51.71	7	18	74	0.25	0.606	0.019	0.818	0.371	74

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 29A	TITANITA		RATIOS							Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
3.1	0.8111	0.0394	0.0981	0.0021	0.70	10.1897	0.2182	0.0599	0.0027	6.94	69	376	659	0.57	0.603	0.012	0.601	0.097	100
5.1	0.8032	0.0375	0.0975	0.0020	0.11	10.2582	0.2141	0.0598	0.0027	4.02	74	455	680	0.67	0.600	0.012	0.595	0.095	100
13.1	0.8568	0.0515	0.1009	0.0024	0.09	9.9082	0.2358	0.0616	0.0037	6.29	63	712	441	1.62	0.620	0.014	0.659	0.130	94
14.1	0.8284	0.0399	0.0974	0.0018	0.59	10.2709	0.1924	0.0617	0.0032	3.80	80	354	786	0.45	0.599	0.011	0.664	0.107	90
15.1	0.8536	0.0454	0.1010	0.0020	0.30	9.9056	0.2003	0.0613	0.0036	6.68	53	536	366	1.47	0.620	0.012	0.651	0.130	95
16.1	0.8195	0.0556	0.0971	0.0023	0.13	10.3039	0.2453	0.0612	0.0048	5.62	63	901	354	2.55	0.597	0.014	0.648	0.167	92
18.1	0.8152	0.0440	0.0999	0.0020	0.53	10.0082	0.2003	0.0592	0.0035	7.22	53	709	296	2.40	0.614	0.012	0.574	0.128	107
20.1	0.8071	0.0509	0.0992	0.0022	0.57	10.0842	0.2239	0.0590	0.0042	7.04	64	767	432	1.78	0.610	0.013	0.568	0.151	107
2.1	0.8586	0.0617	0.0989	0.0027	0.05	10.1066	0.2743	0.0629	0.0048	6.48	57	777	376	2.06	0.608	0.016	0.706	0.158	86
9.1	0.8017	0.0458	0.1011	0.0023	0.36	9.8918	0.2252	0.0575	0.0032	8.98	49	235	484	0.49	0.621	0.013	0.511	0.121	121
10.1	0.8899	0.0709	0.1019	0.0029	0.64	9.8132	0.2835	0.0633	0.0052	14.46	39	257	341	0.75	0.626	0.017	0.720	0.180	86
12.1	0.9654	0.1202	0.1016	0.0043	0.09	9.8379	0.4128	0.0689	0.0095	22.76	17	144	147	0.98	0.624	0.025	0.895	0.311	69
17.1	1.0744	0.1959	0.1013	0.0064	0.09	9.8693	0.6237	0.0769	0.0165	24.59	22	360	93	3.86	0.622	0.037	1.119	0.434	55
8.1	0.7974	0.1262	0.0998	0.0044	0.12	10.0197	0.4446	0.0580	0.0102	30.72	15	111	133	0.83	0.613	0.026	0.528	0.339	116
11.1	0.9118	0.1705	0.1101	0.0058	0.09	9.0835	0.4779	0.0601	0.0133	32.75	13	154	83	1.84	0.673	0.034	0.606	0.387	111
1.1	0.7566	0.2135	0.0901	0.0066	0.20	11.0975	0.8162	0.0609	0.0188	54.37	8	54	63	0.86	0.556	0.039	0.635	0.543	87
19.1	0.7960	0.2048	0.1030	0.0068	0.58	9.7101	0.6405	0.0561	0.0168	60.77	8	39	70	0.56	0.632	0.040	0.455	0.423	139

