

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**IDADE DE DEPOSIÇÃO E PROVENIÊNCIA DA
BACIA DO ITAJAÍ - SC**

FELIPE GUADAGNIN

ORIENTADOR – Prof^a. Dr^a. Andréa Ritter Jelinek

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Léo Afraneo Hartmann - Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp - Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Paim - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Porto Alegre – 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**IDADE DE DEPOSIÇÃO E PROVENIÊNCIA DA
BACIA DO ITAJAÍ - SC**

FELIPE GUADAGNIN

ORIENTADOR – Prof^a. Dr^a. Andréa Ritter Jelinek

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Léo Afraneo Hartmann - Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp - Instituto de Geociências, Universidade Federal do
Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes Paim - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Dissertação de Mestrado apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do Título de Mestre em Geociências.

Porto Alegre – 2009

Guadagnin, Felipe

Idade de deposição e proveniência da Bacia do Itajaí - SC. /
Felipe Guadagnin. - Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2009.
[112 f.] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande
do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em
Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2009.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Andréa Ritter Jelinek

1. Zircão detrítico. 2. Isótopos de Sm/Nd. 3. Isótopos de Pb.
4. Bacia do Itajaí. 5. Ediacarano. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Miriam Alves CRB 10/1947

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que ajudaram de todas as formas no desenvolvimento dessa dissertação.

Agradeço especialmente ao prof. Farid, pela orientação e amizade nos cinco de trabalho em diversos projetos, e por todas as oportunidades que me proporcionou, só tenho a agradecer.

A profa. Andréa, pela orientação tão necessária e amizade, principalmente neste último ano de curso, por ter segurado a “barra” da “gurizada”. Por toda a ajuda e oportunidades agradeço sinceramente.

Ao prof. Dussin, pela orientação, tanto na graduação quanto no mestrado, pela amizade e apoio, pelos conselhos e pelas oportunidades que vieram e que virão.

Ao mestre Koji, pelo infinito esforço e dedicação que dispendeu para a instituição UFRGS em mais de uma década, para toda a geologia do Brasil, da América do Sul e do planeta em mais de cinquenta anos. Seu esforço será sempre lembrado, em qualquer lugar que estiver, em qualquer trabalho de cunho geológico que alguém possa realizar, pois a sua existência tornou a nossa muito mais fácil.

Aos colegas Marcos Bica, Matheus Bruckman, Luciano “Fejão” Alessandretti, Marcelo dos Santos, Gustavo Zvirtes e principalmente ao colega Maurício Borba, pela grande amizade, pelos ótimos momentos que passamos dividindo salas, por serem incansáveis nos trabalhos de campo (principalmente o Guga) e por toda a ajuda e apoio, agradeço sinceramente.

Agradeço aos colegas Dayvisson Justino, Márcia Machado e Anelise Bertotti pelo auxílio na aquisição dos dados analíticos e pela amizade, muito obrigado.

Agradeço a toda a equipe do Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS com quem trabalhei, especialmente a profa. Lucy, Gisela, Cristiane Heredia, Fabrício, Sandra, Cristiano, Juliana Lautert (minha querida colega dos tempos do 1º grau e que reencontrei no laboratório), Adriano, Maurício Dias, por toda a ajuda que proporcionaram, por estarem sempre dispostos a trabalhar, não tenho palavras para agradecer.

Agradeço a Ana Lúcia Zucatti Da Rosa por ter autorizado a reprodução das fotografias dos fósseis da Bacia do Itajaí.

Agradeço a instituição, por ter proporcionado a melhor formação possível, tanto na graduação quanto no mestrado, pelo apoio financeiro, logístico, técnico, entre outros. Espero sinceramente que continue sendo referência nacional em Geologia. Agradeço em especial ao Roberto Pereira e Leticia Barbosa, por estarem sempre disponíveis para dirimir dúvidas e aos Coordenadores pelo excelente trabalho que vem desenvolvendo.

Por fim agradeço a Dijeane “Diji” Rigo, pelos melhores momentos que passei na vida, pelo apoio, companheirismo, alegria, amor, amizade, por tudo, por ter sido de extrema ajuda na versão em Inglês do artigo, sem você nada disso teria acontecido.

RESUMO

A Bacia do Itajaí é uma sequência vulcano-sedimentar limitada por falhas, depositada no antepaís do Cinturão Dom Feliciano, no Estado de Santa Catarina, Brasil. A bacia é composta por sucessões aluviais-deltaicas a plataformais sucedidas por complexos turbidíticos e depósitos de leques deltaicos, com espessura estratigráfica estimada em 4 km. A datação U-Pb em zircão de uma amostra de tufo e cinco arenitos provém uma idade deposicional máxima de 563 ± 3 Ma para as seções intermediárias e superiores da bacia, enquanto que a datação de zircões de um corpo riolítico intrusivo provém uma idade deposicional mínima de 549 ± 4 Ma, restringendo a sucessão no período Ediacarano superior, o que concorda muito bem com os registros de vida, que são de impressões fósseis típicas da fauna de Ediacara como *Parvancorina*, *Charniodiscus*, *Cyclomedusa* e *Aspidella*. As idades U-Pb de zircões detrítico mostram mudança das áreas fonte da base para o topo. Na base ocorrem zircões dos ciclos orogênicos Transamazônico e Brasileiro/Pan-Africano e nas seções superiores dominam os zircões do ciclo Brasileiro/Pan-Africano, com picos principais em ca. 800 Ma e 650 a 590 Ma. O parâmetro ϵ_{Nd} e as razões de isótopos de Pb indicam que as áreas fonte são essencialmente de natureza crustal. As idades modelo T_{DM} de ca. 1,7 Ga indicam que o Cinturão Dom Feliciano foi a principal fonte para o preenchimento da bacia. A Bacia do Itajaí pode ser correlacionada com outras bacias colisionais do SW de Gondwana, do Brasil, Uruguai, Namíbia e África do Sul, como as unidades intermediárias das bacias do Camaquã e Arroyo Del Soldado e as unidades basais da Bacia de Nama. A Bacia do Itajaí é intrudida por magmatismo ácido (Riolitos Apiúna) que é cronocorrelato com o vulcanismo Acampamento Velho, do sul do Brasil.

ABSTRACT

The Itajaí Basin is a fault-bounded volcano-sedimentary sequence deposited on the foreland of the Dom Feliciano Belt in the Santa Catarina State, Brazil. The basin is composed by alluvial-deltaic to platformal successions followed up by turbiditic complex and fan-delta deposits, with an estimated stratigraphic thickness of 4 km. The U-Pb zircon dating of a tuff and five sandstone samples provides a maximum depositional age at 563 ± 3 Ma for the intermediate and upper sections of the Itajaí Basin, while the zircon dating of an intrusive rhyolitic body provides a minimum depositional age of 549 ± 4 Ma, constraining the succession in the Upper Ediacaran Period, which agrees very well with the life records, that are Ediacaran-type fossils as *Parvancorina*, *Charniodiscus*, *Ciclomedusa*, and *Aspidella*. The U-Pb detrital zircon ages show a change in the sedimentary input from the base to the top. At the base occur zircons from the Transamazonian and Brasiliano/Pan-African orogenic cycles, and the upper section is dominated by Brasiliano/Pan-African zircons, with main peaks at ca. 800 Ma and 650 to 590 Ma. The negative ϵ_{Nd} parameter and the Pb isotopic ratios indicate a main crustal component in the detrital sources of the Itajaí Basin, and the Nd model ages (T_{DM}) of ca. 1.7 Ga indicate a main source area for the basin infill from the Dom Feliciano Belt. The Itajaí Basin can be correlated with other collisional basins of the SW Gondwana from Brazil, Uruguay, Namibia and South Africa, such as the intermediate units of the Camaquã and Arroyo del Soldado basins, and basal units of the Nama basin. The Itajaí Basin is intruded by acid volcanism (Apiúna Rhyolites) which is cronocorrelate with the Acampamento Velho volcanism, in southern Brazil.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
SUMÁRIO	VI
TEXTO EXPLICATIVO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	VII
CAPÍTULO I	8
1. INTRODUÇÃO	8
2. ESTRATIGRAFIA DO ESCUDO CATARINENSE	11
2.1 Embasamento Arqueano/Paleoproterozóico	11
2.2 Cinturão Dom Feliciano	11
3. REGISTROS DE VIDA	13
4. IDADES ABSOLUTAS	16
5. PROBLEMA	18
5.1 Idade de deposição	18
5.2 Proveniência	20
5.3 Hipóteses	21
6. METODOLOGIAS	22
6.1 Análise bibliográfica	22
6.2 Análise de imagens de satélite e fotografias aéreas	22
6.3 Integração e análise de dados em ambiente georreferenciado (SIG)	23
6.4 Trabalho de Campo	23
6.5 Análises U/Pb	25
6.5.4 Preparação das amostras	31
6.6 Análise Sm/Nd em rocha total	34
6.7 Análise Pb/Pb em rocha total	40
7. BIBLIOGRAFIA	41
CAPÍTULO II: CORPO PRINCIPAL DA DISSERTAÇÃO	47
Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation	48
CAPÍTULO III	110
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
2. BIBLIOGRAFIA	111

TEXTO EXPLICATIVO DA ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação, intitulada “Idade de Deposição e Proveniência da Bacia do Itajaí, SC”, está dividida em três capítulos.

No Capítulo I é apresentada a problemática acerca da determinação da idade deposicional e da proveniência da Bacia do Itajaí. É dividido em: 1. Introdução; 2. Estratigrafia do Escudo Catarinense; 3. Registros de Vida; 4. Idades Absolutas; 5. Problema; 6. Metodologias; e 7. Bibliografia.

No Capítulo II é apresentado o artigo científico, cujo manuscrito foi submetido a revista *Precambrian Research* sob o título “Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation”. A carta de recebimento do artigo encontra-se na primeira seção do Capítulo II. O artigo é dividido em: 1. *Introduction*; 2. *Geological Context*; 3. *Geology of the Itajaí Basin*; 4. *Methodology*; 5. *Results*; 6. *Discussion*; 7. *Conclusions*; *Appendix A. Analytical Procedures*; *Appendix B. Isotopic Data*; *References*; *Table Captions*; e *Tables*.

No capítulo III é feito um sumário das principais conclusões do trabalho. O Capítulo III é dividido em: 1. Considerações Finais e 2. Bibliografia.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A idade de deposição e a proveniência são informações cruciais na análise de bacias sedimentares, permitindo aos pesquisadores derivar interpretações a respeito de paleogeografia, correlações estratigráficas, entre outras.

A determinação da idade deposicional de bacias sedimentares clásticas pré-Cambrianas é uma tarefa dificultada em grande parte pela ocorrência esparsa ou pela ausência de registros de vida, tanto microscópica quanto de vida visível. Nas últimas décadas diversos autores mostram que a determinação da idade U/Pb de zircões de camadas vulcânicas e vulcanogênicas associadas a um criterioso estudo dos registrosossilíferos das bacias sedimentares do final da era Neoproterozóica (período Ediacarano – ~ 635 a 542 Ma) provém *insights* sobre a idade de deposição dessas bacias, sobre a evolução da vida no planeta Terra e sobre correlação estratigráfica (GROTZINGER *et al.*, 1995; MARTIN *et al.*, 2000; BOWRING *et al.*, 2003; NARBONNE & GEHLING, 2003).

Na análise de proveniência de bacias sedimentares a datação U/Pb de zircões detríticos de arenitos aliada a análise dos parâmetros de correlação isotópica de Pb/Pb e Sm/Nd (idades modelo T_{DM} e fator ϵ_{Nd}) têm se mostrado muito eficientes, podendo fornecer informações sobre o crescimento da crosta continental, paleogeografia, correlação estratigráfica, reconstituição tectônica, idades deposicionais, entre outros (YAMASHITA *et al.*, 2000; NELSON, 2001; FONNELAND *et al.*, 2004; BASEI *et al.*, 2005; BLANCO *et al.*, 2009).

Ainda na análise de bacias sedimentares, é importante o trabalho de integração de dados geológicos, estruturais, estratigráficos, paleontológicos, geoquímicos, geofísicos, isotópicos e geocronológicos, com a finalidade de determinar o ambiente tectônico de formação, idade e áreas fonte (proveniência).

A Bacia do Itajaí, localizada na região nordeste do estado de Santa Catarina (Fig. 1), é uma unidade sedimentar clástica com contribuição vulcânica, composta da base para o topo por depósitos de leques aluviais e deltaicos; ritmitos turbidíticos proximais e distais; e novamente por depósitos de leques aluviais (ROSTIROLLA *et al.*, 1999). Fonseca (2004) citado por Teixeira *et al.* (2004) realizou trabalho de estratigrafia de

sequências, identificando quatro sequências deposicionais: a primeira (sequência I), de contexto marinho raso, representando um Trato de Sistemas Transgressivo, é separada da segunda (sequência II) por uma desconformidade. A segunda sequência deposicional é de contexto marinho profundo e foi denominada de Complexo Turbidítico de Apiúna (FONSECA, 2004 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2004), onde o autor identificou um Trato Precoce de Mar Baixo com a Cunha de Mar Baixo sobreposta ao mesmo e Trato Transgressivo. As sequências II e III são separadas por nova desconformidade. A sequência III representa uma Cunha de Mar Baixo e Trato de Sistemas Transgressivo de uma sequência deposicional do tipo I (FONSECA, 2004 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2004). Nova desconformidade limita os depósitos da sequência III dos da sequência IV, que representam leques de assoalho de bacia de novo Trato de Sistemas de Mar Baixo sobrepostos por Cunha de Mar Baixo da quarta sequência.

Ocorrem de forma esparsa, camadas de rochas vulcanogênicas (tufos ácidos), assim como corpos intrusivos de composição ácida (granitos e riolitos). Por muito tempo essa bacia foi considerada como uma associação afossilífera, e as idades atribuídas a mesma provinham de relações estratigráficas e de idades absolutas da própria bacia, do embasamento, de rochas intrusivas e de rochas sedimentares de cobertura. Dessa forma, as idades atribuídas para a Bacia do Itajaí ocorrem no intervalo de tempo entre ~643 e ~540 Ma. Esse amplo intervalo de tempo ocorre devido ao elevado erro analítico dos dados geocronológicos (isócronas Rb/Sr e idades U/Pb em zircão) e discordância entre os trabalhos publicados (ver item 4 do Capítulo I).

Recentemente os trabalhos de Netto e Da Rosa (1997), Paim *et al.* (1997) e principalmente o trabalho de Da Rosa (2005), reportam a existência de registros fossilíferos nas seções marinhas da Bacia do Itajaí. Segundo Da Rosa (2005), esses registros fósseis indicam idade Ediacarana para as referidas seções, embasada em uma única idade U/Pb em zircão pelo método SHRIMP, de ~600 Ma apresentada por Silva *et al.* (2002).

A geração e evolução da Bacia do Itajaí estão relacionadas à evolução do cinturão de dobramentos e cavalgamentos (Cinturão Dom Feliciano). De modo geral a Bacia do Itajaí pode ser considerada uma bacia de antepaís periférica ao cinturão de dobramentos e cavalgamentos, depositada sobre a região de antepaís (Complexo Granulítico de Santa Catarina), preenchida principalmente por depósitos clásticos e vulcânicos ao final do ciclo Brasileiro (a aproximadamente 600 Ma). Os contatos com o

embasamento metamórfico a norte e a sul ocorrem por falhas transcorrentes e oblíquas, caracterizando duas discordâncias do tipo não-conformidade entre a base da sequência sedimentar e o embasamento Arqueano/Proterozóico, portanto a Bacia do Itajaí é mais nova que as rochas metamórficas dos Complexos Granulítico de Santa Catarina (CGSC) e Metamórfico Brusque (CMB) e mais antiga do que os corpos graníticos e riolíticos que a intrudem (Granito Subida e Riolitos Apiúna).

O presente trabalho consiste na compilação de dados de campo, estruturais, estratigráficos, paleontológicos, isotópicos, geocronológicos e geofísicos disponíveis na bibliografia, integrados a novos dados de campo, petrográficos, isotópicos e geocronológicos, com o objetivo de determinar a idade deposicional e a proveniência sedimentar das rochas da Bacia do Itajaí, e correlacionar a sucessão sedimentar com outras bacias cronocorrelatas (Bacias do Camaquã, Arroyo Del Soldado e Nama).

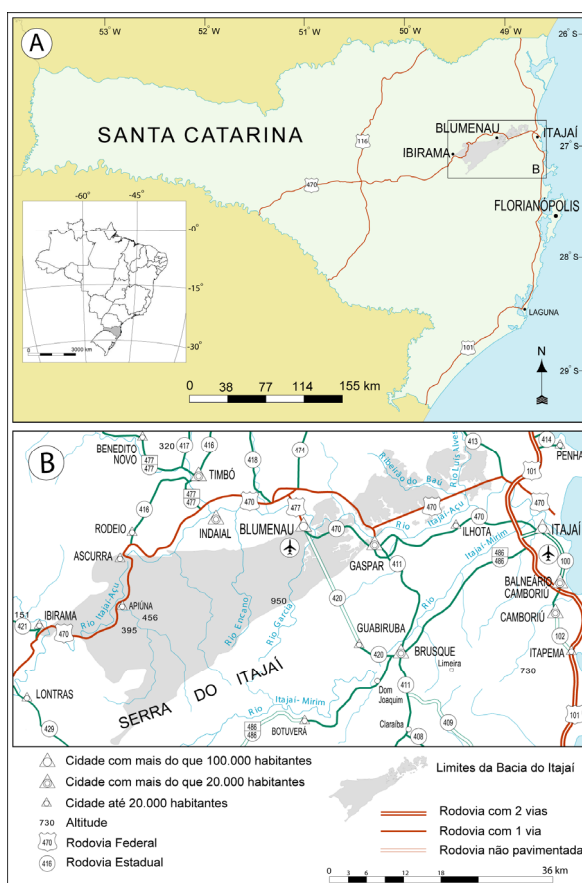


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Itajaí. A) Localização da bacia no estado de Santa Catarina. A posição do estado de Santa Catarina no mapa do Brasil é ilustrada a esquerda. Principais rodovias federais são apresentadas em vermelho; B) Mapa rodoviário da região de Blumenau, com os limites da bacia em cinza-claro (modificado do mapa rodoviário do Estado de Santa Catarina, DNIT, 2002).

2. ESTRATIGRAFIA DO ESCUDO CATARINENSE

2.1 Embasamento Arqueano/Paleoproterozóico

O Complexo Granulítico de Santa Catarina (CGSC) é a unidade tectônica mais antiga do escudo Catarinense. Foi denominado primeiramente por Hartmann *et al.* (1979) e é composto por ortognaisses de composição trondjemítica, tonalítica e granodiorítica intrudidos por rochas ultrabásicas e básicas e menor componente de metassedimentares (quartzitos e formações ferríferas bandadas).

A primeira diferenciação manto-crosta do CGSC é de idade arqueana (Mesoarqueano a Neoarqueano) datada em 2,8 Ga (idade modelo T_{DM}) e a estabilização tectônica ocorreu no Paleoproterozóico, a 1,9 Ga, datada pelo método K/Ar em biotitas (BASEI *et al.*, 1998).

A evolução do CGSC ocorreu em dois eventos metamórficos de fácies granulito, datados pelo método U/Pb em zircão com SHRIMP (*Sensitive High Resolution Ion Micro Probe*) por Hartmann *et al.* (2000) e cujos resultados são 2675 ± 12 Ma e 2168 ± 18 Ma. Os protólitos magmáticos foram datados em 2716 ± 17 Ma. O autor sugere que o CGSC tenha se tornado um cráton estável a partir de 1,9 Ga, de acordo com o proposto por Basei (1985), permanecendo como um bloco indeformado durante as orogêneses do ciclo Brasileiro no Neoproterozóico, interpretando esta unidade tectônica como pertencente ao Cráton Rio de La Plata.

O Complexo Camboriú representada a borda cratônica retrabalhada pelos cinturões Brasileiros. É formado por ortognaisses com idades tanto do ciclo Transamazônico quanto do ciclo Brasileiro (ver Quadro 1, retirado de HARTMANN *et al.*, 2003).

2.2 Cinturão Dom Feliciano

O Cinturão Dom Feliciano, no Escudo Catarinense, é composto pelo Complexo Metamórfico Brusque, pelo Batólito de Florianópolis e pela Bacia do Itajaí.

O Complexo Metamórfico Brusque (CMB) consiste de uma seqüência metavulcano-sedimentar composta principalmente por metapelitos, metapsamitos e

metacarbonáticas, alongada segundo a direção nordeste, com 75 km de extensão por 45 km de largura máxima. Seus limites são a Zona de Transcorrência Itajaí-Perimbó (SILVA, 1991), que coloca o CMB em contato com a Bacia do Itajaí, a norte; e a Zona de Cisalhamento Major Gercino (BITENCOURT *et al.*, 1989, *apud* PHILIPP *et al.* 2004, p. 22), a sul. Essas rochas sofreram metamorfismo de baixa P/T, que atingiu principalmente o fácies xisto-verde superior a anfibolito inferior. Ocorre zonação metamórfica de NW-SE, que varia da zona da clorita (NW) à paragênese com andalusita, granada e biotita (SE) (BASEI, 1985). A paleobacia (CMB) foi formada em uma margem continental Neoproterozóica cujo rifteamento ocorreu entre 843 ± 12 Ma e $834,7 \pm 8,7$ Ma (idades U/Pb SHRIMP), associado com granitos tipo 'A' (BASEI *et al.*, 2008). O clímax tectono-metamórfico ocorreu em 706 Ma (Rb-Sr – rocha total, BASEI, 1990).

O Batólito de Florianópolis consiste em diversos corpos graníticos de idade Neoproterozóica (~630 a 590 Ma, Quadro 1), que ocorrem de forma contínua do limite sul do Escudo Catarinense até a Zona de Cisalhamento Major Gercino, e intrusivos no CMB da Zona de Cisalhamento Major Gercino até a Zona de Cisalhamento Perimbó (Fig. 2 do Capítulo II).

Quadro 1: Unidades geotectônicas do pré-Cambriano de Santa Catarina (retirado de Hartmann *et al.*, 2003).

Unidade geotectônica	Unidade estratigráfica, idades em Ga	Litologias	Estrutura	Metamorfismo
Bacia de Antepais	Grupo Itajaí 0.60-0.57	Conglomerados, arenitos, pelitos; granitos peralcalinos	Juntas e fraturas generalizadas acamadamento sedimentar, basculamento das camadas, falhas e dobras restritas	Fácies xisto-verde inferior ou menor
Cinturão Dom Feliciano	Magmatismo alcalino pós-colisional 0.59	Basaltos, dioritos, granitos e riolitos	Zonas de cisalhamento transcorrentes de escala crustal do cinturão de cisalhamento sul-brasileiro	Alteração pós-magmática
	Magmatismo shoshonítico pós-colisional 0.60	Dioritos e granodioritos	Magmatismo contínuo durante a atividade do cinturão de cisalhamento 0.63-0.59	Alteração pós-magmática
	Magmatismo HCKA pós-colisional 0.63-0.60	Dioritos, granodioritos e monzogranitos com megacrístais		Alteração pós-magmática
Borda deformada do cráton	Complexo metamórfico Brusque < 2.1	Bacia rifte, volumosos metapelitos, algum mármore, vulcânicas máficas, quartzitos	S ₁ e S ₂ subhorizontais, S ₃ subvertical de orientação NE	Zona da clorita a zona da silimanita; andalusita e cordierita presentes
	Complexo Camboriú, granito Itapema 2.2 Complexo Camboriú, gnaisses e migmatitos 2.26-2.17-0.63	Monzogranitos dominantes com xenólitos de 0.1 a 1 m Gnaisses e migmatitos	Fábrica subhorizontal magmática dominante Bandamento metamórfico polideformado	Alteração pós-magmática Fácies anfibolito superior
Cráton Luis Alves	Suite Serra do Mar 0.59	Granitos alcalinos a peralcalinos	Plútons maciços	Não metamorfisados
	Complexo granulítico de Santa Catarina 2.7-2.2	Gnaisses ultramáficos, máficos, intermediários e ácidos	Foliação NE a NW subvertical; zonas de cisalhamento N-NE-EW subverticais	Fácies granulito dominante, fácies anfibolito subordinada

3. REGISTROS DE VIDA

A Bacia do Itajaí foi considerada por muito tempo como uma associação afossilífera, até a década de 1990 quando foram reportados registros fósseis na bacia por Netto e Da Rosa (1997), Leipnitz *et al.* (1997) e Paim *et al.* (1997).

Netto e Da Rosa (1997) descrevem a ocorrência dos icnofósseis *Bifungites* (*Diplocraterion*), *Gordia* e *Oldhamia* nas seções intermediárias da Bacia do Itajaí, atribuindo idade do Cambriano Inferior a Médio.

Paim *et al.* (1997) e Leipnitz *et al.* (1997) descrevem a ocorrência do fóssil *Chancelloria* sp., nas seções intermediárias da Bacia do Itajaí, e sugerem um ambiente marinho de idade Cambriana para essas seções. Posteriormente, Da Rosa (2005) reavalia a ocorrência de *Chancelloria* sp. da Bacia do Itajaí, propondo que esse registro fóssil corresponde a tapetes microbianos. Portanto os fósseis preliminarmente descritos como impressões de escleritos de *Chancelloria* sp. por Paim *et al.* (1997) e Leipnitz *et al.* (1997) são aqui tratados como tapetes microbianos, segundo Da Rosa (2005) de idade Neoproterozóica.

O trabalho de Da Rosa (2005) é o que descreve de forma mais completa os registros fósseis da Bacia do Itajaí. Segundo Da Rosa (2005) a BI possui registro de estruturas sedimentares biogênicas, microfósseis e impressões fósseis.

As estruturas sedimentares biogênicas da BI são formadas por atividades microbianas que acarpetavam o substrato da bacia na forma de tapetes algálicos do tipo *elephant skin* (DA ROSA, 2005). Existe registro desse tipo de atividade microbiana desde cerca de 3,5 Ga até o presente, portanto essa atividade orgânica não tem significado temporal.

Os microfósseis, genericamente denominados de acritarcos, possuem posição sistemática incerta. Segundo Da Rosa (2005), na Bacia do Itajaí ocorrem microfósseis que na maior parte são acritarcos esferomorfos simples, e necessitam estudo mais detalhado para definir o intervalo de tempo a que correspondem.

Impressões fósseis circulares compostas por numerosos raios retilíneos que partem de um ponto central correspondem ao gênero *Chovia* sp. – espongiário sésil do Cambriano Inferior a Médio, facilmente confundível com o icnogênero *Oldhamia*, portanto deve ser considerado com ressalvas (DA ROSA, 2005). A ocorrência de *Oldhamia* reportada por Netto e Da Rosa (1997) pode corresponder a *Chovia* sp., devido

ao fato de ambos os fósseis serem similares e de o trabalho dos autores não descrever em detalhes essa ocorrência. Tanto *Oldhamia* quanto *Choia* sp. pertencem ao Cambriano Inferior a Médio.

Segundo Da Rosa (2005), impressões em baixo relevo, com forma de ferradura alongada e fechada e uma saliência no eixo médio corresponde a *Parvancoria* sp. (Figs. 2a e b), artrópode encontrado também na clássica fauna ediacarana de *Flinders Ranges*, sul da Austrália (McCALL, 2006).

Formas medusóides ocorrem como impressões em hiporelevo, segundo Da Rosa (2005), são de dois tipos: (i) *Ciclomedusa*: formada por dois círculos concêntricos, com diâmetro total de 15 mm (Fig. 2c); e (ii) *Charniodiscus*: formada por dois círculos concêntricos com diâmetro total de 40 mm, círculo interno com seis saliências circulares, e impressão alongada que pode ser a haste do organismo (Fig. 2c - seta). Formas medusóides ocorrem na fauna de Ediacara, entre 575 e 542 Ma (NARBONNE, 2005; McCALL, 2006).

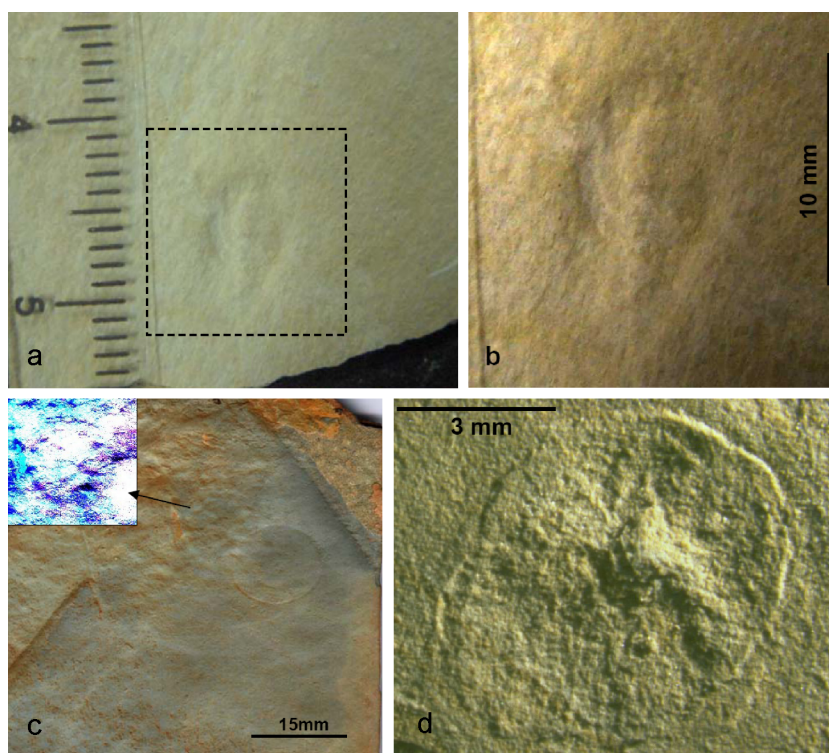


Figura 2: Fotografias das impressões fósseis pertencentes a fauna Ediacarana encontradas na Bacia do Itajaí, segundo Da Rosa (2005). As fotografias ‘a’ e ‘b’ correspondem a impressões de *Parvancorina* sp.; ‘c’ corresponde a *Ciclomedusa* (centro-direito da fotografia) e *Charniodiscus* (indicado pela seta preta); e ‘d’ corresponde a *Aspidella* sp. (retirado de Da Rosa, 2005).

Da Rosa (2005) descreve a ocorrência de *Helminthoidichnites* sp., que são impressões em alto relevo de filamentos lisos ou “cordões” sinuosos, indicativo da atividade de locomoção e pastagem de organismo provavelmente vermiforme, em ambiente marinho relativamente profundo, de idade Ediacarana (Fig. 3). O autor discute ainda que tais impressões possam estar relacionadas a filamentos microbianos.

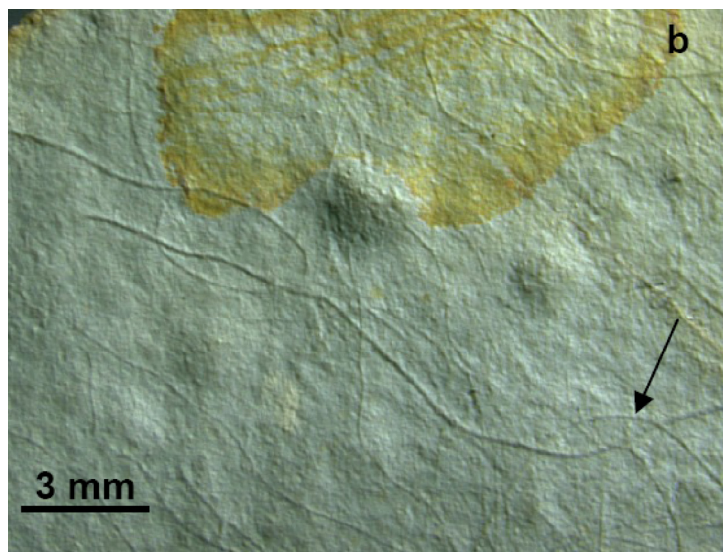


Figura 3: Fotografia do icnofóssil *Helminthoidichnites* sp. encontrado na Bacia do Itajaí (retirado de Da Rosa, 2005).

Outro fóssil descrito por Da Rosa (2005) é *Aspidella* sp., que são impressões ou moldes arredondados simples, levemente cônicos, com pequena elevação das bordas em relação ao centro e protuberância central, preservados em baixo relevo (Fig. 2d). *Aspidella* sp. corresponde a um organismo de corpo mole com forma circular representante da fauna de Ediacara (NARBONNE, 2005; McCALL, 2006).

Ocorrem ainda, segundo Da Rosa (2005), organismos de afinidade desconhecida. O primeiro (morfotipo I) são impressões em baixo e alto relevo, em forma de “halteres”, com comprimento variando entre 1 e 1,5 cm (Fig. 4a). Essa impressão fóssil foi descrita por Netto e Da Rosa (1997) como sendo o icnofóssil *Bifungites* (*Diplocraterion*). Posteriormente Da Rosa (2005) reavaliou a impressão e concluiu que a mesma não corresponde a *Bifungites* por não conter *spreiten*, feição diagnóstica do icnogênero. O segundo (morfotipo II) são impressões complexas em epi-relevo, algumas sob a forma de pinos (*spindle*) (Fig. 4b). Provavelmente os fósseis de afinidade desconhecida correspondem a impressões de organismos da fauna de Ediacara.

