

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Análise isotópica de Sr - Nd-Pb do Grupo Itajaí, na região  
de Timbó- Ilhota, SC.**

**Nathalia Pozzi Arcaro**

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF -2007/32)**

TF  
A668  
NP.a

SÃO PAULO  
2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



**Título: Análise Isotópica de Sr, Nd e Pb do Grupo Itajaí, na região entre  
Timbó e Ilhota**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024334

**Autora: Nathália Pozzi Arcaro**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nathalia Pozzi Arcaro".

**Orientador: Prof.Dr. Miguel Ângelo Stipp Basei**

**Trabalho de formatura (TF-07/32)**

**São Paulo  
2007**

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the supervisor, Miguel Ângelo Stipp Basei.





*"A satisfação reside no esforço, não no resultado obtido."*

O esforço total é a plena vitória."  
(Gandhi )



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Prof. Miguel Ângelo Stipp Basei por ter me aceitado como estagiária a três anos atrás, e desde então ter me orientado, criticado, ensinado, conversado, contribuindo ao máximo para a minha formação como profissional e como pessoa. Pela paciência e serenidade que sempre me recebia na sua sala, mesmo quando eu estava na correria para entregar os relatórios. Muito obrigada!

Ao Reynaldo (Kuka) pela amizade, pelos conselhos e pelas conversas ao longo desses três anos, por toda ajuda com os mapas e perfis, pelas broncas e pelas discussões políticas que sempre foram enriquecedoras. Obrigada!

Aos meus amigos Marina e Bento, amigos que sempre pude contar, muito obrigada por vocês me apoiarem e ajudarem durante toda essa etapa da minha vida, principalmente Marina, que me acompanha desde o primeiro ano; saibam que nunca me esquecerei de vocês.

Aos professores Paulo César Bogianni, por me ajudar em um momento bastante delicado da minha passagem pela faculdade, e por não me deixar desistir do curso.

Ao professor Renato Moraes, por me ajudar bastante em metamórfica, e pelas horas e horas no laboratório de petrografia.

Aos amigos Grace, Thaís, Priscilla, Walter, Waldemar, Dezão, Denão, todos aqueles que convivi durante a graduação, muito obrigada pela amizade e carinho de todos.

Ao Bruno, meu super amigo, que eu considero uma pessoa excepcional, e que apesar de não estarmos mais tão próximos, teve um papel muito importante na minha vida e na minha descoberta da geologia.

Um agradecimento especial a minha família, responsável por tudo isso. Obrigada pai, por me ensinar a ser uma pessoa honesta e sempre confiar na minha capacidade; mãe, por me ensinar a ser forte e nunca deixar de acreditar em mim, a minha tia Cláudia, minha segunda mãe, que me criou e sempre procurou me ensinar e educar da melhor maneira possível; ao meu irmão, extremamente inteligente, que sempre tem uma palavra amiga nas horas



difíceis; aos meus avós Décio e Lúcia, que são os responsáveis por essa família ser tão unida e maravilhosa, tenho muito orgulho de todos vocês, vocês são a coisa mais importante da minha vida... muito obrigada por me amarem e me apoiarem sempre.

Ao meu namorado, Ernesto, que me apoiou e ajudou muito nessa etapa final de trabalho de formatura, pessoa que eu amo muito e é muito especial pra mim.

A todos os funcionários do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, que sempre me atenderam e ajudaram com muita boa vontade. Obrigada.

Ao pessoal do xérox, que sempre me ajudou, Claudionor, Seu Zé, Henrique.



## RESUMO

A Bacia do Itajaí está localizada na porção norte ocidental do Estado de Santa Catarina formando uma calha alongada de orientação N60E, composta por um espesso pacote de rochas sedimentares com grande contribuição vulcânica que preenchem a antefossa molássica do Cinturão Dom Feliciano.

A estratigrafia da bacia pode ser definida em três seqüências: conglomerados e arenitos arcoseanos com intercalações de tufos vulcânicos compondo a seqüência basal de caráter continental, unidade turbidítica intercalando ritmitos, arenitos e siltitos, depositados em ambiente marinho, como unidade intermediária; e uma seqüência superior (pós-colocação das vulcânicas félsicas) topo, definida por uma segunda unidade turbidítica, composta na base por conglomerados com clastos de vulcânica, e siltitos seguida por siltitos, ritmitos, arenitos e siltitos.

Nesse trabalho são apresentados dados isotópicos do Grupo Itajaí para na análises de Sr, Nd e Pb, onde, juntamente com as análises estruturais, descrição das unidades e elaboração de perfis, procurou-se estabelecer uma relação entre as três unidades do Grupo Itajaí, unidade basal, intermediária e superior, na região entre os municípios de Timbó e Ilhota, no Estado de Santa Catarina.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa com a localização da região de estudo, entre os municípios de Timbó e Ilhota.....	2
Figura 2 – Contextualização tectônica da Bacia do Itajaí.....	5
Figura 3 - Diagrama de classificação de arenitos de Pettijohn (1972), com dados retirados da lâmina TIM-VI-137B.....	23
Figura 4 –Relação entre $\epsilon(0)\text{Nd}$ e $\epsilon(0)\text{Sr}$ .....	34



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amostras selecionadas para análises isotópicas.....29

Tabela 2 – Resultados das análises isotópicas das amostras dos sedimentos do Grupo Itajaí.....31

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. HISTÓRICO DO TRABALHO E MATERIAIS

Arquivo fotográfico	12
Fotografia de Campo	12
Relatório	13
Anexo 1 - Estrutura	13
Exemplos de amostras	14

#### 1.2. HISTÓRICO DO TRABALHO

#### 1.3. INSTALAÇÕES, CORTIÇOS E INTERPRETAÇÕES

Descrição das instalações	21
Instalação de Cortiços	24
Perfil CD	27
Perfil Quilômetro	28
Exemplos de amostras	28
Exemplos de amostras	29

### 2. CONCLUSÃO

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### ANEXOS

- Anexo 1 - Tabela com os dados estruturais
- Anexo 2 - Histograma com os dados isotópicos
- Anexo 3 - Planilha Fotográfica
- Anexo 4 - Mapa Geológico e Perfil

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b><u>OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA</u></b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b><u>CONTEXTO TECTÔNICO</u></b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b><u>GEOLOGIA REGIONAL</u></b>	<b>5</b>
	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO LUÍS ALVES	5
	COMPLEXO BRUSQUE	6
	GRUPO ITAJAÍ	7
	SUÍTES INTRUSIVAS GRANÍTICAS E VULCÂNICAS ASSOCIADAS	8
<b>5.</b>	<b><u>EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO.</u></b>	<b>9</b>
<b>6.</b>	<b><u>METODOLOGIA DE TRABALHO E MATERIAIS</u></b>	<b>12</b>
	<i>Análise bibliográfica</i>	12
	<i>Trabalhos de Campo</i>	12
	<i>Petrografia</i>	13
	<i>Análise Estrutural</i>	13
	<i>Estudos Isotópicos</i>	14
<b>7.</b>	<b><u>DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO</u></b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b><u>RESULTADOS OBTIDOS E INTERPRETAÇÕES.</u></b>	<b>21</b>
	<i>Descrição das unidades mapeadas</i>	21
	<i>Análise Estrutural</i>	24
	<i>Perfil CD</i>	27
	<i>Perfil Geológico</i>	28
	<i>Estudos Isotópicos</i>	28
	<i>Empilhamento Estratigráfico</i>	35
<b>9.</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b>36</b>
<b>10.</b>	<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b>38</b>

## ANEXOS

- Anexo 1 - Tabela com os dados estruturais
- Anexo - Histograma com os dados isotópicos
- Anexo - Prancha Fotográfica
- Anexo 4 - Mapa Geológico e Perfis



## 1. Introdução

A Bacia do Itajaí localiza-se na porção norte ocidental do estado de Santa Catarina ocupando uma área de 700 km<sup>2</sup>, formando uma calha alongada com direção N60E, posicionada entre um bloco cratônico e uma faixa móvel, sendo caracterizada como um espesso pacote de rochas epiclásticas e contribuições subordinadas de piroclásticas e vulcânicas traquíticas a riolíticas definidas como Grupo Itajaí (Basei, et al., 1999).

O acesso a área de estudo é feito, a partir de São Paulo, pela rodovia BR-116 até a cidade de Curitiba, de lá segue-se pela BR-101 até o trevo para Navegantes. Desse local, toma-se a rodovia BR-470 rumo oeste, seguindo-se paralelamente o Rio Itajaí até a cidade de Ibirama, onde os sedimentos da Bacia são recobertos pela Bacia do Paraná. Excelentes exposições ocorrem entre Ilhota e Blumenau (E) e Apiúna e Ibirama (W) que representam os dois extremos da Bacia do Itajaí. A figura 1 ilustra a localização e as vias de acesso à área.

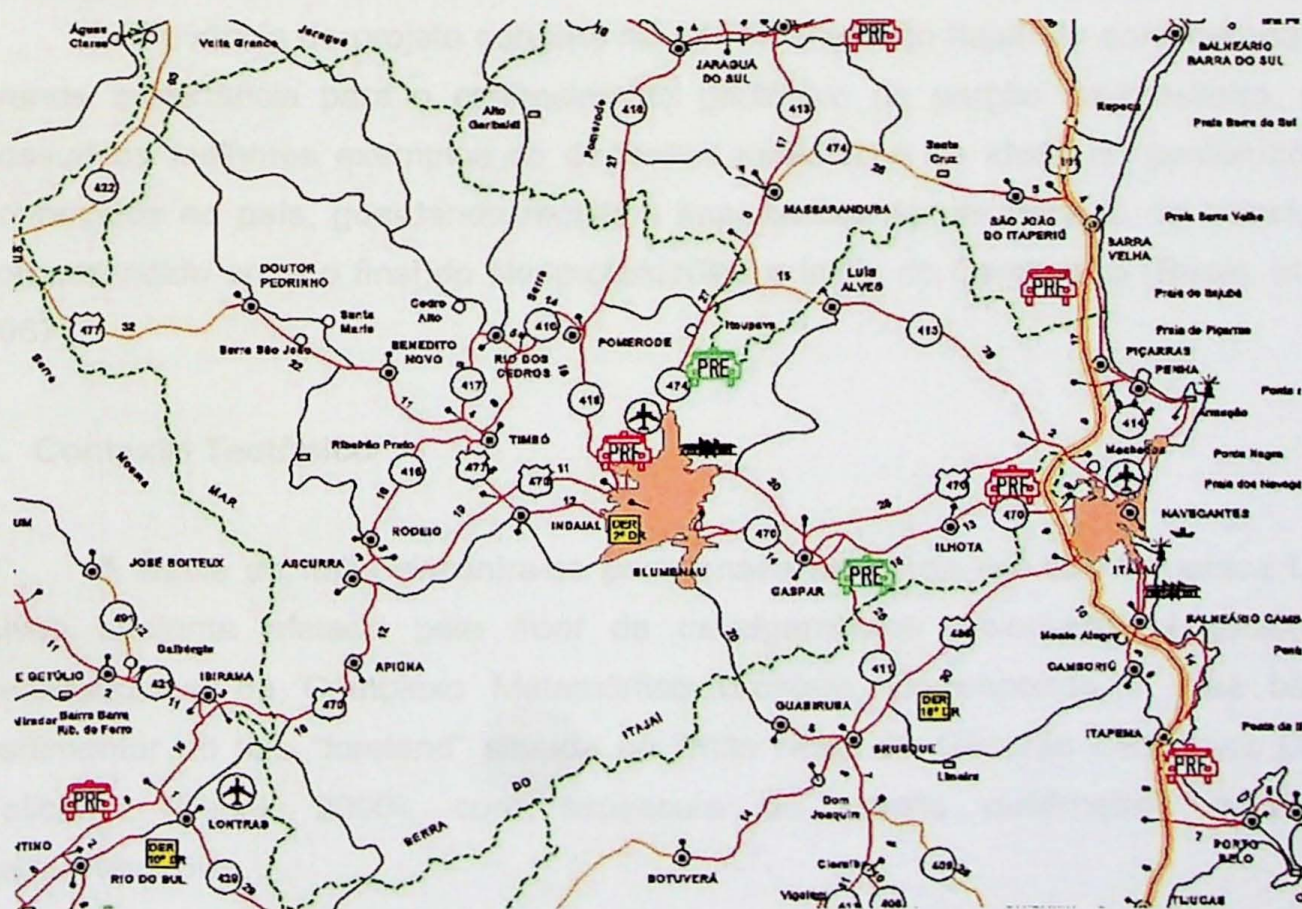


Figura 1- Mapa com a localização da região de estudo, entre os municípios de Timbó e Ilhota.



## 2. Objetivos e Justificativa

O tema que está sendo desenvolvido no trabalho de formatura tem como objetivos:

(I) a elaboração de uma coluna litoestratigráfica da Bacia do Itajaí, na região de Gaspar (SC);

(II) caracterizar isotópicamente as unidades sedimentares da Bacia do Itajaí.

As características isotópicas do material de preenchimento da bacia fornecerão indicações sobre a provável área fonte dos sedimentos, e conseqüentemente, sobre ambiente tectônico formador da mesma.

Os estudos isotópicos têm como finalidade a caracterização da assinatura isotópica dos diferentes níveis de sedimentos finos para identificar as possíveis áreas fonte desses sedimentos, bem como comparar essas assinaturas entre os estratos que, apesar das semelhanças litológicas, podem ocorrer em posições estratigráficas diferentes.

