**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA PORÇÃO CENTRAL DO
TERRENO EMBU AO NORTE DA ZONA DE
CISALHAMENTO TAXAQUARA-GUARAREMA**

Beatriz Yuri Benetti Silva

Orientador: Prof. Dr. Mário da Costa Campos Neto

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

**SÃO PAULO
2017**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA PORÇÃO CENTRAL DO
TERRENO EMBU AO NORTE DA ZONA DE
CISALHAMENTO TAXAQUARA-GUARAREMA**

Beatriz Yuri Benetti Silva

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

Área de concentração:
Petrologia ígnea e metamórfica

Orientador: Prof. Dr. Mario da Costa Campos Neto

**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

Silva, Beatriz Yuri Benetti

Evolução tectônica da porção central do Terreno Embu ao norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema / Beatriz Yuri Benetti Silva. - São Paulo, 2017.

122 p.: il. + anexos

Dissertação (Mestrado) : IGc/USP

Orient.: Campos Neto, Mário da Costa

1. Geocronologia 2. Neoproterozoico 3. Faixa Ribeira 4. Província Mantiqueira 5. Terreno Embu I.
Título

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**EVOLUÇÃO TECTÔNICA DA PORÇÃO CENTRAL DO
TERRENO EMBU AO NORTE DA ZONA DE
CISALHAMENTO TAXAQUARA-GUARAREMA**

Beatriz Yuri Benetti Silva

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

Área de concentração:
Petrologia ígnea e metamórfica

Orientador: Prof. Dr. Mario da Costa Campos Neto

Aprovado em: ____/____/____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Para o Babo,
que me ensinou a observar a Terra.

AGRADECIMENTOS

Acredito que todo o trabalho humano nos tempos atuais não pode ser individualizado e sim fruto de um processo coletivo, e este apesar de levar o meu nome na capa não podia ser diferente, é resultado do trabalho de diversas pessoas, sem as quais esta tese nunca poderia ter sido realizada, aqui escrevo um singelo agradecimento a vocês, este trabalho é tão de vocês como é meu!

A minha mãe que sempre me incentivou e me motivou durante toda a minha vida, acreditou na minha potencialidade muito mais do que eu mesma e também me financiou nestes anos de estudo.

As minhas queridas irmãs, as melhores companheiras da minha vida por todo amor, amizade e companheirismo, vocês foram muito importantes neste trabalho, desde a linha pra ver os erros, como as vezes que me pouparam de algo para que eu tivesse tempo pra estudar.

Ao meu orientador Mário, por todo o suporte e discussões geológicas, aprendi muito trabalhando com você esses anos, tenho certeza que serei uma geóloga melhor que quando começamos a trabalhar juntos.

A CAPES e FAPESP, pela bolsa de auxílio a pesquisa e o financiamento do trabalho.

Aos técnicos de laboratório e os funcionários do IGc-USP, Samuca, Vasco, Solange, Zé Paulo, Walter, pelo auxílio na preparação das amostras e análises químicas. E também a todos os funcionários do IGc pela boa convivência, sempre muito prestativos e educados.

Aos queridos amigos Dyspaxo, Punha, Manu, por todas as conversas desde as geológicas, com dicas de artigos, explicações de métodos e um longo etc, mas principalmente pelos momentos alegres que passamos juntos que fizeram com que estes anos fossem um dos melhores da minha vida.

RESUMO

O Terreno Embu está locado no cinturão Ribeira, separado a norte pela zona de cisalhamento Caucaia-Rio-Jaguari, a sul pela zona de cisalhamento Cubatão e é cortado transversalmente pela zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema e foi formado durante o ciclo orogênico Brasileiro, no Neoproterozóico. Este Terreno é formado por uma infraestrutura ortognaissica que compõe as rochas do Complexo Rio Capivari, uma sequência metassedimentar dividida em duas unidades: paragneisses e xistos e quartzitos e uma vasta quantidade de granitos que constituem cerca de 30% do Terreno.

A partir dos dados de campo, petrográficos, geocronológicos, geoquímicos em rocha total e isotopia Lu-Hf em zircão e Sm-Nd em rocha total, foi possível inferir diferentes estágios evolutivos das rochas que compõe o Terreno Embu.

As rochas do Complexo Rio Capivari registram um história de 400 m.y, o primeiro evento no Sideriano (2,4 Ga) relacionado a formação de um arco de ilha com assinatura isotópica juvenil, que evolui para uma margem continental ativa durante o Riachiano (2,18 a 2,14 Ga) com magmatismo derivado de uma crosta Arqueana, o registro isotópico juvenil em 2,08 Ga é entendido com um estágio da margem continental ativa onde ocorre retração do *slab* e por fim no Orosiriano (2,01 Ga) as rochas possuem assinatura de crosta continental em provável regime de colisão. Evidências isotópicas demonstram que estas rochas não formaram o embasamento da sequência metassedimentar.

As rochas metassedimentares possuem a idade máxima de deposição inferida a partir da idade do zircão detrítico mais jovem de 980 Ma, no Toniano e as idades dos zircões detríticos se concentraram principalmente no Mesoproterozóico entre 1,0 e 1,2 Ga e com um pico secundário em 1,8 Ga.

A partir dos dados relativos ao magmatismo granítico e o metamorfismo foram identificados três eventos tectônicos que afetaram as rochas do Terreno Embu. O primeiro evento ocorreu entre 810-780 Ma e foi registrado nos ortognaisses de composição tonalítica-monzogranítica peraluminosa, interpretados como formados em um ambiente de arco magmático continental cujo magmatismo nos estágios finais assinala contaminação pela pilha metassedimentar.

O segundo evento entre 705 e 660 Ma está impresso na deformação das ortognaissicas tonianas e na formação do Batólito do Serra do Quebra-Cangalha.

Por fim, o último evento, entre 630 e 575 Ma foi relacionado com a colisão do Terreno Embu com o proto-continente Paranapanema-São Francisco, teve início em 630 na formação de uma margem continental ativa com magmatismo metaluminoso. Entre 615 e 605 ocorre a colisão e o magmatismo peraluminoso entre 595-580 Ma marca os estágios finais da colisão com a exumação do orógeno. A acreção do Complexo Rio Capivari ao Terreno Embu é interpretada como sendo relativa a este último evento tectônico.

Abstract

The Embu Terrane is located in the Ribeira Belt, it is separated by north for the Caucaia-Rio Jaguari shear zone, by south for the Cubatão shear zone and it is cut across the Taxaquara-Guararema shear zone and it is formed during the Neoproterozoic orogenic Brazilian cycle. This Terrane is formed by orthognaisses infrastructure Rio Capivari Complex, a sequence of metasedimentary rocks divided in two units: Paragnaisses and schists and quartzites and a wide number of granites that compose around of 30% of the Terrane.

Through the field data, petrography, geochronology, geochemistry in whole-rock and isotopic Lu-Hf in zircon and Sm-Nd in whole-rock, it was possible to evidence different evolution stages for the Embu Terrane rocks.

The Complex Rio Capivari rocks recorded a story of 400 m.y, the first event in the Siderian (2,4 Ga) related to the island arc formation with juvenile isotopic signature that evaluated to a continental active margin during the Riachiano (2,18 to 2,14 Ga) with magmatism related to Archean crust, the juvenile record is understand how the stage of continental margin where it happened retraction slab and at least in the Orosirian (2,01 Ga) the rocks have continental crust signature in probably collision regime. Isotopic evidences show that these rocks don't compose the basement of metasedimentary sequence.

The metasedimentary rocks have the maximum depositional age inferred from the youngest detritic zircon age of 980 Ma, Tonian and the zircon detritic age are concentrated mainly Mesoproterozoic between 1,0 and 1,2 Ga and with a secondary concentration of 1,8 .

Through the granitic magmatism and metamorphic data it was identified three tectonic events that affect the Terrane Embu. The first happened between 810-780 Ma and it was recorded in the orthogneisses with tonalitic-monzogranitic peraluminous, interpreted how formed in an environment of continental arc magmatic whose the magmatism in the final stages admits contamination by the metasedimentary rocks.

The second event between 705 and 660 Ma is printed in the tonian orthogneisses deformation and in the Serra do Quebra-Cangalha Batholith formation.

At least, the final event between 630 and 575 Ma was related with the proto-continent Paranapanema-São Francisco collision, it had begun in 630 Ma with the active continental margin formation with metaluminous magmatism. The collision happened between 615 and 604 and the magmatism peraluminous between 595-580 Ma print the collision final stages with orogen exhumation. The accretion of Rio Capivari complex on Embu Terrane is interpreted how it been related to this last tectonic event.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	3
4. MATERIAIS E MÉTODOS	4
4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	4
4.2 LEVANTAMENTOS DE CAMPO	4
4.3 PETROGRAFIA	6
4.4 ANÁLISE ESTRUTURAL E MICROESTRUTURAL	6
4.5 LITOGEOQUÍMICA	7
4.6 GEOCRONOLOGIA.....	8
4.6.1 DATAÇÃO U-PB.....	8
4.6.2 SISTEMA ISOTÓPICO LU-HF.....	10
4.7 GEOQUÍMICA ISOTÓPICA EM ROCHA TOTAL - SISTEMA ISOTÓPICO SM-ND.....	13
5. GEOLOGIA REGIONAL.....	15
5.1 PROVÍNCIA MANTIQUEIRA.....	15
5.2 FAIXA RIBEIRA	18
5.3 TERRENO EMBU	21
5.3.1 MAGMATISMO GRANÍTICO	23
6. GEOLOGIA LOCAL - DESCRIÇÕES DE CAMPO E PETROGRÁFICAS.....	26
6.1 COMPLEXO RIO CAPIVARI.....	26
6.1.1 HORNBLENDA TITANITA BIOTITA TONALITO GNAISSE	27
6.1.2 TITANITA BIOTITA MONZOGRAITO GNAISSE	27
6.1.3 BIOTITA MONZONITO.....	27
6.1.4 ANFIBOLITO	29

6.2	UNIDADE DE ORTOGNAISSES	29
6.2.1	GRANADA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE.....	29
6.2.2	GRANADA BIOTITA TONALITO GNAISSE	31
6.2.3	BIOTITA GRANODIORITO/MONZOGRANITO GNAISSE COM GRANADA	32
6.3	UNIDADE DE PARAGNAISSES	34
6.3.1	MUSCOVITA GRANADA BIOTITA GNAISSE COM CLORITÓIDE	35
6.3.2	SILLIMANITA GRANADA BIOTITA GNAISSE COM MUSCOVITA	36
6.3.3	BIOTITA GNAISSE COM GRANADA E SILLIMANITA.....	37
6.4	UNIDADE DE XISTOS E QUARTZITOS.....	39
6.4.1	SILLIMANITA GRANADA BIOTITA XISTO COM CLORITA	42
6.4.2	MUSCOVITA PLAGIOCLÁSIO QUARTZITO	45
6.5	GRANITOS	45
6.5.1	GRANITO JAMBEIRO	46
6.5.2	BATÓLITO SERRA DA QUEBRA CANGALHA.....	47
6.5.3	GRANITO SILVEIRAS - TITANITA BIOTITA MONZOGRANITO COM EPÍDOTO	47
6.5.4	GRANITO SILVEIRAS - TITANITA HORNBLEENDA BIOTITA TONALITO GNAISSE COM EPÍDOTO (EMB- 98 C).....	48
6.5.5	GRANITO LAGOINHA.....	52
6.5.6	BIOTITA GRANITO GNAISSE COM GRANADA.....	53
7.	GEOLOGIA ESTRUTURAL	56
8.	GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS MAIORES, MENORES, TRAÇOS E TERRAS RARAS	60
8.1	ELEMENTOS MAIORES E MENORES	61
8.2	ELEMENTOS TRAÇOS	67

8.3	ELEMENTOS TERRAS RARAS (REE).....	72
9.	GEOCRONOLOGIA U-PB, ISOTOPIA LU-HF E SM-ND.....	75
9.1	COMPLEXO RIO CAPIVARI.....	75
9.2	ORTOGNAISSES TONIANOS.....	79
9.3	GRANITOS E GNAISSES EDIACARANOS.....	84
9.4	UNIDADES METASSEDIMENTARES.....	90
10.	DISCUSSÃO	99
10.1	COMPLEXO RIO CAPIVARI.....	100
10.2	PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR.....	101
10.3	EVENTOS TECTONO-MAGMÁTICOS.....	104
11.	CONCLUSÃO.....	109
12.	BIBLIOGRAFIA.....	111

ANEXO I -Dados U-Pb La-ICP-Ms em zircão

ANEXO II -Dados de neodímio em rocha total

ANEXO III- Dados de isótopo de Háfnio em zircão

ANEXO IV - Geoquímica em rocha total

ANEXO V- Tabela de pontos

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1- Localização da área de estudo. O quadrado vermelho acima localiza a área de estudo no estado de São Paulo e abaixo um mapa com as rodovias de acesso e os municípios.....	3
Figura 4.2-1- Mapa geológico da área de estudo com a localização dos pontos amostrados.....	5
Figura 4.6.1-1 - Diagrama concórdia mostrando a linha discordia e o intercepto superior, que marca a formação do cristal e o intercepto inferior que marca um segundo evento termal com perda de chumbo (Pb) nos cristais de zircão. Extraído de Harley et al.,(2007).....	10
Figura 4.6.2-1 Gráfico com os dados de $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ versus idade de cristalização (U-Pb). Extraído de Scherer et al. (2007).....	12
Figura 5.1-1- Mapa tectônico simplificado dos orogênos e terrenos pertencentes à Província Mantiqueira.Extraído de Silva et al. (2005).....	17
Figura 5.2-1 - Mapa tectônico da região central e norte do cinturão Ribeira e a zona de interferência com a Faixa Brasília. 1-Cobertura Fanerozoica; 2-Plútons alcalinos do Cretáceo Superior; 3-5 Cráton do São Francisco;6- Faixa Brasília, incluindo a <i>Nappe</i> Socorro-Guaxupé; 7-Domínio Andrelândia; 8-Domínio Juiz de Fora; 9-Terreno Paraíba do Sul; 10-Terreno Embu; 11-Arco Magmático Neoproterozóico; 12-Sucessões metassedimentares neoproterozóicas do Terreno Oriental; 13-Terreno Cabo Frio; 14- Terreno Apiaí. CTB- Central TectonicBoundary; CFT- Fallha de cavalgamento Cabo Frio; APSZ – Zona de Cisalhamento Além-Paraíba. Extraído de Heilbron et al. (2008).....	21
Figura 5.3-1 - Mapa geológico do Terreno Embu.....	25
Figura 6.1-1-Boudin de anfibolito entre as rochas ortognaissicas do Rio Capivari.	26
Figura 6.1-2-Ortgnaisse metatexítico estromático, com boudin de anfibolito entre as bandas composicionais.	26
Figura 6.1.1-1- Hornblenda titanita biotita tonalito gnaisse com foliação S-C transposta (S-C') (EMB-103).....	28

Figura 6.1.1-2-Titanita com caudas de biotita e hornblenda (EMB-103).	28
Figura 6.1.2-1- Aspecto geral da rocha titanita biotita monzogranito gnaiss (EMB-102), cristais de microclínio e quartzo intercalados por subgrãos quartzo-feldspáticos.	28
Figura 6.1.2-2- Cristal de titanita entre subgrãos de quartzo e cristais de microclínio e quartzo. Biotita orientada (EMB-102).	28
Figura 6.1.3-1 - Fenocristal de feldspato alcalino e plagioclásio, entre uma massa de quartzo e minerais máficos (EMB-102D).	28
Figura 6.1.4-1 -Anfobolito, textura nematoblástica, formado por hornblenda e plagioclásio (EMB-102A).	28
Figura 6.2-1 - Biotita gnaiss metatexíticoestromático (EMB-110), com leucossoma inequigranular grosso e com porfiroclastos de plagioclásio.Encontra-se intensamente deformado e cortado por delgados diques de granito hololeucocrático.	30
Figura 6.2-2–Ortognaiss metatexítico com estrutura schleiren (EMB-130) ,cortado por zonas de cisalhamento dextral, associada a zonas de dilatação preenchida por quartzo.	31
Figura 6.2.1-1- Camada de selvedge de aproximadamente 1mm, separando o leucossoma do paleossoma da rocha (EMB-109).	32
Figura 6.2.1-2- Granada biotita monzogranito gnaiss (EMB-109).	32
Figura 6.2.1-3- Porfiroclasto de plagioclásio envolvido por com biotita e granada substituída por sericita (EMB-109).	33
Figura 6.1-4- Pseudomorfo de granada substituído por sericita (EMB-109)....	33
Figura 6.2.2-1- Paleossoma formado por quartzo, plagioclásio, biotita e granada. Gotas de quartzo entre os contatos tríplices dos minerais (EMB-130).	33
Figura 6.2.2-2- Plagioclásio com geminação em lança, mimerquitas e quartzo com terminações em cúspide preenchendo os interstícios (EMB-130).	33
Figura 6.2.2-3- Boudin de granada com textura coronítica de plagioclásio e zona de sombra de pressão simétrica de biotita (Polarizadores //) (EMB-130).	33

Figura 6.2.2-4- Boudin de granada com textura coronítica de plagioclásio e zona de sombra de pressão simétrica de biotita (Polarizadores X) (EMB-130).

33

Figura 6.2.2-5- Clorita esquelética, envolta por plagioclásio, granada e biotita (EMB-130)..... 34

Figura 6.2.3-1- Ribbons de quartzo, porfiroblasto de plagioclásio e granada (EMB-100)..... 34

Figura 6.3-1- Sillimanita biotita gnaiss metatexítico estromático. Leucossoma concordante com a foliação, leitos ricos em sillimanita intercalados e porfiroblastos de plagioclásio (EMB-107)..... 35

Figura 6.3.1-1-Cristais de feldspato alcalino e plagioclásio contornados por subgrãos de quartzo e feldspato. (EMB-57 A). 37

Figura 6.3.1-2-Cloritóide com textura nematoblástica entre os cristais da matriz quartzo-feldspática. (EMB-57A). 37

Figura 6.3.1-3- Granada poiquiloblástica, com inclusão de quartzo amebóide e biotita. (EMB-57 A)..... 38

Figura 6.3.2-1-Porfiroblastos de feldspato entre os cristais de quartzo e mica de granulação fina. (EMB-65 A). 38

Figura 6.3.2-2 - Porfiroblasto de feldspato alcalino com formação de mimerquitas nas bordas. (EMB-65 C). 38

Figura 6.3.2-3 - Sillimanita euédrica na variação fibrolita (EMB-65 A). 38

Figura 6.3.2-4-Camada de selvedge de biotita separando o leucossoma do paleossoma. (EMB-65 A). 38

Figura 6.3.2-5- Cristal de feldspato alcalino subidiomórfico com geminação carlsbad e plagioclásio, ambos de granulação grossa no leucossoma. 38

Figura 6.3.2-6- Quartzo recristalizado e com contatos retos no leucossoma. (EMB-65C). 39

Figura 6.3.3-1-Formação da textura mimerquítica nas bordas do feldspato alcalino. (EMB-72)..... 39

Figura 6.3.3-2- Pequenos cristais de granada entre os cristais da matriz (EMB-72).....	39
Figura 6.3.3-3 - Feldspato alcalino manteado por biotita e sillimanita (EMB-72). 39	
Figura 6.4-1- Alternância centimétrica entre bandas de quartzíticas e bandas xistosas. (EMB-126).....	40
Figura 6.4-2 - Afloramento de quartzito grosso de aproximadamente 15m próximo ao Rio Paraitinga (EMB-129).....	41
Figura 6.4-3- Sillimanita muscovita xisto metatexítico estromático intercalado com o muscovita quartzito. Leucossoma concordante com a foliação (EMB-129).....	41
Figura 6.4-4- <i>Boudin</i> de foliação, zona de dilatação e veio granítico concordante com a foliação do quartzito (EMB-129).....	42
Figura 6.4.1-1- Banda granoblástica com quartzo recristalizado com contatos poligonizados (EMB-123).	43
Figura 6.4.1-2- Banda lepidoblástica forma uma xistosidade espaçada, cujos microlitons são preenchidos por mosaicos de quartzo ou sillimanita (EMB-123). 43	
Figura 6.4.1-3-Pseudomorfo porfiroblástico de granada, quase que totalmente substituído por sericita, com manteamento de biotita (EMB-93).....	44
Figura 6.4.1-4-Porfiroblasto de granada fraturada, com espaços entre as fraturas preenchidas por sericita e quartzo e com manteamento de biotita (EMB-123).....	44
Figura 6.4.1-5- Banda lepidoblástica. Clorita, sericita e biotita com textura descussada (EMB-123). Polarizadores //.	44
Figura 6.4.1-6- Banda lepidoblástica, clorita, sericita e biotita com textura descussada (EMB-123). Polarizadores X.	44 44 44
Figura 6.4.1-7- Microlitons preenchido por sillimanita eudiomórfica (EMB-123). Polarizadores X.	44

Figura 6.4.1-8- Figura 2.4.1-7- Microlitons preenchido.....	44
por sillimanita eudiomórfica (EMB-123). Polarizadores //.....	44
Figura 6.4.2-1- Textura granoblástica formada por quartzo com extinção ondulante e plagioclásio alterado. (EMB-129).....	45
Figura 6.4.2-2- Presença de muscovita e plagioclásio alterado no quartzito. (EMB-129).....	45
Figura 6.5.3-1- Titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D) intrusiva na titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto (EMB-98C).	50
Figura 6.5.3-2- Lascas de titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto (EMB-98 C) entre o titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB- 98D).	50
Figura 6.5.1-1- Foliação anastomosada seriada, alternando subgrãos de quartzo e feldspato com fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio, e os <i>ribbons</i> de quartzo (EMB-50).	50
Figura 6.5.1-2- Cristal de feldspato alcalino envolto por sub-grãos de quartzo e feldspato, com as bordas formando bulging, indicando rotação de sub-grãos (EMB-51).....	50
Figura 6.5.2-1- Granito Serra do Quebra Cangalha, porfirítico, muscovita e biotita entre o mosaico de quartzo e fenocristal de microclínio (EMB-114).	51
Figura 6.5.3-3- Textura inequigranular seriada, com fenocristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação, envoltos por cristais de quartzo, feldspato e biotita de granulação muito fina (EMB-98 D).	51
Figura 6.5.3-4- Titanita em sigma com zona de sombra de pressão de biotita (EMB-98D).	51
Figura 6.5.4-1- Porfiroclasto de feldspato alcalino zonado (EMB-98 C).	51
Figura 6.5.4-2-Porfiroclasto de plagioclásio fraturado entre três partes, indicando que a rocha sofreu deformação coaxial (EMB-98C).	51
Figura 6.5.4-3-Biotita orientada no sentido da foliação e envolvendo o cristal de hornblenda (EMB-98 C).	51

Figura 6.5.5-1- Fenocristais de feldspato alcalino, com geminação carlsbad e plagioclásio (EMB-136 B).....	54
Figura 6.5.5-2- Cristais de epidoto euédrico (EMB-138).....	54
Figura 6.5.5-3- Clorita com inclusão de mineral opaco espicular (EMB-138)...	54
Figura 6.5.5-4 - Fenocristal de feldspato plagioclásio zonado com inclusões de biotita e quartzo acompanhando o zoneamento do mineral (EMB- 136 C).....	54
Figura 6.5.5-5- Epidoto com textura esquelética e bordas de hornblenda (EMB-136 C).	55
Figura 6.5.5-6- Formação de mimerquita no contato do plagioclásio e do feldspato alcalino (EMB-136 C).....	55
Figura 6.5.6-1- Alternância entre <i>ribbons</i> de quartzo, porções quartzo feldspáticas de granulação fina e porfiroblastos de feldspato (EMB-76).....	55
Figura 6.5.6-2- Porfiroblasto de feldspato alcalino sendo amoldado pelo <i>ribbon</i> de quartzo (EMB-76).....	55
Figura 7-1 - Mapa geológico do Terreno Embu, com as atitudes das camadas e localização dos perfis Jambeiro (B-B') e Silveiras-Campos de Cunha (A-A')...	58
Figura 7-2 - Perfil Jambeiro e Campos de Cunha com estereogramas com os pólos da foliação principal (S ₂) e das lineações.	58
Figura 7-3 - Foliação principal da rocha, bandamento entre máficos e félsicos. Leucossoma concordante com a foliação.	59
Figura 7-4 - Lineação de estiramento mineral, com baixo caimento.	59
Figura 7-5 - Dobra assimétrica nas rochas ortognáissicas.....	59
Figura 7-6 - <i>Boudin</i> de anfibolito entre os paragnaisses.	59
Figura 8.1-1- Diagramas de classificação geoquímica de Frost et al., (2001)..	64
Figura 8.1-2- Diagramas de Hacker de sílica <i>versus</i> elementos maiores.	65
Figura 8.1-3- Diagrama de classificação de rochas vulcânicas de Le Bas et. al., (1986).....	66
Figura 8.1-4- Gráfico CIA vs. ICV para as rochas metassedimentares do Terreno Embu.	66
Figura 8.2-1- Diagramas de multi-elementos para as diferentes unidades do Terreno Embu, as rochas ígneas e metaígneas foram normalizadas pela composição do manto primitivo de McDonough & Sun (1995) e as	

metassedimentares normalizadas com os valores da crosta superior de Taylor & McLennan(1995). O campo em cinza nos ortognaisses e nas rochas do complexo Rio Capivari corresponde aos granitos andinos (retirado de http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/) e nos granitos correspondem aos granitos do Terreno Embu de Alves et al., (2016).	68
Figura 8.2-2 - Diagramas de Hacker de sílica <i>versus</i> elementos traços.	69
Figura 8.2-3- Variação de Th/La normalizadas pelos valores de Nb.	71
Figura 8.3-1 - Perfil dos Elementos Terras Raras (REE) para as amostras do terreno Embu normalizadas para o manto primitivo segundo os valores de McDonough & Sun (1995). O campo em cinza corresponde aos valores de ETR dos granitos de Alves et al.,(2016).	74
Figura 9.1-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões da amostra EMB-103.	76
Figura 9.1-2- Diagrama concórdia com idade U-Pb (LA-ICP-MS) para a amostra do complexo Rio Capivari (EMB-103).	76
Figura 9.1-3- $\varepsilon_{\text{Hf}}^t$ <i>versus</i> idade U-Pb para a amostra EMB-70C, EMB-103, EMB-60C, EMB-60B, EMB-59 e EMB-70B.	78
Figura 9.1-4 - ε_{Nd} x idade em rocha total para as amostras EMB-102A, EMB-102D, EMB-70C, EMB-103, EMB-60A, EMB-60B, EMB-59, EMB-69C e EMB-61A.	79
Figura 9.2-1 - Imagem de catoluminescência dos zircões das amostras EMB-88, EMB-100B, EMB-109 e EMB-130.	81
Figura 9.2-2- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de rochas ortognáissicas.	82
Figura 9.2-3- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de metamorfismo em rochas ortognáissicas.	82
Figura 9.2-4- $\varepsilon_{\text{Hf}}^t$ <i>versus</i> idade U-Pb para a amostra EMB-88A, EMB-100B, EMB-109 e	83
Figura 9.2-5- ε_{Nd} x idade em rocha total para as amostras EMB-100B, EMB-119A, EMB-130A, EMB-109, EMB-10, EMB-12.	84
Figura 9.3-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões das amostras: A)EE-11 B) EMB-105 ; C) EMB-98C ; D) EMB-98D.	86
Figura 9.3-2- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de rochas graníticas.	87

Figura 9.3-3- ϵ_{Hf} versus idade U-Pb para a amostra EMB-105, EMB-98C e EMB-98	88
Figura 9.3-4 - ϵ_{Nd} x idade em rocha total para as amostras EMB-98B, EMB-98C, EMB-76, EMB-105B, EMB-106, EMB-136, EMB-11A, EMB-11-5. O campo em cinza e azul nos gráficos correspondente aos granitos do Terreno Embu analisados por Alves et al. (2016).	88
Figura 9.3-5 - ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e nos granitos e gnaisses ediacaranos (em vermelho e vinho) e ortognaisses tonianos (em roxo).	89
Figura 9.3-6 - ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas do complexo Rio Capivari e nos granitos e gnaisses ediacaranos (em vermelho e vinho) e ortognaisses tonianos (em roxo).	89
Figura 9.4-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões das amostras: A) EMB-65A;	91
Figura 9.4-2 - Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes das amostras EMB-65A e EMB 65D.	92
Figura 9.4-3- Imagem de catodoluminescência dos zircões utilizados para o estudo de proveniência sedimentar.	94
Figura 9.4-4 - Diagrama de distribuição acumulativa para as idades obtidas nos zircões detríticos e diagramas de média ponderada das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	96
Figura 9.4-5- ϵ_{Hf} versus idade U-Pb para a amostra EMB-85, EMB-93, EMB-129 e EMB-140.	97
Figura 9.4-6- ϵ_{Nd} x idade em rocha total para as amostras EMB-1D, EMB-65D, EMB-122, EMB-65A, EMB-93, EMB-129.	98
Tabela 10-1 - Resumo dos dados de geocronologia U-Pb em zircão, isotópica Lu-Hf em zircão e Sm-Nd em rocha total e dados de geoquímica de elementos terras raras (REE).	99
Figura 10.2-1- ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e no complexo Rio Capivari.	103
Figura 10.2-2- ϵ_{Hf} versus idade U-Pb para as amostras de metassedimentos e do Complexo Rio Capivari.	103
Figura 10.3-1- ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e ortognaisses tonianos.	105

Figura 10.3-2 - ϵ_{Hf} versus idade U-Pb para as amostras de metassedimentos e os ortognaisses tonianos..... 106

Figura 10.3-3 - ϵ_{Nd} versus idade em rocha total nas rochas metassedimentares e granitos ediacaranos. 108

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.3-1- Principais eventos magmáticos granítico do Terreno Embu. 24

Tabela 8-1- Amostras selecionadas do Terreno Embu para estudo geoquímico.

Tabela 8.1-1- Resultado das análises químicas de elementos maiores e menores por fluorescência de raio-X (FRX). Elementos maiores em porcentagem de peso..... 62

Tabela 8.1-2- Valores do índice de intemperismo químico (CIA) e do índice de variabilidade composicional (ICV) para as amostras das unidades metassedimentares. 66

Tabela 10-1 - Resumo dos dados de geocronologia U-Pb em zircão, isotópica Lu-Hf em zircão e Sm-Nd em rocha total e dados de geoquímica de elementos terras raras (REE). 99

Tabela 10.3-1- Resumo das idades metamórficas obtidas para as rochas do Terreno Embu. RC= Complexo Rio Capivari; Meta=metassedimentos; Orto= ortognaisses tonianos; Gra= Granito Ediacarano.109

1. INTRODUÇÃO

A crosta continental atual é formada por múltiplos processos de extração de fundido do manto convectivo, que é realocado na crosta pré-existente. Rígida e flutuante, a crosta continental é dirigida ao manto através dos processos de subducção, onde é reciclada. Contudo os processos que controlaram a formação da crosta primitiva ainda são alvos de debate, não existindo um modelo para a formação da litosfera Pré-Cambriana consolidado como a tectônica de placas é para os dias atuais (Brown, 2008, 2007, Condie, 2007, 1998; Taylor & McLennan, 1995).

O estilo moderno de subducção começou provavelmente durante o Neoproterozóico, entre 800-600 Ma. A orogênese Pré-Cambriana comparada com os orógenos fanerozóicos envolve maior crescimento crustal e magmatismo com maiores gradientes geotérmicos (Brown, 2007; Condie, 2007; Taylor and McLennan, 1995) e os cinturões colisionais representam largas áreas com rochas de alta temperatura e baixa pressão com profundidades moderadas, frequentemente menores que 25 km.

A geocronologia isotópica em zircão e a geoquímica isotópica em rocha total são ferramentas fundamentais para a reconstrução da história do crescimento da crosta. O fato de o zircão ser um mineral resistente, refratário que pode permanecer intacto ao aquecimento em eventos metamórficos, de fusão e durante o intemperismo, faz com que este mineral seja o geocronômetro mais versátil da geologia moderna. Com taxas lentas de difusão de diversos elementos, o zircão fornece idades e outras informações isotópicas, mesmo quando exposto a temperaturas magmáticas.

As análises dos isótopos de Hafnium (Hf) em cristais de zircão previamente datados por U-Pb e análises isotópicas em rocha total de Samário (Sm) e Niodímio (Nd), fornecem informações sobre a contribuição da crosta juvenil (diretamente derivada do manto) ou da crosta continental reciclada na formação da rocha, sendo ambas ferramentas amplamente utilizadas para o estudo da evolução da crosta continental, principalmente durante o Pré-Cambriano.

O Terreno Embu é constituído por lascas de rochas paleoproterozóicas do Complexo Rio Capivari e rochas metassupracrustais intrudidas por granitos neoproterozóicos. O significado e a evolução tectônica deste terreno ainda não são bem compreendidos, existindo diversos modelos para a sua estruturação tectônica.

O uso das ferramentas de geocronologia nas rochas do Terreno Embu pode fornecer informações importantes para o entendimento da reciclagem crustal durante o Pré-Cambriano, a tectônica e a evolução da Província Mantiqueira.

2. OBJETIVOS

Para contribuir no conhecimento da geologia no Estado de São Paulo, o presente trabalho tem como objetivo:

- Caracterização macro e microscópica, geoquímica e isotópica (Sm-Nd em rocha total e Lu-Hf em zircão) das unidades do Terreno Embu;
- Datação dos eventos magmáticos neoproterozóicos do Terreno Embu;
- Determinação das idades dos eventos metamórficos aos quais as rochas do Terreno Embu foram submetidas;
- Caracterização e determinação das idades das rochas fontes dos metassedimentos do terreno Embu, com objetivo de inferir as fontes.
- Caracterização dos ambientes tectônicos de formação das rochas metassupracrustais;
- Estabelecer um modelo evolutivo para a do Terreno Embu.

3 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A área de estudo se localiza no noroeste do estado de São Paulo, próximo a divisa com os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (Figura 3-1), foram realizados trabalhos de campo utilizando as folhas topográficas 1:50.000 de Jacareí (SF-23-Y-D-II-3), Paraibuna (SF-23-Y-D-II-4), Taubaté (SF-23-Y-D-II-2), Cruzeiro (SF-23-Z-A-IV-1), Campos de Cunha (SF-23-Z-A-IV-3), São José do Barreiro (SF-23-Z-A-IV-2), Lorena (SF-23-Y-B-VI-4) e Delfim Moreira (SF-23-Y-B-VI-1).

Figura 3-1-Localização da área de estudo. O quadrado vermelho acima localiza a área de estudo no estado de São Paulo e abaixo um mapa com as rodovias de acesso e os municípios.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LEVANTAMENTOBIBLIOGRÁFICO

Os estudos bibliográficos foram realizados com o auxílio do acervo da biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP) e do sistema integrado da bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBI/USP). O trabalho contou com a consulta de mapas geológicos da área de estudo e arredores, artigos publicados em revistas científicas, monografias, dissertações, teses, trabalhos apresentados em congresso e livros texto.

4.2 LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Os levantamentos de campo foram realizados em 3 etapas: a primeira etapa (EMB-50 a EMB-75) se concentrou próximo ao município de Jambeiro, a segunda e terceira etapa (EMB-76 a EMB-147) onde foi confeccionado um perfil entre os municípios de Silveiras a Campos de Cunha, no total foram descritos 97 afloramentos.

Nesta etapa foram reconhecidas as principais unidades litológicas da região, foram coletados dados estruturais, amostras para a descrição petrográfica, análises litogeoquímicas e geocronológicas. Os afloramentos onde foram coletadas as amostras para geoquímica, datação geocronologia U-Pb, isotópia Lu-Hf em zircão e isotópia em rocha total Sm-Nd estão discriminados no mapa da Figura 4.2-1.

Figura 4.2-1- Mapa geológico da área de estudo com a localização dos pontos amostrados.

4.3 PETROGRAFIA

A partir das amostras coletadas nos levantamentos de campo foram selecionadas amostras representativas das diferentes unidades litológicas da região de estudo para análise petrográfica em microscópio óptico de luz transmitida. No total foram descritas 61 lâminas delgadas.

As descrições petrográficas tiveram como objetivo a identificação das diferentes fases minerais presentes, texturas e microestruturas, a fim de definir os litotipos, grau metamórfico e fases de deformação.

As seções delgadas foram confeccionadas na Seção de Laminação do IGc-USP, com 30 μm de espessura. As descrições foram realizadas no Laboratório de Óptica no Departamento de Mineralogia e Geotectônica, no microscópio Zeiss Axioplan e as fotomicrografias no microscópio Olympus BXP-50 equipado com câmera CAMEDIA C-5050 ZOOM.

4.4 ANÁLISE ESTRUTURAL E MICROESTRUTURAL

Para a análise estrutural e microestrutural foram interpretadas as descrições feitas em campo em relação à foliação, lineação e os indicadores cinemáticos observados tanto em campo quanto nas lâminas delgadas. Os dados estruturais obtidos durante as etapas de campo da pesquisa foram plotados no mapa geológico da região e tratados no *software* OpenStereo 0.1.2 (Grohmann, C.H. & Campanha, 2010).

4.5 LITOGEOQUÍMICA

Foram selecionadas 31 amostras para análise por fluorescência de Raio-X (FRX) e espectrometria de massa com plasma acoplado induzido (ICP-MS), que foram preparadas no Laboratório de Tratamento de Amostras (LTA) no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e analisadas no Laboratório de Química (ICP-NAP geoanalítica USP), foi utilizado o equipamento PANalytical modelo AXIOS MAX ADVANCED e o AcmeLab, da Bureau Veritas Commodities Canada Ltd.

Os estudos geoquímicos em rochas ígneas e meta-ígneas têm a finalidade de classificá-las em relação às séries magmáticas e investigar a gênese e evolução através do estudo do comportamento dos elementos maiores, menores, traços e terras raras, para posteriores interpretações petrogenéticas e geotectônicas.

Nas rochas metassedimentares os resultados de elementos maiores foram utilizados para o cálculo do índice de alteração química (CIA) e o índice de variação composicional (ICV).

O índice de alteração química foi estabelecido por Nesbitt & Young (1982), que considera que durante o intemperismo químico os minerais do grupo do feldspato são alterados para argilominerais, nesta reação os elementos Ca, Na e K são removidos e ocorre um aumento na proporção de Al em relação aos álcalis.

O CIA (chemical index of alteration) é representado pela equação:

$$\text{CIA} = [\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})] \times 100$$

O índice de variação composicional (index of compositional variability - ICV), mede a abundância do óxido alumínio em relação aos demais óxidos

doselementos maiores, através da fórmula apresentada abaixo(Cox et al., 1995):

$$ICV = (Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO + MgO + MnO + TiO_2) / Al_2O_3$$

Este índice estabelece uma relação entre a resistência ao intemperismo químico e a composição química das rochas e dos minerais com intuito de medir a maturidade das rochas metassedimentares.

As rochas metasedimentares imaturas possuem alto valor do índice de variação composicional (ICV), são encontradas em ambientes tectonicamente ativos e possuem sedimentos não reciclados, por isso que sofreram pouca ação do intemperismo químico (baixo valor de CIA). Enquanto as rochas maduras possuem valores baixos do índice de variação composicional (ICV), e são características de ambientes cratônicos, onde a reciclagem sedimentar é ativa e os sedimentos presentes reciclados do primeiro ciclo sedimentar e foram mais afetados pelo intemperismo químico (altos valores de CIA).

4.6 GEOCRONOLOGIA

4.6.1 DATAÇÃO U-PB

Para a datação através do método U-Pb foram separados cristais de zircão de 15 amostras distintas, que foram analisadas no espectrômetro de massa com ablação a laser com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS) do CPGeo-IGc-USP, no equipamento ThermoFinnigan Neptune com laser Arf Excimer (Photon Machines) acoplado ($\lambda=193\text{nm}$), com frequência de 10Hz e tamanho de *spot* variando entre 25 a 30 μm .

O zircão, ZrSiO_4 , é um mineral de importância singular nas ciências da terra devido ao fato de ser um geocronômetro. O seu amplo uso em geocronologia é baseado no decaimento dos isótopos de ^{238}U , ^{235}U e ^{232}Th , para respectivamente ^{206}Pb , ^{207}Pb e ^{208}Pb . O processo de decaimento do isótopo de U para Pb é descrito pela equação matemática abaixo:

$$^{x}\text{Pb}/^{y}\text{U} = e^{\lambda 238t} - 1$$

onde t representa o tempo, e λ é uma constante de decaimento específica para este esquema de decaimento. A Tabela 4.6.1-1 mostra os isótopos pais e filhos, o tempo de meia vida ($T_{1/2}$) e a constante de decaimento (λ) para cada um destes isótopos.

Tabela 4.6.1-1 - Isótopos pais e filhos, tempo de meia vida e constante de decaimento para os isótopos.

<i>Isótopos radiativos pais e filhos</i>	<i>$T_{1/2}$ (Ga)</i>	<i>Constante de decaimento (λ)</i>
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$	4.47	1.55×10^{-10}
$^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$	0.704	9.84×10^{-10}
$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$	14.01	0.49×10^{-10}

O diagrama concórdia é utilizado para rochas ígneas e meta-ígneas para o cálculo da idade de cristalização do zircão. Neste diagrama são plotadas as razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Quando as duas razões de U/Pb no mesmo grão correspondem a mesma idade, e a posição ao longo da concórdia esta na direção da idade medida, este cristal é chamado de concordante.

Contudo existem alguns casos onde as idade determinadas pelas razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ não são concordantes, estes cristais são chamados de discordantes. No caso de zircões discordantes, suas razões U/Pb foram geradas através da superposição de um segundo evento geológico, depois da sua formação. Este segundo evento tende a causar perda de chumbo (Pb), pois o grande raio iônico do Pb^{2+} o torna susceptível a ser removido de cristais de zircão antigos (Geisler et al., 2007).

A Figura 4.6.1-1 mostra à disposição das idades discordantes que definem um campo linear no diagrama concórdia chamado discórdia. A intersecção superior da concórdia com a discórdia define a idade de formação do zircão e a intersecção inferior representa a idade do evento termal que causou a perda de chumbo. Entretanto para que esta informação seja confiável é necessário que esteja vinculada com um argumento geológico que confirme a existência deste segundo evento.

Figura 4.6.1-1 - Diagrama concórdia mostrando a linha discórdia. O intercepto superior marca a formação do cristal e o intercepto inferior marca um segundo evento termal com perda de chumbo (Pb). Extraído de Harley et al.(2007).

As amostras de zircão detrítico analisadas são utilizadas para estudo da proveniência da área fonte, e em geral são apresentadas em forma de histogramas, diagramas de densidade de probabilidade e diagramas de distribuição cumulativa.

4.6.2 SISTEMA ISOTÓPICO LU-HF

Para análises dos isótopos de Lu-Hf em zircão foram selecionados os cristais de zircão com as idades U-Pb mais concordantes, e o *spot* foi direcionado nas mesmas texturas as quais foram feitos os *spots* das análises de U-Pb a fim de diminuir possíveis erros.

As análises foram realizadas na Universidade de São Paulo, no Centro de pesquisas geocronológicas (CPGeo) utilizando um espectrômetro de massa com ablação a laser com plasma indutivamente acoplado (LA-ICP-MS) do CPGeo-IGc-USP, no equipamento ThermoFinnigan Neptune com laser Arf Excimer (Photon Machines) acoplado ($\lambda=193\text{nm}$), com frequência de 10Hz e tamanho de spot variando entre 25 a 30 μm . As razões de $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ e $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ utilizadas para o cálculo foram respectivamente, 0,282785 e 0,0332.

O ^{176}Lu decai para ^{176}Hf e emite um elétron β^- , esta reação possui tempo de meio vida de aproximadamente 37 bilhões de anos (Scherer et al., 2001). A Terra possui a mesma composição dos elementos refratários como Sm, Nd, Lu e Hf, que o reservatório uniforme de condritos (CHUR), definido por meteoritos indiferenciados. Durante os processos iniciais de segregação do núcleo estes elementos se concentraram na porção silicática da Terra, por isso é esperado que nesta porção as mesmas quantidades Lu/Hf e Sm/Nd que no CHUR.

Durante os processos de fusão parcial o elemento filho Hf é fracionado em direção ao líquido em maior grau do que o elemento pai Lu. O fracionamento de Lu/Hf nas porções silicáticas da Terra conduz com o passar do tempo, uma significativa variação das razões Lu/Hf, onde a crosta possui baixas razões e o manto depletado irá possuir altas razões. A composição isotópica da crosta e do manto depletado irá variar de baixa a alta razões de $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$, respectivamente através do tempo.

Foi definido por convenção que a composição dos isótopos de Hf é expressa pela notação ϵHf (parte por 10⁴ da linha de evolução dos condritos).

Os valores de $\epsilon\text{Hf}(t)$ são dependentes das idades, pois os valores de $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ nos condritos evoluíram significativamente durante o tempo geológico. Por esta razão para os cálculos de $\epsilon\text{Hf}(t)$ são usadas as idades U-Pb mais concordantes, pois estas exibem resultados mais robustos.

Os dados obtidos para o sistema isotópico Lu-Hf através do LA-ICP-MS são plotados em diagramas de $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ versus as idades de cristalização do zircão, e com o auxílio deste diagrama é possível determinar se a amostra analisada foi formada a partir da fusão do manto depletado ou da crosta antiga, ou da contaminação de ambos (Figura 4.6.2-1). Assim o sistema isotópico Lu-Hf pode ser usado como monitor da heterogeneidade isotópica dos reservatórios de sílica terrestre através do tempo.

Figura 4.6.2-1 -Gráfico com os dados de $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ versus idade de cristalização (U-Pb). Extraído de Scherer et al.(2007).

4.7 GEOQUÍMICA ISOTÓPICA EM ROCHA TOTAL - SISTEMA ISOTÓPICO SM-ND

23 amostras de diferentes afloramentos foram selecionadas para análises no sistema isotópico Sm-Nd. As amostras foram analisadas no Laboratório de Espectrometria do CPGEO-IGc-USP, com equipamento ICP-Ms Thermo Neptune Plus e utilizou multicoletor Finnigan MAT-262 para quantificar as razões isotópicas de Nd. Para os cálculos foram assumidos para ϵ_{Nd} presente no reservatório condrítico uniforme (CHUR) para as razões de $^{143}Nd/^{144}Nd = 0,512638$ e $^{147}Sm/^{144}Nd = 0,1967$.

O isótopo de ^{147}Sm possui meia vida de $1,06 \times 10^{11}$ anos e decai para o elemento Nd segundo a reação descrita abaixo:

Onde Q corresponde a energia liberada na reação.

Sm e Nd são elementos terras raras com diferença no número atômico de apenas duas unidades, por isso as propriedades químicas desses elementos são muito similares e são pouco fracionados durante os processos de fusão parcial. Isto significa que nas rochas terrestres, a variação da taxa de $^{143}Nd/^{144}Nd$ em relação a curva de evolução do CHUR é pequena relativa a inclinação da linha. DePaolo & Wasserburg (1976) desenvolveram uma notação para calcular as razões iniciais dos isótopos de $^{143}Nd/^{144}Nd$ que pode ser representada em partes por 10^4 em um desvio da linha de evolução do CHUR, chamada de ϵ_{Nd} . O ϵ_{Nd} é descrito na notação abaixo:

$$\epsilon_{Nd}(t) = \left(\frac{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd} \right)_{sample}}{\left(\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd} \right)_{chur(t)}} - 1 \right) \times 10^4$$

Onde t indica o tempo em que o ϵ_{Nd} é calculado.

As razões isotópicas de Nd são apresentadas em um diagrama com os valores de ϵ_{Nd} versus a idade.

A linha de evolução do CHUR define as razões iniciais das rochas ígneas continentais através do tempo, estimada através das razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ em qualquer rocha crustal produzindo uma idade modelo para a formação daquela rocha (ou da rocha percussora) através do reservatório de condrito. A idade modelo do CHUR é calculada pela fórmula:

$$T_{\text{CHUR}} = \frac{1}{\lambda} \left[1 + \frac{\left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{sample}} - \left(\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{CHUR}}}{\left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{sample}} - \left(\frac{^{147}\text{Sm}}{^{144}\text{Nd}} \right)_{\text{CHUR}}} \right]$$

O fracionamento de Nd/Sm durante os processos de extração crustal do manto fornece uma diferença razoável na linha de evolução entre a crosta e o manto. Assim sendo, o principal uso do método isotópico Sm-Nd é determinar as idades de formação da crosta ou extração de material crustal.

A curva de evolução do manto depletado (DM) é caracterizada por um aumento progressivo das razões Sm/Nd e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$. As idades modelos calculadas usando esta curva são chamadas de T_{DME} indica as idades de formação crustal, fornecendo dados mais acurados que a curva T_{CHUR} .