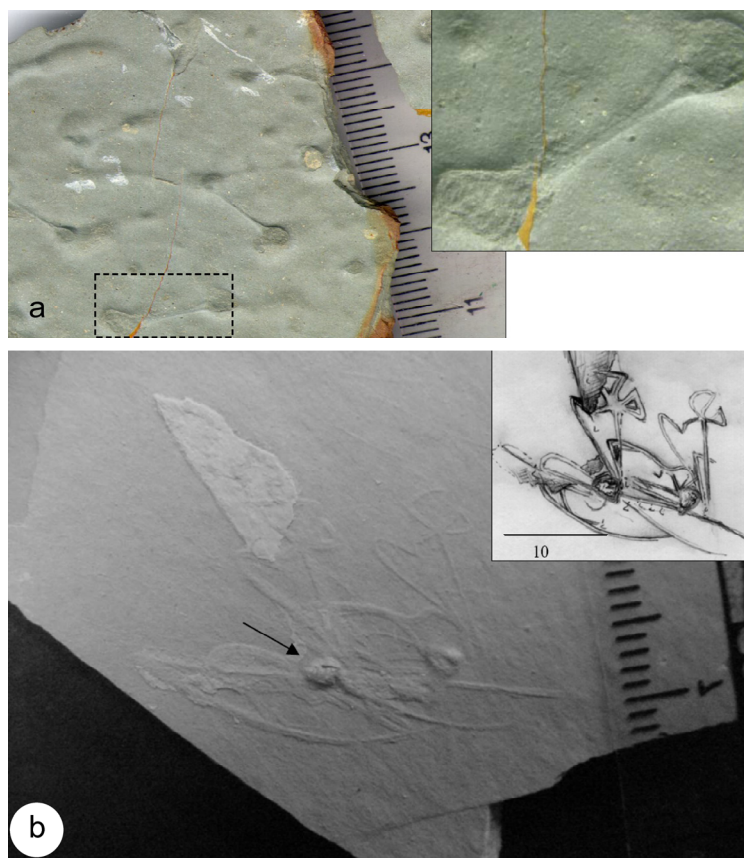


Figura 4: Fotografias das impressões fósseis encontradas na Bacia do Itajaí cuja afinidade é desconhecida (retirado de Da Rosa, 2005).

Os dados paleontológicos apresentados por Da Rosa (2005) indicam idade Ediacarana para a sucessão da Bacia do Itajaí, correspondendo ao intervalo de tempo de ocorrência dos fósseis da fauna de Ediacara, que tem registro de 575 a 542 Ma segundo Narbonne (2005).

4. IDADES ABSOLUTAS

O trabalho de Macedo *et al.* (1984) foi o pioneiro no estudo de geocronologia e geologia isotópica na Bacia do Itajaí. Os autores, utilizando o método Rb/Sr, apresentaram idades isocrônicas de 588 ± 48 Ma para a sedimentação e 556 ± 44 Ma para o metamorfismo desta bacia. Estes mesmos autores apresentaram idades K/Ar entre 510 e 550 Ma, interpretando-as como registro da intrusão do Granito Subida e do metamorfismo regional, que segundo Macedo *et al.* (1984), é de intensidade epizonal a fracamente anquizonal.

Para o Granito Subida e os Riolitos Apiúna, Basei (1985) apresentou isócronas Rb/Sr (rocha total) de 546 ± 9 Ma e 544 ± 20 Ma, respectivamente, interpretadas como representativas da época de colocação em níveis crustais superiores do Granito Subida.

Idades U/Pb em zircão (convencionais) foram apresentadas por Basei *et al.* (1999) para o Granito Subida de 561 ± 42 Ma e para os Riolitos Apiúna de 567 ± 14 Ma, consideradas pelos autores mais próximas da idade real do magmatismo ácido do que as idades Rb/Sr publicadas previamente por Basei (1985).

Uma camada de tufo foi objeto de investigação geocronológica pelo método U/Pb em zircão com SHRIMP por Silva *et al.* (2002). Os autores dataram dez (10) zircões, obtendo dois resultados distintos (Fig. 5). Dos dez (10) zircões datados, sete (7) possuem idades do ciclo Transamazônico (1,7-1,8 Ga) e três (3) idades do ciclo Brasileiro (0,6-0,7 Ga). Os autores concluíram que a idade de vulcanismo é 606 ± 8 Ma (ponto 2.1 da figura 5b) em um único zircão vulcânico (discordante) e que a idade máxima para a abertura da bacia é 643 ± 12 Ma (ponto 4.1 da figura 5a e b). Os zircões que possuem idades do ciclo Transamazônico foram considerados como herdados. A interpretação dos resultados do trabalho acima é dificultada pelo fato de os autores não apresentarem os dados analíticos. De acordo com o gráfico da figura 5, o ponto 2.1 é discordante e sua idade deve refletir alguma perda de Pb. Existe inconsistência entre a concórdia da figura 5a e a da figura 5b, nota-se que o ponto 4.1 possui resultados distintos entre as figuras supracitadas.

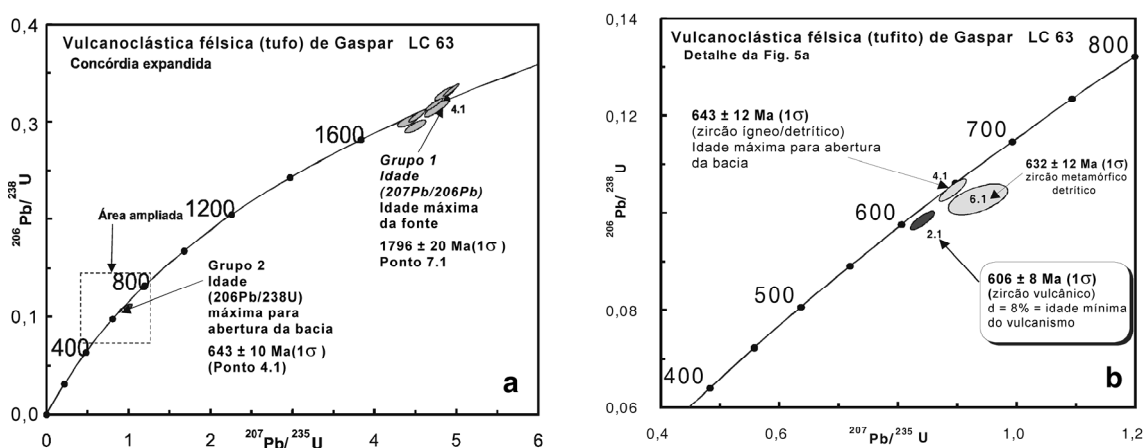


Figura 5: Diagramas concórdia U/Pb em zircões com SHRIMP de uma amostra de tufo da Bacia do Itajaí. a) Concórdia expandida, onde duas populações de idades são reconhecidas: grupo 1 possui idades que variam de 1,7 a 1,8 Ga (7 zircões); e grupo 2 com idades entre 0,6 e 0,7 Ga (3 zircões). b) Detalhe de 'a', onde estão representados apenas as 3 idades mais jovens, explicação no texto (retirado de Silva *et al.*, 2002).

5. PROBLEMA

5.1 Idade de deposição

O preciso posicionamento da Bacia do Itajaí na coluna do tempo geológico é dificultado pela divergência entre os dados paleontológicos e as idades absolutas. As idades absolutas disponíveis para a Bacia do Itajaí indicam que a mesma pode ter sido depositada entre ~640 e ~540 Ma (Fig. 6 e Tab. 1), enquanto que os registros fósseis indicam que a deposição ocorreu entre 575 e 542 Ma, correspondendo ao intervalo de tempo do registro da fauna de Ediacara (NARBONNE, 2005; McCALL, 2006).

O amplo intervalo de tempo para a deposição da Bacia do Itajaí, indicado pelas idades absolutas, se deve principalmente pela discordância entre as isócronas Rb/Sr apresentadas por Macedo *et al.* (1984), que indicam sedimentação em 588 ± 48 e metamorfismo em 556 ± 44 Ma, e as idades U/Pb apresentadas por Silva *et al.* (2002) que indicam abertura da bacia em 643 ± 12 Ma e vulcanismo em 606 ± 8 Ma (ver discussão no item 4 do Capítulo I).

As idades absolutas disponíveis para as rochas intrusivas (Granito Subida e Riolitos Apiúna) mostram divergência conforme o método analítico empregado. As isócronas Rb/Sr fornecem idades próximas a 545 Ma (BASEI, 1985), enquanto que as idades U/Pb convencionais em zircão fornecem idades próximas a 560 Ma (BASEI *et al.*, 1999) (Fig. 6 e Tab. 1).

A existência de camadas de tufos, geradas em eventos vulcânicos concomitantes à sedimentação, pode ser a chave para a determinação da idade deposicional da bacia por meio da datação da cristalização de seus zircões ígneos.

Outra maneira possível de determinar a idade deposicional é por meio do reconhecimento das idades dos zircões detríticos de arenitos balizadas com idades de corpos intrusivos (NELSON, 2001), obtendo-se assim duas idades: a máxima idade deposicional (idade dos zircões detríticos mais novos) e a mínima idade deposicional (idade dos corpos intrusivos).

Tabela 1: Idades absolutas das rochas da Bacia do Itajaí e intrusivas (Granito Subida e Riolitos Apiúna).

Unidade	Método	Idade	±	Interpretação	Autor
Granito Subida	Rb-Sr	546	9	Emplacement	Basei, 1985 (1)
Riolitos Apiúna	Rb-Sr	544	20	Emplacement	Basei, 1985 (2)
Granito Subida	U-Pb convencional	561	42	Cristalização	Basei <i>et al.</i> , 1999 (3)
Riolitos Apiúna	U-Pb convencional	567	14	Cristalização	Basei <i>et al.</i> , 1999 (4)
Bacia do Itajaí	Rb-Sr	588	48	Sedimentação	Macedo <i>et al.</i> , 1984 (5)
Bacia do Itajaí	Rb-Sr	556	44	Metamorfismo	Macedo <i>et al.</i> , 1984 (6)
Bacia do Itajaí - tufo	U-Pb SHRIMP	606	8	Vulcanismo	Silva <i>et al.</i> , 2002 (7)
Bacia do Itajaí - tufo	U-Pb SHRIMP	643	12	Abertura da bacia	Silva <i>et al.</i> , 2002 (8)
				Máxima idade	
Bacia do Itajaí - tufo	U-Pb LA-ICPMS	563	3	deposicional	Presente trabalho (9)
				Mínima idade	
Riolitos Apiúna	U-Pb LA-ICPMS	549	4	deposicional	Presente trabalho (10)

5.2 Proveniência

A proveniência sedimentar da Bacia do Itajaí foi pesquisada por Rigon (1993), que realizou análise petrográfica das seções turbidíticas, interpretando-as como composta, com os sedimentos supridos principalmente da margem sul e secundariamente da margem norte.

Trabalhos focando as direções de paleocorrentes foram realizados por Rostirolla (1991), Rostirolla *et al.* (1992a) e Fonseca (2004) citado por Teixeira (2004), indicando que: (i) para as sequências basais as paleocorrentes são de norte; (ii) para as sequências intermediárias as paleocorrentes são de norte e sul e alimentação axial; e (iii) para as sequências superiores as paleocorrentes são de sul.

Não existem trabalhos publicados até o momento, analisando a proveniência sedimentar por meio do estudo das idades de zircões detríticos dos arenitos, nem mesmo de parâmetros isotópicos como as idades modelo T_{DM} e correlações de isótopos de Pb.

5.3 Hipóteses

As hipóteses consideradas no presente trabalho são: (i) de que a Bacia do Itajaí tenha sido formada nos estágios finais do ciclo Brasileiro, em idades entre 640 Ma e 542 Ma, de acordo com os dados paleontológicos e geocronológicos disponíveis; e (ii) de que os sedimentos tenham sido providos preferencialmente da região orogênica (CMB) e em menor proporção da região de antepaís (CGSC), de acordo com os modelos de sedimentação em bacias de antepaís (DECELLES & GILES, 1996).

Para testar essas hipóteses foram propostas as seguintes técnicas:

- Análise bibliográfica;
- Análise de imagens de satélite e fotografias aéreas;
- Integração e análise de dados em ambiente georreferenciado (SIG);
- Trabalho de campo;
- Análise U/Pb em zircões de rochas tufáceas;
- Análise U/Pb em zircões de arenitos (reconhecimento das idades dos zircões detríticos);
- Análise U/Pb em zircões de rochas intrusivas (riolitos);
- Análise Sm/Nd em rocha total;
- Análise Pb/Pb em rocha total.

As premissas consideradas neste trabalho são baseadas em aspectos dos métodos geocronológicos empregados e de sedimentologia, petrologia e tectônica. Algumas estão listadas abaixo, enquanto outras, principalmente as ligadas aos métodos, são consideradas no texto:

- Os zircões que ocorrem nas camadas de tufos podem ter sido gerados durante o evento termotectônico que formou essas rochas vulcânicas, e, se foram gerados nesse evento, registram a idade do vulcanismo, que é concomitante à sedimentação;
- Podem existir, nas camadas de tufos, zircões herdados das rochas encaixantes e do protólito, assim como zircões detríticos que foram incorporados aos tufos pela dinâmica da sedimentação;
- A idade mais jovem obtida em zircões detríticos de arenitos é representativa da idade máxima para a sedimentação daquele arenito;

- A idade das rochas ígneas intrusivas é representativa da idade mínima para a sedimentação da bacia.

6. METODOLOGIAS

6.1 Análise bibliográfica

A análise bibliográfica consistiu na revisão da bibliografia disponível, com o objetivo de obter embasamento teórico sobre as técnicas, conceitos e modelos, assim como sobre a evolução do pensamento científico da área de estudos. Foram analisados livros, teses, dissertações, monografias, artigos científicos e mapas, que deram embasamento para o desenvolvimento dessa dissertação.

Os trabalhos realizados anteriormente na Bacia do Itajaí, embasamento e magmatismo pós-deposicional, assim como trabalhos a respeito das teorias e técnicas empregadas no presente trabalho foram compilados na forma de fichas de resumos, tabelas de compilação de dados, bancos de dados georreferenciados e figuras.

6.2 Análise de imagens de satélite e fotografias aéreas

A análise de imagens de satélite e fotografias aéreas foi realizada na etapa pré-campo com o objetivo de identificar os principais lineamentos da BI, assim como selecionar as áreas a serem visitadas na etapa de campo.

As imagens de satélite utilizadas foram obtidas gratuitamente no endereço de internet <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>. São imagens do sensor *Landsat 7*.

Com o auxílio do programa computacional *ENVI 4* as diferentes bandas espectrais do sensor *Landsat* foram analisadas em tons de cinza e composições falsa-cor. Os lineamentos foram identificados e traçados como vetores. Foram utilizadas as escalas 1:250.000 e 1:100.000 para a análise.

As fotografias aéreas foram fornecidas pela CPRM, nas escalas 1:60.000 e 1:25.000. Foram analisadas com o auxílio de estereoscópio de mesa. O principal objetivo foi o de identificar os lineamentos e os acessos às áreas de afloramento da BI.

6.3 Integração e análise de dados em ambiente georreferenciado (SIG)

Os dados compilados da bibliografia e adquiridos no presente trabalho foram integrados sob a forma de bancos de dados georreferenciados, com o auxílio do *software* ArcGis 9.3.

Os temas contidos no banco de dados são:

- Imagens orbitais do sensor *LandSat 7*;
- Imagens de radar sensor SRTM;
- Imagem de relevo sombreado (azimute do sol: 315, ângulo: 30°);
- Lineamentos de sensoriamento remoto, em escala 1:250.000 e 1:100.000
- Mapas geológicos georreferenciado da Bacia do Itajaí, extraídos de Rostirolla (1991), Rostirolla *et al.* (1992), Rostirolla *et al.* (1999);
- Carta Botuverá georreferenciada, em escala 1:50.000, retirada de Caldasso *et al.* (1994);
- Carta do Projeto Timbó-Barra Velha, em escala 1:100.000, retirada de Silva e Dias (1981);
- Pontos do levantamento de campo;
- Estruturas de campo;
- Gravimetria e Magnetometria, extraídas de Sousa (2002);
- Mapa geológico georreferenciado com localização dos fósseis da BI, retirado de Da Rosa (2005);
- Carta geológica ao milionésimo folha Curitiba (SG22), retirada de Perrotta *et al.* (2004);
- Mapa geológico integrado (Fig. 3 do Capítulo II).

6.4 Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi realizado com o objetivo de coletar amostras de rocha representativas das diferentes unidades que compõem a Bacia do Itajaí, para posterior datação radiométrica.

Para isso foram utilizadas técnicas de cartografia geológica e de estratigrafia.

Os principais materiais utilizados na etapa de campo foram: cartas topográficas em escala 1:50.000 fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); mapas geológicos de trabalhos realizados principalmente pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); fotografias aéreas e imagens de satélite analisadas na etapa pré-campo; bússola; sistema de posicionamento global (GPS); marreta; talhadeira; martelo; facão; trena; régua estratigráfica; entre outros.

Em campo se buscou fazer a análise estratigráfica, determinar a posição espacial de cada ponto, determinar a estrutura primária e deformacional das rochas com auxílio de bússola e clinômetro, determinar os litotipos, e coletar amostras.

A coleta de amostras foi feita de acordo com a técnica de análise para qual a amostra estava sendo coletada. Desta forma, dois tipos de coletas foram empregados:

- Coleta de amostras de rochas sedimentares clásticas e vulcanoclásticas, e de rochas ígneas intrusivas, para datação pelo método U/Pb em zircões;
- Coleta de amostras de rochas sedimentares, ígneas e metamórficas (embasamento), para análises isotópicas de Sm/Nd e Pb/Pb em rocha total.

6.4.1 Amostras para datação U/Pb

A técnica de datação U/Pb em zircão foi aplicada em arenitos (zircões detríticos), em uma amostra de tufo (epiclástica) e em uma amostra de riolito (intrusivo).

As amostras devem possuir massa maior do que 10 kg, a fim de obter um número suficiente de zircões para serem datados, levando-se em consideração a abundância relativa deste mineral nos variados tipos de rocha.

As amostras foram coletadas o mais afastado possível dos grandes lineamentos e sempre buscando as porções menos alteradas dos afloramentos.

Devido ao fato de a BI ocorrer em região com clima sub-tropical úmido e com uma densa cobertura vegetal, muitas vezes não foi possível acessar as áreas desejáveis para a coleta das amostras (regiões afastadas dos lineamentos). Outras vezes as regiões menos densas em lineamentos não possuíam afloramentos propícios para a coleta (topos e encostas de morros). Muitas amostras foram coletadas no leito dos rios, onde os afloramentos se encontram mais limpos.

6.4.2 Amostras para análises isotópicas de Sm/Nd e Pb/Pb

As análises isotópicas de Sm/Nd e Pb/Pb foram aplicadas às mesmas amostras. As rochas amostradas são sedimentares (pelitos e arenitos), vulcanoclásticas e ígneas intrusivas e do embasamento, somando 20 amostras.

As análises foram feitas em rocha total. Para garantir a representatividade do dado obtido por análise em rocha total, a quantidade de amostra coletada e preparada deve depender do tamanho de grão da amostra. Para rochas de tamanho de grão fino – pelitos e tufos – as amostras coletadas devem possuir uma massa de aproximadamente 2 kg. Para as de tamanho de grão médio – arenitos e riolitos – 5 kg, e para as de tamanho grosseiro – granitos e embasamento – 10 a 15 kg.

As amostras foram coletadas fora dos lineamentos da BI, em porções não alteradas dos afloramentos e longe de veios e feições associadas a fluidos.

6.5 Análises U/Pb

A análise U/Pb em zircão é uma ferramenta amplamente utilizada em laboratórios geocronológicos do mundo todo. Com quase um século de aplicação a análise U/Pb em zircão sofreu inúmeras modificações e melhorias em termos de tempo de análise e precisão dos dados.

Atualmente existem diversos tipos de espectrômetros de massas capazes de medir as razões isotópicas apropriadas para o método U/Pb. Destacam-se o espectrômetro de massa de ionização termal (TIMS), a sonda iônica sensitiva de alta

resolução em massa (SHRIMP) e a sonda a laser com espectrômetro de massa a plasma acoplado indutivamente (LA-ICMPS).

O equipamento utilizado para as análises U/Pb em zircão no presente trabalho foi a sonda a laser e o espectrômetro de massa a plasma acoplado indutivamente (LA-ICPMS) instalados no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LGI-UFRGS). A sonda a laser é da marca *New Wave*, modelo LIBBS-ELITE (maiores informações em <http://www.new-wave.com/1nwrProducts/libbds.htm>), e o espectrômetro de massa é da marca *Thermo*, modelo *Neptune* (maiores informações em <http://www.thermo.com/com/cda/product/detail/0,1055,11753,00.html>).

6.5.1 Equipamentos – Sonda a Laser

A sonda a laser com espectrômetro de massa a plasma acoplado indutivamente (LA-ICPMS – *laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometer*) foi desenvolvida na década de 1980, e logo se tornou uma ferramenta analítica muito utilizada para a determinação de elementos traço em amostras geológicas. Logo foi percebido que as variações de Pb radiogênico e as razões isotópicas de Pb/U poderiam ser resolvidas pela técnica de ICPMS, e que quando acoplado a um canhão laser, o ICPMS poderia ser usado como uma ferramenta de datação similar à sonda iônica. As vantagens em relação à sonda iônica (SHRIMP) é que a técnica de LA-ICPMS possui tempo de análise sete vezes menor (aproximadamente 30 minutos para o SHRIMP e 4 minutos para o LA-ICPMS), reduzindo os custos das análises e permitindo um maior número de determinações. Na figura 7 são ilustradas algumas características da análise com sonda a laser, em relação ao cristal de zircão (KOSLER & SYLVESTER, 2003).

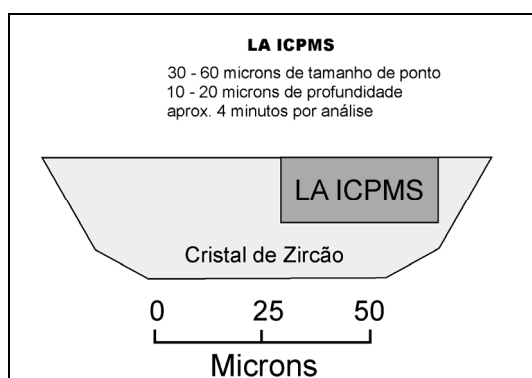


Figura 7: Ilustração das dimensões do ponto gerado pelo feixe de laser em relação ao cristal de zircão (retirado de Kosler & Sylvester, 2003).

A amostragem feita pelo laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*) para o ICPMS é baseada em interações de fótons de alta intensidade – radiação laser – com o material sólido, resultando em vaporização e abrasão, que envolve a ejeção de átomos, íons, moléculas, partículas sólidas e fundidas (DARKE & TYSON, *apud* KOSLER & SYLVESTER, 2003, p. 244). O sistema da sonda a laser combina o feixe de laser a um sistema ótico que converge o feixe na superfície da amostra dentro de uma célula de abrasão (Fig. 8). Os parâmetros do laser são completamente controlados pelo operador, e são: comprimento de onda; perfil do feixe de laser; densidade de energia do laser, energia por pulso e tamanho do ponto; taxa de repetição de laser; foco do feixe de laser; gás ambiente. A descrição completa do funcionamento do canhão laser, assim como dos parâmetros do equipamento pode ser obtida em Kosler & Sylvester (2003).

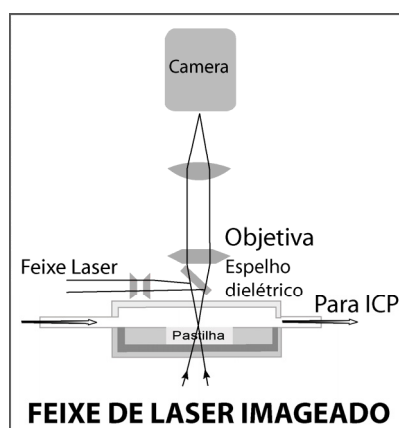


Figura 8: Ilustração do funcionamento do sistema da sonda a laser. O feixe de laser é produzido em uma fonte, através de lentes o feixe é convergido para a amostra que se encontra depositada na pastilha. Após a interação do laser com a amostra, o volume de amostra é carregado por um gás e então levado para o ICPMS (retirado de Kosler & Sylvester, 2003).

6.5.2 Equipamentos – Espectrômetro de Massa

Os espectrômetros de massa, em geral, possuem quatro partes principais: fonte de íons, filtro de massas, detector e sistema de vácuo.

Fonte de Íons – Tocha de Plasma (ICP)

A fonte de íons do ICPMS é o plasma acoplado indutivamente (ICP – *inductively coupled plasma*), ou tocha de plasma. A tocha de plasma (um gás parcialmente ionizado, quente e luminoso) é uma excelente fonte de íons, por possuir uma temperatura de até 10.000 K. O plasma é gerado em argônio que flui através de três tubos de vidro concêntricos (tocha) (Fig. 9). O tubo interno carrega o gás da amostra, o tubo intermediário carrega gás com a função de manter a tocha afastada dos tubos (para não fundir os tubos de vidro) e o tubo externo carrega gás com a função de refrigerar o sistema.

Uma bobina de cobre envolve a tocha, e é conectada a um gerador de rádio-frequência que cria um campo magnético oscilatório com a função de manter a tocha estabilizada na posição do campo.

O plasma é gerado pelo envio de gás argônio com alguns elétrons que oscilam e colidem sob a influência do campo magnético criado pela bobina. A medida que mais

colisões ocorrem entre os elétrons livres e os átomos de argônio, o gás torna-se mais ionizado. O campo magnético faz com que os íons oscilem enquanto que os átomos não, o que resulta no aquecimento do gás de argônio, maior ionização e formação do plasma. A elevada temperatura que o plasma de argônio atinge, da ordem de 10.000 K, ioniza todos elementos da amostra de uma única vez.

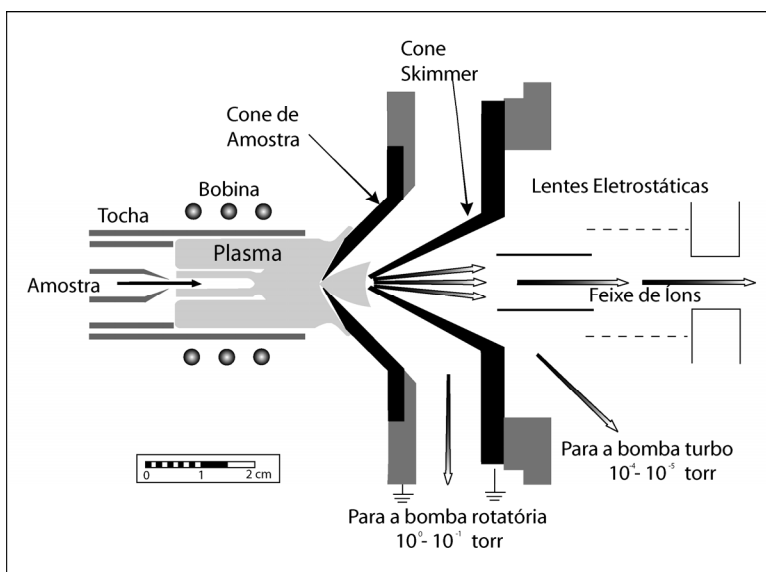


Figura 9: Representação esquemática da tocha de plasma (retirado de Kosler & Sylvester, 2003).

Os íons devem passar da pressão de uma atmosfera para o vácuo. Portanto existem bombas de vácuo extremamente eficientes. Duas quebras de pressão são empregadas, a primeira entre o cone da amostra e o cone *skimmer*, e a segunda após o cone *skimmer* (Fig. 9). Os íons do plasma entram para o equipamento em altas velocidades através de um pequeno orifício no cone de amostra. Apenas 1% da amostra atinge o espectrômetro de massa, os 99% restantes são extraídos pelos dois cones.

Filtro de Massa - Espectrômetro de Massa de Setor Magnético

Existem três tipos de espectrômetros de massa que podem ser acoplados à fonte de íons: ICPMS quadrupolo, ICPMS de setor magnético e ICPMS tempo-de-vôo. O espectrômetro de massa instalado no LGI-UFRGS é o ICPMS de setor magnético.

O princípio da filtragem de massa no espectrômetro de setor magnético é que os íons que se movem por um campo magnético criado por um eletro-magneto são

deflexionados da sua trajetória retilínea. Se os íons possuem energias cinéticas idênticas, a quantidade de deflexão é proporcional à intensidade do campo magnético e à massa do íon. O ICPMS de setor magnético (Fig. 10) combina filtragem de massas por magnetismo e por aceleração de íons, para extrair os isótopos desejados da fonte de ICP ao detector.

A figura 11 em ‘A’ é a fotografia do canhão laser, e em ‘B’ é a fotografia do conjunto: espectrômetro de massa (ICPMS), canhão laser (LA) e interface. Na figura 11B à direita pode-se ver o sistema de condutos que levam o gás responsável pela refrigeração do equipamento.

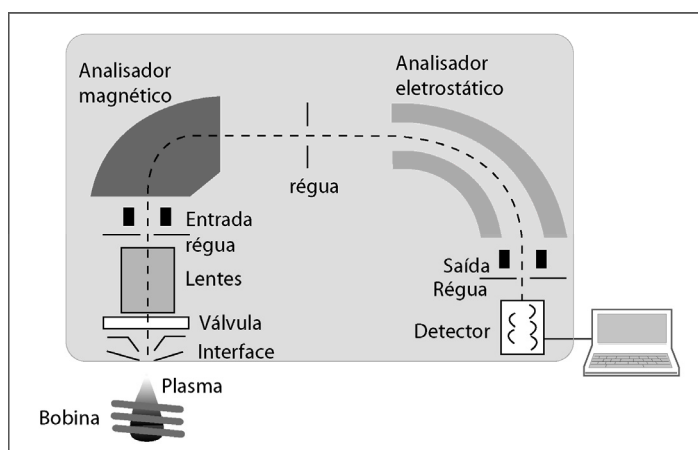


Figura 10: Esquema de funcionamento do ICPMS de setor magnético (retirado de Kosler & Sylvester, 2003).

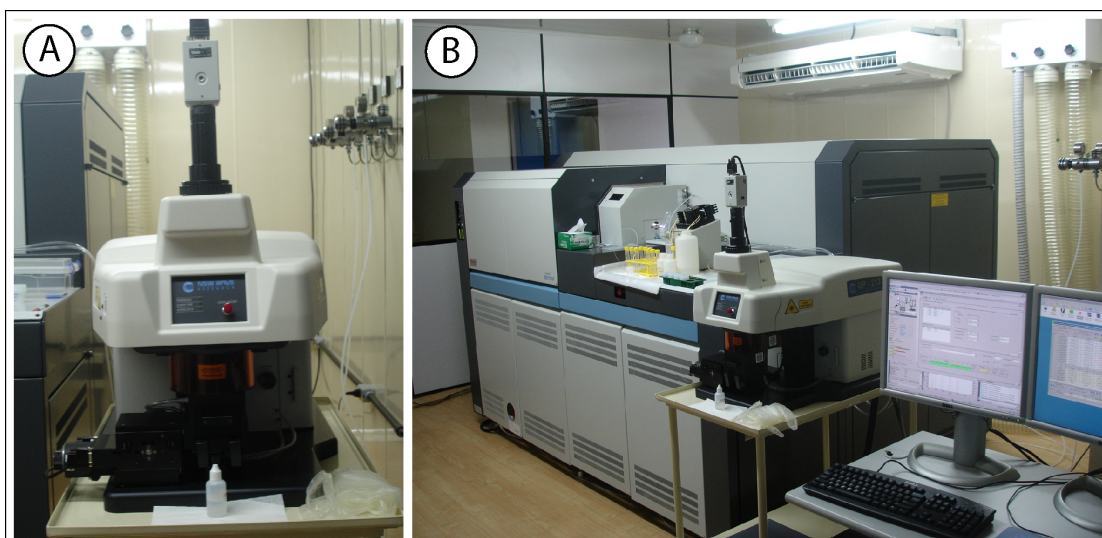


Figura 11: Fotografia do LA-ICPMS do Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS. A) Canhão laser. B) Espectrômetro de massa, microsonda a laser e interface.

6.5.3 Amostras de zircões

Como foi visto anteriormente na página 24, a técnica de datação U/Pb em zircão foi aplicada em arenitos (zircões detríticos), em uma amostra de tufo (epiclástica) e em uma amostra de riolito (intrusivo). Cada grupo de análises tem um objetivo específico.

A datação dos zircões da amostra de tufo tem por objetivo determinar a idade do vulcanismo que gerou aquele depósito, e assim determinar a idade da sedimentação da Bacia do Itajaí, que são contemporâneos.

Os zircões dos arenitos foram datados com o objetivo de se obter a máxima idade estratigráfica da BI, assim como o de fazer o reconhecimento das idades das populações de zircões detríticos, e relacioná-las com as possíveis áreas fontes férteis em zircões.

A datação do riolito tem por objetivo determinar a idade de intrusão e correlacioná-la com a mínima idade estratigráfica da BI.

Os grupos de análises foram interpretados separadamente e posteriormente foram comparados.

A seguir é feita uma descrição da preparação de amostras e dos procedimentos de análise.