A relevância do projeto consiste no fato da Bacia do Itajaí ser considerada de grande importância para o conhecimento geológico da porção sul-brasileira, por possuir os melhores exemplos de depósitos turbidíticos de idade neoproterozóica conhecidos no país, guardando registros importantes de um período de transição compreendido entre o final do Neoproterozóico e início do Cambriano (Basei, et al. 1987).

## 3. Contexto Tectônico

A Bacia do Itajaí encontra-se posicionada na borda sul da Microplaca Luis Alves bastante afetada pelo *front* de cavalgamentos associados à tectônica deformacional do Complexo Metamórfico Brusque. Corresponde a uma bacia sedimentar do tipo “foreland” situada no limite Norte do Cinturão Orogênico Dom Feliciano (Basei, 2000), com espessura de alguns quilômetros e idade neoproterozóica.

O Cinturão Dom Feliciano é representado por uma faixa de 1200 km de extensão e 150 km de largura, com orientação aproximada NS. Esse cinturão é interpretado como produto de sucessivas subducções e colisões relacionadas a aglutinação de diferentes terrenos gerados ou intensamente retrabalhados no



período compreendido entre o Neoproterozóico e o Cambriano, durante as orogêneses Brasileira e Rio Doce, cujo intervalo estaria compreendido entre 900 (abertura do oceano Adamastor) e 530 Ma (deformação das bacias de foreland) relacionados aos eventos tectono-magmáticos associados a formação do Gondwana Ocidental (Basei, 2000).

A Microplaca Luís Alves constitui um segmento crustal onde predominam rochas de alto grau metamórfico englobadas no Complexo Granulítico de Santa Catarina (Hartmann *et al.*, 1979). Seu limite norte – nordeste é definido pela zona de Sutura Pien, ao sul estende-se até a cidade de Blumenau (SC), onde é coberta pelos sedimentos anquimetamórficos da bacia de foreland do Cinturão Dom Feliciano (Basei, 2000).

O seguimento representado pelo Batólito Florianópolis faz contato com o cinturão metavulcanosedimentar através da Zona de Cisalhamento Major Gersino que, com rejeito dextral oblíquo separa os granitóides do Batólito Florianópolis dos metamorfitos do Grupo Brusque. Segundo Basei (2000) o conjunto dos sedimentos metavulcânicos do Complexo Brusque e os granitóides que o intrudem é alóctone, com sentido de transporte para noroeste em direção aos sedimentos anquimetamórficos do Grupo Itajaí. Devido a proximidade com as nappes responsáveis pelo cavalgamento do Grupo Brusque sobre o Grupo Itajaí, o mesmo encontra-se dobrado e falhado, com sua porção sul mais deformada que a porção norte onde, apesar da maioria dos contatos serem tectônicos, os sedimentos da bacia repousam discordantemente sobre os gnaisses do Complexo Granulítico de Santa Catarina.

Na Bacia há o predomínio de um espesso pacote sedimentar turbidítico, subordinadamente são observadas rochas magmáticas de caráter ácido, de início com tufo e brechas intercaladas nos metassedimentos, que passam a domos riolíticos. Como evento magmático final tem-se a intrusão do Granito Subida (Basei *et al.* 1985, Rostirolla *et al.*, 1992, Citroni, 1993).

Como resultado dos empurrões rumo NW, são observadas duas fases deformacionais presentes na mesma, onde a primeira deu origem a dobras normais e inclinadas com direção NE-SW e vergência para NW. A segunda gerou inflexões descontínuas com orientação NNW/SSE (Basei *et al.*, 1987).



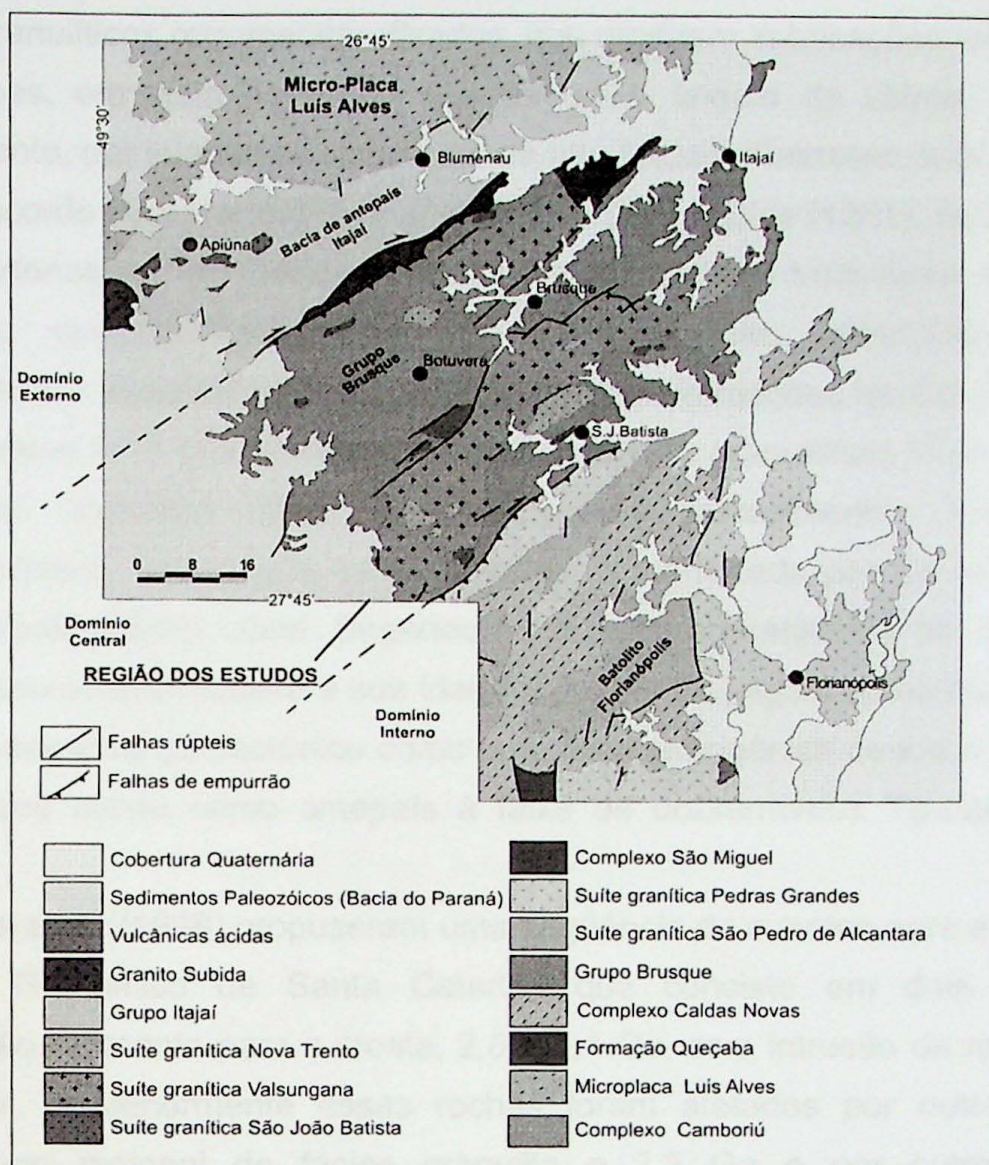


Figura 2- Contextualização tectônica da Bacia do Itajaí (Basei et.al, 2000).

#### 4. Geologia Regional

A região nordeste do Estado de Santa Catarina é constituída principalmente por rochas arqueanas a proterozóicas superiores, além de corpos graníticos associados a atividades orogênicas e anorogênicas com idades desde o Proterozóico Superior até o Ordoviciano Inferior.

##### **Complexo Gnáissico-Migmatítico Luis Alves**

O Complexo Gnáissico Migmatítico Luis Alves faz parte do Complexo Granulítico de Santa Catarina que ocorre na porção norte do Escudo Catarinense, fazendo contato tectônico, na borda sul, com o Grupo Brusque por uma extensa e larga faixa milonítica denominada Lineamento Perimbó, e sedimentos da Bacia do Itajaí. O contato com sedimentos do Grupo Itajaí se dá por falhamentos junto de



gnaisses granulíticos retrometamorfizados, que mostram imbricações tectônicas com essas rochas, em vista de empurrões de baixo ângulo da última, modificados, posteriormente, por intenso cisalhamento de alto ângulo (Caldasso *et al.* 1995).

De acordo com Hartmann *et al.* (1979) e Silva & Dias (1981), os litotipos mais comuns pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico Luís Alves são gnaisses hiperstênios quartzo feldspáticos, e subordinamente, ultramafitos, gnaisses calciossilicáticos, kinzigitos, anortositos, quartzitos e formações ferríferas.

Caldasso *et al.* (1995) descreve as os gnaisses granulíticos com uma foliação metamórfica principal (Sn) marcada pelo alinhamento dos minerais ferromagnesianos, sendo que essa superfície é modificada por fases mais jovens ligadas a cisalhamento dúctil. Segundo os autores supracitados há um consenso entre diversos autores quanto à sua idade arqueana, e julgam como mais adequado seu posicionamento geotectônico como uma área cratogênica desde o Proterozóico Inferior e que serviu como antepaís à faixa de dobramentos Tijucas (Complexo Brusque).

Basei *et al.* (1998) propuseram uma seqüência de eventos para a evolução do Complexo Granulítico de Santa Catarina que consiste em dois eventos de diferenciação do manto para a crosta, 2,8 e 2,4 Ga, com intrusão de rochas ígneas em 2,6 Ga. Posteriormente essas rochas foram afetadas por outro evento de metamorfismo regional de fácies granulito a 2,3 Ga e por outro evento de metamorfismo regional de fácies anfibolito a 2,0 Ga. A partir de 1,9 Ga a região se tornou tectonicamente estável somente sendo afetada por uma reativação local em zonas de falha a 0,6 Ga.

### **Complexo Brusque**

Segundo Caldasso *et al.* (1995), as rochas do Complexo Brusque dispõem-se por uma faixa NE-SW, com cerca de 40 km de largura e por mais de 75 km de comprimento, desde o litoral até a Bacia do Paraná, nas proximidades de Vidal Ramos, sendo interrompida apenas pela exposição de granitóides intrusivos e pelas coberturas quaternárias.

O Complexo Brusque constitui uma seqüência vulcanossedimentar com derivação vulcânica mais restrita. As rochas apresentam-se metamorfizadas regionalmente em fácies xisto verde, podendo chegar à fácies anfibolito inferior ou mesmo a um grau metamórfico mais elevado em torno dos corpos graníticos intrusivos. Os principais litotipos são: filitos, quartzo filitos, clorita xistos, quartzo-



sericita-clorita xistos, metabasitos, grafita xistos, metacalcários, quartzitos, quartzomica xistos e calciossilicáticas.

Os contatos com as rochas do Complexo Granulítico a norte e com o Complexo Tabuleiro a sul são geralmente por falhas de alto ângulo, sendo quase sempre verticais ao longo de espessas faixas miloníticas. Esses contatos são interpretados como resultantes de um cisalhamento de baixo ângulo, durante a segunda fase de dobramento ( $D_2$ ), sucedido por uma verticalização e transcorrência das rochas na terceira fase ( $D_3$ ). A segunda fase de dobramento foi marcada pela aloctonia do Complexo Brusque, com empurrões ao longo da superfície  $S_2$  para NW (Basei, 1985; Basei *et al.*, 1987), embora, em muitas partes as evidências desses empurrões, mais visíveis em  $S_3$ , estejam mascaradas em razão de um cisalhamento dúctil de alto ângulo (transcorrência final) e por falhas inversas de regime frágil, originando a retilinearidade nos contatos tectônicos entre as unidades Complexo Granulítico, Complexo Brusque e a seqüência vulcano-sedimentar Itajaí.

Do ponto de vista geotectônico, a maioria dos autores caracteriza o Complexo Brusque como uma faixa móvel, com evolução geológica durante o Ciclo Orogênico Brasileiro.

### **Grupo Itajaí**

O Grupo Itajaí caracteriza-se por rochas sedimentares e vulcânicas, anquimetamórficas, que ocorrem na bacia do Itajaí, sobre a borda sul do Complexo Granulítico de Santa Catarina.

A Bacia do Itajaí apresenta um formato sigmoidal, com eixo maior alinhado na direção NE-SW, estendendo-se por mais de 80 km, desde o litoral de Santa Catarina até ser encoberta pelos sedimentos da Bacia do Paraná em sua extremidade SW. O contato com o Complexo Granulítico Santa Catarina são normais e tectônicos de baixo ângulo, em sua borda norte e, por falhas inversas subverticais, ao longo de sua borda sul, assim como com o Complexo Brusque (Caldasso *et al.* 1995).

Krebs *et al.* (1988) dividiu os metassedimentos do Grupo Itajaí em três fácies sedimentares principais: proximal, transicional e bacinal. Na fácies proximal predominam sedimentos grosseiros, imaturos e mal selecionados (conglomerados, arenitos feldspáticos) e esporádicos níveis de tufos félsicos, soleiras e diques riolíticos. Na fácies transicional ocorrem arenitos intercalados com pelitos e raros níveis conglomeráticos, sendo ainda observados níveis de tufos félsicos. Na fácies



basinal predominam pelitos rítmicos com níveis arenosos finos, raros são os níveis de tufos sendo mais freqüentes os corpos riolíticos intrusivos.