5. GEOLOGIA REGIONAL

5.1 PROVÍNCIA MANTIQUEIRA

A Província Mantiqueira é uma faixa de direção NE-SW controlada por zonas de cisalhamento transcorrentes de alto ângulo, paralela à costa brasileira, localizada majoritariamente nas regiões sul e sudeste do Brasil, com aproximadamente 3000 km de extensão desde a latitude 15°S (sul da Bahia) até o Uruguai. Está limitada a oeste pelas Províncias São Francisco, Tocantins e Paraná, e à leste pela margem continental e Província Costeira, a qual inclui as bacias costeiras do Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas (Almeida et al., 1981).

A Província Mantiqueira pode ser dividida em três segmentos geográficos principais, o segmento setentrional que corresponde ao Orógeno Araçuaí, o segmento central que é constituído pelo Orógeno Ribeira, a zona de interferência entre o Orógeno Ribeira e Brasília e os Terrenos Embu, São Roque e Apiaí e o segmento meridional composto pelos Orógenos São Gabriel e Dom Feliciano (Figura 5.1-1).

Rochas neoproterozóicas para- e ortoderivadas formadas durante o Ciclo Brasileiro são as principais litologias encontradas na Província Mantiqueira, entre as quais ocorrem ortognaisses migmatíticos do Arqueano e do Paleoproterozóico bacias vulcano-sedimentares de idade ediacarana a cambriana são observadas desde a porção sul do Uruguai até o estado de Minas Gerais (Teixeira et al., 2004).

A Província Mantiqueira desenvolveu-se durante a Orogenia neoproterozóica Brasileira-Pan Africana que resultou na amalgamação de microplacas ou terrenos que resultaram na construção do Paleocontinente Gondwana Ocidental.

A evolução da orogenia iniciou-se com o desaparecimento do oceano Adamastor, situado a leste do paleocontinente São Francisco (Campos Neto, 2000; Silva et al., 2008; de Brito Neves & Cordani, 1991; Faleiros et al., 2011; Heilbron et al., 2013, 2008, 2004; Heilbron and Machado, 2003; Neto and Figueiredo, 1995; Tedeschi et al., 2016; Trouw et al., 2000).

São descritas três fases principais de colagem diacrônica na Província Mantiqueira. O evento mais antigo é chamado de Brasileiro I e refere-se à formação do Orógeno São Gabriel (730-700 Ma), no Rio Grande do Sul e a do Terreno Embu (790 Ma). O Brasileiro II é o segundo evento registrado na região e corresponde à formação de arcos magmáticos e colisão de microcontinentes, dos Orógenos Dom Feliciano (640-620 Ma), o Orógeno Paranaíacaba (610-600 Ma), o Orógeno Rio Piên (605-595 Ma) e o Cinturão Granítico Costeiro (com clímax próximo a 615 Ma) (Campos Neto, 2000; Cordani et al., 2002; Silva et al., 2005). Por fim, o sistema Brasileiro III refere-se aos eventos colisionais do Orógeno Araçuaí (595-560 Ma) e Búzios (530-500 Ma). Entre o Cambriano e o Ordoviciano (510-480 Ma), ocorre o colapso tectônico dos orógenos relacionados à formação da Província Mantiqueira (Schmitt et al., 2004; Heilbron et al., 2008; Schmitt et al., 2008).

Meira et al.(2015) discute uma nova proposta para a formação da Província Mantiqueira, segundo o autor a Província foi formada por três episódios tectônicos, o primeiro no Período Criogeniano, entre 800-600 Ma, marcado pelo processo de subducção diacrônica do oceanos Goianides e Adamastor, desenvolvimento de arcos de ilha no Oceano Goianides, arcos magmáticos na borda dos blocos cratônicos Paranaípanema e Rio de La Plata e formação de bacias no interior desses blocos. O segundo estágio foi formado no Criogeniano tardio e Ediacarano recente, entre 650-600 Ma, marca os principais eventos de colisão do ciclo Brasileiro, com o fechamento do Oceano Adamastor e Goianides. O último estágio ocorre durante o Ediacarano entre 600-560 Ma caracterizado por um regime tectônico extensional que afetou toda a Província, com deformação compressional local na Faixa Araçuaí.

Figura 5.1-1- Mapa tectônico simplificado dos orogênos e terrenos pertencentes à Província Mantiqueira. Extraído de Silva et al. (2005).

5.2 FAIXA RIBEIRA

A Faixa Ribeira se encontra no sudeste brasileiro, ao longo da costa brasileira, entre os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, e é segmentada nos domínios norte, central e sul.

Na Faixa Ribeira norte são descritos quatro terrenos tectono-estratigráficos, de noroeste para sudoeste: Terreno Ocidental, Terreno Paraíba do Sul (ou Klippe Paraíba do Sul), Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio (Heilbron et al., 2008; Heilbron and Machado, 2003; Trouw et al., 2000)(Figura 5.2-1).

Admite-se, para o Terreno Ocidental um embasamento Paleoproterozóico e uma sucessão Neoproterozóica de margem passiva do paleocontinente São Francisco, denominada como Megasequência Andrelândia, metamorfisada em fácies anfibolito (Heilbron et al., 2008, 2004; Trouw et al., 2000).

O Terreno Paraíba do Sul é formado por ortognaisses paleoproterozóicos do embasamento cobertos por uma sequência metassedimentar siliciclástica com intercalações de mármore e lentes de rochas calciossilicáticas, metamorfisadas em fácies anfibolito médio.

O Terreno Oriental é subdividido em: domínio Cambuci, domínio Costeiro, no qual está inserido o Arco Magmático Rio Negro e o domínio Italva. Este Terreno é interpretado como sendo correspondente a margem ativa e é separado do Terreno Ocidental pela sutura denominada de limite tectônico central (CTB)(Almeida, 2000; Heilbron et al., 2008).

Para o Terreno Cabo Frio foram descritas duas unidades estratigráficas: ortognaisses com intrusões de rochas anfibolíticas do embasamento Paleoproterozóico e uma sucessão de paragnaisses pelito-psamíticos com anfibolitos e rochas cálcio-silicáticas. A colisão do Terreno Cabo Frio com a Faixa Ribeira ocorreu entre 530-510 Ma durante a Orogenia de Búzios (Schmitt et al., 2004).

A porção central da Faixa Ribeira é constituída de oeste para leste, pelos terrenos tectono-estratigráficos São Roque, Embu e Costeiro (Heilbron et al., 2004)(Figura 5.2-1). O Terreno São Roque é subdividido nas unidades litoestratigráficas Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque (Juliani & Beljavskis, 1995).

O Grupo Serra do Itaberaba constitui uma sequência metavulcanossedimentar intensamente deformada e submetida a um metamorfismo Barrowiano de médio grau, enquanto o Grupo São Roque é composto por metassedimentos em fácies xisto verde com estruturas sedimentares preservadas (Bergmann, 1988; Henrique-Pinto et al., 2015).

O Terreno Embu é caracterizado por rochas ortognáissicas paleoproterozóicas de composição granítica a tonalítica do Complexo Rio Capivari, pela sequência metassedimentar pelito-psamítica com lentes de rochas calciossilicáticas e anfibolíticas, metamorfasadas em fácies anfibolito médio a superior (Fernandes, 1991). Grandes volumes de rochas graníticas Neoproterozóicas são descritas no Terreno Embu, estas rochas formam plútons alongados e são descritos como sendo sin-tectônicos aos eventos de convergência da Faixa Ribeira (Alves et al., 2013; Janasi et al., 2003, 2009).

O Domínio Costeiro é caracterizado por rochas orto- e para derivadas metamorfasadas em fácies anfibolito a granulito. Migmatitos, gnaisses e milonitos ocorrem intercalados com anfibolitos e granitos neoproterozóicos com variável grau de deformação (Campos Neto, 2000; Dias Neto, 2001; Neto & Figueiredo, 1995).

Meira et al. (2015), com base em dados geocronológicos, sugere que os terrenos Embu e Costeiro seriam parte da mesma placa litosférica até cerca de 650 Ma e considerados como pertencentes ao Bloco Paranapanema. Discute um modelo para a formação da Faixa Ribeira Central com três episódios tectônicos principais: 700-650 Ma – convergência de placas (Paranapanema e São Francisco) e subducção no sul da Faixa Brasília; 650-600 Ma – colisão no sul da Faixa Brasília e orogenia intracontinental na Faixa Ribeira Central; 600-560 Ma – estágio pós-colisão caracterizado por um volumoso magmatismo tipo-S e cálcio-

alcalino / álcali-cálcico, anatexia e desenvolvimento de domos gnáissicos no Domínio Costeiro.

Os Terrenos Apiaí e Curitiba compõe a porção sul da Faixa Ribeira. Sienogranitos anorogênicos e rochas metabásicas compõem a sequência de rochas paleoproterozóicas do embasamento do Terreno Apiaí, amplas sucessões de rochas mesoproterozoicas são feições típicas deste Terreno, estas sucessões são ricas em rochas carbonáticas com unidades siliciclásticas e metavulcânicas, além de sequências neoproterozóicas (Campanha et al., 2015, 2008; Faleiros et al., 2011; Campanha & Sadowski, 1999; Siga Junior et al., 2009, 2011). As rochas do Terreno Apiaí são metamorfisadas em fácies xisto verde a anfibolito médio (Faleiros et al., 2011, 2010, 2007).

O Terreno Curitiba, possui embasamento composto por ortognaisses ricos em anfibólitos com alguns núcleos em fácies granulito de idade Paleoproterozóica, coberto por uma sucessão metassedimentar Neoproterozóica de baixo grau metamórfico, composta de metacalcários e dolomitos com estromatólitos, metarritimitos e metarenitos (Campanha & Faleiros, 2005).

Para Heilbron et al., (2008) a evolução tectônica da faixa Ribeira pode ser descrita através de quatro eventos tectônicos principais. O evento colisional mais antigo registrado, de 640-610 Ma, refere-se à zona de interferência com a faixa Brasília e resultou na acreção da *Nappe* Socorro-Guaxupé ao sul do paleo-continente São Francisco (Campos Neto & Caby, 2000; Trouw et al., 2000).

O segundo evento de colisão (605-580 Ma) entre os Terrenos Embu e Paraíba do Sul contra o Cráton do São Francisco afetou o sul da faixa Brasília. O terceiro evento registrado refere-se à colisão do Terreno Oriental com o Cráton São Francisco, entre 580-550 Ma. A orogenia de Búzios, quarto evento ocorreu a 530-510 Ma e é referente à colisão do Terreno Cabo Frio.

Figura 5.2-1- Mapa tectônico da região central e norte do cinturão Ribeira e a zona de interferência com a Faixa Brasília. 1-Cobertura Fanerozoica; 2-Plútons alcalinos do Cretáceo Superior; 3-5 Cráton do São Francisco; 6- Faixa Brasília, incluindo a *Nappe Socorro-Guaxupé*; 7-Domínio Andrelândia; 8-Domínio Juiz de Fora; 9-Terreno Paraíba do Sul; 10-Terreno Embu; 11-Arco Magmático Neoproterozóico; 12-Sucessões metassedimentares neoproterozóicas do Terreno Oriental; 13-Terreno Cabo Frio; 14- Terreno Apiaí. CTB- Central Tectonic Boundary; CFT- Falha de cavalgamento Cabo Frio; APSZ – Zona de Cisalhamento Além-Paraíba. Extraído de Heilbron et al. (2008).

5.3 TERRENO EMBU

O Terreno Embu foi definido como unidade litoestratigráfica pela primeira vez por Hasui (1975) e Hasui & Sadowski (1976), nestes trabalhos o Terreno Embu e o Complexo Pilar eram subdivisões do Grupo Açungui.

Nos primeiros trabalhos, o Terreno Embu era delimitado a noroeste pelo Grupo São Roque e com o Complexo Paraíba do Sul, a nordeste pelo Complexo Juiz de Fora, sudeste pelo Complexo Costeiro e a sudoeste pelo Complexo Pilar (Hasui & Oliveira, 1984), contudo atualmente o Terreno Embu está limitado a norte pela zona de cisalhamento Caucaia-Rio Jaguarí e a sul pela zona de cisalhamento Cubatão e longitudinalmente, acunha-se no terreno Paraíba do Sul, a norte e no Terreno Apiaí, a sul.

Fernandes (1991) em seu trabalho de mapeamento ao norte do terreno Embu, entre as cidades de Paraibuna e Cunha, descreveu quatro unidades: Complexo Rio Capivari e as unidades Redenção da Serra, Rio Paraibuna e Rio Una.

O Complexo Rio Capivari corresponde à infraestrutura ortognáissica paleoproterozóica (Babinski et al., 2001), riaciano-sideriana (Maurer, 2016). As sequências supracrustais compreendem gnaisses e xistos pelíticos, quartzitos, anfibolitos, rochas cálcio silicáticas e mármore, descritos nas unidades Redenção da Serra, tida como basal e Rio Paraibuna. A Unidade do topo, Rio Una, predomina uma sequência rítmica entre mica-xistos e quartzitos imaturos.

Perrotta et al. (2005), no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, divide as rochas do Complexo Embu nas unidades Ortognaissica, Paragnaissica e Quartzítica e de Xistos. Ortognaisses de afinidades cálcio-alcálicas foram datados por Cordani et al. (2002) em 810 Ma (SHRIMP, U-Pb em zircão) e interpretados como produtos de um arco magmático em margem ativa.

As rochas do Complexo Embu encontram-se sob condições metamórficas de fácies anfibolito, em presença de sillimanita+muscovita e sillimanita+feldspato potássico com fusão parcial. Em zonas miloníticas unidades metapelíticas são descritas em condições de fácies xisto verde. Dados geotermobarométricos na região são escassos. Vieira et al., (1990) através de métodos termobarométricos convencionais chegou aos resultados de 680-730 °C e 5-6 Kbar, recentemente Meira et al., (2015) com o uso do software PERPLE_X e THERMOCALC obteve os valores de 550-600°C e 3-8 Kbar. No entanto, condições de fácies anfibolito aparentemente de média pressão, na transição entre as zonas da estaurolita e cianita, foram descritas por Santarém da Silva (1992).

Idades (U-Th)-Pb de monazita, por microsonda eletrônica, destacaram um evento metamórfico há 790 Ma e outro, há cerca de 590 Ma relacionado ao extenso cinturão de granitóides (Vlach, 2001 e 2008).

Datações U-Pb foram realizadas nas rochas metassedimentares para o estudo da proveniência sedimentar, Meira et al. (2015) e Trouw et al. (2013), obtiveram picos de idade principalmente no Paleoproterozóico e Campanha et al. (2016), em análise nos metassedimentos na área tipo do Terreno Embu, obteve maior concentração de idades no Mesoproterozóico.

5.3.1 MAGMATISMO GRANÍTICO

Cerca de 30% da área exposta do Terreno Embu é composta por plútons graníticos félsicos peraluminosos Neoproterozóicos, com formato alongado na direção ENE, concordantes com a estrutura regional, contudo a estrutura de alguns plútons são definidas pela orientação de fluxo magmático, caracterizado pelo formato alongado dos megacristais euédricos de feldspato potássico. As litologias mais comuns observadas são: biotita granitos porfiríticos a inequigranulares (Mauá, Itapeti, Santa Catarina e fácies dominante do Batólito Lagoinha) e muscovita-biotita leucogranitos (Sabaúna, Santa Branca, Mogi das Cruzes e fácies dominante do Batólito Quebra Cangalha) (Alves et al., 2013).

Ambos os granitos derivam de fontes crustais (Alves et al., 2016), contudo os biotita granitos parecem derivar de fontes crustais profundas e os granitos com duas micas devem ser derivados de níveis crustais superiores (Alves, 2009).

Os dados geocronológicos do magmatismo do Terreno Embu indicam que estes granitos foram gerados em diversos eventos geológicos durante um intervalo de 200 Ma (Janasi et al., 2003), Alves et al. (2016) divide estes eventos de magmatismo granítico em 3 grupos principais (Tabela 5.3.1-1) :

- Ortognaisses Tonianos (810-770 Ma): Estes ortognaisses tem como principal característica o fato de serem peraluminosos, foram estudados por Cordani et al., (2002), Meira (2014) e Vlach (2001). Estas rochas são interpretadas como sendo testemunho de um episódio de convergência de placas e desenvolvimento de um arco.

- Granitos Criogeniano a Ediacarano (680-630 Ma): Os eventos foram registrados pelo Batólito Serra da Quebra Cangalha e o Plúton Santa Catarina (Alves et al., 2013; Trouw et al., 2013). O plúton Santa Catarina difere dos demais granitos da região por sua característica metaluminosa e presença de cristais de titanita.

- Granitos Ediacaranos (595-580 Ma): O principal evento magmático da região ocorreu nesse intervalo de 15 Ma, com a formação de diversos plútons na região (Mauá, Itapeti, Mogi das Cruzes, etc.)(Alves et al., 2013).

Tabela 5.3.1-1- Principais eventos magmáticos granítico do Terreno Embu.

	Granito	Método	Idade (Ma)	Autor
Granitos Ediacaranos - 595 a 580 Ma	Sabaúna	U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	577±4.8	Alves et al. (2013)
	Itapeti	U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	578±5.1	Alves et al. (2013)
	Lagoinha	U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	581±4.9	Alves et al. (2013)
	Caucaia	U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	583±3.6	Alves et al. (2013)
	Mauá	U-Pb em monazita (TIMS)	588±2.0	Filipov & Janasi (2001)
	Guacuri	U-Pb em monazita (TIMS)	589±7.7	Alves et al. (2013)
	Mogi das Cruzes	EPMA em monazita	590±12	Vlach (2001)
	Santa Branca	U-Pb em monazita (TIMS)	594±1.2	Alves et al. (2013)
Granitos Criogenianos a Ediacaranos - 680 a 630 Ma	Santa Catarina	U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	631±5.4	Alves et al. (2013)
	Serra do Quebra Cangalha	U-Pb em monazita (TIMS)	664±1.3	Alves et al. (2013)
		U-Pb zircão (LA-ICP-MS)	680±13	Trouw et al. (2013)
Ortognaisses Tonianos - 810 a 770 Ma	Metagranitos da região de Santa Branca	U-Pb zircão (SHIRIMP)	783±6	Meira et al. (2014)
		U-Pb zircão (SHIRIMP)	768±8	Meira et al. (2014)
	Granito Salto	U-Th-Pb total em monazita (EPMA)	790	Vlach (2001)
	Ortognaisse tonalítico	U-Pb zircão (SHIRIMP)	811±13	Cordani et al. (2002)

Figura 5.3-1 - Mapa geológico do Terreno Embu.

6. GEOLOGIA LOCAL - DESCRIÇÕES DE CAMPO E PETROGRÁFICAS

6.1 COMPLEXO RIO CAPIVARI

As rochas do Complexo Rio Capivari foram descritas durante os trabalhos de campo próximas ao município de Jambeiro e a norte de Guaratinguetá, próximo a Serra da Mantiqueira. As rochas são ortognaisses metatexíticos (Figura 6.1-2), possuem composição variável, de tonalítica a monzogranítica, estão intensamente deformadas e dobradas. *Boudin* de anfibolitos são observados entre os ortognaisses (Figura 6.1-1 e Figura 6.1-2).

Figura 6.1-1-Boudin de anfibolito entre as rochas ortognaissicas do Rio Capivari.

Figura 6.1-2-Ortgnaisse metatexítico estromático, com boudin de anfibolito entre as bandas composicionais.

6.1.1 HORNBLENDA TITANITA BIOTITA TONALITO GNAISSE

Hornblenda titanita biotita tonalito gnaiss é equigranular com granulação fina e bandamento entre minerais máficos e félsicos milimétricos. A rocha possui textura gronolepidoblástica, a textura gronablástica é definida pelas bandas quartzo-feldspática que se alternam com bandas lepidoblásticas, constituídas por biotita, hornblenda e titanita. A rocha possui uma foliação transposta S-C, que fica evidente principalmente pela orientação dos cristais de quartzo e biotita (Figura 2.1.1-1). A porção máfica da rocha é composta por biotita, titanita, hornblenda e opacos. A titanita possui caudas de biotita e hornblenda, sugerindo que a biotita e hornblenda são resultado da substituição de titanita (Figura 6.1.1-2).

6.1.2 TITANITA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE

A rocha titanita biotita monzogranito gnaiss, é inequigranular, possui granulação fina, matriz com textura granoblástica com sub-grãos quartzo e feldspato, intercalada com cristais de granulação fina-média de microclínio alotriomórficos e mosaicos de quartzo, com contatos retos e recristalizado e orientados no sentido da foliação (Figura 6.1.2-1).

Alternando com a banda félsica descrita acima, observa-se uma banda máfica submilimétrica com textura lepidoblástica, composta por biotita, magnetita, titanita e allanita. A biotita encontra-se orientada no sentido da foliação, allanita e magnetita são cristais euédricos e a titanita é alotriomórfica (Figura 6.1.2-2).

6.1.3 BIOTITA MONZONITO

A rocha biotita monzonito é intrusiva nos ortognaisses descritos acima, é porfírica, leucocrática, com índice de cor de 10, com fenocristais de feldspato plagioclásio e feldspato alcalino de 1 a 1,5 cm. Os fenocristais de feldspato têm formato euhédrico, o feldspato alcalino tem geminação em grade e carlsbad e o plagioclásio possui geminação polissintética. Os espaços entre os fenocristais são ocupados por uma massa, com granulação fina, de quartzo e minerais máficos, biotita, allanita, titanita, epidoto e um mineral opaco que deve ser magnetita e mosaicos de quartzo, recristalizados e com contatos retos (EMB-102 D).

Figura 6.1.1-1- Hornblenda titanita biotita tonalito gnaiss com foliação S-C transposta (S-C') (EMB-103).

Figura 6.1.1-2-Titanita com caudas de biotita e hornblenda (EMB-103).

Figura 6.1.2-1- Aspecto geral da rocha titanita biotita monzogranito gnaiss (EMB-102), cristais de microclínio e quartzo intercalados por subgrãos quartzo-feldspáticos.

Figura 6.1.2-2- Cristal de titanita entre subgrãos de quartzo e cristais de microclínio e quartzo. Biotita orientada (EMB-102).

Figura 6.1.3-1 - Fenocristal de feldspato alcalino e plagioclásio, entre uma massa de quartzo e minerais máficos (EMB-102D).

Figura 6.1.4-1 -Anfobolito, textura nematoblástica, formado por hornblenda e plagioclásio (EMB-102A).

6.1.4 ANFIBOLITO

Rocha com estrutura maciça, inequigranular fina-média, com textura nematoblástica, definida pelo arranjo dos cristais de hornblenda na matriz. A rocha é composta basicamente por hornblenda e plagioclásio (Figura 6.1.4-1)

6.2 UNIDADE DE ORTOGNAISSES

As rochas ortognaissicas foram descritas ao longo do perfil de Silveiras-Campos de Cunha, ao norte da cidade de Guaratinguetá. Estes ortognaisses têm composições monzograníticas, granodoríticas e tonalíticas, possuem bandamento composicional entre bandas quartzo-feldspáticas e bandas máficas e em alguns afloramentos possuem estruturas indicativas de que estas rochas sofreram anatexia, com leucossama grosso com estrutura estromática com *selvedges* de biotita nas bordas (Figura 2.2-1). Alguns afloramentos apresentaram maior grau de deformação com estrutura *schleiren* a nebulítica, com zonas de cisalhamento dextrais cortando e estruturas de dilatação associadas (Figura 2.2-2).

6.2.1 GRANADA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE

O granada biotita monzogranito gnaiss metatexítico estromático é bandado, alterna bandas submilimétricas máficas com bandas félsicas de granulação fina, com textura granoblástica, composta por quartzo, feldspato plagioclásio e feldspato alcalino, xenomórficos e com contatos interlobados. O quartzo possui extinção ondulante e nos contatos entre feldspato plagioclásio e alcalino observa-se a formação de mimerquítas. A biotita encontra-se dispersa na porção granoblástica da rocha e está orientada segundo a foliação. A granada ocorre com inclusões de quartzo e com fraturas preenchidas por sericita (Figura 6.2.1-2).

Apresenta feições anatéticas esparsas a frequentes definidas por um leucossoma, de granulação média-grossa, textura granoblástica a protomilonítica, inequigranular a seriada, formada por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio que envolvem porfiroclastos de feldspatos (Figura 6.2.1-1).

Nas bordas do leucossoma ocorre, descontínuos *selvedges* de biotita (Figura 6.2.1-1). A granada é arredondada e com fraturas preenchidas por sericita. Em algumas porções observa-se pseudomorfos da granada, substituídos quase que totalmente pela sericita (Figura 6.2.1-4).

Figura 6.2-1 - Biotita gnaiss metatexíticoestromático (EMB-110), com leucossoma inequigranular grosso e com porfiroclastos de plagioclásio. Encontra-se intensamente deformado e cortado por delgados diques de granito hololeucocrático.

Figura 6.2-2—Ortognaisse metatexítico com estrutura schleiren (EMB-130) ,cortado por zonas de cisalhamento dextral, associada a zonas de dilatação preenchida por quartzo.

6.2.2 GRANADA BIOTITA TONALITO GNAISSE

O granada biotita tonalito gnaiss cinza é granoblástico equigranular médio, composto por cristais de quartzo e plagioclásio com contornos interlobados (Figura 6.2.2-1). O quartzo possui extinção ondulante e está alongado no sentido da foliação principal. Alguns cristais possuem formas amebóides com terminações lobadas e em cúspide, semelhança de texturas de resíduo de fusão parcial (Figura 6.2.2-1 e Figura 6.2.2-2). O plagioclásio encontra-se com geminação deformada, com terminações em lança (Figura 6.2.2-2) e observa-se a presença de mimerquitas.

Na matriz quartzo feldspática são observados cristais de biotita e de granada. A granada possui uma coroa de plagioclásio e zonas de sombra de pressão de biotita (Figura 6.2.2-3 e Figura 6.2.2-4).

Ocorrem bandamentos estromáticos lenticulares, espessos de até 2 cm e de contornos irregulares. Estes leucossomas são constituídos por quartzo e feldspatos com textura granoblástica de granulação grossa, nas extremidades dessa banda encontra-se uma concentração de biotita, clorita e granada, provavelmente estes minerais representam o resíduo da reação de fusão. A clorita encontra-se com textura esqueletal (Figura 6.2.2-5).

6.2.3 BIOTITA GRANODIORITO/MONZOGRANITO GNAISSE COM GRANADA

O Biotita gnaiss com granada, possui composição variando de monzogranítica a granodiorítica, é equigranular com granulação fina. A rocha possui estrutura bandada, com bandas submilimétricas, alternando porções de textura granoblástica, de quartzo com bandas de feldspato biotita e granada, observa-se a presença de porfiroclastos de granada, plagioclásio e feldspato alcalino.

O quartzo está recristalizado, com extinção ondulante e com contatos interlobados com os demais cristais na matriz ou estirado na direção da foliação formando fitas. O feldspato é xenomórfico e fraturado (Figura 6.2.3-1) e foram observadas texturas mimerquitíticas.

A biotita e muscovita encontram-se orientadas na foliação. Os cristais de granada são xenomórficos e ocorrem principalmente na porção máfica da rocha.

Ocorrem *ribbons* de quartzo de 2-4mm, constituídos por cristais estirados e de granulação fina-média que amoldam porfiroclastos de feldspatos. Os porfiroclastos de feldspatos tem 1-3 mm e possuem zonas de sombra de pressão de biotita.

Figura 6.2.1-1- Camada de selvedge de aproximadamente 1mm, separando o leucossoma do paleossoma da rocha (EMB-109).

Figura 6.2.1-2- Granada biotita monzogranito gnaiss (EMB-109).

Figura 6.2.1-3- Porfiroclasto de plagioclásio envolvido por com biotita e granada substituída por sericita (EMB-109).

Figura 6.1-4- Pseudomorfo de granada substituído por sericita (EMB-109).

Figura 6.2.2-1- Paleossoma formado por quartzo, plagioclásio, biotita e granada. Gotas de quartzo entre os contatos tríplices dos minerais (EMB-130).

Figura 6.2.2-2- Plagioclásio com geminação em lança, mimerquitas e quartzo com terminações em cúspide preenchendo os interstícios (EMB-130).

Figura 6.2.2-3- Boudin de granada com textura coronítica de plagioclásio e zona de sombra de pressão simétrica de biotita (Polarizadores //) (EMB-130).

Figura 6.2.2-4- Boudin de granada com textura coronítica de plagioclásio e zona de sombra de pressão simétrica de biotita (Polarizadores X) (EMB-130).

Figura 6.2.2-5- Clorita esquelética, envolta por plagioclásio, granada e biotita (EMB-130).

Figura 6.2.3-1- Ribbons de quartzo, porfiroblasto de plagioclásio e granada (EMB-100).

6.3 UNIDADE DE PARAGNAISSES

Foram descritos afloramentos da Unidade dos Paragneisses próximo ao município de Jambeiro, a norte de Guaratinguetá e no perfil realizado entre Campos de Cunha e Silveiras. São raros os afloramentos cujos os paragneisses se encontram frescos, em geral estas rochas estão intemperizadas, sendo possível reconhecer as estruturas e a mineralogia pretérita.

Os Paragneisses estão intercalados com as rochas do embasamento, os ortogneisses e os granitos, em geral são biotita gnaisses com bandamento composicional que podem conter sillimanita, granada e muscovita, tem granulação fina e contém porfiroblastos de feldspato e granada.

O bandamento composicional está associado na maioria dos afloramentos descritos com estruturas de anatexia, onde o leucossoma se encontra concordante com a foliação e foram denominados como biotita gnaiss metatexitico estromático (Figura 6.3-1). *Boudins* de anfibolito e de rochas calciossilicáticas são observados em alguns afloramentos.

Figura 6.3-1- Sillimanita biotita gnaiss metatexítico estromático. Leucossoma concordante com a foliação, leitos ricos em sillimanita intercalados e porfiroblastos de plagioclásio (EMB-107).

6.3.1 MUSCOVITA GRANADA BIOTITA GNAISSE COM CLORITÓIDE

A rocha possui granulação média (cristais entre 1 e 2 mm), com textura granoblástica, constituída por feldspatos arredondados rodeados por subgrãos de quartzo e feldspato (Figura 6.3.1-1) e entre esses cristais observa-se porfiroblastos de granada (0,5 mm).

O quartzo está recristalizado, forma sub-grãos ou mosaicos alongados no sentido da foliação. O plagioclásio e o feldspato alcalino, que é microclínio, são alotriomórficos, arredondados, com contatos interlobados com os subgrãos ao redor, observa-se a presença de mimerquitas.

Biotita e muscovita encontram-se entre os cristais da matriz e estão orientadas segundo a foliação ou nas bordas da granada. Os porfiroblastos de granada possuem aproximadamente 5mm, são arredondados, com textura poiquiloblástica com inclusões de quartzo de formato amebóide e biotita (Figura 6.3.1-2). O cloritóide está intercrecido com a biotita ou como cristais de textura nematoblástica de 0,3 mm, entre os cristais de quartzo e feldspato (Figura 6.3.1-3).

6.3.2 SILLIMANITA GRANADA BIOTITA GNAISSE COM MUSCOVITA

A rocha possui granulometria seriada, com cristais de feldspato plagioclásio, feldspato alcalino e granada de granulação grossa e entre esses cristais estão o quartzo, biotita, muscovita e sillimanita de granulação fina (Figura 6.3.2-1). Em escala macroscópica é possível observar uma foliação, mas em geral esta estrutura não é muito evidente em escala microscópica e a textura observada é a granolepidoblástica, definida pelo arranjo entre cristais de quartzo, feldspato e minerais micáceos.

O quartzo em geral aparece recristalizado na matriz da rocha, possui granulação fina e contatos retos, formando mosaicos. O plagioclásio e o feldspato alcalino estão presentes em sua maioria como porfiroblastos na matriz, observa-se mimerquitas no contato entre estes cristais (Figura 6.3.2-2).

A biotita presente está em algumas porções da rocha, orientada e em outras com textura decussada e a muscovita parece ser resultado do retrometamorfismo da rocha. A granada encontra-se em pouca quantidade e aparece como porfiroblasto na matriz da rocha, fraturada, com raras inclusões de biotita e quartzo. A sillimanita se encontra como fibrolita e como pequenos cristais euédricos (Figura 6.3.2-3).

Esta rocha possui bandas de espessura variada, leucocráticas, entre essa banda e a porção descrita acima se observa uma concentração maior de biotita (Figura 6.3.2-4). A banda leucocrática é composta de quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, biotita e muscovita. Biotita e muscovita somam menos de 2%, o feldspato alcalino é subdiomórfico e possui geminação carlsbad (Figura 6.3.2-5), o plagioclásio é alotriomórfico e o quartzo está recristalizado, com contatos retos (Figura 6.3.2-6). Esta porção pode ser interpretada como o leucossoma da rocha.

A paragênese da rocha é granada, biotita, feldspato potássico e sillimanita, isto indica que o pico metamórfico da rocha encontra-se na segunda isógrada da sillimanita, além disso a presença de recristalização estática é indicativa que esta rocha sofreu metamorfismo na fácies anfibolito superior.

6.3.3 BIOTITA GNAISSE COM GRANADA E SILLIMANITA

O biotita gnaiss com granada e sillimanita é uma rocha com granulação média, com textura granoblástica, definida principalmente pelo arranjo quartzo feldspático. O quartzo possui extinção ondulante e contatos interlobados, os feldspatos em geral são cristais alotriomórficos, com contatos interlobados com os demais cristais da matriz e formam a textura mimerquítica (Figura 6.3.3-1).

A biotita em algumas porções da rocha não possui orientação e em outras esta orientada segunda a foliação principal, ao redor dos cristais de feldspato alcalino. A granada, são cristais com menos de 1mm, dispersos na matriz, sem inclusões (Figura 6.3.3-2). A sillimanita tem granulação fina é incolor, arredondada ou subeuédrica e encontra-se associada aos cristais de biotita e na borda do feldspato alcalino (Figura 6.3.3-3).

Figura 6.3.1-1-Cristais de feldspato alcalino e plagioclásio contornados por sub-grãos de quartzo e feldspato. (EMB-57 A).

Figura 6.3.1-2-Chloritóide com textura nematoblástica entre os cristais da matriz quartzo-feldspática. (EMB-57A).

Figura 6.3.1-3- Granada poiquiloblástica, com inclusão de quartzo amebóide e biotita. (EMB-57 A).

Figura 6.3.2-1-Porfiroblastos de feldspato entre os cristais de quartzo e mica de granulação fina. (EMB-65 A).

Figura 6.3.2-2 - Porfioblasto de feldspato alcalino com formação de mimerquitas nas bordas. (EMB-65 C).

Figura 6.3.2-3 - Sillimanita euédrica na variação fibrolita (EMB-65 A).

Figura 6.3.2-4-Camada de selvedge de biotita separando o leucossoma do paleossoma. (EMB-65 A).

Figura 6.3.2-5- Cristal de feldspato alcalino subidiomórfico com geminação carlsbad e plagioclásio, ambos de granulação grossa no leucossoma.

Figura 6.3.2-6- Quartzo recristalizado e com contatos retos no leucossoma. (EMB-65C).

Figura 6.3.3-1-Formação da textura mimerquítica nas bordas do feldspato alcalino. (EMB-72).

Figura 6.3.3-2- Pequenos cristais de granada entre os cristais da matriz (EMB-72).

Figura 6.3.3-3 - Feldspato alcalino manteado por biotita e sillimanita (EMB-72).

6.4 UNIDADE DE XISTOS E QUARTZITOS

A unidade de xistos e quartzitos aflora do município de Macacos até Campos de Cunha, encontra-se intercalada com os ortognaisses e com o Granito Lagoinha nesta região. Esta unidade é caracterizada pela intercalação de bandas de quartzito e bandas xistosas (Figura 6.4-1), de tamanhos variados, desde bandas centimétricas a bandas métricas, próximo a macacos os pacotes de xistos são mais espessos e próximo ao Rio Paraitinga as bandas quartzíticas são mais comuns chegando a possuir pacotes de até 15m de espessura (Figura 6.4-2).

Os afloramentos desta unidade em geral encontravam-se muito alterados, os xistos são ricos em muscovita e sillimanita e podem conter ou não granada, em alguns afloramentos os xistos estavam metatexíticos, sendo cortados por níveis de leucossoma concordantes com a foliação da rocha, ricos em feldspato alcalino.

O quartzito é impuro, rico em muscovita, está intercalado com bandas centimétricas de rochas calciossilícicas e bandas de sillimanita xisto metatexítico estromático (Figura 6.4-3). No quartzito são observadas zonas de dilatação preenchidas por um granito e controlando o *boudin* de foliação (Figura 6.4-4) e são observados veios graníticos concordantes a foliação, que foram interpretados como leucossoma.

Figura 6.4-1- Alternância centimétrica entre bandas de quartzíticas e bandas xistosas. (EMB-126).

Figura 6.4-2 - Afloramento de quartzito grosso de aproximadamente 15m próximo ao Rio Paraitinga (EMB-129).

Figura 6.4-3- Sillimanita muscovita xisto metatexítico estromático intercalado com o muscovita quartzito. Leucossoma concordante com a foliação (EMB-129).

Figura 6.4-4- *Boudin* de foliação, zona de dilatação e veio granítico concordante com a foliação do quartzito (EMB-129).

6.4.1 SILLIMANITA GRANADA BIOTITA XISTO COM CLORITA

A rocha possui estrutura bandada, alternando bandas de textura granoblástica de aproximadamente 3-5 cm de espessura, com bandas de textura lepidoblástica de 0,2 a 3 cm. A banda granoblástica possui matriz equigranular de granulação fina, composta basicamente por quartzo (78%) e feldspato plagioclásio (15%), e entre os interstícios encontram-se cristais de biotita (7%). O quartzo é idiomórfico, com contatos poligonizados e encontra-se recristalizado (Figura 6.4.1-1). Os contatos poligonizados do quartzo denotam que a rocha sofreu recristalização estática. O feldspato plagioclásio é xenomórfico, encontra-se com extinção ondulante, e quando se encontra geminado, possui geminação polissintética e polissintética + carlsbad e seus contatos com os demais cristais são interlobados. A biotita está dispersa na matriz e encontra-se orientada segundo a foliação.

A banda lepidoblástica tem granulação fina, inequigranular, é formada por quartzo, biotita, sericita, sillimanita, granada e clorita. O quartzo presente possui contatos poligonizados com os demais cristais e está recrystalizado.

A sericita e a biotita formam uma xistosidade espaçada anastomosada. A sericita possui textura decussada, parece ser resultado da substituição de algum mineral durante o retrometamorfismo. Os microlithons são preenchidos por sillimanita, quartzo e feldspato (Figura 6.4.1-2).

As granadas estão fraturadas formando cristais pequenos de 0,1mm a 0,5mm, sem inclusões, que aparentam ser fragmentos de um cristal porfiroblástico de granada que media cerca de 2 cm (Figura 6.4.1-4). Estes vários fragmentos estão envolvidos por biotita e sericita, os espaços entre os fragmentos de granada são preenchidos por sericita, plagioclásio e clorita. A granada também pode ser observada com suas bordas parcialmente substituídas por clorita ou quase que totalmente substituída pela sericita formando pseudomorfos porfiroblásticos (Figura 6.4.1-3).

A sillimanita forma cristais euidiomórficos nos microlithons, geralmente na seção basal, está orientada segundo a foliação principal, entre os domínios de clivagem formado por sericita, clorita e biotita (Figura 6.4.1-5 e Figura 6.4.1-6), encontra-se fraturada e em algumas porções envolta por clorita (Figura 6.4.1-7 e Figura 6.4.1-8).

Figura 6.4.1-1- Banda granuloblástica com quartzo recrystalizado com contatos poligonizados (EMB-123).

Figura 6.4.1-2- Banda lepidoblástica forma uma xistosidade espaçada, cujos microlithons são preenchidos por mosaicos de quartzo ou sillimanita (EMB-123).

Figura 6.4.1-3-Pseudomorfo porfiroblástico de granada, quase que totalmente substituído por sericita, com manteamento de biotita (EMB-93).

Figura 6.4.1-4-Porfiroblasto de granada fraturada, com espaços entre as fraturas preenchidas por sericita e quartzo e com manteamento de biotita (EMB-123).

Figura 6.4.1-5- Banda lepidoblástica. Clorita, sericita e biotita com textura descussada (EMB-123). Polarizadores //.

Figura 6.4.1-6- Banda lepidoblástica, clorita, sericita e biotita com textura descussada (EMB-123). Polarizadores X.

Figura 6.4.1-7- Microlitons preenchido por sillimanita euidiomórfica (EMB-123). Polarizadores X.

Figura 6.4.1-8- Figura 2.4.1-7- Microlitons preenchido por sillimanita euidiomórfica (EMB-123). Polarizadores //.

Figura 6.4.2-1- Textura granoblástica formada por quartzo com extinção ondulante e plagioclásio alterado. (EMB-129)

Figura 6.4.2-2- Presença de muscovita e plagioclásio alterado no quartzito. (EMB-129)

6.4.2 MUSCOVITA PLAGIOCLÁSIO QUARTZITO

A rocha possui granulação fina-média, textura granoblástica (Figura 6.4.2-1), formada pelos cristais de quartzo, principal constituinte da matriz da rocha, com extinção ondulante e quando com granulação fina possui contatos retos, já os cristais de granulação média possuem contatos interlobados. Entre os cristais de quartzo são observados cristais de plagioclásio alterado, muscovita e clorita (Figura 6.4.2-2).

6.5 GRANITOS

O Terreno Embu é marcado por uma grande quantidade de plútons graníticos, com foliação de fluxo no estado sólido e alongados na direção ENE. Na região estudada foram descritos cinco corpos graníticos: o granito Jambeiro, Batólito Serra da Quebra Cangalha, o granito Silveiras, o granito Lagoinha e biotita granito gnaiss com granada.

Os granitos do Terreno Embu são divididos entre biotita granitos porfíricos a inequigranulares, que na área estudada estão representados pelo granito Lagoinha e o Silveiras, e muscovita biotita leucogranitos, representados pelo batólito Serra da Quebra Cangalha, granito Jambeiro e biotita granito gnaiss com granada.

6.5.1 GRANITO JAMBEIRO

O Granito Jambeiro aflora próximo a cidade de Jambeiro, a rocha é um muscovita-biotita monzogranito hololeucocrática, inequigranular seriada, com matriz muito fina, composta por sub-grãos de quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio e *ribbons* de quartzo de granulação média (Figura 6.5.1-1).

O quartzo encontra-se recristalizado na rocha, este mineral está disposto na rocha na forma *ribbons* de 1-2mm, com arranjo em mosaico cujos cristais possuem contatos poligonizados ou na forma de sub-grãos. A foliação anastomosada presente na rocha é definida principalmente pela presença dos *ribbons* de quartzo. As texturas apresentadas indicam que a rocha sofreu recristalização dinâmica com rotação de sub-grãos (Figura 6.5.1-2)

Os fenocristais de feldspato alcalino chegam a medir 5 mm, sub-euétricos, geralmente se encontram com geminação carlsbad ou microclínico e são amoldados ou pelos sub-grãos ou por pelos *ribbons* de quartzo, em algumas porções é observada a textura mimerquítica de intercrescimento do quartzo e do feldspato plagioclásio.

Os fenocristais de plagioclásio, medem de 1-2mm, se encontram em menor proporção que os fenocristais de feldspato alcalino, são anédricos, com formato arredondado, os *ribbons* de quartzo e a biotita formam sombras de pressão neste mineral.

Biotita e muscovita são os minerais máficos que compõe esta rocha, estão presentes entre os cristais da matriz e orientados segundo a foliação principal e representam menos de 5% da rocha.

6.5.2 BATÓLITO SERRA DA QUEBRA CANGALHA

O batólito Serra da Quebra Cangalha aflora no perfil entre os municípios de Silveiras e Campos de Cunha e encontra-se encaixado entre a sequência de paragneisses e a sequência xisto-quartzítica, na Serra do Quebra Cangalha, em alguns afloramentos foram observadas lascas de paragneisses e xistos entre as rochas do batólito.

A rocha é um muscovita biotita granodiorito, porfirítico com granulação média-grossa, hololeucocrático, com fenocristais de feldspato alcalino, levemente foliada. A foliação é definida principalmente pela orientação dos minerais máficos.

O feldspato alcalino é microclínio, anédrico, os fenocristais atingem 3cm, com inclusões de plagioclásio, quartzo e biotita. O quartzo está recristalizado formando uma textura granoblástica em mosaicos com contatos poligonizados entre os cristais da matriz (Figura 6.5.2-1). O plagioclásio é anédrico e forma mimerquitas quando em contato com o feldspato alcalino.

6.5.3 GRANITO SILVEIRAS - TITANITA BIOTITA MONZOGRANITO COM EPÍDOTO

A titanita biotita monzogranito com epídoto foi descrita em uma pedreira próxima a cidade de Silveiras, neste afloramento esta rocha encontrava-se intrusiva no titanita hornblenda biotita tonalito gnaisse com epidoto (Figura 6.5.3-1), e foram observadas lascas deste gnaisse no monzogranito (Figura 6.5.3-2).

O titanita biotita monzogranito é leucocrático, inequigranular seriado com uma porção de granulação muito fina quartzo feldspática, intercalada com fenocristais de feldspato e cristais de quartzo em forma de ribbons ou mosaicos de granulação média (Figura 6.5.3-3). A rocha possui foliação anastomosada, marcada pelos cristais de biotita, os *ribbons* de quartzo e orientação dos fenocristais.

A matriz composta por quartzo e feldspato plagioclásio, tem granulação fina, entre essa matriz são observados fenocristais de feldspato alcalino de 0,5 mm a 1 cm e fitas de quartzo de granulação média-grossa.

O feldspato alcalino pode ser observado na forma de fenocristais hipidiomórficos com geminação em grade e carlsbad, com crescimento pertítico, chegando a medir 3 cm ou alotriomórfico na matriz da rocha. O plagioclásio encontra-se na matriz da rocha, como fenocristais hipiomórficos de até 4 mm e forma mimerquitas.

O quartzo está recristalizado, com contatos poligonizados, formando mosaicos e *ribbons*, demonstrando que esta rocha sofreu intensa recristalização estática. Os *ribbons* de quartzo definem a foliação anastomosada da rocha.

Os cristais de biotita formam uma foliação anastomosada. A titanita presente nesta rocha tem formato arredondado ou em sigma (Figura 6.5.3-4), tem granulação fina-média, podendo atingir o tamanho de até 2 mm, encontra-se com zona de sombra de pressão de biotita ou dispersa na matriz e alguns cristais com inclusões de minerais opacos.

Entre os cristais da matriz ou envolto pela biotita encontram-se cristais euédricos pseudomorfos de epídoto de aproximadamente 1 mm. Zircão, apatita, carbonatos e opacos estão presentes nesta rocha como minerais acessórios.

6.5.4 GRANITO SILVEIRAS - TITANITA HORNBLENDA BIOTITA TONALITO GNAISSE COM EPÍDOTO (EMB- 98 C)

A titanita hornblenda biotita tonalito gnaissé com epídoto possui matriz com granulação muito fina, composta por quartzo, feldspato, biotita, hornblenda, titanita e epídoto, entre os cristais da matriz são observados alguns porfiroclastos de feldspato plagioclásio subidiomórficos, que aparentemente são relíquias ígneas. A rocha possui uma foliação de alto ângulo e uma lineação com forte caimento.

O quartzo e o feldspato formam a textura granoblástica, são os principais minerais da matriz e formam agregados orientados segundo a foliação principal da rocha. O quartzo está recristalizado, possui contatos poligonizados com os demais cristais. O feldspato plagioclásio, compõe a matriz e forma porfiroclastos (1-2mm) hipidiomórficos com zoneamento composicional, com inclusões de biotita, quartzo e titanita (Figura 6.5.4-1). Foi observado um porfiroclasto de plagioclásio fraturado em três segmentos, indicando que esta rocha sofreu deformação coaxial (Figura 6.5.4-2).

A porção máfica da rocha, que é observada entre a matriz quartzo feldspática, é composta por biotita, hornblenda, titanita e epídoto. A biotita possui textura lepidoblástica, encontra-se orientada segundo a foliação principal, entre os minerais da matriz ou envolvendo os cristais de hornblenda (Figura 6.5.4-3). A hornblenda e a titanita formam cristais alotriomórficos, estão dispersos na matriz ou com zonas de sombra de pressão de biotita.

O epídoto (<1%) esta entre os cristais da matriz e aparenta estar em equilíbrio com os demais cristais. Zircão, apatita e opacos aparecem também como minerais acessórios.

Os contatos poligonizados dos cristais na porção granoblástica indicam que a rocha sofreu recristalização estática. A paragênese hornblenda, plagioclásio e epídoto, indica que o metamorfismo progressivo atingiu o seu pico na fácies epídoto anfíbolito.