6.5.4 Preparação das amostras

A metodologia de preparação das amostras, até a separação dos zircões, consiste em fragmentar a rocha com o auxílio de uma prensa hidráulica e cominuir os fragmentos até o tamanho de 80 mesh (177 μm) com moinho de mandíbulas e moinho de pratos.

O processo de fragmentação e cominuição da rocha deve ser executado com o máximo de limpeza possível, para evitar qualquer contaminação entre amostras. A cada amostra preparada deve-se limpar todas as superfícies da prensa hidráulica com escova e detergente, e após secar a prensa com ar comprimido. Os moinhos devem ser limpos da seguinte forma: (i) retirar todos os fragmentos de amostras da capela de fluxo laminar, com ar comprimido; (ii) limpar o moinho (de mandíbulas e de pratos) com ar comprimido até que seja constatado que não existe mais nenhum fragmento de amostra no equipamento (em geral de 10 a 15 minutos de ar comprimido para o moinho de

mandíbulas e 5 minutos para o moinho de pratos); (iii) limpar o moinho de mandíbulas e de pratos com esponja e detergente e secar com flanela e ar comprimido (5 minutos), e limpar o moinho de pratos com álcool e flanela e novamente com ar comprimido; (iv) limpar novamente a capela de fluxo laminar com ar comprimido e, se necessário, com álcool.

Após cominuir a amostra até o tamanho de 80 mesh procede-se ao peneiramento. Toda a amostra deve passar pela peneira de 80 mesh, pois é necessário que todos os zircões da amostra sejam concentrados. Os fragmentos de amostras maiores do que 80 mesh devem ser cominuídos novamente no moinho de pratos até que toda a amostra passe pela peneira.

Com o auxílio de peneiras acopladas a um vibrador (*shaker*) é feito o peneiramento das frações entre 80 e 170 mesh e das frações entre 170 e 250 mesh.

Ambas as frações (entre 80 e 170 mesh e 170 e 250 mesh) são bateadas (separadas pela diferença de densidade). Com o auxílio de uma bateia (instrumento de metal com forma cônica) separam-se os componentes leves dos componentes pesados (zircão é um mineral pesado, com densidade de aproximadamente $3,3 \text{ g/cm}^3$).

Com um imã de mão extraem-se os minerais com alta susceptibilidade magnética (zircão é um mineral com baixa susceptibilidade magnética).

A amostra é novamente separada por diferença de densidade. São utilizados líquidos com densidades conhecidas (líquidos densos) para separar os minerais leves dos minerais pesados. Os líquidos densos utilizados foram: LST (densidade de $2,9 \text{ g/cm}^3$) para separar os minerais pesados (zircão, apatita, etc.) dos leves (quartzo, feldspatos) que restaram após o processo de bateamento; e Diodometano (densidade de $3,3 \text{ g/cm}^3$) para separar os zircões (densidade maior que $3,3 \text{ g/cm}^3$) de minerais como apatita e outros pesados, com densidade menor do que $3,3 \text{ g/cm}^3$.

Entre o processo de separação com LST e Diodometano é feita uma seleção dos minerais através da susceptibilidade magnética com o separador magnético isodinâmico (Frantz) até o valor de 0,6 Ampère.

Os zircões então são analisados em lupa binocular. Para a datação U/Pb com LA-ICPMS os zircões necessitam apenas serem montados em pastilha de resina epoxy e serem abrasados e polidos para revelarem seus núcleos.

A resina foi preparada em uma proporção de 5 partes de resina para 1 parte de endurecedor. Os zircões são colados em uma fita dupla-face aderida a uma placa de

vidro. A montagem dos cristais de zircão na fita dupla-face segue uma ordem pré-estabelecida, e deve ser anotada, para posterior elaboração de um mapa da pastilha, que servirá de base para as análises.

Após a montagem dos zircões na fita é feita a deposição da resina. Acopla-se um cilindro de teflon, com diâmetro de uma polegada, à placa de vidro com a fita dupla face e os zircões. A resina é depositada dentro desse cilindro com cuidado para não haver o aprisionamento de bolhas. O conjunto é levado à estufa com temperatura de 40°C para secagem, por 3 horas.

Ao secar a pastilha é retirada do molde e é feita a abrasão para expor o núcleo dos zircões. Utilizam-se três discos abrasivos de diâmetro de partículas conhecidos e que obedecem a uma proporção de 1/3 do diâmetro para que os riscos do primeiro abrasivo sejam eliminados pelo segundo e assim por diante.

Após a abrasão com os três discos e a exposição dos núcleos dos zircões é feito o polimento. Da mesma forma que para os discos abrasivos, o diâmetro dos grãos de abrasivo que farão o polimento obedecem a uma ordem. O polimento é feito com solução de diamante com diâmetro respectivamente de 3 μm , 1 μm e 0,25 μm . Após o polimento a pastilha está pronta para ser analisada.

As pastilhas de zircões são então fotografadas com lupa e imageadas ao microscópio eletrônico de varredura com elétrons retroespalhados, para definir a estrutura interna dos cristais, e posteriormente, escolher a melhor região a ser amostrada pelo canhão laser.

6.5.4 Procedimentos analíticos

As análises das razões isotópicas de U e Pb, foram efetuadas no LGI-UFRGS pelo Geólogo Dayvisson Justino e pela Msc. Anelise Berthoti, sob a coordenação do Prof. Dr. Farid Chemale Jr.

A técnica permite análises pontuais (*in situ*) dos cristais de zircão, não necessitando a abertura isotópica dos zircões através de ácidos e nem a diluição isotópica, reduzindo assim o risco de contaminações laboratoriais. Outra vantagem é o aumento da resolução espacial, que fica ligada ao diâmetro do feixe de laser, que pode variar de 15 a 60 μm , permitindo assim a escolha da região mais concordante do zircão para ser datada.

Para a calibração das razões de U e Pb foi utilizado o padrão geológico GJ-11 (CHEMALE *et al.*, 2009). O procedimento de análise é de acordo com a seguinte sistemática:

Após o imageamento dos zircões por elétrons retroespalhados (BSE) ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) e retirada a lâmina de carbono utilizada para obter as imagens, é iniciado o processo de datação. A partir das imagens obtidas no MEV escolhem-se os melhores cristais de zircão, de acordo com o tamanho (que tem que ser maior do que o diâmetro do feixe de laser a ser utilizado), fraturas, inclusões, zonações, sobrecrecimentos, entre outros. Idealmente a região do zircão a ser datada não pode apresentar feições de perda de Pb, que podem estar associadas a fraturas e defeitos cristalinos.

O procedimento de análise é medir um padrão GJ-11 e dez pontos em zircões da amostra, e novamente um padrão GJ-11.

Após a escolha da área a ser datada inicia-se o laser, que emite feixes a taxas de repetição conhecidas. A medida que o laser interage com o zircão a nuvem de gás de argônio carrega os fragmentos até a tocha de plasma.

As correções e reduções foram realizadas com planilha de cálculos (CHEMALE *et al.*, 2009) pelo Prof. Dr. Farid Chemale Jr.. Para a construção dos diagramas concórdia foi utilizado o programa Isoplot 3 (LUDWIG, 2008).

6.6 Análise Sm/Nd em rocha total

A análise isotópica de Sm/Nd em rochas sedimentares (rocha total) é uma técnica muito empregada na análise de proveniência em diversas bacias sedimentares. A técnica foi aplicada na BI com o objetivo de determinar as idades modelo Sm/Nd das rochas sedimentares e correlacioná-las com áreas fontes dos sedimentos.

As análises foram feitas no Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS, com o mesmo equipamento utilizado para as datações dos zircões, mas sem o uso da sonda a laser. Foi utilizado o ICPMS, e a forma de entrada das amostras foi por via líquida.

A seguir são descritos os passos para a preparação das amostras, adição da solução com traçador e da abertura, separação isotópica e procedimentos de análise.

6.6.1 Preparação das amostras

Ao chegar ao laboratório as amostras foram fragmentadas com a prensa hidráulica e seus fragmentos são selecionados. Os escolhidos são os fragmentos que não possuem alteração intempérica.

Após a seleção triturou-se a amostra com gral e pistilo de porcelana. A quantidade de material triturado depende do tamanho de grão da amostra original. Amostras com tamanho de grão grosseiro devem ter maior quantidade de material para garantir a representatividade. Sucessivas triturações e quarteamentos foram feitos para garantir a homogeneidade.

Triturou-se a amostra até os fragmentos atingirem o tamanho de 1 mm de diâmetro. Pulverizou-se a amostra com moinho de bolas. Nesse momento, a amostra esta pronta para ser digerida.

6.6.2 Digestão das amostras

Na datação pelo método Sm/Nd necessita-se determinar a razão isotópica $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ bem como as concentrações de Nd e Sm para calcular a razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$. A razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ é medida diretamente com o espectrômetro de massa. As concentrações de Sm e Nd podem ser determinadas através da técnica da diluição isotópica, utilizando-se um traçador adequado.

A técnica da diluição isotópica baseia-se na adição de uma certa quantidade conhecida de um traçador isotópico (*spike*) de composição ou razões isotópicas conhecidas. O traçador deve possuir uma composição isotópica diferente do elemento que se deseja medir. Ao diluir uma solução desse elemento particular, a composição isotópica é alterada sendo possível o cálculo da concentração ou a abundância isotópica do elemento (os cálculos das correções e dos erros pelo método da diluição isotópica estão descritos em Bertotti, 2005).

As dosagens de traçador na amostra dependem do tipo litológico e da concentração do traçador. O traçador isotópico utilizado no presente trabalho foi o traçador combinado de Sm e Nd (RS-1B), que possui as seguintes concentrações:

$$^{150}\text{Nd} = 0,0277 \mu \text{ mols/g}$$

$$^{149}\text{Sm} = 0,0116 \mu \text{ mols/g}$$

Antes de iniciar o processo de digestão deve-se pesar a amostra e adicionar o traçador. A pesagem é feita em uma sala com alto nível de limpeza, com uma balança com a precisão de 5 casas decimais de grama. A balança encontra-se dentro de uma capela de fluxo laminar, onde o nível de contaminação é o menor possível.

Procede-se à pesagem de 0,05 g de amostra que é acondicionada em frasco savilex de PTFE (Fluoretileno politetraédrico). Adicionam-se 0,1 g de traçador ao savilex e 9 gotas de HNO_3 .

Após a adição do traçador combinado de ^{149}Sm e ^{150}Nd as amostras são atacadas. Os reagentes utilizados para a digestão química são $\text{HF}/\text{HNO}_3/\text{HCl}$.

O procedimento detalhado para abertura de amostras de rocha total adotado no presente trabalho é o que segue:

- Adicionar ao savilex 2 ml de HNO_3 concentrado e 5 ml de HF concentrado;
- Secar o material na chapa elétrica, deixando o savilex aberto;
- Após a secagem, adicionar 1 ml de HNO_3 concentrado e 6 ml de HF concentrado, com a amostra ainda quente. Fechar o savilex e leva-lo à chapa elétrica por cerca de três dias;
- Deixar o savilex esfriar por cerca de 30 minutos;
- Abrir o savilex e adicionar algumas gotas de HNO_3 na tampa para retirar as gotas que condensaram na mesma e colocá-las no savilex. Secar o material na chapa quente;
- Adicionar 5 ml de HCl concentrado, com o savilex ainda quente. Fechar o savilex e levar o mesmo à chapa quente por um dia;
- Deixar o savilex esfriar por cerca de 30 minutos;
- Abrir o savilex e secar o material na chapa, adicionar algumas gotas de HCl concentrado na tampa para retirar as gotas que condensaram na mesma e colocá-las no savilex;
- Se o ataque não foi suficiente e houver um resíduo escuro no fundo, repetir os procedimentos a partir da terceira etapa;
- Adicionar 3 ml de HCl 2,5 N logo após a retirada da chapa quente;
- Passar a solução para um tubo de ensaio de plástico e vedar com parafilme;
- Centrifugar por cerca de 15 minutos.

Após a dissolução, separaram-se duas alíquotas: (i) para análises Sm/Nd, e (ii) para análises Pb/Pb.

6.6.3 Separação Química

A próxima etapa é a separação dos elementos em colunas primárias e secundárias. Procede-se então à separação dos elementos do grupo das terras raras (ETR), em coluna primária. Para a separação dos ETRs dos outros elementos da amostra utilizaram-se colunas catiônicas, com resina catiônica AG-50W-X8 (200-400 mesh).

O procedimento de trabalho nas colunas catiônicas é o que segue:

- Adicionar 20 ml de HCl 2,5 N nas colunas, para o condicionamento das mesmas;
- Adicionar 1 ml da solução da amostra na coluna;
- Adicionar 1 ml de HCl 2,5 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Adicionar 1 ml de HCl 2,5 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Adicionar 1 ml de HCl 2,5 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Adicionar 30 ml de HCl 2,5 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Adicionar 19 ml de HCl 2,5 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Adicionar 7 ml de HCl 6 N na coluna (desprezar os eluidos);
- Coletar 15 ml de HCl 6 N em béquer savilex limpo – coleta dos ETRs;
- Adicionar 2 gotas de HNO₃ 7N no savilex e deixar secar em chapa quente o material coletado com ETR.

Os volumes dos ácidos usados na eluição são determinados por calibração e podem ser diferentes de coluna para coluna. Entre uma etapa e outra se deve aguardar sempre o escoamento total da solução. Após a secagem os resíduos são levados para a coluna de pó de teflon.

A limpeza das colunas catiônicas é feita adicionando-se HCl 6 N até a metade da coluna. Tampa-se a extremidade superior e inferior da coluna, e com movimentos bruscos força-se a resina a sair para o compartimento principal. A seguir adiciona-se HCl 6 N até encher a coluna e deixa-se escoar a solução.

O próximo passo é a separação do Sm e do Nd dos ETRs. Para isso utilizam-se colunas de PTFE com resina HDEHP n HDEHP LN-B50-A (100-200 μ m). O procedimento segundo Patchet & Ruiz (1987) é o que segue:

- No resíduo de ETR seco adiciona-se 0,2 ml de HCl 0,18 N;
- Adicionar 2 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Adicionar 2 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Adicionar 0,2 ml da solução da amostra na coluna;
- Adicionar 0,2 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Adicionar 0,2 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Adicionar 0,2 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Adicionar 12 ml de HCl 0,18 N na coluna (desprezar);
- Coletar 12 ml de HCl 0,18 N em savilex de 15 ml – coleta do Nd;
- Adicionar 2 gotas de HNO₃ 7N no savilex e deixar secar em chapa quente o material coletado com o Nd;
- Adicionar 2 ml de HCl 0,5 N na coluna (desprezar);
- Coletar 4 ml de HCl 0,5 N em savilex de 7 ml – coleta do Sm;
- Adicionar 2 gotas de HNO₃ 7N no savilex e deixar secar em chapa quente o material coletado com o Sm.

Após secos os resíduos estão prontos para serem lidos no espectrômetro de massa.

A limpeza da coluna de pó de teflon é feita adicionando-se 20 ml de HCl 6 N na coluna.

6.6.4 Procedimentos de análise

As amostras, diferentemente do método U/Pb em zircão, entram no equipamento ICPMS por via líquida (Fig. 12).

Após a separação dos elementos Sm e Nd do resto da amostra procede-se à leitura das razões isotópicas. É necessária a diluição do Sm em 2 ml de HNO₃ e do Nd em 3 ml de HNO₃.

As amostras diluídas entram no ICPMS através de um capilar. Uma bomba peristáltica faz com que a amostra seja sugada pelo capilar e enviada para um nebulizador, que é um dispositivo que envolve minúsculas gotas de amostra líquida em gás argônio e envia o conjunto para a tocha de plasma (Fig. 12).

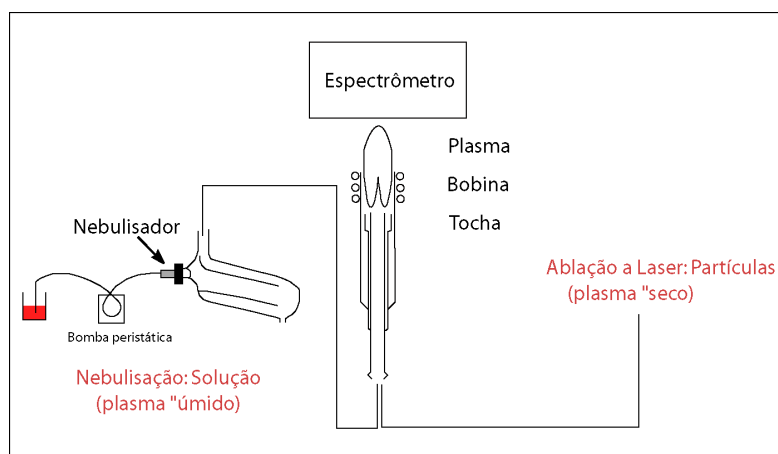


Figura 12: Diagrama mostrando a entrada de amostras por via líquida no ICPMS, em comparação com a entrada por via “sólida” (retirado de Kosler & Sylvester, 2003).

Para a leitura do Sm é utilizado um padrão ultrapuro de Sm (natural) com concentração de 200 ppb. São feitas 60 leituras. A correção de fracionamento de massa é feita utilizando a razão $^{147}\text{Sm}/^{152}\text{Sm} = 0,56081$. As razões lidas são: $^{147}\text{Sm}/^{149}\text{Sm}$; $^{149}\text{Sm}/^{152}\text{Sm}$; $^{149}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$; $^{149}\text{Sm}/^{150}\text{Nd}$; $^{147}\text{Sm}/^{152}\text{Sm}$.

Para a leitura do Nd utiliza-se o padrão interno JNdi-1 com concentração de 240 ppb. A correção de fracionamento de massa é feita utilizando a razão $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$. As razões lidas são: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$; $^{145}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$; $^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$; $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$; $^{149}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$.

Todas as análises foram ajustadas para variações do *bias* instrumental com medidas do padrão interno JNdi-1 com valor médio de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,512098 \pm 0,00014$ (SDabs), cujo valor de literatura é $0,512115 \pm 0,00007$. (TANAKA *et. al.*, 2000).

São lidos 3 blocos, 15 ciclos por bloco, totalizando 45 medidas por elemento por amostra.

A *spikagem* deve estar em valores entre 0,1 e 0,7. A voltagem acima de 1 V.

O tempo de análise de Sm é de aproximadamente 7 minutos e de Nd é de 11 minutos.

Os coletores Faraday são configurados para medir da seguinte forma:

L3F – ^{143}Nd ;

L2F – ^{144}Nd ;

L1F – ^{145}Nd ;

CENTRAL – ^{146}Nd ;

H1F – ^{147}Sm ;

H2F – ^{149}Sm ;

H3F – ^{150}Nd ;

H4F – ^{152}Sm .

Os brancos medidos foram menores do que 150 pg para o Sm e menores do que 500 pg para o Nd. A correção de branco foi insignificante para as composições isotópicas de Nd e geralmente insignificante para as razões Sm/Nd. As idades modelo de residência crustal (TDM) foram calculadas segundo o modelo de manto empobrecido de DePaollo (1981).

6.7 Análise Pb/Pb em rocha total

O método Pb/Pb em rocha total foi aplicado em 20 amostras de rochas da BI e do embasamento – as mesmas amostras analisadas pelo método Sm/Nd.

As amostras foram preparadas em conjunto, para as duas metodologias isotópicas (Sm/Nd e Pb/Pb). O procedimento de preparação de amostras e de ataque ácido da metodologia Pb/Pb é exatamente igual ao descrito para a metodologia Sm/Nd, visto que as amostras foram preparadas e atacadas de uma vez, e, ao final do processo, retiraram-se duas alíquotas, uma para cada determinação isotópica.

6.7.1 Separação Química

A separação de Pb/Pb foi feita a partir de uma alíquota de 1 ml da amostra de rocha total dissolvida. O Pb foi extraído em microcolunas (2 ml) com resina de troca aniônica AG-1 X 8, 200–400 mesh, utilizando-se HBr 0,6 N e HCl 6N.

6.7.2 Procedimentos de análise

As amostras de Pb foram dissolvidas em HNO₃ 3% (2-3 ml) com a cerca de 50 ppb Tl, o qual foi utilizado para correção de fracionamento do Pb durante as análises (TANIMIZU & ISHIKAWA, 2006). A composição isotópica de Pb foi obtida no Laboratório de Geologia Isotópica da UFRGS com equipamento *Neptune* ICPMS, no modo estático, coletando-se 60 razões de isótopos de Pb. Os valores obtidos do padrão de Pb comum (NBS 981) durante as análises estão de acordo com aqueles do NIST (sempre menores que 0,08 % por unidade de massa atômica).

7. BIBLIOGRAFIA

BASEI, M.A.S. *O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. 1985. 185 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

BASEI, M.A.S. O Grupo Brusque: uma evolução monocíclica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990. Natal, Atas. Natal: SBG, 1990. P. 2649-2657.

BASEI, M.A.S.; MCREATH, I., SIGA JUNIOR, O. The Santa Catarina Granulite Complex of Southern Brazil: A review. *Gondwana Research*, v. 1, n. 3/4, p. 383-391, 1998.

BASEI, M.A.S.; SIGA Jr., O.; CORDANI, U.G.; SATO, K., LIMA, P.S. The magmatism of the Itajaí Basin, SC – southern Brazil, and its importance to define the Proterozoic-Phanerozoic limit. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 2., 1999. Cordoba, *Extended Abstracts*. Cordoba, 1999, p. 287-290.

BASEI, M.A.S.; FRIMMEL, H.E.; NUTMAN, A.P.; PRECIOZZI, F.; JACOB, J.A connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano (Brazil/Uruguay) and Gariiep (Namibia/South Africa) orogenic belts – evidence from a reconnaissance provenance study. *Precambrian Research*, v. 139, p. 195-221, 2005.

BASEI, M.A.S.; GRASSO, C.B.; VLACH, S.R.F.; NUTMAN, A.; SIGA Jr., O.; OSAKO, L.S. "A"-type rift-related granite and the lower Cryogenian age for the beginning of the Brusque belt basin, Dom Feliciano belt, southern Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 6., 2008. San Carlos de Bariloche, *Proceedings*. Buenos Aires. ISSN 1851-6963. Paper 128, 7 pp.

BERTOTTI, A.L. *Metodologia Samário/Neodímio: Uma abordagem analítica simplificada e alguns exemplos aplicativos*. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BITENCOURT, M.F.; HACKSPACKER, P.C.; NARDI, L.S.V. A zona de cisalhamento major gercino – Santa Catarina. In: SNET, 2., 1989, Fortaleza. *Atas*. Fortaleza: SBG, 1989. p. 214-216.

BLANCO, G.; RAJESH, H.M.; GAUCHER, C.; GERMS, G.J.B.; CHEMALE Jr., F. Provenance of the Arroyo del Soldado Group (Ediacaran to Cambrian, Uruguay): Implications for the paleogeographic evolution of southwestern Gondwana. *Precambrian Research*, v. 171, p. 57-73, 2009.

BOWRING, S.A.; MYROW, P.; LANDING, E.; RAMENZANI, J. Geochronological Constraints on Terminal Neoproterozoic Events and the Rise of Metazoans. NASA Astrobiology Institute General Meeting 2003: *Abstracts*, 2003. p. 113-114.

CALDASSO, A.L.S.; KREBS, A.S.J.; SILVA, M.A.S. *Carta geológica folha Botuverá SG.22-Z-D-I-2, escala 1:50.000*. Relatório interno CPRM, Porto Alegre, 1994.

CHEMALE Jr., F.; KAWASHITA, K.; DUSSIN, I.A.; ÁVILA, J.N.; JUSTINO, D.; BERTOTTI, A.L. *U-Pb zircon dating with MC-ICP-MS using mixed detector configuration*. Relatório Interno, Porto Alegre, UFRGS. 2009. 36 pp.

DA ROSA, A.L.Z. *Evidências de vida no Ediacarano Inferior da Bacia do Itajaí, SC*. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2005.

DARKE, S. A.; TYSON, J. F.; Interactions of laser radiation with solid materials and its significance to analytical spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, v. 8, p. 145-209, 1993.

DECELLES, P. G.; GILES, K. A. Foreland basin systems. *Basin Research*, v. 8, p. 105-123, 1996.

DEPAOLO, D.J. A neodymium and strontium isotopic study of the Mesozoic calc-alkaline granitic batholiths of the Sierra Nevada and Peninsular Ranges, California. *Journal of Geophysical Research*, v. 86, p. 10470–10488, 1981.

DNIT. Mapa Rodoviário Santa Catarina. Brasília: DNIT, 2002. 1 mapa, color., 110 cm x 80 cm. Escala 1:750.000. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/bit/mapas/mapdoc/ufs/mapas-dnit/sc-dnit.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2007.

FONNELAND, H.C.; LIEN, T.; MARTINSEN, O.J.; PEDERSEN, R.B.; KOSLER, J. Detrital zircon ages: a key to understanding the deposition of deep marine sandstones in the Norwegian Sea. *Sedimentary Geology*, v. 164, p. 147-159, 2004.

FONSECA, M.M. *Sistemas Depositionais e Estratigrafia de Sequências da Bacia do Itajaí (SC) e detalhamento do complexo turbidítico de Apiúna*. 2004. 149 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2004.

GROTZINGER, J.P.; BOWRING, S.A.; SAYLOR, B.Z.; KAUFMAN, A.J. New biostratigraphic and geochronologic constraints on early animal evolution. *Science*, v. 270, p. 598-604, 1995.

HARTMANN, L.A.; SILVA, L.C.; ORLANDI, V. O Complexo Granulítico de Santa Catarina: descrição e implicações genéticas. *Acta Geologica Leopoldensia*, v. 6, p. 93-112, 1979.

HARTMANN, L.A.; SANTOS, J.O.S.; MCNAUGHTON, N.J.; VASCONCELLOS, M.A.Z.; SILVA, L.C. Ion Microprobe (SHRIMP) dates complex granulite from Santa Catarina, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 72, p. 559-572, 2000.

HARTMANN, L. A.; BITENCOURT, M. F.; SANTOS, J. O. S.; MCNAUGHTON, N. J.; RIVERA, C. B.; BETIOLLO, L. Prolonged Paleoproterozoic magmatic participation in the Neoproterozoic Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Brazil, based on zircon U-Pb SHRIMP geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*. v. 16, p. 477-492, 2003.

LUDWIG, K.R. *Isoplot 3*. Berkeley: Berkeley Geochronology Center, 2008.

KOSLER, J.; SYLVESTER, P. J.; Present Trends and the Future of Zircon in Geochronology: Laser Ablation ICPMS. In: HANCHAR, J.M.; HOSKIN, P.W.O. (Ed.). *Zircon*. Washington: Reviews in Mineralogy & Geochemistry, 2003. ed. 1, p. 143-175.

LEIPNITZ, I.I.; PAIM, P.S.G.; DA ROSA, A.A.S.; DA ROSA, A.L.Z.; NOWATZKI, C.H. Primeira ocorrência de *Chancelloriidae* no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15., 1997. São Pedro, *Boletim de Resumos*. São Pedro: UNESP, 1997. p. 1.

MACEDO, M.H.F.; BASEI, M.A.S.; BONHOME, M.G.; KAWASHITA, K. Dados geocronológicos referentes às rochas metassedimentares do Grupo Itajaí, SC. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 14, n. 1, p. 30-34, 1984.

MARTIN, M.W.; GRAZHDANKIN, D.V.; BOWRING, S.A.; EVANS, D.A.D.; FEDONKIN, M.A.; KIRSCHVINK, J.L. Age of Neoproterozoic Bilaterian Body and Trace Fossils, White Sea, Russia: Implications for Metazoan Evolution. *Science*, v. 288, p. 841-845, 2000.

McCALL, G.J.H. The Vendian (Ediacaran) in the geological record: Enigmas in geology's prelude to the Cambrian explosion. *Earth-Science Reviews*, v. 77, p. 1-229, 2006.

NARBONNE, G.M. The Ediacara Biota: Neoproterozoic Origin of Animals and Their Ecosystems. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 33, p.421-442, 2005.

NARBONNE, G.M.; GEHLING, J.G. Life after snowball: The oldest complex Ediacaran fossils. *Geology*, v. 31, n. 1, p. 27-30, 2003.

NELSON, D.R. An assessment of the determination of depositional ages for precambrian clastic sedimentary rocks by U-Pb dating of detrital zircons. *Sedimentary Geology*, v. 141-142, p. 37-60, 2001.

NETTO, R.G.; DA ROSA, A.L.Z. Registro Icnofossilífero da Bacia do Itajaí, SC: Uma Primeira Visão. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15., 1997. São Pedro, *Boletim de Resumos*. São Pedro: UNESP, 1997. p. 136.

PAIM, P.S.G.; LEIPNITZ, I.; ROSA, A.L.Z.; ROSA, A.A.S. Preliminary report on the occurrence of *Chancelloria sp.* in the Itajaí basin, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 27, n. 3, p. 303-308, 1997.

PATCHETT, P.J.; RUIZ, J.; Nd isotopic ages of crust formation and metamorphism in the Precambrian of eastern and southern Mexico. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 96, p. 523-528, 1987.

PERROTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINHO, L.Z.; WILDNER, W.; RAMGRAB, E.; PERUFFO, N.; FREITAS, M.A.; GOMES, S.D.; CHIEREGATI, L.A.; SILVA, L.C.; SACHS, L.L.B.; SILVA, V.A.; BATISTA, I.H.; MARCONDES, P.E.P. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo-Folha SG.22 Curitiba*. Brasília: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Escala 1:1.000.000.

PHILIPP, R.P.; MALLMANN, G.; BITENCOURT, M.F.; SOUZA, E.R.; SOUZA, M.M.A.; DE LIZ, J.D.; WILD, F.; ARENDT, S.; OLIVEIRA, A.S.; DUARTE, L.; RIVERA, C.B.; PRADO, M. Caracterização litológica e evolução metamórfica da porção leste do Complexo Metamórfico Brusque, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

RIGON, F.C. *Petrologia e Proveniência dos Arenitos Turbidíticos da Bacia do Itajaí, SC*. 1992. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1992.

ROSTIROLLA, S.P. *Tectônica e sedimentação da Bacia do Itajaí – SC*. 1991. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1991.

ROSTIROLLA, S.P.; ALKMIN F.F. de; SOARES, P.C. O Grupo Itajaí, Estado de Santa Catarina, Brasil: Exemplo de sedimentação em uma bacia flexural de antepaís. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 6, p. 109-122, 1992a.

ROSTIROLLA, S.P.; AHRENDT, A.; SOARES, P.C.; CARMIGNANI, L. Basin analysis and mineral endowment of the Proterozoic Itajaí Basin, south-east Brazil. *Basin Research*, v. 11, p. 127-142, 1999.

SILVA, L.C. O cinturão metavulcanossedimentar Brusque e a evolução policíclica das faixas dobradas proterozóicas no sul do Brasil: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 21, n. 1, p. 60-73, 1991.

SILVA, L.C.; DIAS, A.A. *Projeto Timbó Barra Velha*. Relatório interno DNPM/CPRM, Porto Alegre, 1981.

SILVA, L.C.; ARMSTRONG, R.; PIMENTEL, M.M.; SCANDOLARA, J.; RAMGRAB, G.; WILDNER, W.; ANGELIM, L.A.A.; VASCONCELOS, A.M.; RIZZOTO, G.; QUADROS, M.L.E.S.; SANDER, A.; ROSA, A.L.Z. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-Cambrianos brasileiros com base em novos dados U/Pb SHRIMP parte III: Províncias Borborema, Mantiqueira Meridional e Rio Negro-Juruena. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, n. 4, p. 529-544, 2002.

SOUSA, E.R. *Geofísica da Bacia do Itajaí*. 2002. 47 f. Monografia (Graduação) – Instituto de Geociências, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TEIXEIRA, A.L.; GAUCHER, C.; PAIM, P.S.G.; FONSECA, M.M.; PARENTE, C.V.P.; SILVA FILHO, W.F.; ALMEIDA, A.F. Bacias do Estágio de Transição da Plataforma Sul-Americana. In: *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p. 487-536.

TANAKA, T.; TOGASHI, S.; KAMIOKA, H.; AMAKAWA, H.; KAGAMI, H.; HAMAMOTO, T.; YUHARA, M.; ORIHASHI, Y.; YONEDA, S.; SHIMIZU, H.; KUNIMARU, T.; TAKAHASHI, K.; YANAGI, T.; NAKANO, T.; FUJIMAKI, H.; SHINJO, R.; ASAHARA, Y.; TANIMIZU, M.; DRAGUSANU, C. JNdi-1: a neodymium isotopic reference in consistency with LaJolla neodymium. *Chemical Geology*, v. 168, p. 279-281, 2000.

TANIMIZU, M.; ISHIKAWA, T. Development of rapid and precise Pb isotope analytical techniques using MC-ICP-MS and new results for GSJ rock reference samples. *Geochemical Journal*, v. 40 (2), p. 121-133, 2006.

YAMASHITA, K.; CREASER, R.A.; VILLENEUVE, M. E. Integrated Nd isotopic and U-Pb detrital zircon systematics of clastic sedimentary rocks from the Slave Province, Canada: evidence for extensive crustal reworking in the early- to mid-Archean. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 174, p. 283-299, 2000.

CAPÍTULO II: CORPO PRINCIPAL DA DISSERTAÇÃO

Artigo submetido para a revista Precambrian Research em 27 de agosto de 2009, intitulado: 'Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation'.