Basei *et al.* (1998) redefiniu a distribuição da bacia em cinco formações, resultado de uma transgressão marinha. A unidade basal, Formação Blumenal, é composta por uma associação de arenitos de planície costeira, sotoposta pela Formação Baú composta por uma associação de conglomerados de leques fluviais. Sobre a Formação Baú posiciona-se a Formação Gaspar composta por sedimentos de água rasa e transicionais. A Formação Ibirama é composta por sedimentos de água profunda, turbiditos (de conglomerados a sedimentos finos). No topo da seqüência está a Formação Ribeirão do Espinho composta por sedimentos finos intercalados por turbiditos distais. Níveis e lentes restritas de tufos estão intercalados principalmente nas Formações Baú e Gaspar.

Segundo Basei (1985) os metassedimentos do Grupo Itajaí teriam sido afetados por duas fases de deformação, que correspondem às fases D<sub>3</sub> e D<sub>4</sub> do Grupo Brusque. As mesmas são caracterizadas pelo padrão monoclinal com eixo com direção NE e flanco sul com caimento para SE. Caldasso *et al.* (1995) considera que a D<sub>3</sub> atua na formação e evolução estrutural da bacia quando os esforços compressivos passaram a transpressivos/transtensivos. A estruturação geral da bacia é NE-SW com mergulho para SE, caracterizando sua vergência para NW.

A idade de sedimentação da Bacia de Itajaí, de 7500 metros de espessura (Basei, 1985) é de 580 Ma, obtida pelo método K/Ar em tufos. Já Caldasso *et al.* (1995) propõe que a evolução tectônica até a estabilização da bacia teria acontecido no período compreendido entre 700 Ma e 550 Ma.

Geotectonicamente a Bacia de Itajaí tem sido considerada como uma bacia de antepaís (*foreland*) por Basei (1985) e Basei *et al.* (1998), ou como uma bacia transtensiva relacionada a um cinturão de cisalhamento (*strike-slip-basin*) (Caldasso *et al.* 1995). Citroni (1993) propôs a evolução da bacia inicialmente por subsidência mecânica em *rift* continental e na sua fase final uma subsidência por flexura continental em bacia tipo *foreland*.

### **Suítes Intrusivas Graníticas e Vulcânicas Associadas**

As Suítes Intrusivas Graníticas são todos os corpos granitóides, isotrópicos ou pouco deformados, intrusivos nas demais unidades no Escudo Catarinense. Esses



corpos granitóides apresentam dimensões diversas, desde massas batolíticas até pequenos *stocks*. Suas principais características estão relacionadas à ausência de deformação penetrativa, a seus contatos nítidos e ao metamorfismo térmico impresso nas encaixantes. Eles podem ser subdivididos em duas associações: Suítes Valsungana/Guabiruba/São Pedro de Alcântara e Suítes Faxinal/Subida/Pedras Grandes.

As relações de contato entre a primeira suíte e o Complexo Brusque indicam que esses granitóides foram gerados em um mesmo processo magmático. O granitóide Guabiruba ocorre quase que invariavelmente, nas margens dos batólitos do Granitóide Valsungana. Segundo Basei *et al.* (1987) a idade para ambos os corpos está em torno de 630 a 640 Ma, sendo sua natureza interpretada como granitóides do tipo S, de *emplacement* sin a tardi-tectônicos em relação ao Ciclo Brasileiro.

As suítes Faxinal/Subida/Pedras Grandes correspondem a granitóides de origem anorogênica que imprimem metamorfismo de contato em suas encaixantes: o hornblenda sienito Faxinal é introduzido nos filitos do complexo Brusque, a Suíte Plutono-Vulcânica Subida corta os sedimentos das bacias do Itajaí e de Campo Alegre e a Suíte Intrusiva de Pedras Grandes constitui a parte granítica do Complexo Granito-Gnáissico.

## **5. Evolução do Conhecimento Geológico da Região.**

Os primeiros trabalhos sobre geologia regional de Santa Catarina tratam do reconhecimento geológico sobre terrenos pré-cambrianos e foram realizados por Dutra (1926), que designa de Série Itajaí as seqüências de coberturas pré-cambrianas ocorrentes no vale do rio Itajaí-Açu. Carvalho & Pinto (1938) denominaram o conjunto de rochas granito-migmáticas do litoral catarinense de Complexo Brasileiro, separando deste complexo os filitos grafitosos, micas xistos, quartzito e calcários, para os quais propuseram a designação de Série Brusque, correlacionaram, também, a Série Itajaí a Série Camaquã (RS), e a Série Brusque às Séries Açungui (SP) e Porongos (RS).

Maack (1947) empilhou as unidades geológicas considerando: 1) o “Complexo Brasileiro”, Arqueano, como sendo constituído por gnaisses graníticos, migmatitos e dioritos; 2) a “Série Brusque”, Eo-Algonquiana (final do Proterozóico Superior), subdividida em xistos inferiores e superiores; 3) os granitos caledonianos;



4) a "Série Itajaí", Eo-Paleozóica, subdividida em Formação Ibirama, inferior, e Formação Gaspar, superior.

Os trabalhos de mapeamento geológico sistemático, desenvolvidos pelo DNPM/CPRM, no final da década de 60 passaram a fornecer dados mais significativos para o conhecimento geológico do pré-cambriano catarinense. Schulz Jr & Albuquerque (1969), mapeando a quadrícula de Rio do Sul, na escala 1 : 250.000, redefiniram as unidades antes designadas "Complexo Brusque", "Série Brusque" e "Série Itajaí" para Grupo tabuleiro, Grupo Brusque e Grupo Itajaí. No grupo Brusque, estes autores reconheceram dois granitóides alojados no mesmo, os quais designaram de Granodiorito Valsungana e Granito Guabiruba, intrusivos nos metassedimentos.

Um estudo mais aprofundado sobre as relações de metamorfismo e as fases de deformação para o Grupo Brusque foi realizado por Silva et al. (1978). Hartmann et al. (1979) subdividiram o escudo Catarinense em três segmentos: o segmento meridional (Maciço mediano pelota), segmento Setentrional (Maciço mediano de Joinville) e o Segmento Mediano, constituído pelos metassedimentos dos Grupos Brusque e Itajaí, relacionados com o Evento Orogênico Brasileiro. Silva & Dias (1981) distinguiram, no complexo Granulítico de Santa Catarina, gnaisses granulíticos leucocráticos, ultramafitos, gnaisses calciossilicáticos, anortositos, kinzigitos, quartzitos e formações ferríferas, subdividindo este complexo em quatro unidades litoestratigráficas informais, com base na deformação: gnaisses granulíticos, blastonitos, milonito-gnaisses e gnaisses granulíticos cataclásticos indiferenciados, reconhecendo pela primeira vez, sua natureza vulcano-plutono-sedimentar (vulcânicas bimodais félsico-ultramáfica) e admitindo seu caráter intracratônico e ensialítico. Silva (1983) identificou as seguintes unidades geotectônicas no arcabouço pré-cambriano da região: cobertura vulcano-sedimentar dobrada, núcleo de crosta antiga remobilizada ou não, cinturão granulítico-charnockítico e cinturão vulcano-sedimentar similar a greenstone belt.

Basei (1985), com base em dados litoquímicos, geocronológicos e de análises estrutural, apresentou um resumo da evolução geológica para região central do Escudo catarinense, propondo um novo modelo de evolução geotectônica para os terrenos pré-cambrianos e eo-paleozóicos, identificando, na porção oeste, o Cráton Rio de La Prata e na região oriental, o Cinturão Dom Feliciano. A região cratônica seria constituída de terrenos antigos, de alto grau metamórfico, que teriam servido de antepaís para o desenvolvido do Cinturão Dom Feliciano. Nesse cinturão foram



incluídos os terrenos formados ou intensamente retrabalhados no Ciclo Brasileiro, tendo reconhecido, de SE para NW. Uma compartimentação interna definida pelos domínios tectônicos: Interno, Intermediário e Externo. O Domínio Interno foi caracterizado pelos terrenos migmatíticos. O Intermediário foi representado por metassedimentos do Grupo Brusque, deformados polifasicamente e cortados pelos Granitóides Valsungana e Guabiruba. O Domínio Externo sendo interpretado como uma antefossa molássica preenchida por um espesso pacote sedimentar associado a rochas magmáticas ácidas da Suíte Plutono-Vulcânica Subida. O mesmo autor identificou no Cinturão Dom Feliciano, quatro fases de deformação e dois eventos tectono-magmáticos, tendo subdividido o Grupo Brusque com base em uma estrutura sinformal da terceira fase deformacional, em três unidades litoestratigráficas, da base para o topo: Seqüência Botuverá, Seqüência Ribeirão do Agrião e Seqüência Rio da Areia.

Basei (1987) dividiu o Grupo Itajaí em duas unidades litoestratigráficas, unidade arenítica inferior e unidade siltica superior. Rostirolla (1992) mediante análise estratigráfica do Grupo Itajaí individualizou quatro associações faciológicas em um contexto de bacia flexural de antepaís, tendo-se verificado significativa mudança tanto no suprimento como na sucessão vertical de fácies, quando comparados os estágios inicial e final da sedimentação. A primeira associação constitui-se de depósitos continentais e plataformais retrogradantes com aporte de margem cratônica, a N-NW. A segunda registra uma sedimentação em condições subaquosas profundas, com paleocorrentes para S-SW. A terceira reflete condições transgressivas, com depósitos pelíticos que avançaram em direção da margem norte da bacia. A quarta e última associações encontram-se representadas por depósitos costeiros progradantes, com suprimento da margem orogênica, a S-SE.

Basei et al. (1992) sugeriram para o setor nordeste de Santa Catarina e sudeste do Paraná o abandono do termo Maciço de Joinville, propondo a existência de três compartimentos geotectônicos distintos representados pelas microplacas Curitiba e Luís Alves e pelo cinturão Granitóide Costeiro. Siga Jr et al. (1994) apresentaram uma compartimentação geotectônica do mesmo setor com base em novos dados geocronológicos, neste trabalho o Domínio meridional representa um segmento continental preservado da tectônica neoproterozóica, que afeta o Domínio setentrional. O Domínio setentrional é relacionado à borda do Cráton Luis Alves intensamente migmatizado no Neoproterozóico. O Domínio Paranaguá foi justaposto tardiamente a evolução dos demais setores. Siga Jr (1995) aborda aspectos



geocronológicos e de evolução crustal dos domínios tectônicos do SE do Paraná e NE de Santa Catarina. A evolução dos terrenos localizados entre os Cinturões Ribeira (norte) e Dom Feliciano (sul) é enfocada através da interação de entidades tectônicas distintas, representadas pelos Domínios Luis Alves, Curitiba e Paranaguá, envolvendo subducções seguidas de colisões continentais, com sentido predominante de acreção de leste para oeste.

Paim *et al.* (1997) foram os primeiros a relataram a presença de fósseis nos depósitos sedimentares da Bacia do Itajaí. O fóssil encontrado, a menos de 10 km da cidade de Apiúna, pertencente ao *Chancelloria* sp., sustenta que a unidade superior do grupo Itajaí se depositou em um ambiente deposicional marinho do Cambriano. Este fóssil é considerado tipicamente do cambriano Inferior ao Médio, o que levou os autores a atribuírem uma idade máxima de 540 Ma para o grupo Itajaí.

Basei *et al.* (1999), salientam a importância do magmatismo ácido da bacia do Itajaí, para definição do limite Proterozóico-Fanerozóico. Os autores realizaram novas datações de U-PB em zircões nas rochas vulcânicas de Apiúna que indicaram idade de  $567 \pm 14$  Ma, além de análises pelo método SHRIMP nas mesmas rochas que obtiveram idade de  $563 \pm 14$  Ma. Foi definida também uma idade mínima para a deposição dos segmentos na bacia Itajaí, através da datação (U-Pb) de zircões do granito Subida, intrusivo nos sedimentos, em  $561 \pm 42$  ma.

## 6. Metodologia de trabalho e Materiais

### **Análise bibliográfica**

Na primeira etapa o trabalho foi concentrado no levantamento de informações que colaboraram para um melhor entendimento da área e dos estudos nela anteriormente realizados. Para isso foi feita uma revisão bibliográfica enfatizando os principais trabalhos realizados na região.

### **Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo foram realizados no período de 27 de abril a 2 de maio, com a realização de 2 perfis NW-SE transversais a distribuição das unidades sedimentares da Bacia do Itajaí (**Anexo 1**). Além da identificação dos litotipos, das



medidas estruturais, foram coletadas amostras para as análises petrográficas, geoquímicas e isotópicas pretendidas.

### ***Petrografia***

Para realizar a análise petrográfica dos sedimentos da Bacia do Itajaí foram confeccionadas 12 lâminas delgadas de rochas coletadas na atividade de campo realizada no primeiro semestre, além disso, foram utilizadas lâminas delgadas disponíveis de trabalhos anteriores.

Esse estudo foi efetuado em microscópios da marca Olympus e fotografadas no microscópio fotográfico da marca Leyca, situado no Laboratório de Sedimentologia.

Esta etapa do trabalho envolveu reconhecimento mineralógico, textural e estrutural dos litotipos.

### ***Análise Estrutural***

A análise estrutural foi feita utilizando-se principalmente medidas de campo efetuadas pelos participantes dos projetos Timbó e Gaspar, associados à disciplina 0440420 – Mapeamento Geológico. A esse volume de dados foram somados os dados coletados pela aluna no campo do trabalho de formatura realizado no primeiro semestre (**Anexo 1**).

Para a análise estrutural da área, optou-se por confeccionar estereogramas com a superfície principal identificada em campo, que corresponde, no caso do Grupo Itajaí, ao acamadamento sedimentar S0. Também foram confeccionados estereogramas das foliações  $S_n$  e  $S_{n+1}$  do Complexo Metamórfico Brusque e do Complexo Migmatítico Luís Alves, além de estereogramas de dobramentos dessas unidades.