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 30	TITANITA		RATIOS							Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
1.1	0.8121	0.0403	0.0972	0.0016	0.24	10.2882	0.1645	0.0606	0.0029	3.62	39	7	427	0.02	0.598	0.009	0.625	0.102	95
2.1	0.8339	0.0494	0.0991	0.0019	0.01	10.0928	0.1887	0.0610	0.0036	4.81	24	4	258	0.01	0.609	0.011	0.641	0.141	95
3.1	0.8326	0.0461	0.1000	0.0017	0.35	10.0038	0.1724	0.0604	0.0033	7.67	30	13	328	0.04	0.614	0.010	0.618	0.119	99
4.1	0.8189	0.0577	0.0983	0.0020	0.66	10.1763	0.2081	0.0604	0.0043	8.26	18	3	205	0.02	0.604	0.012	0.619	0.151	97
5.1	0.8054	0.0493	0.0987	0.0018	0.55	10.1338	0.1827	0.0592	0.0036	9.86	23	8	248	0.03	0.607	0.010	0.574	0.127	105
6.1	0.8042	0.0424	0.0988	0.0016	0.19	10.1221	0.1658	0.0590	0.0030	3.77	36	7	395	0.02	0.607	0.009	0.569	0.108	106
7.1	0.7774	0.0471	0.0948	0.0017	0.92	10.5482	0.1942	0.0595	0.0036	5.79	28	6	288	0.02	0.584	0.010	0.584	0.139	99
9.1	0.8461	0.0573	0.1001	0.0020	0.39	9.9925	0.2000	0.0613	0.0044	8.60	24	7	269	0.03	0.615	0.012	0.650	0.151	94
10.1	0.7976	0.0417	0.0971	0.0017	0.85	10.3038	0.1771	0.0596	0.0032	7.53	37	9	416	0.02	0.597	0.010	0.589	0.117	101
11.1	0.8430	0.0505	0.0990	0.0019	0.01	10.1027	0.1904	0.0618	0.0038	4.48	29	9	333	0.03	0.608	0.011	0.666	0.130	91
12.1	0.8283	0.0490	0.1002	0.0019	0.68	9.9807	0.1844	0.0600	0.0037	7.21	25	7	282	0.03	0.616	0.011	0.602	0.133	102
13.1	0.8358	0.0533	0.1000	0.0020	0.32	10.0031	0.1954	0.0606	0.0040	4.15	27	6	305	0.02	0.614	0.011	0.626	0.146	98
14.1	0.8667	0.0449	0.1029	0.0018	0.58	9.7165	0.1677	0.0611	0.0033	3.48	40	12	443	0.03	0.631	0.010	0.642	0.116	98
15.1	0.7967	0.0429	0.0985	0.0017	0.52	10.1555	0.1789	0.0587	0.0032	5.56	43	41	477	0.09	0.605	0.010	0.555	0.117	109
16.1	0.8438	0.0413	0.1005	0.0017	0.52	9.9492	0.1679	0.0609	0.0030	4.47	43	14	472	0.03	0.617	0.010	0.635	0.110	97
17.1	0.8477	0.0462	0.0994	0.0017	0.86	10.0577	0.1767	0.0618	0.0036	6.91	32	14	410	0.03	0.611	0.010	0.668	0.128	91
18.1	0.8137	0.0638	0.1000	0.0022	0.10	10.0030	0.2177	0.0590	0.0048	4.39	25	6	279	0.02	0.614	0.013	0.568	0.175	108
20.1	0.8549	0.0492	0.1008	0.0019	0.55	9.9174	0.1847	0.0615	0.0036	8.76	30	8	334	0.02	0.619	0.011	0.657	0.130	94
8.1	0.8226	0.0385	0.0966	0.0016	0.88	10.3565	0.1717	0.0618	0.0030	5.05	44	38	525	0.07	0.594	0.009	0.667	0.105	89
19.1	0.7611	0.0657	0.1008	0.0022	0.07	9.9175	0.2196	0.0547	0.0050	6.31	20	7	223	0.03	0.619	0.013	0.402	0.187	154