Carta de recebimento do artigo submetido:

De: Precambrian Research (precam-eo@elsevier.com)
Para: felipe.guada@yahoo.com.br
Data: Quinta-feira, 27 de Agosto de 2009 17:33:32
Assunto: Acknowledgement of receipt of your submitted article

Dear Sr. Guadagnin,

Your submission entitled "Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation" has been received by Precambrian Research

Please note that submission of an article is understood to imply that the article is original and is not being considered for publication elsewhere. Submission also implies that all authors have approved the paper for release and are in agreement with its content.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to <http://ees.elsevier.com/precam/> as Author.

Your manuscript will be given a reference number in due course.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Precambrian Research”

Artigo:

**Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil:
Implications for SW Gondwana correlation**

Felipe Guadagnin^{1*}, Farid Chemale Jr^{1,2}, Ivo A. Dussin¹, Andréa R. Jelinek¹, Marcelo N. dos Santos¹, Maurício L. Borba¹, Dayvisson Justino¹, Anelise L. Bertotti¹, Luciano Alessandretti¹

¹Geosciences Institute, Rio Grande do Sul Federal University, 9500, Bento Gonçalves Avenue, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil

²Geology Nucleus, Sergipe Federal University, São Cristóvão, SE, Brazil

*Corresponding author. Phone: +55 51 3308 6352; Fax: +55 51 3308 7302; E-mail: felipe.guada@yahoo.com.br

Abstract

The Itajaí Basin is a fault-bounded volcano-sedimentary sequence deposited on the foreland of the Dom Feliciano Belt in the Santa Catarina State, Brazil. The basin is composed by alluvial-deltaic to platformal successions followed up by turbiditic complex and fan-delta deposits, with an estimated stratigraphic thickness of 4 km. The U-Pb zircon dating of a tuff and five sandstone samples provides a maximum depositional age at 563 ± 3 Ma for the intermediate and upper sections of the Itajaí Basin, while the zircon dating of an intrusive rhyolitic body provides a minimum depositional age of 549 ± 4 Ma, constraining the succession in the Upper Ediacaran Period, which agrees very well with the life records, that are Ediacaran-type fossils as *Parvancorina*, *Charniodiscus*, *Ciclomedusa*, and *Aspidella*. The U-Pb detrital zircon ages show a change in the sedimentary input from the base to the top. At the base occur zircons from the Transamazonian and Brasiliano/Pan-African orogenic cycles, and the upper section is dominated by Brasiliano/Pan-African zircons, with main peaks at ca. 800 Ma and 650 to 590 Ma. The negative ϵ_{Nd} parameter and the Pb isotopic ratios

indicate a main crustal component in the detrital sources of the Itajaí Basin, and the Nd model ages (T_{DM}) of ca. 1.7 Ga indicate a main source area for the basin infill from the Dom Feliciano Belt. The Itajaí Basin can be correlated with other collisional basins of the SW Gondwana from Brazil, Uruguay, Namibia and South Africa, such as the intermediate units of the Camaquã and Arroyo del Soldado basins, and basal units of the Nama basin. The Itajaí Basin is intruded by acid volcanism (Apiúna Rhyolites) which is cronocorrelate with the Acampamento Velho volcanism, in southern Brazil.

Keywords: Itajaí Basin, Brasiliano/Pan-African cycle, collisional foreland basins, provenance, U-Pb in situ dating, Pb and Sm-Nd isotopes

1. Introduction

The interaction of two or more continental crusts, in a collisional tectonic setting, results in the formation of a collisional orogen with major tectonic components presented by thrust belts, foreland flexures, plateau, foreland/hinterland deformational zones, and zones of orogenic collapse (Condie, 1997). The sedimentary basins associated with these environments are collisional foreland basins (Miall, 1998). These basins can record the successive orogenic cycles that affected the continental blocks (cratons) as well as the events responsible for the construction of the adjacent orogenic belt (Miall, 1998; Thomas et al., 2004). Their study can help the understanding of the tectonic evolution of a particular region. In this context occurs the Itajaí Basin, which has been deposited on the foreland of the Dom Feliciano Belt and records the several orogenic cycles that affected southern Brazil from the Archean to Eopaleozoic.

The Itajaí Basin is located at the NE of the Santa Catarina State, Brazil. It is a sedimentary succession with subordinated volcanic contribution, occurring between a cratonic fragment, stabilized at the end of the Transamazonian orogenic cycle (2.26 to 2.0 Ga) (Luis Alves cratonic fragment), and a Brasiliano/Pan-African mobile belt (0.9 Ga to 0.54 Ga) (Dom Feliciano Belt). It is composed: (i) at the base by alluvial fan and fan delta deposits, (ii) proximal and distal turbiditic rithmites, and (iii) at the top by alluvial fan (Rostirolla et al., 1999). The depositional age of the basin is still in debate for the absence of conclusive fossiliferous associations and not reliable isotopic data.

This paper presents the determination of the provenance and the depositional age of the Itajaí Basin, by the application of litho-structural mapping, petrography, isotope geochemistry, and absolute dating techniques. The definition of the events that were

responsible for the agglutination of SW Gondwana, as well as the correlation of the Itajaí Basin with contemporaneous basins, such as the Camaquã (Rio Grande do Sul State, Brazil), Arroyo del Soldado (Uruguay), and Nama Basins (Namibia and South Africa) are further discussed.

2. Geological Context

The Itajaí Basin (IB) is deposited on the foreland of the Dom Feliciano Belt in the Catarinense Shield of the Santa Catarina State, Brazil (Figs. 1 and 2), which occurs in the geological context of the southern Brazilian/Uruguayan Shield.

This region was part of the SW Gondwana supercontinent, which was composed by a framework of cratonic blocks, surrounded by mobile belts of the Brasiliano/Pan-African cycle, named Saldania, Gariep, Damara, and Kaoko Belts, on the southwestern Africa, and Dom Feliciano and Ribeira Belts, on the southeastern South America (Maalman et al., 2007) (Fig. 1).

The Catarinense Shield is composed basically by two tectonic units: Paleoproterozoic block and Neoproterozoic mobile belt, separated by transcurrent shear zones. The Paleoproterozoic block is composed by the Santa Catarina Granulitic Complex (Luis Alves cratonic fragment) and by the Camboriú Complex (deformed craton border). The Neoproterozoic mobile belt (Dom Feliciano Belt) is composed by the Brusque Metamorphic Complex (BMC), Florianópolis Batholith (FB) (and volcanics associated), and by the Itajaí and Campo Alegre Basins (Hartmann et al., 2003) (Fig. 2).

The transcurrent shear zones have an important role in the compartmentalization of the terrains in the Catarinense Shield. The Perimbó Shear Zone separates the Santa Catarina Granulitic Complex from both the deformed craton border (Camboriú Complex) and the mobile belt (Hartmann et al., 2003), while the Major Gercino Shear Zone separates the supracrustal domain (BMC) from the granitoid domain (FB) (Bitencourt et al., 1989) (Fig. 2).

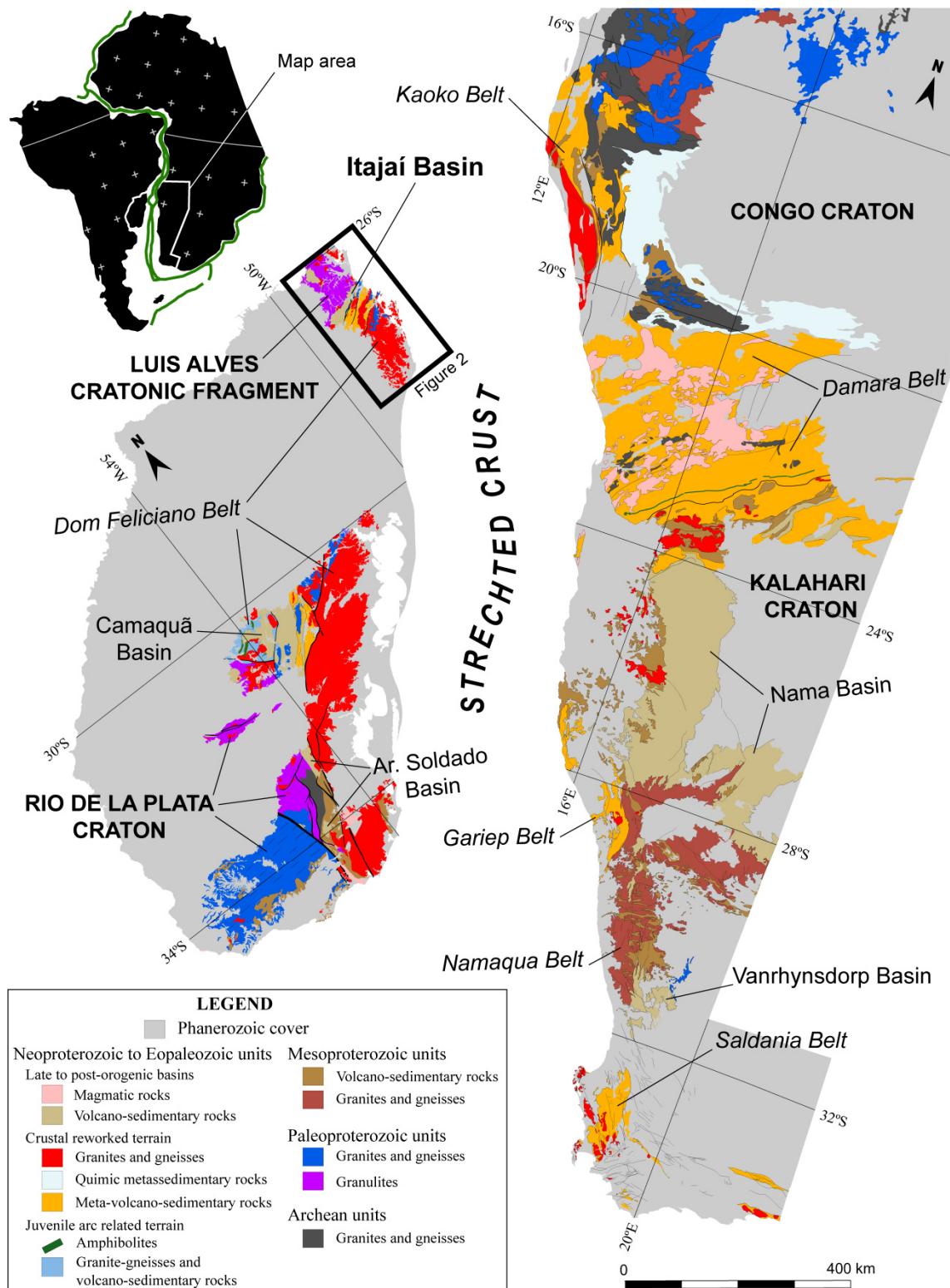


Figure 1: Geological reconstruction map of pre-Ordovician rocks from southern Brazil and Uruguay (left) and eastern Namibia and South Africa (right), with indications of the cratons, Brasiliano/Pan-African mobile belts, and sedimentary basins. Note that most of the craton areas are covered by Phanerozoic sediments. The map area in the SW Gondwana is shown on top left (compiled from Luft, 2005).

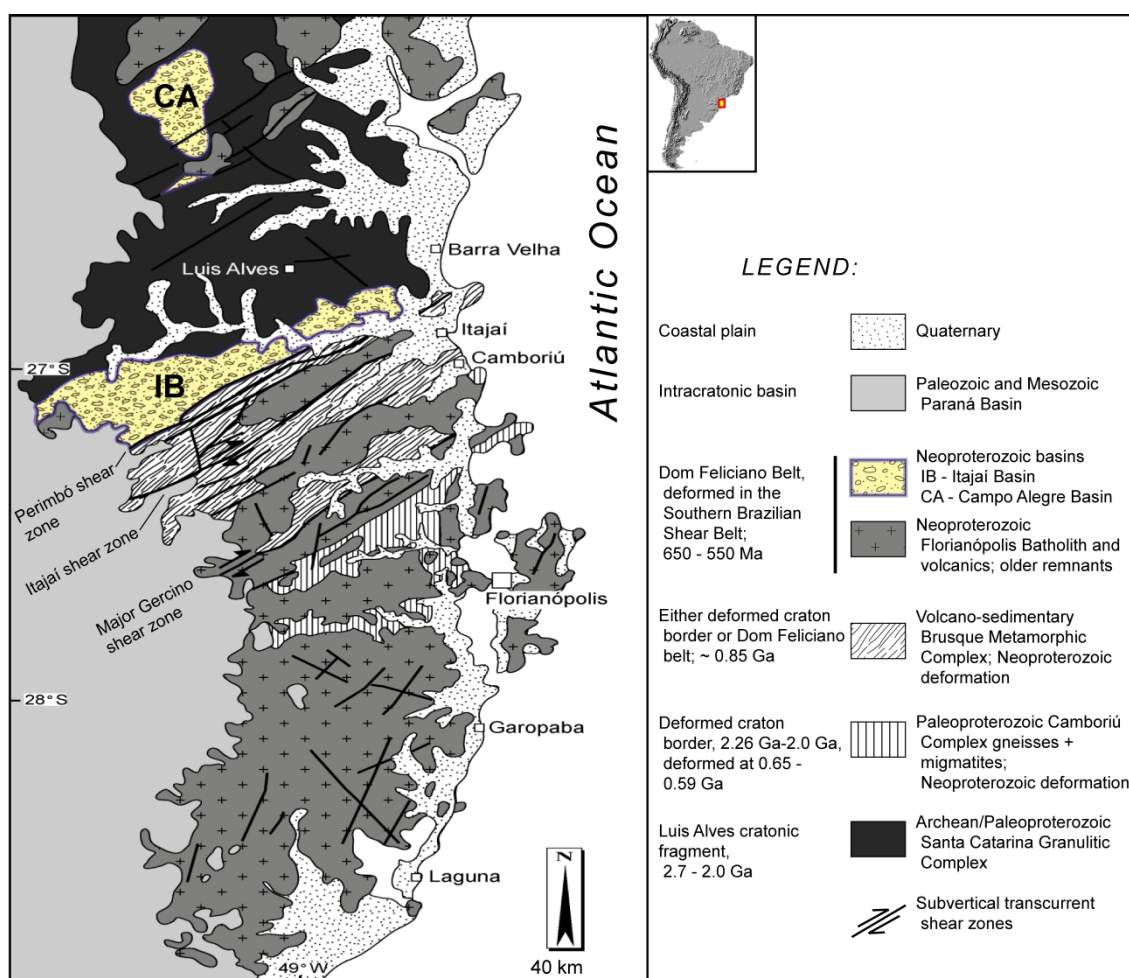


Figure 2: Geological map of the eastern portion of the Santa Catarina State, showing the exposed region of the Catarinense Shield. In yellow are represented the Neoproterozoic basins (Itajaí and Campo Alegre Basins) (modified from Hartmann et al., 2003).

2.1 Santa Catarina Granulitic Complex

The Santa Catarina Granulitic Complex (SCGC) is the oldest tectonic unit in the Catarinense Shield. It is composed by trondjemithic, tonalitic, and granodioritic orthogneisses intruded by basic and ultrabasic rocks and minor occurrences of metasedimentaries (quartzites and banded iron formations) (Hartmann et al., 1979b).

The first mantle-crust differentiation of the SCGC is of Archean age, at 2.8 Ga (T_{DM} model age), and the tectonic stabilization occurred in the Paleoproterozoic, at 1.9 Ga (K-Ar in biotites) (Basei et al., 1998).

The metamorphic evolution of the SCGC occurred in two events of granulitic facies. The first event occurred at 2675 ± 12 Ma and the second at 2168 ± 18 Ma (U-Pb

SHRIMP); while the magmatic protholiths crystallized at 2716 ± 17 Ma (Hartmann et al., 2000). Hartmann et al. (2000) interpreted the SCGC as a stable craton after 1.9 Ga, according to Basei (1985), remaining as an undeformed block during the orogenies of the Brasiliano/Pan-African Cycle (Luis Alves cratonic fragment) (Fig. 1).

2.2 Brusque Metamorphic Complex

The Brusque Metamorphic Complex (BMC) is a metavolcano-sedimentary sequence composed by metapelites, metapsamites, and marbles, elongated along the NE direction, with 75 km of extension by 45 km of maximum width. The BMC limits are the Perimbó Shear Zone to the north (Silva, 1991), which juxtaposes the BMC in contact with the Itajaí Basin; and the Major Gercino Shear Zone to the south (Bitencourt et al., 1989) (Fig. 2).

These rocks have suffered metamorphism of low P/T, reaching greenschist to low amphibolite facies. Metamorphic zoning occurs from NW to SE, which varies from the chlorite zone (NW) to paragenesis with andalusite, garnet, and biotite (SE) (Basei, 1985).

The paleobasin (BMC) was formed in a continental margin of Neoproterozoic age, which its rifting occurred between 843 ± 12 Ma and 834.7 ± 8.7 Ma (U-Pb SHRIMP ages), associated with “A” type granites (Basei et al., 2008). The tectono-metamorphic climax occurred at 706 Ma (Rb-Sr whole rock) (Basei, 1990).

2.3 Florianópolis Batholith

The Florianópolis Batholith is composed by a series of intrusive bodies that occur continuously from the southern limit of the Catarinense Shield to the Major Gercino Shear Zone, and discontinuously between the Major Gercino and the Perimbó Shear Zones, as batholithic bodies (Fig. 2). This extensive magmatism is related to transpressive tectonism in a post-collisional tectonic setting of the Brasiliano/Pan-African orogenic cycle (Bitencourt et al., 2008). The ages of this magmatism range from 650 to 600 Ma.

2.4 Shear Zones

The main crustal discontinuities of the Catarinense Shield are the Perimbó and Major Gercino Shear Zones, which belong to the Southern Brazilian Shear Belt

(Bittencourt and Nardi, 2000). Some of these megascale structures are responsible for juxtaposing terrains of different nature side by side, by displacing lithologies for hundreds of kilometers, and some are intra-terrain shear zones.

The Perimbó Shear Zone (PSZ) is a first order structure for the IB, responsible for the basin's opening and closing (deforming) (Rostirolla, 1991, Schroeder, 2006). The PSZ is the contact between the BMC and the Itajaí Basin. It has sub-vertical mylonitic foliation and anastomosing pattern, with an average direction of N45E (Fig. 2). Its brittle-ductile to ductile deformation affects the rocks of the Santa Catarina Granulitic Complex and the Brusque Metamorphic Complex. Reactivations of the PSZ after the Itajaí Basin deposition thrust the basement over the basin, generating stratigraphic inversion (Basei, 1985).

The Major Gercino Shear Zone (MGSZ) separates the metasediments of the BMC from the granitoid domain (Florianópolis Batholit). The main zone has NE direction, dextral movement with local sinistral inflections, and thickness of 1.3 to 3.5 km, where occur cataclasites to ultramylonites (probably generated in different episodes) with predominance of mylonites and protomylonites. Oblique lineations suggest the uplift of the granitoid domain in relation to the supracrustal domain (Passarelli et al., 1993).

2.5 Subida Granite and Apiúna Rhyolites

The Subida Granite is a stock body, intrusive in the Itajaí Basin, with its west and south borders covered by the Phanerozoic Paraná Basin (Fig. 2). The Apiúna Rhyolites are composed by three bigger intrusive bodies, exposed in the region between the Apiúna and Ibirama towns, and many other smaller bodies with the form of dikes and necks. There are also some rhyolitic bodies in the Blumenau city (Fig. 3). This magmatism has extrusive components characterized by tuffs and volcanic breccias, interstratified with the Itajaí Basin sediments (Basei, 1985).

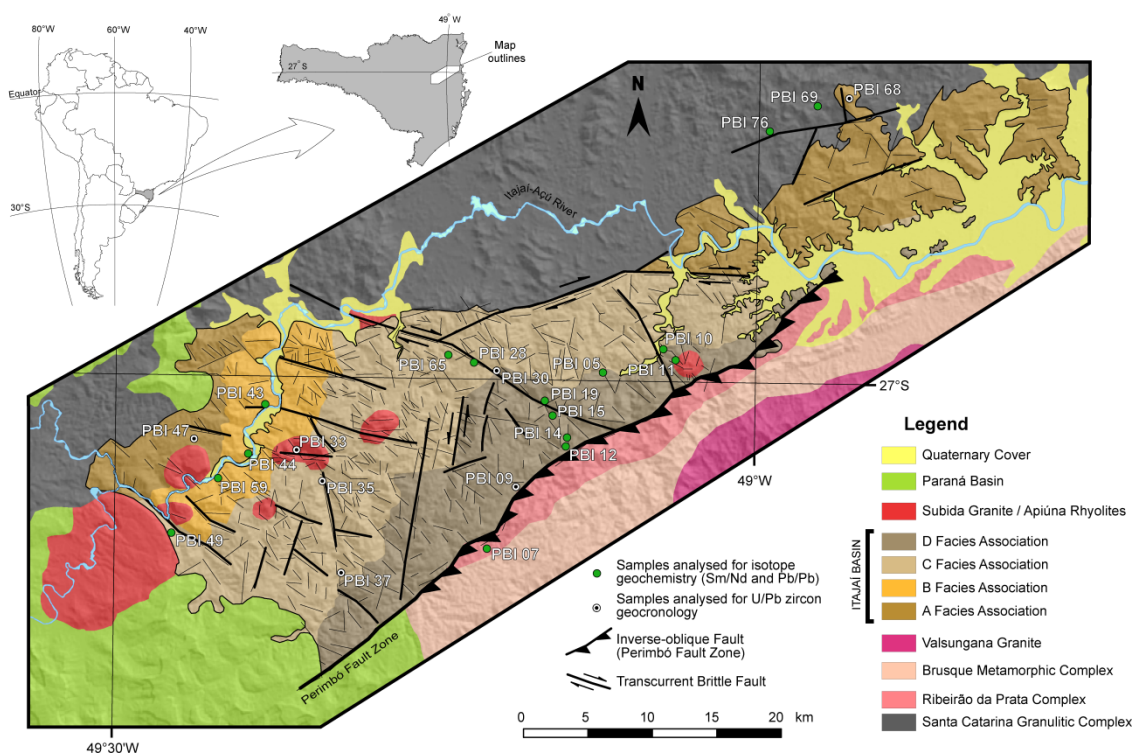


Figure 3: Geological map of the Itajaí Basin and adjacent areas. Main structures are represented by the thicker lines. The thinner lines represent remote sensing linear features. The background image is a hill shade relief image (sun elevation=30°; azimuth 045). Map modified from: Geological map 1:100.000 – Timbó/Barra Velha Project (Silva and Dias, 1981); Geological Chart 1:50.000 (Folha Botuverá) (Caldasso et al., 1994); facies association of the Itajaí Basin extracted from Rostirolla et al. (1999).

The Rb-Sr isochronic ages (whole rock) of this plutono-volcanic association is 546 ± 9 Ma for the granite and 544 ± 20 Ma for the rhyolites (Basei, 1985), interpreted by the author as the age of the emplacement of the Subida Granite. Conventional U-Pb zircon ages of 561 ± 42 Ma for the granite, and 567 ± 14 Ma for the rhyolites were presented by Basei et al. (1999).

3 Geology of the Itajaí Basin

3.1 Stratigraphy, Fossil Record, and Ages

The Itajaí Basin (IB) is a fault-bounded tectonostratigraphic unit elongated along the ENE direction. The northern limit of the IB is the Blumenau lineament, which is the contact between the IB and the SCGC (foreland), and the southern limit is the Perimbó

Shear Zone, which juxtaposes the IB in contact with the Brasiliano/Pan-African mobile belt (Dom Feliciano Belt) (Fig. 3).

The IB has received different classifications, such as foreland extensional rift basin (Basei, 1985), transtensional basin (Krebs et al., 1990; Schroeder, 2006), peripheral foreland basin (Rostirolla et al., 1992a, 1999), and retroarc foreland basin (Gresse et al., 1996).

According to Rostirolla et al. (1992a), the Itajaí Basin is composed from base to top by four facies associations, named A, B, C, and D (Figs. 3 and 4). The A facies association is composed by alluvial fan deposits and fan deltas progradation. Conglomerates and medium to coarse grained sandstones predominate with less frequent occurrences of very fine sandstones, siltstones, and mudstones. The paleocurrent directions show a transverse drainage pattern with sediments supplied from the north. These authors identified two depositional system tracts: (i) alluvial and deltaic fan systems and (ii) plataformal parasequences. The vertical facies succession is fining and thinning upward. The stratigraphic thickness of the A facies association is estimated by 1 km (Fig. 4).

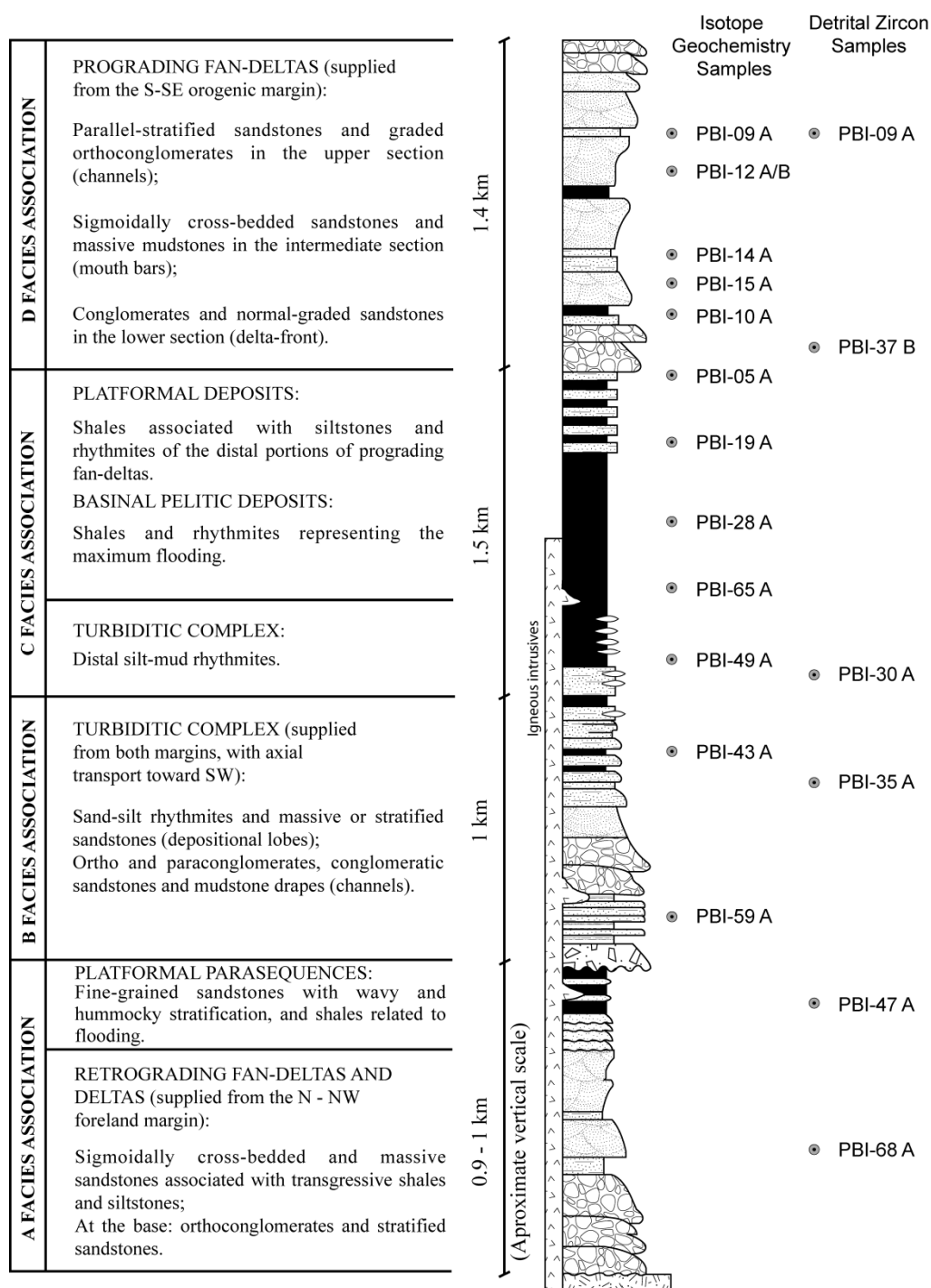


Figure 4: Idealized stratigraphic column of the Itajaí Basin showing the location of the collected samples (adapted from Rostirolla et al., 1999). For the basement units location see figure 3.

The B facies association is composed by turbiditic deposits. Conglomerates, sandstones, and sand-silt rhythmites, resulting from gravitational process, occur in this

facies association. The turbidites are deep-water sand deposits, canalized (coarse deposits) and non-canalized (sand-silt rhythmites and massive and stratified sandstones) (Rostirolla et al. 1999). Rigon (1993) characterized the provenance of this facies association as composite, with sediments supplied mainly from the south and secondarily from the north margin. The north margin contributes with quartz-feldspathic sediments and the south margin contributes also with quartz-feldspathic plus low grade metamorphic rocks, volcanic lithic fragments, and rhyolite/granite pebbles.

The C facies association corresponds to fine deposits, predominating silt-mud rhythmites, which have been deposited under calm and distal conditions in relation to the basin margins. It is gradational from the B facies association and registers a transgressive event that has affected the cratonic margin of the basin. According to Basilici (2006), the B and C facies associations of Rostirolla et al. (1992a) “show analog depositional conditions”. The deposits of the C facies association are interbedded with the B facies association and it is impossible to clearly delimitate them. The author congregates both associations in one unit to indicate sediments deposited below storm-wave base, which is denominated Apiúna unit (Basilici, 2006). The total stratigraphic thickness of the B and C facies associations is 2.5 km according to Rostirolla et al. (1992a) and 4 km according to Basilici (2006).

The D facies association occurs in the entire south-southeastern basin margin. Conglomerates and coarse-grained sandstones predominate. At the base occur siltstones and fine grained sandstones. This facies association corresponds to fan delta deposits that become more expressive upwards. Rostirolla et al. (1992a) describes that the C facies association deposits grade up to the D facies association. Other authors, among them Schroeder (2006), describe stratigraphic inversion of the fan delta over the fine grained deposits, caused by thrust and oblique faults that have affected the basin, especially by reactivations of the Perimbó Shear Zone, related to the final stages of the Brasiliano/Pan-African cycle.

Da Rosa (2005) described fossil occurrences in the marine deposits of the Itajaí Basin. The life record of the IB is mostly represented by biogenic constructions such as microbial mat, as well as acritarchs, and Ediacara-type fossils as: (i) *Parvancorina*, (ii) *Charniodiscus*, (iii) *Ciclomedusa*, and (iv) *Aspidella*. Paim et al. (1997) described the preliminary occurrence of fossil relicts similar to *Chancelloria* sp., but Da Rosa (2005 and oral communication), in detailed studies of this material, propose that these fossil

records are only microbial mat. So the fossil records, as described by Da Rosa (2005) as part of Ediacara biota, are mostly developed between 575 to 542 Ma (e.g.: Clapham et al., 2003; Narbonne, 2005), agreeing very well with the ages obtained in the present study (see section 6.1).

Many authors have reported the existence of tuffaceous beds (volcanogenic) (Macedo et al., 1984; Basei, 1985; Rigon, 1993; Silva et al., 2002; Schroeder, 2006). These rocks are greenish colored ash tuffs with subordinated occurrences of volcanoclastic sandstones, interbedded with the sedimentary rocks of the IB. One tuff layer was object of a geochronologic investigation by the U-Pb SHRIMP method on zircons by Silva et al. (2002), who dated 10 zircons, obtaining two distinct results: seven (7) of the ten (10) zircons dated have ages of the Transamazonian cycle (1.7-1.8 Ga), and three (3) of the Brasiliano/Pan-African cycle (0.6-0.7 Ga). Silva et al. (2002) concluded that the age of the volcanism is 606 ± 8 Ma in one unique volcanic zircon (discordant) and the maximum age for the opening of the basin is 643 ± 12 Ma.

Macedo et al. (1984) presented Rb-Sr isochronic ages of 588 ± 48 Ma and 556 ± 44 Ma, from 20 whole rock samples from the IB, interpreted as the sedimentation and metamorphism ages, respectively. According to Macedo et al. (1984), the metamorphism is of very low grade and occurs mainly near the major intrusive bodies and faults.

3.2 Structural Framework

As mentioned above the IB is bounded by two faults: the Blumenau dextral transcurrent brittle fault and the Perimbó Shear Zone. The basin is deformed by two deformational events, the first one of compressional tectonics, related to the stresses of the collisional orogen, and the second one of extensional nature, related to a post-collisional relaxation (Basei, 1985; Rostirolla et al., 1992a and b; Schoroeder, 2006).

Rostirolla (1991) described the main tectonic elements related to the first deformational event, which are thrust faults of N30-40E/60SE directions (Perimbó Shear Zone) and strike-slip faults of dextral (N80-90W/65SW) and sinistral movement (N10-20E/65NW). He also described regional folds with NW vergence, inverted subvertical layers near the Perimbó Shear Zone, sliding parallel to bedding, and joints. Figure 5 presents the synoptic model for the IB structures, according to Rostirolla (1991).