Figura 6.5.3-1- Titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D) intrusiva na titanita hornblenda biotita tonalito gnaissse com epídoto (EMB-98C).

Figura 6.5.3-2- Lascas de titanita hornblenda biotita tonalito gnaissse com epídoto (EMB-98 C) entre o titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D).

Figura 6.5.1-1- Foliação anastomosada seriada, alternando subgrãos de quartzo e feldspato com fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio, e os *ribbons* de quartzo (EMB-50).

Figura 6.5.1-2- Cristal de feldspato alcalino envolto por sub-grãos de quartzo e feldspato, com as bordas formando bulging, indicando rotação de sub-grãos (EMB-51).

Figura 6.5.2-1- Granito Serra do Quebra Cangalha, porfírico, muscovita e biotita entre o mosaico de quartzo e fenocristal de microclínio (EMB-114).

Figura 6.5.3-3- Textura inequigranular seriada, com fenocristais de feldspato alcalino orientados segundo a foliação, envoltos por cristais de quartzo, feldspato e biotita de granulação muito fina (EMB-98 D).

Figura 6.5.3-4- Titanita em sigma com zona de sombra de pressão de biotita (EMB-98D).

Figura 6.5.4-1- Porfiroclasto de feldspato alcalino zonado (EMB-98 C).

Figura 6.5.4-2-Porfiroclasto de plagioclásio fraturado entre três partes, indicadando que a rocha sofreu deformação coaxial (EMB-98C).

Figura 6.5.4-3-Biotita orientada no sentido da foliação e envolvendo o cristal de hornblenda (EMB-98 C).

6.5.5 GRANITO LAGOINHA

Do Granito Lagoinha, batólito alongado na direção da foliação e encaixado na sequência xisto-quartzítica, foram descritos afloramentos próximos ao município de Campos de Cunha.

Predomina uma fácies de biotita monzogranito, hololeucocrático, com índice de cor 7, porfirítico e com fenocristais de ortoclásio e de plagioclásio.

O feldspato alcalino pode ser observado na forma de fenocristais sub-euédricos com geminação *carlsbad* e pertíticos, chegando a medir 1,5 cm e microclínio granoblástico na matriz da rocha (Figura 6.5.5-1). O plagioclásio encontra-se na matriz da rocha e como fenocristais sub-euédricos de até 4 mm e forma mimerquítas quando em contato com o feldspato alcalino. O quartzo é granoblástico poligonal com recristalização estática.

Biotita, titanita e epídoto são os principais minerais correspondentes a porção máfica da rocha. A biotita ocupa os interstícios da rocha. A titanita é alotriomórfica e está dispersa na matriz, intercrescida com cristais de biotita e contendo inclusões de minerais opacos. Os cristais de epídoto são euédricos e são encontrados na matriz ou entre os cristais de biotita (Figura 6.5.5-2).

Muscovita e clorita foram observados em quantidades traços e são resultados da substituição da biotita. A clorita possui inclusões de mineral opaco (Figura 6.5.5-3). Zircão e opacos estão presentes.

Subordinadamente é observada, em escala de afloramento, outra fácies do Granito Lagoinha, o hornblenda biotita granodiorito, leucocrático, com índice de cor em torno de 18, matriz inequigranular fina e com fenocristais de plagioclásio.

Quartzo, feldspato alcalino, feldspato plagioclásio, titanita, hornblenda, epídoto e biotita formam a matriz da rocha. O quartzo, feldspato alcalino e o plagioclásio na matriz são anédricos, com contatos interlobados.

Os fenocristais de plagioclásio euédricos a subeuédricos, com zoneamento composicional, chegam até 5mm e possuem inclusões de biotita e hornblenda que acompanham o zoneamento composicional (Figura 6.5.5-4). Quando os fenocristais estão em contato com o feldspato alcalino ocorre a formação de mimerquítas (Figura 6.5.5-6).

O epídoto encontra-se com textura esqueletal e a hornblenda está associada a este mineral, sugerindo que exista uma reação entre estes minerais (Figura 6.5.5-5). Titanita, biotita e hornblenda encontram-se intercrescidas.

Foi descrito um aplito incluso no granito Lagoinha, a rocha é um monzogranito holeucocrático, inequigranular fino. Os cristais são anédricos, com contatos interlabados, o plagioclásio apresenta textura mimerquítica, de intercrescimento com o quartzo e o quartzo encontra-se recristalizado.

6.5.6 BIOTITA GRANITO GNAISSE COM GRANADA

Esta rocha foi descrita próxima a cidade de Piquete e na saída da Dutra para Silveiras. O biotita granito gnaiss com granada possui bandamento composicional centimétrico, alternando *ribbons* de quartzo com porções quartzo feldspáticas, é hololeucocrático, inequigranular fina-média e com megacristais de feldspato alcalino e plagioclásio de até 1,5 cm e foliação definida por *ribbons* de quartzo (Figura 6.5.6-1). Localmente o bandamento quartzo-feldspático encontra-se dobrado.

A matriz da rocha possui granulação fina, formada por quartzo e feldspato com textura granoblástica e contornos interlobados. Megacristais de feldspato alcalino e de plagioclásio, de até 1,5 cm, são amoldados por *ribbons* de quartzo espessos de até 3 mm e paralelos a foliação (Figura 6.5.6-2).

A textura mimerquítica, de intercrescimento de quartzo e plagioclásio é observada principalmente nas bordas dos megacristais de feldspato alcalino. A biotita, muscovita, titanita e a granada encontram-se dispersas na matriz e a biotita orientada segundo a foliação.

Figura 6.5.5-1- Fenocristais de feldspato alcalino, com geminação carlsbad e plagioclásio (EMB-136 B).

Figura 6.5.5-2- Cristais de epídoto euédrico (EMB-138).

Figura 6.5.5-3- Clorita com inclusão de mineral opaco espicular (EMB-138).

Figura 6.5.5-4 - Fenocristal de feldspato plagioclásio zonado com inclusões de biotita e quartzo acompanhando o zoneamento do mineral (EMB- 136 C).

Figura 6.5.5-5- Epidoto com textura esquelética e bordas de hornblenda (EMB-136 C).

Figura 6.5.5-6- Formação de mimerquita no contato do plagioclásio e do feldspato alcalino (EMB-136 C).

Figura 6.5.6-1- Alternância entre *ribbons* de quartzo, porções quartzo feldspáticas de granulação fina e porfiroblastos de feldspato (EMB-76).

Figura 6.5.6-2- Porfiroblasto de feldspato alcalino sendo amoldado pelo *ribbon* de quartzo (EMB-76).

7. GEOLOGIA ESTRUTURAL

O Terreno Embu está localizado na porção central da Província Mantiqueira e é separado dos Terrenos vizinhos a sul pela zona de cisalhamento Cubatão, a norte pela zona de cisalhamento Caucaia-Rio Jaguari e é truncado transversalmente pela zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema, de direção N80E.

A área estudada que se encontra a norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema onde foram elaborados dois perfis geológicos: na Rodovia Tamoios próximo ao município de Jambeiro e entre Silveiras e Campos de Cunha (Figura 7-1 e Figura 7-2).

A foliação principal (S_2) na região é marcada por um bandamento composicional entre máficos e félsicos, e nas rochas onde ocorreu anatexia o leucossoma tende a ser paralelo a esta foliação (Figura 7-3). As texturas descritas no capítulo anterior indicam um processo intenso de recristalização estática durante a deformação.

Esta foliação possui direção NE-SW, no perfil Jambeiro possui mergulho preferencial para NW (concentração máxima em 332/62) e no perfil Silveiras-Campos de Cunha o mergulho variou ora para NW e ora para SE (concentração máxima em 324/56). Do estereograma podemos observar que o padrão da foliação no perfil Silveiras se encaixa em círculo maior, sugerindo que este padrão da foliação é resultado de um dobramento cilíndrico, com eixo 57/8.

Foram observadas em campos lineações de estiramento mineral (Figura 7-4), de crescimento mineral e intersecção. As lineações possuem baixo caimento, para NE e SW, no perfil Jambeiro as concentrações foram mais homogêneas com concentração máxima em 55/7 e no perfil Silveiras-Campos de Cunha os valores encontram-se mais espaçados no estereograma, com concentração máxima em 47/7.

Figura 7-1 - Mapa geológico do Terreno Embu, com as atitudes das camadas e localização dos perfis Jambeiro (B-B') e Silveiras-Campos de Cunha (A-A').

Figura 7-2 - Perfil Jambeiro e Campos de Cunha com estereogramas com os pólos da foliação principal (S_2) e das lineações.

Figura 7-3 - Foliação principal da rocha, bandamento entre máficos e félsicos. Leucossoma concordante com a foliação.

Figura 7-4 - Lineação de estiramento mineral, com baixo caimento.

O intenso estiramento ao longo da foliação, paralelo a lineação metamórfica é evidenciado pela presença de *boudins* (Figura 7-6), dobras assimétricas (Figura 7-6) e de arrasto, foliação S-C e bandas de cisalhamento. Estas estruturas são indicadores cinemáticos que apontam uma deformação não co-axial, com movimentação do Terreno para SW.

Figura 7-5 - Dobra assimétrica nas rochas ortognáissicas.

Figura 7-6 - *Boudin* de anfibolito entre os paragneisses.

8. GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS MAIORES, MENORES, TRAÇOS E TERRAS RARAS

Para a determinação dos elementos maiores (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5) menores e elementos traços (Ba, Ce, Cl, Co, Cr, Cu, F, Ga, La, Nb, Nd, Ni, Pb, Rb, S, Sc, Sr, Th, U, V, Y, Zn, Zr) foi utilizado espectrometria de fluorescência de raio-X (FRX) e para as análises dos elementos terras raras (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) e os elementos traços (Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Hf, Pb, Th, U) foram feitas através da espectrometria de massa com plasma acoplado induzido (ICP-MS).

Para a caracterização geoquímica da área foram selecionadas 31 amostras, representando os diferentes tipos litológicos pertencentes ao Terreno Embu, 7 amostras do Complexo Rio Capivari, 8 amostras da Unidade dos Ortognaisses, 6 amostras das unidades metassedimentares (Paragnaisses, Xistos e Quartzitos) e 10 amostras de distintos granitos que afloravam na região (Tabela 8-1).

Tabela 8-1- Amostras selecionadas do Terreno Embu para estudo geoquímico.

AMOSTRA	UNIDADE	NOME DA ROCHA
EMB-58	COMPLEXO RIO CAPIVARI	BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE
EMB-69A	COMPLEXO RIO CAPIVARI	HORNBLENDA BIOTITA TONALITO GNAISSE
EMB-102B	COMPLEXO RIO CAPIVARI	TITANITA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE
EMB-102C	COMPLEXO RIO CAPIVARI	TITANITA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE
EMB-103	COMPLEXO RIO CAPIVARI	HORNBLENDA TITANITA BIOTITA TONALITO GNAISSE
EMB-161B	COMPLEXO RIO CAPIVARI	HORNBLENDA TITANITA BIOTITA TONALITO GNAISSE
EMB-100B	ORTOGNAISSES	BIOTITA GRANODIORITO/MONZOGRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-100C	ORTOGNAISSES	BIOTITA GRANODIORITO/MONZOGRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-109	ORTOGNAISSES	GRANADA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE METATEXÍTICO
EMB-110A	ORTOGNAISSES	BIOTITA GRANODIORITO/MONZOGRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-119A	ORTOGNAISSES	GRANADA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE METATEXÍTICO
EMB-130A	ORTOGNAISSES	GRANADA BIOTITA TONALITO GNAISSE DIATEXÍTICO
EMB-144	ORTOGNAISSES	GRANADA BIOTITA MONZOGRANITO GNAISSE METATEXÍTICO
EMB-102A	COMPLEXO RIO CAPIVARI	ANFIBOLITO
EMB-110B	ORTOGNAISSES	ANFIBOLITO
EMB-65A	PARAGNAISSES	SILLIMANITA MUSCOVITA GRANADA BIOTITA GNAISSE DIATEXÍTICO
EMB-72A	PARAGNAISSES	BIOTITA GNAISSE COM GRANADA E SILLIMANITA
EMB-122A	XISTOS E QUARTZITOS	SILLIMANITA GRANADA BIOTITA XISTO COM CLORITA METATEXÍTICO
EMB-168C	PARAGNAISSES	SILLIMANITA GNAISSE
EMB-176A	PARAGNAISSES	SILLIMANITA GNAISSE
EMB-177	PARAGNAISSES	SILLIMANITA GNAISSE
EMB-76	GRANITOS	BIOTITA GRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-98B	GRANITOS	GRANITO SILVEIRAS-TI BT MONZOGRANITO C/ EP
EMB-98C	GRANITOS	GRANITO SILVEIRA-TI HBL BT TONALITO GNAISSE C/ EP
EMB-105A	GRANITOS	BIOTITA GRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-105B	GRANITOS	BIOTITAGRANITO GNAISSE COM GRANADA
EMB-136A	GRANITOS	GRANITO LAGOINHA (FACIES PREDOMINANTE)
EMB-136B	GRANITOS	GRANITO LAGOINHA
EMB-136C	GRANITOS	GRANITO LAGOINHA
EMB-136E	GRANITOS	GRANITO LAGOINHA
EMB-138	GRANITOS	GRANITO LAGOINHA (FACIES PREDOMINANTE)

8.1 ELEMENTOS MAIORES E MENORES

Os valores dos elementos maiores e menores estão apresentados na Tabela 8.1-1. Para auxiliar a classificação e interpretação das rochas através dos elementos maiores e menores obtidos por fluorescência de raio-X, os resultados foram plotados em diagramas de Hacker (Figura 8.1-2) para a observação da relação da sílica com os demais elementos, e as rochas ígneas e metaígneas foram plotadas nos diagramas de classificação geotectônica de Frost et al.(2001) (Figura 8.1-1).

As rochas do complexo Rio Capivari podem ser divididas em 2 grupos: as rochas coletadas no perfil de Jambeiro (EMB-58 e EMB-69A), que apresentam teor de sílica ácido entre (70,65-75,29 *wt%*) e as amostras coletadas a norte de Guaratinguetá (EMB-102B, EMB-102C, EMB-103) com teores de sílica menos elevados variando entre intermediário a ácido (57,49-69,63 *wt%*). Além dessas amostras também foi analisada uma amostra de anfibolito (EMB-102A) com teor de sílica básico (48,95 *wt%*).

Nos diagramas de Hacker as amostras do Complexo Rio Capivari apresentaram uma correlação negativa de quase todos os elementos com a sílica, com exceção do MgO que apresentou uma correlação positiva e o potássio que não apresentou nenhuma correlação aparente.

Nos diagramas de classificação geotectônica, as amostras do Complexo Rio Capivari estão plotados no campo dos granitos cordilheiranos, possuem afinidade alcali-calcica a cálcio-alcalina e variam de metaluminosas a peraluminosas.

As rochas da unidade Ortognaissica, em relação ao teor de sílica foram agrupadas em ácidas (71,32-73,07 *wt%*) e intermediárias (61,64-68,83*wt%*), as amostras menos evoluídas apresentaram maiores concentrações de Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO e CaO. A sílica apresentou correlação negativa com todos os elementos com exceção do K₂O e o Na₂O, que não apresentaram nenhuma correlação e o CaO, cujos as rochas mais diferenciadas apresentaram correlação positiva e as rochas menos diferenciadas apresentaram correlação negativa.

Tabela 8.1-1- Resultado das análises químicas de elementos maiores e menores por fluorescência de raio-X (FRX). Elementos maiores em porcentagem de peso.

ELEMENTOS MAIORES E MENORES												
COMPLEXO RIO CAPIVARI												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
EMB-58	70,65	0,36	14,83	2,62	0,04	0,97	2,34	4,93	1,94	0,09	0,91	99,68
EMB-69A	75,29	0,32	10,98	3,59	0,05	0,1	1,44	2,29	5,08	0,04	0,56	99,74
EMB-102B	57,49	0,861	15,24	9,01	0,101	4,28	6,64	3,45	1,67	0,270	0,39	99,40
EMB-102C	69,63	0,444	14,13	3,19	0,037	0,43	1,54	3,10	5,57	0,126	0,68	98,88
EMB-103	65,58	1,159	14,86	4,91	0,045	1,36	3,30	4,99	1,93	0,363	0,40	98,90
EMB-161C	72,82	0,335	13,63	3,05	0,043	0,55	1,80	3,22	4,17	0,095	0,34	100,05
UNIDADE ORTOGNAISSICA												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
EMB-100B	67,63	0,520	15,83	4,37	0,078	1,31	2,64	2,59	2,14	0,196	1,94	99,24
EMB-100C	64,12	0,748	15,03	5,11	0,085	2,50	3,69	1,90	4,72	0,229	0,49	98,62
EMB-109	73,07	0,325	13,37	2,29	0,051	0,63	1,75	1,97	6,04	0,089	0,28	99,87
EMB-110A	61,64	0,702	16,94	5,63	0,113	2,18	4,86	3,14	2,71	0,343	0,69	98,95
EMB-119A	71,32	0,342	13,95	3,61	0,091	0,78	0,80	1,66	6,36	0,057	0,75	99,72
EMB-130A	68,82	0,399	14,96	4,17	0,078	1,18	3,56	3,17	2,43	0,100	0,47	99,34
EMB-144	72,21	0,417	13,62	3,08	0,054	0,24	1,25	2,36	5,92	0,129	< 0,01	99,28
ANFIBOLITOS												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
EMB-102A	48,95	1,157	14,57	13,66	0,202	6,03	9,29	3,59	1,05	0,183	0,42	99,10
EMB-110B	55,42	0,677	11,06	6,34	0,171	9,28	8,15	1,10	4,34	0,752	1,32	98,61
UNIDADES PARADERIVADAS - PARAGNAISSES E XISTOS												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
EMB-65A	70,47	0,45	15,15	2,58	0,03	0,82	1,06	3,29	4,95	0,06	1,00	99,86
EMB-72A	69,95	0,38	15,27	4,04	0,07	1,05	3,22	2,80	1,87	0,09	1,69	100,43
EMB-122A	72,70	0,855	12,56	5,21	0,043	1,58	0,98	1,49	2,75	0,043	1,08	99,29
EMB-168C	66,39	0,626	15,28	6,04	0,120	1,55	3,03	2,41	2,80	0,117	0,89	99,25
EMB-176A	70,17	0,419	14,41	3,06	0,054	1,01	2,52	4,44	2,20	0,137	0,46	98,88
EMB-177	71,81	0,043	13,09	3,94	0,079	1,68	1,38	1,33	4,30	0,130	1,33	99,11
GRANITOS												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Loi	Total
EMB-76	71,01	0,398	14,47	2,58	0,020	0,49	1,10	2,88	5,12	0,128	0,70	98,90
EMB-98D	68,69	0,59	14,30	4,13	0,06	0,62	1,88	2,96	5,83	0,18	0,61	99,85
EMB-98C	60,79	1,57	14,43	8,00	0,12	1,56	3,97	3,04	4,62	0,54	0,90	99,54
EMB-105A	68,76	0,722	14,47	3,75	0,052	0,53	1,87	2,58	5,94	0,204	0,50	99,38
EMB-105B	73,63	0,204	13,53	1,58	0,047	0,27	1,32	2,70	5,38	0,073	0,62	99,35
EMB-136A	66,76	0,785	14,31	4,32	0,064	0,93	2,33	2,68	6,15	0,259	0,64	99,23
EMB-136B	61,94	1,131	14,77	6,92	0,105	1,61	3,43	3,19	4,61	0,421	0,48	98,61
EMB-136C	62,89	1,134	14,83	7,10	0,093	1,90	3,65	3,43	3,73	0,352	0,62	99,73
EMB-136E	55,27	1,741	15,56	9,33	0,144	3,35	5,57	3,40	3,65	0,520	0,78	99,32
EMB-138	70,99	0,380	14,02	2,74	0,030	0,42	1,47	2,54	6,06	0,103	0,55	99,30

Em relação aos diagramas de classificação geotectônica, as rochas da Unidade Ortognaissica encontram-se, em sua maioria, no campo magnesiano dos granitos cordilheiranos. Variam de alcali-cálcio, cálcio-alcálico e cálcico e são peraluminosas.

As amostras de anfibolito do complexo Rio Capivari (EMB-102A) e da Unidade de Ortognaisses (EMB-110B), foram comparadas para observação das discrepâncias entre elas. O anfibolito do Complexo Rio Capivari possui composição mais básica (48,95 wt%) e maiores concentrações de TiO, Al₂O₃ e Fe₂O₃ e o da Unidade Ortognaissica composição intermediária (55,42 wt%).

As maiores concentrações dos elementos descritos acima nas rochas menos evoluídas devem-se a presença de titanita e maiores concentrações de opacos, as quais são ausentes ou possuem menores concentrações nas rochas da Unidade Ortognaissica. No diagrama de classificação de rochas vulcânicas de Le Bas *et. al.*, (1986) (Figura 8.1-1), a amostra do Complexo Rio Capivari é plotada no campo dos basaltos e a amostra dos ortognaisses encontra-se entre os basaltos andesíticos e andesitos.

Em relação à quantidade de sílica nas rochas graníticas analisadas, o granito Lagoinha (EMB-136A, EMB-136B, EMB-136C e EMB-138) apresentam teores de sílica entre intermediário a ácido (61,94-70,99 wt%). No granito Lagoinha existe um gap de sílica entre a fácies predominante com valores ácidos entre 70 e 66 de wt% de SiO₂ e a porção da rocha que é menos evoluída, com valores de sílica intermediários (61,94-62,89 wt%).

Neste granito, o enclave máfico diorítico (EMB-136E) possui composição intermediária (55,27 SiO₂ wt%). O granito Silveiras (EMB-98C, EMB-98D) possui composição intermediária, com valores de sílica entre 60,79-62,89 wt%. As amostras de biotita granito gnaiss com granada (EMB-76, EMB-105A, EMB-105B) são ácidas com valores de sílica entre 68,76 e 73,67 wt%.

Nos diagramas de Hacker as rochas graníticas apresentaram uma forte correlação negativa de sílica com os demais elementos, com exceção do potássio, de correlação positiva para os termos intermediários do granito Lagoinha, notar que estes granitos possuem os maiores valores de # Mg.

Os granitos analisados são ferroan, com exceção do diorito que está compreendido no campo dos magnesianos e estão no campo das rochas alcali-cálcicas a cálcio-alcalinas. A fácies predominante do granito Lagoinha é peraluminosa, o granito Silveiras e as amostras menos evoluídas do granito Lagoinha são metaluminosos e as amostras do biotita granito gnaiss com granada são peraluminosos.

Para análise das rochas metassedimentares da área de estudo foram calculados dois parâmetros, o índice de intemperismo químico (CIA) e o índice de variabilidade composicional (ICV) (Tabela 8.1-2) e estes índices foram plotados em um diagrama de CIA vs. ICV (Figura 8.1-3).

Em relação ao índice de intemperismo químico as amostras apresentaram valores baixos, entre 55,00 e 63,54%, indicando que estas rochas sofreram pouca influência do intemperismo químico, que a área fonte era contemporânea a sedimentação, ou que a área foi preferencialmente afetada pelo intemperismo físico.

Os valores obtidos para o índice de variabilidade química foram considerados altos, entre 1,06 e 1,69, estes valores são compatíveis com sedimentos imaturos, provenientes de primeiro ciclo de arco vulcânico, e rochas que sofreram pouca influência do intemperismo químico, com deposição rápida e área fonte próxima à bacia de sedimentação.

Figura 8.1-1- Diagramas de classificação geoquímica de Frost et al., (2001).

Figura 8.1-2- Diagramas de Hacker de sílica *versus* elementos maiores.

Figura 8.1-3- Diagrama de classificação de rochas vulcânicas de Le Bas *et. al.*, (1986).

Tabela 8.1-2- Valores do índice de intemperismo químico (CIA) e do índice de variabilidade composicional (ICV) para as amostras das unidades metassedimentares.

	EMB-65A	EMB-72A	EMB-122A	EMB-168C	EMB-176A	EMB-177
CIA	54,41	55,02	63,54	55,00	50,25	58,34
ICV	1,13	1,37	1,21	1,45	1,69	1,06

Figura 8.1-4- Gráfico CIA vs. ICV para as rochas metassedimentares do Terreno Embu.

8.2 ELEMENTOS TRAÇOS

Os elementos traços são aqueles que estão presentes nas rochas em concentrações inferiores a 0,1% wt. Quando a crosta é fundida, estes elementos podem se concentrar na fase sólida ou na porção fundida. Os elementos traços que preferem a porção fundida são chamados de elementos incompatíveis e os que tendem a se concentrar na fase mineral são os compatíveis.

Os elementos traços incompatíveis podem ser divididos com base na sua carga e no raio iônico em duas categorias: LILE (*large ion lithophile elements*) e HFS (*high field strength*).

Cs, Rb, K, Ba, Sr, Eu e Pb são os elementos que constituem o grupo dos LILE, estes elementos possuem cátions com baixa carga e grande raio iônico, o que confere um caráter mais móvel durante processo hidrotermais e metamorfismo de mais alto grau. Por isso a sua concentração é controlada pela presença de fluídos aquosos, contudo estes elementos são concentrados na crosta continental e podem ser usados como indicadores de magmas com contaminação de crosta.

Os elementos HFS- *high field strength* (Sc, Y, Th, U, Pb, Zr, Hf, Ti, Nb, Ta), tem alta carga e raio iônico pequeno e diferente dos LILE são praticamente insolúveis em líquidos hidrotermais e fundidos sílicáticos. A concentração nas rochas dos elementos HFS é função da química da fonte e dos processos de fusão parcial nas quais a rocha foi submetida durante a sua evolução.

Os elementos traços foram plotados nos diagramas de Hacker (Figura 8.2-2) e de multi-elementos, as rochas ígneas e metaígneas foram normalizadas pela composição do manto primitivo de McDonough & Sun (1995) e as rochas metassedimentares foram normalizadas com os valores da crosta continental superior de Taylor & McLennan (1995) (Figura 8.2-1).

Figura 8.2-1- Diagramas de multi-elementos para as diferentes unidades do Terreno Embu, as rochas ígneas e metaígneas foram normalizadas pela composição do manto primitivo de McDonough & Sun (1995) e as metassedimentares normalizadas com os valores da crosta superior de Taylor & McLennan(1995). O campo em cinza nos ortognaisses e nas rochas do complexo Rio Capivari corresponde aos granitos andinos (retirado de <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/>) e nos granitos correspondem aos granitos do Terreno Embu de Alves et al., (2016).

LEGENDA

- Rochas metassedimentares
- Granitos
- Ortognaisses
- Complexo Rio Capivari
- + Anfibolitos

Figura 8.2-2 - Diagramas de Hacker de sílica *versus* elementos traços.

Para comparação nas rochas metassedimentares foram plotados nos diagramas de multi-elementos os valores de NASC (North American Shale Composite) e PASS (Post-Archean average Australian Shale), nas rochas do complexo Rio Capivari e nos ortognaisses um campo correspondente aos granitos Andinos e nos granitos o campo dos granitos de Alves et al. (2016).

As rochas metassedimentares apresentaram correlação positiva nos diagramas de Hacker para os elementos Y, Zr, Ba e Ba/Sr e correlação negativa para Sr, os demais elementos apresentaram uma relação constante. No diagrama de multi-elementos os metassedimentos estavam enriquecidos em Pb e La e empobrecidos em Nb, P e Ti. Observou-se que as amostras possuem padrão semelhantes ao NASC e PASS, com exceção do biotita gnaisse com granada e sillimanita.

Os granitos nos diagramas de Hacker, os elementos Zr, Hf e Ba/Sr possuem correlação positiva e o Sr e Y apresentaram correlação negativa. Nb, Sr, P, Ti e Ba no diagrama de multi-elementos para granitos apresentaram uma anomalia negativa e Th uma anomalia positiva discreta. Comparando o padrão dos elementos traços dos granitos descritos por Alves et al.(2016), o comportamento é semelhante, contudo existe um enriquecimento em Pb que não foi observado no granitos do presente estudo.

Os ortognaisses, nos diagramas de Hacker, possuem correlação negativa de sílica e os elementos Zr, Sr e Ba, positiva de Y e Ba/Sr e com os elementos restantes a correlação foi constante. No diagrama de multi-elementos dos ortognaisses, P, Ti, Nb e Sr são empobrecidos e existe uma anomalia positiva de Pb.

As rochas do complexo Rio Capivari possuem correlação positiva da sílica com Zr, Hf, Y, Nb, La/Y e Ba/Sr e negativa com o Sr nos diagramas de Hacker. Nos diagramas de multi-elementos observa-se que as rochas do complexo Rio Capivari são empobrecidas em Ti, Sr, P e Nd, e possuem anomalias positivas discretas de Th e Rb.

O diagrama de Plank (2005) mostra as razões Th e La, normalizadas pelo valor de Nb. A variação destas razões revelam em qual porção da crosta o magmatismo foi gerado (Figura 8.2-3).

Do diagrama podemos observar que as rochas do complexo Rio Capivari do norte de Guaratinguetá tiveram contribuição principal da crosta continental média, enquanto que as próximas de Jambeiro possuem origem na crosta inferior.

As elevadas razões de Th/La (superiores a 0,5) dos ortognaisses tonianos sugerem contaminação na crosta continental superior com contribuição de rochas sedimentares.

Os granitos ediacaranos em sua maioria possuem razões Th/La ente 0,4 e 0,2, indicando contaminação na crosta continental média, os valores de Th/La inferiores a 0,2, correspondente a geração de magmatismo na crosta continental inferior esta relacionado as rochas menos evoluídas do granito Lagoinha, com mineralogia rica em hornblenda, epidoto e titanita e menores valores de sílica, denotando um caráter menos evoluído para estas porção.

Figura 8.2-3- Variação de Th/La normalizadas pelos valores de Nb.

8.3 ELEMENTOS TERRAS RARAS (REE)

As amostras de metassedimentos possuem valores de elementos terras (ETR) entre 0,87 ppm e 76 ppm, são enriquecidas em elementos terras raras leves (*Light Rare Earth Elements*- LREE) e padrão *flat* dos elementos terras raras intermediários e pesados (*Mid Rare Earth Elements* -MREE, *Heavy Rare Earth Elements*-HREE) (Figura 8.3-1).

Apenas a amostra de biotita gnaiss com granada e sillimanita (EMB-72) apresentou anomalia de Eu positiva, as demais possuem anomalia de Eu negativa e os valores de Eu/Eu^* variam entre 0,52-1,34 e com exceção da amostra EMB-72 as demais possuem padrões semelhantes aos NASC e PASS, que foram plotadas. A razão La_n/Yb_n variou entre 4,76-59,61, o que denota que a fonte dos metassedimentos variou desde fontes com baixo grau de fracionamento até fontes bem fracionadas.

Os valores dos elementos terras raras dos granitos analisados variaram de 1,35 ppm a 206 ppm, no diagrama com os valores dos ETR normalizados pelos valores do manto primitivo segundo McDonough & Sun (1995), os granitos apresentaram enriquecimento nos elementos terras raras leves, padrão *flat* para os elementos terras raras pesados (Figura 8.3-1) e anomalia de Eu negativas ($Eu/Eu^* = 0,23-0,78$).

As razões La_n/Yb_n variando entre 11,68 a 104,17, demonstrando que os granitos analisados possuem diferentes graus de fracionamento, sendo as amostras de titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto (EMB-98C), titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D) e as amostras do granito lagoinha com valores intermediários de sílica e as com menor grau de fracionamento e as amostras de biotita granito gnaiss com granada (EMB-105 A e B) as com maiores grau de fracionamento.

Os granitos do Terreno Embu de Alves et al., (2016), que em sua maioria se encontram a sul da zona de cisalhamento de Taxaquara-Guararema, possuem menor grau de fracionamento do que os granitos analisados no presente estudo.

Os ortognaisses possuem valores de ETR entre 1,02 ppm e 87,4 ppm, e apresentaram enriquecimento de LREE, padrão flat de MREE e HREE (Figura 8.3-1) e distintos comportamentos em relação ao Eu ($Eu/Eu^* = 0,52-1,09$), a maioria das amostras possuem anomalias negativas, contudo nas amostras de biotita granodiorito gnaiss com granada (EMB-110A) com $Eu/Eu^* = 1,07$ e granada biotita tonalito gnaiss metatexítico (EMB-130) com $Eu/Eu^* = 1,09$, não foi observado este comportamento.

A razão La_n/Yb_n variou entre 4,5 e 59,61, o biotita granodiorito gnaiss com granada (EMB-110A) é a rocha com maior grau de fracionamento ($La_n/Yb_n = 59,61$) e o granada biotita tonalito gnaiss metatexítico (EMB-130) o menor grau de fracionamento ($La_n/Yb_n = 4,5$).

As rochas analisadas do Complexo Rio Capivari apresentaram valores de ETR variando entre 0,36 ppm e 120 ppm, possuem enriquecimento de LREE e padrão *flat* de HREE e duas das amostras analisadas não apresentou anomalia negativa de Eu, a biotita monzogranito gnaiss (EMB-58) com $Eu/Eu^* = 1,27$ e a titanita biotita monzogranito gnaiss (EMB-102) com $Eu/Eu^* = 1,07$ e a amostra de hornblenda titanita biotita tonalito gnaiss (EMB-103) possui anomalia discreta de Eu ($Eu/Eu^* = 0,77$), as demais apresentaram anomalia de Eu negativa (Figura 8.3-1) ($Eu/Eu^* = 0,31-0,52$).

As rochas do complexo Rio Capivari apresentaram padrão de fracionamento bastante heterogêneo, com valores da razão La_n/Yb_n entre 6,72-48,21. Existe uma clara distinção entre o padrão dos ETR das rochas do Rio Capivari do perfil Jambeiro e as do norte de Guaratinguetá, indicando que estas rochas provavelmente possuem fontes distintas.

Figura 8.3-1 - Perfil dos Elementos Terras Raras (REE) para as amostras do terreno Embu normalizadas para o manto primitivo segundo os valores de McDonough & Sun (1995). O campo em cinza corresponde aos valores de ETR dos granitos de Alves et al., (2016).

9. GEOCRONOLOGIA U-PB, ISOTOPIA LU-HF E SM-ND

Para o estudo geocronológico das rochas do terreno Embu foram separados cristais de zircão de 15 amostras distintas (1 amostra do complexo Rio Capivari, 4 amostras da unidade dos Ortognaisses Tonianos, 4 amostras de granito e 6 amostras de unidades metassedimentares) para a realização de datação via U-Pb (LA-ICP-Ms) e análises pontuais das razões Lu-Hf (LA-ICP-Ms).

Para o sistema isotópico Sm-Nd foram preparadas 23 amostras para análise de ICP-Ms em rocha total (3 amostras do complexo rio Capivari, 6 amostras dos ortognaisses tonianos, 8 amostras dos granitos ediacaranos e 6 amostras de metassedimentos).

Os dados obtidos serão apresentados e discutidos segundo a sua unidade com objetivo de caracterizar a idade de formação, nas rochas metassedimentares identificar o local de proveniência dos sedimentos e as idades de metamorfismo.

9.1 COMPLEXO RIO CAPIVARI

Foram realizadas análises via LA-ICP-Ms para cálculo das razões U-Pb e Lu-Hf na amostra EMB-103, que corresponde a um hornblenda titanita biotita tonalito gnaiss. Os cristais de zircão separados para realização das análises têm formato de prismas alongados bipiramidados, com núcleos herdados homogêneos ou com zoneamento setorial e bordas de sobrecrecimento metamórficas e possuem comprimento entre 200- 400 μm (Figura 9.1-1).

Foram realizadas 23 análises em cristais de zircão, os valores obtidos na análise de U-Pb e utilizados para o cálculo da idade se encontram na tabela em anexo e a Figura 9.1-2 corresponde ao diagrama concórdia e a reta discórdia com os valores obtidos para o cálculo das idades.

Com base no diagrama foi calculada a idade de formação do zircão de 2080 ± 15 Ma (MSWD=0,52) e o intercepto inferior da curva discórdia com a concórdia dá uma idade de 599 ± 30 Ma, interpretado como sendo a idade do metamorfismo, esta hipótese é suportada pelo fato de que as idades por volta de 2 bilhões de anos geralmente são encontradas nos núcleos dos cristais de zircão e as idades de entorno de 600 Ma estão relacionadas as bordas do zircão, com textura de sobrecrecimento metamórfico.

Figura 9.1-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões da amostra EMB-103.

Figura 9.1-2- Diagrama concórdia com idade U-Pb (LA-ICP-MS) para a amostra do complexo Rio Capivari (EMB-103).

Foram selecionados dez cristais de zircão, entre os 23 datados por U-Pb, para análises do sistema isotópico Lu-Hf. No gráfico da ϵHf_t versus idade U-Pb (Figura 9.1-3) foram plotados além dos valores da amostra EMB-103, valores das amostras do complexo Rio Capivari de Maurer (2016), a título de comparação. Os valores obtidos para ϵHf_t do hornblenda titanita biotita tonalito gnaiss (EMB-103) variam entre -5,77 a 6,06 e possuem caráter juvenil (exceto um cristal com valor de $\epsilon\text{Hf}_t = -5,77$). As idades Hf T_{DM} para os cristais com ϵHf_t juvenil variam entre 2240 Ma e 2760 Ma, o zircão com assinatura ϵHf_t mais evoluída possui Hf T_{DM} de 3040 Ma.

Em relação às amostras de Maurer (2016), a amostra EMB-59 (2,42 Ga) apresentou caráter juvenil com valores de ϵHf_t entre +0,47 e +4,50 e idades Hf T_{DM} entre 2680 Ma e 2960 Ma. A amostra EMB-60 B (2,18 Ga) possui valores de ϵHf_t negativos entre -3,51 e -7,09 e um único valor positivo de +0,80, indicando que esta rocha possui maior residência crustal e as idades Hf T_{DM} variam de 2760 Ma a 3240. Os valores de ϵHf_t para a amostra EMB-60C (2,16 Ga) são de -0,10 a -7,78 e possui idades T_{DM} iguais a amostra EMB-60B, com exceção de dois valores de ϵHf_t bastante negativos de -12,48 e -15,85 e possuem Hf T_{DM} de 3520 Ma e 3720 Ma. A amostra EMB-70B (2,13 Ga) tem ϵHf_t +3,75 e -3,92, provavelmente possuindo uma fonte que sofreu contaminação mista e as idades de Hf T_{DM} foram de 2437 Ma a 2926 Ma. A amostra EMB-70C (2,01 Ga) apresentou valores de ϵHf_t entre -5,62 e -13,05, indicando fonte de origem crustal e idades Hf T_{DM} entre 2939 Ma e 3407Ma.

A Figura 9.1-4 é um gráfico com os valores de ϵNd_t do Rio Capivari, os valores de ϵNd variaram entre +3,15 e -12,63, e o com T_{DM} entre 2,3 Ga e 4,2 Ga.

Comparando os valores obtidos pelas análises isotópicas de Lu-Hf e Sm-Nd podemos determinar 4 eventos ígneos que ocorreram nas rochas do Complexo Rio Capivari, o primeiro deles ocorreu no Sideriano em 2,4 Ga (corresponde a amostra EMB-59), este magmatismo possui assinatura juvenil em ambos os sistemas isotópicos analisados.

No Riacciano entre 2,14 e 2,18 ocorre o segundo evento magmático, com assinatura isotópica com ϵNd_0 entre -31 e -35 e T_{DM} entre 2,6 e 2,9 Ga. O ϵNd_t é fracamente negativo, entre -4 e -7. A evolução isotópica do Hf indica um intervalo Hf_{TDM} entre 2,9 e 3,2 Ga e valores de ϵHf_t predominantes entre -3 e -7. Estes resultados são sugerem que as condições de geração foram de um arco magmático em margem continental ativa.

O terceiro evento ocorre em 2,08 Ga (EMB-103) e a evolução isotópica do Nd em rocha total desta amostra é paralela e próxima da evolução do ortognaisses siderianos juvenil. Possui um ϵNd_t sobre a reta CHUR e TDM em 2,3 Ga. No entanto os resultados Hf_t destacam uma evolução juvenil, com ϵHf_t entre -0,3 e +7, este na curva NC (*New Crust* de Dhuime et al., 2011) e Hf_{TDM} entre 2,18 e 2,45 Ga .

O quarto evento magmático, mais evoluído, ocorreu no Orosiriano e está representado por rochas granito gnáissicas (EMB-70C) de 2,01 Ga .O comportamento isotópico de Nd e Hf destacam uma clara afinidade crustal, com ϵNd_t em -10,5 e evolução isotópica semelhante aos ortognaisses do Riacciano, $\epsilon\text{Nd}_0 = -30$ e T_{DM} em 3,2 Ga.

Figura 9.1-3- ϵHf_t versus idade U-Pb para a amostra EMB-70C, EMB-103, EMB-60C, EMB-60B, EMB-59 e EMB-70B.

Figura 9.1-4 - ϵ_{Nd} x idade em rocha total para as amostras EMB-102A, EMB-102D, EMB-70C, EMB-103, EMB-60A, EMB-60B, EMB-59, EMB-69C e EMB-61A.

9.2 ORTOGNAISSES TONIANOS

Para a caracterização das idades dos Ortognaisses através do método U-Pb (LA-ICP-MS), foram selecionadas as amostras EMB-88A, EMB-100B, EMB-109 e EMB-130, as quais correspondem respectivamente: biotita granodiorito gnaiss com granada (EMB-88A e EMB-100B), granada biotita monzogranito gnaiss e granada biotita tonalito gnaiss.

O EMB-88A possui cristais de 100 μm a 200 μm de comprimento, são prismas alongados com estrutura interna com zoneamento setorial e bordas pouco espessas de sobrecrecimento metamórfico (Figura 9.2-1).

Em relação à topologia dos cristais, a amostra EMB-100B possui prismas alongados pibiramidados, de 300 a 400 μm , com estrutura interna oscilatória ou homogênea, presença de núcleos herdados e bordas com sobrecrecimento oscilatório e homogêneo (Figura 9.2-1).

Os cristais de zircão da granada biotita monzogranito gnaiss (EMB-109) são prismas, de 200-300 μm , ou cristais ovóides, de 100-150 μm , com estrutura interna homogênea escura, enriquecida em urânio, ou caótica, presença de núcleos herdados e bordas de sobrecrecimento metamórfico (Figura 9.2-1).

A granada biotita tonalito gnaiss (EMB-130) apresenta cristais de zircão com 200-350 μm , que são prismas alongados bipiramidados, com núcleos com estrutura homogênea clara, sobrecrecidos por uma textura oscilatória e alguns com núcleos herdados e bordas com sobrecrecimento metamórfico (Figura 9.2-1).

As tabelas com os resultados analíticos (LA-ICP-MS) para U-Pb dos ortognaisses se encontram em anexo e a Figura 9.2-2 os diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de rochas ortognaissicas.

Foram realizadas 38 análises em cristais de zircão na amostra EMB-88A, das quais 18 foram utilizadas para cálculo da idade de cristalização de $784,2 \pm 4,8$ Ma (MSWD=2,4). Na amostra EMB-100B, 52 cristais foram analisados e 28 dados foram utilizados para o cálculo da idade de $787,5 \pm 4,1$ Ma (MSWD=1,11). A amostra EMB-109, 10 dos 26 cristais analisados foram utilizados para o cálculo da idade de $781,7 \pm 8,5$ Ma (MSWD=2,1) e na amostra EMB-130 de idade cristalização de $788,1 \pm 7,2$ Ma (MSWD=0,054), 12 dos 23 dados foram utilizados para o cálculo.

As amostras EMB-88, EMB-100B e EMB-109, possuem idades metamórficas, obtidas nas de bordas sobrecrecidas dos cristais de zircão (Figura 9.2-3).

Na amostra EMB-88A foram utilizados oito dados para o cálculo da idade de $707 \pm 6,2$ Ma (MSWD= 0,77), para a amostra EMB-100B a idade obtida foi de $661,9 \pm 7,7$ Ma (MSWD=0,37), utilizando 5 análises e para a amostra EMB-109 foram utilizados 8 análises para o cálculo da idade concordante de $675,3 \pm 9,2$ Ma (MSWD=0,052).

Figura 9.2-1 - Imagem de catoluminescência dos zircões das amostras EMB-88, EMB-100B, EMB-109 e EMB-130.

Figura 9.2-2- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de rochas ortognéissicas.

Figura 9.2-3- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de metamorfismo em rochas ortognéissicas.

Para análise do sistema isotópico Lu-Hf foram selecionados dez cristais em cada uma das amostras previamente analisadas por U-Pb, a Figura 9.2-3 é um gráfico com resultados obtidos. Os ortognaisses em geral apresentaram ϵHf_t negativo, mostrando maior tempo de residência crustal e podem ser separados em três intervalos de T_{DM} conforme mostra a Figura 9.2-3.

A amostra EMB-88A do biotita granodiorito gnaiss com granada apresenta valores de ϵHf_t variando entre -4,83 a -11,16 e valores T_{DM} entre 2000 Ma e 2360 Ma, com exceção de uma análise com ϵHf_t de +0,24 e T_{DM} de 1680 Ma. Os cristais de zircão analisados da amostra EMB-100B do biotita granodiorito gnaiss com granada possuem valores de ϵHf_t negativos, entre -12 a -25,5 e T_{DM} variando entre 2440 - 3224 Ma. Em dois núcleos herdados, com idade U-Pb de 1146 Ma e 1340 Ma, os valores de ϵHf_t encontram-se entre -8,2 e -3,8, com T_{DM} 2440 Ma e 2360 Ma. Os valores de ϵHf_t para a granada biotita monzogranito gnaiss (EMB-109) estão entre -2,7 e -20,6, indicando proveniência de origem crustal e T_{DM} entre 1840 Ma e 2960 Ma. A rocha granada biotita tonalito gnaiss (EMB-130) tem valores de ϵHf_t entre -8,1 e -20,0 e T_{DM} entre 2160 e 2920 Ma, para esta amostra também foi analisada um núcleo de zircão com idade de herança de 1306 Ma, o ϵHf_t é de -1,20 e o T_{DM} =2160.

Figura 9.2-4- ϵHf_t versus idade U-Pb para a amostra EMB-88A, EMB-100B, EMB-109 e EMB-130.

A composição isotópica Sm-Nd em rocha total (Figura 9.2-5) indica a contaminação por uma crosta continental homogênea, onde a evolução isotópica admite um feixe coerente entre ϵNd_0 de -15 a -18,5 e Nd_{TDM} entre 1,8 e 2,0 Ga. Os valores de $\epsilon\text{Nd}_{(t)}$ mostram uma variação de 2,6 unidades e encontram-se entre -9,3 e -6,7.

Figura 9.2-5- ϵNd x idade em rocha total para as amostras EMB-100B, EMB-119A, EMB-130A, EMB-109, EMB-10, EMB-12.

9.3 GRANITOS E GNAISSES EDIACARANOS

As amostras analisadas destes granitóides gnáissicos foram EE-11, EMB-105, EMB-98C e EMB-98D correspondem, respectivamente, ao biotita granodiorito, biotita granito gnaiss com granada, titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto e titanita biotita monzogranito com epídoto.

O biotita granodiorito (EE-11) está locado a sul da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema e os cristais de zircão são prismas alongados de 80 μm a 120 μm de comprimento, com estrutura interna homogênea clara, ou com zoneamento setorial ou caótico (Figura 9.3-1A).

Os cristais da amostra do biotita granito gnaiss com granada (EMB-105) são prismas alongados bipiramidados, de 300 μm a 450 μm de comprimento, estrutura interna homogênea clara e bordas escuras de sobrecrescimento metamórfico (Figura 9.3-1).

A amostra do titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto (EMB-98C) possui cristais de zircão sem as faces muito bem definidas semelhantes a prismas corroídos e fragmentos, com 100 μm a 200 μm de comprimento e estrutura interna homogênea ou caótica, típicas de cristais metamórficos (Figura 9.3-1). O zircão da amostra do titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D), são prismas bipiramidados com 200 μm a 300 μm de comprimento, possuem zoneamento interno setorial, homogêneo e caótico e bordas de sobrecrecimento metamórfico (Figura 9.3-1).

As tabelas com os resultados das análises U-Pb via LA-ICP-MS para amostras de granito encontra-se em anexo e a Figura 9.3-2 os diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes.

A idade U-Pb obtida para a amostra de biotita granodiorito (24 cristais) foi de $590,8 \pm 4,8$ Ma (MSWD=0,66). O biotita granito gnaiss com granada (22 análises) possui idade de $593,3 \pm 4,1$ Ma (MSWD=0,89). Para a amostra de titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto (12 análises) a idade obtida foi de $613,6 \pm 4,7$ Ma (MSWD=1,12) e a idade da amostra do titanita biotita monzogranito com epídoto (16 análises) é de $619,2 \pm 3,7$ Ma (MSWD=3,7). Estas idades foram interpretadas como sendo referente à idade de cristalização da rocha. A amostra titanita biotita monzogranito com epídoto (EMB-98D) possui cristais de zircão mais jovens, $577,1 \pm 4,1$ Ma (MSWD=0,34) relacionados a uma perda contínua de chumbo provavelmente devido ao manutenção da fonte de calor durante o metamorfismo.