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 35	TITANITA RATIOS									Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
10.1	0.7373	0.2065	0.0919	0.0047	0.6500	10.8808	0.5520	0.0582	0.0191	5.38	153	7458	56	134.27	0.567	0.028	0.537	0.487	105
2.1	0.6967	0.1737	0.0936	0.0041	0.0100	10.6850	0.4712	0.0540	0.0145	3.46	183	8986	69	130.95	0.577	0.024	0.371	0.361	155
13.1	0.6375	0.2919	0.0933	0.0064	0.0100	10.7234	0.7324	0.0496	0.0250	3.37	133	5292	33	162.51	0.575	0.037	0.175	0.541	327
15.1	1.0803	0.1192	0.0954	0.0040	0.0100	10.4788	0.4406	0.0821	0.0102	3.03	209	8180	58	141.73	0.588	0.024	1.248	0.230	47
20.1	1.0076	0.1218	0.0928	0.0039	0.3300	10.7790	0.4568	0.0788	0.0111	6.01	136	8201	56	145.36	0.572	0.023	1.166	0.264	49
4.1	1.1257	0.2126	0.1057	0.0049	0.6200	9.4632	0.4374	0.0773	0.0167	9.04	130	8659	58	149.51	0.648	0.029	1.128	0.427	57
8.1	0.9572	0.3112	0.1075	0.0071	0.0100	9.2984	0.6120	0.0646	0.0234	1.95	162	5377	32	169.00	0.658	0.041	0.760	0.617	86
12.1	0.8985	0.2614	0.1123	0.0059	0.1000	8.9043	0.4672	0.0580	0.0203	2.08	173	5596	40	138.60	0.686	0.034	0.531	0.517	129
16.1	1.0254	0.0656	0.1075	0.0025	0.4500	9.3039	0.2197	0.0692	0.0045	6.46	190	5778	65	88.87	0.658	0.015	0.904	0.130	72
18.1	0.9420	0.1345	0.1052	0.0044	0.3200	9.5092	0.3997	0.0650	0.0103	6.51	153	8115	48	170.08	0.645	0.026	0.773	0.270	83
7.1	0.8268	0.2220	0.0982	0.0051	0.4600	10.1859	0.5310	0.0611	0.0201	4.94	122	5212	45	115.75	0.604	0.030	0.642	0.479	94
1.1	1.0279	0.3251	0.1169	0.0073	0.1900	8.5548	0.5311	0.0638	0.0233	3.96	175	5724	35	162.71	0.713	0.042	0.734	0.570	97
3.1	0.8196	0.2640	0.1146	0.0062	0.4800	8.7244	0.4735	0.0519	0.0184	8.07	108	5286	34	154.06	0.700	0.036	0.279	0.438	250
17.1	1.1335	0.1543	0.1159	0.0052	0.1700	8.6295	0.3836	0.0709	0.0112	2.66	196	6900	44	156.26	0.707	0.030	0.956	0.287	73
5.1	0.9399	0.2390	0.0798	0.0052	0.0400	12.5306	0.8210	0.0854	0.0250	6.71	110	6859	54	127.04	0.495	0.031	1.325	0.524	37
11.1	0.5011	0.2110	0.0788	0.0048	0.1600	12.6887	0.7732	0.0461	0.0213	9.23	107	6886	46	148.38	0.489	0.029	0.004	0.492	13495
19.1	1.3532	0.1298	0.0864	0.0037	0.1900	11.5676	0.4966	0.1135	0.0127	12.70	139	9106	65	139.65	0.534	0.022	1.857	0.214	28
9.1	0.5796	0.1463	0.0751	0.0035	0.1300	13.3161	0.6159	0.0560	0.0161	6.92	144	10555	86	123.12	0.467	0.021	0.451	0.448	103
6.1	1.0046	0.2427	0.0861	0.0052	0.0100	11.6082	0.7045	0.0846	0.0241	6.29	92	6070	42	144.89	0.533	0.031	1.306	0.514	40
14.1	1.9870	0.1362	0.1996	0.0053	0.5700	5.0094	0.1326	0.0722	0.0059	9.57	103	7188	45	159.32	1.173	0.029	0.991	0.158	118

SPL 1847, Excimer Laser - 193nm, 6Hz, 6mJ, 32mm, ablation time - 40s.

VSM 53C	MONAZITA		RATIOS							Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	AGES				Conc.
SPOT	207/235	1sigma	206/238	1sigma	coef. corr	238/206	1sigma	207/206	1sigma	comum %	ppm	ppm	ppm		T _{206/238}	1sigma	T _{207/206}	1sigma	
3.1	0.7821	0.0194	0.094	0.0011	0.96	10.6327	0.123	0.0603	0.0014	3.17	1293	42589	3561	11.96	0.579	0.006	0.615	0.050	94
4.1	0.8229	0.0225	0.0977	0.0012	0.91	10.2322	0.1285	0.0611	0.0016	6.03	927	28681	2004	14.32	0.601	0.007	0.642	0.055	93
6.1	0.7815	0.0196	0.0951	0.0012	0.99	10.5196	0.1287	0.0596	0.0014	0.32	2766	82490	3961	20.82	0.585	0.007	0.590	0.049	99
7.1	0.7584	0.0193	0.0917	0.0011	0.91	10.9004	0.1353	0.06	0.0014	0.17	1414	45503	2956	15.39	0.566	0.007	0.602	0.050	94
9.1	0.7864	0.0173	0.0954	0.0011	0.99	10.4851	0.1211	0.0598	0.0012	0.12	2703	81474	4755	17.13	0.587	0.007	0.596	0.044	98
12.1	0.7865	0.0179	0.096	0.0011	0.94	10.4122	0.1243	0.0594	0.0012	0.54	2130	70347	4233	16.62	0.591	0.007	0.581	0.043	101
13.1	0.7448	0.0196	0.0905	0.0011	0.89	11.0457	0.1353	0.0597	0.0015	0.68	1864	66251	3213	20.62	0.559	0.007	0.592	0.053	94
8.1	0.7295	0.0182	0.0891	0.0011	0.95	11.2259	0.1409	0.0594	0.0013	0.87	2038	70784	4314	16.41	0.550	0.007	0.582	0.047	94
10.1	0.7246	0.0209	0.0875	0.0011	0.99	11.4281	0.1415	0.0601	0.0017	1.76	1602	57485	1899	30.27	0.541	0.006	0.606	0.060	89
11.1	0.6893	0.0203	0.0831	0.0011	0.99	12.0376	0.1564	0.0602	0.0018	0.97	1008	33136	2586	12.82	0.514	0.006	0.610	0.065	84
2.1	0.7544	0.0187	0.0914	0.0011	0.78	10.9403	0.1362	0.0599	0.0013	0.15	1630	50382	3787	13.31	0.564	0.007	0.598	0.047	94
5.1	0.6435	0.0172	0.0807	0.001	0.95	12.3896	0.1602	0.0578	0.0013	0.92	1094	33615	1931	17.41	0.500	0.006	0.523	0.049	95
1.1	0.3629	0.0105	0.0435	0.0006	0.99	22.9935	0.2994	0.0605	0.0017	3.71	1451	54839	5256	10.43	0.274	0.003	0.622	0.059	44