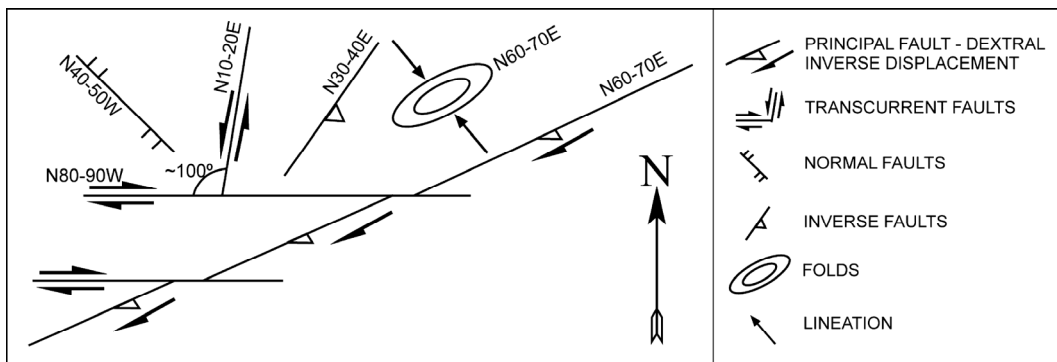


Figure 5: Synoptic model for the first deformational event structures (modified from Rostirolla et. al., 1992b).

Rostirolla (1991) attributes a flexural origin for the IB in a compressional tectonic setting. The progressive compressional event generated by the fold-thrust belt was responsible for basin's formation and deformation. The folding and thrusting was accompanied by reverse-oblique movement of the Perimbó Shear Zone.

Schoroeder (2006) identified the same structural elements as Rostirolla (1991), however with some kinematic variations. The author considered the Perimbó Shear Zone as the main deformational structure, with sinistral movement. The second order faults are of WNW (dextral) and NNE (sinistral) directions. The proposed model for the first deformational event after Schoroeder (2006) is presented in figure 6.

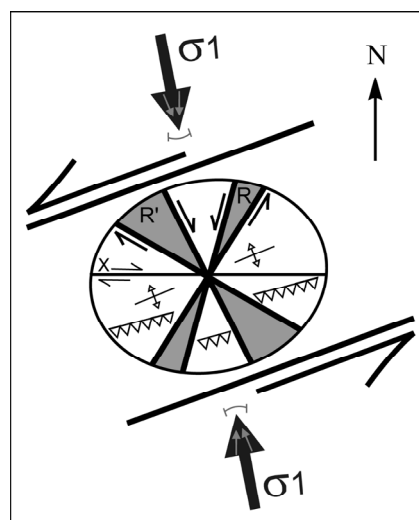


Figure 6: Proposed model for the first deformational event of the IB (extracted from Schoroeder, 2006).

Figure 7 shows the gravimetric and magnetic maps of the IB and adjacent areas. The Bouguer anomaly map (Fig. 7a) was generated by the integration of data from the gravimetric surveys presented by Chemale Jr. et al. (1997) and Sousa (2002). The map clearly shows an E-W gravimetric lineament which delimitates two regions of contrasting bouguer anomaly pattern. To the north of this lineament occurs a positive anomaly related to the lithologies of the SCGC, and to the south occurs a relatively negative anomaly with small positive anomalies representing the lithologies of the IB and the BMC. The larger negative anomaly, in the SW portion of the IB, represents the basin's maximum thickness and, consequently, its depocenter (Fig. 7a). Based on gravimetric modeling, Chemale et al. (1997) and Souza (2002) have estimated by 4 to 5 km the maximum thickness of the IB.

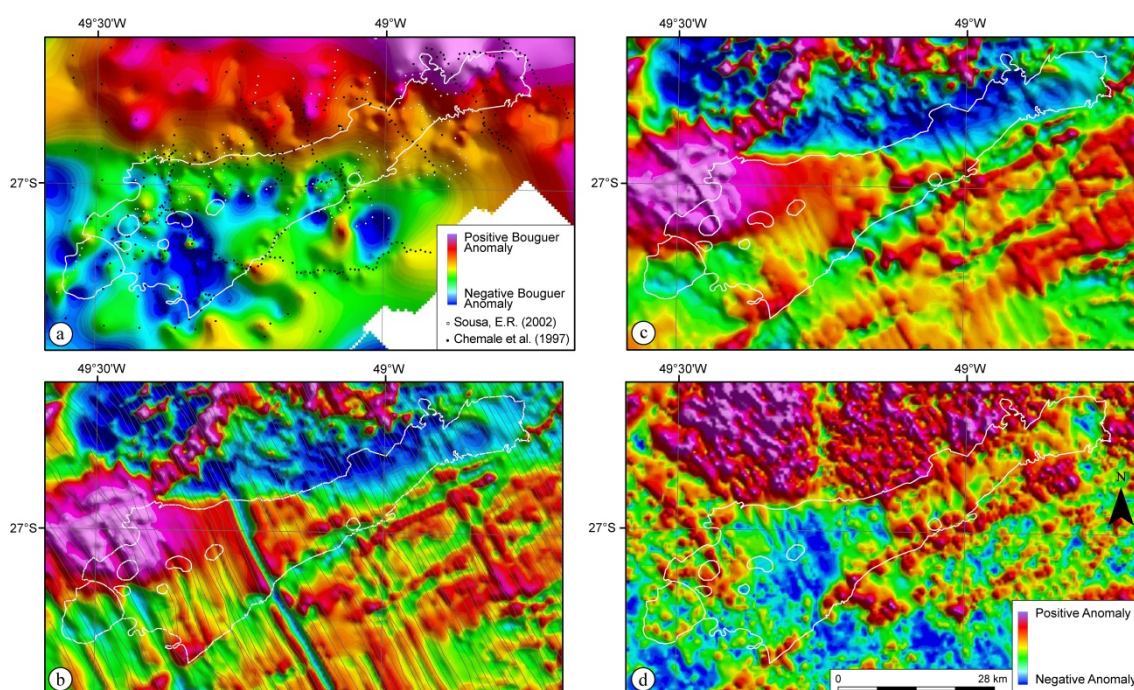


Figure 7: Gravimetric and magnetic maps of the Itajaí Basin and adjacent areas, with the contour of the IB and intrusive bodies (Subida Granite and Apiúna Rhyolites); (a) Bouguer anomaly map with the points of the gravimetric survey; (b) total intensity magnetic field map with the flying trajectories (black lines); (c) total intensity magnetic field map with up continuation filter; (d) analytical signal amplitude map (modified from Sousa, 2002).

The total intensity magnetic field map (Fig. 7b) shows two truncated anomalies with high wavelength, indicating deep sources. The first one occurs to the W of the map and presents only the positive part of its dipole, with wavelength of 20 km. The second one, also with a wavelength of 20 km, occurs in the northern portion and presents only the negative part of its dipole. It is also observed NE linear magnetic anomalies of high frequency, in the central and SE portions, associated with shear zones. The NW linear magnetic anomalies are false geophysical features, associated with the high frequency of data sampling in relation to the low frequency of sampling in the flying lines (black lines) (Sousa, 2002).

The total intensity magnetic field map with up continuation filter (Fig. 7c) minimizes the effect of the false anomalies related to the flying trajectories. In this map it is identified the same anomalies of figure 7b (Sousa, 2002).

Figure 7d shows the analytical signal amplitude map (ASA). This map displays a northern region with high ASA values, corresponding to the lithologies of the SCGC; a central region with low ASA values, corresponding to the IB; a NE linear feature with relative high ASA values, corresponding to the Perimbó Shear Zone; and a southern portion with low values, corresponding to the supracrustal domain (CMB) (Sousa, 2002).

4. Methodology

The depositional time interval of the Itajaí Basin was constrained by (i) U-Pb dating of volcanic zircons from a tuff to obtain the maximum depositional age and (ii) U-Pb zircon dating of an intrusive rhyolitic body to determinate the minimum depositional age. The sedimentary provenance was based on the U-Pb dating of detrital zircons from sandstones and a tuff as well as by Sm-Nd (T_{DM} model ages) and Pb-Pb isotopes from sandstones, siltstones, and tuffs.

We have selected five (5) sandstones, one (1) tuff, and one (1) intrusive rhyolite to date by the U-Pb zircon method with LAM-MC-ICPMS. For the provenance studies with Sm-Nd and Pb-Pb isotopes we have selected twenty (20) whole rock (WR) samples. There were thirteen (13) samples from the Itajaí Basin (sandstones, siltstones and tuffs), three (3) from rhyolites (intrusives), and four (4) from the basement. The location and stratigraphic positioning of the analyzed samples are presented in figures 3 and 4 and in table 1.

The results obtained by the different techniques were compared with the geological, isotopic, and geochronological data from the basement obtained by the present work and the data available in the literature.

Samples were collected during field work in February 2007. They were crushed, milled, and splitted into fractions for whole rock (WR) isotope geochemistry and zircon dating. All analyses (Sm-Nd and Pb-Pb isotopes and U-Pb zircon dating) were carried out at the Isotope Geology Laboratory of the Rio Grande do Sul Federal University, Brazil. The analytical procedures are presented in the Appendix A and the isotopic data in the Appendix B (Tabs. 2 to 5).

For the zircon dating, all grains have been imaged with BSE to recognize their internal structure and different crystallization phases (Fig. 8).

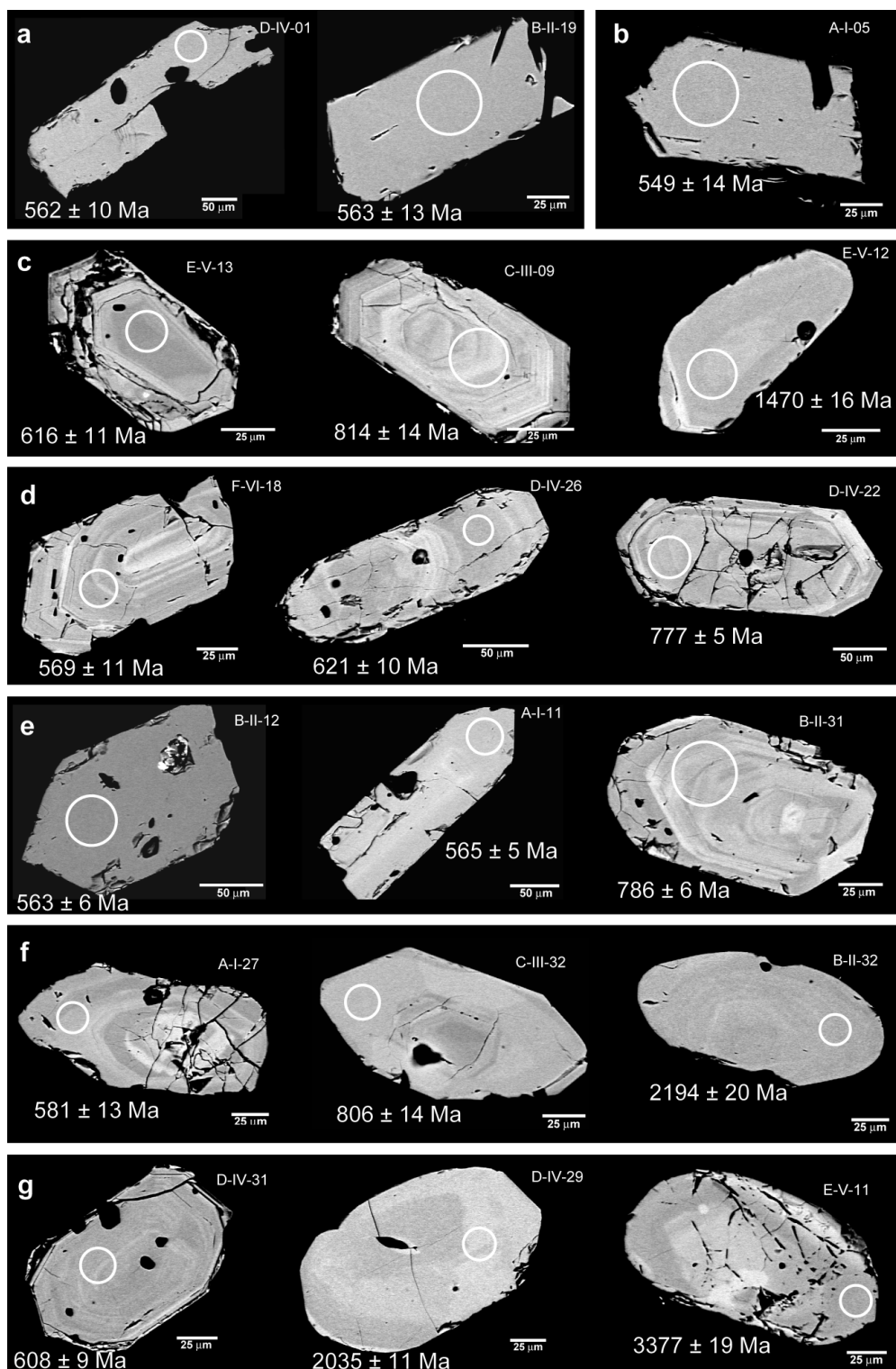


Figure 8: BSE images of some zircon crystals from the 301 analyzed with LAM-MC-ICPMS, with indication of spots (white circles) and the obtained U-Pb concordia age. The top right numbers correspond to the zircon number in tables 2 and 3. Samples: (a) PBI-47A; (b) PBI-33A; (c) PBI-09A; (d) PBI-37B; (e) PBI-30A; (f) PBI-35A; (g) PBI-68A.

5. Results

5.1 *U-Pb zircon geochronology*

5.1.1 Detrital zircon samples

5.1.1.1 Sample PBI-47 A

The sample PBI-47 A is from a tuffaceous siltstone, interbedded with volcanogenic sandstones from the top of the A facies association (Fig. 4). The tuff layers have decimetric thickness, tabular geometry, and massive structure. They occur interbedded with tabular sandstones, also massive, with decimetric thickness. Petrographically it is a siltstone composed by quartz, feldspar, muscovite, and rare vitric fragments with devitrifying textures.

A total of twenty-eight (28) zircon crystals were dated, one of them is highly discordant and another one has elevated error (Appendix B – Tab. 2). The results obtained in the twenty-seven (27) concordant crystals show that the tuffaceous siltstone has a wide range of zircon provenance, however with the predominance of Neoproterozoic lithologies. The results show that two zircon crystals are Paleoproterozoic, one is Mesoproterozoic (1192 ± 11 Ma), and the twenty-four remaining are Neoproterozoic. Among these, seven crystals have concordia age of 612 ± 7 Ma and twelve of 563 ± 3 Ma (Fig. 9).

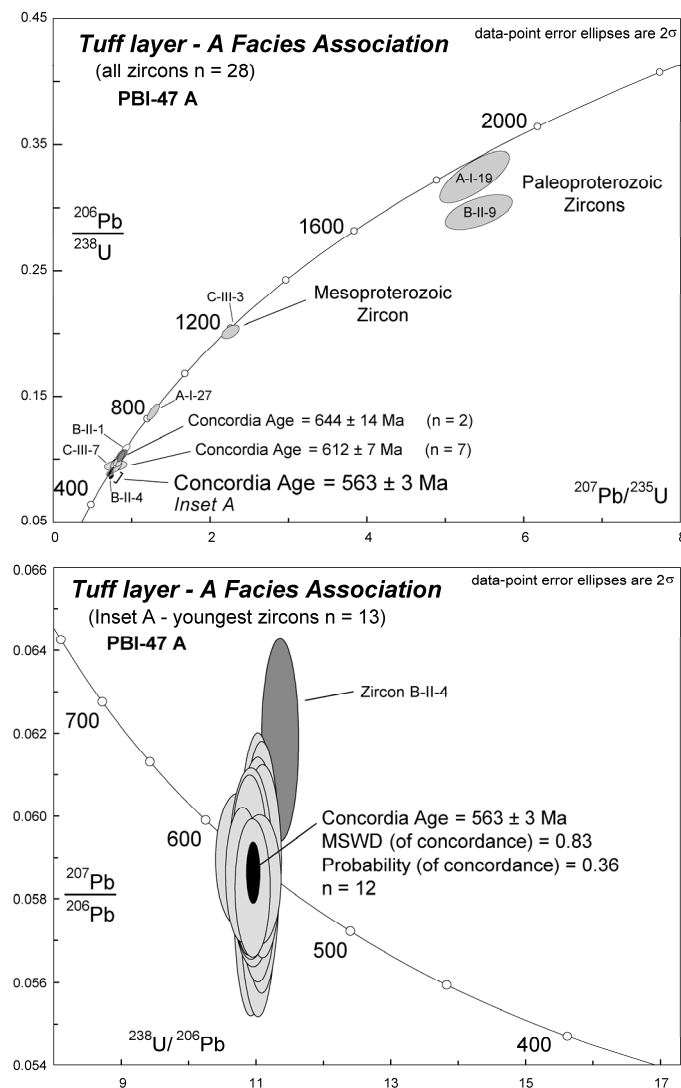


Figure 9: Concordia diagram of the sample PBI-47 A. (a) Results of all analyzed zircon crystals (n=28), (b) Tera-Wasserburg diagram (inset A) (Tera and Wasserburg, 1972) with the youngest zircons (volcanics) of the sample (n=13).

5.1.1.2 Sample PBI-68 A

The sample PBI-68 A is from a medium to coarse grained, well selected, massive sandstone bed, deposited in the deltaic depositional system of the A facies association.

A total of sixty-one (61) zircon crystals were analyzed, among these six (6) are highly discordant and eleven (11) have elevated error (Appendix B – Tab. 2). The results for the fifty-five (55) concordant zircons showed that there are two main age populations: one occurs in the time interval between 2250 and 2150 Ma, and the other

one between 650 and 550 Ma. Archean zircons also occur, as well as Mesoproterozoic and Neoproterozoic (~770 Ma) zircons (Figs. 10 and 11).

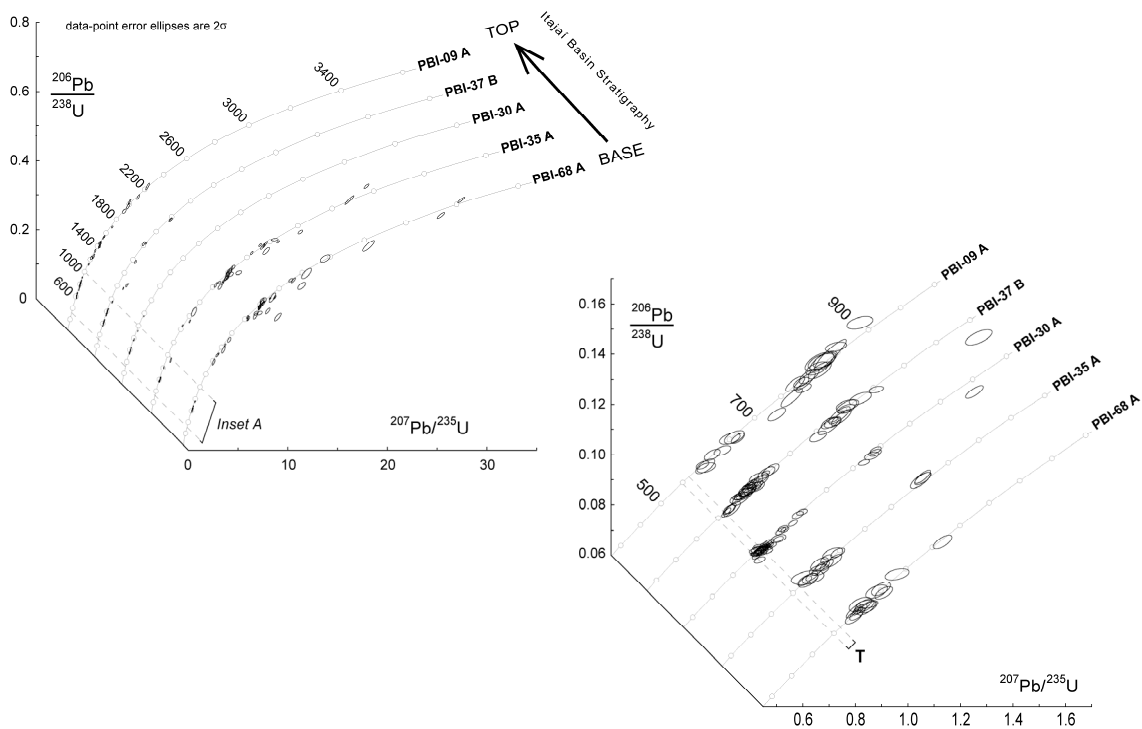


Figure 10: Concordia diagrams for the five detrital zircon samples from sandstones of the IB. On the left are shown the Concordia diagrams corresponding to the time interval of 3600 to 0 Ma. On the right are illustrated the Concordia diagrams in the time interval of 1000 to 500 Ma (Inset A). The time interval represented by 'T' corresponds to the depositional time interval of the IB (see section 6.1 for discussions).

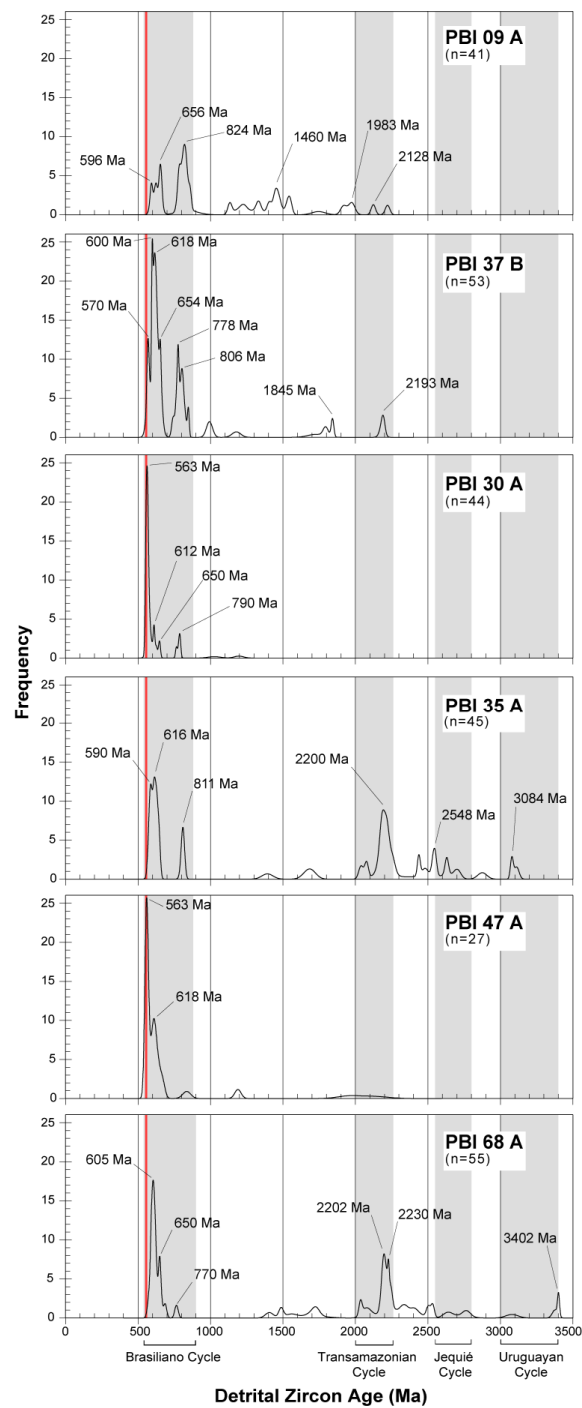


Figure 11: Zircon ages frequency histogram from the tuff (PBI-47 A) and the 5 sandstone samples, with indication of the main peak ages. The red field represents the time interval of the deposition of the IB. The grey fields represent the duration of the main orogenic cycles that have affected southern Brazil and Uruguay (duration of the orogenic cycles modified from Hartmann, 2002). Uruguayan cycle: 3.4-3.0 Ga, Jequié cycle: 2.8-2.55 Ga, Transamazonian cycle: 2.26-2.0 Ga, and Brasiliano cycle: 0.9-0.54 Ga (see section 6.1 for discussions).

5.1.1.3 Sample PBI-35 A

The sample PBI-35 A is from a fine to medium grained massive sandstone, moderately selected, that occurs in tabular beds with metric to decimetric thickness. Interbedded with the sandstones there are sheets and thin beds of siltstones. Overlapped to these deposits there are exposed lenses of coarse grained sandstones, interbedded with siltstones. These are mixed sand-mud deposits from the B facies association of Rostirolla (1991), or from the Apiúna ramp of Basillici (2006).

From a total of forty-seven (47) crystals analyzed, two (2) are highly discordant and one has elevated error (Appendix B – Tab. 2). The results of the forty-five (45) concordant analyses show that there are three main zircon age groups: (i) from 2260 to 2180 Ma, (ii) ~ 810 Ma, and (iii) from 650 to 580 Ma (Figs. 10 and 11). Other two minor groups occur around 3100 Ma and between 2700 and 2400 Ma.

5.1.1.4 Sample PBI-30 A

The sample PBI-30 A is from a well selected, tabular massive, medium-grained sandstone that occurs in beds with thickness from 1 to 10 cm, interbedded rhythmically with sheets and beds of siltstones. The beds have lateral continuity in the order of sets of ten meters. It belongs to the sand-silt turbiditic deposits of the B facies association. Petrographically it is a subarkosic mica sandstone with opaques, and a parallel arrangement.

From a total of forty-seven (47) zircon crystals analyzed, three (3) are highly discordant and another three (3) have elevated error (Appendix B – Tab. 2). Of the forty-four (44) concordant zircons from the sample, forty-two (42) are Neoproterozoic, with two (2) zircons from the late Mesoproterozoic (Figs. 10 and 11). From the Neoproterozoic zircons, four (4) have ages ranging from 800 to 760 Ma, six (6) from 650 to 600 Ma, and thirty-two (32) are younger than 600 Ma. The thirty-one (31) youngest zircon crystals from the sample give a concordia age of 563 ± 2 Ma (Fig. 12).

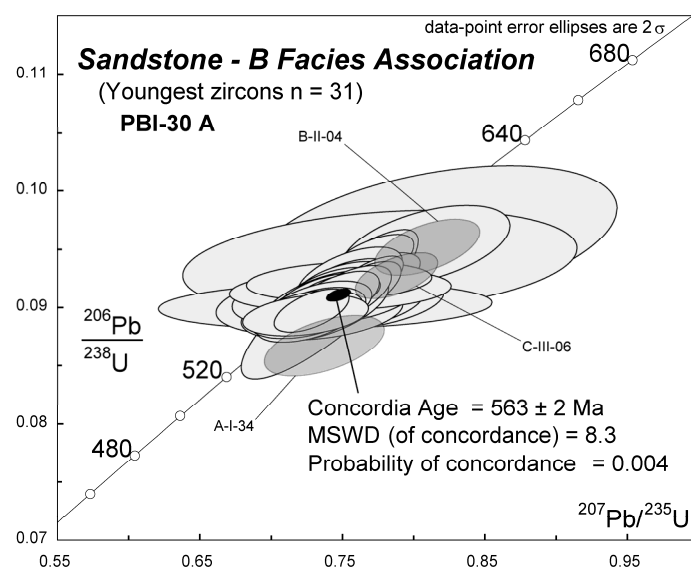


Figure 12: Concordia diagram with the youngest zircons from the sample PBI-30 A (n=31). The black ellipse represents the Concordia age, calculated from the 31 individual analyses (light grey ellipses), and it is 563 ± 2 Ma. The three transparent grey ellipses are the representation of the 3 discordant zircons, with indication of the zircon number in table 2.

5.1.1.5 Sample PBI-37 B

The sample PBI-37 B is from a sandstone lens in a conglomerate. The conglomerate is dominantly clast-supported, polymithic, unorganized, poorly sorted, composed by fine sand to little boulders, with predominance of granules and pebbles. The clasts compositions are of milky-quartz, rhyolites, granites, mica schists, sandstones and muddy intraclasts with varied degree of rounding, from subangular to rounded and low to high sphericity. The sandstone lenses are subparallel to the bedding. They have irregular to regular shape and sometimes contain pebbles levels. These are gravel deposits of an alluvial sedimentary environment belonging to the D facies association.

There were determined the ages of fifty-seven (57) zircon crystals, from which four (4) have discordant ages and seven (7) have elevated analytical error (Appendix B – Tab. 2). Of the fifty-three (53) concordant crystals, five (5) are Paleoproterozoic, three (3) are Mesoproterozoic, and the forty-five (45) remaining are Neoproterozoic (Figs. 10 and 11). The Neoproterozoic zircons occur in 3 main age groups: (i) from 850 to 740 Ma (13 zircons); (ii) from 660 to 600 Ma (22 zircons); and (iii) younger than 600 Ma, with peak at 570 Ma (10 zircons).

5.1.1.6 Sample PBI-09 A

The sample PBI-09 A is from a fine grained sandstone that occurs in contour beds, interbedded with the alluvial deposits of the southern border of the IB and belonging to the D facies association. It is a micaceous, very fine-grained, well sorted quartz-arenite with an imbricated arrangement.

From a total of forty-seven (47) zircon crystals analyzed, five (5) have elevated analytical error and six (6) are highly discordant (Appendix B – Tab. 2). Among the forty-one (41) concordant zircons, six (6) are Paleoproterozoic, thirteen (13) are Mesoproterozoic and twenty-two (22) are Neoproterozoic. The two main zircon age groups are Neoproterozoic, ranging from 860 to 780 Ma and from 660 to 590 Ma. The other two minor groups are Paleoproterozoic and Mesoproterozoic (Figs. 10 and 11).

Figure 10 illustrates the concordia diagram of the 5 sandstone detrital zircon samples, organized in the stratigraphic order, showing the zircon provenance pattern of each sample. The concordia diagrams on the left shows the results in the time interval from 3600 to 0 Ma and the one on the right shows the time interval from 1000 to 400 Ma (inset A).

Figure 11 illustrates the frequency plot (number of age determinations) *versus* the individual zircon age (in Ma) of the tuff (PBI-47 A) and the 5 sandstone samples. The curve on the graphic is the normalized frequency curve that has been built based on the zircon ages and its respective analytical error (peak width).

5.1.2 Intrusive rhyolitic body

5.1.2.1 Sample PBI-33 A

The sample PBI-33 A is from a rhyolite, which is intrusive in the sedimentary sequences of the IB (Fig. 3). It is a red colored porphyritic rock with very fine matrix. The phenocrystals are of K-feldspar, plagioclase, quartz and biotite reaching 1 mm of diameter. The biotites frequently occur in mafic agglomerates. The rock is composed by ~ 15% of phenocrystals and 85% of matrix. The matrix is holocrystalline, with fine texture, and composed by quartz, K-feldspar, plagioclase, mafic minerals, and great amounts of opaque minerals.

A total of fourteen (14) zircon crystals were analyzed, among these three (3) have high analytical error (Appendix B – Tab. 3). The Concordia age, calculated for the eleven (11) concordant zircon ages, is 549 ± 4 Ma with MSWD of 2.1 (black ellipse on

figure 13). The zircon A-I-05 is concordant with the calculated Concordia age, but with a higher analytical error: 549 ± 14 Ma (grey ellipse on figure 13).

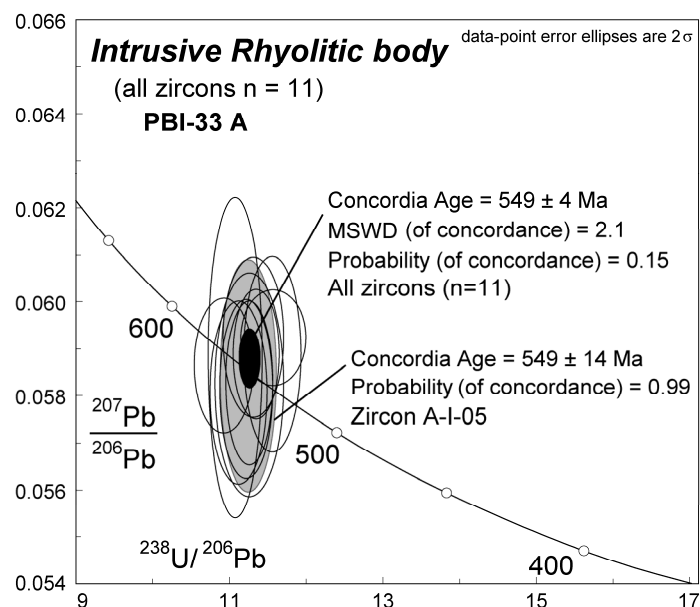


Figure 13: Tera-Wasserburg diagram (Tera and Wasserburg, 1972) with the results of the 11 concordant zircons from the sample PBI-33 A. The black ellipse represents the concordia age of 549 ± 4 Ma. The grey ellipse represents the result of the A-I-05 zircon, which is 99% concordant (549 ± 14 Ma).

5.2 Whole rock isotope geochemistry

5.2.1 Pb isotopes

The graphic on figure 14 shows the correlation of the $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ isotopic ratios of all analyzed samples (Appendix B – Tab. 4). The graphic also shows the Mantle, Orogenic, S&K (Stacey and Kramers, 1975), and Upper Crust Pb evolution curves, as well as the Pb data from Toniolo et al. (2008), for reference.

The analytical points of figure 14 show that the sedimentary and tuff rocks from the IB have similar behavior, following the Upper Crust signature. The rhyolites plot between the S&K/Orogenic and Upper Crust lines. The samples of the Brusque Metamorphic Complex have also positive correlation and are very close to the Upper Crust line. The samples from the Santa Catarina Granulitic Complex present a very different behavior, plotting mostly above the Upper Crust evolution.