Os estereogramas foram confeccionados no programa Stereonet e posteriormente interpretados.

A análise dos diagramas permitirá obter-se uma idéia da complexidade das deformações que afetaram a Bacia do Itajaí.



## ***Estudos Isotópicos***

Para a análise isotópica foram escolhidos os métodos Pb-Pb e o uso combinado da sistemática Nd-Sr, ambos em rocha total. Abaixo se encontram descritas as etapas de preparação “preliminar” das amostras e a descrição dos métodos e preparação das amostras para cada método.

### ***1. Preparação das amostras (Rocha total)***

As rochas foram coletadas em afloramentos não alterados e com uma quantidade suficiente para a realização das análises isotópicas, petrográficas e geoquímicas. As amostras selecionadas para as análises isotópicas foram preparadas no Laboratório de Separação de Amostra do CPGeo, de acordo com as seguintes etapas:

1. As amostras foram quebradas com a utilização do martelo de geólogo até a redução de tamanho da mesma.
2. Posteriormente foram selecionados os pedaços das rochas onde não havia superfície externa de alteração intempérica, e as mesmas foram moídas em pilão até que sobrassem fragmentos com no máximo 1 cm.
3. Após serem moídas no pilão, as amostras foram levadas para o moinho de bolas de tungstênio, e deixadas por 30 minutos, até estarem em fração argila e, posteriormente, encaminhada ao Laboratório de Geocronologia.

### ***2. Descontaminação do recipiente usado em laboratório***

A descontaminação dos béqueres “savillex” que serão usados nos procedimentos de separação dos isótopos no laboratório, é feita antes dos mesmos, independente de qual seja o método analítico, para que não haja qualquer contaminação das amostras. O processo de descontaminação dos béqueres consiste nas seguintes etapas:



- Os béqueres "savillex" são lavados com água e detergente. Após a lavagem colocar em cada béquer  $\text{HNO}_3$  (50%) e deixar em aquecimento durante 30 minutos ; despreza-se o  $\text{HNO}_3$  e enxágua-se com água "Milli-Q".
- Os "savillex" são colocados em um béquer de 2L e fervidos com  $\text{HNO}_3$  (50%) por 1 hora. Os mesmos são enxaguados 2 vezes com água "Milli-Q".
- Após o enxágüe, eles são fervidos com água "Milli-Q" por 1 hora. A água é retirada e os béqueres são levados para secar dentro do próprio béquer usado na descontaminação.
- Os "savillex" são colocados em recipientes fechados e classificados por tamanho

### 3. Análise isotópica (Método Pb-Pb).

O chumbo natural contém quatro isótopos:  $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  e  $^{208}\text{Pb}$ , sendo que os três últimos são produtos do decaimento de U e Th:  $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ ;  $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$ ; e  $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$ . Desses, somente o  $^{204}\text{Pb}$  não é radiogênico e por essa razão é usado como isótopo estável de referência.

O procedimento analítico Pb-Pb em rocha total inicia-se com a dissolução da amostra em bombas de teflon contendo  $\text{HNO}_3$  e HF, envoltas em estrutura metálica. Esse material é colocado em estufas por aproximadamente 5 dias. Após esse tempo, a solução é secada completamente e retomada com 7 ml de HCL 6N, voltando para a estufa por mais 1 dia. Posteriormente seca-se a solução e acrescenta-se 1 ml HBr. Para que haja a purificação do Pb, a solução resultante é passada em uma coluna de troca iônica com resina do tipo AG 1-X8, 200-400 mesh. Após o condicionamento da resina com HBr 0.7N, a coleta do Pb é realizada em duas etapas com HCL 6N. Posteriormente a solução é secada e levada para o espectrômetro de massa.

#### **Etapas de Purificação de Pb por troca iônica em coluna Biorad Modificada**

As amostras seccionadas seguiram a seguinte rotina analítica, utilizada nos laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas:

- 1) Colocar 35µl de resina na coluna;



- Lavar resina com 2.0 ml de HCl 6N;
- Condicionar resina com 0.3 ml de HBr 0.6N;
- Adicionar amostra em 2-3 ml HBr 0.6N.

2) Após estas etapas o béquer de Pb foi limpo e enxaguado com H<sub>2</sub>O tridestilada, adicionado 5 gotas de HCl 6N+ 2 gotas de HNO<sub>3</sub> 7N, tampado e colocado na chapa aquecedora por 10 minutos. Os béqueres foram enxaguados com H<sub>2</sub>O tridestilada e colocados para secar.

- Lavar resina com 0.3 ml HBr 0.6N;
- Lavar resina com 0,3 ml HBr 0,6N;
- Lavar resina com 0.3 ml HBr 0,6N;

3) Foi colocado o Béquer para coletar Pb.

- Coletar Pb com 1.0 ml HCl 6N;

4) A solução é evaporada e repassada na coluna. Para liquefazer, foi adicionado 1ml HBr 0.6N.

- Limpar resina com 2.0 ml HCl 6N;
- Lavar resina com 0.3 ml H<sub>2</sub>O;
- Condicionar resina com 0.3 ml HBr 0.6N;
- Adicionar amostra em 2.0 ml de HBr 0.6N.

5) E novamente o béquer de Pb foi limpo: enxaguado com H<sub>2</sub>O tridestilada, adicionado 5 gotas de HCl 6n+ 2 gotas de HNO<sub>3</sub> 7N, tampado e colocado na chapa aquecedora por 10 minutos, e enxaguado com H<sub>2</sub>O tridestilada e seco.

- Lavar resina com 0.3 ml HBr 0,6N;
- Lavar resina com 0.3 ml HBr 0,6N;
- Lavar resina com 0.3 ml HBr 0,6N;

6) O Béquer foi colocado, novamente, para coletar Pb.

- Coletar Pb com 1.0ml HCl 6N.



7) Após a coleta de Pb, foi adicionado 5µl de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0.25 N a amostra e a mesma foi colocada na chapa aquecedora até a secura completa.

Após a coleta de Pb/Pb, as amostras foram enviadas para o espectrômetro de massa, que forneceu as razões  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  e  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ .

#### **4. Análise isotópica (Uso combinado da Sistemática Nd-Sr).**

A relação entre as razões isotópicas de Sr e Nd configura uma importante e distintiva assinatura da evolução do manto, sendo assim, diagramas combinados de Nd-Sr podem discriminar se os componentes geradores das rochas vieram do manto, da crosta inferior e superior (crostas juvenis ou retrabalhadas), ou da interação dessas fontes (Prazeres Filho, 2005).

O procedimento analítico Sm-Nd e Rb-St em rocha total se dá, primeiramente, com a dissolução total da amostra com HNO<sub>3</sub> e HF, seguida da utilização de HCL 6.2N e 2.5N em diferentes etapas para a eliminação de resíduos. Após essa etapa a solução final é encaminhada para as colunas de troca iônica.

A separação dos elementos é feita em duas etapas, sendo a primeira realizada em coluna com resina catiônica do tipo AG 50WX8 (200-400 *mesh*) com a utilização de H<sub>2</sub>O e HCL em diferentes normalidades para a separação dos ETR dos demais elementos químicos. Nesta etapa, num primeiro estágio, coleta-se o Sr com HCL 2.5N e após a secagem o resíduo é levado para o espectrômetro de massa. Os ETR (Sm e Nd) são coletados no seguinte estágio com HCL 6.2N que após a secagem o resíduo é levado para a coluna de pó de teflon. Nessa segunda etapa são separados o Nd e o Sm com HCL em concentrações de 0.26N e 0.55N. Coleta-se o Nd utilizando HCL 0.26N e o Sm com HCL 0.55N.

As razões isotópicas são medidas com espectrômetro de massa. Os valores  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  foram normalizados em função da relação  $\text{Sr}^{86}/\text{Sr}^{88}=0,1194$  e as constantes a serem utilizadas serão (Steiger & Jaeger, 1978):  $\lambda_{\text{Rb}}=1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$  ( $\text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87}$ )<sub>N</sub>=2,59265.

Já para os valores de  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  a normalização será feita com base na razão  $\text{Nd}^{146}/\text{Nd}^{144}=0,7219$  e as constantes utilizadas (Michard *et. al.*, 1985) no cálculo das idades modelo são as seguintes:  $\lambda_{147}=6,54 \times 10^{-12} \text{ anos}^{-1}$  ( $\text{Nd}^{143}/\text{Nd}^{144}$ )<sub>0</sub> CHUR=0,512638; DM=0,513114. / ( $\text{Nd}^{147}/\text{Nd}^{144}$ )<sub>0</sub> CHUR=0,1967; DM=0,222.



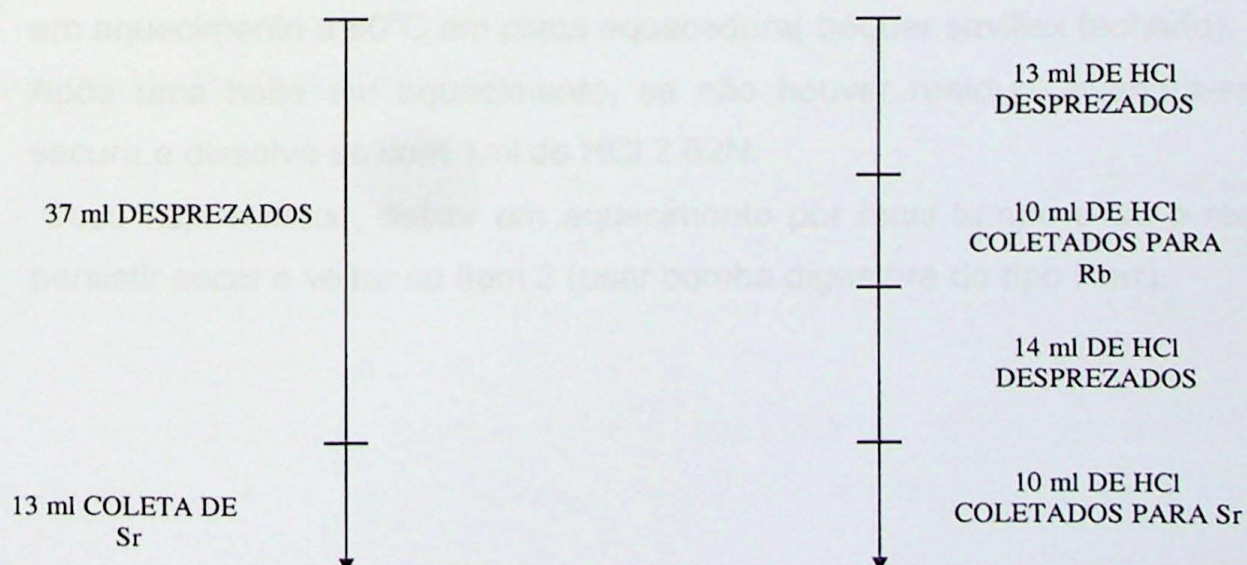
## Procedimento para o ataque químico para análise de Sr.

- Coloca-se aproximadamente 0,1g da amostra em béquer "saville" (envolver o béquer em papel alumínio para evitar o problema de estática);
- Adiciona-se 1ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado e destilado e 3ml de ácido fluorídrico ( $\text{HF}$ ) destilado (usar a capela);
- Coloca-se em ultra-som por, aproximadamente, 60 minutos;
- Deixa-se em aquecimento em chapa aquecedora durante 5 dias ( $\pm 80^\circ$ );
- Coloca-se para evaporar até a secura, em chapa aquecedora;
- Dissolve-se com  $\text{HCl}$  6N destilado e deixa-se em chapa aquecedora por 1 noite ( $\pm 80^\circ\text{C}$ ).
- Evapora-se até a secura e dilui-se com  $\text{HCl}$  2,62N,
- No caso de análise de Sr Natural ( $\text{Sr}_\text{N}$ ), transfere-se a amostra para um tubo de centrífuga ( $\text{Tc}$ ), devidamente numerado. Em caso de diluição isotópica ( $\text{DI}$ ), deixa-se o béquer "saville" em repouso por 10 dias.

## Procedimento para o trabalho com as colunas de troca iônica para análise de Sr.

- Procede-se a centrifugação durante 15 minutos;
- Usando uma trompa de vácuo e com  $\text{HCl}$  2,62N faz-se refluxo em todas as colunas de resina catiônica (AG-50 WX8, 200-400 mesh);
- Deixa-se escoar todo o ácido e inicia-se a deposição da amostra (de acordo com a calibração);

### Exemplo de Calibração





- Coleta-se o Rb ou o Sr em béquer “savillex”, previamente descontaminado, utilizando-se HCl 2,62N, de acordo com a calibração da coluna;
- Adicionam-se algumas gotas de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$  concentrado) e coloca-se para secar em chapa aquecedora até a secura total. Esse ácido elimina a resina que por ventura tenha escapado da coluna juntamente com elemento a ser analisado;
- O resíduo seco é levado para o espectrômetro para a análise isotópica;
- Regenera-se a resina passando-se pela coluna 100ml de HCl 6N.

#### **Procedimento para o ataque químico para análise de Nd.**

O método Nd/Nd envolve a digestão química da amostra utilizando a mistura ácida HF/ $\text{HNO}_3$  na proporção de 3:1. Os ácidos  $\text{HNO}_3$  e HCl são bi-destilados em destiladores de quartzo e o HF é destilado pelo método de duas garrafas de teflon.

A chapa aquecedora é utilizada para o aquecimento e evaporação das amostras.