Figura 9.3-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões das amostras: A)EE-11 B) EMB-105 ; C) EMB-98C ; D) EMB-98D.

Figura 9.3-2- Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes de rochas graníticas.

No sistema isotópico Lu-Hf foram realizadas 10 análises para cada uma das amostras EMB-105, EMB-98C e EMB-98D (Figura 9.3-2).

As rochas titanita hornblenda biotita tonalito gnaiss com epídoto e titanita biotita monzogranito com epídoto (ca. 615 Ma) possuem uma variação contínua de ϵHf_t entre 1,2 a -11 e $\text{Hf } T_{\text{DM}}$ entre 1,48 – 2,2 Ga, compatível com o retrabalhamento de uma crosta juvenil (amostra EMB-98D e EMB-98C). O biotita granito gnaiss com granada (595 Ma) possui ϵHf_t fortemente negativo, entre -13 a -18 (T_{DM} entre 2,36 – 2,68 Ga) e indica uma fonte de retrabalhamento de crosta continental (amostra EMB-105).

Figura 9.3-3- ϵHf_t versus idade U-Pb para a amostra EMB-105, EMB-98C e EMB-98

Figura 9.3-4 - ϵNd x idade em rocha total para as amostras EMB-98B, EMB-98C, EMB-76, EMB-105B, EMB-106, EMB-136, EMB-11A, EMB-11-5. O campo em cinza e azul nos gráficos correspondente aos granitos do Terreno Embu analisados por Alves et al. (2016).

Figura 9.3-5 - ϵNd x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e nos granitos e gnaisses ediacaranos (em vermelho e vinho) e ortognaisses tonianos (em roxo).

Figura 9.3-6 - ϵNd x idade em rocha total nas rochas do complexo Rio Capivari e nos granitos e gnaisses ediacaranos (em vermelho e vinho) e ortognaisses tonianos (em roxo).

Para discussão do comportamento isotópico de Sm-Nd foram plotados em gráfico de ϵNd versus idade em rocha total os resultados de 8 amostras de granitos distintos, EMB-98B (Ep-Tit-Bt granito), EMB-98C (Ep-Tit-Hbl-Bt tonalito gnaiss), EMB-76 (Bt granito gnaiss com Grt), EMB-105B (Bt granito gnaiss com Grt), EMB-106 (Bt granito porfirítico), EMB-136 (Ep-Tit-Bt granito - Lagoinha), EMB-11A (Tit-Bt granito cinza) e EMB-11-5 (Bt granodiorito cinza) (Figura 9.3-4). A título de comparação foram plotados os valores de Sm-Nd do granitos do Terreno Embu analisados por Alves et al. (2016) (Figura 9.3-4), e os dados dos ortognaisses criogenianos, das rochas metassedimentares (Figura 9.3-5) e do complexo Rio Capivari (Figura 9.3-6).

As rochas analisadas por Alves et al. (2016) possuem evolução do Nd semelhante e homogênea, esses granitos, a sul da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema, possuem ϵNd_0 mais negativos, entre -20 e -26 e valores de TDM mais antigos, entre 2,0 e 2,65 Ga.

Os granitoides analisados no presente estudo metaluminosos (EMB-98C e EMB-98B) distinguem-se dos granitos peraluminosos por apresentarem valores de ϵNd_0 em -16, com TDM entre 1,6 e 1,7 Ga em contraposição aos valores entre -17,5 e -21 de ϵNd_0 com T_{DM} entre 1,7 e 1,8 Ga para os granitos peraluminosos (Figura 9.3-4).

O conjunto destes granitos sugere uma derivação crustal, ou grande contaminação na crosta continental. Dentre estes, os metaluminosos, possuem assinaturas químicas semelhantes a regimes de subducção. Alves et al. (2013 e 2016) discute uma derivação de crosta relativamente jovem, com idade mínima no Calimiano.

Os granitos metaluminosos possuem $\epsilon Nd(t)$ entre -9 e -7 (EMB-98C, EMB-98B e granito Santa Catarina). Os granitos peraluminosos a norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema, são mais negativos em comparação com os granitos metaluminosos, com variação de $\epsilon Nd(t)$ entre -10 e -13; contudo quando comparados à aqueles a sul da zona de cisalhamento variam de $\epsilon Nd(t)$ de -11 a -18, sugerindo que os granitos peraluminosos a sul da zona de cisalhamento são mais evoluídos que aqueles que se encontram a norte da mesma.

Apesar destas diferenças o conjunto dos granitos ediacaranos apresentam uma contaminação de crosta metassedimentar compatível com a evolução isotópica de Nd dos gnaisses metapelíticos (Figura 9.3-5), mas não assinalam contaminação pelas rochas do Complexo Rio Capivari (Figura 9.3-6).

9.4 UNIDADES METASSEDIMENTARES

Para o estudo de proveniência sedimentar baseada em análises U-Pb de cristais detríticos de zircão, por LA-ICP-MS, foram utilizadas rochas metassedimentares referentes a biotita gnaisses pelíticos com sillimanita e granada e com grande volume de fusão parcial (EMB-65A, EMB-65D), sillimanita-granada-biotita xisto, com baixa taxa de fusão parcial (EMB-93), biotita gnaiss com sillimanita (EMB-140), muscovita plagioclásio quartzito (EMB-129) e, granada muscovita quartzito (EMB-83).

Os gnaisses pelíticos com alta taxa de fusão parcial exibem duas populações distintas de cristais de zircão: prismas com comprimentos entre 300µm a 450µm e cristais ovóides de 200µm a 250 µm, além dos fragmentos de cristais (Figura 9.4-1). Os cristais da amostra EMB-65A possuem zoneamento oscilatório ou setorial, com sobrecrecimentos homogêneos claros e escuros ou caóticos. Os cristais da amostra EMB-65D, também prismáticos e ovóides, possuem estrutura interna caótica, com zoneamento convoluto e lobado (Figura 9.4-1).

A textura caótica do zircão é relacionada aos estágios finais da cristalização, durante processos de fusão parcial, quando fluídos tardios ingressam no sistema. As idades destes cristais são traçadores, em terrenos metamórficos, da exumação e resfriamento (Harley et al., 2007).

Figura 9.4-1- Imagem de catodoluminescência dos zircões das amostras: A) EMB-65A; B) EMB-65D .

As tabelas que mostram os resultados das análises U-Pb utilizadas para o cálculo das idades para as amostras EMB-65A e EMB-65D encontra-se em anexo e a Figura 9.4-1 os diagramas concórdias para as duas amostras.

Na amostra EMB-65A no diagrama Tera-Wasserburg foram obtidos dois interceptos, uma idade de $805,2 \pm 5,8$ Ma (MSWD 0,75) e outra a $607,3 \pm 4,6$ Ma (MSWD=0,00045) . A amostra EMB-65D forneceu uma idade de $595,3 \pm 6,1$ Ma (MWSD=0,0065). As idades obtidas para ambas às amostras são interpretadas como sendo referente à eventos metamórficos de alta temperatura a 800 e a 600 Ma.

Rochas metamórficas são associadas a valores de Th/U inferiores a 0,1 (Rubatto, 2002), contudo ambas as amostras apresentaram, na maioria dos cristais analisados valores da razão Th/U superiores a 0,1, altas razões Th/U podem ser resultado da recristalização do zircão, e também do crescimento durante o metamorfismo de alta temperatura (Carson, 2002; Kelly & Harley, 2005). A cristalização metamórfica de zircão, com alta razão Th/U, foi descrita em presença de fluídos anatéticos de alta temperatura (Schaltegger et al, 1999) ; Hokada & Harley(2004).

Figura 9.4-2 - Diagramas Tera-Wasserburg para idades concordantes das amostras EMB-65A e EMB 65D.

As amostras EMB-83, EMB-93, EMB-129 e EMB-140 foram utilizadas para o estudo de proveniência (Tabelas 9.4-3, 9.4-4, 9.4-5 e 9.4-6) e estão apresentados nos diagramas de densidade de probabilidade e diagramas de média ponderada das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Figura 9.4-2).

A amostra de granada muscovita quartzito (EMB-83) apresentou zircões com comprimento variando de 100 μm a 200 μm , com formas arredondadas com núcleos homogêneos ou de zoneamento oscilatório e bordas de sobrescrescimento homogêneo escuras, ou convolutas. Ocorrem também cristais prismáticos, com textura uniforme escura ricos em urânio (Figura 9.4-3).

A amostra de sillimanita-granada-biotita xisto (EMB-93) possui cristais de zircão prismáticos e de extremidades arredondadas, com estrutura interna em zoneamento setorial ou homogêneo. Possuem 150µm a 250µm e foram também analisados fragmentos de 50 µm a 85 µm, com textura interna homogênea a oscilatória e cristais ovóides, com textura interna homogênea clara (Figura 9.4-3).

Os cristais de zircão analisados na amostra de muscovita plagioclásio quartzito (EMB-129), são prismas ou fragmentos ovóides de comprimento entre 100µm e 200µm, possuem textura interna, oscilatória, homogênea clara, homogênea escura, ou caótica convoluta, as bordas metamórficas são pouco espessas ou inexistentes (Figura 9.4-3).

Os cristais do biotita gnaiss com sillimanita (EMB-140) possuem formato em prisma, tem tamanho variando entre 200 µm e 250 µm, estrutura interna com núcleos herdados homogêneos claros e escuros e também são encontrados fragmentos de zircão ovóides, de 100µm a 150µm de comprimento, com estrutura interna homogênea, oscilatória lobada e com bordas de sobrecrecimento homogêneo cinza a cinza escuro (Figura 9.4-3).

A distribuição cumulativa para as idades obtidas nos cristais detríticos de zircão encontra-se na Figura 9.4-4 (concordância de 100 ± 10). O biotita gnaiss com sillimanita (EMB-140) possui cristais com idade entre 0,96 Ga e 2,1 Ga, com predomínio de idades mesoproterozóicas com máximo no Esteniano em 1,18 Ga (55% dos dados obtidos) e no paleoproterozóico, no limite Orosiniano – Estateriano, em 1,81 Ga (15% dos resultados).

O espectro de idades obtidas nas análises de zircão detrítico para a amostra do muscovita plagioclásio quartzito (EMB-129) vai de 1,05 Ga a 2,9 Ga, com presença de três picos de idade: 1,18 Ga (43% das idades obtidas), em 1,49 Ga no Ectasiano (13% das idades obtidas) e em 1,78 Ga no Estateriano (28% das idades obtidas). As idades para os zircões detríticos da amostra de sillimanita-granada-biotita xisto (EMB-93) foram de 0,94 Ga a 2,6 Ga, 84% das análises no Mesoproterozóico com dois picos um em 1,01 Ga e outro em 1,21 Ga, contudo ocorre também uma concentração de idades no paleoproterozóico significativa, em 1,78 Ga (12% das idades).

Figura 9.4-3- Imagem de catodoluminescência dos zircões utilizados para o estudo de proveniência sedimentar.

A amostra de granada muscovita quartzito (EMB-83) possui um espectro de idades de zircão detrítico entre 0,9 Ga e 2,6 Ga, com picos de idade em 1,1Ga, 28% dos dados obtidos, no mesoproterozóico e em 1,75 Ga, 22% dos análises, no paleoproterozóico.

A Figura 9.4-5 é o gráfico dos resultados da idades U-Pb versus ϵHf_t , EMB-83, EMB-93, EMB-129 e EMB-140. É possível observar três intervalos de concentração de valores de ϵHf_t nos cristais analisados, a principal concentração possui valores de ϵHf_t +10 e -5 e T_{DM} entre 1,25 e 2,25 Ga ,com sedimentos de assinatura juvenil. Os valores de ϵHf_t do segundo intervalo está entre -5 e -13 e T_{DM} entre 2,25 e 2,84 Ga e o terceiro conjunto possui valores de ϵHf_t variando entre -18 e -20 e T_{DM} de 3,08 a 3,61 Ga.

A amostra EMB-83 possui valores de ϵHf_t entre -3,05 a +10,11, os valores T_{DM} entre 1251 Ma e 2710 Ma. A grande acumulação dos valores de ϵHf_t positivos desta amostra indica uma fonte para estes sedimentos de origem juvenil.

Os valores de ϵHf_t para a amostra EMB-93 com idades em torno de 1,01 Ga encontram-se entre -1,4 a 5,6, com predomínio de valores positivos, as idades T_{DM} estão entre 1448 Ma a 1874 Ma. As idades 1,21 Ga o ϵHf_t variou entre -0,43 a +6,23 e as idades T_{DM} entre 1556 Ma e 1985 Ma e o pico de 1,78 os valores de ϵHf_t foram entre +3,45 e -5,9 e as idades T_{DM} entre 2152 Ma e 2854 Ma. Os resultados de ϵHf_t denotam que a rocha fonte dos sedimentos de picos entre 1,01 e 1,21 possui origem de juvenil, enquanto que os valores pouco negativos de ϵHf_t do pico de 1,78 indica uma fonte de origem crustal com pouco retrabalhamento.

Os cristais de zircão da amostra EMB-129 com idade U-Pb próximas ao pico de 1,18 Ga possuem ϵHf_t entre -2,87 e -18,33 e T_{DM} entre 2117 Ma e 3105 Ma, cristais com idade próxima ao pico de 1,49 Ga o ϵHf_t está entre -0,8 e -5,4 e o T_{DM} entre 2212 e 2513 Ma e por fim, o ϵHf_t próximo a idade de 1,78 Ga está entre +1,13 e -19,35 e o T_{DM} entre 2,32 Ga e 3,61 Ga, os cristais dessa amostra, diferentemente das demais, apresentam assinatura isotópica da fonte crustal com todos os valores de ϵHf_t negativos.

Probabilidade Relativa de Idades $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$

Figura 9.4-4 - Diagrama de distribuição acumulativa para as idades obtidas nos zircões detríticos e diagramas de média ponderada das idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

As idades mesoproterozóicas da amostra EMB-140 próximas ao pico de 1,18 tem ϵHf_t entre -9,25 e 10,02 e T_{DM} de 1269 Ma a 2459 Ma, e as idades paleoproterozóicas próximas a 1,81 Ga possui ϵHf_t entre -3 e -10 e idade T_{DM} entre 2,6 Ga e 3,08 Ga.

O sistema isotópico Sm-Nd (Figura 9.4-6) em rocha total também destaca padrões coerentes para a evolução do Nd. As rochas mais imaturas, Granada-biotita-plagioclásio gnaisses e Granada-sillimanita gnaissse com afinidades de metawackes assinalam ϵNd_0 entre -11 e -13, T_{DM} entre 1,4 e 1,56 Ga e ϵNd_t , pouco negativo, encontra-se em -1,28 e -0,71 e assinala uma mistura de fontes na crosta continental e no manto. O padrão isotópico dos metapelitos e quartzitos imaturos mostra-se mais evoluído, com ϵNd_0 de -14,5 a -20, T_{DM} entre 1,8 e 1,95 Ga e ϵNd_t entre -5 e -7. Um metapsamito muito imaturo (granada-biotita-quartzo gnaissse) exhibe uma evolução isotópica intermediária às anteriores e ϵNd_t de -3,1.

Figura 9.4-5- ϵHf_t versus idade U-Pb para a amostra EMB-85, EMB-93, EMB-129 e EMB-140.

Figura 9.4-6- ϵNd x idade em rocha total para as amostras EMB-1D, EMB-65D, EMB-122, EMB-65A, EMB-93, EMB-129.

10. DISCUSSÃO

A natureza do Terreno Embu é alvo de debate ainda nos dias atuais. Alguns autores admitem que este Terreno seja continuação das unidades da *Nappe* Socorro-Guaxupé e parte da margem ativa do paleo-continente Paranapanema (Duffles et al., 2016; Meira et al., 2015; Trouw et al., 2013).

Campos Neto (2000) admite que este o terreno corresponda a uma massa exótica acrescida entre 605-580 Ma a um proto-continente aglutinado entre 630-610 Ma, pela colisão as placas São Francisco e Paranapanema.

Os dados apresentados no presente estudo encontram-se resumidos na Tabela 10-1.

Tabela 10-1 - Resumo dos dados de geocronologia U-Pb em zircão, isotópica Lu-Hf em zircão e Sm-Nd em rocha total e dados de geoquímica de elementos terras raras (REE).

IDADE U-Pb (Ma)	Lu-Hf em zircão		REE		Sm-Nd em rocha total	
	εHf	Tdm (Ga)	Eu/Eu*	La _n /Yb _n	εNd	Tdm (Ga)
COMPLEXO RIO CAPIVARI						
2014	-5,6 a -13,1	2,9 a 3,4			-10,5	3,2
2080	-5,8 a +7,1	2,2 a 3,0	0,77	21,31	0,1	2,3
2137	3,7 a -3,9	2,4 a 2,9				
2162	-0,1 a -15,8	2,7 a 3,6			-4,2	2,6
2184	0,8 a -7,1	2,6 a 3,0			-12,6	4,26
2426	0,5 a 4,1	2,6 a 2,9			3,8	2,5
METASSEDIMENTOS						
1010 a 1210	-9,2 a 10,1	1,2 a 3,0	0,52 - 1,34	4,76 - 59,61	-0,7 a -6,9	1,4 a 1,9
1750 a 1810	-19,3 a 3,4	2,1 a 3,6				
ORTOGNAISSES TONIANOS						
788	-8 a -20	2,2 a 2,9	1,09	4,88	-6,8	1,8
787	-12 a -25	2,4 a 3,2	0,52	12,91	-7,8	1,8
784	-4 a -11	2,0 a 2,4				
781	-2 a -20	1,8 a 2,9	0,52	20,98	-12	2
GRANITOS E GNAISSES EDIACARANOS						
590					-12	1,8
595	-13 a -18	2,3 a 2,7	0,47	104	-11	1,7
613	1,2 a -10,9	1,4 a 2,2	0,5	11,68	-9	1,7
619	5,2 a -9,1	1,2 a 2,1	0,46	19,3	-8	1,7

10.1 COMPLEXO RIO CAPIVARI

O Complexo Rio Capivari é constituído por ortognaisses tonalito-granodiorito-graníticos, com prováveis metagabros (anfíbolitos), que possuem 4 espectros de idade: Sideriano (2,4 Ga), Riáciano (de 2,18 a 2,14 Ga), fim Riáciano (2,08 Ga) e Orosiriano, há 2,01 Ga.

O primeiro evento tectónico encontra-se no Sideriano de 2,4 Ga, (Maurer, 2016) e está registrado em rochas com composição granodiorítica, assinatura isotópica juvenil a pouco evoluída tanto no Sm-Nd ($\epsilon_{Nd}=+3,8$), quanto no Lu-Hf ($\epsilon_{Hf}=+0,46$ -4,09). Indica uma acreção juvenil de crosta félsica, com magmatismo de contribuição mantélica ou com retrabalhamento do manto na crosta inferior. As fontes envolvidas na formação do material magmático (com idades de $T_{dm(Nd)}$ de 2,5 Ga e $T_{dm(Hf)}$ entre 2,6-2,7Ga) são muito próximas da idade de cristalização da rocha, o que suporta a origem mantélica relacionada à formação de crosta juvenil.

O registro de séries magmáticas relacionadas com adição de crosta no Sideriano é escasso e o Período entre 2,45 e 2,2 Ga é conhecido como tectonicamente quiescente (Eriksson & Condie, 2014). No entanto, recentemente granitóides e sequências vulcano-sedimentares são descritas no sul do Cráton São Francisco (Teixeira et al., 2015), no fim-Sideriano, no Orógeno Arrowsmith, margem oeste do Cráton Churchill, Canadá (Hartlaub et al., 2007), no terreno Queen Maud a Noroeste do Laurentia (Schultz et al., 2007) e no Cráton da China (Zhou et al., 2011).

No entanto, registros de 2,42 Ga continuam escassos e reconhecidos indiretamente, sobretudo a partir de cristais detríticos de zircão (Partin et al., 2014). Heilbron et al. (2010) apresenta uma idade discordante há 2,42 Ga para um granulito máfico do complexo granulítico riáciano Juiz de Fora.

As rochas ortognáissicas Riaccianas (2,18 a 2,14 Ga) possuem $\epsilon\text{Nd} = -4$ a -12 e $\epsilon\text{Hf} = +3$ a -15 e podem indicar uma margem continental ativa. As idades das fontes magmáticas são predominantemente arqueanas ($T_{\text{dm}(\text{Nd})}$ de 2,6 a 4,26 Ga e $T_{\text{dm}(\text{Hf})}$ 2,4 a 3,6 Ga). Os dados dos elementos traços indicam que estas rochas sofreram contaminação de crosta média.

O terceiro evento magmático ocorreu a 2,08 Ga e está registrado em tonalitos metaluminosos e com teores de sílica intermediários. Possuem assinatura isotópica de Lu-Hf e Sm-Nd em rocha total pouco evoluída a juvenil ($\epsilon\text{Hf} = -5,76$ a $7,07$ e $\epsilon\text{Nd} = +0,08$). As razões Th/La menores que 0,2 revelam contaminação da crosta continental média.

As rochas do Riacciano assinalam uma transição, em 40 m.y., para segmentos adelgaçados da margem continental ativa, com provável mudança do arco magmático para regimes em extensão e retração do *slab*.

O final da evolução paleoproterozóica encontra-se no Orosiriano, há 2,01 Ga, com magmatismo granítico de assinatura isotópica continental em provável regime de colisão ($\epsilon\text{Hf} = -6$ a -13 e $\epsilon\text{Nd} = -10$). Os $T_{\text{dm}(\text{Hf})} = 2,39$ a 3,4 Ga e $T_{\text{dm}(\text{Nd})} = 3,20$ Ga, revelam contribuição de crosta de idade paleoproterozóica a arqueana.

Os ortognaisses do Complexo Rio Capivari registram uma história de orógenos acrecionários intra-oceânicos e de margem continental com embasamento arqueano não identificado.

10.2 PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR

A pilha metassedimentar psamo-pelítica, com níveis de *wacke* e carbonáticos mais restritos, possui de idade no Toniano e depositada entre 980 Ma (idade máxima de deposição a partir da idade do conjunto concordante mais jovem de zircão detrítico) e 800 Ma (idade mais antiga para o metamorfismo). A idade dos sedimentos precursores desta unidade foi também admitida no Toniano por Meira et al. (2015), Campanha et al. (2016) e Duffles et al. (2016).

Os valores de CIA entre 50 e 64 e ICV entre 1,06 e 1,69, indicam área-fonte próxima da bacia de sedimentação, com pouca influência de intemperismo químico e registra uma rápida erosão e soterramento de sedimentos não retrabalhados, provenientes do primeiro ciclo sedimentar.

A proveniência sedimentar é caracteristicamente bimodal. A área fonte proximal é admitida em um orógeno Mesoproterozóico do Esteniano (1,0-1,2 Ga), com assinaturas isotópicas de segmentos de arco insular e de margem continental ativa ($\epsilon\text{Hf} = -9,25$ a $+10,11$ e $\epsilon\text{Nd} = +0,71$ a $-6,88$), com embasamento Estateriano (picos de idade de proveniência entre 1,7 e 1,8 Ga).

O espectro de idades obtidos no presente estudo é semelhante aos obtidos a sul da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema nas regiões de Caucaia do Alto, Ibiúna e Embu-Guaçu, por Campanha et al. (2016).

Nestes domínios, a norte e sul da zona de cisalhamento, os metassedimentos não registram as idades Paleoproterozóicas do Complexo Rio Capivari nos cristais detríticos de zircão e tampouco na evolução isotópica de Nd e Hf (Figura 10.2-1 e Figura 10.2-2). Sendo assim é possível concluir que as rochas do Complexo Rio Capivari não forneceram detritos para os distintos segmentos paleogeográficos do ambiente de sedimentação e não conformam o embasamento desta pilha.

Duas amostras analisadas por Trouw et al. (2013), Duffles et al. (2016) e uma por Meira et al. (2015) indicam idades de proveniência no Paleoproterozóico, o que pode sugerir a existência demais de uma fonte para as rochas do Terreno.

O Orógeno Irumide, na borda do cráton Bangweulu, do proto-continente Congo, é composto pelas rochas do embasamento do Supergupo Muva, de idade Paleoproterozóica (1,8 Ga), os quais foram acrescidos uma série de terrenos distintos com assinatura isotópica de arco de ilha e de margem continental ativa e idades entre 1,0 e 1,4 Ga, com predomínio 1,0-1,2 Ga (De Waele et al., 2009; Hauzenberger et al., 2014; Johnson et al., 2005). Esse segmento orogênico configura uma provável área-fonte para os metassedimentos do Terreno Embu.

O orógeno Namaqua-Natal do Esteniano, na margem SW do Cráton Kaapvaal, possui segmentos acrecionários continentais e intra-oceânicos (Petterson et al., 2007), que também poderiam ter servido como área-fonte.

Figura 10.2-1- ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e no complexo Rio Capivari.

Figura 10.2-2- ϵ_{Hf_t} versus idade U-Pb para as amostras de metassedimentos e do Complexo Rio Capivari.

O domínio tectônico São Roque e o Terreno Oriental, vizinhos ao Terreno Embu, possuem proveniência sedimentar distinta. Para os metassedimentos São Roque o espectro principal de idades de proveniência encontra-se no Riaciano (2,2 Ga), compatível com a erosão de uma crosta granítica com provável fonte no embasamento do Terreno Apiaí e na porção meridional do Cratón do São Francisco (Henrique-Pinto et al., 2015).

Metassedimentos relacionados ao Terreno Oriental apresentam um conjunto de idades neoproterozoicas de proveniência, no Toniano ao Ediacarano (Valladares et al., 2008; Meira et al., 2015; Lobato et al., 2015).

A semelhança entre o padrão das idades de zircão detrítico entre o domínio São Roque, a *Nappe* Socorro-Guaxupé e o Terreno Embu foi utilizado por Duffles et al. (2016) e Trouw et al. (2013) como um dos principais argumentos para inserir o Terreno Embu como pertencente ao bloco Paranapanema. No entanto, a ausência da moda riaciana e o padrão bimodal esteniano-estateriano obtidos neste estudo, conflitam com os argumentos apresentados por aqueles autores.

10.3 EVENTOS TECTONO-MAGMÁTICOS

O primeiro evento tectônico está registrado nos ortognaisses tonalito-granodioríticos tidos em um arco magmático supra-subducção de 810 – 800 Ma (Cordani et al., 2002) e intrusivo na pilha metassedimentar. Foi acompanhado por um metamorfismo de alta temperatura impresso em metassedimentos migmatíticos, com idades de cristalização de zircão (com texturas de corrosão magmática e estruturas convolutas) de 805 Ma e idades EMPA em monazita de 790 Ma (Vlach, 2001).

Corpos ortognáissicos de composição tonalito-monzogranítica, alongados na foliação, são contemporâneos e possuem idades entre 790 e 780 Ma. São rochas intermediárias a ácidas, peraluminosas e com razão Th/La superiores a 0,5, compatíveis com contaminação na crosta superior e fusão de rochas sedimentares.

Estas características encaixam estas rochas no grupo composicional dos leucogranitos peraluminosos de Frost et al., 2001, que são chamados também de granitos-S. Estes granitos são gerados pela fusão parcial de rochas de rochas sedimentares como resultado do relaxamento/exumação do orógeno, durante a descompressão isoterma, parte da trajetória horária de $P-T$. Sendo assim estes gnaisses representariam a continuação do processo convergente de placas.

As assinaturas químicas e isotópicas destes ortognaisses admitem uma contaminação do magma parental pela pilha metassedimentar de composição pelítica (Figura 10.3-1 e 10.3-2) e não admitem contaminação pelos ortognaisses Rio Capivari.

Figura 10.3-1- ϵ_{Nd} x idade em rocha total nas rochas metassedimentares e ortognaisses tonianos.

Figura 10.3-2 - ϵHf_i versus idade U-Pb para as amostras de metassedimentos e os ortognaisses tonianos.

O segundo evento tectônico está registrado no batólito granítico peraluminoso Serra do Quebra Cangalha, com idades U-Pb_{Zr} de 680 ± 13 Ma (Trouw et al, 2013) e U-Pb_{Mnz} de $664 \pm 1,3$ Ma (Alves et al, 2013) e cristais herdados de zircão compatíveis com a proveniência da série metassedimentar (1,1 Ga e 1,5 – 1,9 Ga ; Alves et al., 2013). O corpo granítico encontra-se foliado, mas pouco deformado em comparação aos ortognaisses tonianos.

Cristais de zircão dos ortognaisses tonianos e de uma rocha metassedimentar (Duffles et al., 2016) possuem um sobrecrescimento homogêneo e de baixa razão Th/U, que definem idades entre 705 e 660 Ma (Tabela 10.3-1).

Não existem ainda elementos geológicos que permitam inferir o processo geodinâmico responsável pelo aumento do fluxo térmico, após um *gap* de 80 m.y.

O terceiro evento tectônico encontra-se no magmatismo ediacarano de 630-615 Ma, representado pelos granitóides Santa Catarina (Alves et al., 2013) e Silveiras e provavelmente pela fácies de composição intermediária do granito Lagoinha. São biotita e hornblenda-biotita granitóides com titanita e epidoto, metaluminosos e de composição cálcio-alcalina.

A assinatura geoquímica dos granitos Silveiras e Lagoinha diferem do granito Santa Catarina nas razões Eu/Eu^* e La/Yb , indicando que esse último é mais evoluído que os demais ($\text{Eu}/\text{Eu}^*_{\text{Silveiras}}=0,4-0,5$, $\text{Eu}/\text{Eu}^*_{\text{Lagoinha}}=0,3-0,5$ e $\text{Eu}/\text{Eu}^*_{\text{Santa Catarina}}=0,7$ e $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{nSilveiras}}=11-19$ $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{nLagoinha}}=16-43$ e $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{nSanta Catarina}}=60$). Para essas rochas a razão Th/La indica contaminação da crosta continental média e inferior.

A assinatura isotópica pouco evoluída deste grupo de granitóides sugere um ambiente de arco magmático em margem continental ativa.

Os granitóides metaluminosos marcam o processo convergente de placas que culminou na colisão entre este complexo domínio tectônico e o proto-continente Paranapanema-São Francisco (Orógeno Brasília). O processo de colisão continental ocorreu entre 615 Ma (idade mais jovem das plutônicas de arco) e 605 Ma (idade do granito Marins, intrusivo na zona de sutura; Duffles et al., 2013).

O Complexo Rio Capivari ocorre a norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema e nas proximidades da zona de sutura não conforma embasamento para a sequência metassedimentar, não participou como contaminante das distintas séries magmáticas e não registra os eventos metamórficos mais antigos (Toniano e Criogeniano). É provável que este fragmento tenha sido acrescido ao Terreno Embu, em níveis de crosta média superior neste evento de colisão.

O metamorfismo regional responsável pela foliação principal, de médio-baixo ângulo de mergulho, desenvolvida sob condições metamórficas de fácies anfibolito, está registrado em todas as unidades do Terreno Embu (Complexo Rio Capivari, metassedimentos, ortognaisses do Toniano, Granito Serra do Quebra Cangalha) e no sobrecrecimento homogêneo de cristais de zircão. Definem idades entre 605 e 575 Ma e uma idade há 620 Ma (Tabela 10.3-1).

Rochas plutônicas de ambiente de colisão, em parte controladas por zonas de cisalhamento transcorrente dextrais e associadas a texturas retrometamórficas estáticas e de condições de fácies xisto verde, são expressivas, em corpos alongados, por todo Terreno Embu. São granitos peraluminosos de idades entre 595 e 580 Ma.

É importante notar as diferenças desse magmatismo no bloco sul e norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema. Os granitos localizados a sul da zona de cisalhamento possuem assinaturas geoquímicas e isotópicas mais evoluídas (Alves et al., 2013, 2016) quando comparados com os estudados neste trabalho. Contudo, ambos contêm indicadores químicos e isotópicos de contaminação em crosta continental média retrabalhada.

Os granitos a norte da zona de cisalhamento admitem valores isotópicos de Nd compatíveis com a contaminação pelos metassedimentos pelíticos (Figura 10.3-3), aqueles a sul de assinatura Nd mais evoluída aparentemente não foram contaminados por essas rochas.

Figura 10.3-3 - ϵNd versus idade em rocha total nas rochas metassedimentares e granitos ediacaranos.

A formação destes granitos podem estar relacionadas a estágios de exumação do orógeno resultado da colisão do Terreno Embu com o proto-continente São Francisco-Paranapanema.

Tabela 10.3-1- Resumo das idades metamórficas obtidas para as rochas do Terreno Embu. RC= Complexo Rio Capivari; Meta=metassedimentos; Orto= ortognaisses tonianos; Gra= Granito Ediacarano.

IDADES DE METAMORFISMO			
1º evento tectônico 805- 790 Ma	Grt-Sill-Bt Gnaiss (Meta)	790±10	Vlach (2001)
	Sill-Grt-Bt Gnaiss (Meta)	805±5,8	Este trabalho
2º evento tectônico: 705 - 660 Ma	bt granodiorito gnaiss c/ grt (Orto)	707±6,2	Este trabalho
	grt bt monzogranito gnaiss (Orto)	675±9,2	Este trabalho
	bt granodiorito gnaiss (Orto)	661±7,7	Este trabalho
	Quartzito (Meta)	658±4,1	Duffles et al. (2016)
3º evento tectônico: 630- 575 Ma	Gnaiss granodiorítico (RC)	619±7,7	Maurer (2016)
	Sill-Grt-Bt Gnaiss (Meta)	607±4,6	Este trabalho
	Quartzito (Meta)	603±5,7	Duffles et al. (2016)
	Hbl-Ti-Bt tonalito gnaiss (RC)	599±30	Este trabalho
	Sill-Grt-Bt Gnaiss (Meta)	595±6,1	Este trabalho
	Gnaiss tonalítico (RC)	592±11	Maurer (2016)
	Quartzito (Meta)	570	Meira (2014)
	Ti Bi Monzogranito c/ epidoto (Gra)	577±4,1	Este trabalho

11. CONCLUSÃO

- As rochas do complexo Rio Capivari revelam uma história de aproximadamente 400 m.y, assinaladas em 4 eventos principais:
 - O Primeiro evento ocorre no Sideriano (2,4 Ga) e registra a formação de um arco intraoceânico evoluído.
 - Durante o Riáciano (2,18-2,14 Ga) este arco oceânico evoluiu para uma margem continental ativa.
 - Em 2,08 Ga ocorre um regime de retração de *slab*, com adelgaçamento da crosta continental da margem ativa.
 - O evento final ocorreu no Orosiriano (2,01 Ga), possui assinatura de crosta continental em provável regime de colisão.
- Os metassedimentos psamo-pelíticos têm idade máxima de deposição no Toniano (980 Ma) e provavelmente sofreram pouca influência do intemperismo químico, com rápida erosão, pouco retrabalhamento e a área fonte deveria estar próxima da bacia de sedimentação.
- As idades assinalam a proveniência em um orógeno Mesoproterozóico (1,0 -1,2 Ga), com embasamento Paleoproterozóico (1,8).

- A ausência tanto de um espectro de idades compatíveis com as rochas do Complexo Rio Capivari, como assinaturas isotópicas divergentes denota que o Complexo não era embasamento da bacia onde estes sedimentos foram depositados. Os orógenos Irumide e Namaqua-Natal na África, possuem características compatíveis, e podem ter servido de fonte para estes sedimentos.
- O primeiro evento tectônico ocorreu entre 810-780 Ma, é marcado por um magmatismo tonalítico-granodiorítico de assinatura correspondente a um ambiente de arco magmático supra-subducção de idade 810 Ma e um metamorfismo impresso nas rochas metassedimentares de 805-790 Ma. Os ortognaisses peraluminosos tonalíticos-monzograníticos de 790 Ma, correspondem aos estágios finais da subducção durante a exumação do orógeno, formados por contaminação da pilha metassedimentar Toniana.
- O segundo evento tectônico entre 705-660 Ma está impresso nas idades metamórficas obtidas principalmente nos ortognaisses tonianos e na idade de cristalização do Batólito Serra do Quebra Cangalha. Com os dados coletados até o presente momento no Terreno Embu, não foi possível determinar a natureza geodinâmica deste evento, sendo necessário mais estudo.
- O terceiro evento tectônico tem início no magmatismo metaluminoso que deu origem aos granitos Santa Catarina, Silveiras e Lagoinha, entre 630-610, interpretado com início da convergência do terreno Embu com o proto-continente Paranapanema-São Francisco, cuja colisão se daria entre 615 e 605 Ma.
- As idades do metamorfismo das rochas do Complexo Rio Capivari sugerem que este complexo foi acrescido ao Terreno Embu durante este evento.
- Os granitos metaluminosos ediacaranos (595-580 Ma) registrariam as etapas finais desta colisão, durante a exumação do orógeno, onde pode ter ocorrido contaminação das rochas metassedimentares. Os granitos ediacaranos a norte da zona de cisalhamento Taxaquara-Guararema tem características químicas e isotópicas menos evoluídas quando comparados aos locados a sul.

12. BIBLIOGRAFIA

- Almeida, J.C., 2000. Zonas de cisalhamento dúctil de alto grau do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., de Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth-Science Rev.* 17, 1–29.
- Alves, A., 2009. Petrogênese de plútons graníticos do leste paulista: Geocronologia, geoquímica elemental e isotópica. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 122p.
- Alves, A., De, V., Janasi, A., Da Costa, M., Neto, C., 2016. Sources of granite magmatism in the Embu Terrane (Ribeira Belt, Brazil): Neoproterozoic crust recycling constrained by elemental and isotope (Sr-Nd-Pb) geochemistry.
- Alves, A., Janasi, V. de A., Campos Neto, M. da C., Heaman, L., Simonetti, A., 2013. U-Pb geochronology of the granite magmatism in the embu terrane: Implications for the evolution of the central ribeira belt, SE Brazil. *Precambrian Res.* 230, 1–12.
- Babinski, M., Tassinari, C.C.G., Nutman, A.P., Sato, K., Martins, P.R. and Iyer, S., 2001. U/Pb SHRIMP zircon ages of migmatites from basement of the Embu Complex, Ribeira Fold Belt, Brazil: Indications of ~1.3-1.4 Ga Pb-Pb and Rb-Sr “isochron” ages of no geological meaning.
- Bergmann, M., 1988. Caracterização estratigráfica e estrutural da sequência vulcano-sedimentar do grupo São Roque - na região de Pirapora do Bom Jesus - Estado de São Paulo. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Brito Neves, B.B., Cordani, U.G., 1991. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research.* 53, 23–40.

- Brown, M., 2008. Characteristic thermal regimes of plate tectonics and their metamorphic imprint throughout Earth history: When did Earth first adopt a plate tectonics mode of behavior, in: Special Paper 440: When Did Plate Tectonics Begin on Planet Earth? Geological Society of America, pp. 97–128.
- Brown, M., 2007. Metamorphic Conditions in Orogenic Belts: A Record of Secular Change. *Int. Geol. Rev.* 49, 193–234.
- Campanha, G.A.C., 1999. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apirai Domain). *Precambrian Research*. 98, 31–51.
- Campanha, G., Faleiros, F.M., 2005. Neoproterozoic terrane collage in the southern and central Ribeira Belt, Brazil. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 12., 2005, Mendoza. Gondwana 12 conference: geological and biological heritage of Gondwana... Mendoza: Academia Nacional de Ciencias, p. v. 1, 81.
- Campanha, G.A.C., Basei, M.S., Tassinari, C.C.G., Nutman, A.P., Faleiros, F.M., 2008. Constraining the age of the Iporanga Formation with SHRIMP U-Pb zircon: Implications for possible Ediacaran glaciation in the Ribeira Belt, SE Brazil. *Gondwana Res.* 13, 117–125.
- Campanha, G.A.C., Faleiros, F.M., Basei, M.A.S., Tassinari, C.C.G., Nutman, A.P., Vasconcelos, P.M., 2015. Geochemistry and age of mafic rocks from the Votuverava Group, southern Ribeira Belt, Brazil: Evidence for 1490Ma oceanic back-arc magmatism. *Precambrian Res.* 266, 530–550.
- Campos Neto, M.C., Figueiredo, M.C., 1995. The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *J. South Am. Earth Sci.* 8, 143–162. Paciullo, F.V.P., Ribeiro, A., Andreis, R.R., Trouw, R.A.J., 2000. The Andrelândia Basin, a Neoproterozoic Intraplate Continental Margin, Southern Brasília Belt, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 30, 200–202.

- Campos Neto, M. da C., 2000. Orogenic systems from southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-Pan African cycle and collage in southeastern Brazil, in: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Ed.), Tectonic Evolution of South America. pp. 335–365.
- Campos Neto, M. C., 2000. Orogenic systems from southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-Pan African cycle and collage in southeastern Brazil, in: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Ed.), Tectonic Evolution of South America. pp. 335–365.
- Campos Neto, M.C., Stipp Basei, M.A., Farias Vlach, S.R., Caby, R., Szabó, G.A.J., Vasconcelos, P., 2004. Migração de Orógenos e Superposição de Orogêneses: Um Esboço da Colagem Brasileira no Sul do Cráton do São Francisco, SE - Brasil. Geol. USP - Ser. Cient. 4, 13–40.
- Campos Neto, M. C., Janasi, V.A., Basei, M.A.S., Siga Jr, O., 2007. Sistema de nappes Andrelândia, setor oriental: litoestratigrafia e posição estratigráfica. Brazilian Journal of Geology. 37, 47–60.
- Campos Neto, M. C., Cioffi, C.R., Moraes, R., da Motta, R.G., Siga, O., Basei, M.A.S., 2010. Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites: The Carvalhos Klippe example, from the oriental Andrelândia Nappe System, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil. Precambrian Res. 180, 125–142.
- Campos Neto, M. C., Basei, M.A.S., Assis Janasi, V. de, Moraes, R., 2011. Orogen migration and tectonic setting of the Andrelândia Nappe system: An Ediacaran western Gondwana collage, south of São Francisco craton. Journal of South America Earth Science. 32, 393–406.
- Carlos Da Silva, L., Mcnaughton, N.J., Armstrong, R., Hartmann, L.A., Fletcher, I.R., 2005. The neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U–Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens. Precambrian Res. 136, 203–240.

- Carson, C., 2002. U–Pb geochronology from Tonagh Island, East Antarctica: implications for the timing of ultra-high temperature metamorphism of the Napier Complex. *Precambrian Res.* 116, 237–263.
- Condie, K.C., 2007. Accretionary orogens in space and time, in: *Geological Society of America Memoirs*. Geological Society of America, pp. 145–158.
- Condie, K.C., 1998. Episodic continental growth and supercontinents: a mantle avalanche connection? *Earth Planet. Sci. Lett.* 163, 97–108.
- Cordani, U., Coutinho, J.M., Nutman, A., 2002. Geochronological constraints on the evolution of the Embu Complex, São Paulo, Brazil. *J. South Am. Earth Sci.* 14, 903–910.
- Coriolano de Marins de Dias Neto, 2001. *Evolução tectono-termal do complexo costeiro (faixa de dobramento Ribeira) em São Paulo*.
- Cox, R., Lowe, D.R., Cullers, R.L., 1995. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States. *Geochim. Cosmochim. Acta* 59, 2919–2940.
- DePaolo, D.J., Wasserburg, G.J., 1976. Nd isotopic variations and petrogenetic models. *Geophys. Res. Lett.* 3, 249–252. Geisler, T., Schaltegger, U., Tomaschek, F., 2007. Re-equilibration of Zircon in Aqueous Fluids and Melts. *Elements* 3.
- De Waele, B., Fitzsimons, I.C.W., Wingate, M.T.D., Tembo, F., Mapani, B., Belousova, E.A., 2009. The geochronological framework of the Irumide Belt: A prolonged crustal history along the margin of the Bangweulu Craton. *Am. J. Sci.* 309, 132–187.
- Duffles, P.A., Trouw, R.A.J., Mendes, J.C., Gerdes, A., 2013. Marins Granite (MG/SP): petrography, geochemistry, geochronology, and geotectonic setting. *Brazilian J. Geol.* 43, 487–500.

- Duffles, P., Trouw, R.A.J., Mendes, J.C., Gerdes, A., Vinagre, R., 2016. U-Pb age of detrital zircon from the Embu sequence, Ribeira belt, SE Brazil. *Precambrian Res.* 278, 69–86.
- 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. *J. Petrol.* 42, 2033–2048.
- Eriksson, P.G., Condie, K.C., 2014. Cratonic sedimentation regimes in the ca. 2450–2000Ma period: Relationship to a possible widespread magmatic slowdown on Earth? *Gondwana Res.* 25, 30–47.
- Faleiros, F.M., Campanha, G.A. da C., Bello, R.M. da S., Fuzikawa, K., 2010. Quartz recrystallization regimes, c-axis texture transitions and fluid inclusion reequilibration in a prograde greenschist to amphibolite facies mylonite zone (Ribeira Shear Zone, SE Brazil). *Tectonophysics* 485, 193–214.
- Faleiros, F.M., Campanha, G.A. da C., Bello, R.M. da S., Fuzikawa, K., 2007. Fault–valve action and vein development during strike–slip faulting: An example from the Ribeira Shear Zone, Southeastern Brazil. *Tectonophysics* 438, 1–32.
- Faleiros, F.M., Campanha, G.A.D.C., Martins, L., Vlach, S.R.F., Vasconcelos, P.M., 2011. Ediacaran high-pressure collision metamorphism and tectonics of the southern Ribeira Belt (SE Brazil): Evidence for terrane accretion and dispersion during Gondwana assembly. *Precambrian Research.* 189, 263–291.
- Fernandes, A. João, 1991. O Complexo Embu no leste do estado de São Paulo: contribuição do conhecimento da litoestratigrafia e da evolução estrutural e metamórfica. Tese de mestrado. Universidade de São paulo, São Paulo, 120p.
- 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. *J. Petrol.* 42, 2033–2048.
- McDonough, W.F. and Sun, S.-S., 1995. The composition of the Earth. *Chem. Geol.* 120, 223–253.

- Grohmann, C.H. and Campanha, G.A., 2010. penStereo: open source, cross-platform software for structural geology analysis, in: Resented at the AGU 2010 Fall Meeting.
- Harley, S.L., Kelly, N.M., Moller, A., 2007. Zircon Behaviour and the Thermal Histories of Mountain Chains. *Elements* 3, 25–30.
- Harley, S.L., Kelly, N.M., 2007. Tiny but Timely. *Elements*.
- Hartlaub, R.P., Heaman, L.M., Chacko, T., Ashton, K.E., 2007. Circa 2.3-Ga Magmatism of the Arrowsmith Orogeny, Uranium City Region, Western Churchill Craton, Canada. *J. Geol.* 115, 181–195.
- Hasui, Y., Oliveira, M.A.F., 1984. Província Mantiqueira - setor central, in: *O Pré-Cambriano No Brasil*. p. 378.
- Hasui, Y., 1975. Evolução Polifásico Pré-Cambriano a oeste de São Paulo. *Boletim do Inst. geociências* 6, 95–108.
- Hauzenberger, C.A., Tenczer, V., Bauernhofer, A., Fritz, H., Klötzli, U., Košler, J., Wallbrecher, E., Muhongo, S., 2014. Termination of the Southern Irumide Belt in Tanzania: Zircon U/Pb geochronology. *Precambrian Res.* 255, 144–162.
- Heilbron, M., Machado, N., 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira Orogen (se Brazil). *Precambrian Research*. 125, 87–112.
- Heilbron, M., Pedrosa-soares, A.C., Carlos, L., Allard, R., Trouw, J., 2004. Cap XIII Província Mantiqueira.
- Heilbron, M., Valeriano, C.M., Tassinari, C., Almeida, J., Tupinambá, M., Siga, O., Trouw, R.A.J., 2008. Correlation of Neoproterozoic terrane between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 294, 2011–237.