Elipses vazias, pontos plotados, mas não utilizados nos cálculos das idades

Pontos não utilizados por apresentar altos teores de chumbo comum ou problemas analíticos

Para zircões: (posição do spot) m = middle e = end or edge c = core (hábito) p = prism rd = round ov = ovoide eq = equant fr = fragmente anh = anhedral (estrutura interna) osc = oscillatory zoning sz = sector zoning
ic = inherited core r = rim/overgrowth hb = homogeneous bright hd = homogeneous dark

ANEXO 8

(Lu-Hf em zircão LA-ICP-MS)

Unidade	Sample	Grain /spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1) Ma	ε Hf(0)	176Hf/177Hf (T1)	ε Hf (T1)	176Hf/177Hf DM(T)	T DM (Ma)	176Hf/177Hf DM(T)	ε Hf (TDM)
SVC	VSM-26 A	2.1	0.282171	0.000028	0.000802	0.000003	601	-21.25	0.282162	-8.33	0.282790	2020	0.281745	8.86
		3.1	0.282160	0.000025	0.000804	0.000009	623	-21.64	0.282151	-8.25	0.282774	2032	0.281736	8.81
		11.1	0.282278	0.000026	0.000652	0.000001	611	-17.46	0.282271	-4.26	0.282783	1771	0.281930	9.76
		15.1	0.282108	0.000030	0.001352	0.000032	592	-23.50	0.282093	-11.00	0.282797	2181	0.281625	8.27
		16.1	0.281914	0.000030	0.001280	0.000008	607	-30.35	0.281899	-17.51	0.282786	2599	0.281310	6.74
		18.1	0.282183	0.000027	0.000732	0.000001	602	-20.83	0.282175	-7.86	0.282790	1991	0.281767	8.96
		19.1	0.282196	0.000030	0.001030	0.000004	597	-20.35	0.282185	-7.61	0.282793	1972	0.281781	9.03
		20.1	0.282179	0.000033	0.000730	0.000005	564	-20.97	0.282171	-8.82	0.282817	2023	0.281743	8.85
		24.1	0.282140	0.000035	0.000748	0.000005	601	-22.35	0.282132	-9.41	0.282790	2088	0.281694	8.61
		22.1	0.282166	0.000034	0.001192	0.000007	606	-21.43	0.282152	-8.56	0.282787	2039	0.281731	8.79
	VSM-26 B	2.1	0.282181	0.000033	0.001001	0.000011	582	-20.89	0.282170	-8.46	0.282804	2014	0.281750	8.88
		4.1	0.282115	0.000050	0.001286	0.000007	610	-23.24	0.282100	-10.32	0.282784	2153	0.281646	8.37
		5.1	0.282054	0.000031	0.001227	0.000013	590	-25.38	0.282041	-12.87	0.282798	2297	0.281538	7.85
		8.1	0.281630	0.000047	0.003054	0.000109	600	-40.40	0.281595	-28.43	0.282791	3270	0.280801	4.25
		12.1	0.282047	0.000032	0.001499	0.000017	590	-25.65	0.282030	-13.25	0.282798	2321	0.281520	7.76
		15.1	0.281936	0.000038	0.001574	0.000051	600	-29.56	0.281918	-16.98	0.282791	2561	0.281339	6.88
		19.1	0.281974	0.000031	0.001553	0.000014	623	-28.22	0.281956	-15.14	0.282774	2465	0.281412	7.23
		17.1	0.282073	0.000036	0.001201	0.000004	604	-24.72	0.282059	-11.90	0.282788	2247	0.281576	8.03
		22.1	0.281915	0.000037	0.002500	0.000113	634	-30.30	0.281886	-17.39	0.282766	2613	0.281300	6.69
	VSM 33	2.1	0.282209	0.000054	0.001194	0.000006	575	-19.93	0.282196	-7.72	0.282809	1962	0.281789	9.07
		4.1	0.282353	0.000056	0.000795	0.000003	596	-14.81	0.282344	-1.99	0.282794	1615	0.282046	10.32
		5.1	0.282274	0.000072	0.002150	0.000025	594	-17.61	0.282250	-5.38	0.282796	1829	0.281888	9.55
		7.1	0.282167	0.000060	0.001599	0.000044	591	-21.4	0.282149	-9.01	0.282798	2055	0.281719	8.73
		13.1	0.282109	0.000059	0.001040	0.000006	573	-23.46	0.282097	-11.24	0.282811	2182	0.281625	8.27
		11.1	0.282128	0.000054	0.000805	0.000001	583	-22.77	0.282119	-10.24	0.282804	2126	0.281666	8.47
		15.1	0.282093	0.000070	0.002444	0.000025	602	-24.02	0.282065	-11.74	0.282790	2235	0.281584	8.07
		19.1	0.282305	0.000069	0.001293	0.000014	575	-16.52	0.282291	-4.35	0.282809	1749	0.281947	9.84
		18.1	0.282138	0.000066	0.001356	0.000006	569	-22.41	0.282124	-10.39	0.282814	2125	0.281667	8.47