- Pesa-se em béquer “savillex” entre 50mg e 150mg de amostra;
- Adiciona-se 1ml de  $\text{HNO}_3$  e 3ml de HF sendo os ácidos concentrados e destilados;
- Coloca-se em ultra-som por aproximadamente 60 minutos;
- Deixa-se em aquecimento a aproximadamente 80°C em placa aquecedora por 5 dias;
- Após aquecimento, coloca-se para evaporar até a secura, em placa aquecedora (béquer “savillex” aberto);
- Dissolve-se com aproximadamente 5ml de HCl 6.0N e deixa-se por uma noite em aquecimento à 80°C em placa aquecedora( béquer savillex fechado);
- Após uma noite em aquecimento, se não houver resíduo, evapora-se até secura e dissolve-se com 1ml de HCl 2.62N.
- Caso haja resíduo, deixar em aquecimento por mais tempo e se o resíduo persistir secar e voltar ao item 2 (usar bomba digestora do tipo Parr).



O Nd é separado em duas etapas, sendo a primeira em coluna de troca iônica empacotada com resina AG50WX8, (coluna primária ) e a segunda em coluna com resina LN Spec.

Na coluna primária separa-se o conjunto das terras raras dos outros elementos e na coluna LN separa-se o Neodímio do conjunto das terras raras.

#### **Procedimento para o trabalho nas colunas de troca iônica “colunas primárias”**

- Usando uma trompa de vácuo e com HCl 2.62N é feito o refluxo em todas as colunas de troca iônica.
- Após escoar todo o ácido é iniciada a deposição da amostra na coluna seguindo o esquema de calibração do laboratório.
- As terras raras são coletadas usando HCl 6.2N (de acordo com a calibração da coluna), após secagem o resíduo é levado para a coluna LN.
- A regeneração e o acondicionamento da resina são feitos com 100ml de HCl 6.0N.

#### **Procedimento para o trabalho com as colunas LN.**

- O resíduo de terras raras é dissolvido com 0.2ml de HCl 0.26N e inicia-se a deposição da amostra na coluna, seguindo o esquema de calibração do laboratório;
- O Nd é coletado usando HCl 0.26N, e a solução é evaporada em chapa aquecedora até secar.
- O resíduo é levado para a espectrometria de massas.
- A regeneração da resina é feita com 20ml de HCl 6N.

### **7. Desenvolvimento do Trabalho**

Durante o primeiro período do ano, concentraram-se os trabalhos na aquisição, organização e tratamento dos dados disponíveis, com a elaboração da revisão bibliográfica, tabelas de pontos, confecção de estereogramas e seleção das áreas onde seriam feitos os perfis.

No segundo período foram realizados trabalhos de campo que permitiram a coleta de novos dados, novas amostras que foram encaminhadas para análises



isotópicas e magnéticas e reconhecimento das unidades da Bacia do Itajaí. Nesse período foi feita toda a parte de análise laboratorial, confecção dos perfis e elaboração de uma coluna litoestratigráfica da área de estudo.

Atividades	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Análises laboratoriais		X	X	X	X	X	X		
Entrega do relatório de progresso					X				
Análise dos resultados e elaboração da monografia						X	X	X	
Entrega da Monografia								X	
Apresentação e defesa da monografia									X

## 8. Resultados Obtidos

### Descrição das unidades mapeadas

As informações acerca de ambientes deposicionais foram retiradas do trabalho de Rosa (2006).

Na porção Norte, como embasamento cristalino, ocorre o Complexo Gnáissico Migmatítico Luis Alves com porções bandadas e homogêneas intercalas, em contato predominantemente discordante erosivo com a unidade basal da Bacia do Itajaí.

O conglomerado *NC/c* apresenta granulação média a grossa, sendo sedimentos imaturos e mal selecionados, ora sustentados pelo arcabouço, ora sustentado por uma matriz siltica arenosa. O contato entre os grãos é pontual. Os clastos variam de grânulos a calhaus, com predomínio de seixos subarredondados a arredondados, com esfericidade média a alta, de proveniência diversa: gnaisses, milonitos, quartzito, quartzo de veio, arenito, siltito, etc. (**Anexo 2 - Fotos 1, 2 e 3**). Foi constatada a presença de lentes tabulares de arenitos arcoseanos. As estruturas primárias presentes são: imbricação dos clastos, ora mais, ora menos evidente; e



isotópicas e magnéticas e reconhecimento das unidades da Bacia do Itajaí. Nesse período foi feita toda a parte de análise laboratorial, confecção dos perfis e elaboração de uma coluna litoestratigráfica da área de estudo.

Atividades	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Análises laboratoriais		X	X	X	X	X	X		
Entrega do relatório de progresso					X				
Análise dos resultados e elaboração da monografia						X	X	X	
Entrega da Monografia								X	
Apresentação e defesa da monografia									X

## 8. Resultados Obtidos e Interpretações.

### *Descrição das unidades mapeadas*

Na porção Norte, como embasamento cristalino, ocorre o Complexo Gnáissico Migmatítico Luis Alves com porções bandadas e homogêneas intercalas, em contato predominantemente discordante erosivo com a unidade basal da Bacia do Itajaí.

O conglomerado *NC/c* apresenta granulação média a grossa, sendo sedimentos imaturos e mal selecionados, ora sustentados pelo arcabouço, ora sustentado por uma matriz siltica arenosa. O contato entre os grãos é pontual. Os clastos variam de grânulos a calhaus, com predomínio de seixos subarredondados a arredondados, com esfericidade média a alta, de proveniência diversa: gnaisses, milonitos, quartzito, quartzo de veio, arenito, siltito, etc. (**Anexo 2 - Fotos 1, 2 e 3**). Foi constatada a presença de lentes tabulares de arenitos arcoseanos. As estruturas primárias presentes são: imbricação dos clastos, ora mais, ora menos evidente; e estratificações cruzadas sigmoidais, embora às vezes os conglomerados apresentem estrutura caótica.



O arenito conglomerático (*Nclca*), parte importante dessa unidade, caracteriza-se pela composição arcoseana, com grãos médios a grossos, por vezes conglomerático, podendo gradar para um conglomerado com grânulos. Apresentam coloração bordô (**Anexo 2 – Foto 4 e 5**), e estão dispostos em camadas de geometria lenticular com espessura variando de 20 cm a 1,2 m. Internamente apresentam estrutura maciça ou acamadamento gradacional normal ou inverso, e estratificações cruzadas acanaladas de baixo ângulo e médio porte. O contato entre os conglomerados e o arenito conglomerático pode ser tanto brusco quanto gradacional.

A deposição deste pacote pode representar um sistema de planície deltáica cascalhosa (Rosa, 2006), indicada pelo imbricamento dos clastos e intercalações areníticas; e pela seqüência de pacotes de granodecrescência ascendente na rocha. A espessura estipulada para essa unidade é de 1350 metros.

A segunda unidade da base para o topo bacia (NCl<sub>a</sub>) é composta por arenitos arcoseanos (**Diagrama 1**) finos a médios, localmente grossos, micáceos, de coloração bordô (**Anexo 2 - Fotos 4 e 5**). As camadas de arenito são lenticulares, com estrutura interna sigmoidal, com espessura variando de 15 cm a 1,5 m. Geralmente as camadas mais espessas são maciças, ou apresentam estratificações cruzadas tangenciais na base. Estes arenitos apresentam granodecrescência ascendente, são predominantemente médios, com granulometria grossa, muito grossa e fina subordinada. A seleção dos grãos é moderada, com grãos subangulosos a subarredondados, por vezes angulosos, com esfericidade moderada. O contato entre os grãos é na maioria pontual, em alguns casos côncavo-convexos. Os mesmos apresentam na sua composição quartzo, feldspato e muscovita. Estão presentes também estratificações plano-paralela e cruzada acanaladas (**Anexo 2 - Fotos 6 e 7**) de baixo ângulo e pequeno porte, e lentes de conglomerados cimentados por matriz fina ainda ocorrendo dentro da unidade. A geometria amalgamada sugere posição de frente deltáica. Os arenitos conglomeráticos e os arenitos sigmoidais ocorrem interdigitados nesta associação de fácies, e podem estar relacionados ao avanço dos depósitos de barras longitudinais e de dunas subaquosas do sistema fluvial entrelaçado erodindo os depósitos de frente deltáica (Rosa, 2006).



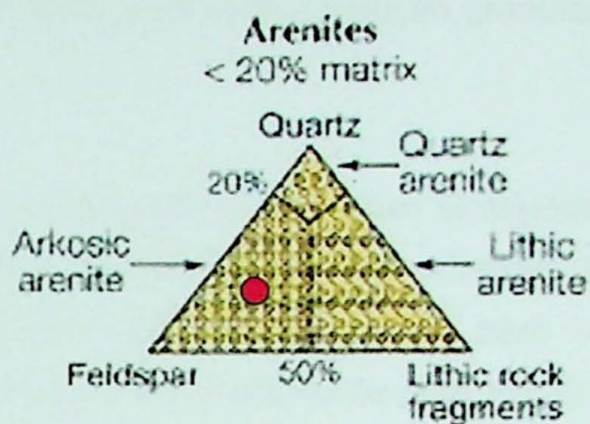


Figura 3 - Diagrama de classificação de arenitos de Pettijohn (1972), com dados retirados da lâmina TIM-VI-137B.

A passagem rumo ao topo, da unidade arenítica para a unidade rítmica (*NC/r*) ocorre de maneira gradacional. O ritmito corresponde a alternância de camadas tabulares de grande continuidade lateral, de arenito (coloração arroxeada, granulometria areia fina a muito fina, mal selecionado, grãos subangulosos, finamente laminado) variando de centimétricos a métricos e de siltito (**Anexo 2 - Fotos 8 e 9**) Os siltitos apresentam coloração avermelhada, granulometria siltosa, ora com areia muito fina, ora com argila, finamente laminado. (Anexo 3 – Foto 8 e 9) A variação na energia dos fluxos, relativos aos sucessivos ciclos sedimentares, é quem determina se o controle da deposição será por tração e, conseqüentemente desaceleração do fluxo (arenitos e siltitos laminados) (**Anexo 2 – Foto 10 e 11**) ou por decantação (siltitos e argilitos maciços).

Esses arenitos arcoseanos com níveis conglomeráticos (**Anexo 2 – 12 e 13**) possuem granulação que varia de fina a média, imaturos de coloração arroxeada, cimentados por matriz fina, com estratificação cruzada acanalada na base e plano-paralela de pequeno a médio porte. A má seleção granulométrica e a presença de grãos de materiais mais friáveis como muscovita e feldspato indica a proximidade com a rocha fonte.

Os siltitos e argilitos representam espessas camadas que variam de centimétricas a métricas, sendo que os siltitos argilosos possuem coloração arroxeada e estratificação plano-paralela, enquanto o siltito maciço de coloração que varia de cinza a bege, aparece bastante litificado (**Anexo 2 – Foto 14, 15, 16, 17, 18 e 19**). Ocasionalmente encontram-se sobrepostas pelos conglomerados polimíticos, por meio de um contato erosivo. A deposição desta unidade ocorre em posição mais

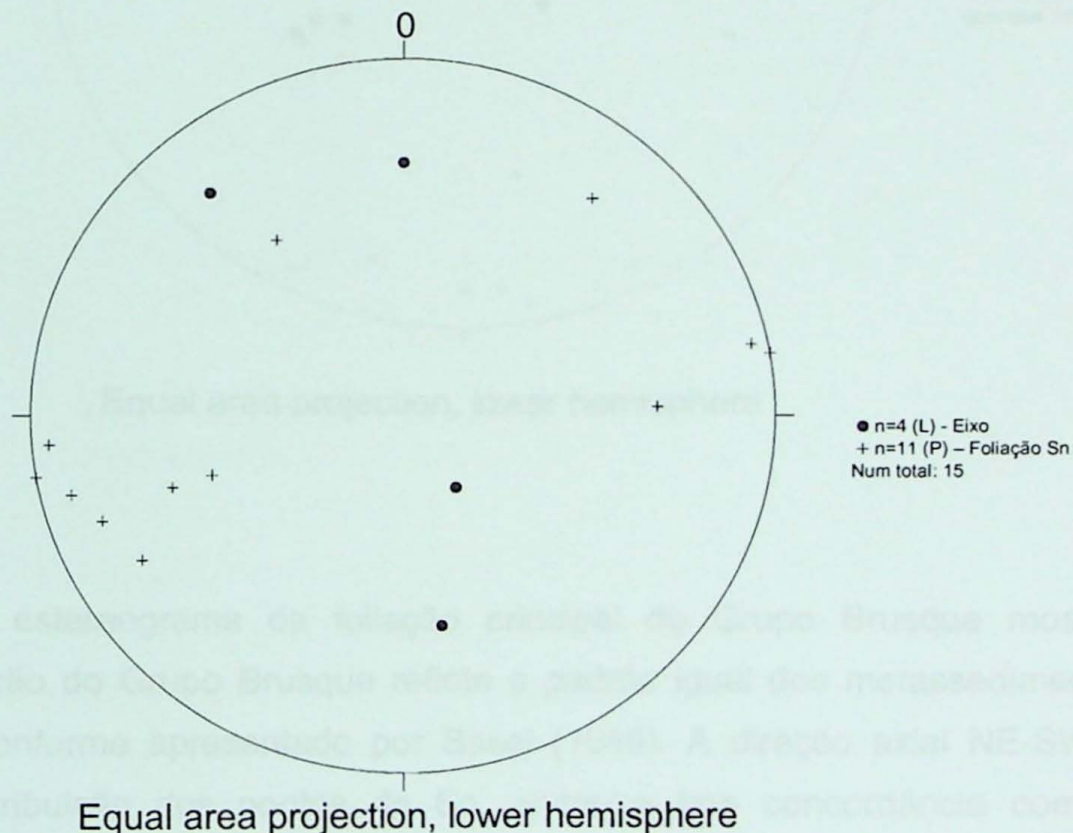


distal da rocha fonte, onde o transporte cominuiu os clastos de materiais mais friáveis e fez com que houvesse uma melhor seleção granulométrica.