- Heilbron, M., Duarte, B.P., Valeriano, C. de M., Simonetti, A., Machado, N., Nogueira, J.R., 2010. Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U–Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. *Precambrian Res.* 178, 136–148.
- Heilbron, M., Tupinambá, M., Valeriano, C.D.M., Armstrong, R., Do Eirado Siva, L.G., Melo, R.S., Simonetti, A., Pedrosa Soares, A.C., Machado, N., 2013. The Serra da Bolívia complex: The record of a new Neoproterozoic arc-related unit at Ribeira belt. *Precambrian Research.* 238, 158–175.
- Henrique-Pinto, R., Janasi, V.A., Tassinari, C.C.G., Carvalho, B.B., Cioffi, C.R., Stríkis, N.M., 2015. Provenance and sedimentary environments of the Proterozoic São Roque Group, SE-Brazil: Contributions from petrography, geochemistry and Sm–Nd isotopic systematics of metasedimentary rocks. *Journal of South American Earth Science.* 63, 191–207.
- Hokada, T., Harley, S.L., 2004. Zircon growth in UHT leucosome: constraints from zircon-garnet rare earth elements (REE) relations in Napier Complex, East Antarctica. *J. Mineral. Petrol. Sci.* 99, 180–190.
- Janasi, V.A., Alves, A., Vlach, S.R.F., Leite, R.J., 2003. Granitos Peraluminosos da porção Central da Faixa Ribeira, Estado de São Paulo: Sucessivos Eventos de Reciclagem da Crosta Continental no Neoproterozoico. *Geol. USP - Ser. Cient.* 3, 13–24.
- Janasi, V.A., Vlach, S.R.F., da Costa Campos Neto, M., Ulbrich, H.H.G.J., 2009. Associated a-type subalkaline and high-k calc-alkaline granites in the Itu granite province, southeastern Brazil: petrological and tectonic significance. *Can. Mineral.* 47, 1505–1526.
- Johnson, S.P., Rivers, T., De Waele, B., 2005. A review of the Mesoproterozoic to early Palaeozoic magmatic and tectonothermal history of south–central Africa: implications for Rodinia and Gondwana. *J. Geol. Soc. London.* 162.
- Kelly, N.M., Harley, S.L., 2005. An integrated microtextural and chemical approach to zircon geochronology: refining the Archaean history of the

- Napier Complex, east Antarctica. *Contrib. to Mineral. Petrol.* 149, 57–84.
- Juliani, C., Beljavskis, P., 1995. Revisão Da Litoestratigrafia Da Faixa São Roque/Serra Do Itaberaba (Sp). *Rev. do Inst. Geológico* 16, 33–58.
- Le Bas, M., Maitre, R., Streckeisen, A., Zanettin, B., Rocks, I., 1986. A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *J. Petrol.* 27 V.3, 745-750.
- Maurer, V.C., 2016. Caracterização geocronológica (U-Pb), geoquímica e isotópica (Sr, Nd, Hf) do Complexo Rio Capivari no Terreno Embu. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 290p.
- Meira, V.T., 2014. Evolução tectono-metamórfica Neoproterozoica dos complexos Embu e Costeiro no contexto de formação do Gondwana ocidental (leste do estado de São Paulo). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 266p.
- Meira, V.T., García-Casco, A., Juliani, C., Almeida, R.P., Schorscher, J.H.D., 2015. The role of intracontinental deformation in supercontinent assembly: insights from the Ribeira Belt, Southeastern Brazil (Neoproterozoic West Gondwana). *Terra Nov.* 27, 206–217.
- Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* 299, 715–717.
- Partin, C.A., Bekker, A., Sylvester, P.J., Wodicka, N., Stern, R.A., Chacko, T., Heaman, L.M., 2014. Filling in the juvenile magmatic gap: Evidence for uninterrupted Paleoproterozoic plate tectonics, *Earth and Planetary Science Letters*.
- Perrotta, M.M., E.D. Salvador, R.C. Lopes, L.Z. D'Agostino, N. Peruffo, S.D. Gomes, L.L.B., Sachs, V.T. Meira, J.V.L.F., 2005. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:750.000, Programa Geologia do Brasil – PGB, CPRM, São Paulo.

- Peternel, R., Trouw, R.A.J., Schmitt, R.D.S., 2005. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira no Sudeste do Brasil. *Brazilian J. Geol.* 35, 297–310.
- Plank, T., 2005. Constraints from Thorium/Lanthanum on sediment recycling at subduction zones and the evolution of the continents. *J. Petrol.* 46, 921–944.
- Ribeiro, A., Trouw, R.A.J., Andreis, R.R., Paciullo, F.V.P., Valenc, amp, x, a, J.G., 1995. Evolução das bacias proterozoicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do craton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências* 25, 235–248.
- Rubatto, D., 2002. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U–Pb ages and metamorphism. *Chem. Geol.* 184, 123–138.
- Sadowski, H.G.R.&, 1976. Considerações sobre a estratigrafia do Pré-Cambriano na Região de São Paulo. *Bol. IG* 9, 107–113.
- Schaltegger, U., Fanning, C.M., Günther, D., Maurin, J.C., Schulmann, K., Gebauer, D., 1999. Growth, annealing and recrystallization of zircon and preservation of monazite in high-grade metamorphism: conventional and in-situ U-Pb isotope, cathodoluminescence and microchemical evidence. *Contrib. to Mineral. Petrol.* 134, 186–201.
- Scherer, E., Munker, C., Mezger, K., Patchett, P.J., Tatsumoto, M., Sguigna, A.P., Larabee, A.J., Waddington, J.C., Blichert-Toft, J., Albarède, F., Norman, E., Sato, J., Ohoka, Y., Hirose, T., Gehrke, R.J., Casey, C., Murray, R.K., Dalmasso, J., Barci-Funel, G., Ardisson, G.J., Nir-El, Y., Lavi, N., Boudin, A., Deutsch, S., Aleinikoff, J.N., Grauch, R.I., Ludwig, K.R., Cosca, M.A., Mezger, K., Essene, E.J., Childe, F., Parrish, R.R., Kamber, B.S., Frei, R., Gibb, A.J., Baadsgaard, H., Heaman, L.M., LeCheminant, A.N., Reischmann, T., Horn, I., Dixon, D., McNair, A., Curran, S.C., Glover, R.N., Watt, D.E., Vervoort, J.D., Blichert-Toft, J., Amelin, Y., Lee, D.-C., Halliday, A.N., Amelin, Y., Lee, D.-C., Halliday, A.N., Pidgeon, R.T., Wilde,

- S.A., Valley, J.W., Peck, W.H., Graham, C.M., Mojzsis, S.J., Harrison, T.M., Pidgeon, R.T., Goldstein, S.L., Galer, S.J.G., Harper, C.L., Jacobsen, S.B., McCulloch, M.T., Bennett, V.C., Sharma, M., Papanastassiou, D.A., Wasserburg, G.J., Dymek, R.F., Münker, C., Göpel, C., Manhès, G., Allègre, C.J., Vervoort, J.D., Patchett, P.J., Salters, V.J.M., White, W.M., Vervoort, J.D., Patchett, P.J., Blichert-Toft, J., Albarède, F., Blichert-Toft, J., Arndt, N.T., Jaffey, A.H., Flynn, K.F., Glendenin, L.E., Bentley, W.C., Essling, A.M., Ludwig, K.R., 2001. Calibration of the lutetium-hafnium clock. *Science* 293, 683–7.
- Scherer, E.E., Whitehouse, M.J., Munker, C., 2007. Zircon as a Monitor of Crustal Growth. *Elements* 3, 19–24.
- Schmitt, R.S., Trouw, R.A.J., Van Schmus, W.R., Pimentel, M.M., 2004. Late amalgamation in the central part of West Gondwana: New geochronological data and the characterization of a Cambrian collisional orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Res.* 133, 29–61.
- Schmitt, R.S., Trouw, R.A.J., Van Schmus, W.R., Passchier, C.W., 2008. Cambrian orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil) and correlations within West Gondwana: ties that bind underwater. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 294, 279–296.
- Schultz, M.E.J., Chacko, T., Heaman, L.M., Sandeman, H.A., Simonetti, A., Creaser, R.A., 2007. Queen Maud block: A newly recognized Paleoproterozoic (2.4–2.5 Ga) terrane in northwest Laurentia. *Geology* 35, 707.
- Siga Junior, O., Basei, M.A.S., Passarelli, C.R., Sato, K., Cury, L.F., McReath, I., 2009. Lower and Upper Neoproterozoic magmatic records in Itaiacoca Belt (Paraná-Brazil): Zircon ages and lithostratigraphy studies. *Gondwana Research.* 15, 197–208.

- Siga Junior, O., Basei, M.A.S., Nutman, A., Sato, K., McReath, I., Passarelli, C.R., Liu, D., 2011. Extensional and collisional magmatic records in the Apiaí Terrane, south-southeastern Brazil: integration of geochronological U-Pb Zircon ages. *Geologia USP. Série Científica* 11, 149–175.
- Silva, L.C., Pedrosa-Soares, A.C., Teixeira, L.R., Armstrong, R., 2008. Tonian rift-related, A-type continental plutonism in the Araçuaí Orogen, eastern Brazil: New evidence for the breakup stage of the São Francisco–Congo Palecontinent. *Gondwana Research*. 13, 527–537.
- Taylor, S. R.; McLennan, S.M., 1985. *The continental crust: its composition and evolution*. Oxford Blackwell Sci.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1995. The geochemical evolution of the continental crust. *Rev. Geophys.* 33, 241.
- Tedeschi, M., Novo, T., Pedrosa-Soares, A., Dussin, I., Tassinari, C., Silva, L.C., Gonçalves, L., Alkmim, F., Lana, C., Elia Figueiredo, C., Dantas, E., Medeiros, S., Campos Neto, M.C., Corrales, F., Heilbron, M., 2016. The Ediacaran Rio Doce magmatic arc revisited (Araçuaí-Ribeira orogenic system, SE Brazil).
- Teixeira, W., Ávila, C.A., Dussin, I.A., Corrêa Neto, A.V., Bongioiolo, E.M., Santos, J.O., Barbosa, N.S., 2015. A juvenile accretion episode (2.35–2.32Ga) in the Mineiro belt and its role to the Minas accretionary orogeny: Zircon U–Pb–Hf and geochemical evidences. *Precambrian Res.* 256, 148–169.
- Teixeira Al, Gaucher C, Paim PSG, Fonseca MM, Parente CV, S.F.W.A.A.A., 2004. Bacias do Estágio da Transição da Plataforma Sul-Americana, in: *Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução Da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. pp. 487–537.
- Trouw, R.A., Heilbron, M., Ribeiro, A., Paciullo, F.V.P., Valeriano, C.M., Almeida, J.C.H., Tupinambá, M., Andreis, R.R., 2000. The Central Segment of the Ribeira Belt. *Tectonic Evolution South America*. 287–310.

- Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H.H., 2013. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil. *Journal of South America Earth Science*. 48, 43–57.
- Vieira, S., Coutinho, F., Alves, F., 1990. Geologia e evolução Geológica da Região. *Revista Brasileira de Geociências* 20, 277–281.
- Vlach, S., 2001. Microprobe monazite constraints for an early (ca.790 Ma) Brasiliano Orogeny: the Embu Terrane, in: III South American Symposium on Isotope Geology. Púcon, Chile, pp. 266–268.
- Yin, C., Zhao, G., Guo, J., Sun, M., Xia, X., Zhou, X., Liu, C., 2011. U–Pb and Hf isotopic study of zircons of the Helanshan Complex: Constrains on the evolution of the Khondalite Belt in the Western Block of the North China Craton. *Lithos* 122, 25–38.
- Zuquim, M.P.S., Trouw, R.A.J., Trouw, C.C., Tohver, E., 2011. Structural evolution and U–Pb SHRIMP zircon ages of the Neoproterozoic Maria da Fé shear zone, central Ribeira Belt – SE Brazil. *Journal of South America Earth Science*. 31, 199–213.

ANEXO I -
Dados U-Pb La-ICP-MS em zircão

EMB-103																							
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.		
2,1	0,7903	0,0217	0,0966	0,0024	0,84	10,3559	0,2611	0,0594	0,0032	0,027	0,0017	0,19	146,8	101,3	1341,9	0,076	0,594	0,014	0,58	0,115	102		
3,1	6,2916	0,1604	0,3592	0,0091	0,73	2,7843	0,0704	0,127	0,0066	0,236	0,0372	0,14	101,6	100,9	217,9	0,463	1,978	0,043	2,058	0,091	96		
4,1	7,0769	0,205	0,3846	0,0104	0,68	2,6004	0,0704	0,1335	0,0074	0,1252	0,0038	0,29	49,2	38,5	94,6	0,407	2,098	0,048	2,144	0,097	97		
5,1	0,8354	0,0361	0,0994	0,0028	0,48	10,0564	0,279	0,0609	0,0044	0,0025	0,0034	0,26	27,8	0,9	253,4	0,004	0,611	0,016	0,637	0,157	95		
5,2	6,1172	0,1564	0,3478	0,0088	0,97	2,8754	0,0726	0,1276	0,0065	0,0589	0,0196	0,08	104,8	44,5	240,2	0,185	1,924	0,042	2,065	0,09	93		
6,1	5,9401	0,1563	0,3402	0,0087	0,84	2,9398	0,0749	0,1267	0,0066	0,1255	0,0566	0,13	73,8	64	165,2	0,387	1,887	0,042	2,052	0,093	91		
7,1	6,5929	0,1715	0,3681	0,0094	0,75	2,7164	0,0692	0,1299	0,0068	0,1178	0,0225	0,49	58,7	31,1	135,7	0,229	2,021	0,044	2,096	0,092	96		
8,1	6,1332	0,1569	0,351	0,0089	0,61	2,8489	0,0725	0,1267	0,0065	0,0867	0,0345	0,21	99,8	55,6	221,5	0,251	1,939	0,043	2,053	0,09	94		
9,1	6,7366	0,1605	0,3828	0,0092	0,87	2,6123	0,063	0,1276	0,0063	0,2641	0,174	0,14	106,3	53,2	197,7	0,269	2,089	0,043	2,066	0,088	101		
10,1	0,8542	0,0658	0,1004	0,0034	0,01	9,9581	0,3416	0,0617	0,0069	0,0085	0,0123	0,92	8,9	0,6	80,4	0,007	0,617	0,02	0,664	0,245	92		
11,1	6,2124	0,1576	0,3514	0,0089	0,01	2,8459	0,0722	0,1282	0,0065	0,1552	0,029	0,18	107,7	118,6	217,6	0,545	1,941	0,042	2,074	0,09	93		
12,1	6,7299	0,1719	0,3806	0,0077	0,7	2,6271	0,0531	0,1282	0,0051	0,2431	0,0271	0,23	147,3	199,4	274,8	0,726	2,079	0,036	2,074	0,068	100		
13,1	6,0364	0,1636	0,3421	0,0074	0,83	2,9228	0,0629	0,128	0,0053	0,0583	0,0317	0,23	69,8	47,8	155,1	0,308	1,897	0,035	2,07	0,072	91		
14,1	5,7472	0,1508	0,3352	0,0069	0,75	2,9833	0,0616	0,1244	0,0051	0,0852	0,0474	0,11	76,7	20,9	192,3	0,109	1,864	0,033	2,02	0,071	92		
15,1	5,9253	0,1569	0,3438	0,0073	0,78	2,9086	0,062	0,125	0,0051	0,1669	0,0502	0,25	122,1	147	256,3	0,574	1,905	0,035	2,029	0,073	93		
16,1	6,5487	0,2244	0,3699	0,0096	0,78	2,7034	0,0701	0,1284	0,0067	0,225	0,0396	0,15	134,2	260,4	247,2	1,053	2,029	0,045	2,076	0,091	97		
17,1	5,9929	0,1695	0,3403	0,0076	0,86	2,9382	0,0657	0,1277	0,0053	0,1715	0,0417	0,21	81,5	117,4	172,9	0,679	1,888	0,036	2,067	0,074	91		
18,1	6,7259	0,1824	0,3826	0,0082	0,96	2,614	0,056	0,1275	0,0056	0,1741	0,0438	0,26	57,4	53,4	125,8	0,424	2,088	0,038	2,064	0,078	101		
19,1	6,1423	0,1675	0,3512	0,0075	0,83	2,8471	0,0609	0,1268	0,0053	0,1295	0,0685	0,82	60,9	69,9	133,1	0,525	1,94	0,036	2,055	0,074	94		
20,1	6,2877	0,1661	0,3601	0,0075	0,05	2,7772	0,058	0,1266	0,0052	0,2531	0,0348	0,32	63,2	47,4	119,5	0,397	1,983	0,036	2,052	0,072	96		
21,1	6,6218	0,165	0,3806	0,0076	0,79	2,6277	0,0522	0,1262	0,0052	0,1627	0,1311	0,12	101,2	212	172,9	1,226	2,079	0,036	2,046	0,073	101		
22,1	6,2991	0,1721	0,3604	0,0077	0,62	2,7746	0,0595	0,1268	0,0054	0,1564	0,0123	0,11	76,6	66,5	162,9	0,408	1,984	0,037	2,053	0,075	96		
23,1	5,5364	0,1401	0,327	0,0065	0,56	3,0582	0,0612	0,1228	0,0049	0,0133	0,0068	0,21	107,6	2,8	285,9	0,01	1,824	0,032	1,997	0,07	91		

EMB-88A																						
RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
1,1	1,1636	0,0612	0,1294	0,004	0,33	7,7293	0,2342	0,0652	0,0026	0,2824	0,1526	0,33	165,4	901,4	1013	0,89	0,784	0,022	0,782	0,086	100	
2,1	1,149	0,0514	0,1294	0,0038	0,96	7,7296	0,223	0,0644	0,002	0,2616	0,1422	0	279,4	637,6	2167,8	0,294	0,784	0,022	0,755	0,068	103	
3,1	0,9319	0,0522	0,1082	0,0036	0,98	9,2405	0,3072	0,0625	0,0024	0,1403	0,18	0,59	289,2	1112,9	2116,3	0,526	0,662	0,02	0,69	0,08	96	
4,1	1,0804	0,0596	0,1228	0,0038	0,93	8,1419	0,2474	0,0638	0,0028	0,1149	0,096	0,95	83,7	361,6	574,4	0,63	0,747	0,022	0,735	0,096	101	
5,1	1,1852	0,0602	0,1319	0,004	0,84	7,5809	0,2274	0,0652	0,0026	0,3112	0,0562	0,48	146	603,1	938,9	0,642	0,799	0,022	0,78	0,082	102	
6,1	1,1608	0,057	0,1283	0,0038	0,93	7,7949	0,2308	0,0656	0,0024	0,2447	0,0774	0,7	173,1	703,2	1081,7	0,65	0,778	0,022	0,794	0,078	97	
7,1	1,0679	0,0582	0,1213	0,0038	0,98	8,2473	0,2568	0,0639	0,0026	0,1444	0,117	0,13	143,9	534	930,1	0,574	0,738	0,022	0,738	0,086	100	
8,1	1,1849	0,0598	0,1316	0,004	0,97	7,597	0,2278	0,0653	0,0024	0,354	0,0748	0,75	112,6	419,7	730,2	0,575	0,797	0,022	0,784	0,078	101	
9,1	1,1621	0,0556	0,1295	0,0038	0,92	7,7247	0,2262	0,0651	0,0024	0,3202	0,0902	0,36	150,2	769,4	982,5	0,783	0,785	0,022	0,778	0,076	100	
10,1	0,9922	0,048	0,1148	0,0034	0,99	8,7136	0,2546	0,0627	0,0022	0,1218	0,1514	0,66	171,7	653,2	1253,9	0,521	0,7	0,02	0,698	0,076	100	
11,1	1,1796	0,069	0,1304	0,004	0,91	7,6664	0,2388	0,0656	0,0032	0,2526	0,0384	1,22	75,4	243,5	493,4	0,494	0,79	0,024	0,793	0,1	99	
12,1	1,1702	0,054	0,13	0,0038	0,97	7,6905	0,2228	0,0653	0,0022	0,2149	0,021	1,63	203,9	1001,6	1454,5	0,689	0,788	0,022	0,783	0,072	100	
13,1	1,2611	0,0576	0,1411	0,004	0,98	7,0887	0,2044	0,0648	0,0022	0,1921	0,0754	0,75	278,8	455,9	2243,9	0,203	0,851	0,024	0,769	0,07	110	
14,1	1,2808	0,0986	0,1435	0,0048	0,96	6,9695	0,235	0,0647	0,0044	0,1277	0,1086	0,32	38,4	121,2	251,4	0,482	0,864	0,028	0,766	0,144	112	
15,1	1,013	0,0584	0,1156	0,0034	0,95	8,6517	0,2604	0,0636	0,0028	0,1075	0,0424	1,65	117,6	203,1	898,7	0,226	0,705	0,02	0,727	0,094	96	
16,1	1,1219	0,049	0,126	0,0034	0,96	7,9389	0,2108	0,0646	0,002	0,1896	0,1688	0,7	285,7	1256,9	1845,4	0,681	0,765	0,02	0,761	0,066	100	
16,2	1,1665	0,054	0,1312	0,0034	0,99	7,6209	0,2016	0,0645	0,0024	0,3183	0,198	2,44	268	2338	1457,8	1,604	0,795	0,02	0,757	0,078	104	
17,1	0,9477	0,0436	0,1106	0,003	0,99	9,043	0,2526	0,0622	0,002	0,1147	0,2518	0,53	166,3	827,1	1069,2	0,774	0,676	0,018	0,679	0,068	99	
18,1	0,9474	0,0362	0,1111	0,0028	0,89	8,9988	0,2346	0,0618	0,0016	0,0064	0,0042	0,02	701,1	133,6	6432,1	0,021	0,679	0,016	0,668	0,054	101	
19,1	1,196	0,0824	0,134	0,0042	0,92	7,4609	0,2378	0,0647	0,004	0,1641	0,088	0,43	58,2	153,2	410,6	0,373	0,811	0,024	0,765	0,126	105	
20,1	1,0114	0,0374	0,1185	0,003	0,89	8,4357	0,2104	0,0619	0,0016	0,0085	0,0028	0,92	588,9	140	5065,7	0,028	0,722	0,018	0,67	0,054	107	
21,1	0,9568	0,0376	0,1119	0,003	0,95	8,9336	0,2376	0,062	0,0016	0,0084	0,002	0,51	508,2	118,4	4602,5	0,026	0,684	0,018	0,674	0,054	101	
22,1	1,1781	0,0528	0,1315	0,0036	0,92	7,6052	0,2054	0,065	0,0022	0,2366	0,0628	0,55	223,3	1026	1398,5	0,734	0,796	0,02	0,774	0,068	102	
23,1	1,0322	0,053	0,1219	0,0034	0,99	8,2028	0,2222	0,0614	0,0028	0,0499	0,0268	8,65	160,2	1129,1	1494,2	0,756	0,742	0,018	0,654	0,102	113	
24,1	1,1626	0,0582	0,1325	0,0036	0,99	7,5495	0,206	0,0637	0,0026	0,132	0,0676	1,94	144,5	319	1283,6	0,249	0,802	0,02	0,73	0,088	109	
25,1	1,1388	0,0746	0,1279	0,004	0,06	7,817	0,2414	0,0646	0,0036	0,1956	0,016	0,19	52,2	172,9	351,8	0,491	0,776	0,022	0,76	0,118	102	
26,1	1,1162	0,0504	0,1257	0,0032	0,94	7,9567	0,2062	0,0644	0,002	0,3092	0,0956	0	231,9	1428,4	1399,8	1,02	0,763	0,018	0,755	0,062	101	
27,1	0,9864	0,047	0,1141	0,003	0,99	8,761	0,2262	0,0627	0,002	0,1546	0,1252	1,37	363,7	1426,7	2829,5	0,504	0,697	0,018	0,697	0,07	99	
28,1	1,1899	0,0568	0,1344	0,0036	0,98	7,4417	0,1984	0,0642	0,0022	0,1482	0,1096	1,29	105,6	207,8	804	0,258	0,813	0,02	0,749	0,07	108	
29,1	1,1464	0,0558	0,1278	0,0034	0,68	7,8251	0,2128	0,0651	0,0022	0,2945	0,0268	0,21	178,9	944	1107,8	0,852	0,775	0,02	0,776	0,072	99	
30,1	1,1412	0,0562	0,1279	0,0034	0,85	7,8217	0,2116	0,0647	0,0022	0,2937	0,1174	1,39	118	429	787,2	0,545	0,776	0,02	0,766	0,072	101	
31,1	1,1652	0,0632	0,1304	0,0036	0,96	7,6707	0,214	0,0648	0,0028	0,246	0,07	1,38	62,4	198,2	478,1	0,414	0,79	0,02	0,769	0,09	102	
32,1	1,0184	0,0496	0,1179	0,0032	0,94	8,4797	0,2272	0,0626	0,0022	0,1002	0,0386	0,2	116,6	338,1	885,4	0,382	0,719	0,018	0,696	0,074	103	
33,1	0,9761	0,0502	0,1137	0,0032	0,98	8,7927	0,2406	0,0622	0,0024	0,0687	0,0206	2,34	140,8	312,5	1177,6	0,265	0,694	0,018	0,683	0,08	101	
34,1	1,0565	0,0558	0,1205	0,0034	0,99	8,2996	0,2372	0,0636	0,0022	0,1667	0,153	0,4	371	1805,1	2572,7	0,702	0,733	0,02	0,728	0,076	100	
35,1	0,8716	0,0442	0,105	0,003	0,91	9,5277	0,27	0,0602	0,0018	0,0341	0,0536	0,5	42,2	86	243,4	0,353	0,643	0,018	0,612	0,064	105	
36,1	1,0291	0,0616	0,1182	0,0034	0,96	8,4627	0,2446	0,0632	0,003	0,1364	0,096	0,65	98,9	381,1	627,7	0,607	0,72	0,02	0,714	0,1	100	
37,1	1,0059	0,041	0,1154	0,0028	0,95	8,6673	0,2128	0,0632	0,0018	0,0404	0,0682	1,9	115,8	382,4	912,9	0,419	0,704	0,016	0,716	0,062	98	
38,1	1,1763	0,0632	0,1312	0,0036	0,96	7,6248	0,2104	0,0651	0,0026	0,2583	0,0704	0,22	157,1	905	972,1	0,931	0,794	0,02	0,776	0,086	102	

EMB-100B																						
RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
1,1	1,2106	0,0502	0,1333	0,0032	0,57	7,5022	0,1772	0,0659	0,0026	0,1072	0,0046	0,24	76,6	136,2	470,7	0,289	0,807	0,018	0,802	0,084	100	
2,1	1,1261	0,0512	0,1269	0,003	0,9	7,8799	0,192	0,0644	0,0028	0,0937	0,007	3,52	72,1	128,4	493,4	0,26	0,77	0,018	0,753	0,092	102	
3,1	2,5885	0,1016	0,2207	0,0052	0,96	4,5306	0,1072	0,0851	0,0032	0,1516	0,0136	0,12	95,3	137,9	338,7	0,407	1,286	0,028	1,317	0,072	97	
3,2	1,0673	0,0454	0,1209	0,0028	0,53	8,2725	0,1952	0,064	0,0026	0,0587	0,0086	2,11	94,8	114,7	683,8	0,168	0,736	0,016	0,743	0,086	99	
4,1	4,9122	0,1944	0,3149	0,0076	0,8	3,1759	0,0776	0,1131	0,0044	0,2427	0,022	0,19	91,2	138,8	215	0,645	1,765	0,038	1,851	0,068	95	
5,1	1,4178	0,065	0,1454	0,0038	0,99	6,8799	0,1778	0,0707	0,0028	0,148	0,1058	0,16	80,1	96,2	478,7	0,201	0,875	0,02	0,95	0,08	92	
6,1	1,2089	0,0574	0,1346	0,0034	0,92	7,4267	0,184	0,0651	0,003	0,0568	0,0106	0,49	58,1	60,6	374,3	0,162	0,814	0,018	0,778	0,098	104	
7,1	0,9308	0,0402	0,1093	0,0026	0,73	9,1452	0,2158	0,0617	0,0026	0,0201	0,0048	0,13	57,9	28,5	488	0,058	0,669	0,014	0,665	0,092	100	
8,1	1,1824	0,0432	0,1326	0,0028	0,46	7,5443	0,1622	0,0647	0,0024	0,0588	0,0136	0,97	197,4	209,6	1342,6	0,156	0,802	0,016	0,764	0,07	104	
9,1	1,1927	0,0484	0,1329	0,003	0,52	7,5247	0,1706	0,0651	0,0026	0,1776	0,0248	0,3	84,3	236,6	525,6	0,45	0,804	0,018	0,777	0,086	103	
10,1	1,1117	0,059	0,1255	0,0032	0,8	7,9656	0,2058	0,0642	0,0034	0,131	0,0058	0,33	39,5	106	264,8	0,4	0,762	0,018	0,749	0,112	101	
11,1	1,2105	0,069	0,1311	0,0036	0,89	7,6278	0,2066	0,067	0,004	0,1726	0,0274	0,36	31,3	109,1	193,2	0,564	0,794	0,02	0,837	0,128	94	
12,1	1,1071	0,0504	0,125	0,0034	0,74	8,0027	0,2196	0,0643	0,0032	0,0677	0,0378	0,14	71,9	80,5	485,9	0,166	0,759	0,02	0,75	0,106	101	
13,1	1,1641	0,0842	0,13	0,0046	0,57	7,6896	0,2762	0,0649	0,0054	0,1252	0,048	0,45	18,1	34,4	115,1	0,299	0,788	0,026	0,772	0,176	102	
14,1	1,1745	0,0554	0,1322	0,0036	0,85	7,5669	0,21	0,0645	0,0034	0,1767	0,1088	2,74	48,3	44,5	322,7	0,138	0,8	0,02	0,757	0,112	105	
15,1	2,1498	0,0802	0,195	0,005	0,66	5,1286	0,1308	0,08	0,0032	0,2114	0,055	0	63,3	112,3	271,7	0,413	1,148	0,026	1,196	0,08	96	
16,1	1,1475	0,0454	0,1258	0,0032	0,94	7,9485	0,2058	0,0662	0,0028	0,244	0,1256	0	28,1	67,5	149,2	0,452	0,764	0,018	0,811	0,092	94	
17,1	0,8933	0,043	0,1056	0,003	0,85	9,4741	0,2674	0,0614	0,0032	0,0138	0,0084	0,09	48,3	24,6	418,6	0,059	0,647	0,018	0,653	0,112	99	
18,1	1,083	0,0578	0,1222	0,0036	0,01	8,1844	0,247	0,0643	0,0038	0,0874	0,068	6,83	59,5	131,1	393,1	0,333	0,743	0,022	0,751	0,13	98	
19,1	1,1843	0,0666	0,1322	0,004	0,85	7,5657	0,2338	0,065	0,004	0,1256	0,0494	0,18	46,7	82,9	309	0,268	0,8	0,024	0,774	0,132	103	
20,1	1,1754	0,0566	0,1311	0,0038	0,82	7,6283	0,2154	0,065	0,0034	0,1156	0,0108	0,21	49,3	109,5	322	0,34	0,794	0,022	0,775	0,112	102	
21,1	1,1285	0,0442	0,1263	0,0032	0,79	7,9146	0,1996	0,0648	0,0028	0,1347	0,0908	3,45	58	153,4	388,9	0,394	0,767	0,018	0,767	0,088	99	
22,1	1,1588	0,0662	0,1287	0,004	0,96	7,7679	0,2408	0,0653	0,0042	0,1842	0,0656	4,5	34,8	76,3	228,6	0,334	0,781	0,022	0,783	0,138	99	
22,2	1,1469	0,056	0,1282	0,0036	0,76	7,8021	0,2204	0,0649	0,0036	0,0324	0,0068	1,88	40,1	25,8	295,3	0,087	0,777	0,02	0,771	0,116	100	
23,1	1,1467	0,0758	0,1282	0,005	0,88	7,7989	0,3064	0,0649	0,0036	0,1092	0,0078	3,07	52,3	113,3	340,7	0,332	0,778	0,028	0,77	0,116	101	
24,1	1,1991	0,0702	0,1321	0,005	0,83	7,5718	0,2832	0,0659	0,003	0,2118	0,0646	0,18	61	178,2	376,6	0,473	0,8	0,028	0,802	0,098	99	
25,1	1,0947	0,0608	0,1247	0,0044	0,81	8,0205	0,2894	0,0637	0,0028	0,0924	0,0118	0,32	121,9	237,8	834,8	0,285	0,757	0,026	0,731	0,094	103	
26,1	1,1499	0,0702	0,1274	0,0048	0,71	7,8503	0,296	0,0655	0,0034	0,0629	0,0172	0,26	58,1	53,1	386,3	0,138	0,773	0,028	0,789	0,108	97	
27,1	1,197	0,0754	0,1327	0,0052	0,85	7,5379	0,2898	0,0654	0,0034	0,0654	0,0044	1,45	67,7	87,4	441,1	0,198	0,803	0,028	0,789	0,112	101	
28,1	1,1859	0,0962	0,1322	0,0058	0,58	7,565	0,3282	0,0651	0,005	0,1412	0,0182	0,37	24	56,9	151,3	0,376	0,8	0,032	0,776	0,158	103	
29,1	1,1615	0,089	0,1297	0,0056	0,76	7,7117	0,3274	0,065	0,0044	0,2156	0,0694	1,65	15,7	34,1	97,3	0,351	0,786	0,032	0,773	0,14	101	
30,1	1,1748	0,0982	0,1312	0,0058	0,47	7,6216	0,3346	0,0649	0,005	0,166	0,0202	0	33,9	95,4	210,8	0,453	0,795	0,032	0,772	0,158	102	
31,1	2,0722	0,1422	0,1949	0,008	0,83	5,1321	0,2088	0,0771	0,0048	0,1518	0,016	2,77	39	69,4	168,3	0,412	1,148	0,042	1,125	0,124	102	
33,1	1,1881	0,1122	0,1323	0,0062	0,9	7,5597	0,3536	0,0651	0,006	0,1269	0,0152	2,85	15,1	41,1	103,6	0,396	0,801	0,036	0,779	0,196	102	
34,1	3,6726	0,2128	0,2629	0,01	0,84	3,8039	0,1458	0,1013	0,005	0,1511	0,021	1,36	74,5	88,6	218,3	0,406	1,505	0,052	1,649	0,094	91	
35,1	1,7627	0,1534	0,1769	0,0072	0,56	5,6525	0,228	0,0723	0,0072	0,116	0,0208	0,21	24,9	40,1	121	0,332	1,05	0,04	0,993	0,196	105	
36,1	1,9153	0,0848	0,1779	0,0046	0,92	5,6198	0,1474	0,0781	0,0038	0,2293	0,0626	13,46	65,2	181,8	256,5	0,709	1,056	0,026	1,148	0,094	91	
37,1	2,0938	0,145	0,1945	0,007	0,15	5,1403	0,1838	0,0781	0,0062	0,1772	0,0146	0,29	29,2	66	118	0,56	1,146	0,038	1,148	0,164	99	
38,1	1,1171	0,0466	0,1286	0,0032	0,44	7,7749	0,19	0,063	0,0028	0,0693	0,0152	0	114,7	119,2	809,9	0,147	0,78	0,018	0,708	0,092	110	
39,1	1,2278	0,0606	0,1379	0,0036	0,94	7,2538	0,189	0,0646	0,0036	0,13	0,0064	2,41	51,9	135,6	342,7	0,396	0,833	0,02	0,761	0,118	109	
40,1	2,7388	0,1564	0,2311	0,0074	0,92	4,327	0,1392	0,0859	0,0056	0,1511	0,0272	0,2	33,4	58,1	111,4	0,522	1,34	0,038	1,337	0,128	100	
41,1	1,1774	0,055	0,1304	0,0034	0,99	7,6701	0,199	0,0655	0,0036	0,0901	0,0444	2,37	71,5	203,1	461,7	0,44	0,79	0,02	0,79	0,114	99	
42,1	1,1049	0,091	0,1248	0,0046	0,82	8,0147	0,2922	0,0642	0,0058	0,0912	0,0184	0,19	38,2	83,4	258,5	0,323	0,758	0,026	0,749	0,18	101	
43,1	1,2116	0,0756	0,1333	0,0042	0,79	7,5047	0,232	0,0659	0,0046	0,1223	0,012	0,5	31,2	70,5	196,2	0,359	0,806	0,024	0,805	0,142	100	
44,1	2,4584	0,0906	0,2134	0,0052	0,94	4,6871	0,1136	0,0836	0,0034	0,1487	0,0116	0,56	97,2	193	397,7	0,485	1,247	0,028	1,283	0,078	97	
45,1	0,9248	0,0606	0,108	0,0034	0,44	9,2626	0,29	0,0621	0,0046	0,0367	0,0126	0,21	29,7	22,2	252	0,088	0,661	0,02	0,678	0,158	97	
46,1	0,9301	0,0426	0,1102	0,0028	0,74	9,0732	0,2308	0,0612	0,003	0,0377	0,0088	0,46	78	84	659,2	0,127	0,674	0,016	0,646			

EMB-109																						
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS				
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
1,1	1,108	0,2444	0,1213	0,02	0,15	8,2417	0,1286	0,0662	0,1748	0,1889	13,66	1,14	20,3	60,8	125,7	0,483	0,738	1,502	0,814	196	90	
1,2	1,166	0,2644	0,1317	1,7	0,05	7,5947	0,13	0,0642	0,2512	0,1744	0,36	0,35	21,5	63,4	131,6	0,482	0,797	1,548	0,749	206	106	
1,3	0,9697	0,2622	0,1114	1,64	0,69	8,9738	0,13	0,0631	0,2312	0,0179	0,42	4,92	38,8	33,7	318,1	0,106	0,681	1,55	0,712	204	95	
2,1	0,9478	0,2526	0,1107	1,58	0,92	9,0302	0,1296	0,0621	0,2694	0,0071	6,9	1,52	55,6	8,8	451,4	0,02	0,677	1,534	0,677	198	100	
3,1	0,9344	0,2574	0,1097	1,92	0,55	9,1181	0,1306	0,0618	0,3684	0,0819	9	9,14	32,8	81,3	250,2	0,325	0,671	1,566	0,667	198	100	
4,1	1,282	0,2564	0,144	1,52	0,69	6,9448	0,1298	0,0646	0,0648	0,0423	3,76	2,1	82	66,4	508,3	0,131	0,867	1,542	0,76	200	114	
5,1	1,157	0,2564	0,1311	1,76	0,42	7,6305	0,1298	0,064	0,2184	0,4132	6,14	1,86	64,7	362,7	337,7	1,074	0,794	1,54	0,743	202	106	
6,1	0,9279	0,2642	0,1102	1,66	0,19	9,0755	0,1318	0,0611	0,4236	0,0631	0,36	0,17	324,9	508,7	2546,3	0,2	0,674	1,604	0,642	198	104	
7,1	1,8334	0,2494	0,1751	1,62	0,68	5,711	0,1274	0,0759	0,1848	0,2461	0,64	0,32	86,5	279,2	362,9	0,769	1,04	1,462	1,094	206	95	
8,1	1,1834	0,2548	0,1319	1,42	0,57	7,5795	0,131	0,0651	0,1258	0,1711	0,52	0,75	87,2	267,7	505,7	0,529	0,799	1,578	0,776	194	102	
8,2	1,1542	0,2654	0,131	1,7	0,71	7,6356	0,1308	0,0639	0,1308	0,0858	2,9	1,29	123	168,6	767,2	0,22	0,793	1,578	0,739	202	107	
9,1	0,9248	0,2644	0,1096	1,16	0,05	9,1236	0,1302	0,0612	0,2824	0,0365	0,74	0,09	208,1	168,4	1667,3	0,101	0,67	1,552	0,646	206	103	
10,1	1,774	0,2594	0,1728	1,52	0,7	5,7864	0,13	0,0744	0,4312	0,1048	3,3	0,31	58,7	63,7	316,3	0,201	1,028	1,546	1,054	202	97	
11,1	1,1248	0,2624	0,1259	0,94	0,78	7,9448	0,1298	0,0648	0,332	0,0396	0	0,13	127,1	107	891,7	0,12	0,764	1,544	0,768	204	99	
12,1	0,7265	0,0962	0,0852	0,0056	0,99	11,7322	0,3828	0,0618	0,0058	0,1036	0,0246	2,26	30,4	78,2	347,7	0,225	0,527	0,032	0,668	0,182	78	
13,1	0,9556	0,2646	0,114	1,8	0,67	8,7715	0,1302	0,0608	0,2538	0,0097	5,7	1,93	99,4	20,4	793,4	0,026	0,696	1,558	0,632	204	110	
14,1	1,1417	0,5258	0,1278	1,68	0,45	7,8269	0,2026	0,0648	0,3022	0,2312	2,72	1,93	20	84	117,4	0,716	0,775	3,298	0,768	182	100	
15,1	0,9781	0,3538	0,1152	1,12	0,33	8,6776	0,1446	0,0616	0,232	0,0369	0,42	2,45	92,1	70,7	722,8	0,098	0,703	1,986	0,659	210	106	
16,1	1,1405	0,3558	0,1245	1,84	0,06	8,0292	0,1562	0,0664	0,4586	0,2161	26,92	1,56	33,7	115,4	205,9	0,561	0,757	2,296	0,819	182	92	
17,1	0,9216	0,389	0,1106	0,3	0,54	9,0389	0,1562	0,0604	0,3544	0,1393	0,58	3,38	34,8	95,9	261,3	0,367	0,676	2,296	0,619	198	109	
18,1	1,2247	0,2572	0,1371	0,88	0,34	7,292	0,126	0,0648	0,1386	0,2497	0	0,39	142,3	585,5	773	0,757	0,828	1,416	0,767	220	108	
19,1	1,1151	0,2758	0,1266	1,88	0,54	7,8979	0,1292	0,0639	0,26	0,141	4,82	1,68	35,7	109,2	223,9	0,488	0,769	1,522	0,738	218	104	
20,1	5,2702	0,4622	0,3291	1,84	0,86	3,0383	0,1718	0,1161	0,3022	0,257	0,4	1,9	54,6	89,5	120,9	0,741	1,834	2,674	1,898	200	96	
20,2	1,1791	0,2608	0,1332	1,98	0,78	7,5072	0,131	0,0642	0,1802	0,0145	4,74	0,58	87	20,5	593,9	0,034	0,806	1,58	0,748	198	107	
21,1	1,3328	0,2496	0,1491	1,64	0,94	6,7085	0,1284	0,0648	0,1824	0,2019	0,38	0,57	130,3	407,7	678,4	0,601	0,896	1,498	0,769	202	116	
22,1	1,2548	0,2666	0,1418	1,58	0,84	7,0503	0,1318	0,0642	0,2446	0,0397	1	1,44	151,8	99,4	948,6	0,105	0,855	1,61	0,747	200	114	
23,1	2,2029	0,4268	0,2005	1,88	0,4	4,987	0,1672	0,0797	0,2974	0,1061	1,12	1,71	40,7	48,2	169,4	0,285	1,178	2,566	1,189	194	99	
24,1	0,903	0,216	0,1074	0,88	0,26	9,3088	0,1242	0,061	0,0734	0,0082	0,42	1,45	44,7	6,3	374,7	0,017	0,658	1,356	0,638	194	103	
25,1	1,3131	0,2204	0,1483	1,48	0,98	6,7438	0,1224	0,0642	0,0754	0,1341	0,92	1,15	82,8	177,2	436,1	0,406	0,891	1,292	0,749	208	118	
26,1	1,1247	0,2108	0,1287	1,98	0,95	7,77	0,128	0,0634	0,0756	0,0349	4,56	0,43	78,5	33,3	588,7	0,057	0,78	1,486	0,721	172	108	

EMB-130																						
	RAZÕES ISOTÓPICAS																IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
1,1	2,6266	0,3284	0,2245	0,0106	0,64	4,4538	0,1822	0,0848	0,0102	0,1952	0,063	0,39	23,4	42,3	78,7	0,537	1,306	0,054	1,312	0,192	99	
2,1	1,1505	0,2868	0,1286	0,008	0,01	7,7746	0,4934	0,0649	0,018	0,1161	0,0734	0,29	28,2	42,7	191,6	0,223	0,78	0,046	0,77	0,574	101	
3,1	1,2671	0,8512	0,1275	0,04	0,44	7,8455	0,5832	0,0721	0,02	0,1454	0,084	1,12	5,1	11,3	32,5	0,347	0,773	0,208	0,989	0,376	78	
4,1	1,1691	0,82	0,1296	0,0416	0,45	7,7162	0,2816	0,0654	0,0296	0,0474	0,0152	0,14	56,7	31,8	381,8	0,083	0,786	0,192	0,788	0,388	99	
5,1	1,1587	0,1444	0,1296	0,0112	0,81	7,7156	1,116	0,0648	0,0176	0,096	0,0136	0,4	17,6	23	111,8	0,206	0,786	0,064	0,769	0,628	102	
5,2	0,9819	0,335	0,1147	0,015	0,45	8,7166	0,1218	0,0621	0,0106	0,0503	0,137	2,72	31,5	50,4	234,3	0,215	0,7	0,072	0,677	0,148	103	
6,1	1,1259	0,2802	0,1258	0,013	0,12	7,9488	0,1224	0,0649	0,0098	0,1687	0,0136	0,62	17,9	47,5	107,7	0,441	0,764	0,064	0,771	0,14	99	
7,1	1,1476	0,0862	0,1284	0,0032	0,77	7,7899	0,21	0,0648	0,0054	0,0672	0,0116	0,3	25,9	26,8	170	0,158	0,779	0,018	0,769	0,18	101	
8,1	1,1549	0,686	0,1322	0,0376	0,96	7,5642	0,2768	0,0634	0,0272	0,0355	0,09	0,06	70,5	50,3	491,3	0,102	0,8	0,176	0,72	0,368	111	
9,1	1,0791	0,3322	0,1222	0,015	0,72	8,1842	0,116	0,0641	0,0104	0,0745	0,0696	0,35	43,1	57,3	286,1	0,2	0,743	0,072	0,743	0,144	99	
10,1	1,1426	0,7776	0,1281	0,0304	0,12	7,8091	0,3104	0,0647	0,0176	0,1489	0,088	1,2	5,6	11,9	31,9	0,373	0,777	0,152	0,765	0,272	101	
11,1	1,1956	0,642	0,1324	0,0368	0,42	7,5537	0,252	0,0655	0,0252	0,1935	0,696	0,24	34,1	105,7	195,8	0,54	0,801	0,172	0,79	0,352	101	
12,1	1,183	0,0868	0,1288	0,0096	0,17	7,7611	1,0444	0,0666	0,0128	0,1171	0,0068	1,72	4,9	8,6	29,3	0,293	0,781	0,056	0,825	0,46	94	
13,1	0,8907	0,3648	0,105	0,0164	0,17	9,5279	0,112	0,0616	0,0112	0,07	0,0876	0,25	25,6	40	204,9	0,195	0,643	0,076	0,659	0,156	97	
14,1	1,2951	0,6304	0,1344	0,0356	0,6	7,4388	0,2888	0,0699	0,026	0,1197	0,116	1,7	19	32,7	118,3	0,276	0,813	0,168	0,925	0,36	87	
15,1	1,1704	0,6256	0,1306	0,0352	0,5	7,6576	0,2904	0,065	0,026	0,0956	0,0784	0,57	34,2	38,9	224	0,174	0,791	0,168	0,774	0,36	102	
16,1	1,1999	0,6416	0,1289	0,0364	0,64	7,7555	0,2816	0,0675	0,0264	0,1517	0,1488	0,73	23,8	52,8	145,1	0,364	0,782	0,172	0,853	0,364	91	
17,1	1,1999	0,6252	0,1306	0,0348	0,72	7,659	0,2996	0,0667	0,0264	0,1018	0,2264	0,21	22,4	29,6	144,1	0,205	0,791	0,168	0,827	0,372	95	
18,1	1,1359	0,1402	0,1259	0,0044	0,01	7,9407	0,2786	0,0654	0,009	0,104	0,0282	0,58	13,4	25,7	88,3	0,291	0,765	0,026	0,788	0,288	97	
19,1	1,1194	0,33	0,123	0,0152	0,57	8,1271	0,1044	0,066	0,0104	0,1227	0,2622	0,68	16,9	32,6	114,8	0,284	0,748	0,072	0,806	0,146	92	
20,1	1,1661	0,3442	0,125	0,0154	0,01	8,0028	0,119	0,0677	0,0108	0,1318	0,0246	0,58	20,5	49,9	129	0,387	0,759	0,074	0,859	0,15	88	
21,1	1,1785	0,6276	0,1322	0,0356	0,27	7,564	0,29	0,0647	0,026	0,1195	0,138	0,28	29	56,5	183	0,309	0,8	0,172	0,763	0,36	104	
22,1	3,3123	0,6544	0,2413	0,0296	0,98	4,1435	0,2516	0,0995	0,0212	0,2663	0,1268	0,23	40,6	72,7	92,3	0,787	1,394	0,14	1,615	0,288	86	
23,1	1,1857	0,2632	0,1326	0,0136	0,97	7,544	1,3664	0,0649	0,0276	0,0431	0,0492	0,23	76,9	69	502	0,137	0,802	0,08	0,77	0,98	104	