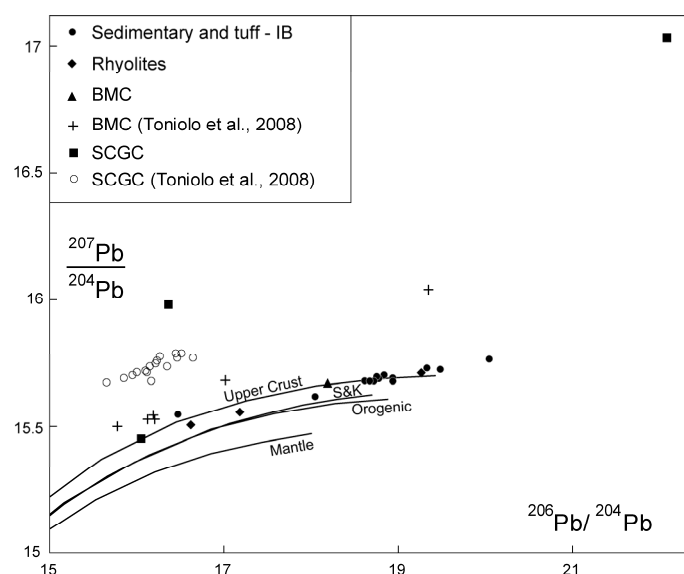


Figure 14: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ plot the samples of the Itajaí Basin, rhyolites, BMC, and SCGC. The Pb evolution curves for the Mantle, Orogenic, S&K (Stacey and Kramers, 1975), and Upper Crust, along with the data of Toniolo et al. (2008), are shown for reference. See text for discussion.

5.2.2 Nd model ages (T_{DM})

From the twenty (20) samples analyzed by the Sm-Nd method, two (2) have high analytical error (PBI-10 A and PBI-69 B) and one sample has suffered isotopic fractionation (PBI-12 A), which were not used in the interpretations (Appendix B – Tab. 5).

The Sm-Nd analytical data show that the IB's units always have negative ϵ_{Nd} values for $t=0$, ranging from -17.4 to -8.7, and depleted mantle extraction model ages (T_{DM}) with values between 1.87 and 1.45 Ga (for the depositional age ' t '=560 Ma). The rhyolites also have negative ϵ_{Nd} values ($t=0$), from -19 to -12.6, and T_{DM} model ages between 1.66 and 1.57 Ga (for the crystallization age ' t '=550 Ma). The basement samples show distinct values. One sample, located at the south of the IB (BMC – sample PBI-07 A) has ϵ_{Nd} value of -8.5 ($t=0$) and T_{DM} model age of 1.53 Ga (for $t=600\text{Ma}$). Other two samples, located at the north of the IB (SCGC), have ϵ_{Nd} values of -28.1 and -23.1 ($t=0$) and T_{DM} model ages of 3.43 and 2.44 Ga (for $t=2100\text{ Ma}$).

Figure 15 shows the Nd evolution for the samples from the IB (continuous lines), rhyolites (trace-dotted lines), and basement (dashed lines), where the gray field is

the pattern of the Dom Feliciano Belt and the hachured field, the pattern of the Archean to Paleoproterozoic basement (patterns extracted from Chemale et al., *in prep.*).

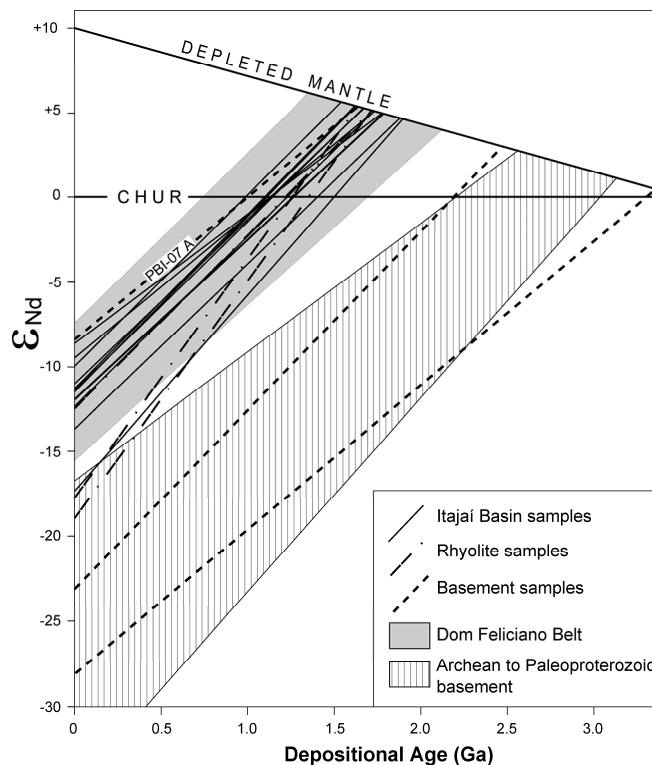


Figure 15: Age (Ga) *versus* ϵ_{Nd} parameter for the IB, rhyolites, and basement samples. The Dom Feliciano Belt pattern (grey field) and the Archean to Paleoproterozoic basement pattern were extracted from Chemale Jr. (*in prep.*). See text for discussion.

6. Discussion

The integration of the geological, paleontological, structural, and geophysical data within the presented isotopic and geochronologic studies allows the discussion of some aspects about the depositional age, the provenance, and the tectonic setting of the Itajaí Basin.

6.1 Depositional time interval of the Itajaí Basin

6.1.1 Age of the syn-sedimentary volcanism

The syn-sedimentary volcanism of the IB is marked by tuff and volcanogenic sandstone beds.

The sample PBI-47 A, collected from a tuff layer at the top of the A facies association, has the predominance of volcanic zircons with some inherited zircons. The existence of inherited zircons in this sample (Fig. 9) indicates that many sources have participated in its sedimentary supply; however, the age of the youngest zircon population (563 ± 3 Ma) is interpreted as the age of the syn-sedimentary volcanism of the IB.

The sample PBI-30 A, collected from a volcanogenic sandstone, has U-Pb zircon ages similar to the tuff layer (Fig. 11). The youngest zircons from this sample have a concordia age of 563 ± 2 Ma (Fig. 12), which corroborates the age of the syn-sedimentary volcanism.

6.1.2 Depositional age

The depositional time interval of the IB is constrained by the youngest zircons (volcanic) from the sandstones and tuff (maximum depositional age) and by the intrusion age of the Apiúna Rhyolites (minimum depositional age).

The histogram of detrital zircon ages, illustrated in figure 11, shows that the zircons from the IB are older than 563 Ma, which is the age of the syn-sedimentary volcanism, as discussed above. The age of the volcanic zircons from the sample PBI-47 A (tuff), collected at the top of the A facies association (Fig. 4), is the best estimate of the maximum depositional age for the top of the lower section of the IB, which is 563 ± 3 Ma (Fig. 9). The maximum depositional age of the IB can be somewhat older for the sections below the tuff layer (A facies association).

The sample PBI-33 A, collected from a stock body of rhyolitic composition (Fig. 3), has a U-Pb zircon age of 549 ± 4 Ma (Fig. 13). This age is the best estimate of the minimum depositional age of the IB, because the stock has a field relation of intrusion with all basin units.

The following data point to the Itajaí Basin units' deposition from 563 ± 3 Ma (or somewhat older, as discussed above) to 549 ± 4 Ma, marked by the lower tuff layer (PBI-47 A) (Figs. 4, 9, and 11) and by the rhyolite intrusion (PBI-33 A) (Figs. 3 and 13). The presented ages, position the IB's deposition in the Ediacaran Period, according very well with the paleontological data presented by Da Rosa (2005).

6.2 Provenance

6.2.1 Detrital zircon data

The detrital zircon ages from the sandstones and tuff of the IB show that the main source areas, with high zircon fertility, are related to the Paleoproterozoic (Transamazonian cycle) and Neoproterozoic terranes (Brasiliano/Pan-African cycle), and few detrital zircons are of Archean (Uruguayan and Jequié cycles) and Mesoproterozoic ages (Atlantica supercontinent?; Rogers, 1996; Hartmann, 2002) (Figs. 1, 2, 10, and 11). In general, zircons with ages of the Brasiliano cycle are related to the Dom Feliciano Belt (Brusque Metamorphic Complex and Florianópolis Batholith), while the Transamazonian and Jequié zircons are associated with the Santa Catarina Granulitic Complex. Lithologies with ages of the Uruguayan cycle (3.4 to 3.0 Ga) are not reported in the Catarinense Shield, leading to the following interpretations: the source areas (i) are hundreds of kilometers away from the depositional site, or (ii) are covered by Phanerozoic sediments, or (iii) have not been studied yet. The Mesoproterozoic zircons are described to the north (Paraná State, Brazil) or southern Uruguay.

The detrital zircon ages suggest mixed sources for the basal units, with main ages of the Paleoproterozoic and Neoproterozoic Eras (Figs. 10 and 11), with provenance from the Santa Catarina Granulitic Complex and the Dom Feliciano Belt, respectively. In this case, the Neoproterozoic ages are mostly related with 650 to 600 Ma zircons from the Brusque Metamorphic Complex and the Florianópolis Batholith. The basal units also have very old zircon crystals (Archean), with ages of the Uruguayan (3.4 to 3.0 Ga) and Jequié (2.8 to 2.55 Ga) orogenic cycles (Fig. 11).

To the top of the basin, decreases the contribution of the Paleoproterozoic zircons and increases the contribution of the Brusque Metamorphic Complex, as the rift-related granites with zircons formed around 800 Ma (Fig. 11).

Zircons with ages from 650 to 600 Ma are present in all the basin's units, with varying proportions, and are related to the Dom Feliciano Belt (Figs. 10 and 11).

The Itajaí Basin sediments have a strong influence of the syn-depositional magmatism of the Itajaí Basin, recognized by the zircon ages from 580 to 563 Ma.

6.2.2 Isotopic data

Pb-Pb and Sm-Nd isotopic data indicate that the sediments and volcanic related material of the Itajaí Basin have a strong influence of the orogenic material from the Dom Feliciano Belt.

The Pb isotopic data suggest that the detrital source of the IB has similar Pb isotopic composition as the rhyolites and BMC, following the Upper Crust evolution, which differs significantly from the SCGC isotopic behavior, indicating that the main source area for the IB is the Dom Feliciano Belt (Fig. 14).

The T_{DM} model ages of the sedimentary rocks range from 1.87 to 1.45 Ga and of the volcanic rocks from 1.66 to 1.57 Ga, indicating that they are directly connected to the same signature as the BMC (sample PBI-07 A) and FB units (Dom Feliciano Belt), whereas the basement units (SCGC) present a typical Archean evolution (Fig. 15).

6.3 Geological Correlation

Regarding the regional correlation, the Itajaí Basin presents similar age or somewhat older as the lower sections of the Nama Group (Kuibus Subgroup) in Namibia (Grotzinger et al, 1995), which is interpreted as a foreland basin (Gresse et al, 1996). The correlation of the IB with the late to post orogenic basin of the Rio Grande do Sul State, Brazil, is made by the section comprised by the Acampamento Velho Formation and Santa Bárbara Group of the Camaquã Supergroup, which is interpreted as a late-orogenic transtensional basin (Paim et al., 2000). Lower to middle sections of the Arroyo del Soldado Group in Uruguay, which is interpreted by Blanco et al. (2009) as a pre-collisional passive margin basin deposited on the Rio de La Plata craton's margin, can be correlated with the Itajaí Group (Fig. 16). The top of the Camaquã Supergroup (Guaritas Group) is correlated with the intermediate sections of the Arroyo del Soldado (Barriga Negra and Cerro Espuelitas Formations) and Nama Groups (Lower Schwarstrand Subgroup).

Cerro Victoria Formation. Data compiled from: (i) Itajaí Basin: Rostirolla et al. (1992a), Da Rosa (2005), Netto and Da Rosa (1997), and the present work; (ii) Camaquã Basin stratigraphy: Bom Jardim Group and Acampamento Velho Formation: Janikian et al. (2003, 2008), Santa Bárbara and Guaritas Groups: Netto et al. (1992) and Paim et al. (2000); Camaquã basin fossils: Netto et al. (1992); (iii) Arroyo del Soldado Basin: Blanco et al. (2009), Sprechmann et al. (2004), and Gaucher (2000); and (iv) Nama Basin: Saylor et al. (1995), Grotzinger et al. (1995), and Gresse et al. (1996).

In terms of tectonic evolution the Itajaí Basin is described as a collisional related foreland basin or as a strike-slip basin (Rostirola, 1991, Schroeder, 2006). It is consensus that the basin is strongly controlled by the transcurrent shear zones and it has a well preserved record of turbidite marine sediments with strong influence of alkaline acid magmatism. On the other hand, the Itajaí Basin has fossil records according to Da Rosa (2005), which recognized microbial mat, acritarchs and Ediacara-type fossils as: (i) *Parvancorina*, (ii) *Charniodiscus*, (iii) *Ciclomedusa*, and (iv) *Aspidella*, in the basin's marine sections (Fig. 16). It is recognized also trace fossils such as *Oldhamia*, *Bifungites*, and *Gordia* (Netto and Da Rosa, 1997).

Regarding the depositional environments of the intermediate portion of the Camaquã Basin, such as the Bom Jardim and Santa Bárbara Groups and the Acampamento Velho Formation, are continental (alluvial-fluvial-deltaic-lacustrine, e.g.: Paim et al., 2000, Janikian et al., 2008), while the Itajaí, Arroyo del Soldado, and Nama Basins have also marine sediments. Whereas the Nama Basin presents, in the cronocorrelate section (560 to 550 Ma, Fig. 16), carbonate platform foreland basin associated with the late orogenic stages of the Brasiliano/Pan-African cycle, it also has well preserved body fossils of *Cloudina*, *Pteridinium*, *Namalia Orthogonium*, *Rangea*, *Ernietta*, and trace fossils such as *Skolithus* sp. (Saylor et al., 1995) (Fig. 16).

The later acid volcanism of the Itajaí Basin, represent by the Apiúna Rhyolites, is coeval to the Acampamento Velho Formation volcanism in the Camaquã Basin (Sommer et al., 2005).

7. Conclusions

From the data presented we can conclude as follows:

- i) The depositional time interval of the IB is constrained by the age of the volcanic zircons from the tuff layer (maximum depositional age) and by the intrusion of the Apiúna Rhyolites (minimum depositional age). The interval of the deposition is from 563 ± 3 Ma to 549 ± 4 Ma. The lower age can be somewhat older for the sections below the tuff layer (A facies association);
- ii) The syn-sedimentary volcanism of the top of IB lower section is marked by tuffs and volcanogenic sandstones and has an age of ca. 563 Ma;
- iii) The provenance changes from the base to the top of the basin, as marked by the detrital zircon ages of sandstones. The base has mixed Paleoproterozoic and Neoproterozoic detrital zircons; while to the top the Neoproterozoic zircons dominate. Source areas of the Paleoproterozoic zircons are the lithologies of the Santa Catarina Granulitic Complex; and of the Neoproterozoic zircons are the lithologies of the Dom Feliciano Belt. The significant presence of detrital zircons formed ca. 800 Ma is directly related to rift-related magmatism of the Brusque Basin;
- iv) The isotopic provenance parameters (Sm-Nd and Pb-Pb) points to a source area predominantly from the Dom Feliciano Belt;
- v) The data presented in this work agree very well with the fossiliferous content of the Itajaí Basin, which is from the Ediacaran period, which is supported by the determined U-Pb zircon dating;
- vi) The Itajaí Basin is cronocorrelate with the basal sections of the Nama Basin and intermediate sections of the Arroyo del Soldado and Camaquã Basins;
- vii) The Itajaí Basin's volcanism is cronocorrelate with the Acamapamento Velho volcanism of the Camaquã Basin.

Acknowledgements:

The authors would like to thank Dijeane Rigo for the text reviewing, Daniel Knijnik for helping in the field works. All the staff of the Isotope Geology Laboratory at Porto Alegre, Brazil, is thanked for helping in the analytical procedures.

Appendix A. Analytical Procedures

Sm-Nd and Pb-Pb WR isotope analyses

Whole-rock powders were spiked with mixed ^{149}Sm - ^{150}Nd tracer and dissolved in Teflon vial using an HF-HNO₃ mixture and 6N HCl until complete material dissolution. Column procedures used cationic AG-50W-X8 (200-400 mesh) resin in order to separate REE, followed by Sm and Nd separation using anionic politeflon HDEHP LN-B50-A (100-200 μm) resin according to Patchet and Ruiz (1987). Each sample was dried to a solid and dissolved in 3% HNO₃ acid. Isotopic ratios were measured in static mode with a MC-ICP-MS (Neptune) at the Isotope Geology Laboratory of the Rio Grande do Sul Federal University (Brazil). We normally collect 05 ratios with a 0.5 to 1-volt ^{144}Nd intensity and Nd ratios were normalized to $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$, respectively. All analyses were adjusted for variations instrumental bias due to periodic adjustment of collector positions as monitored by measurements of our internal standards. Measurements for the JNdi-1 with mean value of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512098 \pm 0.00014$ (2 SD_{abs}) which is comparable to the literature value of 0.512115 ± 0.00007 (Tanaka et al., 2000).

Total blanks average was <150 pg for Sm and <500 pg for Nd. Correction for blank was insignificant for Nd isotopic compositions and generally insignificant for Sm/Nd ratios. Neodymium crustal residence ages (T_{DM}) were calculated following the depleted mantle model of DePaolo (1981). $\epsilon\text{Nd}(t)$ values were calculated using as reference U/Pb zircon ages where available or estimated ages based on regional geology and coherent results from nearby samples.

For the Pb isotopic measurements, an aliquot of 1 ml from dissolved WR samples used for Sm-Nd analysis has been taken. Pb was extracted with ion exchange techniques, with AG-1 X 8, 200–400 mesh, anion resin. Each sample was dried to a solid and added a solution of HNO₃ with 50 ppb Tl in order to correct the Pb fractionation during the analyses (Tanimizu and Ishikawa, 2006). Isotopic analyses of Pb composition were carried out at the Isotope Geology Laboratory of the Rio Grande do Sul Federal University (Brazil) with Neptune MC-ICP-MS in static mode, with collecting of 60 ratios of Pb isotopes. The obtained values of NBS 981 common Pb standard during the analyses were in agreement with the NIST values.

LA-MC-ICP-MS Procedures

All zircons were mounted in epoxy in 2.5-cm-diameter circular grain mounts and polished until the zircons were just revealed. Images of zircons were obtained using the optical microscope (Leica MZ 125) and back-scatter electron microscope (Jeol JSM 5800). Zircon grains are dated with laser ablation microprobe (New Wave UP213) coupled to a MC-ICP-MS (Neptune) at the Isotope Geology Laboratory of the Rio Grande do Sul Federal University. Isotope data were acquired using static mode with spot size of 25 and 40 μm . Laser-induced elemental fractional and instrumental mass discrimination were corrected by the reference zircon (GJ-1) (Jackson et al., 2004), following the measurement of two GJ-1 analyses to every ten sample zircon spots. The external error is calculated after propagation error of the GJ-1 mean and the individual sample zircon (or spot).

Collector configuration

The collector configuration used for simultaneous measurements of Th, U, Pb and Hg isotopes is illustrated as follows:

^{202}Hg	$^{204}\text{Hg}^+$ ^{204}Pb	^{206}Pb	^{207}Pb	^{208}Pb		^{232}Th	^{238}U
MIC3	MIC4	L4	MIC6	L3	Axial	H2	H4

A gain calibration of Faraday cups as well as the cross calibration between the L4 cup against the MIC 3, 4 and 6 were carried out before the starting of the laser section. The MIC 3 to MIC 5 are attached to the L4 faraday cup, while the MIC6 to the L3.

Since the multicollector system involves 3 ion counters and 5 conventional Faraday collectors, the gain and cross calibration has to be performed routinely. The gain factor to calibrate Faraday measurements is calculated by applying a constant signal of 33.0 volts, while the cross calibration to calculate necessary conversion factors (voltage to cps) is achieved using a 220 ppt Neptune solution with addition of 200 ppt Th and an efficient nebulizer system. A calculated conversion value of 62500 cps/mV has been currently used. Although the various ratios are obtained simultaneously and appropriately corrected, because of inherent fractionations (elemental and isotopic)

during laser ablation, they vary during analysis, requiring approaches to estimate reliable data. The $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ratios, as illustrated for the standard zircon, do not fractionate visibly as it occurs with $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ratios, which involves two different elements with own chemical and physical properties. Pb is more volatile than U which condensates progressively on the walls of the pit formed during the laser ablation process. Routinely we are adopting the average of $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ determinations as the representative value of the sample, while for $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ we are assuming the extrapolated value for t (time) = 0. Outliers that do not show good alignment are also discarded. Other ratios such as $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ and $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$, when applicable or exhibit the same trend of fractionation, are also taken in account the extrapolated ratios. These ratios are usually quite close to the expected values. Anyway, the conversion factors are calculated based on available data for the standard used and applied for unknown samples. Thus, a homogeneous standard is of paramount importance. The GJ-1 standard (GEMOC ARC National Key Center) meets the requirements for the strategies used in our laboratory, where the ratios $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ and $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ are quite homogeneous during the whole section of the “bracket” technique, standard-samples-standard analysis.

Mass bias correction, external correction, and laser conditions

The isotope ratios and inter-element fractionation of data obtained by the MC-ICP-MS instrument were evaluated interspersing the GJ-1 standard zircon on every set of 4, 6, 8 or 10 zircon samples (spots). The number of analyzed spots was variable depending on the zircon homogeneity and the amount of Pb and U in the zircon itself. Thus, the GJ-1 standard zircon was used to estimate the necessary corrections as external corrections and internal instrumental fractionation. The GJ-1 zircon and sample were assembled in the same mounting. The spot size of the laser herein used was mostly of 25 μm , however for the zircon phases with low amount of ^{207}Pb (under 10,000 cps) and for small zircon portions, the spot sizes were 40 μm and 15 μm , respectively.

The laser parameters are repetition rate of 10 Hz, energy from 0.3 to 1.1 mJ/pulse, corresponding to spot size from 25 μm to 40 μm .

The data acquisition was in 50 cycles of 1.048 s of integration time, collecting simultaneously the masses 202, 204, 206, 207, 208, 232, and 238. For every standard and sample set measurements were collected the blank values in the same conditions as

the standard and sample were run. The average blank values were subtracted from all individual cycle measurements. The ^{204}Pb value was corrected for ^{204}Hg , assuming $^{202}\text{Hg}/^{204}\text{Hg}$ ratio equal to 4.355.

Operation conditions for LA-MC-ICP-MS.

Laser operating conditons	
Laser type: New Wave UP213	MC-ICP-MS Neptune
Laser output power: 6 J/cm ²	Cup configuration: Faradays: ^{206}Pb , ^{208}Pb , ^{232}Th , ^{238}U
Shot repetition rate: 10 Hz	MIC's: ^{202}Hg , $^{204}\text{Hg}+^{204}\text{Pb}$, ^{207}Pb
Laser spot: 25 and 40 μm	Gas input: Coolant flow (Ar) 15 l/min Auxiliary flow (Ar) 0.8 l/min Carrier flow 0.75 l/min (Ar) + 0.45 l/min (He) Acquisition: 50 cycles of 1.048 s

Common Pb correction

The most usual method for common-lead corrections on zircons, based on non radiogenic ^{204}Pb isotope, is not proper in most of the cases using laser technique, since the ^{204}Pb signal is strongly affected by ^{204}Hg , majority from gases (Ar and He) necessary to ICP and ablation procedure. The common ^{204}Pb , after Hg correction based on ^{202}Hg simultaneously measured, is insignificant in most situations. For instance, typical signal intensity due to ^{204}Hg during a laser ablation on the standard zircon is 600-1000 cps range, while the calculated count rate for ^{204}Pb is less than statistical error of ca. 25-33 cps. We assume that the ^{204}Pb values obtained from zircons have common Pb composition, assuming concordant age of $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ and $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (as estimated age). In this case, we estimate the radiogenic composition of ^{206}Pb and ^{207}Pb using the equation as fraction of non radiogenic ^{206}Pb (Williams, 1998):

$$f_{206} = [^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}]_c / [^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}]_s$$

$$f_{207} = [^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}]_c / [^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}]_s$$

For common lead isotope composition we assumed an evolution of isotope composition proposed by Stacey and Kramers (1975), which is required to attribute an initial estimated age.

Another approach called as “207 method”, not explored in the present work, utilizes the measured $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ratio to calculate f_{206} , with the following form:

$$f_{206} = [(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_{\text{measured}} - (^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*)] / [(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_{\text{common}} - (^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*)]$$

Apparently it looks more reliable since it involves more precisely determined $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ratio, but requires the assumption of a concordant composition in the U-Th system, which is more appropriate for young samples.

So the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ratios are corrected after the f_{206} and f_{207} for individual cycle. Usually, the cycles with values of f_{206} above 0.0025 are not included in the calculation.

Calculation of the ratios and error estimation

After blank and common Pb corrections, the ratios and their absolute errors (one sigma level) of $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$, $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$, and $^{206}\text{Pb}^*/^{207}\text{Pb}^*$ were calculated, using an Excel sheet. Since the $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ produces in most of the cases a linear fractionation, we used the intercept method for laser induced Pb/U fractionation to correct the ratio, according to the formulation proposed by Youden (1951) and also adopted by Koesler et al. (2002). The uncertainty of the fractionation-corrected ratio was calculated as one SD of the intercept ($\sigma R(o)$), the isotope ratio at the start of laser ablation.

The internal derived errors were calculated in a conventional way taking account the uncertainties (1 SD) on respective background signals.

For the $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ ratios the mean values were used after discarding the outliers. In some cases, the $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ ratios show a slightly fractionation, so the same method for laser induced fractionation was applied to get the $R(o)$ of this ratio.

Appendix B. Isotopic Data

TAB. 2

TAB. 3

TAB. 4

TAB. 5

References:

Almeida, D.M.P., Chemale Jr., F., Zerfass, H.A., Machado, A., Freitas, R., 2008. U/Pb dating in zircons from Rodeio Velho member: a post-collisional alkaline event of the Brasiliano/Pan-African cycle, RS-Brazil. VI South American Symposium on Isotope Geology extended abstracts, Buenos Aires, Argentina, 4 pp.

Basei, M.A.S., 1985. O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.185.

Basei, M.A.S., 1990. O Grupo Brusque: uma evolução monocíclica. Atas, XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Natal, 2649-2657.

Basei, M.A.S., McCreath, I., Siga Jr., O., 1998. The Santa Catarina Granulite Complex of southern Brazil: A review. *Gondwana Research* 1, 383-391.

Basei, M.A.S., Siga Jr., O., Cordani, U.G., Sato, K., Lima, P.S., 1999. The magmatism of the Itajaí Basin, SC – southern Brazil, and its importance to define the Proterozoic-Phanerozoic limit. II South American Symposium on Isotope Geology extended abstracts, Cordoba, Argentina, 287-290.

Basei, M.A.S., Grasso, C.B., Vlach, S.R.F., Nutman, A., Siga Jr., O., Osako, L.S., 2008. “A”-type rift-related granite and the lower Cryogenian age for the beginning of the Brusque belt basin, Dom Feliciano belt, southern Brazil. In: Linares, E., Cabaleri, N.G., Do Campo, M.D., Ducós, E.I., Panarello, H.O. (Compilers), VI South American Symposium on Isotope Geology, proceedings in CD-ROM, paper 128. Buenos Aires. ISSN 1851-6963. 7 pp.

Basilici, G., 2006. Depositional mechanisms and architecture of a pre-early Cambrian mixed sand-mud deepwater ramp (Apiúna Unit, South Brazil). *Sedimentary Geology* 187, 183-204.

Bitencourt, M.F., Hackspacker, P.C., Nardi, L.V.S., 1989. A zona de cisalhamento Major Gercino-Santa Catarina. Atas, II Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Fortaleza, 214-216.

Bittencourt, M.F., Nardi, L.V.S., 2000. Tectonic setting and sources of magmatism related to the Southern Brazilian Shear Belt. *Revista Brasileira de Geociências* 30, 186-189.

Bitencourt, M.F., Bongiolo, E.M., Philipp, R.P., Morales, L.F.G., Rubert, R.R., Melo, C.L., Luft Jr, J.L., 2008. Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão Dom Feliciano, na região de Garopaba-Paulo Lopes, SC. *Revista Pesquisas em Geociências* 35, 109-136.

Blanco, G., Rajesh, H.M., Gaucher, C., Germs, G.J.B., Chemale Jr., F., 2009. Provenance of the Arroyo del Soldado Group (Ediacaran to Cambrian, Uruguay): Implications for the paleogeographic evolution of southwestern Gondwana. *Precambrian Research* 171, 57-73.

Caldasso, A.L.S., Krebs, A.S.J., Silva, M.A.S., 1994. Carta geológica folha Botuverá SG.22-Z-D-I-2, escala 1:50.000. CPRM Internal Report, Porto Alegre, Brazil.

Chemale Jr., F., Paim, P.S.G., Da Rosa, A.A.S., Lima, E.F., 1997. Projeto evolução tectono-sedimentar da Bacia do Itajaí – SC. Internal Report, CENPES/SUPEP-FAURGS, Porto Alegre, Brazil.

Chemale Jr., F., Mallmann, G., Bitencourt, M.F. Isotope geology of the magmatism related to the Major Gercino Shear Zone, southern Brazil (*in prep.*).

Condie, K.C., 1997. Plate tectonics and crustal evolution. Butterworth Heinemann, Oxford.

Clapham, M.E., Narbonne, G.M., Gehling, J.G., 2003. Paleocology of the oldest known animal communities: Ediacaran assemblages at Mistaken Point, Newfoundland. *Paleobiology* 29, 527-544.

Da Rosa, A.L.Z., 2005. Evidências de vida no Ediacarano Inferior da Bacia do Itajaí, SC. Mastership dissertation, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, p. 56.

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

Gastal, M.C.P., Lafon, J.M., 2001. Novas idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e geoquímica isotópica Nd-Sr para granitóides shoshoníticos e alcalinos das regiões de Lavras do Sul e Taquarembó, RS. VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica, Curitiba, 7p.

Gaucher, C., 2000. Sedimentology, palaeontology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay). *Beringeria* 26, 1–120.

Gresse, P.G., Chemale Jr., F., Silva, L.C., Walraven, F., Hartmann, L.A., 1996. Late to post-orogenic basins of the Pan-African-Brasiliano collision orogen in southern Africa and southern Brazil. *Basin Research* 8, 157-171.

Grotzinger, J.P., Bowring, S.A., Saylor, B.Z., Kaufman, A.J., 1995. New biostratigraphic and geochronologic constraints on early animal evolution. *Science* 270, 598-604.

Hartmann, L.A., 2002. The Mesoproterozoic supercontinent Atlantica in the Brazilian shield – review of geological and U-Pb zircon and Sm-Nd isotopic evidence. *Gondwana Research* 5, 157-163.

Hartmann, L.A., Silva, L.C., Orlandi, V., 1979b. O Complexo Granulítico de Santa Catarina: descrição e implicações genéticas. *Acta Geologica Leopoldensia* 6, 93-112.

Hartmann, L.A., Santos, J.O.S., McNaughton, N.J., Vasconcellos, M.A.Z., Silva, L.C., 2000. Ion Microprobe (SHRIMP) dates complex granulite from Santa Catarina, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72, 559-572.

Hartmann, L.A., Bitencourt, M.F., Santos, J.O.S., McNaughton, N.J., Rivera, C.B., Betiollo, L., 2003. Prolonged Paleoproterozoic magmatic participation in the Neoproterozoic Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Brazil, based on zircon U-Pb SHRIMP geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* 16, 477-492.

Jackson, S.E., Pearson, N. J., Grifflin, W.L., Belousova, E.A., 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology. *Chemical Geology* 211, 47-69.

Janikian, L., Almeida, R.P., Fragoso-Cesar, A.R.S., Fambrini, G.L., 2003. Redefinição do Grupo Bom Jardim (Neoproterozóico III) em sua área-tipo: Litoestratigrafia, evolução paleoambiental e contexto tectônico. *Revista Brasileira de Geociências* 33, 349-362.

Janikian, L., Almeida, R.P., Trindade, R.I.F., Fragoso-Cesar, A.R.S., D'Agrella-Filho, M.S., Dantas, E.L., Tohver, E., 2008. The continental record of Ediacaran volcano-sedimentary successions in southern Brazil and their global implications. *Terra Nova* 20, 259-266.

Kosler J., Fonneland, H., Sylvester, P., Tubrett, M., Pedersen, R.B., 2002. U-Pb dating of detrital zircons for sediment provenance studies – a comparison of laser ablation ICPMS and SIMS techniques. *Chemical Geology* 182, 605-618.

Krebs, A.S.J., Silva, M.A., Dias, A.A., Camozzato, E., Lopes, R.C., 1990. O Grupo Itajaí na folha Botuverá (SC). Modelo geométrico-cinemático e relações com o cinturão Granulítico e cinturão Metavulcano-Sedimentar Brusque. Anais, XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Natal, 2966-2975.

Luft Jr., J.L., 2005. Evolução crustal da região do Vale do Rio Hoanib (HRV), porção central do cinturão Kaoko – NW da Namíbia. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 328.

Macedo, M.H.F., Basei, M.A.S., Bonhome, M.G., Kawashita, K., 1984. Dados geocronológicos referentes às rochas metassedimentares do Grupo Itajaí, SC. Revista Brasileira de Geociências 14, 30-34.