### **Análise Estrutural**

Foi feito um esterograma para o Complexo Granulítico de Santa Catarina e um para o Grupo Brusque, ambos com foliação principal e eixos de dobramento. Para o Grupo Itajaí foi feito dois estereogramas para o acamadamento (S0), enfatizando as áreas de cada perfil, juntamente com alguns eixos de dobramento, utilizando os dados presentes no **Anexo 1**. Para a análise estrutural foram utilizados dados de todos os pontos com fichas de descrição de afloramento disponíveis.

#### Complexo Granulítico de Santa Catarina



A análise do estereograma referente à foliação principal S2 do Complexo Granulítico de Santa Catarina, apesar de estar com poucas medidas, mostra a dispersão dos pontos da foliação dos gnaisses Luís Alves sugere um dobramento com direção axial NNW-SSW, que encontra suporte no padrão regional do Complexo Granulítico de Santa Catarina. Esse padrão de dobramento sugere dobras cilíndricas.



## Grupo Brusque



Equal area projection, lower hemisphere

O estereograma da foliação principal do Grupo Brusque mostra que a deformação do Grupo Brusque reflete o padrão igual dos metassedimentos desse grupo, conforme apresentado por Basei (1985). A direção axial NE-SW, refletida pela distribuição dos pontos de Sn, encontra boa concordância com os eixos medidos em campo no Grupo Itajaí.



## Grupo Itajaí

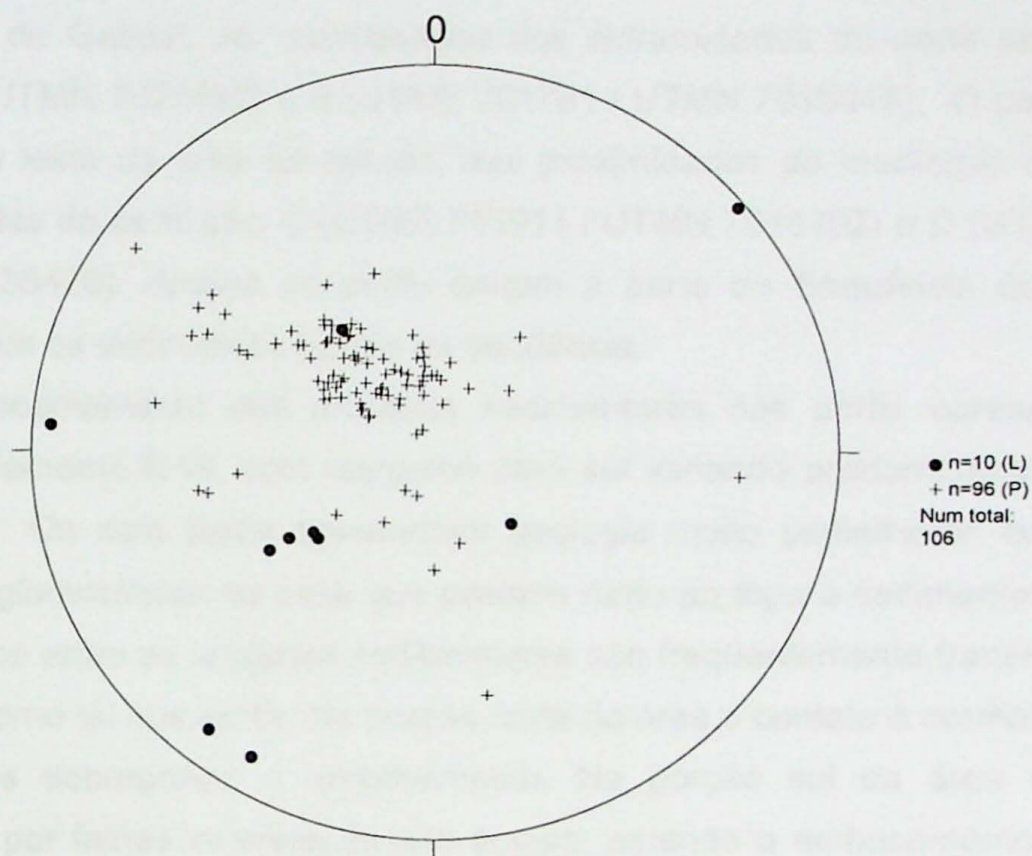
### Perfil AB



Equal area projection, lower hemisphere



## Perfil CD



Equal area projection, lower hemisphere

Os estereogramas pertencentes aos litotipos do Grupo Itajaí mostram uma concentração principal subhorizontal, com mergulho para SE. A análise dos perfis e dos estereogramas de AB e CD nos permite visualizar os dobramentos principais que afetaram os sedimentos do Grupo Itajaí.

Ao analisar as guirlandas e os eixos construídos nos estereogramas, nota-se que possivelmente ambas as guirlandas possam representar uma fase de dobramento com variação ao longo da direção ENE-WSW. Essa deformação pode ser verificada ao longo da Bacia, cujos eixos medidos distinguem-se paralelamente ao eixo maior da Bacia do Itajaí, podendo resultar das deformações introduzidas pela aproximação do Grupo Brusque.



## **Perfil Geológico**

Foram realizados dois perfis na região de Timbó-Ilhota (**Anexo 4**).

O perfil AB está situado à oeste da área de estudo, nas proximidades do município de Gaspar. As coordenadas das extremidades do perfil são: A (UTME 700539 / UTMN 7027492) e B (UTME 701781 / UTMN 7016415). O perfil CD situa-se mais a leste da área de estudo, nas proximidades do município de Ilhota. As coordenadas do perfil são: C (UTME 715911 / UTMN 7018202) e D (UTME 705001 / UTMN 7035420). Ambos os perfis cortam a parte da Sequência do Itajaí onde predominam os sedimentos basais da seqüência.

O acamamento das unidades sedimentares nos perfis apresenta direção aproximadamente E-W, com mergulho para sul variando predominantemente entre 15° e 40°. Os dois perfis apresentam geologia muito semelhante com unidades areno-conglomeráticas na base que passam rumo ao topo a sedimentos mais finos. Os contatos entre as unidades sedimentares são freqüentemente transicionais, e se mantem como tal nos perfis. Na porção norte da área o contato é normal, estando os sedimentos sobrepondo o embasamento. Na porção sul da área o contato é tectônico, por falhas inversas de alto ângulo, estando o embasamento cavalgando as unidades sedimentares. As estruturas observadas nos perfis indicam uma homoclinal com caimento para sul. As relações de topo e base observadas indicaram posição normal das camadas.

Nos dois perfis, a cobertura aluvionar associada à planície do Rio Itajaí Açú dificulta a visualização do contato entre as diversas unidades da Bacia do Itajaí. No perfil AB, esses depósitos mascaram o contato entre a unidade dos ritmitos e a unidade dos arenitos arcoseanos. No perfil CD, a cobertura aluvionar recobre o contato entre a unidade dos siltitos com a unidade conglomerática. O mesmo ocorre, mais a sudeste, entre as rochas do Itajaí e os gnaisses do Complexo São Miguel

## **Estudos Isotópicos**

O estudo isotópico foi realizado em 12 amostras de rochas sedimentares coletadas ao longo de dois cortes transversais a estruturação do Grupo Itajaí. O primeiro conjunto definido pelas amostras com sigla IA foi obtido ao longo do perfil



Apiúna-Faxinal ao longo do Ribeirão Neisse. No segundo perfil, realizado nos arredores de Gaspar, foram coletadas as amostras com sigla IG.

Após moagem e quarteamento, as amostras de rocha total foram pulverizadas e analisadas isotopicamente para Nd, Sr e Pb naturais (sem quantificar a concentração desses elementos). Os resultados obtidos estão listados na tabela 1.

O intuito do estudo isotópico efetuado foi o de se verificar se haveria ou não diferenças significativas entre as diversas unidades da Bacia que pudessem refletir importantes mudanças durante sua evolução, bem como, caracterizar as possíveis áreas fontes desses sedimentos. Para se alcançar as interpretações pretendidas, o conjunto de dados do Grupo Itajaí, foi acrescido de resultados disponíveis para as rochas encaixantes da Bacia tais como, os gnaisses do Complexo Granulítico de Santa Catarina, ao norte, e do Complexo gnaissico-migmatítico São Miguel e do Grupo Brusque, ao sul.

AMOSTRA	Coordenadas Geográficas		LITOTIPO
	LATITUDE	LONGITUDE	
IA-01	6994207	666991	Arenito
IA-02	6997417	666230	Arenito
IA-03	6998907	665529	Siltito
IA-08	7010512	681970	Siltito
IA-09a	7009375	664272	Ardósia
IA-09c	7009375	664272	Ardósia
IG-01	7030132	706605	Arenito
IG-02b	7028750	707240	Siltito
IG-04a	7023718	699902	Siltito bordô
IG-05b	7014221	691093	Siltito
IG-06b	7012605	688506	Siltito
IG-07	7009561	688829	Siltito

**Tabela 1 – Amostras selecionadas para análises isotópicas.**

As amostras escolhidas representam as três principais porções da bacia do Itajaí: Basal, Intermediária e Topo. As mesmas estão distintas pelas cores vermelha, azul e verde, que representam as porções da base, intermediária e topo, respectivamente, conforme a Tabela 2, com os resultados das análises isotópicas.



Essas três porções são caracterizadas litologicamente da seguinte maneira:

- BASE – Conglomerados e arenitos conglomeráticos;
- INTERMEDIÁRIO – Ritmitos e arenitos arcoseanos;
- TOPO – Siltitos;



SPB	No. Campo	Material	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1 $\sigma$ )	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1 $\sigma$ )	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1 $\sigma$ )	SPR	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Y)	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$\varepsilon_{(0)}$	e(0) Sr	e(0) Nd	e(0)
2797	IA-01	Arenito	19,64741884	0,008	15,78779988	0,006	39,66412465	0,007	5145	0,790255	0,000099	0,511934	0,000011	-13,73	1217,2463	-13,7332	1217,2463
2798	IA-02	Arenito	18,71832933	0,004	15,69547450	0,003	38,74617968	0,003	5146	0,741875	0,000031	0,511879	0,000011	-14,81	530,5181	-14,8060	530,5181
2799	IA-03	Siltito	18,75385882	0,005	15,69583770	0,003	39,06661489	0,003	5147	0,748562	0,000043	0,511861	0,000010	-15,15	625,4365	-15,1484	625,4365
2800	IA-08	Siltito	19,19452496	0,007	15,71844315	0,005	39,47339490	0,007	5148	0,79719	0,000034	0,511877	0,000008	-14,85	1315,6849	-14,8450	1315,6849
2801	IA-09a	Ardósia	18,73935819	0,022	15,66581485	0,018	39,34645907	0,019	5149	0,766285	0,000062	0,511901	0,000008	-14,37	877,0050	-14,3681	877,0050
2802	IA-09c	Ardósia	19,82078661	0,024	15,75630378	0,025	40,73503232	0,028	5150	0,783230	0,000170	0,511888	0,000009	-14,63	1117,5302	-14,6304	1117,5302
2803	IG-01	Arenito	16,57042090	0,022	15,42703226	0,074	38,20044780	0,085	5151	0,715723	0,000038	0,511075	0,000010	-30,48	159,3045	-30,4821	159,3045
2804	IG-02b	Siltito	18,99976984	0,011	15,66379932	0,011	39,76400072	0,011	5152	0,769703	0,000082	0,511663	0,000008	-19,02	925,5216	-19,0196	925,5216
2805	IG-04a	Siltito bordô	18,04375552	0,015	15,59527764	0,014	38,95995618	0,023	5153	0,829786	0,000118	0,511636	0,000010	-19,55	1778,3676	-19,5462	1778,3676
2806	IG-05b	Siltito	18,81536945	0,008	15,67443029	0,008	39,16349821	0,008	5154	0,739953	0,000060	0,511803	0,000008	-16,29	503,2363	-16,2887	503,2363
2807	IG-06b	Siltito	18,48507920	0,039	15,66487235	0,039	38,81947413	0,042	5155	0,753169	0,000033	0,511964	0,000010	-13,14	690,8304	-13,1392	690,8304
2808	IG-07	Siltito	22,73379676	0,013	15,89893562	0,013	43,38404314	0,013	5156	0,826012	0,000095	0,512106	0,000010	-10,37	1724,7977	-10,3689	1724,7977

Tabela 2 – Resultados das análises isotópicas das amostras dos sedimentos do Grupo Itajaí.



Um histograma com a concentração dos isótopos em cada amostra dos conjuntos das unidades do Grupo Itajaí foi confeccionado (**Anexo 2**), e os resultados comparados com dados de análises realizadas em rochas provenientes do Grupo Brusque, do Complexo Luís Alves e do Complexo São Miguel, visando definir a possível área fonte para os sedimentos do Grupo Itajaí. Esses dados foram retirados de trabalhos anteriormente realizados na região por BASEI (1985), Relatório Científico Final do Projeto Fapesp "O Cinturão Dom Feliciano (Brasil-Uruguai) e sua importância na constituição do Gondwana Ocidental", e MANTOVANNI (1987).