		25.1	0.282296	0.000051	0.001140	0.000009	599	-16.82	0.282283	-4.08	0.282792	1750	0.281946	9.83
		22.1	0.282299	0.000042	0.001088	0.000017	577	-16.72	0.282287	-4.43	0.282808	1755	0.281942	9.81
	VSM-53 A	1.1	0.282072	0.000030	0.001119	0.000009	577	-24.74	0.282060	-12.47	0.282808	2261	0.281565	7.98
		2.1	0.282227	0.000028	0.000508	0.000002	593	-19.27	0.282221	-6.41	0.282796	1893	0.281840	9.32
		3.1	0.282202	0.000027	0.000899	0.000003	608	-20.14	0.282192	-7.11	0.282785	1949	0.281798	9.11
		6.1	0.282129	0.000034	0.001292	0.000006	586	-22.75	0.282115	-10.35	0.282801	2135	0.281659	8.44
		7.1	0.282091	0.000045	0.000954	0.000005	609	-24.09	0.282080	-11.07	0.282785	2198	0.281612	8.21
		8.1	0.282265	0.000026	0.000581	0.000002	601	-17.92	0.282259	-4.91	0.282790	1804	0.281906	9.64
		11.1	0.282146	0.000027	0.000959	0.000004	585	-22.14	0.282135	-9.63	0.282802	2090	0.281693	8.60
		12.1	0.282276	0.000029	0.000680	0.000006	613	-17.56	0.282268	-4.33	0.282782	1777	0.281926	9.74
		13.1	0.282085	0.000029	0.001133	0.000022	613	-24.30	0.282072	-11.27	0.282782	2214	0.281600	8.15
		14.1	0.282003	0.000033	0.001772	0.000022	616	-27.21	0.281982	-14.37	0.282780	2411	0.281453	7.43
		15.1	0.282057	0.000031	0.001055	0.000003	566	-25.30	0.282045	-13.24	0.282816	2301	0.281535	7.83
		16.1	0.282174	0.000025	0.000450	0.000021	618	-21.16	0.282168	-7.73	0.282778	1996	0.281763	8.94
		17.1	0.282092	0.000030	0.001592	0.000035	596	-24.06	0.282074	-11.57	0.282794	2220	0.281596	8.13
		19.1	0.282034	0.000033	0.001235	0.000005	575	-26.10	0.282021	-13.91	0.282809	2350	0.281498	7.65
		18.1	0.282172	0.000030	0.000631	0.000003	588	-21.23	0.282165	-8.53	0.282800	2023	0.281743	8.85
		21.1	0.282173	0.000026	0.000867	0.000005	589	-21.19	0.282163	-8.56	0.282799	2025	0.281742	8.84
		23.1	0.282179	0.000030	0.000596	0.000013	575	-20.96	0.282173	-8.53	0.282809	2012	0.281751	8.88
		25.1	0.282161	0.000029	0.000743	0.000007	574	-21.59	0.282153	-9.24	0.282810	2056	0.281718	8.72
SPG	VSM 22A	2.1	0.282156	0.000047	0.002103	0.000061	610	-21.77	0.282132	-9.18	0.282784	2081	0.281700	8.64
		1.1	0.282250	0.000046	0.000969	0.000004	582	-18.47	0.282239	-6.03	0.282804	1860	0.281864	9.44
		5.1	0.282347	0.000042	0.000768	0.000005	573	-15.03	0.282339	-2.70	0.282811	1643	0.282026	10.22
		7.1	0.282242	0.000048	0.001005	0.000014	587	-18.75	0.282231	-6.21	0.282801	1876	0.281853	9.38
		8.1	0.282217	0.000049	0.000860	0.000002	583	-19.64	0.282207	-7.13	0.282804	1931	0.281812	9.18
		9.1	0.282145	0.000041	0.001955	0.000064	590	-22.18	0.282123	-9.95	0.282798	2114	0.281675	8.52
		12.1	0.282138	0.000047	0.000818	0.000007	585	-22.43	0.282129	-9.86	0.282802	2104	0.281682	8.55
		13.1	0.282178	0.000047	0.001323	0.000008	594	-21	0.282163	-8.44	0.282796	2022	0.281744	8.85
		17.1	0.282188	0.000048	0.000774	0.000003	586	-20.64	0.282180	-8.03	0.282801	1990	0.281768	8.97
		19.1	0.282190	0.000049	0.000785	0.000003	592	-20.6	0.282181	-7.87	0.282797	1984	0.281772	8.99