EE-11A																							
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.		
1,1	0,8279	0,0826	0,101	0,0052	0,56	9,8977	0,5004	0,0594	0,005	0,4129	0,2096	4,19	31,3	437,7	190,8	2,294	0,62	0,03	0,583	0,176	106		
2,1	0,8096	0,1184	0,0999	0,0058	0,66	10,0101	0,583	0,0588	0,0078	0,1986	0,1072	1,47	26,3	85,7	237,5	0,361	0,614	0,034	0,559	0,306	109		
3,1	0,8008	0,063	0,0978	0,0046	0,93	10,2247	0,481	0,0594	0,0036	0,1677	0,188	0,04	44,6	282,2	365,6	0,772	0,602	0,028	0,581	0,132	103		
4,1	0,8009	0,0434	0,0977	0,0042	0,89	10,2371	0,4412	0,0595	0,002	0,0558	0,046	0,59	100,1	282,9	936,5	0,302	0,601	0,024	0,584	0,076	102		
5,1	0,7858	0,0694	0,0947	0,0046	0,54	10,5555	0,5108	0,0602	0,0044	0,2964	0,0476	0,45	19,6	103,1	163,6	0,63	0,583	0,028	0,609	0,158	95		
6,1	0,8356	0,057	0,1006	0,0046	0,89	9,9417	0,4494	0,0603	0,003	0,509	0,1198	0,29	115,2	1253,6	834,7	1,502	0,618	0,026	0,613	0,108	100		
7,1	0,7857	0,087	0,0981	0,0052	0,91	10,1955	0,5352	0,0581	0,0054	0,581	0,2292	1,55	28	317,7	181,6	1,75	0,603	0,03	0,534	0,204	113		
8,1	0,8307	0,0906	0,0993	0,0052	0,64	10,0724	0,5258	0,0607	0,006	0,2783	0,216	1,5	18,3	204,5	128,7	1,589	0,61	0,03	0,628	0,214	97		
9,1	0,7927	0,0524	0,097	0,0044	0,8	10,3114	0,4692	0,0593	0,0028	0,2834	0,0692	0,69	49	220,7	414,1	0,533	0,597	0,026	0,577	0,104	103		
10,1	0,7639	0,0572	0,0938	0,0044	0,76	10,6661	0,4912	0,0591	0,0034	0,2651	0,184	3	51,4	178,8	465,4	0,384	0,578	0,026	0,571	0,126	101		
11,1	0,8439	0,051	0,1029	0,0046	0,93	9,7162	0,4274	0,0595	0,0024	0,2246	0,033	0,33	92,5	535,1	778,8	0,687	0,632	0,026	0,584	0,09	108		
12,1	0,8161	0,0712	0,0995	0,0048	0,83	10,0456	0,4888	0,0595	0,0044	0,6333	0,1586	0,31	45,1	526,8	282,3	1,866	0,612	0,028	0,584	0,16	104		
13,1	0,7877	0,0488	0,0963	0,0044	0,83	10,3886	0,4654	0,0593	0,0024	0,2661	0,054	0,53	118,2	903,6	957	0,944	0,592	0,026	0,58	0,09	102		
14,1	0,8023	0,0426	0,0974	0,0036	0,87	10,2631	0,3818	0,0597	0,0028	0,246	0,1996	0,62	114	946,8	834,7	1,134	0,599	0,022	0,593	0,1	101		
15,1	0,7405	0,0678	0,0897	0,0038	0,83	11,1437	0,4822	0,0598	0,0058	0,2804	0,1734	0,27	66,6	598	490	1,22	0,554	0,024	0,598	0,214	92		
16,1	0,7822	0,0646	0,0943	0,0042	0,62	10,6022	0,4712	0,0601	0,0046	0,1697	0,2644	1,13	20,4	172	170	1,012	0,581	0,024	0,609	0,17	95		
17,1	0,7964	0,0564	0,0954	0,0038	0,58	10,4853	0,4202	0,0606	0,0042	0,2023	0,17	0,5	66,4	748,8	499,9	1,498	0,587	0,022	0,624	0,148	94		
18,1	0,7455	0,0426	0,0934	0,0034	0,97	10,7041	0,3962	0,0579	0,003	0,1329	0,1714	0,65	80	719,9	678,2	1,062	0,576	0,02	0,525	0,112	109		
19,1	0,7778	0,0386	0,0945	0,0034	0,91	10,5875	0,3754	0,0597	0,0028	0,5378	0,306	1,07	79,1	925,2	605,7	1,527	0,582	0,02	0,594	0,1	98		
20,1	0,7759	0,0522	0,0955	0,0038	0,69	10,4688	0,4078	0,0589	0,0038	0,3776	0,0902	0,17	55,8	625,2	417	1,499	0,588	0,022	0,564	0,14	104		
21,1	0,7602	0,0472	0,0935	0,0036	0,67	10,6908	0,4076	0,0589	0,0034	0,4381	0,1184	0,26	65,4	713,7	502,4	1,421	0,576	0,022	0,565	0,126	102		
22,1	0,7724	0,0382	0,0948	0,0034	0,83	10,5464	0,3776	0,0591	0,0026	0,1279	0,1204	1,05	115,2	631,1	1155,1	0,546	0,584	0,02	0,57	0,1	102		
23,1	0,7657	0,0744	0,0947	0,0044	0,57	10,5569	0,4852	0,0586	0,0058	0,5744	0,1856	2,59	16,1	228,4	111,4	2,049	0,583	0,026	0,553	0,212	105		
24,1	0,7569	0,0462	0,0933	0,0036	0,65	10,7229	0,4046	0,0589	0,0034	0,1085	0,101	0,67	49,3	168,5	452,9	0,372	0,575	0,02	0,562	0,126	102		
25,1	0,7702	0,0402	0,094	0,0034	0,85	10,6414	0,3918	0,0594	0,0028	0,1782	0,242	0,52	114,8	1016	875,1	1,161	0,579	0,02	0,583	0,102	99		

EMB-98D																						
Spot	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS				% Conc.
	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma		
1,1	0,7566	0,6304	0,0917	0,0356	0,88	10,9063	0,2888	0,0598	0,0260	0,2565	0,1160	1,54	74	433	564	0,77	0,566	0,168	0,598	0,360	94	
2,2	0,7791	0,0000	0,0945	0,0000	0,75	10,5777	0,0000	0,0598	0,0000	0,1383	0,0000	2,02	37	192	305	0,63	0,582	0,000	0,595	0,000	97	
3,1	0,7356	0,6420	0,0902	0,0368	0,64	11,0924	0,2520	0,0592	0,0252	0,2362	0,6960	0,17	29	199	226	0,88	0,556	0,172	0,574	0,352	97	
3,2	0,8036	0,6600	0,0962	0,0304	0,01	10,3984	0,2088	0,0606	0,0208	0,2129	0,5244	0,01	16	79	124	0,64	0,592	0,144	0,625	0,292	94	
4,1	0,8427	1,2840	0,1017	0,0736	0,95	9,8287	0,5040	0,0601	0,0504	0,1310	1,3920	4,89	81	219	616	0,36	0,625	0,344	0,606	0,704	103	
4,2	0,7086	0,6252	0,0865	0,0348	0,97	11,5557	0,2996	0,0594	0,0264	0,1455	0,2264	2,54	172	289	1458	0,20	0,535	0,168	0,581	0,372	92	
5,1	0,7721	0,8976	0,0932	0,0384	0,03	10,7305	0,2804	0,0601	0,0268	0,1571	0,1584	0,48	23	112	184	0,61	0,574	0,180	0,607	0,364	94	
6,1	0,8305	1,2552	0,1017	0,0712	0,98	9,8329	0,5800	0,0592	0,0520	0,1048	0,2760	0,17	170	624	1256	0,50	0,624	0,344	0,575	0,720	108	
7,1	0,8161	0,6032	0,0930	0,0276	0,41	10,7521	0,2464	0,0636	0,0204	0,2403	0,1896	1,70	6	32	43	0,75	0,573	0,132	0,730	0,284	78	
7,2	0,7565	0,6780	0,0932	0,0304	0,05	10,7290	0,2628	0,0589	0,0212	0,1887	0,1668	0,13	27	134	216	0,62	0,574	0,144	0,562	0,296	102	
8,1	0,7765	0,7296	0,0935	0,0328	0,60	10,6978	0,2240	0,0603	0,0224	0,2221	0,1752	0,28	12	66	91	0,72	0,576	0,152	0,613	0,312	94	
8,2	0,8098	1,7024	0,0988	0,0800	0,81	10,1248	1,1664	0,0595	0,0400	0,1092	0,1680	0,12	104	365	849	0,43	0,607	0,416	0,584	0,752	103	
9,1	0,8041	0,6876	0,0919	0,0308	0,44	10,8827	0,2124	0,0635	0,0204	0,4918	0,1084	0,25	20	236	122	1,94	0,567	0,144	0,724	0,272	78	
9,2	0,7727	0,6544	0,0924	0,0296	0,23	10,8264	0,2516	0,0607	0,0212	0,2431	0,1268	0,90	9	57	66	0,86	0,570	0,140	0,628	0,288	90	
10,1	0,7993	0,2804	0,0981	0,0088	0,25	10,1942	0,5572	0,0591	0,0180	0,3056	0,0564	3,85	19	130	132	0,98	0,603	0,052	0,571	0,576	105	
11,1	0,8294	0,2888	0,1001	0,0224	0,74	9,9932	2,2320	0,0601	0,0352	0,2069	0,0272	2,58	25	90	194	0,46	0,615	0,128	0,608	1,256	101	
12,1	0,8248	1,5552	0,0993	0,0608	0,63	10,0704	0,6208	0,0602	0,0352	0,1706	0,1760	0,16	45	157	360	0,44	0,610	0,304	0,612	0,544	99	
13,1	0,7877	0,1736	0,0994	0,0192	0,23	10,0636	2,0888	0,0575	0,0256	0,2177	0,0136	4,42	10	42	73	0,57	0,611	0,112	0,511	0,920	119	
15,1	0,7871	0,6276	0,0930	0,0292	0,23	10,7509	0,2480	0,0614	0,0204	0,2618	0,2008	1,88	10	73	72	1,02	0,573	0,140	0,652	0,292	87	
16,1	0,7664	0,5604	0,0973	0,0260	0,68	10,2729	0,2448	0,0571	0,0196	0,2208	0,0272	0,06	58	385	445	0,87	0,599	0,128	0,495	0,280	120	
18,1	0,8026	1,2512	0,1009	0,0704	0,52	9,9061	0,5808	0,0577	0,0520	0,1258	0,1568	0,63	14	65	119	0,55	0,620	0,336	0,517	0,720	119	
19,1	0,7162	0,6276	0,0867	0,0356	0,94	11,5327	0,2900	0,0599	0,0260	0,1030	0,1380	0,00	101	277	832	0,33	0,536	0,172	0,600	0,360	89	
20,1	0,8004	0,6884	0,0969	0,0308	0,52	10,3177	0,2380	0,0599	0,0216	0,1653	0,0492	0,71	13	61	110	0,56	0,596	0,148	0,600	0,300	99	
21,1	0,7431	0,2632	0,0907	0,0136	0,99	11,0203	1,3664	0,0594	0,0276	0,1751	0,0492	0,33	40	185	335	0,55	0,560	0,080	0,582	0,980	96	
22,1	0,8362	1,2608	0,1026	0,0712	0,68	9,7449	0,5776	0,0591	0,0520	0,1151	0,2320	1,99	145	304	1167	0,26	0,630	0,336	0,571	0,720	110	
23,1	0,8088	1,3720	0,1011	0,0752	0,67	9,8892	0,5536	0,0580	0,0544	0,1811	0,1800	0,42	21	81	159	0,51	0,621	0,352	0,530	0,736	117	
24,1	0,7923	0,6700	0,0959	0,0300	0,74	10,4272	0,2436	0,0599	0,0212	0,1231	0,2740	1,77	79	245	648	0,38	0,590	0,144	0,601	0,296	98	
25,1	0,8473	1,3088	0,1026	0,0592	0,74	9,7421	0,5032	0,0599	0,0424	0,3611	0,2536	0,90	11	72	84	0,86	0,630	0,280	0,599	0,576	105	
26,1	0,7649	0,6700	0,0935	0,0300	0,47	10,6929	0,2436	0,0593	0,0212	0,1770	0,2740	5,00	117	974	811	1,20	0,576	0,144	0,579	0,296	99	
27,1	0,8013	1,6400	0,0999	0,0832	0,76	10,0115	0,5632	0,0582	0,0592	0,1687	0,0304	0,10	31	164	242	0,68	0,614	0,384	0,537	0,776	114	
28,1	0,7039	0,6860	0,0866	0,0376	0,99	11,5532	0,2768	0,0590	0,0272	0,0538	0,0900	1,06	463	750	4050	0,19	0,535	0,176	0,567	0,368	94	
29,1	0,8178	1,2504	0,1010	0,0696	0,72	9,9028	0,5992	0,0587	0,0528	0,1125	0,4528	1,43	41	112	346	0,32	0,620	0,336	0,557	0,744	111	
30,1	0,8137	0,1724	0,0993	0,0064	0,50	10,0736	0,4200	0,0594	0,0108	0,1277	0,0232	0,23	102	362	853	0,42	0,610	0,036	0,584	0,360	104	
31,1	0,8453	0,5264	0,1021	0,0272	0,91	9,7901	2,7328	0,0600	0,0552	0,2311	0,0984	0,33	88	355	682	0,52	0,627	0,160	0,604	1,960	103	

EMB-98C																					
	RAZÕES ISOTÓPICAS											IDADES ESTIMADAS									
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	0,8044	0,114	0,0988	0,0076	0,01	10,1259	0,4616	0,0591	0,0048	0,1522	0,1548	2,8	61,4	268,8	462,5	0,581	0,607	0,044	0,57	0,156	106
1,3	0,8203	0,1224	0,0989	0,008	0,61	10,1084	0,4684	0,0601	0,0052	0,1842	0,3052	0,27	37,5	189,1	299,6	0,631	0,608	0,044	0,609	0,172	99
2,1	0,8105	0,1028	0,0989	0,0076	0,93	10,1154	0,446	0,0595	0,004	0,3969	0,2844	3,01	57,1	463,2	403	1,149	0,608	0,044	0,584	0,136	104
2,2	0,6504	0,1116	0,0798	0,0068	0,93	12,5304	0,4744	0,0591	0,0044	0,3078	0,306	0	44,2	444,8	326,1	1,364	0,495	0,04	0,571	0,152	86
4,1	0,7338	0,106	0,0901	0,0068	0,88	11,0969	0,4444	0,0591	0,0056	0,3207	0,0536	2,35	106,3	980,5	634,1	1,546	0,556	0,036	0,569	0,204	97
5,1	0,8517	0,1164	0,1059	0,0072	0,87	9,4451	0,412	0,0583	0,0052	0,373	0,1352	4,07	41,9	294	293,8	1,001	0,649	0,04	0,543	0,176	113
6,1	0,7712	0,1008	0,095	0,0064	0,01	10,5301	0,4124	0,0589	0,004	0,461	0,1912	1,04	34,3	190,8	271	0,704	0,585	0,036	0,563	0,124	103
6,2	0,8609	0,1204	0,1053	0,008	0,2	9,4984	0,4548	0,0593	0,0052	0,3301	0,1124	0,11	63,1	308,9	438	0,705	0,645	0,044	0,578	0,164	111
7,1	0,8294	0,1264	0,1024	0,0072	0,93	9,763	0,4208	0,0587	0,0052	0,2923	0,1408	0,2	72,9	467,9	506	0,925	0,629	0,04	0,557	0,172	112
8,1	0,7795	0,098	0,0957	0,0068	0,95	10,4473	0,4216	0,0591	0,004	0,3874	0,3376	3,13	79,2	637,1	472,2	1,349	0,589	0,04	0,569	0,132	103
9,1	0,8196	0,108	0,1005	0,0076	0,49	9,9467	0,4456	0,0591	0,0044	0,3678	0,042	0,37	71,4	577,3	429,2	1,345	0,618	0,044	0,572	0,144	107
10,1	0,7548	0,1192	0,0904	0,0076	0,94	11,0581	0,4948	0,0605	0,0056	0,1919	0,192	0,74	45,3	122,6	327,9	0,374	0,558	0,044	0,623	0,192	89
11,1	0,7946	0,1492	0,0983	0,008	0,97	10,1769	0,4828	0,0586	0,0072	0,4087	0,032	0,39	112,5	1132,1	697,8	1,622	0,604	0,044	0,554	0,236	109
12,1	0,8256	0,138	0,1008	0,008	0,83	9,9174	0,4776	0,0594	0,0064	0,3026	0,0768	0,52	73,8	701,8	502,5	1,397	0,619	0,048	0,581	0,2	106
13,1	0,8244	0,1124	0,0983	0,0068	0,87	10,1719	0,4232	0,0608	0,0044	0,1851	0,2348	0,54	30,5	184,6	216,2	0,854	0,604	0,04	0,633	0,144	95
14,1	0,79	0,1116	0,0964	0,0068	0,53	10,3707	0,4256	0,0594	0,0044	0,2484	0,0536	0,21	49,6	282,5	372,6	0,758	0,593	0,04	0,583	0,144	101
16,1	0,8475	0,1264	0,101	0,0072	0,77	9,8992	0,428	0,0608	0,0056	0,1264	0,14	0,25	72,3	337,4	501,9	0,672	0,62	0,04	0,634	0,18	97
17,1	0,8608	0,1196	0,1049	0,008	0,9	9,5303	0,4556	0,0595	0,0048	0,3181	0,1496	2,18	67,9	573,8	420	1,366	0,643	0,044	0,585	0,156	109
19,1	0,8238	0,1112	0,1002	0,0076	0,87	9,9751	0,4524	0,0596	0,0048	0,1561	0,1804	0,46	39,8	253	296,3	0,854	0,616	0,044	0,589	0,152	104
20,1	0,6687	0,1164	0,0823	0,0076	0,79	12,1481	0,5136	0,0589	0,0052	0,1837	0,234	0,63	28	319,6	232	1,377	0,51	0,044	0,564	0,172	90
21,1	0,8588	0,1056	0,1047	0,0072	0,63	9,5552	0,4108	0,0595	0,0044	0,2161	0,1256	0,39	48,6	148,3	382,7	0,388	0,642	0,04	0,586	0,136	109
22,1	0,845	0,108	0,1024	0,0068	0,86	9,7612	0,4032	0,0598	0,0048	0,1441	0,396	0,67	90,7	640,8	610,6	1,049	0,629	0,04	0,597	0,156	105
EMB-105																					
	RAZÕES ISOTÓPICAS											IDADES ESTIMADAS									
Spot	207/235	2	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	0,7846	0,3128	0,0945	0,0176	0,38	10,579	0,1452	0,0602	0,013	0,3135	0,0392	0,75	10,5	66,7	77,4	0,862	0,582	0,084	0,611	0,18	95
2,1	0,7032	0,3888	0,0896	0,0152	0,61	11,1592	0,1552	0,0569	0,0088	0,4456	0,044	17,21	7,7	52,6	54,7	0,962	0,553	0,076	0,488	0,136	113
3,1	0,811	0,045	0,0909	0,003	0,01	11,0008	0,329	0,0647	0,0042	0,4247	0,0112	2,18	5,3	45,3	36,5	1,241	0,561	0,018	0,765	0,15	73
4,1	0,7814	0,0722	0,0941	0,0056	0,63	10,6326	0,558	0,0603	0,0088	0,2537	0,0068	0,33	24,5	122,9	188,7	0,651	0,579	0,032	0,613	0,314	94
5,1	0,7405	0,41	0,0925	0,0208	0,2	10,8104	0,1408	0,0581	0,0148	0,5328	0,0076	1,59	6,8	59,7	45,9	1,299	0,57	0,096	0,532	0,194	107
6,1	0,7454	0,1594	0,0906	0,0082	0,79	11,0346	0,9986	0,0597	0,0158	0,2361	0,1248	6,43	23,8	81,9	182,6	0,449	0,559	0,048	0,591	0,526	94
7,1	0,8874	0,1316	0,0962	0,0068	0,01	10,3965	0,6832	0,0669	0,0138	0,3095	0,0246	4,87	6,8	53,1	47,2	1,126	0,592	0,04	0,835	0,49	70
8,1	0,8112	0,3138	0,0953	0,0178	0,3	10,4886	0,145	0,0617	0,013	0,3737	0,069	3,84	12,1	81,6	85,5	0,954	0,587	0,086	0,664	0,18	88
9,1	0,8248	0,339	0,0991	0,0152	0,46	10,0908	0,1314	0,0604	0,0106	0,3799	0,0834	0,82	11,4	99,3	80,7	1,231	0,609	0,072	0,617	0,148	98
10,1	0,8355	0,335	0,1008	0,015	0,76	9,918	0,1218	0,0601	0,0106	0,2479	0,137	1,94	24,3	112,4	178,6	0,629	0,619	0,072	0,607	0,148	102
11,1	0,7928	0,4488	0,0985	0,0192	0,72	10,1537	0,1402	0,0584	0,0134	0,6071	0,0792	6,32	14,6	199	83,8	2,374	0,606	0,09	0,544	0,182	111
12,1	0,8153	0,3272	0,0972	0,0148	0,72	10,2837	0,1258	0,0608	0,0106	0,1063	0,0634	5,67	27,4	96,3	207,3	0,465	0,598	0,07	0,633	0,144	94
13,1	0,8152	0,321	0,0958	0,0184	0,36	10,437	0,126	0,0617	0,0126	0,299	0,348	1,09	22,8	154,1	170,3	0,905	0,59	0,086	0,664	0,176	88
14,1	0,7435	0,3138	0,098	0,0146	0,01	10,2036	0,124	0,055	0,0102	0,4552	0,1004	2,19	7,3	66,9	48,6	1,375	0,603	0,07	0,413	0,146	145
15,1	0,7452	0,0434	0,0917	0,0048	0,92	10,901	0,5222	0,0589	0,0064	0,0801	0,0034	3,17	45,9	60,5	445,9	0,136	0,566	0,028	0,564	0,23	100
16,1	0,8359	0,3152	0,0965	0,0178	0,53	10,3645	0,1444	0,0628	0,013	0,424	0,058	1,74	7,9	80,1	48,9	1,639	0,594	0,084	0,703	0,18	84
17,1	0,5886	0,4256	0,0712	0,02	0,93	14,0487	0,2916	0,06	0,01	0,2511	0,042	5,56	21	99,5	160,5	0,62	0,443	0,104	0,603	0,188	73
18,1	0,7941	0,3016	0,0977	0,0138	0,95	10,232	0,1232	0,0589	0,0102	0,0281	0,0948	1,78	54,5	27,6	506,2	0,054	0,601	0,066	0,565	0,142	106
19,1	0,7282	0,3126	0,0945	0,0174	0,31	10,5841	0,1498	0,0559	0,0132	0,4461	0,1132	1,5	7,8	61,7	51,5	1,2	0,582	0,084	0,448	0,186	129
20,1	0,7697	0,3208	0,0923	0,0182	0,01	10,832	0,1408	0,0605	0,0132	0,0527	0,0744	3,05	29,5	92,9	263,6	0,352	0,569	0,086	0,62	0,182	91
21,1	0,7812	0,343	0,0946	0,0188	0,72	10,576	0,1384	0,0599	0,0136	0,0383	0,045	10,98	48,5	64,8	430,7	0,15	0,582	0,088	0,601	0,184	96
22,1	0,8337	0,3648	0,1006	0,0164	0,01	9,945	0,112	0,0601	0,0112	0,1411	0,0876	3,46	10,6	48	80,9	0,593	0,618	0,076	0,608	0,156	101
23,1	0,8084	0,3438	0,0967	0,0154	0,89	10,3412	0,1062	0,0606	0,0102	0,2614	0,0542	0,63	8,9	63,8	45,2	1,413	0,595	0,072	0,626	0,136	95

EMB-65A																						
	RAZÕES ISOTÓPICAS																IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
1,1	3,0231	0,152	0,2407	0,0066	0,53	4,154	0,1154	0,0911	0,004	0,2123	0,0316	0,25	45,5	92,2	138,9	0,664	1,391	0,034	1,448	0,086	96	
1,2	1,1151	0,0508	0,1222	0,003	0,5	8,185	0,2054	0,0662	0,0026	0,0231	0,011	0,7	74,9	18,9	536,2	0,035	0,743	0,018	0,813	0,08	91	
5,1	1,1819	0,064	0,1274	0,0034	0,96	7,8474	0,2136	0,0673	0,0034	0,1384	0,0208	2,1	35,3	115,4	224,8	0,513	0,773	0,02	0,846	0,102	91	
7,1	0,7223	0,0496	0,0878	0,0026	0,43	11,384	0,3422	0,0596	0,004	0,2794	0,0412	0,68	18,4	149,7	148,2	1,011	0,543	0,016	0,59	0,142	91	
10,1	0,832	0,0594	0,1015	0,0026	0,88	9,8548	0,2452	0,0595	0,0044	0,2525	0,0288	1,89	45,4	299,6	332,2	0,902	0,623	0,014	0,584	0,154	106	
11,1	1,2704	0,0678	0,1344	0,0028	0,86	7,4397	0,1578	0,0686	0,0038	0,0133	0,0056	4,09	74,5	11,1	490,2	0,023	0,813	0,016	0,885	0,116	91	
12,1	6,1568	0,2954	0,3615	0,0076	0,77	2,7666	0,0586	0,1235	0,0058	0,1536	0,0038	0,02	176,9	219,8	358,9	0,613	1,989	0,036	2,008	0,082	99	
13,1	6,839	0,3654	0,3839	0,009	0,76	2,6047	0,0616	0,1292	0,007	0,129	0,0064	0,07	54,1	52,7	109,2	0,483	2,095	0,042	2,087	0,094	100	
14,1	0,8303	0,0582	0,1	0,0024	0,48	10,0015	0,2434	0,0602	0,0044	0,2759	0,0458	2,96	31,6	198,5	232,9	0,852	0,614	0,014	0,612	0,156	100	
15,1	7,6722	0,3818	0,3978	0,009	0,62	2,5137	0,0566	0,1399	0,0068	0,135	0,0074	0,58	79,1	83,7	155,2	0,54	2,159	0,042	2,226	0,086	97	
16,1	14,5885	0,6812	0,5306	0,0092	0,81	1,8846	0,0326	0,1994	0,0088	0,1096	0,021	0,09	155,1	80,8	229,7	0,352	2,744	0,038	2,821	0,072	97	
16,2	1,082	0,0584	0,1216	0,002	0,75	8,2225	0,1406	0,0645	0,0034	0,0172	0,007	0,76	92,6	68,4	693,4	0,099	0,74	0,012	0,759	0,112	97	
17,1	0,8116	0,069	0,0999	0,0024	0,09	10,0062	0,2326	0,0589	0,0054	0,281	0,0126	0,39	32,9	222,7	239,8	0,929	0,614	0,014	0,564	0,192	108	
18,1	0,8411	0,073	0,1004	0,0024	0,62	9,9572	0,2372	0,0607	0,0056	0,258	0,022	0,23	31,6	209,4	234,6	0,893	0,617	0,014	0,63	0,2	97	
19,1	7,1667	0,5204	0,3787	0,0112	0,76	2,6409	0,0782	0,1373	0,0108	0,064	0,0096	1,99	21,2	9,4	46,7	0,201	2,07	0,052	2,193	0,136	94	
20,1	1,1932	0,1384	0,1322	0,0042	0,26	7,5641	0,2378	0,0655	0,0084	0,1401	0,0224	0,38	16,1	49,4	100,9	0,489	0,8	0,024	0,789	0,27	101	
24,1	1,162	0,0638	0,1292	0,0022	0,81	7,7383	0,1346	0,0652	0,0036	0,0058	0,0064	1,37	74,1	8,7	518,4	0,017	0,783	0,012	0,781	0,118	100	
25,1	0,8395	0,072	0,1003	0,0024	0,62	9,9739	0,2352	0,0607	0,0056	0,3001	0,0526	3,7	30,9	213,4	225,7	0,945	0,616	0,014	0,63	0,198	97	
26,1	0,8369	0,07	0,0997	0,0024	0,45	10,0288	0,2354	0,0609	0,0054	0,3022	0,033	0	29	211,3	203,7	1,037	0,613	0,014	0,635	0,194	96	
28,1	0,8289	0,0632	0,0994	0,0022	0,15	10,0596	0,23	0,0605	0,0048	0,4745	0,1186	1,23	34	239,8	236	1,016	0,611	0,014	0,621	0,174	98	
29,1	12,9265	0,568	0,4816	0,0086	0,48	2,0763	0,0368	0,1947	0,0084	0,0655	0,0042	0,11	148,8	58	231,1	0,251	2,534	0,036	2,782	0,07	91	
30,1	0,8183	0,077	0,0998	0,0026	0,77	10,0234	0,264	0,0595	0,006	0,2731	0,0286	0,01	53,6	339,9	354	0,96	0,613	0,016	0,585	0,22	104	
31,1	4,7295	0,8356	0,3197	0,0222	0,24	3,1276	0,217	0,1073	0,0228	0,2195	0,0586	3,23	7,1	12,6	17,3	0,732	1,788	0,108	1,754	0,394	101	
32,1	1,2122	0,064	0,1329	0,0024	0,67	7,5234	0,1362	0,0661	0,0036	0,0118	0,0042	0,87	102,2	28,5	717,6	0,04	0,804	0,014	0,811	0,112	99	
35,1	0,8281	0,0718	0,1018	0,0026	0,48	9,8227	0,2418	0,059	0,0056	0,2153	0,0206	1,34	60,4	323,2	495,5	0,652	0,625	0,014	0,567	0,198	110	
36,1	1,1549	0,0588	0,1266	0,0022	0,95	7,9018	0,1388	0,0662	0,0036	0,0083	0,0042	3,94	105,7	18,7	759,6	0,025	0,768	0,012	0,812	0,116	94	
39,1	0,769	0,057	0,0944	0,002	0,95	10,5954	0,2278	0,0591	0,0054	0,2743	0,103	4,33	56,8	289,5	424	0,683	0,581	0,012	0,57	0,194	101	
40,1	5,3674	0,268	0,3405	0,007	0,03	2,9365	0,0612	0,1143	0,0054	0,1361	0,0144	0,08	140,5	144,1	318,5	0,453	1,889	0,034	1,869	0,088	101	
41,1	10,5425	0,5242	0,4548	0,0102	0,7	2,1987	0,0492	0,1681	0,0078	0,3151	0,011	0,1	109,6	181,9	159,9	1,138	2,417	0,044	2,539	0,08	95	
42,1	0,7639	0,0652	0,0928	0,0024	0,89	10,7738	0,2744	0,0597	0,0054	0,27	0,1034	0,06	33,6	134,6	221,1	0,609	0,572	0,014	0,592	0,194	96	

EMB-65A																					
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS			
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
43,1	1,0421	0,0644	0,1176	0,0026	0,85	8,5039	0,1812	0,0643	0,0042	0,1365	0,074	1,48	99,9	317,8	644,4	0,493	0,717	0,014	0,751	0,136	95
46,1	0,8061	0,086	0,0966	0,0028	0,41	10,3486	0,31	0,0605	0,0068	0,1331	0,0922	2,44	33,3	74,8	290,6	0,257	0,595	0,016	0,622	0,232	95
47,1	0,7815	0,0724	0,0942	0,0026	0,94	10,6121	0,2864	0,0601	0,006	0,3226	0,1188	4,3	38,8	389,7	261,6	1,49	0,581	0,014	0,609	0,216	95
48,1	0,8109	0,131	0,0984	0,004	0,01	10,161	0,4218	0,0598	0,0112	0,3269	0,0404	4,78	18,1	144,1	132,6	1,087	0,605	0,024	0,595	0,428	101
50,1	0,8228	0,0666	0,097	0,0026	0,01	10,307	0,2658	0,0615	0,0052	0,3679	0,0212	3,17	50,5	378,4	365,4	1,036	0,597	0,014	0,657	0,19	90
51,1	0,8361	0,0618	0,0993	0,0024	0,52	10,0657	0,24	0,061	0,0046	0,1766	0,0392	0,28	52,8	204,9	423,9	0,483	0,611	0,014	0,641	0,162	95
52,1	0,8147	0,0716	0,0973	0,0026	0,25	10,2742	0,2748	0,0607	0,0056	0,2766	0,0248	2,04	30,3	177,6	223,8	0,793	0,599	0,016	0,629	0,2	95
53,1	0,8139	0,084	0,0994	0,0032	0,83	10,0586	0,3288	0,0594	0,0066	0,2698	0,0356	1,46	41,5	209,2	318,8	0,656	0,611	0,02	0,581	0,238	105
55,1	0,7842	0,0728	0,0934	0,0028	0,84	10,7076	0,3262	0,0609	0,0062	0,3534	0,1574	0,86	15,2	95,8	123,2	0,778	0,576	0,016	0,636	0,232	90
56,1	0,9908	0,0682	0,1147	0,0028	0,57	8,7176	0,2072	0,0626	0,0044	0,0342	0,015	2,24	58,6	56,7	445,9	0,127	0,7	0,016	0,696	0,15	100
57,1	1,1949	0,084	0,1333	0,0032	0,38	7,5033	0,1824	0,065	0,0048	0,2304	0,041	1,15	51,9	179,7	289,7	0,62	0,807	0,018	0,775	0,15	104
57,2	1,1529	0,07	0,1271	0,0028	0,35	7,8708	0,1702	0,0658	0,004	0,009	0,0064	1,5	82	14,9	570,8	0,026	0,771	0,016	0,8	0,128	96
58,1	1,1827	0,071	0,1301	0,0028	0,39	7,6836	0,1644	0,0659	0,004	0,0058	0,0052	0,89	90,8	8,1	630,5	0,013	0,789	0,016	0,803	0,128	98
61,1	0,7598	0,0758	0,0945	0,003	0,27	10,586	0,3302	0,0583	0,0062	0,3208	0,0774	5,99	29,7	191,8	226,2	0,848	0,582	0,018	0,542	0,218	107
62,1	0,825	0,067	0,0994	0,0026	0,72	10,0595	0,2676	0,0602	0,0052	0,2315	0,04	0,2	52,5	277,2	405,6	0,683	0,611	0,016	0,61	0,18	100
63,1	5,7198	0,3196	0,3321	0,0074	0,97	3,0112	0,0666	0,1249	0,0068	0,1566	0,0712	0	91,2	62,1	201,8	0,308	1,849	0,036	2,028	0,096	91
64,1	0,7708	0,0526	0,094	0,0022	0,92	10,6411	0,2486	0,0595	0,004	0,1369	0,1356	0,29	88,4	135,2	799	0,169	0,579	0,012	0,585	0,146	98
EMB-65D																					
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS			
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	0,8527	0,0596	0,1027	0,0030	0,99	9,7410	0,2822	0,0602	0,0040	0,0346	0,0778	3,50	54	288	495	0,58	0,63	0,018	0,612	0,14	102
3,1	0,7379	0,0382	0,0896	0,0016	0,99	11,1579	0,1936	0,0597	0,0046	0,4813	0,2776	2,97	30	228	225	1,01	0,553	0,01	0,593	0,164	93
4,1	0,6411	0,0326	0,0810	0,0022	0,94	12,3400	0,3248	0,0574	0,0024	4,5126	2,2682	0,05	3607	183128	4776	38,35	0,502	0,012	0,506	0,094	99
5,1	0,8041	0,0552	0,0960	0,0026	0,87	10,4125	0,2898	0,0607	0,0040	0,2418	0,2442	1,52	27	170	205	0,83	0,591	0,016	0,629	0,144	93
6,1	0,7931	0,0710	0,0971	0,0030	0,29	10,2972	0,3144	0,0592	0,0052	0,2142	0,0714	0,90	23	96	178	0,54	0,597	0,018	0,576	0,186	103
8,1	0,7957	0,0554	0,0969	0,0028	0,53	10,3215	0,2902	0,0596	0,0040	0,1942	0,1360	1,57	63	428	464	0,92	0,596	0,016	0,588	0,142	101
9,1	0,7847	0,0552	0,0953	0,0028	0,79	10,4974	0,2994	0,0597	0,0040	0,2140	0,0992	1,66	63	405	476	0,85	0,587	0,016	0,594	0,142	98
11,1	1,8493	0,1000	0,1777	0,0034	0,76	5,6280	0,1104	0,0755	0,0044	0,1029	0,0096	0,24	59	85	257	0,33	1,054	0,02	1,081	0,114	97
12,1	0,6906	0,0442	0,0847	0,0018	0,92	11,8112	0,2406	0,0592	0,0042	0,2617	0,0276	4,35	44	284	359	0,79	0,524	0,01	0,573	0,152	91
14,1	0,8422	0,0536	0,1015	0,0020	0,93	9,8542	0,1982	0,0602	0,0042	0,1424	0,1330	1,23	59	455	419	1,09	0,623	0,012	0,61	0,15	102
18,1	0,8282	0,0992	0,0998	0,0028	0,06	10,0236	0,2906	0,0602	0,0080	0,1502	0,0270	1,54	10	41	79	0,52	0,613	0,016	0,611	0,294	100
20,1	0,7911	0,0462	0,0961	0,0020	0,82	10,4032	0,2058	0,0597	0,0036	0,2965	0,0658	0,36	83	576	594	0,97	0,592	0,012	0,592	0,136	99
21,1	0,8603	0,0554	0,1042	0,0022	0,93	9,6012	0,1978	0,0599	0,0042	0,0515	0,0188	1,30	38	35	340	0,10	0,639	0,012	0,6	0,152	106

EMB-129																					
Spot	RAZÕES ISOTÓPICAS										IDADES ESTIMADAS										
	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	4,7747	0,1532	0,3153	0,0078	0,94	3,172	0,0776	0,1098	0,0032	0,1723	0,0106	0,73	104,2	131,5	269,4	0,488	1,767	0,038	1,797	0,054	98
1,2	4,6448	0,1392	0,311	0,0072	0,4	3,2156	0,0738	0,1083	0,003	0,1482	0,0034	0,13	124	133,3	308,2	0,432	1,746	0,036	1,771	0,048	98
2,1	2,3301	0,0784	0,2099	0,005	0,9	4,7649	0,1148	0,0805	0,0026	0,1324	0,0074	0,07	103,8	164,5	400,1	0,411	1,228	0,026	1,21	0,062	101
3,1	2,2595	0,0776	0,2064	0,005	0,65	4,8441	0,1184	0,0794	0,0026	0,1256	0,0078	0,05	90,3	136,2	350,6	0,388	1,21	0,026	1,182	0,064	102
4,1	4,9474	0,1856	0,3266	0,0088	0,82	3,0621	0,082	0,1099	0,0042	0,3072	0,0128	0,14	72,1	150,2	157,1	0,956	1,822	0,042	1,797	0,068	101
5,1	2,201	0,1346	0,2005	0,0068	0,01	4,9866	0,1674	0,0796	0,0052	0,191	0,018	0,87	24,5	53,7	91,8	0,585	1,178	0,036	1,187	0,134	99
6,1	2,2752	0,1126	0,208	0,0062	0,39	4,8079	0,1424	0,0793	0,0042	0,2312	0,039	0,14	42,5	115,4	163,1	0,708	1,218	0,032	1,181	0,102	103
7,1	3,0877	0,0958	0,2442	0,0058	0,92	4,0954	0,0958	0,0917	0,0026	0,1302	0,0044	0,13	157,2	210,2	502,2	0,419	1,408	0,03	1,461	0,056	96
8,1	4,4503	0,1442	0,3016	0,0074	0,97	3,316	0,0804	0,107	0,0034	0,0927	0,0512	0,16	86,2	85,7	219,9	0,389	1,699	0,036	1,749	0,058	97
9,1	3,6778	0,1112	0,2791	0,0064	0,76	3,5832	0,083	0,0956	0,0026	0,2149	0,0036	0,32	133,5	235,7	370,4	0,636	1,587	0,032	1,54	0,052	103
10,1	2,27	0,071	0,2058	0,0048	0,75	4,8601	0,1134	0,08	0,0024	0,1096	0,018	0,16	145,1	228,7	574,4	0,398	1,206	0,026	1,197	0,058	100
11,1	2,2651	0,0958	0,2043	0,0056	0,96	4,8954	0,133	0,0804	0,0034	0,1359	0,0158	0,23	58,3	91,1	226,8	0,402	1,198	0,03	1,207	0,082	99
12,1	4,7028	0,1572	0,312	0,012	0,91	3,2055	0,1236	0,1093	0,0052	0,2241	0,0062	0,07	117,6	184,7	262,5	0,704	1,75	0,06	1,788	0,088	97
13,1	5,6206	0,1908	0,3331	0,0132	0,9	3,0019	0,1184	0,1224	0,006	0,1941	0,004	0,07	85,7	109,9	183,3	0,6	1,853	0,064	1,991	0,088	93
14,1	3,1444	0,1194	0,2466	0,0102	0,94	4,0548	0,1674	0,0925	0,005	0,1359	0,0106	0,29	58	75,6	180,3	0,419	1,421	0,052	1,477	0,102	96
16,1	2,2873	0,0782	0,2076	0,008	0,78	4,8167	0,1868	0,0799	0,0038	0,1161	0,0048	0,05	130,2	168,4	498,7	0,338	1,216	0,044	1,195	0,096	101
17,1	2,1667	0,0748	0,1985	0,0076	0,8	5,0368	0,1936	0,0792	0,004	0,1048	0,0078	0,81	86,2	90,5	353,2	0,256	1,167	0,042	1,176	0,1	99
17,2	2,2726	0,1084	0,2077	0,0096	0,89	4,8156	0,2238	0,0794	0,0052	0,2058	0,1054	0,42	30,3	39,3	123,3	0,319	1,216	0,052	1,181	0,132	102
18,1	3,1036	0,0974	0,2464	0,0086	0,84	4,059	0,142	0,0914	0,0042	0,0656	0,0024	0,13	125,8	89,3	471,9	0,189	1,42	0,046	1,454	0,09	97
19,1	2,3396	0,1148	0,2087	0,0098	0,78	4,7905	0,2258	0,0813	0,0058	0,1935	0,0156	0,76	22,3	47,6	83,4	0,571	1,222	0,052	1,228	0,14	99
20,1	4,7753	0,1672	0,3107	0,0124	0,85	3,2182	0,128	0,1115	0,0056	0,1293	0,0074	0,62	66,3	60,1	158,7	0,378	1,744	0,06	1,823	0,092	95
21,1	4,7453	0,16	0,3168	0,0122	0,58	3,1562	0,1218	0,1086	0,0052	0,2601	0,0264	0,07	119,1	215,7	263,7	0,818	1,774	0,06	1,776	0,088	99
22,1	6,6648	0,2642	0,3722	0,0166	0,72	2,6865	0,1192	0,1299	0,0074	0,215	0,0204	0,31	60,4	70,3	121,2	0,58	2,04	0,078	2,096	0,1	97
23,1	4,6312	0,247	0,316	0,0142	0,97	3,1646	0,1428	0,1063	0,0068	0,1424	0,105	0,29	106,9	62,4	381,4	0,164	1,77	0,07	1,737	0,118	101
23,2	4,7278	0,215	0,3131	0,013	0,98	3,1934	0,1316	0,1095	0,0064	0,2753	0,0438	4,31	55,7	92,5	139	0,665	1,756	0,064	1,791	0,11	98
24,1	2,8507	0,1396	0,2249	0,0096	0,88	4,4473	0,1902	0,0919	0,0054	0,1529	0,038	0,36	73,2	120,7	241,4	0,5	1,307	0,05	1,466	0,112	89
24,2	2,297	0,095	0,2038	0,0078	0,88	4,9065	0,1894	0,0817	0,0042	0,0221	0,003	0,04	150,5	42,7	624,3	0,068	1,196	0,042	1,239	0,1	96
25,1	2,3126	0,161	0,2089	0,0098	0,9	4,7859	0,2266	0,0803	0,007	0,1359	0,0176	0,43	27,2	38	101,6	0,374	1,223	0,054	1,204	0,176	101
26,1	2,2562	0,181	0,2036	0,0106	0,64	4,9124	0,2554	0,0804	0,008	0,1507	0,0222	0,47	29,8	58,6	110,7	0,529	1,194	0,056	1,206	0,202	99
27,1	4,9428	0,258	0,324	0,0144	0,78	3,0862	0,1366	0,1106	0,0074	0,2339	0,0084	0,67	46,4	70,6	101	0,698	1,809	0,07	1,81	0,12	99
28,1	5,3236	0,2246	0,3419	0,0134	0,02	2,9248	0,1142	0,1129	0,0058	0,2353	0,008	0,07	113,4	164	241,2	0,68	1,896	0,064	1,847	0,094	102
29,1	2,1505	0,1008	0,1975	0,008	0,75	5,0625	0,2026	0,079	0,0046	0,2016	0,0498	0,53	59,2	98,5	225	0,438	1,162	0,042	1,171	0,116	99
29,2	2,319	0,0964	0,2119	0,008	0,23	4,7198	0,178	0,0794	0,0042	0,0828	0,003	0,04	142,6	142,4	582,1	0,245	1,239	0,042	1,182	0,102	104
30,1	4,3124	0,2202	0,2979	0,013	0,92	3,3566	0,1454	0,105	0,0068	0,192	0,0142	0,16	58,4	88,5	141,2	0,627	1,681	0,064	1,714	0,118	98
31,1	2,2972	0,1144	0,2087	0,0086	0,82	4,7912	0,198	0,0798	0,005	0,2626	0,0064	0,07	78	215,1	269,2	0,799	1,222	0,046	1,193	0,12	102
32,1	2,2342	0,2656	0,2072	0,008	0,38	4,8257	0,186	0,0782	0,0098	0,2362	0,0304	0,79	18,5	49,9	66,8	0,748	1,214	0,042	1,152	0,238	105
32,2	1,6937	0,0944	0,1653	0,0042	0,84	6,0494	0,1514	0,0743	0,004	0,0887	0,0172	3,21	75,5	75,3	422,5	0,178	0,986	0,022	1,05	0,106	93
33,1	6,2286	0,2902	0,3658	0,0092	0,76	2,7341	0,069	0,1235	0,0052	0,3801	0,076	0,11	112,7	212,8	207,1	1,028	2,009	0,044	2,008	0,074	100
34,1	6,7311	0,3326	0,3718	0,0098	0,89	2,6894	0,0706	0,1313	0,006	0,1529	0,0078	0,3	63,2	62,3	128,1	0,487	2,038	0,046	2,115	0,078	96
35,1	2,2352	0,1088	0,2034	0,0048	0,89	4,9162	0,118	0,0797	0,0036	0,1322	0,0052	0,1	101,4	152,1	395,4	0,385	1,194	0,026	1,189	0,088	100
36,1	2,2746	0,145	0,2052	0,0056	0,55	4,8727	0,1338	0,0804	0,005	0,2217	0,0118	0,23	49,3	122,4	182	0,672	1,203	0,03	1,206	0,122	99
37,1	2,9453	0,127	0,2311	0,0052	0,83	4,3265	0,099	0,0924	0,0038	0,0972	0,006	5,11	160,2	143,7	556,8	0,258	1,34	0,028	1,476	0,076	90
38,1	2,2962	0,104	0,21	0,0048	0,58	4,7622	0,1098	0,0793	0,0032	0,119	0,0056	0,13	146,5	207,4	564,4	0,368	1,229	0,026	1,18	0,082	104
39,1	4,3097	0,223	0,2995	0,0076	0,51	3,3394	0,0856	0,1044	0,005	0,1193	0,0106	0,17	83,2	79,3	221,8	0,358	1,689	0,038	1,703	0,086	99
40,1	4,7505	0,2292	0,313	0,0078	0,93	3,1953	0,08	0,1101	0,0048	0,5883	0,1014	0,22	78,7	209,8	157,9	1,329	1,755	0,038	1,801	0,08	97
41,1	2,1647	0,1154	0,1992	0,005	0,86	5,0201	0,1252	0,0788	0,004	0,1709	0,0202	0	82,4	163,7	306,1	0,535	1,171	0,026	1,168	0,102	100
42,1	3,4251	0,1624	0,2628	0,0064	0,8	3,8048	0,092	0,0945	0,0042	0,2019	0,0082	0,08	116,4	179	316,6	0,565	1,504	0,032	1,518	0,082	99
43,1	4,1958	0,1748	0,2971	0,0062	0,43	3,3659	0,0702	0,1024	0,0042	0,215	0,0058	0,26	106,8	163,1	281,7	0,579	1,677	0,03	1,669	0,076	100