Analisando exclusivamente o conjunto de dados do Grupo Itajaí, organizados de acordo com seu posicionamento estratigráfico (**Anexo 2**) podem ser efetuadas as seguintes observações:

- O conjunto formado pelos ritmitos e siltitos das unidades intermediária e superior é isotopicamente bastante homogêneo entre si e, ao mesmo tempo, significativamente diferente do pacote inferior constituído pelos arenitos e conglomerados continentais;
- Os valores da razão  $^{144}\text{Nd}/^{143}\text{Nd}$  são muito homogêneos e mais radiogênicos que os resultados do pacote inferior,. Comportamento similar pode ser verificado nos valores de Epsilon Nd onde o conjunto basal é nitidamente mais negativo;
- Os isótopos de Pb ( $^{206}$ ,  $^{207}$  e  $^{208}$ ) das unidades intermediária e superior apresentaram comportamento similar ao do Nd, também indicando valores semelhantes entre si, enquanto que os arenitos basais apresentam-se bem dispersos. As razões  $^{207}/^{204}$ ,  $^{206}/^{204}$  e  $^{208}/^{204}$  para o conjunto dos ritmitos e siltitos é sempre mais radiogênico do que os valores obtidos para os arenitos basais;
- A exceção ao comportamento descrito acima é dado pela amostra IG 07 que representa um nível de sedimento com contribuição vulcânica (tufácea) intercalado em meio aos arenitos conglomeráticos da unidade basal. Essa contribuição extra-bacinal pode ser a responsável pelo comportamento diferenciado dessa amostra em relação as demais amostras dessa unidade,



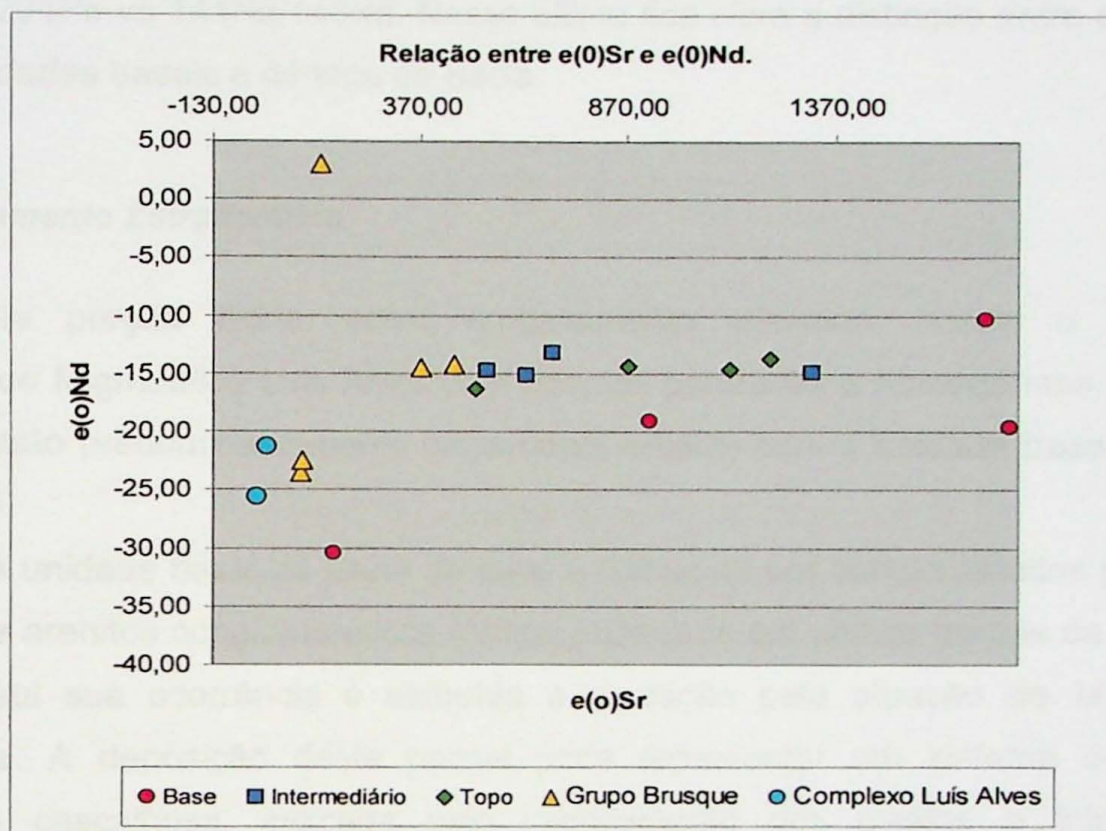
com os resultados indicando valores bem mais radiogênicos, mesmo quando comparada com os obtidos para as unidades estratigraficamente superiores;

Quando comparado com os dados das rochas encaixantes as observações precedentes se mantêm com pequenas variações localizadas:

- Os valores das razões 207/204, 206/204 e 208/204 para a bacia do Itajaí são sempre mais radiogênicos do que os observados nas rochas de embasamento sendo significativamente mais elevados do que os resultados dos gnaisses dos Complexos Granulítico e São Miguel e dos metasedimentos do Grupo Brusque. Essas diferenças são ainda mais acentuadas quando comparados somente os valores das razões 207/204 e 206/204;
- Dos três pacotes estratigráficos do Grupo Itajaí, a unidade dos arenitos e conglomerados basais é a possui a composição isotópica do chumbo mais próxima da apresentada pelas unidades do embasamento;
- Os valores de Epsilon Nd<sub>(atual)</sub> são negativos para todo o conjunto analisado com os dados disponíveis para os gnaisses granulíticos ainda mais negativos (média de -25) que os observados nos sedimentos do Itajaí (média ao redor de -15), por outro lado, os dados do Grupo Brusque (média de -15), apesar da grande dispersão dos valores, mostram uma clara superposição com o campo dos sedimentos do Itajaí;
- Comparando-se os valores das razões 144Nd/143Nd dos conjuntos Itajaí vs Embasamento verifica-se que as interpretações efetuadas com relação ao Epsilon Nd se mantêm, ficando menos evidente a correlação entre o Itajaí e o Grupo Brusque pois os valores deste último são menos radiogênicos do que os obtidos para as amostras do Itajaí;
- Considerando-se os valores 87Sr/86Sr e o Epsilon Sr nota-se uma clara similaridade entre os metasedimentos do Grupo Brusque com os gnaisses do Complexo Granulítico de Santa Catarina e uma diferença significativa destes com os sedimentos do grupo Itajaí que se mostram bem mais radiogênicos.;



Considerando-se a impossibilidade de calcular-se valores de  $\epsilon_{\text{Nd}}$  e  $\epsilon_{\text{Sr}}$  para o tempo de deposição do Grupo Itajaí (cerca de 580-560Ma) foi elaborado o gráfico  $\epsilon_{\text{Nd}}$  vs  $\epsilon_{\text{Sr}}$  para valores atuais (**Figura 3**).



**Figura 3 – Relação entre  $\epsilon(0)\text{Sr}$  e  $\epsilon(0)\text{Nd}$ .**

Nesse diagrama pode-se verificar que o conjunto das análises, com exceção de uma amostra pertencente a uma vulcânica básica do Grupo Brusque, distribui-se no campo correspondente a rochas com longa vivência crustal, com valores bastante negativos de  $\epsilon_{\text{Nd}}$  e positivos para  $\epsilon_{\text{Sr}}$ . Ao mesmo tempo, reconhece-se três agrupamentos, distribuídos mais ou menos em uma correlação positiva, com as rochas do embasamento grosso modo apresentando os valores mais baixos para  $\epsilon_{\text{Nd}}$  e  $\epsilon_{\text{Sr}}$ . Distribuindo-se entre os valores do embasamento e dos arenitos basais tem-se o conjunto constituído pelos ritimitos e siltitos dos pacotes superiores.

O fato da distribuição dos pontos sugerir os agrupamentos acima mencionados é significativo, pois eles estão de acordo com os conjuntos estabelecidos pelos dados de campo. Entretanto, há uma inversão no posicionamento dos conjuntos do Grupo Itajaí no diagrama, quando comparado com o empilhamento estratigráfico estabelecido em campo. Considerando-se que há clara afinidade dos arenitos da porção basal com as rochas gnaissico-granulíticas,



que ocorrem como clastos em meio aos níveis de conglomerados seria de esperar-se que estes dois conjuntos se apresentassem em campos próximos no diagrama e não, separados pelas unidades de topo da Bacia.

A mesma relação observada no diagrama  $\epsilon Nd$  vs  $\epsilon Sr$  com os pontos analíticos definindo campos específicos, pode ser verificada no diagrama das razões  $^{208}Pb/^{204}Pb$  vs  $^{144}Nd/^{143}Nd$ . Nesse último fica clara a distinção entre os campos das unidades basais e de topo da Bacia.

### ***Empilhamento Estratigráfico***

Na porção Norte, como embasamento cristalino, ocorre o Complexo Gnáissico Migmatítico Luis Alves com porções bandadas e homogêneas intercalas, em contato predominantemente discordante erosivo com a unidade basal da Bacia do Itajaí.

A unidade basal da Bacia do Itajaí é composta por conglomerados polimíticos (*NC/c*) e arenitos conglomeráticos (*Nc/ca*) ocorrendo em ambas bordas da Bacia. Na borda sul sua ocorrência é atribuída à repetição pela atuação de falhamentos inversos. A deposição deste pacote pode representar um sistema de planície deltaica cascalhosa, indicada pelo imbricamento dos clastos e intercalações areníticas; e pela seqüência de pacotes de granodecrescência ascendente na rocha. A espessura estipulada para essa unidade é de 1350 metros.

A segunda unidade da base para o topo bacia (*NC/a*) é composta pelo predomínio de arenitos arcoseanos (Diagrama 1) finos a médios, localmente grossos, micáceos, de coloração bordô.

A passagem da unidade arenítica para a unidade rítmica (*NC/r*) ocorre de maneira gradacional. A variação na energia dos fluxos, relativos aos sucessivos ciclos sedimentares, é quem determina se o controle da deposição será por tração e, conseqüentemente desaceleração do fluxo (arenitos e siltitos laminados), ou por decantação (siltitos e argilitos maciços). Estratigraficamente acima da unidade dos ritmitos, encontram-se os arenitos superiores (*NC/as*), com 650 metros de espessura. A unidade do topo (*NC/s*) é composta por siltitos argilosos com níveis de siltitos arenosos e siltitos maciços, apresentando uma espessura de aproximadamente 800 metros.



## 9. Conclusões

Mesmo considerando-se as limitações do estudo efetuado que utilizou-se de apenas 12 amostras para a caracterização isotópica de toda a Bacia do Itajaí, e do fato de que os dados relativos aos terrenos de embasamento da bacia serem ainda em número insuficiente para uma boa caracterização do mesmo, foi possível estabelecer-se algumas conclusões preliminares:

- Há uma clara diferença nas características isotópicas entre o pacote inferior da Bacia, composto pelos arenitos arcoseanos e conglomerados e a porção superior da mesma constituída pelos ritimitos e siltitos. Essa diferença pode e deve refletir as características de dois ambientes deposicionais bem diferentes, com as unidades inferiores depositadas em ambiente continental e as superiores associadas a complexos turbidíticos marinhos. Estes últimos são claramente mais radiogênicos do que as demais unidades, inclusive os arenitos basais do próprio Itajaí;
- As diferenças mencionadas são claramente observadas na maioria dos diagramas apresentados e o posicionamento das unidades superiores entre os arenitos basais e as rochas do embasamento merece um detalhamento já que seria de esperar-se uma influência maior deste último nas unidades rudáceas da base da bacia, conforme sugerido pelos clastos de embasamento nos níveis conglomeráticos;
- Baseados nos isótopos de Nd e nos valores do  $\epsilon Nd$  pode ser sugerido, de forma bastante preliminar, que as unidades basais do Grupo Itajaí apresentam afinidades com as rochas do embasamento gnaíssico-granulítico e que, as rochas das unidades superiores, apresentariam características semelhantes as do Grupo Brusque;
- Desta forma, é sugerido, baseado nos dados isotópicos disponíveis, que os arenitos conglomeráticos continentais da porção basal do Grupo Itajaí, tenham com área fonte os terrenos do Complexo Granulítico de Santa Catarina e que os ritimitos e siltitos do pacote superior marinho tenham como



possível área fonte os a seqüência metavulcanosedimentar do Grupo Brusque;



## 10. Referências Bibliográficas

BASEI, M.A.S.; 1985. O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. USP. São Paulo.

BASEI, M.A.S.; Kawashita, K.; Siga Jr, O. 1987. Idade, características litoestratigráficas e estruturais do grupo Itajaí, Santa Catarina. In: South Brazilian Congress of Geology, 3, Curitiba, PR, v.1,p.93-116.

BASEI, M.A.S., Siga Jr, O., Machiavelli, A. 1992. A tectônica de Nappes do Proterozóico Superior e Eopaleozóico da porção sul brasileira. In: Aceñolaza, F.G. & Esteban, S.B. (eds): El Paleozoico Inferior en Latinoamérica y la genesis del Gondwana. Serie Correlación Geológica. 9: 215-217.

BASEI, M.A.S.; McReath, I.; Siga Jr., O. 1998. Tha Santa Catarina Granulite Complex of Southern Brazil, A Review. Gondwana Research, V1,p. 383-391, Japan.

BASEI, M.A.S.; Citroni, S.B.; Siga Jr., O. 1998. Stratigraphy and age of Fini-Proterozoic basins of Paraná and Santa Catarina States, southern Brazil. Boletim IG-USP, Série Científica, 29. p. 195-216.