	VSM 24	21.1	0.282307	0.000046	0.003838	0.000115	584	-16.44	0.282265	-5.06	0.282803	1801	0.281908	9.65
		1.1	0.282438	0.000063	0.003815	0.000041	595	-11.8	0.282396	-0.19	0.282795	1501	0.282131	10.73
		7.1	0.282234	0.000081	0.002635	0.000044	590	-19.04	0.282205	-7.07	0.282798	1932	0.281811	9.17
		9.1	0.282368	0.000063	0.001381	0.000017	582	-14.29	0.282353	-2.00	0.282804	1606	0.282053	10.35
		12.1	0.282419	0.000053	0.001528	0.000030	591	-12.49	0.282402	-0.07	0.282798	1490	0.282139	10.77
		13.1	0.282218	0.000054	0.001652	0.000028	584	-19.61	0.282199	-7.39	0.282803	1948	0.281799	9.12
		14.1	0.282431	0.000071	0.001872	0.000026	590	-12.05	0.282411	0.22	0.282798	1471	0.282153	10.84
		19.1	0.282245	0.000061	0.001726	0.000025	598	-18.64	0.282225	-6.15	0.282793	1881	0.281849	9.36
		20.1	0.282453	0.000072	0.003589	0.000089	564	-11.27	0.282415	-0.18	0.282817	1476	0.282149	10.82
		22.1	0.282269	0.000052	0.001016	0.000007	592	-17.77	0.282258	-5.13	0.282797	1812	0.281901	9.61
		24.1	0.282277	0.000075	0.001909	0.000007	586	-17.51	0.282256	-5.35	0.282801	1820	0.281894	9.58
	VSM-39 A	1.1	0.282187	0.000031	0.000623	0.000003	589	-20.68	0.282180	-7.95	0.282799	1987	0.281770	8.98
		5.1	0.282178	0.000031	0.000915	0.000002	592	-21.01	0.282168	-8.33	0.282797	2013	0.281750	8.88
		7.1	0.282150	0.000092	0.001821	0.000054	622	-22.01	0.282128	-9.06	0.282775	2082	0.281699	8.63
		8.1	0.282324	0.000031	0.000601	0.000006	589	-15.83	0.282318	-3.09	0.282799	1680	0.281998	10.09
		15.1	0.282194	0.000025	0.000798	0.000005	588	-20.43	0.282186	-7.79	0.282800	1976	0.281778	9.02
		18.1	0.282147	0.000025	0.001120	0.000033	596	-22.12	0.282134	-9.44	0.282794	2086	0.281696	8.62
		20.1	0.282188	0.000026	0.000711	0.000001	601	-20.64	0.282180	-7.69	0.282790	1980	0.281775	9.00
		21.1	0.282109	0.000030	0.001013	0.000017	604	-23.43	0.282098	-10.54	0.282788	2161	0.281640	8.34
		23.1	0.282072	0.000023	0.001595	0.000037	605	-24.74	0.282054	-12.06	0.282788	2258	0.281567	7.99
		24.1	0.282032	0.000046	0.001239	0.000025	605	-26.16	0.282018	-13.34	0.282788	2338	0.281507	7.70
	SSPA	3.1	0.282245	0.000052	0.000683	0.000002	591	-18.64	0.282237	-5.89	0.282798	1859	0.281866	9.44
		1.1	0.282269	0.000043	0.001329	0.000007	586	-17.8	0.282254	-5.41	0.282801	1824	0.281891	9.57
		6.1	0.282254	0.000049	0.000882	0.000006	602	-18.3	0.282244	-5.39	0.282790	1836	0.281883	9.52
		5.1	0.282295	0.000040	0.000676	0.000002	601	-16.86	0.282288	-3.89	0.282790	1740	0.281954	9.87
		7.1	0.282278	0.000065	0.002211	0.000033	599	-17.48	0.282253	-5.16	0.282792	1819	0.281895	9.59
		14.1	0.282269	0.000037	0.000707	0.000001	598	-17.77	0.282262	-4.88	0.282793	1800	0.281909	9.65
		15.1	0.282164	0.000050	0.000833	0.000006	591	-21.52	0.282154	-8.83	0.282798	2044	0.281727	8.77
		23.1	0.282215	0.000033	0.001135	0.000031	596	-19.71	0.282202	-7.04	0.282794	1935	0.281809	9.17
		21.1	0.282261	0.000051	0.001047	0.000011	599	-18.07	0.282249	-5.28	0.282792	1827	0.281889	9.56