EMB-129																						
	RAZÕES ISOTÓPICAS																IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.	
44,1	5,1372	0,2034	0,3394	0,007	0,62	2,9465	0,06	0,1098	0,0044	0,1874	0,0106	0,11	231,4	347,5	496,3	0,7	1,884	0,034	1,796	0,072	104	
45,1	2,3679	0,103	0,2139	0,0044	0,26	4,676	0,097	0,0803	0,0036	0,132	0,0768	0,07	195,9	191,6	794,3	0,241	1,249	0,024	1,204	0,084	103	
46,1	6,0079	0,3604	0,348	0,0098	0,86	2,8738	0,0808	0,1252	0,0086	0,1456	0,0368	2,06	40,3	32	106,4	0,301	1,925	0,046	2,032	0,122	94	
47,1	4,8735	0,2442	0,324	0,0076	0,96	3,0868	0,073	0,1091	0,0056	0,167	0,0126	0,13	69,7	77,8	161,5	0,482	1,809	0,038	1,785	0,094	101	
48,1	4,4054	0,226	0,2971	0,007	0,91	3,3653	0,0802	0,1075	0,0058	0,1868	0,014	0,19	93,3	124,3	231,6	0,537	1,677	0,036	1,758	0,098	95	
49,1	4,8983	0,2222	0,325	0,0072	0,62	3,0767	0,0684	0,1093	0,005	0,21	0,0176	0,36	115,1	151,2	257,5	0,587	1,814	0,036	1,788	0,084	101	
50,1	3,5216	0,2368	0,2699	0,0074	0,08	3,7051	0,1018	0,0946	0,007	0,334	0,0792	0,33	52,1	110,4	126,3	0,874	1,54	0,038	1,521	0,132	101	
51,1	14,5449	0,6462	0,5365	0,013	0,68	1,8641	0,045	0,1966	0,009	0,3639	0,0156	0,12	62,8	76,6	74	1,035	2,769	0,054	2,799	0,074	98	
52,1	5,7263	0,2538	0,3579	0,0078	0,01	2,7939	0,0612	0,116	0,0052	0,3352	0,0352	0,06	121	207,4	224,3	0,924	1,972	0,038	1,896	0,08	104	
53,1	2,0725	0,113	0,1953	0,0046	0,44	5,1194	0,1188	0,0769	0,0044	0,2637	0,0108	0,07	73,9	196,8	270,9	0,727	1,15	0,024	1,12	0,116	102	
54,1	1,9884	0,1178	0,1873	0,0046	0,81	5,3388	0,1316	0,077	0,0046	0,1235	0,0114	0,57	66,7	95,4	284,8	0,335	1,107	0,026	1,121	0,12	98	
55,1	5,2257	0,2624	0,3436	0,0094	0,69	2,9102	0,0788	0,1103	0,0058	0,3541	0,0092	0,08	116,7	218,3	242,6	0,9	1,904	0,044	1,804	0,096	105	
56,1	5,582	0,3558	0,3481	0,0124	0,47	2,8725	0,102	0,1163	0,0086	0,1517	0,0162	0,37	41,5	41,6	94,9	0,438	1,926	0,058	1,9	0,13	101	
57,1	2,3638	0,1214	0,2136	0,0056	0,98	4,6823	0,1212	0,0803	0,0044	0,1381	0,0096	0,3	100,1	167,7	432,6	0,388	1,248	0,03	1,204	0,106	103	
58,1	5,0221	0,2412	0,3323	0,0086	0,65	3,0089	0,078	0,1096	0,0056	0,1915	0,0066	0,07	115,9	140,3	272,8	0,514	1,85	0,042	1,793	0,092	103	
59,1	2,2245	0,1214	0,2042	0,0056	0,55	4,8964	0,135	0,079	0,0046	0,2007	0,0116	0,14	93	180,2	369,5	0,488	1,198	0,03	1,172	0,114	102	
60,1	9,8384	0,474	0,4579	0,0124	0,01	2,1837	0,059	0,1558	0,0078	0,1172	0,0158	0,35	97,3	49,3	168,4	0,293	2,43	0,054	2,411	0,084	100	
61,1	2,3068	0,1438	0,2086	0,0064	0,71	4,7936	0,147	0,0802	0,0054	0,1261	0,009	0,34	53,7	71,2	214	0,333	1,221	0,034	1,202	0,136	101	
62,1	2,2526	0,171	0,2054	0,0074	0,37	4,8675	0,1752	0,0795	0,007	0,1736	0,0176	0,6	35,2	64,7	139,2	0,464	1,204	0,04	1,185	0,172	101	
63,1	4,9768	0,3596	0,3268	0,0132	0,86	3,0599	0,1226	0,1104	0,0094	0,2841	0,025	1,08	27,4	49,8	61,4	0,811	1,823	0,064	1,807	0,158	100	
64,1	17,5119	0,9724	0,5834	0,0224	0,59	1,714	0,0656	0,2177	0,013	0,0834	0,0242	0,48	24,8	6,7	32,9	0,203	2,963	0,09	2,964	0,106	99	
65,1	7,1252	0,3946	0,3942	0,0124	0,4	2,5369	0,0802	0,1311	0,008	0,1985	0,0216	0,1	61	69	116,2	0,594	2,142	0,058	2,113	0,108	101	
66,1	2,2926	0,1992	0,2064	0,0084	0,17	4,8441	0,195	0,0805	0,008	0,172	0,0264	0,43	29,4	49,3	114	0,432	1,21	0,044	1,21	0,194	99	
67,1	3,5885	0,1904	0,2768	0,0092	0,92	3,6123	0,1206	0,094	0,0056	0,1286	0,0112	0,08	74,7	80,4	224,4	0,358	1,575	0,048	1,508	0,11	104	
68,1	3,2964	0,165	0,2599	0,008	0,7	3,8482	0,1176	0,092	0,0046	0,1276	0,0046	0,15	121,8	135,1	388,1	0,348	1,489	0,04	1,467	0,094	101	
69,1	2,2218	0,1114	0,2068	0,0062	0,54	4,8357	0,1462	0,0779	0,004	0,209	0,0066	0,08	135,9	282,9	517,7	0,546	1,212	0,034	1,145	0,1	105	
70,1	5,9371	0,2892	0,3574	0,0108	0,01	2,7977	0,0846	0,1205	0,0058	0,1387	0,0058	0,09	114,5	102	260,4	0,392	1,97	0,052	1,963	0,086	100	
71,1	2,3325	0,1128	0,2138	0,0062	0,74	4,6779	0,1358	0,0791	0,0038	0,1598	0,012	0,49	189,2	286,5	723,9	0,396	1,249	0,032	1,176	0,096	106	
73,1	5,6794	0,3508	0,3423	0,0144	0,72	2,9213	0,1232	0,1203	0,0078	0,2544	0,026	0,55	41,3	59,9	86,1	0,695	1,898	0,068	1,961	0,116	96	
75,1	2,07	0,1114	0,1938	0,0062	0,64	5,1606	0,1674	0,0775	0,0042	0,149	0,0076	0,2	79,8	130,1	336,4	0,387	1,142	0,034	1,133	0,11	100	
76,1	2,2738	0,1274	0,2063	0,007	0,44	4,8477	0,164	0,0799	0,0048	0,2162	0,0122	0,18	70,5	153,8	267,8	0,574	1,209	0,038	1,196	0,116	101	
77,1	5,0428	0,2524	0,3231	0,0104	0,9	3,0955	0,0992	0,1132	0,0058	0,1983	0,0096	0,26	97,9	117,2	228,1	0,514	1,805	0,05	1,852	0,092	97	
78,1	4,6502	0,3492	0,2971	0,0156	0,84	3,3656	0,1758	0,1135	0,0106	0,4134	0,0508	0,39	28,4	68,3	59,7	1,142	1,677	0,078	1,856	0,164	90	

EMB-140																					
Spot	RAZÕES ISOTÓPICAS											IDADES ESTIMADAS									
	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	2,5011	0,1084	0,2213	0,0066	0,45	4,5191	0,1352	0,082	0,0034	0,0913	0,0176	0,09	109,2	99,8	405	0,246	1,289	0,036	1,245	0,078	103
2,1	2,3377	0,1076	0,2101	0,0064	0,92	4,7598	0,147	0,0807	0,0034	0,2356	0,0158	0,07	95,4	198	328,9	0,602	1,229	0,034	1,214	0,082	101
4,1	2,3225	0,2562	0,2085	0,0094	0,61	4,7958	0,216	0,0808	0,0094	0,3974	0,0324	0,72	14	48,2	43,5	1,106	1,221	0,05	1,216	0,224	100
5,1	1,6321	0,1512	0,166	0,0068	0,73	6,0224	0,2444	0,0713	0,0068	0,0942	0,0214	0,72	13,9	17,1	69,4	0,247	0,99	0,038	0,966	0,188	102
6,1	2,448	0,1524	0,2095	0,0072	0,91	4,7728	0,166	0,0847	0,0054	0,2633	0,017	0,13	32,6	76,7	108,7	0,705	1,226	0,038	1,31	0,122	93
7,1	2,3269	0,1282	0,2101	0,0068	0,98	4,7593	0,1526	0,0803	0,0044	0,2862	0,3564	0,11	27,3	-200,5	103,3	-1,94	1,229	0,036	1,205	0,106	102
8,1	1,9661	0,12	0,1849	0,0064	0,58	5,4083	0,1844	0,0771	0,0048	0,093	0,0158	1,98	33,6	34,4	143,1	0,241	1,094	0,034	1,124	0,12	97
9,1	2,2376	0,1536	0,2027	0,0072	0,92	4,9326	0,1756	0,0801	0,0056	0,1343	0,0386	0,09	64,2	111	235,7	0,471	1,19	0,038	1,198	0,136	99
10,1	2,2143	0,22	0,1989	0,0086	0,61	5,0274	0,218	0,0807	0,0084	0,1684	0,034	1,15	12,7	23,3	46,3	0,502	1,169	0,046	1,215	0,208	96
10,2	2,3027	0,1034	0,2086	0,0064	0,5	4,7933	0,146	0,0801	0,0034	0,0867	0,0092	0,12	105,2	90	416,4	0,216	1,221	0,034	1,198	0,082	101
11,1	1,987	0,0872	0,1867	0,0056	0,84	5,356	0,1598	0,0772	0,0032	0,2399	0,093	0,15	59,5	109,5	257,3	0,426	1,104	0,03	1,126	0,078	97
12,1	4,6181	0,2206	0,3045	0,0098	0,82	3,2838	0,1056	0,11	0,0046	0,1475	0,0114	0,25	102,9	106,3	253,9	0,419	1,714	0,048	1,799	0,074	95
13,1	1,8284	0,162	0,1752	0,0066	0,96	5,7079	0,2182	0,0757	0,007	0,1897	0,0424	0,87	18,2	47,7	76,8	0,621	1,041	0,036	1,087	0,182	95
14,1	2,3769	0,1308	0,2143	0,007	0,82	4,6671	0,151	0,0805	0,004	0,2393	0,0176	0,16	61,3	132	215,3	0,613	1,252	0,036	1,208	0,098	103
15,1	1,9135	0,109	0,1826	0,006	0,51	5,4773	0,1782	0,076	0,004	0,2724	0,0118	0,44	66,2	190,5	254,3	0,749	1,081	0,032	1,095	0,108	98
16,1	4,5146	0,215	0,3078	0,0096	0,93	3,2486	0,102	0,1064	0,0046	0,2358	0,015	0,15	67	115,6	155,9	0,742	1,73	0,048	1,738	0,08	99
17,1	2,8892	0,1356	0,2355	0,0074	0,95	4,2461	0,1328	0,089	0,0036	0,1016	0,0228	1,22	87,1	64,9	309,1	0,21	1,363	0,038	1,404	0,08	97
18,1	3,4105	0,171	0,2649	0,0084	0,96	3,7753	0,1194	0,0934	0,0044	0,066	0,0182	0,72	44,2	23,3	149,4	0,156	1,515	0,042	1,496	0,09	101
19,1	5,5397	0,25	0,3503	0,011	0,96	2,8546	0,0894	0,1147	0,0046	0,2718	0,0528	3,32	85,1	153,1	231,5	0,661	1,936	0,052	1,875	0,074	103
20,1	5,3621	0,2446	0,3436	0,0106	0,63	2,9103	0,09	0,1132	0,0046	0,2205	0,0194	0,27	53,7	69,6	132,9	0,524	1,904	0,05	1,851	0,072	102
21,1	5,1096	0,3054	0,3271	0,0118	0,94	3,057	0,1094	0,1133	0,0062	0,3466	0,1418	0,34	36	61,9	72,9	0,849	1,824	0,056	1,853	0,1	98
22,1	2,4168	0,1532	0,2173	0,0074	0,7	4,6015	0,1564	0,0807	0,0048	0,1595	0,0118	0,28	32,2	51,3	122,6	0,418	1,268	0,04	1,213	0,118	104
23,1	1,906	0,14	0,1829	0,0066	0,62	5,4674	0,1976	0,0756	0,0054	0,107	0,0196	0,39	41,7	65,9	183,1	0,36	1,083	0,036	1,084	0,146	99
24,1	2,797	0,1674	0,2338	0,0066	0,94	4,2779	0,1206	0,0868	0,0052	0,2814	0,011	0,14	73,7	207,9	225,1	0,924	1,354	0,034	1,356	0,116	99
25,1	2,1891	0,1208	0,2008	0,0054	0,66	4,9797	0,133	0,0791	0,0042	0,1073	0,0178	0,46	74,2	89,6	312,4	0,287	1,18	0,028	1,174	0,108	100
26,1	2,2062	0,129	0,2005	0,0054	0,96	4,9873	0,1364	0,0798	0,0046	0,1942	0,0262	0,04	76,4	139,2	303,6	0,459	1,178	0,03	1,192	0,114	98
27,1	4,3791	0,2862	0,2889	0,009	0,91	3,4612	0,1084	0,1099	0,0076	0,3299	0,0638	0,05	68,1	131,8	153,7	0,858	1,636	0,046	1,798	0,126	90
28,1	2,3453	0,1664	0,2098	0,0062	0,92	4,7656	0,1426	0,0811	0,0062	0,1205	0,0158	0,2	40,6	52,3	158,2	0,331	1,228	0,034	1,223	0,156	100
29,1	1,9845	0,204	0,183	0,0068	0,01	5,465	0,2044	0,0787	0,0088	0,2439	0,024	0,35	22,7	66,9	89,4	0,749	1,083	0,038	1,164	0,228	93
30,1	4,9684	0,2754	0,3292	0,0092	0,95	3,0377	0,0856	0,1095	0,006	0,2365	0,0114	0,3	80,4	134,2	197,5	0,68	1,834	0,044	1,79	0,1	102
31,1	1,965	0,1372	0,1839	0,0054	0,94	5,4373	0,162	0,0775	0,0056	0,123	0,0106	0,15	41,5	54,7	171,7	0,319	1,088	0,03	1,134	0,152	95
32,1	2,2118	0,2038	0,203	0,007	0,29	4,9273	0,1716	0,079	0,008	0,2478	0,0258	0,47	34,6	85,5	120,5	0,709	1,191	0,038	1,173	0,19	101
33,1	3,2577	0,3358	0,2502	0,01	0,92	3,9971	0,1606	0,0944	0,0106	0,1816	0,0204	0,64	19,5	27,6	55,2	0,5	1,439	0,052	1,517	0,208	94
34,1	1,999	0,1108	0,1909	0,005	0,96	5,2392	0,1378	0,076	0,0042	0,0804	0,0236	0,05	74	48	310,8	0,154	1,126	0,028	1,094	0,112	102
35,1	6,4853	0,2948	0,3808	0,0096	0,36	2,626	0,0658	0,1235	0,0054	0,5709	0,1366	0,18	106,5	238,6	182,7	1,306	2,08	0,044	2,008	0,076	103
36,1	2,3978	0,1354	0,2106	0,0072	0,9	4,748	0,164	0,0826	0,0048	0,0446	0,019	0,14	120,4	36,3	482,4	0,075	1,232	0,038	1,259	0,116	97
37,1	2,0867	0,153	0,1946	0,0078	0,72	5,14	0,207	0,0778	0,0062	0,152	0,0182	0,4	53,8	96,8	207,1	0,467	1,146	0,042	1,142	0,16	100
38,1	1,9049	0,1168	0,1802	0,0064	0,93	5,549	0,1996	0,0767	0,0048	0,1987	0,015	0,16	89,2	184,4	352,2	0,524	1,068	0,036	1,112	0,128	96
39,1	1,8813	0,11	0,1775	0,0062	0,82	5,6342	0,199	0,0769	0,0046	0,0346	0,0094	0,09	125,1	59,4	626,9	0,095	1,053	0,034	1,118	0,12	94
40,1	2,2048	0,1348	0,2044	0,0072	0,06	4,8925	0,1746	0,0782	0,005	0,1707	0,0104	0,17	106	208,3	406,7	0,512	1,199	0,04	1,153	0,126	103
41,1	2,5245	0,167	0,2227	0,0084	0,21	4,4912	0,1686	0,0822	0,0058	0,2156	0,0116	0,13	77,3	154,1	265,9	0,58	1,296	0,044	1,251	0,138	103
42,1	1,9681	0,1786	0,1888	0,0084	0,63	5,2966	0,2378	0,0756	0,0076	0,3007	0,048	0,67	48,3	128,8	188,8	0,682	1,115	0,046	1,085	0,192	102
43,1	2,2569	0,1398	0,2052	0,0076	0,94	4,8739	0,1782	0,0798	0,0052	0,2858	0,0354	0,11	93,9	219,9	345,8	0,636	1,203	0,04	1,192	0,128	100

	EMB-140																	IDADES ESTIMADAS					
	RAZÕES ISOTÓPICAS																						
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.		
44,1	1,8465	0,154	0,1764	0,0074	0,92	5,6684	0,2386	0,0759	0,0074	0,1496	0,0338	0,95	32,5	54,7	130,9	0,418	1,047	0,042	1,093	0,212	95		
45,1	2,2072	0,1514	0,2023	0,0078	0,92	4,942	0,192	0,0791	0,0058	0,128	0,0654	0,22	58,5	56	235	0,238	1,188	0,042	1,175	0,142	101		
46,1	1,8893	0,181	0,1839	0,0086	0,43	5,439	0,253	0,0745	0,008	0,323	0,031	0,19	28,7	88,6	108,6	0,816	1,088	0,046	1,056	0,214	103		
47,1	2,7449	0,1746	0,229	0,0086	0,95	4,3675	0,1634	0,0869	0,006	0,1985	0,0446	0,26	38	73,3	150,9	0,486	1,329	0,046	1,359	0,136	97		
48,1	1,55	0,0728	0,1551	0,005	0,75	6,4489	0,2062	0,0725	0,0032	0,0273	0,0044	1,09	88,5	37,3	504	0,074	0,929	0,028	1	0,09	92		
49,1	4,4326	0,2176	0,2915	0,01	0,89	3,4309	0,1184	0,1103	0,0054	0,27	0,0126	0,15	58,9	108,8	132,2	0,823	1,649	0,05	1,804	0,088	91		
50,1	3,0205	0,1554	0,2425	0,0082	0,78	4,1241	0,1402	0,0903	0,0044	0,1241	0,035	0,02	41,6	42,6	139,9	0,304	1,4	0,042	1,433	0,096	97		
51,1	5,8802	0,3452	0,3589	0,0138	0,93	2,786	0,1068	0,1188	0,0068	0,6621	0,1344	0	40,4	124,2	56,2	2,212	1,977	0,066	1,938	0,102	101		
52,1	2,1883	0,1046	0,2018	0,0066	0,8	4,9553	0,16	0,0786	0,0036	0,1343	0,0062	0,04	76,8	119,9	304,4	0,394	1,185	0,034	1,163	0,09	101		
53,1	2,2819	0,1334	0,2085	0,0074	0,87	4,7966	0,168	0,0794	0,0046	0,0851	0,0118	0,48	40,8	42,5	157,3	0,27	1,221	0,038	1,182	0,112	103		
54,1	2,6343	0,2502	0,2303	0,0106	0,62	4,3415	0,2008	0,0829	0,0082	0,2684	0,0266	1,58	19,1	50,2	59,5	0,844	1,336	0,056	1,268	0,198	105		
55,1	2,2459	0,1832	0,2033	0,0082	0,84	4,9191	0,199	0,0801	0,0072	0,1388	0,042	0,11	33,5	38,4	143,1	0,269	1,193	0,044	1,2	0,174	99		
56,1	3,1557	0,1408	0,2506	0,008	0,72	3,9904	0,1272	0,0913	0,0038	0,0875	0,0054	0,35	102,4	98,5	364,2	0,27	1,442	0,042	1,453	0,08	99		
57,1	3,2032	0,135	0,2502	0,0078	0,73	3,9972	0,124	0,0929	0,0036	0,24	0,0162	0,07	127,8	268,1	392,5	0,683	1,439	0,04	1,485	0,074	96		
58,1	4,7822	0,2404	0,3225	0,011	0,96	3,1011	0,1062	0,1076	0,0054	0,1796	0,0084	0,16	43,2	64,4	110,7	0,582	1,802	0,054	1,758	0,092	102		
59,1	2,0865	0,0932	0,1914	0,006	0,7	5,2235	0,1626	0,079	0,0034	0,0916	0,013	0,2	115,2	141,4	480,9	0,294	1,129	0,032	1,173	0,084	96		
61,1	1,8127	0,066	0,1785	0,005	0,97	5,6011	0,157	0,0736	0,003	0,1178	0,0102	0,45	156,4	238,5	786,3	0,303	1,059	0,028	1,032	0,08	102		
62,1	2,376	0,1004	0,2152	0,0066	0,93	4,6468	0,1412	0,0801	0,0038	0,2234	0,0472	0,49	53	87,2	208,3	0,419	1,256	0,034	1,199	0,096	104		
63,1	2,0725	0,0872	0,1937	0,0058	0,66	5,1621	0,152	0,0776	0,0038	0,0861	0,011	0,91	85,2	84,3	366,3	0,23	1,142	0,03	1,136	0,094	100		
64,1	5,3143	0,1878	0,3424	0,01	0,8	2,9204	0,0848	0,1126	0,0042	0,3109	0,1788	0,12	162,8	172,1	385,4	0,447	1,898	0,048	1,841	0,068	103		
65,1	2,1532	0,1688	0,2014	0,0084	0,59	4,9645	0,205	0,0775	0,0068	0,3926	0,0414	1,24	29,8	111,5	97,2	1,148	1,183	0,044	1,135	0,168	104		
67,1	2,4721	0,1358	0,2157	0,0076	0,89	4,6359	0,1636	0,0831	0,005	0,3423	0,026	0,46	49	159,4	157,2	1,014	1,259	0,04	1,272	0,12	98		
68,1	1,791	0,2274	0,172	0,0098	0,42	5,8128	0,3298	0,0755	0,0114	0,3334	0,0658	1,96	13,9	51,9	64,4	0,806	1,023	0,054	1,082	0,31	94		
69,1	1,4589	0,0638	0,1474	0,0044	0,35	6,7829	0,2066	0,0718	0,0034	0,1136	0,009	0,32	69,8	124	392,9	0,316	0,887	0,026	0,979	0,1	90		
70,1	1,9511	0,1006	0,184	0,0062	0,82	5,4335	0,1814	0,0769	0,0044	0,1037	0,0156	0,53	45,8	56,7	202,1	0,281	1,089	0,034	1,118	0,114	97		
70,1	4,9043	0,2296	0,3275	0,008	0,89	3,0534	0,0746	0,1086	0,0046	0,2388	0,0286	0,48	90,8	151,5	200,5	0,755	1,826	0,04	1,776	0,078	102		
71,1	2,4797	0,1418	0,219	0,008	0,94	4,5659	0,1656	0,0821	0,0054	0,1869	0,1782	0,85	36,3	23,6	157,9	0,15	1,277	0,042	1,248	0,128	102		
71,1	6,87	0,3242	0,3836	0,0096	0,74	2,6068	0,0652	0,1299	0,0054	0,1258	0,0344	0,1	97,3	91,4	184,4	0,496	2,093	0,044	2,096	0,07	99		
72,1	1,9666	0,098	0,1903	0,0046	0,71	5,2562	0,1258	0,075	0,0034	0,1018	0,0098	0,57	69,5	80,6	346	0,233	1,123	0,024	1,068	0,09	105		
72,1	5,0543	0,2094	0,3152	0,008	0,98	3,1727	0,0814	0,1163	0,0048	0,0764	0,0426	1,17	37,9	66,5	100,9	0,659	1,766	0,04	1,9	0,074	92		
73,1	1,1978	0,0614	0,1342	0,0032	0,96	7,4529	0,179	0,0647	0,003	0,0253	0,0108	0,23	116,9	21	763,4	0,027	0,812	0,018	0,766	0,096	105		
73,1	2,7598	0,1178	0,2349	0,0058	0,98	4,258	0,1052	0,0852	0,0038	0,2307	0,132	1,27	42,8	50,1	189,4	0,265	1,36	0,03	1,321	0,088	102		
74,1	2,151	0,1582	0,1963	0,0062	0,94	5,0937	0,1608	0,0795	0,006	0,2716	0,0408	1	35,7	108,1	129,4	0,835	1,156	0,034	1,184	0,15	97		
74,1	2,6551	0,1132	0,2244	0,0056	0,94	4,4554	0,1096	0,0858	0,0038	0,089	0,0114	0,23	49,1	53,6	186,3	0,287	1,305	0,03	1,334	0,086	97		
75,1	2,7643	0,1228	0,2308	0,0058	0,93	4,3335	0,11	0,0869	0,004	0,5263	0,221	0,27	42,6	131,9	120,3	1,096	1,338	0,03	1,358	0,09	98		
75,1	4,3516	0,2562	0,2998	0,0088	0,61	3,3356	0,0968	0,1053	0,0062	0,1841	0,0134	0,19	33,6	49,2	84,3	0,584	1,69	0,044	1,719	0,106	98		
76,1	2,053	0,114	0,1966	0,005	0,93	5,0873	0,131	0,0757	0,004	0,2515	0,0144	0,75	59,8	136,9	223,9	0,611	1,157	0,028	1,088	0,102	106		
77,1	1,9114	0,0938	0,1832	0,0048	0,89	5,4595	0,1422	0,0757	0,0038	0,0829	0,0104	0,25	39,1	52,9	184,6	0,287	1,084	0,026	1,087	0,102	99		
78,1	2,218	0,1	0,2016	0,005	0,55	4,9609	0,1236	0,0798	0,0036	0,0945	0,0112	0,41	51,6	95,5	216,8	0,441	1,184	0,026	1,192	0,092	99		
79,1	2,5496	0,144	0,2142	0,0062	0,8	4,6684	0,137	0,0863	0,0052	0,1042	0,0184	0,27	28,2	36,6	107,2	0,341	1,251	0,034	1,345	0,118	92		
81,1	2,8644	0,1636	0,2377	0,007	0,95	4,2066	0,1254	0,0874	0,0056	0,2244	0,0606	0,29	23,3	50,2	72	0,697	1,375	0,038	1,369	0,128	100		
81,1	4,935	0,2266	0,3262	0,0078	0,87	3,066	0,0738	0,1097	0,0044	0,2001	0,0156	0,2	143,6	197,2	339,9	0,58	1,82	0,038	1,795	0,072	101		
83,1	2,5386	0,1052	0,2197	0,0052	0,52	4,5518	0,1092	0,0838	0,0036	0,1921	0,0208	0,29	70,2	127,9	241,4	0,53	1,28	0,028	1,288	0,082	99		

	EMB-93																				
	RAZÕES ISOTÓPICAS																IDADES ESTIMADAS				
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	2,3033	0,1236	0,2056	0,0074	0,82	4,8627	0,1692	0,0812	0,003	0,1133	0,038	0,04	221,6	382,8	968,4	0,395	1,206	0,04	1,227	0,072	98
2,1	11,9397	0,2826	0,4782	0,0126	0,98	2,0912	0,0974	0,1811	0,0042	0,1922	0,0184	0,37	86,2	79,4	139	0,571	2,519	0,06	2,663	0,062	94
3,1	2,3329	0,114	0,2103	0,0092	0,34	4,7556	0,2154	0,0805	0,0024	0,1091	0,0022	0,32	106,4	148,2	471,5	0,314	1,23	0,048	1,208	0,058	101
3,2	2,0338	0,1236	0,1879	0,0062	0,97	5,3223	0,1648	0,0785	0,004	0,0932	0,029	1,48	171,6	382,2	822,3	0,465	1,11	0,034	1,16	0,1	95
4,1	5,468	0,205	0,3448	0,0092	0,94	2,9001	0,0818	0,115	0,0038	0,3459	0,0948	0,2	54,5	132,2	123,9	1,067	1,91	0,044	1,88	0,058	101
5,1	4,5855	0,2016	0,312	0,0106	0,9	3,205	0,1312	0,1066	0,0038	0,1664	0,0172	0,07	113,9	156,4	321,4	0,487	1,751	0,054	1,742	0,076	100
6,1	2,8325	0,1504	0,2344	0,0088	0,88	4,2659	0,1596	0,0876	0,0034	0,053	0,005	0,08	189,8	125,1	782,8	0,16	1,358	0,046	1,374	0,08	98
7,1	2,4955	0,1096	0,2143	0,0064	0,99	4,6657	0,131	0,0844	0,003	0,1389	0,0624	1,11	29,2	56,3	141,7	0,397	1,252	0,034	1,303	0,072	96
8,1	2,2248	0,127	0,1958	0,0082	0,46	5,1076	0,1796	0,0824	0,0028	0,1348	0,0124	0,27	16,4	28,5	80,4	0,354	1,153	0,044	1,255	0,07	91
9,1	1,7367	0,0794	0,1733	0,005	0,91	5,7713	0,1728	0,0727	0,0028	0,1047	0,0192	0,42	21,5	35,2	118,8	0,297	1,03	0,028	1,005	0,074	102
10,1	2,5562	0,139	0,2259	0,0084	0,97	4,427	0,1862	0,0821	0,0032	0,2093	0,0094	0,14	69,4	196	288,6	0,679	1,313	0,044	1,247	0,072	105
11,1	1,0173	0,0602	0,1195	0,0054	0,87	8,3696	0,3806	0,0618	0,0026	0,1572	0,0338	0,62	117,2	444,9	912,5	0,488	0,728	0,032	0,666	0,086	109
11,2	1,0595	0,0648	0,1241	0,004	0,98	8,0603	0,2734	0,0619	0,0032	0,1227	0,154	0,31	93,7	277,1	778,3	0,356	0,754	0,024	0,672	0,1	112
12,1	2,4026	0,2008	0,2171	0,008	0,97	4,6058	0,1888	0,0803	0,0068	0,3109	0,1346	0,2	79,1	248,4	336,2	0,739	1,267	0,042	1,203	0,164	105
13,1	4,4379	0,1802	0,2954	0,0082	0,98	3,3852	0,0914	0,109	0,0038	0,1808	0,0656	0,05	159	243,8	455,8	0,535	1,668	0,042	1,782	0,062	93
14,1	2,2125	0,1464	0,2041	0,007	0,93	4,9002	0,1838	0,0786	0,0054	0,1084	0,0188	0,08	103,1	147,5	470,3	0,314	1,197	0,038	1,163	0,134	102
15,1	2,2345	0,1372	0,2025	0,008	0,69	4,9379	0,194	0,08	0,0038	0,1477	0,1366	0,07	138	272,4	589,8	0,462	1,189	0,042	1,198	0,09	99
17,1	4,6069	0,2426	0,3011	0,0142	0,93	3,3206	0,1464	0,1109	0,0036	0,2646	0,0068	0,24	129,2	288,4	310,8	0,928	1,697	0,07	1,815	0,064	93
18,1	2,6829	0,1504	0,2251	0,0098	0,64	4,4418	0,1812	0,0864	0,0034	0,2013	0,007	0,4	51,6	107,9	198,4	0,544	1,309	0,052	1,348	0,074	97
19,1	1,9482	0,1858	0,182	0,0082	0,78	5,4954	0,2364	0,0776	0,007	0,2263	0,0252	0,57	54,7	156,1	254,5	0,613	1,078	0,044	1,138	0,174	94
20,1	1,6342	0,1064	0,1654	0,007	0,9	6,047	0,2548	0,0717	0,0034	0,1668	0,0086	0,88	86,2	98,2	478,7	0,205	0,987	0,038	0,977	0,098	101
21,1	2,4758	0,1792	0,2121	0,0102	0,6	4,7149	0,2024	0,0847	0,0046	0,1479	0,0096	0,22	112,8	194,9	461,5	0,422	1,24	0,054	1,308	0,106	94
22,1	1,7062	0,1132	0,1665	0,007	0,99	6,0074	0,228	0,0743	0,0038	0,1058	0,0122	0,03	335,1	510,1	1948,4	0,262	0,993	0,038	1,051	0,108	94
23,1	2,786	0,1434	0,2334	0,0104	0,96	4,2842	0,1902	0,0866	0,0026	0,2975	0,0028	0,07	120,1	351,3	422,6	0,831	1,352	0,054	1,351	0,058	100
25,1	1,7727	0,1948	0,1758	0,0102	0,74	5,6875	0,338	0,0731	0,0072	0,0861	0,0174	0,22	74,4	81	416,5	0,194	1,044	0,056	1,017	0,2	102
26,1	2,0361	0,5258	0,1884	0,0136	0,98	5,3073	0,3622	0,0784	0,0212	0,1398	0,0666	0,04	156,3	324,7	797,6	0,407	1,113	0,074	1,156	0,548	96
27,1	1,8568	0,089	0,1786	0,0054	0,68	5,5988	0,1688	0,0754	0,0028	0,1292	0,3928	0,15	111,7	199	551,1	0,361	1,059	0,03	1,079	0,074	98
28,1	4,5684	0,2668	0,302	0,0136	0,94	3,3115	0,1496	0,1097	0,0048	0,3446	0,0592	0,66	20	38,3	58,8	0,652	1,701	0,068	1,795	0,08	94
29,1	2,1464	0,1158	0,1955	0,0076	0,41	5,1159	0,1994	0,0796	0,0028	0,1865	0,019	0,16	50,6	106,6	225,2	0,473	1,151	0,042	1,188	0,068	96
31,1	2,1048	0,1052	0,1952	0,0084	0,97	5,1225	0,2368	0,0782	0,0026	0,2681	0,0048	0,04	103,8	126,4	510,2	0,248	1,15	0,046	1,152	0,064	99
32,1	5,2723	0,218	0,3342	0,0092	0,91	2,9925	0,0848	0,1144	0,0042	0,4889	0,1254	0,36	304,1	747,2	673,6	1,109	1,859	0,046	1,871	0,064	99
33,1	4,5819	0,2664	0,3	0,0126	0,99	3,3329	0,1354	0,1108	0,0046	0,0707	0,0348	1,91	252,2	93,1	1002	0,093	1,691	0,062	1,812	0,076	93
34,1	5,345	0,2372	0,3368	0,01	0,98	2,9692	0,0888	0,1151	0,0046	0,556	0,0542	0,16	139,3	422,1	279,9	1,508	1,871	0,05	1,881	0,072	99
35,1	2,9909	0,14	0,2438	0,0072	0,87	4,1022	0,122	0,089	0,0038	0,1841	0,006	0,15	138,4	267,4	512,2	0,522	1,406	0,038	1,404	0,08	100
35,2	2,9554	0,1314	0,2424	0,0072	0,94	4,1247	0,1246	0,0884	0,0032	0,1648	0,0442	0,08	214,9	386	820,9	0,47	1,399	0,036	1,391	0,07	100
36,1	1,6935	0,1026	0,1648	0,0056	0,74	6,0695	0,1764	0,0745	0,0038	0,1761	0,0152	0,16	101,9	190,6	598,5	0,318	0,983	0,03	1,056	0,102	93
37,1	2,9187	0,1234	0,2389	0,0068	0,93	4,1859	0,1152	0,0886	0,0032	0,11	0,004	0	187,8	221,8	709,3	0,313	1,381	0,036	1,396	0,07	98
38,1	2,0116	0,1388	0,1868	0,0064	0,89	5,3526	0,1814	0,0781	0,0048	0,1391	0,0396	0	27,8	50,1	137,1	0,366	1,104	0,034	1,149	0,12	96
39,1	1,4063	0,0716	0,1446	0,0044	0,99	6,9152	0,2096	0,0705	0,0032	0,1597	0,034	0,24	132,8	395	972,8	0,406	0,871	0,024	0,944	0,094	92
39,2	1,3225	0,0844	0,136	0,0056	0,97	7,3542	0,2454	0,0705	0,0032	0,3033	0,032	0,72	87,2	440,4	575,6	0,765	0,822	0,032	0,944	0,092	87
40,1	1,5182	0,0874	0,1545	0,0048	0,87	6,4705	0,2082	0,0712	0,0036	0,3014	0,0884	0,29	175,8	1025,2	921,3	1,113	0,926	0,026	0,964	0,104	96
40,2	1,5247	0,0716	0,1549	0,0046	0,9	6,4554	0,1904	0,0714	0,0028	0,0823	0,4852	0,27	51,1	137,4	326,8	0,421	0,928	0,026	0,968	0,082	95
41,1	1,1024	0,0624	0,1218	0,0056	0,98	8,2109	0,359	0,0656	0,0026	0,1601	0,0112	0,07	103,5	154,8	797	0,194	0,741	0,032	0,795	0,092	93
42,1	2,5117	0,124	0,2212	0,0066	0,96	4,5218	0,1428	0,0824	0,004	0,2899	0,0212	0,07	147,1	339,4	580,5	0,585	1,288	0,034	1,254	0,098	102

EMB-93																							
	RAZÕES ISOTÓPICAS																	IDADES ESTIMADAS					
Spot	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.		
43,1	2,4701	0,1218	0,2143	0,006	0,98	4,6659	0,1302	0,0836	0,004	0,1259	0,6178	0,13	99,1	149,2	431,2	0,346	1,252	0,032	1,283	0,1	97		
44,1	3,2621	0,1334	0,2557	0,0072	0,98	3,9113	0,111	0,0925	0,003	0,0995	0,007	0,05	292,4	304,8	1106,6	0,275	1,468	0,038	1,478	0,062	99		
45,1	2,3531	0,1296	0,2112	0,0096	0,97	4,7341	0,2158	0,0808	0,003	0,0993	0,0034	0,96	90,8	79,8	472,3	0,169	1,235	0,05	1,216	0,072	101		
46,1	2,3497	0,118	0,2093	0,0066	0,93	4,7783	0,147	0,0814	0,0034	0,1371	0,0358	0,26	87,9	160,4	378,8	0,423	1,225	0,034	1,232	0,086	99		
47,1	1,9549	0,1754	0,1848	0,0072	0,92	5,4118	0,2132	0,0767	0,0072	0,3407	0,1406	0,66	21,8	100,3	99,2	1,011	1,093	0,04	1,114	0,188	98		
48,1	2,0976	0,0956	0,1945	0,0056	0,99	5,1405	0,1564	0,0782	0,0032	0,15	0,0076	0,27	77,8	145,3	371,6	0,391	1,146	0,03	1,152	0,082	99		
49,1	2,679	0,168	0,2292	0,0108	0,92	4,3634	0,2126	0,0848	0,0042	0,2878	0,0308	0,22	145,8	533,9	447,6	1,193	1,33	0,058	1,311	0,098	101		
50,1	5,6249	0,2434	0,3428	0,0102	0,98	2,9171	0,0868	0,119	0,004	0,1894	0,0848	0,62	212,4	313,3	495,2	0,633	1,9	0,048	1,941	0,06	97		
51,1	1,8719	0,1186	0,1788	0,0072	0,99	5,5914	0,213	0,0759	0,0038	0,2925	0,0048	0,31	161,5	795,2	753,1	1,056	1,061	0,038	1,093	0,098	97		
51,2	1,7297	0,1206	0,1686	0,006	0,94	5,9323	0,197	0,0744	0,005	0,1434	0,0178	0,53	194,6	481,1	1015,3	0,474	1,004	0,034	1,053	0,138	95		
52,1	2,0342	0,2548	0,1876	0,0118	0,96	5,3297	0,3084	0,0786	0,0092	0,1206	0,0326	0,18	78,6	92,1	435	0,212	1,109	0,064	1,163	0,222	95		
53,1	2,2646	0,1284	0,205	0,0088	0,92	4,8785	0,2126	0,0801	0,0034	0,1743	0,0206	0,21	46,7	135,1	165,4	0,817	1,202	0,048	1,2	0,084	100		
54,1	2,0473	0,1288	0,1941	0,0062	0,49	5,1531	0,1818	0,0765	0,0048	0,1946	0,023	1,27	8,1	16	33,6	0,477	1,143	0,034	1,109	0,13	103		
55,1	2,335	0,1164	0,21	0,0064	0,85	4,7613	0,1442	0,0806	0,0032	0,1474	0,0262	1,83	182,2	382,3	795,4	0,481	1,229	0,034	1,212	0,08	101		
56,1	4,1849	0,2082	0,2823	0,0122	0,9	3,5428	0,1388	0,1075	0,0034	0,1431	0,0218	0,14	197,6	350,8	529,5	0,663	1,603	0,06	1,758	0,058	91		
57,1	2,4487	0,1828	0,216	0,0106	0,99	4,6293	0,231	0,0822	0,006	0,3604	0,0318	0,71	122	513,7	446,9	1,149	1,261	0,058	1,251	0,142	100		
58,1	1,8689	0,1482	0,1843	0,0086	0,96	5,4247	0,2814	0,0735	0,0054	0,1886	0,0182	0,17	91,8	249	409,7	0,608	1,091	0,048	1,029	0,148	106		
59,1	1,4961	0,0868	0,1517	0,005	0,73	6,5932	0,2078	0,0715	0,0038	0,1264	0,0224	0,5	173,8	561,4	959,4	0,585	0,91	0,028	0,973	0,112	93		
60,1	2,1225	0,1224	0,1961	0,0064	0,98	5,1003	0,1704	0,0785	0,004	0,0584	0,0264	0,29	235,8	173,5	1279,7	0,136	1,154	0,034	1,16	0,1	99		
62,1	1,8383	0,1356	0,1765	0,0082	0,39	5,6659	0,2506	0,0755	0,0044	0,215	0,0142	0,88	14,2	35,5	75,8	0,469	1,048	0,046	1,083	0,114	96		
64,1	3,7113	0,166	0,2818	0,0076	0,99	3,5489	0,0948	0,0955	0,0038	0,1051	0,1664	0,27	197,9	247,3	685,9	0,361	1,6	0,04	1,538	0,068	104		
65,1	4,4556	0,2548	0,2968	0,0122	0,98	3,369	0,1392	0,1089	0,004	0,2833	0,0096	0,11	193,4	437,8	517	0,847	1,676	0,06	1,781	0,066	94		
66,1	2,3608	0,1272	0,215	0,0086	0,97	4,6522	0,2116	0,0797	0,0034	0,0589	0,0152	0,72	225,8	140,1	1086,9	0,129	1,255	0,046	1,188	0,084	105		
67,1	2,5107	0,163	0,2124	0,0076	0,94	4,7087	0,1448	0,0857	0,0042	0,1376	0,1664	0,08	214,2	327	883,2	0,37	1,241	0,04	1,332	0,096	93		
68,1	1,646	0,094	0,1653	0,007	0,89	6,0498	0,2582	0,0722	0,0032	0,0749	0,0556	0,07	102,3	121,3	578,6	0,21	0,986	0,04	0,992	0,09	99		
69,1	1,1236	0,1096	0,124	0,0062	0,99	8,0655	0,3356	0,0657	0,0054	0,0365	0,0136	0,12	102,2	80,4	776,6	0,104	0,753	0,036	0,798	0,174	94		
70,1	4,6455	0,2548	0,3045	0,0106	0,94	3,2841	0,1152	0,1106	0,0058	0,2233	0,0782	0,43	89,4	173,1	250,5	0,691	1,714	0,052	1,81	0,096	94		
72,1	1,7579	0,1138	0,1752	0,0068	0,93	5,7068	0,2304	0,0728	0,004	0,0942	0,028	2,6	46,3	78,1	261,7	0,299	1,041	0,038	1,007	0,108	103		
73,1	2,4541	0,143	0,2181	0,0094	0,95	4,5858	0,207	0,0816	0,0036	0,1331	0,0126	0,08	154,5	281,8	662,7	0,425	1,272	0,05	1,236	0,084	102		
74,1	2,7179	0,1474	0,2349	0,0092	0,58	4,2575	0,1942	0,0839	0,004	0,2921	0,0292	0,07	163,6	506,2	559,8	0,904	1,36	0,048	1,291	0,1	105		
75,1	3,7393	0,199	0,2851	0,011	0,92	3,5076	0,1396	0,0951	0,0034	0,0932	0,0036	0,06	97,8	74,5	345,2	0,216	1,617	0,056	1,531	0,066	105		
76,1	2,4479	0,134	0,2105	0,0082	0,98	4,7515	0,1718	0,0844	0,0032	0,0956	0,0176	0,36	200,4	266,7	901,4	0,296	1,231	0,044	1,301	0,08	94		
77,1	1,7695	0,2648	0,1724	0,0122	0,84	5,7995	0,3932	0,0744	0,0112	0,0902	0,0514	0,1	99,7	98	554,4	0,177	1,025	0,068	1,053	0,288	97		
78,1	1,762	0,218	0,1747	0,01	0,61	5,7238	0,328	0,0731	0,009	0,3703	0,037	0,25	23	94,4	100,7	0,937	1,038	0,056	1,018	0,262	101		
79,1	1,2264	0,0722	0,136	0,0052	0,85	7,3556	0,338	0,0654	0,003	0,1824	0,0118	0,39	45,6	144,9	295,5	0,49	0,822	0,03	0,788	0,092	104		
80,1	1,9374	0,1718	0,183	0,0092	0,96	5,4635	0,2676	0,0768	0,0062	0,1411	0,122	0,24	95,2	182,1	470,9	0,387	1,084	0,05	1,115	0,154	97		
81,1	5,9687	0,3326	0,3585	0,0166	0,99	2,7897	0,1396	0,1208	0,0052	0,1174	0,0336	0,05	185,6	130,7	512,7	0,255	1,975	0,08	1,968	0,084	100		
82,1	1,4952	0,1274	0,1513	0,0062	0,96	6,6079	0,2254	0,0717	0,0056	0,1074	0,1004	0	138,4	298,1	806,9	0,369	0,908	0,034	0,976	0,15	93		
83,1	1,7547	0,076	0,1755	0,0066	0,96	5,6995	0,2388	0,0725	0,0022	0,5268	0,0092	0,46	135,6	833,4	573,8	1,453	1,042	0,036	1,001	0,058	104		
84,1	2,2522	0,1272	0,2029	0,0066	0,95	4,9297	0,1528	0,0805	0,004	0,4408	0,0178	0,11	112,6	231,2	468,2	0,494	1,191	0,036	1,21	0,096	98		