Mallmann, G., Chemale Jr., F., Ávila, J.N., Kawashita, K., Armstrong, R.A., 2007. Isotope geochemistry and geochronology of the Nico Pérez Terrane, Rio de la Plata Craton, Uruguay. Gondwana Research 12, 489-508.

Miall, A.D., 1998. Collision-Related Foreland Basins. In: Busby, C.J., Ingersoll, R.V. (Eds.), Tectonics of Sedimentary Basins. Blackwell Science, Cambridge, 393-424.

Narbonne, G.M., 2005. The Ediacara biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 33, 421-442.

Netto, R.G., Da Rosa, A.L.Z., 1997. Registro icnofossilífero da Bacia do Itajaí, SC: Uma primeira visão. Boletim de resumos, XV Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro, p. 136.

Netto, R.G., Paim, P.S.G, Da Rosa, C.L.M., 1992. Registro preliminar da ocorrência de traços fósseis em sedimentos das bacias do Camaquã e Santa Bárbara. Resumos expandidos, I Workshop sobre as bacias molássicas brasileiras, São Leopoldo, 90-96.

Paim, P.S.G., Leipnitz, I., Rosa, A.L.Z., Rosa, A.A.S., 1997. Preliminary report on the occurrence of *Chancelloria sp.* in the Itajaí basin, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 27, 303-308.

Paim, P.S.G., Chemale Jr., F., Lopes, R.C., 2000. A bacia do Camaquã. In: Holz, M., De Ros, L.F. (Eds.), *Geologia do Rio Grande do Sul*. CIGO/UFRGS, Porto Alegre, 231-274.

Passarelli, C.R., Basei, M.A.S., Campos Neto, M.C., 1993. Caracterização geométrica e cinemática da zona de cisalhamento Major Gercino e sua importância na compartimentação dos terrenos pré-cambrianos de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geociências* 23, 234-241.

Patchett, P.J., Ruiz, J., 1987. Nd isotopic ages of crust formation and metamorphism in the Precambrian of eastern and southern Mexico. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 96, 523-528.

Rigon, F.C., 1993. Petrologia e proveniência dos arenitos turbidíticos da Bacia do Itajaí, SC. Mastership dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, p. 170.

Rogers, J.J.W., 1996. A history of continents in the past three billion years. *Journal of Geology* 104, 91-107.

Rostirolla, S.P., 1991. Tectônica e sedimentação da Bacia do Itajaí – SC. Mastership dissertation, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, p. 131.

Rostirolla, S.P., Alkmin F.F. de, Soares, P.C., 1992a. O Grupo Itajaí, Estado de Santa Catarina, Brasil: Exemplo de sedimentação em uma bacia flexural de antepaís. *Boletim de Geociências da Petrobrás* 6, 109-122.

Rostirolla, S.P., Soares, P.C., Alkmin, F.F., 1992b. Análise Estrutural da Tectônica deformadora da bacia de Itajaí, SC, Brazil. *Boletim de Geociências da Petrobrás* 6, 123-147.

Rostirolla, S.P., Ahrendt, A., Soares, P.C., Carmignani, L., 1999. Basin analysis and mineral endowment of the Proterozoic Itajaí Basin, south-east Brazil. *Basin Research* 11, 127-142.

Saylor, B.Z., Grotzinger, J.P., Germs, G.J.B., 1995. Sequence stratigraphy and sedimentology of the Neoproterozoic Kuibis and Schwarzrand Subgroups (Nama Group), southwestern Namibia. *Precambrian Research* 73, 153-171.

Schroeder, G.S., 2006. Análise tectônica da Bacia do Itajaí. Mastership dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 109.

Silva, L.C., 1991. O cinturão metavulcanossedimentar Brusque e a evolução policíclica das faixas dobradas proterozóicas no sul do Brasil: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências* 21, 60-73.

Silva, L.C., Dias, A.A., 1981. Projeto Timbó Barra Velha. DNPM/CPRM Internal Report, Porto Alegre, Brazil.

Silva, L.C., Armstrong, R., Pimentel, M.M., Scandorala, J., Ramgrab, G., Wildner, W., Angelim, L.A.A., Vasconcelos, A.M., Rizzoto, G., Quadros, M.L.E.S., Sander, A., Rosa, A.L.Z., 2002. Reavaliação da evolução geológica em terrenos pré-Cambrianos brasileiros com base em novos dados U/Pb SHRIMP parte III: Províncias Borborema, Mantiqueira meridional e Rio Negro-Juruena. *Revista Brasileira de Geociências* 32, 529-544.

Sommer, C.A., Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Figueiredo, A.M.G., Pierosan, R., 2005. Potassic and low- and high-Ti mildly alkaline volcanism in the Neoproterozoic Ramada plateau, southernmost Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18, 237-254.

Sousa, E.R., 2002. Geofísica da Bacia do Itajaí. Monography, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 47.

Sprechmann, P., Gaucher, C., Blanco, G., Montaña, J., 2004. Stromatolitic and trace fossils community of the Cerro Victoria Formation, Arroyo del Soldado Group (Lowermost Cambrian, Uruguay). *Gondwana Research* 7, 753–766.

Stacey, J.S., Kramers, J.D., 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters* 26, 207–221.

Tanaka, T., Togashi, S., Kamioka, H., Amakawa, H., Kagami, H., Hamamoto, T., Yuhara, M., Orihashi, Y., Yoneda, S., Shimizu, H., Kunimaru, T., Takahashi, K., Yanagi, T., Takanori, N., Fujimaki, H., Shinjo, R., Asahara, Y., Tanimizu, M., Dragusanu, C., 2000. JNdi-1: a neodymium isotopic reference in consistency with LaJolla neodymium. *Chemical Geology* 168, 279-281.

Tanimizu, M., Ishikawa, T., 2006. Development of rapid and precise Pb isotope analytical techniques using MC-ICP-MS and new results for GSJ rock reference samples. *Geochemical Journal* 40, 121-133.

Tera, F., Wasserburg, G.J., 1972. U–Th–Pb systematics in three Apollo 14 basalts and the problem of initial Pb in lunar rocks. *Earth and Planetary Science Letters* 14, 281-304.

Thomas, W.A., Becker, T.P., Samson, S.D., Hamilton, M.A., 2004. Detrital zircon evidence of a recycled orogenic foreland provenance for Alleghanian clastic-wedge sandstones. *Journal of Geology* 112, 23-37.

Toniolo, J.A., Remus, M.V.D., Chemale Jr., F., 2008. Assinatura isotópica do Pb de minérios auríferos e metais-base dos escudos do RS e SC: Conseqüências para a exploração mineral. Atas, XLIV Congresso Brasileiro de Geociências, p. 982.

Youden, W.J. 1951 *Statistical methods for chemists*. Wiley, New York.

Williams, I.S. 1998. U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. In: McKibben, M.A., Shanks III, W.C., Rydley, W.I. (Eds.), *Applications of Microanalytical Techniques to Understanding Mineralizing Processes*, *Reviews in Economic Geology* 7, 1–35.

Table Captions:

Table 1: Geographical, lithological, and stratigraphic information of the analyzed samples. The samples are grouped by rock type and unit as follows: Itajaí Basin's rocks, intrusive rocks, and basement rocks (BMC=Brusque Metamorphic Complex; SCGC=Santa Catarina Granulitic Complex).

Table 2: U-Pb zircon data from the Itajaí Basin's tuff and sandstones - obtained by LAM-MC-ICP-MS. The grey samples are highly discordant and have not been used in the interpretations.

Table 3: U-Pb zircon data of rhyolite (PBI-33 A) intrusive in the Itajaí Basin - obtained by LAM-MC-ICP-MS. The grey samples are highly discordant and have not been used in the interpretations. The laser spot size used was 40 μm in all zircons.

Table 4: Pb-Pb isotopic data.

Table 5: Sm-Nd isotopic data. The grey samples have high analytical error and the sample PBI-12 A suffered isotope fractionation, both were not used in the interpretations.

Tables:

Sample	Lithology	Unit	Latitude	Longitude
<i>U-Pb zircon samples</i>				
PBI-09 A	Sandstone	D Facies Association	-27° 04' 37,2"	-49° 10' 55,8"
PBI-37 B	Sandstone	D Facies Association	-27° 08' 08,9"	-49° 19' 19,8"
PBI-30 A	Sandstone	C Facies Association	-26° 59' 38,2"	-49° 12' 18,6"
PBI-35 A	Sandstone	B Facies Association	-27° 04' 18,4"	-49° 20' 16,4"
PBI-47 A	Tuff	A Facies Association	-27° 03' 00,2"	-49° 26' 31,8"
PBI-68 A	Sandstone	A Facies Association	-26° 47' 56,6"	-48° 55' 50,2"
PBI-33 A	Rhyolite	Intrusive	-27° 02' 51,8"	-49° 21' 38,9"
<i>Isotope geochemistry samples</i>				
PBI-09 A	Sandstone	D Facies Association	-27° 04' 37,20"	-49° 10' 55,81"
PBI-12 A	Sandstone	D Facies Association	-27° 02' 34,93"	-49° 08' 44,17"
PBI-12 B	Sandstone	D Facies Association	-27° 02' 34,93"	-49° 08' 44,17"
PBI-14 A	Sandstone	D Facies Association	-27° 02' 21,06"	-49° 08' 46,72"
PBI-15 A	Sandstone	D Facies Association	-27° 01' 26,33"	-49° 09' 27,85"
PBI-10 A	Tuff	D Facies Association	-26° 58' 50,33"	-49° 04' 28,69"
PBI-05 A	Tuff	C Facies Association	-26° 58' 56,85"	-49° 14' 24,14"
PBI-19 A	Siltstone	C Facies Association	-27° 00' 54,35"	-49° 09' 54,31"
PBI-28 A	Siltstone	C Facies Association	-26° 59' 11,92"	-49° 13' 08,71"
PBI-65 A	Siltstone	C Facies Association	-26° 58' 56,85"	-49° 14' 24,14"
PBI-49 A	Siltstone	C Facies Association	-27° 06' 33,85"	-49° 27' 18,59"
PBI-43 A	Sandstone	B Facies Association	-27° 01' 17,69"	-49° 22' 54,50"
PBI-59 A	Siltstone	B Facies Association	-27° 04' 11,60"	-49° 25' 11,10"
PBI-11 B	Rhyolite	Intrusive	-26° 58' 45,11"	-49° 04' 29,18"
PBI-33 A	Rhyolite	Intrusive	-27° 02' 51,80"	-49° 21' 38,75"

PBI-44 A	Rhyolite	Intrusive	-27° 03' 15,86"	-49° 23' 32,98"
PBI-07 A	Metabasite	BMC	-27° 06' 47,81"	-49° 12' 26,00"
PBI-69 A	Orthogneiss – felsic layer	SCGC	-26° 48' 16,56"	-48° 57' 15,14"
PBI-69 B	Orthogneiss – mafic layer	SCGC	-26° 48' 16,56"	-48° 57' 15,14"
PBI-76 A	Gneiss Granodiorite	SCGC	-26° 49' 30,32"	-48° 59' 22,64"

Table 1 – Guadagnin et al.

Spot number	Ratios						Age (Ma)						%		Concordant		²³² Th/ ²³⁸ U	
	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±	Rho 1	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	±	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	±	Disc.	f 206	Age		±
<i>Itajaí Basin tuff, A Facies Association - sample PBI-47 A</i>																		
D-IV-02 ¹	0,748	1,49	0,093	0,96	0,65	0,0586	1,13	571	5	567	8	552	6	-3	0,0000	570	10	1,06
D-IV-03 ¹	0,734	2,18	0,091	1,11	0,51	0,0587	1,88	560	6	559	12	557	10	0	0,0006	559	12	0,81
D-IV-05 ¹	0,733	2,60	0,091	1,06	0,41	0,0586	2,38	560	6	558	15	553	13	-1	0,0008	560	11	1,02
D-IV-06 ¹	0,743	1,98	0,092	1,19	0,60	0,0589	1,59	565	7	564	11	563	9	0	0,0002	564	13	0,81
D-IV-07 ¹	0,730	1,59	0,090	1,17	0,73	0,0585	1,09	558	7	556	9	548	6	-2	0,0009	558	12	1,06
D-IV-01 ¹	0,734	1,50	0,091	0,96	0,64	0,0583	1,16	563	5	559	8	541	6	-4	0,0000	562	10	0,96
D-IV-04 ¹	0,735	2,33	0,092	0,96	0,41	0,0583	2,12	565	5	560	13	539	11	-5	0,0011	564	10	0,85
B-II-04 ¹	0,751	1,88	0,088	0,98	0,52	0,0619	1,61	544	5	569	11	669	11	19	0,0003	Disc.		1,06
B-II-11 ¹	0,732	1,92	0,090	1,04	0,54	0,0589	1,61	556	6	558	11	565	9	2	0,0002	556	11	1,11
B-II-17 ¹	0,744	1,82	0,092	1,03	0,56	0,0588	1,50	566	6	565	10	561	8	-1	0,0022	566	11	1,18
B-II-19 ¹	0,738	1,96	0,091	1,21	0,62	0,0586	1,55	563	7	561	11	553	9	-2	0,0000	563	13	1,03
B-II-21 ¹	0,732	2,33	0,090	1,00	0,43	0,0588	2,10	557	6	558	13	559	12	0	0,0007	557	11	0,66
B-II-22 ¹	0,757	1,70	0,093	1,28	0,76	0,0590	1,11	574	7	572	10	566	6	-1	0,0032	573	14	0,72
A-I-20 ²	0,825	2,45	0,100	1,45	0,59	0,0596	1,98	616	9	611	15	590	12	-4	0,0005	615	17	1,93
A-I-21 ²	0,846	2,84	0,101	1,39	0,49	0,0608	2,47	620	9	622	18	633	16	2	0,0003	620	16	0,79

A-I-22 ²	0,803	3,21	0,099	1,62	0,51	0,0590	2,77	606	10	598	19	568	16	-7	0,0008	605	19	0,82
A-I-24 ²	0,816	3,06	0,100	2,03	0,66	0,0589	2,29	617	13	606	19	565	13	-9	0,0090	614	23	1,03
C-III-05 ²	0,845	2,11	0,099	1,22	0,58	0,0620	1,72	608	7	622	13	674	12	10	0,0065	610	14	0,15
C-III-07 ²	0,805	7,47	0,097	1,78	0,24	0,0602	7,25	596	11	600	45	612	44	3	0,0038	597	20	0,69
C-III-19 ²	0,812	3,75	0,096	1,96	0,52	0,0613	3,20	592	12	604	23	649	21	9	0,0049	593	22	0,78
C-III-31 ²	0,850	3,43	0,103	2,57	0,75	0,0600	2,27	631	16	625	21	602	14	-5	0,0007	628	29	0,63
C-III-27 ²	0,878	2,35	0,104	1,62	0,69	0,0609	1,70	641	10	640	15	637	11	-1	0,0003	640	19	0,88
C-III-29 ²	0,890	2,97	0,106	1,61	0,54	0,0610	2,50	648	10	646	19	640	16	-1	0,0004	648	19	0,53
B-II-01 ²	0,940	2,23	0,110	1,29	0,58	0,0617	1,82	675	9	673	15	665	12	-2	0,0000	675	16	0,16
A-I-27 ²	1,284	2,55	0,139	1,95	0,76	0,0670	1,65	839	16	839	21	836	14	0	0,0063	839	28	0,53
C-III-03 ²	2,272	2,05	0,202	1,07	0,52	0,0814	1,75	1188	13	1204	25	1232	22	4	0,0004	1192	22	0,63
A-I-19 ^{2 3}	5,379	3,38	0,325	2,56	0,76	0,1202	2,21	1812	46	1881	64	1959	43	8	0,0009	1959	79	0,46
B-II-09 ^{2 3}	5,434	3,24	0,297	1,88	0,58	0,1327	2,64	1676	31	1890	61	2135	56	21	0,0004	2135	96	0,63

Itajaí Basin sandstone, A Facies Association - sample PBI-68 A

D-IV-02	0,846	3,92	0,101	1,32	0,34	0,0608	3,69	620	8	622	24	631	23	2	0,0017	620	8	1,21
D-IV-04 ³	3,498	1,43	0,263	0,92	0,64	0,0965	1,09	1505	14	1527	22	1557	17	3	0,0008	1557	41	0,25
D-IV-05	8,036	1,38	0,410	1,22	0,89	0,1421	0,64	2216	27	2235	31	2253	14	2	0,0008	2246	10	0,87
D-IV-09 ³	9,137	1,24	0,427	0,98	0,79	0,1551	0,76	2293	23	2352	29	2403	18	5	0,0008	2403	26	1,19
D-IV-10 ³	11,872	2,78	0,459	1,87	0,67	0,1875	2,06	2437	46	2594	72	2720	56	10	0,0005	2720	67	0,24
D-IV-11	7,625	1,86	0,399	1,44	0,77	0,1387	1,18	2163	31	2188	41	2211	26	2	0,0002	2193	16	0,65
D-IV-13	8,925	3,02	0,426	2,41	0,80	0,1519	1,83	2289	55	2330	70	2367	43	3	0,0019	2343	26	0,58
D-IV-14	7,870	1,93	0,414	1,12	0,58	0,1378	1,57	2234	25	2216	43	2199	35	-2	0,0004	2221	17	1,11
D-IV-15	7,641	1,50	0,402	0,99	0,66	0,1379	1,13	2178	22	2190	33	2201	25	1	0,0002	2188	13	1,02
D-IV-16 ³	8,670	1,00	0,425	0,46	0,47	0,1480	0,88	2283	11	2304	23	2323	20	2	0,0005	2323	30	0,55
D-IV-17 ³	7,631	2,78	0,382	1,23	0,44	0,1450	2,50	2084	26	2189	61	2288	57	9	0,0000	2288	85	0,81
D-IV-21	27,907	1,05	0,707	0,98	0,93	0,2862	0,39	3448	34	3416	36	3397	13	-1	0,0004	3401	7	0,62
D-IV-22b	7,968	0,82	0,413	0,32	0,39	0,1400	0,75	2228	7	2227	18	2227	17	0	0,0007	2228	6	2,64
D-IV-24 ³	4,161	1,56	0,289	1,08	0,69	0,1044	1,13	1637	18	1666	26	1704	19	4	0,0028	1704	41	1,33

D-IV-26	0,793	2,69	0,098	2,29	0,85	0,0586	1,41	604	14	593	16	551	8	-10	0,0007	595	12	0,24
D-IV-27	0,808	2,95	0,097	2,14	0,73	0,0604	2,03	597	13	601	18	618	13	3	0,0027	598	12	0,92
D-IV-29	6,416	1,23	0,371	0,97	0,79	0,1254	0,75	2034	20	2034	25	2035	15	0	0,0009	2035	11	1,8
D-IV-31	0,820	2,60	0,099	1,58	0,61	0,0601	2,06	608	10	608	16	605	12	0	0,0002	608	9	1,74
D-IV-33 ³	8,441	2,22	0,388	1,8	0,81	0,1577	1,31	2114	38	2280	51	2431	32	13	0,012	2431	44	0,11
E-V-02	0,808	1,98	0,098	1,37	0,69	0,0597	1,43	604	8	602	12	594	8	-2	0,0011	603	8	0,45
D-IV-22a ³	18,589	2,62	0,576	2,26	0,86	0,2340	1,34	2933	66	3021	79	3080	41	5	0,0003	3080	43	0,14
E-V-03	9,364	9,96	0,399	1,52	0,15	0,1702	9,85	2164	33	2374	237	2560	252	15	0,0003	Disc.		0,3
E-V-04	0,908	3,01	0,105	1,87	0,62	0,0626	2,36	645	12	656	20	693	16	7	0,0011	647	11	1,17
E-V-05	2,990	3,66	0,241	2,91	0,80	0,0902	2,22	1389	40	1405	51	1429	32	3	0,0005	1406	28	0,4
E-V-07	7,630	1,84	0,401	1,27	0,69	0,1380	1,33	2174	28	2188	40	2202	29	1	0,0011	2188	17	2,36
E-V-08	7,686	1,24	0,405	0,86	0,69	0,1375	0,89	2194	19	2195	27	2196	20	0	0,0007	2195	11	1,25
E-V-09	10,764	1,50	0,475	0,94	0,63	0,1642	1,17	2507	24	2503	38	2499	29	0	0,0005	2503	14	0,62
E-V-11 ³	25,870	1,21	0,664	1,07	0,88	0,2825	0,57	3284	35	3342	40	3376	19	3	0,004	3377	19	0,33
E-V-12	0,881	3,85	0,106	2	0,52	0,0604	3,29	649	13	642	25	618	20	-5	0,0006	648	12	1,26
E-V-14	11,021	1,57	0,475	1,36	0,87	0,1681	0,78	2508	34	2525	40	2539	20	1	0,0009	2533	12	0,63
E-V-15	14,209	2,89	0,538	1,64	0,57	0,1914	2,37	2777	46	2764	80	2754	65	-1	0,0014	2766	27	0,6
E-V-17	0,851	3,05	0,100	1,92	0,63	0,0619	2,37	613	12	625	19	670	16	9	0,0007	615	11	0,47
E-V-18	9,460	2,98	0,370	2,46	0,83	0,1852	1,68	2031	50	2384	71	2700	45	25	0,0005	Disc.		0,68
E-V-19	7,673	2,08	0,399	1,91	0,92	0,1395	0,82	2164	41	2193	46	2221	18	3	0,0006	2213	13	0,43
E-V-22	0,814	14,28	0,099	2,98	0,21	0,0595	13,96	610	18	605	86	584	81	-5	0,0079	610	17	0,93
E-V-23	0,842	3,37	0,099	2,34	0,69	0,0615	2,42	611	14	621	21	656	16	7	0,0008	613	13	0,74
E-V-24 ³	7,188	2,60	0,373	1,8	0,69	0,1397	1,89	2045	37	2135	56	2223	42	8	0,0124	2223	64	1,53
E-V-25	0,835	3,61	0,100	2,1	0,58	0,0604	2,93	616	13	616	22	617	18	0	0,0009	616	12	0,32
E-V-26	12,342	3,42	0,495	2,48	0,73	0,1808	2,35	2592	64	2631	90	2660	63	3	0,0003	2637	32	1,11
E-V-28 ³	6,493	1,72	0,366	1,38	0,80	0,1288	1,02	2009	28	2045	35	2081	21	3	0,0007	2081	36	0,26
E-V-29	0,795	3,38	0,096	2,37	0,70	0,0602	2,40	589	14	594	20	612	15	4	0,0004	591	13	1,03
E-V-30	3,341	2,23	0,259	1,42	0,64	0,0937	1,72	1483	21	1491	33	1502	26	1	0,0005	1487	16	0,66
E-V-31	7,871	2,12	0,415	1,87	0,88	0,1374	1,01	2239	42	2216	47	2195	22	-2	0,002	2204	16	2,21

F-VI-01 ³	6,450	1,04	0,365	0,64	0,61	0,1283	0,82	2005	13	2039	21	2074	17	3	0,0006	2074	29	1,05
F-VI-04	0,819	5,75	0,098	2,48	0,43	0,0608	5,18	601	15	607	35	632	33	5	0,003	601	14	0,29
F-VI-07	0,801	4,06	0,096	1,08	0,27	0,0605	3,91	591	6	598	24	622	24	5	0,0015	591	6	0,8
F-VI-11	4,561	3,10	0,303	1,83	0,59	0,1090	2,51	1708	31	1742	54	1783	45	4	0,0017	1727	24	1,62
F-VI-12	0,819	4,33	0,101	2,3	0,53	0,0590	3,67	619	14	608	26	565	21	-10	0,0015	617	13	0,92
F-VI-14 ³	3,991	3,91	0,275	2,97	0,76	0,1052	2,54	1567	46	1632	64	1718	44	9	0,0094	1718	92	1,59
F-VI-15	0,806	4,91	0,098	1,4	0,29	0,0598	4,70	601	8	600	29	597	28	-1	0,0013	601	8	0,17
F-VI-16	0,850	6,78	0,098	3,85	0,57	0,0631	5,58	601	23	625	42	712	40	16	0,0075	Disc.		1,16
F-VI-17	0,828	5,88	0,092	1,8	0,31	0,0653	5,60	567	10	613	36	785	44	28	0,0153	Disc.		0,09
F-VI-19	0,890	7,20	0,106	1,19	0,16	0,0608	7,11	650	8	646	47	633	45	-3	0,001	650	7	1,08
F-VI-21	4,159	5,68	0,277	3,4	0,60	0,1091	4,56	1574	53	1666	95	1784	81	12	0,0035	Disc.		0,97
F-VI-22	0,898	3,34	0,107	1,92	0,57	0,0610	2,74	655	13	651	22	638	17	-3	0,0004	654	12	0,14
F-VI-23	1,133	2,58	0,126	1,81	0,70	0,0654	1,84	763	14	769	20	788	15	3	0,0000	765	12	1,4
F-VI-24	7,198	4,61	0,360	1,56	0,34	0,1451	4,34	1981	31	2136	99	2289	99	13	0,0048	Disc.		0,43
F-VI-26	8,005	3,21	0,419	1,56	0,48	0,1386	2,81	2255	35	2232	72	2210	62	-2	0,0023	2242	25	0,88
F-VI-28	7,272	2,69	0,381	1,32	0,49	0,1385	2,35	2080	27	2145	58	2208	52	6	0,0011	2208	80	0,43
F-VI-29	0,776	5,21	0,093	1,98	0,38	0,0605	4,82	573	11	583	30	621	30	8	0,0005	574	11	0,71
F-VI-30	0,959	3,89	0,113	1,65	0,43	0,0618	3,52	688	11	683	27	667	23	-3	0,0038	687	11	0,72

Itajaí Basin sandstone, B Facies Association - sample PBI-35 A

A-I-19 ³	7,206	1,26	0,383	1,07	0,84	0,1366	0,67	2088	22	2137	27	2185	15	4	0,0004	2185	24	0,90
A-I-21 ³	7,557	2,43	0,392	1,48	0,61	0,1397	1,93	2134	32	2180	53	2223	43	4	0,0004	2223	66	1,10
A-I-22	0,820	3,33	0,101	2,07	0,62	0,0590	2,60	619	13	608	20	568	15	-9	0,0006	616	12	0,62
A-I-24	0,784	3,19	0,095	1,78	0,56	0,0599	2,64	585	10	588	19	600	16	2	0,0006	585	10	0,05
A-I-25	0,702	9,79	0,091	3,60	0,37	0,0562	9,10	559	20	540	53	460	42	-21	0,0038	Disc.		0,85
A-I-26 ³	11,515	2,31	0,470	1,80	0,78	0,1776	1,45	2485	45	2566	59	2630	38	6	0,0001	2630	48	1,51
A-I-27	0,775	3,98	0,094	2,41	0,61	0,0597	3,16	580	14	583	23	593	19	2	0,0003	581	13	0,07
A-I-28	0,765	2,69	0,094	1,79	0,66	0,0590	2,01	579	10	577	16	569	11	-2	0,0000	578	10	0,54
A-I-29 ³	7,555	1,33	0,394	0,89	0,67	0,1390	0,99	2142	19	2180	29	2215	22	3	0,0001	2215	34	0,79

A-I-30	0,873	2,82	0,102	2,04	0,72	0,0621	1,95	626	13	637	18	677	13	7	0,0049	630	12	0,59
A-I-31	1,883	3,84	0,155	3,07	0,80	0,0880	2,32	930	29	1075	41	1383	32	33	0,0006	Disc.		0,56
A-I-32	0,847	2,52	0,100	1,89	0,75	0,0613	1,67	616	12	623	16	648	11	5	0,0025	618	11	0,40
B-II-01	0,816	2,51	0,099	1,93	0,77	0,0601	1,60	606	12	606	15	606	10	0	0,0004	606	11	0,76
B-II-03	7,909	1,56	0,410	1,04	0,67	0,1399	1,16	2215	23	2221	35	2226	26	1	0,0001	2220	14	0,68
B-II-05	7,728	4,51	0,404	4,19	0,93	0,1388	1,67	2187	92	2200	99	2212	37	1	0,0001	2209	27	0,41
B-II-06	12,384	2,34	0,504	0,56	0,24	0,1783	2,27	2630	15	2634	62	2637	60	0	0,0020	2631	12	0,79
B-II-08	0,846	2,15	0,103	1,32	0,61	0,0597	1,70	631	8	622	13	591	10	-7	0,0003	629	8	0,27
B-II-09 ³	8,764	2,83	0,407	1,12	0,40	0,1563	2,60	2199	25	2314	65	2416	63	9	0,0004	2416	87	0,62
B-II-11	1,213	2,00	0,135	1,64	0,82	0,0650	1,14	819	13	807	16	773	9	-6	0,0004	809	11	0,56
B-II-12	10,066	1,10	0,464	0,83	0,75	0,1573	0,73	2457	20	2441	27	2427	18	-1	0,0003	2438	10	0,51
B-II-14	8,196	2,02	0,423	1,19	0,59	0,1406	1,63	2272	27	2253	45	2235	36	-2	0,0048	2257	18	0,89
B-II-16	0,774	6,61	0,095	2,42	0,37	0,0589	6,15	586	14	582	38	565	35	-4	0,0017	586	14	0,62
B-II-18 ³	14,956	1,31	0,526	0,89	0,68	0,2063	0,97	2724	24	2812	37	2876	28	5	0,0004	2876	32	0,28
B-II-19	19,898	1,83	0,617	1,74	0,95	0,2339	0,57	3098	54	3086	56	3079	17	-1	0,0003	3080	10	0,14
B-II-22 ³	3,828	1,64	0,268	1,29	0,78	0,1036	1,02	1531	20	1599	26	1689	17	9	0,0004	1689	38	0,42
B-II-23 ³	12,729	0,92	0,497	0,60	0,65	0,1856	0,70	2602	16	2660	24	2704	19	4	0,0009	2704	24	0,73
B-II-27 ³	7,135	1,45	0,377	1,21	0,84	0,1374	0,79	2061	25	2128	31	2194	17	6	0,0004	2194	28	0,53
B-II-31 ³	7,468	1,70	0,392	1,23	0,72	0,1382	1,18	2131	26	2169	37	2205	26	3	0,0124	2205	41	1,23
B-II-32	7,936	2,94	0,402	1,20	0,41	0,1431	2,68	2179	26	2224	65	2265	61	4	0,0011	2194	20	0,63
B-II-33	4,242	5,19	0,295	3,45	0,67	0,1044	3,87	1665	57	1682	87	1703	66	2	0,0078	1678	42	1,83
B-II-34	0,818	3,74	0,098	1,82	0,49	0,0603	3,27	604	11	607	23	616	20	2	0,0006	605	10	1,20
C-III-01 ³	10,912	1,04	0,487	0,79	0,75	0,1625	0,68	2558	20	2516	26	2482	17	-3	0,0009	2482	23	0,26
C-III-03	0,889	2,42	0,105	1,52	0,63	0,0613	1,89	645	10	646	16	650	12	1	0,0038	645	9	0,37
C-III-04	11,411	1,74	0,489	1,59	0,91	0,1691	0,71	2568	41	2557	45	2549	18	-1	0,0011	2551	12	0,76
C-III-07	11,182	1,68	0,483	1,45	0,86	0,1679	0,86	2540	37	2538	43	2537	22	0	0,0019	2538	13	0,60
C-III-09	7,578	1,97	0,403	1,74	0,89	0,1364	0,91	2182	38	2182	43	2182	20	0	0,0070	2182	14	0,51
C-III-10 ³	6,882	2,41	0,366	1,67	0,69	0,1362	1,74	2012	34	2096	51	2180	38	8	0,0000	2180	60	0,70
C-III-12	1,213	2,15	0,135	1,53	0,71	0,0653	1,51	815	13	807	17	784	12	-4	0,0008	811	11	0,60

C-III-13	6,443	2,00	0,371	1,67	0,84	0,1258	1,10	2036	34	2038	41	2040	22	0	0,0011	2039	16	0,88
C-III-16	7,744	2,90	0,409	2,20	0,76	0,1375	1,89	2208	49	2202	64	2196	41	-1	0,0003	2201	26	0,48
C-III-17 ³	21,637	0,97	0,657	0,83	0,86	0,2389	0,50	3255	27	3168	31	3113	16	-5	0,0001	3113	17	0,34
C-III-18	6,815	1,68	0,378	0,86	0,51	0,1309	1,45	2065	18	2088	35	2110	31	2	0,0003	2077	13	0,80
C-III-20 ³	3,106	1,54	0,255	1,15	0,75	0,0885	1,02	1462	17	1434	22	1393	14	-5	0,0005	1393	39	0,40
C-III-24	0,830	2,66	0,100	1,61	0,61	0,0603	2,12	614	10	614	16	613	13	0	0,0007	614	9	0,51
C-III-26	0,869	3,61	0,105	1,85	0,51	0,0601	3,09	642	12	635	23	609	19	-6	0,0002	641	11	0,82
C-III-31	0,790	2,35	0,096	1,59	0,68	0,0599	1,72	590	9	591	14	598	10	1	0,0008	590	9	0,78
C-III-32	1,205	2,63	0,134	2,01	0,76	0,0652	1,70	811	16	803	21	781	13	-4	0,0002	806	14	0,12