AGS		22.1	0.282133	0.000066	0.000596	0.000011	591	-22.6	0.282126	-9.82	0.282798	2106	0.281681	8.54
		25.1	0.282201	0.000053	0.001119	0.000004	595	-20.2	0.282188	-7.54	0.282795	1966	0.281786	9.05
	VSM 40A	4.1	0.282228	0.000047	0.000874	0.000007	578	-19.24	0.282218	-6.84	0.282807	1909	0.281828	9.26
		3.1	0.282302	0.000074	0.000880	0.000003	572	-16.61	0.282293	-4.34	0.282812	1746	0.281949	9.85
		8.1	0.282213	0.000068	0.000866	0.000005	575	-19.79	0.282203	-7.45	0.282809	1945	0.281801	9.13
		7.1	0.282179	0.000080	0.000943	0.000007	574	-20.97	0.282169	-8.69	0.282810	2022	0.281744	8.85
		25.1	0.282215	0.000053	0.000996	0.000019	561	-19.71	0.282204	-7.73	0.282820	1951	0.281797	9.11
		24.1	0.282249	0.000067	0.000730	0.000006	591	-18.48	0.282241	-5.75	0.282798	1850	0.281872	9.47
		22.1	0.282364	0.000055	0.001317	0.000008	570	-14.43	0.282350	-2.37	0.282813	1620	0.282043	10.30
		13.1	0.282244	0.000054	0.000821	0.000002	567	-18.69	0.282235	-6.51	0.282815	1879	0.281850	9.37
		15.1	0.282187	0.000061	0.000736	0.000011	590	-20.7	0.282178	-8.00	0.282798	1991	0.281767	8.96
		19.1	0.282189	0.000050	0.000902	0.000022	570	-20.61	0.282180	-8.40	0.282813	2000	0.281760	8.93
		20.1	0.282216	0.000054	0.001527	0.000017	572	-19.65	0.282200	-7.63	0.282812	1954	0.281795	9.10
	VSM-27 B	1.1	0.281966	0.000037	0.001153	0.000018	597	-28.52	0.281953	-15.84	0.282793	2487	0.281395	7.15
		4.1	0.281920	0.000034	0.001187	0.000013	609	-30.14	0.281906	-17.21	0.282785	2583	0.281323	6.80
		15.1	0.281943	0.000027	0.000889	0.000005	611	-29.30	0.281933	-16.22	0.282783	2522	0.281369	7.02
		6.1	0.281864	0.000035	0.001457	0.000025	617	-32.11	0.281847	-19.13	0.282779	2708	0.281228	6.34
		7.1	0.281789	0.000039	0.001556	0.000024	620	-34.77	0.281771	-21.77	0.282777	2875	0.281102	5.72
		10.1	0.281954	0.000031	0.001170	0.000020	618	-28.94	0.281940	-15.82	0.282778	2503	0.281383	7.09
		11.1	0.282057	0.000047	0.001038	0.000028	629	-25.30	0.282044	-11.88	0.282770	2265	0.281562	7.96
		17.1	0.281982	0.000037	0.000992	0.000009	650	-27.94	0.281970	-14.05	0.282755	2417	0.281448	7.41
		20.1	0.281892	0.000034	0.001370	0.000008	639	-31.11	0.281876	-17.63	0.282763	2632	0.281286	6.62
		24.1	0.281943	0.000033	0.001108	0.000017	610	-29.32	0.281930	-16.34	0.282784	2529	0.281363	7.00
	VSM 29A	1.1	0.282107	0.000038	0.000166	0.000002	619	-23.53	0.282105	-9.96	0.282777	2137	0.281658	8.43
		9.1	0.282086	0.000082	0.000329	0.000014	614	-24.26	0.282082	-10.87	0.282781	2190	0.281618	8.24
		10.1	0.282119	0.000046	0.000456	0.000036	599	-23.08	0.282114	-10.07	0.282792	2128	0.281664	8.46
		11.1	0.282192	0.000063	0.000488	0.000032	590	-20.51	0.282187	-7.71	0.282798	1973	0.281781	9.03
		12.1	0.282370	0.000070	0.000792	0.000016	610	-14.21	0.282361	-1.08	0.282784	1569	0.282081	10.49
		14.1	0.282143	0.000054	0.000570	0.000025	602	-22.25	0.282136	-9.22	0.282790	2077	0.281703	8.65
		16.1	0.282303	0.000068	0.000692	0.000025	610	-16.57	0.282295	-3.41	0.282784	1717	0.281971	9.95