EMB-83																					
Spot	RAZÕES ISOTÓPICAS																IDADES ESTIMADAS				
	207/235	2 sigma	206/238	2 sigma	Correl.	238/206	2 sigma	207/206	2 sigma	208/206	2 sigma	% Com.Pb	ppm Pb	ppm Th	ppm U	Th/U	T206/238	2 sigma	T207/206	2 sigma	% Conc.
1,1	2,3447	0,1644	0,2093	0,0058	0,51	4,7784	0,0661	0,0813	0,1322	0,0581	0,0108	0,56	27,8	20,6	109,5	0,188	1,225	0,03	1,228	0,15	99
2,1	0,9188	0,0792	0,1078	0,0032	0,43	9,2787	0,1389	0,0618	0,2778	0,2885	0,0616	0,43	27,8	148,2	186,4	0,795	0,66	0,018	0,668	0,2	98
3,1	1,8719	0,1072	0,1825	0,0038	0,86	5,4801	0,0571	0,0744	0,1142	0,3038	0,0222	0,39	77,7	241,6	318	0,76	1,08	0,02	1,052	0,114	102
5,1	1,7644	0,1228	0,1765	0,0046	0,72	5,6645	0,0748	0,0725	0,1496	0,1711	0,0382	0,99	49,8	109,8	209,8	0,523	1,048	0,026	1	0,156	104
8,1	4,9424	0,2446	0,3287	0,0062	0,97	3,042	0,0284	0,109	0,0568	0,2705	0,025	0,21	114,1	189,8	257,2	0,738	1,832	0,03	1,784	0,09	102
9,1	1,7479	0,0816	0,1742	0,003	0,91	5,7394	0,0483	0,0728	0,0966	0,0202	0,004	0,07	154,5	51,5	776,4	0,066	1,035	0,016	1,007	0,098	102
11,1	3,2975	0,1622	0,2608	0,0048	0,96	3,8344	0,0347	0,0917	0,0694	0,0829	0,0054	0,12	105,4	75,8	334,7	0,227	1,494	0,024	1,461	0,094	102
12,1	3,9765	0,2038	0,2826	0,0056	0,95	3,5387	0,0353	0,1021	0,0706	0,1157	0,016	0,12	80,8	85,3	224,5	0,38	1,604	0,028	1,662	0,102	96
13,1	0,6315	0,0318	0,0794	0,0014	0,97	12,593	0,1087	0,0577	0,2174	0,0058	0,0048	0,72	139	23,5	1599,1	0,015	0,493	0,008	0,517	0,108	95
16,1	4,4683	0,2498	0,312	0,0078	0,94	3,2048	0,0398	0,1039	0,0796	0,1581	0,0306	0,98	69	85,9	165,4	0,519	1,751	0,038	1,694	0,112	103
17,1	4,3462	0,2718	0,2999	0,0084	0,34	3,3347	0,0464	0,1051	0,0928	0,2796	0,0148	0,73	54,7	103	124	0,831	1,691	0,042	1,716	0,12	98
18,1	2,54	0,1356	0,2201	0,0048	0,91	4,5426	0,0498	0,0837	0,0996	0,0562	0,034	0,1	103	26,1	411,3	0,064	1,283	0,026	1,285	0,106	99
19,1	12,8565	0,584	0,5043	0,0108	0,99	1,9828	0,0212	0,1849	0,0424	0,2973	0,0254	0,94	128,5	171,9	162,5	1,058	2,632	0,046	2,697	0,076	97
20,1	2,4236	0,1314	0,2131	0,0048	0,99	4,6929	0,0533	0,0825	0,1066	0,2421	0,0976	1,18	92,3	174,5	346,2	0,504	1,245	0,026	1,257	0,118	99
21,1	2,7563	0,1396	0,2387	0,005	0,67	4,1897	0,0442	0,0838	0,0884	0,1338	0,0054	0,28	159	205,5	518,6	0,396	1,38	0,026	1,287	0,094	107
22,1	6,6959	0,3744	0,3706	0,0096	0,63	2,6981	0,0351	0,131	0,0702	0,2418	0,0086	0,9	62,2	83,8	117,6	0,712	2,032	0,046	2,112	0,1	96
23,1	1,9535	0,1312	0,1854	0,005	0,78	5,3935	0,0724	0,0764	0,1448	0,1372	0,0602	0,6	65,9	90,1	285	0,316	1,096	0,028	1,106	0,142	99
24,1	2,0328	0,1286	0,1901	0,0048	0,58	5,2608	0,0674	0,0776	0,1348	0,146	0,0114	0,38	65,5	114,9	257,3	0,447	1,122	0,026	1,136	0,132	98
25,1	1,8246	0,0982	0,1761	0,0038	0,95	5,6779	0,0628	0,0751	0,1256	0,0653	0,0732	0,34	157	224	672	0,333	1,046	0,022	1,072	0,112	97
26,1	5,3604	0,297	0,3317	0,0084	0,78	3,0146	0,0383	0,1172	0,0766	0,3593	0,049	0,67	75,8	128,1	158,2	0,81	1,847	0,04	1,914	0,096	96
29,1	3,092	0,194	0,2414	0,0058	0,99	4,1424	0,049	0,0929	0,098	0,094	0,0276	0,45	103,9	100,1	354,6	0,282	1,394	0,03	1,486	0,126	93
30,1	1,9963	0,1272	0,1851	0,0042	0,99	5,4032	0,0622	0,0782	0,1244	0,1178	0,0516	0,64	144,3	170,4	514,4	0,331	1,095	0,024	1,153	0,118	94
32,1	1,8822	0,1436	0,1794	0,005	0,8	5,5745	0,0763	0,0761	0,1526	0,1112	0,0066	0,35	56,9	84,2	255,4	0,33	1,064	0,026	1,098	0,166	96
34,1	0,9458	0,0606	0,1104	0,0024	0,8	9,0601	0,1024	0,0621	0,2048	0,0035	0,0048	0,72	117,2	16,5	927,7	0,018	0,675	0,014	0,679	0,142	99
35,1	4,44	0,3142	0,2913	0,0082	0,98	3,4329	0,0485	0,1105	0,097	0,2095	0,0864	0,61	69,9	101,9	170	0,599	1,648	0,042	1,808	0,144	91
36,1	3,1866	0,1796	0,2502	0,0054	0,99	3,9972	0,0425	0,0924	0,085	0,1038	0,0324	0,08	244,8	167,7	940,9	0,178	1,439	0,028	1,475	0,11	97
37,1	2,5604	0,1876	0,2162	0,0058	0,81	4,6255	0,062	0,0859	0,124	0,0852	0,0086	0,11	66,9	60,7	252,8	0,24	1,262	0,03	1,336	0,142	94
40,1	1,7924	0,1292	0,1711	0,0066	0,92	5,8457	0,1125	0,076	0,225	0,3092	0,0682	0,16	154,1	383,1	623,1	0,615	1,018	0,036	1,095	0,132	92
41,1	1,5802	0,0986	0,1572	0,0056	0,91	6,3625	0,1144	0,0729	0,2288	0,0328	0,0084	1,3	195,7	90,6	1166,7	0,078	0,941	0,032	1,012	0,112	93
42,1	4,952	0,3116	0,3152	0,0114	0,93	3,1726	0,0576	0,1139	0,1152	0,3432	0,0402	0,14	109,2	229,7	244,4	0,94	1,766	0,056	1,863	0,108	94
44,1	2,6047	0,1898	0,2232	0,0088	0,95	4,4794	0,0877	0,0846	0,1754	0,2978	0,0212	0,47	89,1	207,5	270,1	0,768	1,299	0,046	1,307	0,138	99
45,1	1,705	0,1126	0,172	0,0064	0,97	5,8127	0,1073	0,0719	0,2146	0,0737	0,0232	0,23	271,9	160,3	1467,7	0,109	1,023	0,034	0,983	0,12	104
47,1	2,4068	0,1496	0,2092	0,0074	0,97	4,7805	0,0839	0,0834	0,1678	0,246	0,0176	0,35	194,3	464,4	662,1	0,701	1,224	0,04	1,28	0,112	95
48,1	0,8407	0,056	0,0993	0,0036	0,96	10,0729	0,1797	0,0614	0,3594	0,0116	0,007	0,5	138,3	249,6	1188	0,21	0,61	0,02	0,654	0,132	93
70,1	4,9043	0,2296	0,3275	0,008	0,89	3,0534	0,0373	0,1086	0,0746	0,2388	0,0286	0,48	90,8	151,5	200,5	0,755	1,826	0,04	1,776	0,078	102
71,1	6,87	0,3242	0,3836	0,0096	0,74	2,6068	0,0326	0,1299	0,0652	0,1258	0,0344	0,1	97,3	91,4	184,4	0,496	2,093	0,044	2,096	0,07	99
72,1	1,9666	0,098	0,1903	0,0046	0,71	5,2562	0,0629	0,075	0,1258	0,1018	0,0098	0,57	69,5	80,6	346	0,233	1,123	0,024	1,068	0,09	105
73,1	1,1978	0,0614	0,1342	0,0032	0,96	7,4529	0,0895	0,0647	0,179	0,0253	0,0108	0,23	116,9	21	763,4	0,027	0,812	0,018	0,766	0,096	105
74,1	2,151	0,1582	0,1963	0,0062	0,94	5,0937	0,0804	0,0795	0,1608	0,2716	0,0408	1	35,7	108,1	129,4	0,835	1,156	0,034	1,184	0,15	97
75,1	4,3516	0,2562	0,2998	0,0088	0,61	3,3356	0,0484	0,1053	0,0968	0,1841	0,0134	0,19	33,6	49,2	84,3	0,584	1,69	0,044	1,719	0,106	98
76,1	2,053	0,114	0,1966	0,005	0,93	5,0873	0,0655	0,0757	0,131	0,2515	0,0144	0,75	59,8	136,9	223,9	0,611	1,157	0,028	1,088	0,102	106
81,1	4,935	0,2266	0,3262	0,0078	0,87	3,066	0,0369	0,1097	0,0738	0,2001	0,0156	0,2	143,6	197,2	339,9	0,58	1,82	0,038	1,795	0,072	101

ANEXO II -
Dados de neodímio em rocha total

	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\epsilon_{(0)}$	T_{DM} (Ma)	$\epsilon_{(T1)}$
EMB 65A	6,99	45,90	0,09	0,51	-19,96	1789,66	-6,88
EMB 65D	12,67	80,50	0,10	0,51	-13,41	1403,85	-0,71
EMB 98B	10,71	64,60	0,10	0,51	-16,30	1665,77	-9,17
EMB 98C	13,83	77,40	0,11	0,51	-15,60	1736,59	-8,65
EMB-100B	3,10	17,31	0,11	0,51	-16,61	1815,86	-7,81
EMB-102A	2,11	9,80	0,13	0,51	-18,09	2447,02	-0,46
EMB-102D	6,25	29,32	0,13	0,51	-19,26	2521,62	-1,30
EMB-103	5,96	37,10	0,10	0,51	-26,35	2302,62	0,08
EMB-76	8,51	61,44	0,08	0,51	-25,27	1997,44	-16,70
EMB-105B	12,75	82,77	0,09	0,51	-19,15	1752,19	-11,29
EMB-106	6,16	39,37	0,09	0,51	-17,48	1665,00	-9,93
EMB-119A	3,12	14,91	0,13	0,51	-14,52	2009,18	-7,54
EMB-122A	5,04	29,09	0,10	0,51	-14,61	1614,22	-3,13
EMB-129A	0,93	4,79	0,12	0,51	-16,05	1953,86	-6,20
EMB-130A	1,66	8,83	0,11	0,51	-15,04	1788,20	-6,76
EMB-136B	9,45	53,17	0,11	0,51	-18,77	1963,68	-12,06
EMB-109	8,04	47,24	0,10	0,51	-17,80	1811,14	-8,46
EMB 93	4,86	24,42	0,12	0,51	-14,59	1878,53	-5,03
EE 11A	19,75	127,61	0,09	0,51	-20,42	1842,82	-12,80
EE 11-5	15,04	99,64	0,09	0,51	-20,70	1825,58	-12,90
EMB-1D	5,99	30,06	0,12	0,51	-10,81	1564,68	-1,28
EMB-10	6,22	36,42	0,10	0,51	-18,64	1876,70	-9,34
EMB-12	5,08	29,69	0,10	0,51	-17,58	1803,76	-8,29

ANEXO III -
Dados de isótopo de Háfínio em zircão

EMB-103							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
3,1	0,2817	3,454E-05	0,000195	5,1419E-06	2080	0,2817	7,0751291 2180
4,1	0,2814	4,4391E-05	0,001540	2,9492E-06	2080	0,2813	-5,765176 2999
7,1	0,2815	2,7235E-05	0,000579	1,4595E-05	2080	0,2815	-0,094478 2639
9,1	0,2815	3,9015E-05	0,000412	3,9802E-05	2080	0,2814	-0,307362 2652
12,1	0,2816	2,9233E-05	0,000387	1,3106E-05	2080	0,2816	4,0640164 2373
16,1	0,2816	4,3588E-05	0,000220	8,2836E-06	2080	0,2816	3,6195543 2401
22,1	0,2815	0,000035	0,0005	0,0000031	2080	0,2815	0,7454 2585
20,1	0,2820	0,000037	1,467332	0,000049	2080	0,2815	0,7453884 2585
21,1	0,2819	0,000038	1,467327	0,000053	2080	0,2816	6,0553997 2245
18,1	0,2816	0,000035	1,467308	0,000044	2080	0,2815	2,7984532 2454
EMB-59							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
37,1	0,2814	2,0585E-05	0,000974791	1,0133E-05	2426	0,2813	2,9407 2709
38,1	0,2813	2,8232E-05	0,000729446	6,6676E-06	2426	0,2813	2,2759 2752
42,1	0,2813	2,8096E-05	0,000706075	8,0492E-06	2426	0,2812	0,4655 2868
44,1	0,2813	2,7813E-05	0,00068786	1,5653E-05	2426	0,2813	1,5516 2798
50,1	0,2813	4,3349E-05	0,000918922	2,3585E-05	2426	0,2813	1,5161 2801
56,1	0,2813	4,736E-05	0,000715982	5,7911E-06	2426	0,2813	1,0659 2829
58,1	0,2814	4,4927E-05	0,000830286	3,7375E-05	2426	0,2813	4,0955 2635
59,1	0,2813	4,3577E-05	0,000780524	5,9158E-06	2426	0,2813	2,5245 2736
60,1	0,2813	3,2138E-05	0,000839467	2,6438E-05	2426	0,2813	2,1019 2763
62,1	0,2814	4,4593E-05	0,001008366	1,8839E-05	2426	0,2814	4,4960 2610
43,1	0,2813	4,1592E-05	0,000500145	2,4538E-05	2430	0,2813	0,7567 2852
EMB-60B							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
8,1	0,2812	3,3059E-05	0,000448971	4,4832E-06	2184	0,2812	-6,5568 3129
9,1	0,2812	3,0788E-05	0,000527756	3,3174E-06	2184	0,2812	-7,0945 3163
11,1	0,2813	2,81E-05	0,000839793	2,2249E-05	2184	0,2812	-5,0801 3035
17,1	0,2812	3,4954E-05	0,000494872	6,1073E-06	2184	0,2812	-5,9625 3091
18,1	0,2814	2,2241E-05	0,00053845	1,0494E-05	2184	0,2814	0,8017 2661
19,1	0,2812	2,2E-05	0,000327878	8,3285E-06	2184	0,2812	-5,7302 3076
20,1	0,2813	2,6493E-05	0,000505476	3,5892E-06	2184	0,2813	-3,5068 2935
21,1	0,2812	3,1906E-05	0,000576058	9,0696E-06	2184	0,2812	-5,9768 3092
24,1	0,2813	3,1458E-05	0,000605482	8,3244E-06	2184	0,2813	-4,2878 2985
25,1	0,2813	3,0162E-05	0,00044752	1,4979E-05	2184	0,2813	-4,6588 3009
28,1	0,2812	3,042E-05	0,000445363	7,646E-06	2184	0,2812	-6,1795 3105
EMB-60C							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
66,1	0,2812	2,5911E-05	0,000573355	1,1497E-05	2162	0,2812	-7,7785 3189
67,1	0,2813	3,0864E-05	0,000713548	9,4693E-06	2162	0,2813	-5,4216 3040
68,1	0,2813	2,8284E-05	0,000349278	5,5132E-06	2162	0,2813	-1,7409 2947
78,1	0,2813	2,962E-05	0,000342887	8,881E-06	2162	0,2813	-3,2260 2901
84,1	0,2810	2,3877E-05	0,000585753	2,1352E-06	2162	0,2810	-15,8508 3697
87,1	0,2812	3,8374E-05	0,000824317	5,2867E-06	2162	0,2812	-7,0228 3141
88,1	0,2814	4,5678E-05	0,000695144	1,2856E-05	2162	0,2814	-0,1016 2702
89,1	0,2814	3,4296E-05	0,000554215	1,643E-05	2162	0,2813	-2,0966 2829
90,1	0,2813	2,9264E-05	0,000348395	4,8052E-06	2162	0,2813	-4,9031 3007
101,1	0,2813	2,6242E-05	0,000372409	3,4052E-06	2162	0,2812	-5,6378 3054
104,1	0,2811	2,7437E-05	0,000706	1,2902E-05	2162	0,2811	-12,4808 3486
EMB-70B							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
1,1	0,2815	6,1463E-05	0,001939354	2,7028E-05	2137	0,2814	-0,8015 2727
2,1	0,2814	7,3741E-05	0,001098381	4,0684E-06	2137	0,2814	-1,7409 2787
8,1	0,2816	5,3902E-05	0,001377685	4,3032E-06	2137	0,2815	3,7457 2437
12,1	0,2814	6,5324E-05	0,000823431	7,8331E-07	2137	0,2814	-1,9710 2802
13,1	0,2814	6,0074E-05	0,001029863	2,6728E-06	2137	0,2813	-3,9232 2926
17,1	0,2814	5,0144E-05	0,001023591	1,1534E-05	2137	0,2814	-0,5188 2709
21,1	0,2814	5,4856E-05	0,001066478	9,3037E-06	2137	0,2814	-1,0257 2742
23,1	0,2814	6,8826E-05	0,001164745	4,8614E-06	2137	0,2814	-1,5790 2777
27,1	0,2815	6,1011E-05	0,001403044	3,9739E-05	2137	0,2815	1,9703 2550
28,1	0,2815	5,9365E-05	0,000909726	2,7854E-06	2137	0,2814	0,6691 2634
39,1	0,2814	4,9357E-05	0,001145451	5,0592E-06	2137	0,2814	-1,9922 2803
EMB-70C							
Spot	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1) T DM (2)
1,1	0,28090	5,3439E-05	0,001374234	9,2133E-06	3086	0,2808	0,7191 3355
5,1	0,28122	2,643E-05	0,0001413	2,0426E-06	2014	0,2812	-10,0237 3217
6,1	0,28121	3,8516E-05	0,000220207	3,9015E-06	2014	0,2812	-10,5601 3251
8,1	0,28086	6,4531E-05	0,00121028	4,1747E-06	3034	0,2808	-1,5924 3463
10,1	0,28123	4,8775E-05	0,000270848	5,0248E-06	2014	0,2812	-9,8831 3208
11,1	0,28122	4,4281E-05	0,000451932	1,3377E-05	2014	0,2812	-10,6248 3255
16,1	0,28107	4,7227E-05	0,000310891	1,8459E-06	2603	0,2811	-2,3616 3183
26,1	0,28114	3,7868E-05	0,000294024	1,2003E-05	2014	0,2811	-13,0475 3407
32,1	0,28113	6,044E-05	0,001569304	1,9632E-05	2662	0,2811	-0,9495 3138
33,1	0,28140	5,0639E-05	0,001629451	0,00011306	2014	0,2813	-5,6228 2939
35,1	0,28078	6,3236E-05	0,001056732	1,384E-05	3014	0,2807	-4,7804 3651

EMB-88A								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
17,1	0,28215	4,4E-05	0,002321821	1,8E-05	784	0,28211	-6,0366	2017
10,1	0,28207	5,4E-05	0,001965595	4,2E-05	784	0,28204	-8,4214	2168
7,1	0,28219	6,8E-05	0,003009664	5,8E-05	784	0,28215	-4,8257	1941
1,1	0,28202	4,9E-05	0,001713267	5,1E-05	784	0,28200	-10,047	2270
9,1	0,28206	8,1E-05	0,00252217	6,2E-05	1247	0,28200	0,24095	1977
12,1	0,28210	5,3E-05	0,00296573	0,00012	784	0,28206	-7,8745	2133
11,1	0,28201	5,2E-05	0,001916272	2,2E-05	784	0,28198	-10,794	2317
8,1	0,28217	6,2E-05	0,002903995	6,1E-05	784	0,28213	-5,4934	1983
5,1	0,28201	4,9E-05	0,00265743	5,5E-05	784	0,28197	-11,157	2340
16,1	0,28212	5,2E-05	0,002330989	3,2E-05	784	0,28209	-6,9153	2073
36,1	0,28211	5,3E-05	0,001778058	3,2E-05	784	0,28209	-6,8686	2070
EMB-100B								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,1	0,28192	2,5E-05	0,00094221	4,3E-06	787	0,28191	-13,199	2470
22,1	0,28168	4,1E-05	0,001977305	2,1E-05	787	0,28165	-22,367	3041
22,2	0,28195	4E-05	0,0004222	3,8E-06	787	0,28194	-12,041	2397
24,1	0,28159	4,1E-05	0,001865174	3E-05	787	0,28156	-25,535	3237
27,1	0,28174	3E-05	0,001251834	2,6E-05	787	0,28172	-19,944	2891
29,1	0,28165	3,3E-05	0,001794841	2,9E-05	787	0,28163	-23,192	3092
40,1	0,28184	3E-05	0,000611933	3,9E-06	1340	0,28182	-3,7576	2303
41,1	0,28178	4,5E-05	0,001588352	1,4E-05	787	0,28175	-18,622	2809
43,1	0,28170	4,2E-05	0,002007869	7E-06	787	0,28168	-21,446	2984
37,1	0,28185	4,7E-05	0,00139421	3,4E-05	1146	0,28182	-8,2293	2436
EMB-109								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,2	0,28222	3,7E-05	0,000504713	5,1E-06	781	0,28221	-2,675	1802
5,1	0,28200	3,9E-05	0,001417901	2,1E-05	781	0,28198	-10,8	2315
8,1	0,28208	3,1E-05	0,000590356	1,4E-05	781	0,28207	-7,5638	2111
11,1	0,28202	3,3E-05	0,00107245	1,4E-05	781	0,28200	-10,082	2270
26,1	0,28192	2,7E-05	0,001212117	4,5E-05	781	0,28190	-13,639	2493
14,1	0,28188	3,2E-05	0,000570837	4,6E-06	781	0,28187	-14,767	2563
23,1	0,28194	4,4E-05	0,001095032	3,5E-05	781	0,28192	-12,799	2440
20,2	0,28172	3,6E-05	0,001566843	1,4E-05	781	0,28170	-20,697	2933
19,1	0,28205	2,9E-05	0,000625528	7,1E-06	781	0,28204	-8,6876	2182
15,1	0,28188	3,5E-05	0,000904895	2,1E-05	781	0,28187	-14,806	2566
EMB-130								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,1	0,28194	5,7E-05	0,000696792	6,2E-06	1306	0,28192	-1,1939	2114
2,1	0,28184	4,3E-05	0,001211944	9,4E-06	788	0,28183	-16,074	2651
4,1	0,28194	3,7E-05	0,0008797	1,2E-05	788	0,28192	-12,621	2435
5,1	0,28193	4,4E-05	0,000907202	8,6E-06	788	0,28192	-12,754	2443
6,1	0,28174	4,3E-05	0,001797568	1,5E-05	788	0,28172	-19,949	2892
7,1	0,28183	4,5E-05	0,001122745	4E-06	788	0,28181	-16,571	2682
9,1	0,28206	2,9E-05	0,000619039	1,9E-06	788	0,28205	-8,1356	2153
10,1	0,28184	3,9E-05	0,001082181	8,2E-06	788	0,28183	-16,059	2650
11,1	0,28193	4,2E-05	0,00112358	2E-05	788	0,28192	-12,824	2447
15,1	0,28190	3,6E-05	0,001059075	8,7E-06	788	0,28188	-14,006	2521

EMB-98C								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
5,1	0,28238	3,4038E-05	0,001339569	2,807E-05	613	0,28237	-0,733487	1549
6,2	0,28227	4,5489E-05	0,001517695	3,678E-05	613	0,28226	-4,76307	1804
17,1	0,28239	3,26E-05	0,001275738	2,337E-05	613	0,28237	-0,674196	1545
16,1	0,28227	3,8581E-05	0,001036591	8,477E-05	613	0,28226	-4,608345	1795
21,1	0,28242	4,3085E-05	0,001690884	6,421E-05	613	0,28240	0,386501	1478
22,1	0,28214	3,401E-05	0,000706465	7,292E-06	613	0,28213	-9,040205	2074
19,1	0,28209	2,8091E-05	0,000572682	9,467E-06	613	0,28208	-10,92942	2193
12,1	0,28232	2,4907E-05	0,00133086	1,153E-05	613	0,28230	-3,030102	1695
9,1	0,28222	2,7332E-05	0,000947774	1,363E-05	613	0,28221	-6,41048	1909
7,1	0,28244	4,598E-05	0,001410229	1,105E-05	613	0,28242	1,2169814	1425
EMB-98D								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
25,1	0,28217	2,3464E-05	0,000493409	1,753E-05	619	0,28216	-7,9403	2010
22,1	0,28216	2,6955E-05	0,000584588	1,695E-06	619	0,28216	-8,183166	2025
23,1	0,28214	2,4115E-05	0,00053072	5,108E-06	619	0,28213	-9,089686	2082
27,1	0,28218	2,8728E-05	0,000673952	3,401E-05	619	0,28217	-7,611282	1989
29,1	0,28218	3,2238E-05	0,000858898	5,231E-05	619	0,28217	-7,675356	1993
31,1	0,28255	3,5436E-05	0,00153837	3,359E-05	619	0,28253	5,253211	1172
4,1	0,28233	3,3646E-05	0,001114239	1,806E-05	619	0,28232	-2,31196	1654
6,1	0,28220	3,1868E-05	0,000630132	1,577E-05	619	0,28219	-6,857749	1941
11,1	0,28234	5,4826E-05	0,001452235	4,722E-05	619	0,28232	-2,205567	1647
18,1	0,28235	2,6157E-05	0,001018419	8,008E-06	619	0,28234	-1,557399	1606
EMB-105								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,1	0,28202	6,7225E-05	0,000745014	2,313E-05	593	0,28201	-13,88755	2363
4,1	0,28202	5,2102E-05	0,000576246	7,275E-06	593	0,28201	-13,89333	2363
6,1	0,28203	5,3432E-05	0,000569703	1,283E-05	593	0,28202	-13,51163	2339
9,1	0,28190	3,7983E-05	0,000649653	4,726E-06	593	0,28189	-17,97019	2617
10,1	0,28195	4,6921E-05	0,000637836	6,544E-06	593	0,28194	-16,3397	2516
12,1	0,28190	3,4942E-05	0,00072926	5,32E-06	593	0,28189	-18,09723	2625
15,1	0,28198	6,9878E-05	0,000539227	5,171E-06	593	0,28198	-15,10259	2439
21,1	0,28202	5,2682E-05	0,000671519	3,73E-06	593	0,28201	-13,86437	2361
22,1	0,28189	5,1417E-05	0,000618902	5,838E-06	593	0,28188	-18,44549	2647
23,1	0,28200	5,0302E-05	0,000507314	1,75E-05	593	0,28199	-14,52496	2403

EMB-83								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
16,1	0,28200	3,7E-05	0,001273	2,93E-05	1694	0,28196	9,0393	1757
20,1	0,28212	3,7E-05	0,001008	1,09E-05	1257	0,28210	4,1462	1735
25,1	0,28240	4,3E-05	0,001459	2,05E-05	1072	0,28237	9,4740	1251
18,1	0,28218	3,5E-05	0,000901	1,83E-05	1285	0,28216	6,9700	1576
1,1	0,28222	2,9E-05	0,000517	6,77E-07	1228	0,28221	7,4198	1503
5,1	0,28233	3,4E-05	0,000730	6,04E-06	1000	0,28232	6,0336	1416
2,1	0,28211	3E-05	0,000149	7,33E-06	668	0,28211	-8,7764	2100
3,1	0,28204	4,7E-05	0,000776	3,29E-06	1052	0,28203	-3,0501	2036
9,1	0,28228	3E-05	0,000609	6,3E-06	1007	0,28226	4,3412	1530
47,1	0,28227	2,8E-05	0,000834	7,11E-06	1280	0,28225	10,1150	1370
41,1	0,28226	3,1E-05	0,001178	1,18E-05	1012	0,28224	3,6619	1578
30,1	0,28222	1,8E-05	0,000630	1,2E-05	1153	0,28220	5,3900	1576
21,1	0,28140	4,5E-05	0,000740	1,01E-05	1287	0,28138	-20,7788	3330
11,1	0,28212	4,8E-05	0,001052	5,67E-06	1461	0,28209	8,4813	1614
12,1	0,28193	3,5E-05	0,000768	1,15E-05	1662	0,28191	6,4419	1900
8,1	0,28185	4,2E-05	0,000638	6,46E-06	1784	0,28182	6,2924	2003
75,1	0,28170	9,9E-05	0,000588	2,45E-06	1719	0,28168	-0,2421	2371
74,1	0,28197	7,9E-05	0,000983	1,89E-05	1184	0,28194	-3,0341	2136
70,1	0,28176	6,9E-05	0,001381	8,17E-06	1776	0,28172	2,3141	2252
71,1	0,28148	7,1E-05	0,001523	4,52E-05	2096	0,28142	-1,0174	2710
73,1	0,28199	6,5E-05	0,001070	4,06E-06	766	0,28197	-11,4312	2343
EMB-93								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,1	0,28211	2,5E-05	0,000701	2,06E-06	1227	0,28209	3,26196	1769
3,1	0,28208	2,9E-05	0,000514	1,83E-06	1208	0,28206	1,72478	1852
4,1	0,28152	4,8E-05	0,000773	1,25E-05	1880	0,28149	-3,46362	2699
5,1	0,28181	3,5E-05	0,001208	5,18E-06	1742	0,28177	3,44986	2153
10,1	0,28214	3,6E-05	0,000376	3,86E-06	1247	0,28213	5,01512	1672
9,1	0,28231	4E-05	0,000381	3,76E-06	1005	0,28230	5,59875	1448
6,1	0,28204	3,5E-05	0,000741	9,72E-07	1374	0,28202	3,78319	1849
12,1	0,28204	5,1E-05	0,001479	1,69E-05	1203	0,28201	-0,43376	1986
14,1	0,28221	3,8E-05	0,001088	2,37E-05	1163	0,28218	4,91648	1614
18,1	0,28193	3,7E-05	0,000501	2,37E-06	1348	0,28192	-0,16567	2081
15,1	0,28221	3,1E-05	0,000555	6,13E-06	1198	0,28220	6,23254	1556
23,1	0,28202	5,8E-05	0,000698	3,09E-06	1351	0,28200	2,73680	1898
25,1	0,28215	5,1E-05	0,000800	8,37E-06	1017	0,28213	-0,02207	1816
32,1	0,28160	3,6E-05	0,001257	4,95E-05	1871	0,28156	-1,27737	2554
34,1	0,28151	6,2E-05	0,002614	2,92E-05	1881	0,28142	-5,90484	2855
35,1	0,28186	4,4E-05	0,000746	6,89E-06	1404	0,28184	-1,60734	2216
20,1	0,28213	4E-05	0,000588	1,96E-06	977	0,28212	-1,42117	1874
46,1	0,28213	3,6E-05	0,001184	9,91E-06	1232	0,28211	3,82373	1737
42,1	0,28207	3,5E-05	0,001108	3,04E-06	1254	0,28204	2,04730	1867
53,1	0,28204	5,1E-05	0,000885	3,34E-05	1200	0,28202	-0,12155	1964
73,1	0,28219	4,4E-05	0,001499	1,42E-05	1236	0,28216	5,73255	1618
81,1	0,28143	5,1E-05	0,000791	1,37E-05	1968	0,28140	-4,72354	2847

EMB-129								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
1,1	0,28163	3,4E-05	0,000544	2,14E-06	1797	0,28161	-1,0594	2483
1,2	0,28171	4,4E-05	0,000757	1,83E-06	1771	0,28169	1,1339	2323
3,1	0,28188	3,1E-05	0,000506	1,34E-06	1182	0,28187	-5,6716	2302
4,1	0,28159	3,1E-05	0,000853	2,22E-06	1797	0,28157	-2,6351	2583
5,1	0,28186	4,6E-05	0,000874	9,97E-07	1187	0,28184	-6,6273	2366
6,1	0,28172	3,8E-05	0,000885	7,94E-06	1181	0,28170	-11,8015	2687
10,1	0,28170	2,5E-05	0,000938	1,38E-06	1197	0,28168	-12,0403	2715
12,1	0,28134	5,1E-05	0,002374	7,02E-05	1788	0,28125	-13,8655	3285
14,1	0,28171	4E-05	0,000710	4,87E-06	1477	0,28169	-5,4181	2513
16,1	0,28170	2,7E-05	0,001480	1,23E-06	1195	0,28167	-12,4902	2741
21,1	0,28120	4,7E-05	0,002847	1,4E-05	1776	0,28111	-19,3561	3619
23,2	0,28148	4,7E-05	0,000740	9,04E-06	1791	0,28146	-6,6575	2833
31,1	0,28155	3,8E-05	0,001715	1,42E-06	1193	0,28151	-18,3358	3105
35,1	0,28183	3,2E-05	0,000621	1,29E-06	1189	0,28181	-7,5681	2427
36,1	0,28167	5E-05	0,001293	1,48E-05	1206	0,28164	-13,2290	2796
44,1	0,28159	5E-05	0,001442	1,71E-05	1796	0,28154	-3,5599	2641
58,1	0,28134	5E-05	0,001019	1,33E-05	1793	0,28131	-11,9511	3169
59,1	0,28197	5,9E-05	0,000614	5,2E-06	1172	0,28196	-2,8737	2117
62,1	0,28196	5,9E-05	0,001010	8,63E-07	1185	0,28194	-3,2996	2154
68,1	0,28185	4,5E-05	0,000719	3,35E-06	1467	0,28183	-0,8014	2213
EMB-140								
	176Hf/177Hf	± 2 se	176Lu/177Hf	± 2 se	U-Pb Age (T1)	176Hf/177 Hf	e Hf(t1)	T DM (2)
4,1	0,28179	5,5E-05	0,0007149	5,33E-06	1251	0,28177	-7,5956	2477
8,1	0,28205	3,9E-05	0,0004696	9,11E-07	1124	0,28204	-1,1024	1968
18,1	0,28194	4,8E-05	0,0005307	2,6E-05	1496	0,28193	3,3634	1969
12,1	0,28139	4,1E-05	0,0013993	1,36E-05	1799	0,28134	-10,5959	3088
15,1	0,28196	6,5E-05	0,0009176	3,89E-06	1095	0,28195	-4,9955	2192
16,1	0,28160	4,2E-05	0,0009584	1,42E-05	1738	0,28157	-3,7128	2606
23,1	0,28199	5,1E-05	0,0009344	5,83E-06	1084	0,28197	-4,2377	2136
25,1	0,28215	4,8E-05	0,0008022	4,59E-06	1174	0,28213	3,2425	1729
28,1	0,28209	9,3E-05	0,0006902	4,46E-06	1223	0,28208	2,5399	1812
34,1	0,28186	5,3E-05	0,0014461	2,71E-05	1094	0,28183	-9,2503	2460
32,1	0,28207	6,7E-05	0,0009823	1,36E-05	1173	0,28205	0,3103	1915
37,1	0,28235	5,2E-05	0,0006543	2,19E-06	1142	0,28234	10,0254	1269
43,1	0,28210	5,1E-05	0,0009590	1,93E-06	1192	0,28208	2,0171	1821
45,1	0,28188	7,6E-05	0,0009286	2,52E-05	1175	0,28186	-6,3527	2340
52,1	0,28212	6,3E-05	0,0005801	9,44E-06	1163	0,28210	2,1245	1792
53,1	0,28209	6,6E-05	0,0008452	5,41E-06	1182	0,28207	1,4785	1848
63,1	0,28188	9,1E-05	0,0011426	5,67E-06	1136	0,28185	-7,4192	2377
74,1	0,28199	3,4E-05	0,0003487	1,56E-06	1184	0,28198	-1,7295	2054
81,1	0,28183	8,7E-05	0,0010614	5,77E-06	1369	0,28181	-3,7803	2326
70,1	0,28229	6,8E-05	0,0005755	9,03E-07	1118	0,28228	7,4165	1419

ANEXO III -
Geoquímica em rocha total
(Elementos traços e terras raras em
rocha total)

	EMB-58	EMB-69A	EMB-102B	EMB-102C	EMB-103	EMB-161C	EMB-100B	EMB-100C	EMB-109	EMB-110A
Rb	55,4	129,1	92,7	295	78,5	136	105	280	166	130
Sr	461,6	97,4	389	221	330	170	142	236	209	709
Y	4,9	56,9	17,5	23,8	27,4	22,7	24,9	22,2	19,6	14,1
Zr	142,9	698,4	103	442	734	264	172	365	214	234
Nb	5,5	28,6	5,49	31,6	22,4	9,77	9,83	15,0	9,45	14,7
Cs	3,0	0,3	10,3	1,16	0,80	1,32	9,42	11,3	2,12	5,95
Ba	580	486	475	998	735	916	541	743	836	1041
La	25,5	120,7	15,5	171	66,0	52,2	44,3	47,4	56,1	87,4
Ce	45,9	250,3	37,4	331	142	106	86,6	106	116	168
Pr	4,85	30,17	4,59	32,0	17,8	12,8	10,4	13,1	12,5	18,1
Nd	17,5	116,7	19,1	104	65,4	45,9	40,4	51,4	45,5	64,1
Sm	2,79	21,57	4,18	15,2	11,4	8,41	7,32	9,01	8,08	10,2
Eu	1,00	2,03	1,30	1,66	2,28	1,22	1,67	1,78	1,11	2,58
Gd	2,08	18,06	3,59	7,52	7,19	6,16	5,59	5,29	5,23	5,34
Tb	0,24	2,53	0,54	1,05	1,02	0,78	0,84	0,76	0,73	0,67
Dy	1,04	13,60	2,98	4,97	5,34	4,19	4,59	4,17	3,71	3,07
Ho	0,16	2,50	0,60	0,85	0,97	0,79	0,90	0,81	0,72	0,54
Er	0,36	6,58	1,62	2,04	2,43	2,04	2,38	2,17	1,97	1,30
Tm	0,05	0,83	0,24	0,27	0,34	0,28	0,36	0,32	0,28	0,16
Yb	0,36	5,03	1,57	1,51	2,11	1,75	2,33	2,05	1,82	1,02
Lu	0,05	0,73	0,23	0,21	0,29	0,26	0,35	0,31	0,28	0,16
Hf	3,9	19,2	2,53	10,7	16,2	7,17	4,67	9,84	6,10	5,54
Pb	1,3	3,7	4,66	20,7	7,80	14,7	23,4	18,0	30,3	15,6
Th	4,4	10,6	2,76	50,7	19,8	23,4	13,8	29,7	24,0	18,2
U	0,8	0,8	0,76	1,65	2,36	1,52	0,85	4,40	1,17	0,91
LaN/YbN	48,21	16,33	6,72	77,14	21,31	20,28	12,91	15,71	20,98	58,03
#Mg	3,62	4,59	10,01	4,19	5,91	4,05	5,37	6,11	3,29	6,63
Eu/Eu*	1,27	0,31	1,02	0,47	0,77	0,52	0,8	0,79	0,52	1,07
	EMB-76	EMB-98B	EMB-98C	EMB-105A	EMB-105B	EMB-136A	EMB-136B	EMB-136C	EMB-136E	EMB-138
Rb	241	238,6	211,4	241	216	133	124	126	143	266
Sr	163	165,6	263,1	187	102	295	249	240	441	169
Y	41,8	31,5	50,4	22,2	41,8	27,6	41,2	46,4	31,5	18,7
Zr	467	369,0	472,8	727	480	523	447	417	323	350
Nb	20,7	18,3	28,0	53,5	21,7	17,3	31,0	25,8	23,0	18,7
Cs	6,04	5,7	12,9	2,23	2,83	2,32	1,93	2,46	3,15	2,24
Ba	1191	897	998	1221	546	1127	819	656	948	852
La	190	81,1	83,4	206	197	160	99,2	90,3	61,1	141
Ce	299	161,5	172,4	386	393	297	202	187	124	265
Pr	37,2	17,68	19,85	41,3	42,9	30,8	24,4	22,3	14,8	27,5
Nd	120	64,6	77,4	139	145	102	92,8	90,7	55,3	89,9
Sm	17,7	10,71	13,83	19,7	24,0	14,6	17,8	18,4	10,3	13,2
Eu	3,44	1,45	2,08	2,06	1,31	1,90	1,97	1,83	2,19	1,18
Gd	10,2	8,68	11,79	9,13	12,7	7,18	11,2	13,3	7,26	5,43
Tb	1,63	1,22	1,76	1,20	1,98	1,10	1,71	1,89	1,12	0,77
Dy	8,70	6,17	9,30	5,28	9,98	5,70	8,79	9,95	6,03	3,96
Ho	1,54	1,26	1,83	0,84	1,76	1,09	1,62	1,85	1,19	0,68
Er	3,65	3,38	5,60	1,96	3,90	2,78	4,08	4,62	2,99	1,74
Tm	0,48	0,47	0,78	0,23	0,45	0,40	0,55	0,63	0,41	0,23
Yb	2,76	2,86	4,86	1,35	2,30	2,52	3,20	3,76	2,65	1,44
Lu	0,38	0,47	0,70	0,19	0,31	0,37	0,46	0,53	0,39	0,22
Hf	11,4	9,5	10,9	17,4	12,2	11,6	9,68	9,08	6,60	8,59
Pb	31,3	7,6	5,4	26,4	28,1	27,4	16,2	15,9	14,8	24,5
Th	37,8	26,4	23,2	41,9	68,4	22,9	10,5	8,56	6,67	31,0
U	11,2	4,9	2,3	1,94	5,66	5,55	1,98	1,72	1,48	1,34
LaN/YbN	46,89	19,3	11,68	104,17	58,18	43,1	21,12	16,34	15,68	66,81
#Mg	3,58	5,13	9	4,75	2,58	5,32	7,92	8,1	10,33	3,74
Eu/Eu*	0,78	0,46	0,5	0,47	0,23	0,57	0,43	0,36	0,77	0,43

	EMB-119A	EMB-130A	EMB-144	EMB-102A	EMB-110B	EMB-65A	EMB-72A	EMB-122A	EMB-168C	EMB-176A	EMB-177
Rb	283	118	223	18,6	105	179,2	125,8	145	155	108	241
Sr	230	174	105	209	813	291,1	171,4	199	276	280	164
Y	34,8	24,1	23,9	24,7	29,6	14,1	15,7	52,0	38,3	19,4	26,8
Zr	98	186	124	112	395	247,4	149,9	556	240	227	199
Nb	12,8	9,57	10,5	7,11	17,4	12,8	10,1	12,3	14,7	14,2	16,5
Cs	4,61	2,07	2,50	0,14	4,31	4,1	5,7	1,22	15,1	6,13	21,3
Ba	1291	484	559	174	2787	1130	626	859	456	767	669
La	27,0	20,2	32,6	17,7	146	76,2	15,3	64,1	36,0	62,2	57,7
Ce	60,0	38,3	71,6	31,8	317	139,6	38,0	137	80,1	123	115
Pr	6,83	4,37	7,90	4,40	37,7	13,87	3,25	15,2	8,97	14,2	13,3
Nd	26,1	16,1	29,8	17,7	139	45,9	11,5	39,0	31,9	47,2	45,5
Sm	5,68	3,10	5,64	3,90	24,6	6,99	1,86	7,32	6,25	7,27	7,82
Eu	1,32	1,06	0,76	1,38	5,61	1,40	0,84	1,46	1,25	1,06	1,13
Gd	4,74	2,83	4,22	3,94	12,7	4,82	1,96	4,48	4,98	3,73	5,67
Tb	0,82	0,56	0,69	0,67	1,56	0,70	0,35	0,99	0,85	0,57	0,87
Dy	5,33	3,81	3,93	4,10	6,57	3,02	2,41	5,97	5,79	3,19	4,76
Ho	1,22	0,89	0,82	0,89	1,04	0,55	0,57	1,36	1,43	0,61	0,95
Er	3,67	2,62	2,26	2,48	2,37	1,17	1,96	3,75	4,56	1,67	2,64
Tm	0,59	0,43	0,34	0,38	0,28	0,14	0,30	0,59	0,77	0,24	0,39
Yb	4,08	2,81	2,22	2,50	1,72	0,87	1,90	3,77	5,15	1,48	2,57
Lu	0,58	0,42	0,32	0,37	0,25	0,14	0,29	0,54	0,77	0,22	0,38
Hf	3,51	4,99	3,77	2,77	9,12	6,1	4,2	8,33	6,47	6,12	5,54
Pb	51,2	12,3	28,8	6,89	19,0	6,7	2,8	19,9	17,8	23,0	27,5
Th	13,9	3,35	18,3	1,87	43,6	27,7	7,0	17,8	13,7	25,1	23,1
U	2,72	0,59	2,10	1,86	7,54	4,8	0,6	1,36	1,72	2,38	2,77
LaN/YbN	4,5	4,88	10,02	4,8	57,74	59,61	5,48	11,55	4,76	28,55	15,29
#Mg	4,61	5,17	4,08	14,66	7,34	3,58	5,04	6,21	7,04	4,06	4,94
Eu/Eu*	0,78	1,09	0,47	1,07	0,97	0,74	1,34	0,78	0,68	0,62	0,52

**ANEXO IV -
Tabela de pontos**

	x	y	unidade
EMB-50	425398	7432490	granito serra do jambeiro
EMB-51	425152	7431604	granito serra do jambeiro
EMB-52	425339	7430773	granito serra do jambeiro
EMB-53	425402	7430169	paragnaisse
EMB-54	425669	7430020	paragnaisse
EMB-55	425896	7429192	paragnaisse
EMB-56	426526	7428492	Complexo Rio Capivari
EMB-57	429776	7427936	paragnaisse
EMB-58	429633	7427626	Complexo Rio Capivari
EMB-59	428934	7427012	Complexo Rio Capivari
EMB-60	425680	7421659	Complexo Rio Capivari
EMB-61	423774	7420827	Complexo Rio Capivari
EMB-62	422459	7421736	Complexo Rio Capivari
EMB-63	422044	7421661	Complexo Rio Capivari
EMB-64	421583	7422279	Complexo Rio Capivari
EMB-65	416747	7426040	paragnaisse
EMB-66	417795	7424764	paragnaisse
EMB-67	418512	7424050	Complexo Rio Capivari
EMB-69	420251	7423696	Complexo Rio Capivari
EMB-70	420399	7423441	Complexo Rio Capivari
EMB-71	422154	7421650	Complexo Rio Capivari
EMB-72	426748	7420061	paragnaisse
EMB-73	426831	7419838	paragnaisse
EMB-74	427192	7418983	xisto
EMB-75	427334	7418886	xisto
EMB-76	505631	7494424	granito
EMB-77	507108	7494567	paragnaisse
EMB-78	514396	7490832	paragnaisse
EMB-79	514470	7490172	paragnaisse
EMB-80	515386	7485936	granito quebra cangalha
EMB-81	508730	7486397	granito quebra cangalha
EMB-82	514033	7487682	paragnaisse
EMB-83	515161	7487487	paragnaisse
EMB-84	515122	7487108	paragnaisse
EMB-85	515299	7486440	paragnaisse
EMB-86	514633	7485090	granito quebra cangalha
EMB-87	514310	7483943	granito quebra cangalha
EMB-88	516254	7476735	quartzito
EMB-89	516132	7476393	quartzito
EMB-90	515930	7476133	paragnaisse
EMB-91	515723	7475662	paragnaisse
EMB-92	515726	7475220	paragnaisse
EMB-93	515655	7474975	quartzito
EMB-94	516488	7477943	paragnaisse
EMB-95	515907	7479711	paragnaisse
EMB-96	514305	7482005	paragnaisse
EMB-97	515214	7485440	granito?
EMB-98	507686	7487125	ortognaisse
EMB-99	472178	7487381	paragnaisse

	x	y	unidade
EMB-100	472042	7488096	paragnaisse
EMB-101	470397	7490453	ortognaisse
EMB-102	469271	7492304	ortognaisse
EMB-103	468958	7492857	ortognaisse
EMB-104	485042	7495929	paragnaisse
EMB-105	484838	7496101	granito
EMB-106	516595	7493346	granito
EMB-107	516920	7493303	ortognaisse
EMB-108	518353	7493040	ortognaisse
EMB-109	521297	7493170	ortognaisse
EMB-110	521983	7493378	ortognaisse
EMB-111	522356	7494279	paragnaisse
EMB-112	514544	7484337	granito quebra cangalha
EMB-113	514045	7483317	granito quebra cangalha
EMB-114	514000	7483136	granito quebra cangalha
EMB-115	513727	7482603	granito quebra cangalha
EMB-116	514044	7482055	paragnaisse
EMB-117	514575	7484843	paragnaisse
EMB-118	515398	7481047	ortognaisse
EMB-119	515844	7481168	ortognaisse
EMB-120	515880	7479961	paragnaisse
EMB-121	516475	7477987	granito quebra cangalha
EMB-122	515657	7475128	xisto e quartzito
EMB-123	515677	7475019	xisto e quartzito
EMB-124	515900	7474320	xisto e quartzito
EMB-125	516028	7473635	xisto e quartzito
EMB-126	515852	7473274	xisto e quartzito
EMB-127	515787	7472974	xisto e quartzito
EMB-128	515522	7472069	quartzito
EMB-129	515439	7472007	quartzito
EMB-130	515365	7470791	ortognaisse
EMB-131	515541	7469852	xisto e quartzito
EMB-132	516219	7469047	xisto e quartzito
EMB-133	516601	7468150	xisto e quartzito
EMB-134	516712	7467811	xisto e quartzito
EMB-135	517394	7467025	xisto e quartzito
EMB-136	518394	7465894	granito lagoinha
EMB-137	518666	7464689	granito lagoinha
EMB-138	518092	7466061	granito lagoinha
EMB-139	522152	7494034	paragnaisse
EMB-140	524482	7495628	paragnaisse
EMB-141	525041	7495883	paragnaisse
EMB-142	528166	7498158	paragnaisse
EMB-143	528111	7498395	ortognaisse
EMB-144	528170	7498723	ortognaisse
EMB-145	528234	7499542	paragnaisse
EMB-146	527586	7404032	paragnaisse
EMB-147	527586	7504032	ortognaisse
EMB-01	397674	7417878	paragnaisse
EMB-10	427567	7417556	ortognaisse
EMB-12	430387	7415686	ortognaisse
EE-11	306380	7382742	granito