Itajaí Basin sandstone, B Facies Association - sample PBI-30 A

A-I-01	0,728	2,17	0,089	1,09	0,50	0,0590	1,87	552	6	556	12	568	11	3	0,0007	553	6	0,62
A-I-02	0,738	3,59	0,091	1,15	0,32	0,0588	3,40	561	6	561	20	560	19	0	0,0013	561	6	0,57
A-I-04	0,756	2,00	0,093	1,10	0,55	0,0591	1,67	572	6	571	11	570	10	0	0,0000	572	6	0,80
A-I-05	0,755	3,62	0,091	1,15	0,32	0,0604	3,44	559	6	571	21	619	21	10	0,0000	559	6	0,53
A-I-09	0,749	4,23	0,092	0,81	0,19	0,0593	4,15	565	5	568	24	578	24	2	0,0012	565	5	0,73
A-I-11	0,748	2,00	0,092	0,89	0,45	0,0593	1,79	565	5	567	11	577	10	2	0,0027	565	5	0,85
A-I-12	0,752	1,88	0,092	0,91	0,48	0,0593	1,65	568	5	569	11	576	9	2	0,0008	568	5	0,53
A-I-14	0,725	2,24	0,090	0,96	0,43	0,0588	2,02	553	5	554	12	559	11	1	0,0005	553	5	1,01
A-I-16	0,736	3,15	0,090	1,06	0,34	0,0596	2,97	553	6	560	18	589	17	6	0,0004	553	6	0,60
A-I-22	0,733	2,14	0,090	1,05	0,49	0,0590	1,87	556	6	558	12	568	11	2	0,0009	556	6	0,54
A-I-27	0,737	1,80	0,091	1,17	0,65	0,0590	1,37	559	7	560	10	566	8	1	0,0000	559	6	0,77
A-I-28	0,746	1,70	0,091	0,80	0,47	0,0593	1,50	563	5	566	10	578	9	3	0,0004	563	4	0,47
A-I-29	0,750	1,93	0,092	1,09	0,57	0,0593	1,59	566	6	568	11	576	9	2	0,0008	567	6	1,02
A-I-30	0,724	2,49	0,089	0,82	0,33	0,0587	2,35	552	5	553	14	557	13	1	0,0018	552	5	1,03
A-I-32	0,815	6,40	0,096	2,65	0,41	0,0616	5,83	591	16	605	39	659	38	10	0,0101	592	15	1,03
A-I-33 ³	2,169	1,16	0,197	0,83	0,72	0,0800	0,80	1157	10	1171	14	1196	10	3	0,0006	1196	32	0,37
A-I-34	0,738	2,33	0,087	1,22	0,52	0,0616	1,99	537	7	561	13	661	13	19	0,0000	Disc.		0,86
B-II-02	0,743	1,82	0,091	1,12	0,61	0,0594	1,44	560	6	564	10	582	8	4	0,0001	561	6	1,07

B-II-04	0,810	1,87	0,095	1,02	0,55	0,0617	1,56	587	6	602	11	663	10	11	0,0026	Disc.	0,61	
B-II-05	0,748	3,56	0,092	0,73	0,21	0,0587	3,48	570	4	567	20	558	19	-2	0,0013	570	4	0,75
B-II-07	1,135	1,54	0,126	0,77	0,50	0,0655	1,33	763	6	770	12	791	11	3	0,0003	764	6	0,43
B-II-08	0,729	1,48	0,090	0,85	0,58	0,0588	1,21	555	5	556	8	561	7	1	0,0000	555	5	0,74
B-II-11	0,739	6,47	0,090	0,89	0,14	0,0593	6,41	557	5	562	36	580	37	4	0,0141	557	5	0,66
B-II-12	0,750	1,86	0,091	1,19	0,64	0,0598	1,43	562	7	568	11	595	9	6	0,0000	563	6	0,79
B-II-13	0,819	1,83	0,098	1,22	0,66	0,0603	1,37	605	7	607	11	615	8	2	0,0007	606	7	0,65
B-II-15	0,765	1,52	0,092	1,10	0,72	0,0603	1,05	567	6	577	9	614	6	8	0,0000	570	6	1,03
B-II-16	0,759	1,72	0,091	1,18	0,69	0,0603	1,25	564	7	574	10	613	8	8	0,0002	566	6	0,95
B-II-17	0,741	3,41	0,090	2,88	0,84	0,0595	1,83	558	16	563	19	586	11	5	0,0021	561	14	1,22
B-II-18	0,883	1,98	0,105	1,06	0,54	0,0610	1,68	643	7	643	13	640	11	-1	0,0012	643	7	0,19
B-II-20	0,809	2,97	0,095	1,45	0,49	0,0615	2,59	588	9	602	18	657	17	11	0,0081	589	8	1,03
B-II-31	1,178	1,69	0,130	0,84	0,50	0,0659	1,46	785	7	790	13	804	12	2	0,0009	786	6	0,79
B-II-34	1,165	1,91	0,128	0,97	0,51	0,0658	1,64	779	8	784	15	800	13	3	0,0005	780	7	0,14
C-III-02	0,828	1,82	0,100	0,94	0,52	0,0603	1,56	612	6	612	11	615	10	0	0,0004	612	6	0,65
C-III-03	0,737	2,53	0,090	1,37	0,54	0,0593	2,13	557	8	561	14	577	12	3	0,0000	557	7	1,15
C-III-04	0,735	4,05	0,090	1,22	0,30	0,0589	3,86	558	7	559	23	563	22	1	0,0010	558	7	0,60
C-III-05	0,776	1,53	0,093	0,85	0,56	0,0606	1,27	572	5	583	9	627	8	9	0,0004	574	5	0,55
C-III-06	0,788	1,49	0,093	0,85	0,57	0,0616	1,23	572	5	590	9	659	8	13	0,0014	Disc.	0,37	
C-III-08	0,769	1,68	0,094	1,05	0,62	0,0594	1,31	579	6	579	10	581	8	0	0,0000	579	6	0,91
C-III-11	0,864	1,59	0,102	1,02	0,64	0,0617	1,22	624	6	632	10	663	8	6	0,0005	626	6	0,06
C-III-12 ³	1,556	1,75	0,154	1,38	0,79	0,0734	1,08	922	13	953	17	1026	11	10	0,0003	1026	44	0,29
C-III-16	0,834	1,52	0,099	0,91	0,60	0,0611	1,22	609	6	616	9	643	8	5	0,0003	610	5	0,87
C-III-20	1,180	1,46	0,131	0,87	0,59	0,0655	1,18	791	7	791	12	792	9	0	0,0005	791	6	0,17
C-III-24	0,777	1,75	0,094	1,40	0,80	0,0602	1,04	577	8	584	10	611	6	6	0,0012	580	8	1,52
C-III-28	0,777	7,26	0,094	1,91	0,26	0,0599	7,01	579	11	584	42	601	42	4	0,0053	579	11	0,79
C-III-32	0,740	1,98	0,091	1,10	0,55	0,0589	1,65	562	6	562	11	564	9	0	0,0001	562	6	0,78
C-III-33	0,900	1,83	0,106	0,89	0,49	0,0615	1,60	650	6	652	12	658	11	1	0,0003	650	6	0,48
C-III-38	0,737	1,95	0,091	1,04	0,54	0,0589	1,64	560	6	560	11	562	9	0	0,0004	560	6	0,92

Itajaí Basin sandstone, D Facies Association - sample PBI-37 B

D-IV-05	1,207	2,59	0,133	1,63	0,63	0,0657	2,02	806	13	804	21	797	16	-1	0,0027	806	12	0,48
D-IV-11	0,797	1,48	0,097	0,84	0,57	0,0596	1,22	597	5	595	9	588	7	-2	0,0002	597	5	0,75
D-IV-12	0,899	1,49	0,107	0,75	0,50	0,0610	1,29	655	5	651	10	639	8	-2	0,0018	654	5	0,71
D-IV-19	0,806	1,86	0,097	0,93	0,50	0,0600	1,61	599	6	600	11	605	10	1	0,0004	599	5	0,63
D-IV-22	1,152	1,47	0,128	0,62	0,42	0,0653	1,34	776	5	778	11	784	10	1	0,0019	777	5	0,37
D-IV-27	5,134	1,10	0,329	0,76	0,69	0,1130	0,79	1836	14	1842	20	1848	15	1	0,0002	1841	9	0,65
D-IV-02	0,772	3,42	0,093	2,53	0,74	0,0604	2,31	572	14	581	20	617	14	7	0,0002	575	13	1,05
D-IV-04	0,873	3,34	0,105	1,69	0,51	0,0603	2,88	644	11	637	21	615	18	-5	0,0006	643	10	0,50
D-IV-06	2,210	4,54	0,199	3,12	0,69	0,0805	3,30	1171	37	1184	54	1209	40	3	0,0006	1178	30	0,31
D-IV-08	0,920	4,02	0,107	3,34	0,83	0,0624	2,24	655	22	663	27	688	15	5	0,0018	660	19	0,51
D-IV-13	0,859	2,89	0,102	1,62	0,56	0,0610	2,39	627	10	630	18	641	15	2	0,0004	627	10	0,55
D-IV-18	3,177	2,68	0,207	2,01	0,75	0,1111	1,78	1215	24	1452	39	1817	32	33	0,0032	Disc.		0,35
D-IV-21	0,860	4,72	0,105	2,06	0,44	0,0592	4,24	646	13	630	30	573	24	-13	0,0010	645	13	0,95
D-IV-24	0,880	2,93	0,104	2,10	0,72	0,0614	2,05	638	13	641	19	652	13	2	0,0000	639	12	0,45
D-IV-26	0,846	3,45	0,101	1,63	0,47	0,0607	3,04	621	10	623	22	628	19	1	0,0008	621	10	0,62
D-IV-28	1,211	2,89	0,134	1,40	0,48	0,0656	2,53	810	11	806	23	795	20	-2	0,0004	809	10	0,10
D-IV-29	0,864	3,03	0,101	1,70	0,56	0,0617	2,51	623	11	632	19	665	17	6	0,0004	624	10	0,55
D-IV-30	0,919	2,83	0,108	1,85	0,66	0,0616	2,13	662	12	662	19	662	14	0	0,0004	662	11	0,78
D-IV-32	1,207	2,11	0,132	1,17	0,55	0,0661	1,76	801	9	804	17	810	14	1	0,0018	802	9	0,26
E-V-02	1,639	4,51	0,165	2,23	0,50	0,0719	3,91	986	22	985	44	984	38	0	0,0064	986	20	0,35
E-V-05	0,830	3,18	0,100	1,91	0,60	0,0604	2,54	613	12	614	20	617	16	1	0,0014	613	11	0,53
E-V-06	0,807	2,98	0,098	1,30	0,44	0,0600	2,68	600	8	601	18	604	16	1	0,0012	600	8	0,47
E-V-08	1,167	4,34	0,129	3,96	0,91	0,0658	1,80	780	31	785	34	800	14	2	0,0005	788	23	0,56
E-V-09	3,331	1,21	0,211	0,68	0,56	0,1144	1,00	1235	8	1488	18	1871	19	34	0,0014	Disc.		0,46
E-V-11	0,792	2,96	0,097	1,85	0,63	0,0593	2,31	596	11	592	18	577	13	-3	0,0000	595	10	0,72
E-V-12	0,748	4,50	0,090	2,73	0,61	0,0600	3,58	558	15	567	26	603	22	8	0,0010	559	14	0,35
E-V-14	0,760	2,51	0,093	1,54	0,61	0,0596	1,98	571	9	574	14	589	12	3	0,0003	571	8	0,58

E-V-15	0,821	2,48	0,099	1,24	0,50	0,0600	2,15	610	8	609	15	604	13	-1	0,0003	610	7	0,93
E-V-16	1,180	2,83	0,130	2,24	0,79	0,0659	1,73	787	18	791	22	804	14	2	0,0018	790	15	0,32
E-V-23	0,833	2,54	0,101	1,46	0,57	0,0597	2,08	621	9	615	16	593	12	-5	0,0003	620	9	0,38
E-V-25	1,321	1,70	0,140	0,79	0,46	0,0684	1,51	845	7	855	15	880	13	4	0,0000	847	6	0,12
E-V-31	4,875	2,15	0,328	1,65	0,77	0,1077	1,38	1831	30	1798	39	1760	24	-4	0,0002	1794	18	0,88
F-VI-01	7,556	1,89	0,398	1,39	0,74	0,1376	1,27	2162	30	2180	41	2197	28	2	0,0002	2181	17	0,51
F-VI-02	0,902	2,96	0,107	1,89	0,64	0,0611	2,28	656	12	653	19	643	15	-2	0,0002	655	11	0,61
F-VI-03	0,830	3,36	0,100	1,89	0,56	0,0602	2,78	615	12	614	21	610	17	-1	0,0007	614	11	0,18
F-VI-04	1,260	2,72	0,137	1,52	0,56	0,0669	2,26	825	13	828	23	835	19	1	0,0010	826	11	0,30
F-VI-05	1,142	3,10	0,126	2,36	0,76	0,0659	2,02	763	18	773	24	804	16	5	0,0009	768	16	0,23
F-VI-06	0,817	4,42	0,098	3,52	0,80	0,0604	2,67	603	21	606	27	617	16	2	0,0000	605	19	1,76
F-VI-07	1,146	2,40	0,127	1,50	0,62	0,0656	1,88	769	11	775	19	792	15	3	0,0007	771	10	0,44
F-VI-10 ³	4,024	2,20	0,276	1,57	0,71	0,1057	1,55	1571	25	1639	36	1727	27	9	0,0008	1727	56	0,55
F-VI-12	1,188	2,57	0,129	2,06	0,80	0,0669	1,53	781	16	795	20	834	13	6	0,0000	790	14	0,64
F-VI-13	0,827	2,49	0,099	1,93	0,78	0,0607	1,57	608	12	612	15	627	10	3	0,0005	610	11	0,18
F-VI-14	0,861	2,72	0,103	1,91	0,70	0,0606	1,94	633	12	631	17	623	12	-2	0,0005	632	11	0,50
F-VI-16	0,767	2,26	0,093	1,61	0,71	0,0599	1,59	573	9	578	13	598	10	4	0,0001	574	9	0,43
F-VI-18	0,757	2,68	0,092	2,14	0,80	0,0598	1,62	567	12	573	15	596	10	5	0,0003	569	11	0,36
F-VI-19	2,809	1,84	0,198	1,57	0,85	0,1028	0,96	1165	18	1358	25	1676	16	30	0,0005	Disc.		0,68
F-VI-20	0,827	2,92	0,099	1,36	0,47	0,0604	2,58	611	8	612	18	617	16	1	0,0013	611	8	0,62
F-VI-22	1,155	2,29	0,127	1,24	0,54	0,0660	1,93	770	10	779	18	807	16	5	0,0009	771	9	0,25
F-VI-23	1,099	2,39	0,121	1,45	0,61	0,0657	1,90	738	11	753	18	797	15	7	0,0010	741	10	0,44
F-VI-24	0,839	3,39	0,101	2,92	0,86	0,0602	1,73	621	18	619	21	611	11	-2	0,0010	619	16	0,74
F-VI-25	0,825	2,51	0,099	1,85	0,74	0,0602	1,69	611	11	611	15	610	10	0	0,0018	611	10	0,10
F-VI-29	7,615	1,37	0,399	1,06	0,77	0,1383	0,87	2166	23	2187	30	2206	19	2	0,0001	2191	12	0,75
F-VI-30	1,711	2,44	0,161	1,60	0,66	0,0772	1,84	961	15	1013	25	1126	21	15	0,0004	Disc.		0,24
F-VI-33	1,645	8,79	0,168	2,17	0,25	0,0711	8,52	999	22	988	87	962	82	-4	0,0040	999	20	1,64
D-IV-33	0,843	2,18	0,102	1,59	0,73	0,0597	1,49	628	10	621	14	592	9	-6	0,0011	625	9	1,33
E-V-01	0,792	2,07	0,097	0,71	0,35	0,0592	1,94	597	4	592	12	575	11	-4	0,0009	597	4	0,62

F-VI-06	0,753	1,55	0,092	1,15	0,74	0,0595	1,04	566	6	570	9	587	6	4	0,0002	567	6	1,66
<i>Itajaí Basin sandstone, D Facies Association - sample PBI-09 A</i>																		
C-III-01	1,282	3,83	0,140	3,50	0,91	0,0663	1,55	846	30	838	32	817	13	-4	0,0018	833	42	0,35
C-III-02	2,703	2,31	0,230	1,49	0,64	0,0852	1,77	1335	20	1329	31	1320	23	-1	0,0006	1332	32	0,32
C-III-03	7,977	2,15	0,416	1,91	0,89	0,1392	0,98	2241	43	2228	48	2217	22	-1	0,0036	2222	16	1,35
C-III-04 ³	3,120	2,51	0,244	2,35	0,93	0,0927	0,89	1407	33	1438	36	1482	13	5	0,0000	1482	34	0,33
C-III-05	5,632	2,65	0,345	1,42	0,54	0,1183	2,24	1911	27	1921	51	1931	43	1	0,0013	1916	20	0,57
C-III-06	2,335	3,92	0,211	2,20	0,56	0,0804	3,25	1232	27	1223	48	1206	39	-2	0,0012	1229	23	2,31
C-III-08	1,201	2,58	0,132	1,79	0,69	0,0662	1,86	797	14	801	21	812	15	2	0,0007	799	13	0,57
C-III-09	1,230	2,82	0,135	1,61	0,57	0,0662	2,32	815	13	814	23	814	19	0	0,0009	814	12	0,48
C-III-11	1,252	3,22	0,137	2,18	0,68	0,0662	2,36	828	18	824	27	813	19	-2	0,0015	827	16	0,41
C-III-13	1,248	3,29	0,137	1,78	0,54	0,0659	2,77	830	15	822	27	802	22	-3	0,0004	828	13	0,54
C-III-15	1,077	2,58	0,116	1,88	0,73	0,0672	1,78	709	13	742	19	845	15	16	0,0000	Disc.		0,36
C-III-17	2,060	2,12	0,191	1,63	0,77	0,0781	1,35	1128	18	1136	24	1150	16	2	0,0029	1134	14	0,36
C-III-18	0,929	2,21	0,107	1,51	0,68	0,0632	1,62	653	10	667	15	714	12	9	0,0059	657	9	0,66
C-III-20	2,596	4,49	0,174	4,31	0,96	0,1084	1,24	1033	45	1299	58	1772	22	42	0,0032	Disc.		0,43
C-III-21 ³	1,134	2,99	0,123	2,50	0,84	0,0669	1,64	748	19	770	23	834	14	10	0,0023	834	67	0,48
C-III-24	0,898	3,57	0,107	1,71	0,48	0,0612	3,13	653	11	651	23	645	20	-1	0,0011	652	10	0,69
C-III-27	1,240	3,58	0,137	2,20	0,61	0,0655	2,83	829	18	819	29	790	22	-5	0,0002	826	16	0,55
C-III-28	2,215	5,34	0,202	3,57	0,67	0,0794	3,97	1188	42	1186	63	1181	47	-1	0,0024	1187	35	0,50
C-III-29	0,956	5,56	0,114	2,12	0,38	0,0606	5,14	698	15	681	38	627	32	-11	0,0025	Disc.		1,36
C-III-30	1,183	2,81	0,130	2,32	0,83	0,0662	1,59	785	18	793	22	814	13	4	0,0017	791	15	0,31
C-III-31	1,303	2,59	0,143	1,10	0,43	0,0660	2,34	862	10	847	22	807	19	-7	0,0002	860	9	0,30
D-IV-02	3,165	3,14	0,253	1,74	0,55	0,0907	2,62	1455	25	1449	46	1440	38	-1	0,0009	1452	21	0,21
D-IV-05	1,241	2,87	0,134	2,08	0,72	0,0672	1,98	810	17	819	23	845	17	4	0,0003	814	15	0,36
D-IV-07	0,902	4,60	0,105	3,65	0,79	0,0625	2,79	642	23	653	30	690	19	7	0,0053	648	21	0,54
D-IV-09	3,602	1,87	0,272	1,15	0,62	0,0959	1,47	1553	18	1550	29	1545	23	-1	0,0005	1551	14	0,33
D-IV-11	0,916	3,43	0,107	2,00	0,58	0,0620	2,78	656	13	660	23	673	19	3	0,0009	657	12	0,54

D-IV-17 ³	1,179	2,04	0,127	1,18	0,58	0,0674	1,66	769	9	791	16	851	14	10	0,0002	851	69	0,33
D-IV-23	3,528	1,89	0,269	1,44	0,76	0,0950	1,22	1538	22	1534	29	1528	19	-1	0,0004	1534	15	0,60
D-IV-26	1,394	2,90	0,153	1,38	0,47	0,0662	2,56	916	13	886	26	813	21	-13	0,0006	Disc.		0,41
D-IV-28	1,262	2,95	0,138	1,87	0,63	0,0662	2,28	834	16	829	24	813	19	-3	0,0005	832	14	0,70
E-V-01	0,796	2,47	0,096	1,37	0,55	0,0599	2,06	593	8	594	15	601	12	1	0,0008	593	8	0,63
E-V-03	0,736	7,97	0,084	2,75	0,35	0,0638	7,48	518	14	560	45	733	55	29	0,0017	Disc.		1,41
E-V-04	0,805	3,67	0,096	2,52	0,69	0,0610	2,67	590	15	600	22	639	17	8	0,0040	592	14	0,59
E-V-06	0,870	3,00	0,102	1,58	0,52	0,0619	2,56	626	10	636	19	671	17	7	0,0056	627	9	0,52
E-V-08	6,021	2,30	0,359	1,82	0,79	0,1215	1,41	1979	36	1979	46	1978	28	0	0,0008	1979	20	0,34
E-V-09	0,809	3,55	0,095	1,70	0,48	0,0616	3,11	586	10	602	21	660	21	11	0,0065	Disc.		0,43
E-V-11	7,043	1,93	0,385	1,65	0,85	0,1327	1,02	2100	35	2117	41	2133	22	2	0,0008	2124	15	0,61
E-V-12	3,269	2,30	0,255	1,40	0,61	0,0928	1,82	1466	21	1474	34	1485	27	1	0,0008	1470	16	0,50
E-V-13	0,832	3,04	0,100	1,83	0,60	0,0602	2,42	616	11	615	19	609	15	-1	0,0006	616	11	0,51
E-V-14	3,216	2,38	0,251	1,14	0,48	0,0931	2,09	1442	16	1461	35	1489	31	3	0,0007	1447	14	0,49
E-V-15 ³	2,571	3,03	0,215	2,34	0,77	0,0866	1,94	1257	29	1292	39	1351	26	7	0,0001	1351	73	0,85
E-V-18 ³	2,448	2,02	0,211	1,48	0,73	0,0842	1,38	1233	18	1257	25	1298	18	5	0,0000	1298	53	0,50
E-V-21 ³	6,151	1,99	0,371	1,84	0,92	0,1203	0,76	2033	37	1998	40	1961	15	-4	0,0008	1961	28	2,01
E-V-22	3,143	3,11	0,242	1,22	0,39	0,0940	2,86	1399	17	1443	45	1509	43	7	0,0019	1406	15	1,16
E-V-23	1,147	2,60	0,129	1,96	0,75	0,0648	1,71	779	15	776	20	766	13	-2	0,0011	778	13	0,59
E-V-28	1,171	2,03	0,129	1,26	0,62	0,0657	1,59	783	10	787	16	798	13	2	0,0003	784	9	0,24
E-V-30 ³	4,418	1,43	0,300	0,80	0,56	0,1068	1,19	1691	13	1716	25	1746	21	3	0,0003	1746	47	0,39

¹ 40 µm spot size

² 25 µm spot size

³ Discordia age with upper intercept

Table 2 –Guadagnin et al.

Spot number	Ratios							Age (Ma)						%	f 206	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$
	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	±	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	±	Rho 1	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	±	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	±	Disc.		
A-I-04	0,714	1,64	0,089	1,11	0,68	0,0583	1,21	548	6	547	9	542	7	-1	0,0000	0,93
A-I-05	0,717	2,16	0,089	1,33	0,61	0,0585	1,71	549	7	549	12	549	9	0	0,0000	0,88
A-I-10	0,716	1,44	0,088	1,09	0,75	0,0589	0,95	544	6	548	8	565	5	4	0,0015	0,79
A-I-14	0,733	2,69	0,090	1,31	0,49	0,0589	2,35	557	7	558	15	562	13	1	0,0001	0,87
A-I-19	0,760	6,29	0,093	1,40	0,22	0,0593	6,14	573	8	574	36	580	36	1	0,0129	0,89
A-I-20	0,706	1,65	0,086	1,50	0,91	0,0593	0,70	534	8	542	9	577	4	7	0,0001	0,74
A-I-28	0,715	1,83	0,089	1,27	0,69	0,0582	1,32	550	7	548	10	538	7	-2	0,0002	0,91
A-I-29	0,703	1,94	0,086	1,32	0,68	0,0589	1,43	535	7	540	10	565	8	5	0,0002	0,92
A-I-30	0,722	1,83	0,088	1,41	0,77	0,0593	1,16	546	8	552	10	578	7	6	0,0003	0,68
B-II-01	0,714	2,33	0,089	1,63	0,70	0,0583	1,65	548	9	547	13	541	9	-1	0,0010	0,96
B-II-02	0,719	4,18	0,089	1,43	0,34	0,0586	3,93	550	8	550	23	551	22	0	0,0008	0,95
B-II-05	0,740	1,76	0,091	1,46	0,83	0,0587	0,98	564	8	563	10	556	5	-2	0,0000	1,00
B-II-06	0,747	6,04	0,091	1,39	0,23	0,0593	5,88	564	8	566	34	578	34	2	0,0001	0,98
B-II-17	0,721	1,93	0,090	1,38	0,71	0,0581	1,35	555	8	551	11	535	7	-4	0,0011	0,70

Table 3 – Guadagnin et al.

Sample	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	SE (%)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	SE (%)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	SE (%)	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	SE (%)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	SE (%)
PBI-09 A	19,3433	0,0052	15,7299	0,0053	39,7581	0,0059	2,0554	0,0021	0,8132	0,0008
PBI-12 A	16,4657	0,0037	15,5468	0,0043	37,4660	0,0081	2,2754	0,0059	0,9442	0,0014
PBI-12 B	20,0403	0,0057	15,7611	0,0062	40,0959	0,0053	2,0008	0,0035	0,7865	0,0021
PBI-14 A	18,0442	0,0037	15,6126	0,0044	39,2455	0,0083	2,1749	0,0054	0,8652	0,0008
PBI-15 A	18,7627	0,0040	15,6956	0,0044	39,0596	0,0051	2,0818	0,0035	0,8365	0,0011
PBI-10 A	18,6738	0,0038	15,6768	0,0044	39,1268	0,0078	2,0953	0,0049	0,8395	0,0009
PBI-05 A	18,8426	0,0052	15,6979	0,0074	39,0376	0,0114	2,0718	0,0064	0,8331	0,0018

PBI-19 A	18,7270	0,0048	15,6752	0,0036	39,2587	0,0040	2,0964	0,0037	0,8370	0,0012
PBI-28 A	18,6277	0,0018	15,6769	0,0023	38,7865	0,0035	2,0822	0,0033	0,8416	0,0007
PBI-65 A	18,9439	0,0066	15,6783	0,0064	39,5684	0,0051	2,0887	0,0033	0,8276	0,0008
PBI-49 A	19,4834	0,0077	15,7195	0,0066	40,0514	0,0066	2,0556	0,0039	0,8068	0,0007
PBI-43 A	18,9325	0,0053	15,6903	0,0057	39,4668	0,0030	2,0846	0,0037	0,8288	0,0014
PBI-59 A	18,7671	0,0045	15,6895	0,0048	39,2695	0,0089	2,0925	0,0071	0,8360	0,0018
PBI-11 A	19,2640	0,0070	15,7134	0,0071	39,3651	0,0095	2,0435	0,0026	0,8157	0,0009
PBI-33 A	16,6301	0,0075	15,5081	0,0068	37,3030	0,0008	2,2431	0,0038	0,9325	0,0012
PBI-44 A	17,1788	0,0044	15,5551	0,0046	38,2289	0,0035	2,2254	0,0050	0,9055	0,0008
PBI-07 A	18,1921	0,0088	15,6681	0,0101	40,1872	0,0097	2,2090	0,0016	0,8612	0,0026
PBI-69 A	22,1029	0,0309	17,0299	0,0296	41,5823	0,0258	1,8814	0,0060	0,7705	0,0034
PBI-69 B	16,3802	0,0030	15,9759	0,0023	37,0563	0,0037	2,2623	0,0027	0,9753	0,0007
PBI-76 A	16,0553	0,0188	15,4476	0,0181	36,8306	0,0205	2,2940	0,0023	0,9622	0,0029

Table 4 – Guadagnin et al.

Sample	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Error (ppm)	Epsilon Nd (0)	Epsilon Nd (t)	T DM	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	t
PBI-09 A	9,51	48,77	0,11790	0,51200	13	-12,5	-6,9	1654	0,51156	560
PBI-12 A	5,1	16,5	0,185696	0,511890	23	-14,6	-13,8	213788	0,511208	560
PBI-12 B	8,0	36,9	0,131187	0,512149	26	-9,5	-4,9	1639	0,511668	560
PBI-14 A	8,8	50,2	0,106387	0,511745	10	-17,4	-11,0	1832	0,511355	560
PBI-15 A	7,4	38,4	0,116147	0,512055	26	-11,4	-5,6	1533	0,511629	560
PBI-10 A	3,6	15,5	0,138083	0,512107	53	-10,4	-6,2	1874	0,511600	560
PBI-05 A	9,6	50,5	0,115476	0,512044	23	-11,6	-5,8	1541	0,511620	560
PBI-19 A	8,53	42,04	0,12263	0,51202	8	-12,0	-6,7	1696	0,51157	560
PBI-28 A	6,6	32,9	0,120628	0,512068	22	-11,1	-5,7	1586	0,511625	560
PBI-65 A	7,3	37,5	0,117806	0,512124	15	-10,0	-4,4	1451	0,511692	560

PBI-49 A	7,8	39,3	0,120366	0,511932	21	-13,8	-8,3	1803	0,511490	560
PBI-43 A	11,4	50,2	0,136765	0,512190	35	-8,7	-4,4	1676	0,511689	560
PBI-59 A	8,6	43,7	0,118482	0,512049	38	-11,5	-5,9	1581	0,511614	560
PBI-11 A	7,9	40,7	0,116773	0,511994	27	-12,6	-7,0	1639	0,511573	550
PBI-33 A	12,8	89,2	0,086430	0,511723	9	-17,9	-10,1	1572	0,511411	550
PBI-44 A	4,5	31,1	0,087628	0,511663	9	-19,0	-11,4	1659	0,511347	550
PBI-07 A	19,3	89,3	0,130669	0,512204	15	-8,5	-3,4	1528	0,511691	600
PBI-69 A	19,6	90,6	0,130701	0,511199	15	-28,1	-10,3	3430	0,509392	2100
PBI-69 B	0,7	4,3	0,102489	0,510811	62	-35,6	-10,3	3070	0,509394	2100
PBI-76 A	7,2	37,8	0,114589	0,511452	21	-23,1	-1,0	2442	0,509867	2100

Table 5 – Guadagnin et al.

CAPÍTULO III

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de dados geológicos, estratigráficos, estruturais, paleontológicos, geocronológicos e geofísicos com os novos dados geocronológicos e isotópicos aqui apresentados mostrou-se eficaz na determinação da idade deposicional da sequência ediacarana da Bacia do Itajaí, assim como em um melhor entendimento das suas áreas fonte.

As idades U/Pb em zircão indicam que a Bacia do Itajaí depositou-se entre 563 ± 3 Ma e 549 ± 4 Ma, marcadas pela deposição de camadas epiclásticas (tufo finos) e pela intrusão do magmatismo ácido do final do ciclo Brasileiro. A idade deposicional máxima (563 ± 3 Ma) pode ser um pouco mais antiga para as seções abaixo da camada de tufo.

As idades dos zircões detríticos de arenitos mostram que a base da bacia possui proveniência de zircões de rochas Paleoproterozóicas e Neoproterozóicas, enquanto que para o topo os zircões Neoproterozóicos dominam, com uma população significativa próxima a 800 Ma, que está diretamente ligada ao magmatismo da abertura da paleobacia Brusque.

Os parâmetros isotópicos de proveniência (idades modelo T_{DM} , fator e_{Nd} , e correlação de isótopos de Pb) indicam que os sedimentos da Bacia do Itajaí foram originados do Cinturão Dom Feliciano e fortemente influenciados pelo magmatismo ácido.

O intervalo de tempo da deposição da Bacia do Itajaí concorda muito bem com o seu conteúdo fóssilífero que, segundo Da Rosa (2005), possui impressões fósseis típicas da fauna de Ediacara (575 a 542 Ma, NARBONNE, 2005).

Dessa forma, pode-se correlacionar a Bacia do Itajaí com outras bacias adjacentes aos cinturões Brasileiros/Pan-Africanos, como o Grupo Santa Bárbara da Bacia do Camaquã (Estado do Rio Grande do Sul), as seções intermediárias da Bacia Arroyo Del Soldado (Uruguai) e as seções basais da Bacia de Nama (Namíbia) (Fig. 16 do Capítulo II).

2. BIBLIOGRAFIA

DA ROSA, A.L.Z. *Evidências de vida no Ediacarano Inferior da Bacia do Itajaí, SC*. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2005.

NARBONNE, G.M. The Ediacara Biota: Neoproterozoic Origin of Animals and Their Ecosystems. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 33, p.421-442, 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)