		17.1	0.282107	0.000072	0.000226	0.000005	610	-23.53	0.282104	-10.18	0.282784	2144	0.281653	8.41
		18.1	0.282297	0.000085	0.000837	0.000013	608	-16.81	0.282287	-3.75	0.282785	1737	0.281956	9.88
		25.1	0.282036	0.000073	0.000398	0.000016	613	-26.02	0.282032	-12.69	0.282782	2303	0.281534	7.83
		26.1	0.282108	0.000048	0.000628	0.000031	610	-23.48	0.282101	-10.30	0.282784	2151	0.281647	8.38
	VSM 29B	3.1	0.282101	0.000040	0.000583	0.000012	597	-23.74	0.282094	-10.83	0.282793	2174	0.281630	8.30
		4.1	0.282042	0.000046	0.000845	0.000010	623	-25.81	0.282032	-12.44	0.282774	2296	0.281539	7.85
		1.1	0.282080	0.000045	0.000784	0.000007	600	-24.48	0.282071	-11.58	0.282791	2224	0.281593	8.11
		5.1	0.282206	0.000032	0.000579	0.000004	623	-20.03	0.282199	-6.55	0.282774	1925	0.281816	9.20
		6.1	0.282221	0.000048	0.001110	0.000017	596	-19.47	0.282209	-6.78	0.282794	1919	0.281821	9.22
		20.1	0.282104	0.000061	0.000973	0.000008	594	-23.62	0.282093	-10.92	0.282796	2178	0.281627	8.28
		12.1	0.282130	0.000043	0.000439	0.000008	590	-22.71	0.282125	-9.89	0.282798	2110	0.281678	8.53
		19.1	0.282185	0.000042	0.000468	0.000018	608	-20.76	0.282180	-7.56	0.282785	1977	0.281778	9.01
		14.1	0.282117	0.000061	0.001510	0.000017	620	-23.15	0.282100	-10.12	0.282777	2148	0.281650	8.39
		10.1	0.282112	0.000051	0.001127	0.000003	624	-23.33	0.282099	-10.05	0.282774	2146	0.281651	8.40
		9.1	0.282194	0.000034	0.001065	0.000008	599	-20.43	0.282182	-7.66	0.282792	1976	0.281778	9.01
	VSM-30	1.1	0.282070	0.000029	0.001167	0.000069	603	-24.83	0.282057	-12.02	0.282789	2254	0.281571	8.01
		4.1	0.281834	0.000037	0.001925	0.000019	593	-33.17	0.281812	-20.89	0.282796	2799	0.281160	6.00
		6.1	0.281766	0.000037	0.002375	0.000103	608	-35.59	0.281738	-23.18	0.282785	2952	0.281043	5.44
		11.1	0.282059	0.000027	0.000931	0.000008	592	-25.22	0.282048	-12.56	0.282797	2279	0.281552	7.91
		13.1	0.282177	0.000021	0.000936	0.000017	619	-21.04	0.282166	-7.79	0.282777	2000	0.281760	8.93
		15.1	0.281963	0.000032	0.001946	0.000068	624	-28.60	0.281940	-15.67	0.282774	2498	0.281387	7.11
		17.1	0.282041	0.000032	0.001105	0.000052	607	-25.86	0.282028	-12.94	0.282786	2314	0.281525	7.78
		21.1	0.281960	0.000032	0.001680	0.000029	603	-28.70	0.281941	-16.10	0.282789	2509	0.281379	7.07
		22.1	0.281863	0.000029	0.002224	0.000041	615	-32.14	0.281838	-19.51	0.282780	2730	0.281212	6.26
		26.1	0.282061	0.000020	0.000961	0.000003	637	-25.14	0.282050	-11.52	0.282764	2249	0.281574	8.02