BASEI, M.A.S.; Siga Jr, O.; Cordani, U.G.; Sato, K.; Lima, P.S. 1999. The magmatism of the Itajaí Basin, Santa Catarina – Southern Brazil and its importance to define the Protherozoic – Fanerozoic limit. Actas II South America Symposium on Isotope Geologia, Argentina, p.287-290.

BASEI, M.A.S. 2000. Geologia e modelagem geotectônica dos terrenos pré-cambrianos das regiões sul-oriental brasileira e uruguaia: possíveis correlações com províncias similares do sudoeste africano. Tese de livre docência. Instituto de Geociências. USP. São Paulo.

CALDASSO, A.L. da S.; Krebs, A.S.J.; Silva, M.A.S.; Camozzato, E.; Ramgrab, G.E. 1995. Programa de Levantamentos Geológicos do Brasil. Folha Brusque, SC. Porto Alegre. DNPM/CPRM.



CARVALHO, P.F.; Pinto, E.A. 1938. Reconhecimento geológico do estado de Santa Catarina, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. Boletim 92, 30p.

DUTRA, E.B., 1926. Reconhecimento topográfico e geológico no Estado de Santa Catarina. SGM/DNPM, Rio de Janeiro, 1º Boletim, 21: 31-55.

HARTMANN, L.A.; Silva, L.C.; Orlandi, V. 1979. A cataclase dos granulitos de Luís Alves (Santa Catarina). Acta Geol. Leop., (6):93-112.

KREBS, A.S.J.; Caldasso, A.L.S.; Lopes, R.C. 1988. Interpretação preliminar da seqüência deposicional da Bacia do Itajaí na área na Folha Botuverá-SC. In: Cong. Brás. Geol., 35. Belém, 1988. Anais...Belém: SBG, V2;p. 592-605.

MAACK, R. 1947. Breves Notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Arquivo Biológico e Tecnológico. Universidade Federal do Paraná, 2. p.63-154.

MANTOVANI, M.S.M.; Hawkesworth, C.J.; Base, M.A.S. 1987. Md and Pb isotope studies bearing on the crustal evolution of southern Brazil. Revista Brasileira de Geociências. 17 (3): 263-268.

PAIM, P.S.G.; Leipnitz, I.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 (3): 303-308.

PETTIJOHN, F.J.; Potter, P.E.; Siever, R. (1972) Sand and Sandstone. Heidelberg, Springer-Verlag. 618p.

PRAZERES FILHO, H.J. 2005. Caracterização geológica e petrogenética do batólito granítico Três Córregos (PR-SP): Geoquímica isotópica (Nd-Sr-Pb), idades (ID-TIMS/SHRIMP) e  $\delta^{18}\text{O}$  em zircão. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. USP. São Paulo.

ROSA, A.L.Z. da. 2006. Evidências de vida no Ediacarano Inferior da Bacia do Itajaí, SC. 50 p. Dissertação de Mestrado - Universidade do Vale do Rio dos Sinos.



SCHULZ Jr, A.; Albuquerque, L.F.F.; Giffoni, L.E. 1969. Geologia da quadrícula Rio do Sul, Santa Catarina. DNPM. Relatório interno.

SIGA Jr,O. 1995. Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: Geocronologia e evolução crustal. Tese de doutorado. Instituto de Geociências – USP. São Paulo.

SIGA Jr,O.; Basei, M.A.S.; Machiavelli, A. 1990. Evolução geotectônica do maciço Joinville, Paraná e Santa Catarina. Jornadas Científicas do Instituto de Geociências USP, Boletim Especial, p. 116-118.

SIGA Jr,O.; Basei, M.A.S.; Machiavelli, A. 1994. Evolução geotectônica da porção NE de Santa Catarina e SE do Paraná, com base em interpretações geocronológicas. Revista Brasileira de Geociências. v. 23, n. 3, p. 215-223.

SILVA, L.C.; Trainini D.R.; Hartmann L.A. 1978. Relações entre metamorfismo e deformação no Grupo Brusque, SC. In:SBG, Congr. Bras. Geol., 30, *Anais*, Recife, 3:1336-1349.

SILVA, L.C.; Dias, A.1981. Os segmentos mediano e setentrional do Escudo Catarinense: II – Organização e evolução geotectônica. Acta Geol. Leop. 5 (10): 121-140.

SILVA, L.C.; 1983a. O Complexo Metamórfico Brusque e a Seqüência Vulcano-sedimentar Rio Itajaí-Mirim, (SC): uma revisão. In: SBG, Simp. Sul-Brasileiro Geol., I, *Atas*, Porto Alegre, p.253-265.

De acordo:

\_\_\_\_\_  
Nathalia Pozzi Arcaro

\_\_\_\_\_  
Miguel Angelo Stipp Basei



## ANEXO 1

### TABELA COM DADOS ESTRUTURAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DOS ESTEREOGRAMAS



PONTOS IG

PONTOS	UTMN	UTME	ESTRUTURA	S0_RUMO	S0_MERGULHO	S1_RUMO	S1_MERGULHO	PA_RUMO	PA_MERGULHO	Lb_RUMO	Lb_MERGULHO	ESTRIA_RUMO	ESTRIA_MERGULHO
IG-01	7030132	706605	estratificada	146 156 N70W	20 20 23SW								
IG-02	7028750	707240	estratificada	N55E N73E 171 N80E	12SE 11SE 10 09SE								
IG-03	7023660	707182		N55W	14SW								
IG-04	7023718	699902	estratificada/maciça/bandada	N40E N20E N20E N40E	24SE 37SE 25SE 23SE								
IG-05	7014221	691093	estratificada	N50W N80W N20W	8SW 11SW 10SW			N55E	65SE	S40W S50W	7 8	S50E S42E S45E	23 47 58
IG-06	7012605	688506		172 168	75 75	N70E	77NW						
IG-07				N35W N44E N48E N30E	42SE 37SE 30SE 28SE	N30E N50E	73SE 48SE						



PONTOS IA

PONTOS	UTMN	UTME	ESTRUTURA	S0_RUMO	S0_MERGULHO	S1_RUMO	S1_MERGULHO	Lb_RUMO	Lb_MERGULHO
IA-01	6994207	666991	acamadada						
IA-02	6997417	666230	acamadada	N	25 26				
IA-03	6998907	665529	acamadada	339	20				
IA-04	7001165	665739	acamadada	194 14	20 40				
IA-05	7003339	665018	acamadada	148 142 140	35 40				
IA-06	7005907	663242	acamadada	176 148 132	50 40 25				
IA-07	7006823	662607	acamadada						
IA-08	7010512	681970	acamadada	N25E N55E N40E N47E	21SE 33SE 32SE 28SE	N40E N35E N30E N30E N38E N35E N33E	62SE 65SE 54SE 74SE 58SE 61SE 63SE	S30W	5
IA-09	7009375	664272	foliada	150 148 136 140 152 148 150 N52E	15 15 18 20 15 15 15 25SE				



PERFIL AB - TABELA COM DADOS ESTRUTURAIS

Area	Ponto	UTME	UTMN	Litotipo	Unidade litoestratigráfica	S0_rumo	S0_mergulho	Sn_rumo	Sn_mergulho	L_Tipo	Ln_rumo	Ln_mergulho	Dobra_rumo (flanco)
I	7			Tonalito Foliado	Complexo Luis Alves			268 220	58 68				
I	13			Tonalito Gnaissé	Complexo Luis Alves			70	75				
I	14			Granito	Complexo Luis Alves			80	90				
I	17			Tonalito Gnaissé	Complexo Luis Alves			72 72	55 45				
I	51			Gnaissé Tonalítico protomilonítico	Complexo Luis Alves			258 145 76 60	85 50 81 70	Le Le	170 0	40 30	
I	52			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	85	35						
I	53			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	154 162 220	16 20 55						
I	54			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	85	35						
I	58			Arenito com camadas argilosas e conglomeráticas associadas	Grupo Itajai	257	35						
I	62			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	82 86	20 12						
I	63			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	140 190	10 20						
I	65			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	132	15						
I	67			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	172	20						
I	69			Arenito e Lamito Arcoseano	Grupo Itajai	138 145 160	25 35 35						
I	70			Pelito	Grupo Itajai	120 137	25 25						
I	72			Pelito argilo-silíceoso	Grupo Itajai	155 265	18 20						
I	73			Ritmito (Arenito arcoseano intercalado com pelitos)	Grupo Itajai	156	24						
I	74			Pelito	Grupo Itajai	171	27						
I	82			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	122	25						
I	83			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	146 168	30 30						
I	84			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	160 100	10 0						
I	142			Arenito Arcoseano	Grupo Itajai	30 70 90	50 40 30						
I	146			Tonalito	Complexo Luis Alves			85	85	Le	320 145	20 70	
I	150			Siltito	Grupo Itajai	214 180 194	30 30 20						
I	151			Arenito	Grupo Itajai	208	25						
I	153			Siltito	Grupo Itajai	84	15						
I	154			Siltito	Grupo Itajai	270	45						
I	155			Siltito	Grupo Itajai	210 170	15 15						
I	156			Arenito	Grupo Itajai	185 172	20 20						
I	157			Siltito	Grupo Itajai	152	15						
I	158			Arenito	Grupo Itajai	150 144	10 10						
I	160			Siltito	Grupo Itajai	180	25						
VIII	4	702880	7013435	Siltite argiloso e Arenito fino	Grupo Itajai	148	27	340	75				







VIII	5	702757	7019625	Siltito, Argilito e Arenito fino	Grupo Itajai					120 128	90 80				
VIII	25	701926	7018091	Ritmito	Grupo Itajai	214	45								
VIII	40	701640	6099500	Conglomerado, Arenito conglomerático	Grupo Itajai	110 150	50 75								
VIII	42	701795	6099000	Siltito argiloso	Grupo Itajai	18	75								
VIII	67			Siltito	Grupo Itajai	270	45								
VIII	69			Siltito	Grupo Itajai	320 134	30 30								
VIII	70			Ritmito	Grupo Itajai	138 136 132 138	85 76 70 80								
VIII	71			Arenito Conglomerático	Grupo Itajai					140 134	70 70	Lb	140 110 133 139	70 50 35 35	48 230 110 24 200
VIII	88			Argilito	Grupo Itajai	112 112	40 35								
VIII	89			Argilito (A) e Siltito (B)	Grupo Itajai	(A)102 (A)108 (A)105 (A)98 (A)112 (A)106 (A)102 (A)106 (B)110 (B)148	25 37 44 25 35 49 40 22 20 15					Lb	100 80	20 50	
VIII	94			Arenito, Argilito e Siltito	Grupo Itajai	140 136	25 25								
VIII	95			Argilito siltoso, arenito grosso a conglomerático	Grupo Itajai	152 200 180	15 20 15								
VIII	96			Siltito	Grupo Itajai	126 160 20 104 90 108 110 70 15 40 158 146 28 10 122 110 116 112 18 92 15 114 93 90	22 20 28 15 10 30 15 40 28 10 18 20 18 15 15 12 13								
VIII	98			Siltito	Grupo Itajai	140	15								
VIII	99			Siltito	Grupo Itajai	126	28								
VIII	100			Siltito Arenoso e Argilito	Grupo Itajai	297	90								
VIII	101			Siltito	Grupo Itajai	40 38 43	55 60 56								
VIII	102			Siltito	Grupo Itajai	142	55								



					Foliada
		127	16		Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
40 46 65 35 45					Acamadada
					Estratificação plano-paralela e acamadamento
					Estratificação Plano-paralela
		125	40		Estratificada
		240 90 102	10 15 6		Estratificação
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada
					Acamadada



PERFIL CD- TABELA COM DADOS ESTRUTURAIS

Area	Identificacao	UTME	UTMN	Litotipo	Unidade litoestratigráfica	S0_rumo	S0_mergulho	Sn_rumo	Sn_mergulho	Sn+1_rumo	Sn+1_mergulho	L_Tipo	Ln_rumo	Ln_mergulho	Estrutura
II	1	704883	7035857	Gnaissse	Complexo Luis Alves			78	65						Foliada
								75	70						
								72	45						
II	2	704527	7035380	Gnaissse	Complexo Luis Alves			120	85						Foliada
II	3	704064	7034659	Gnaissse	Complexo Luis Alves			336	52						Foliada
II	5	703302	7033522	Gnaissse	Complexo Luis Alves			120	80						Foliada
								98	80						
								92	85						
II	11	707813	7028113	Ritmito	Grupo Itajai	144	30								Estratificada
						141	36								
						125	40								
						125	80								
II	15	707227	7027264	Ritmito	Grupo Itajai	35	10								Estratificada
						20	10								
II	17	707012	7026761	Arenito/Siltito (contato)	Grupo Itajai	83	41								Estratificada
						80	50								
						79	48								
II	18	706957	7026384	Arenito arcoseano fino	Grupo Itajai	145	30								Estratificada
II	19	706871	7025884	Siltito	Grupo Itajai	129	36								Estratificada
II	35	706651	7030129	Arenito arcoseano	Grupo Itajai	118	24								Estratificada
						144	23								
						116	25								
II	36			Biotita Gnaissse	Grupo Brusque			75	46						Foliada
								310	76						
II	92			Biotita Gnaissse	Grupo Brusque			348	53						Foliada
III	5	707906	7028171	Siltito	Grupo Itajai	152	5								Laminado
						135	5								
III	6	708235	7028003	Arenito	Grupo Itajai	152	22								Estratificação cruzada e paralela
						56	24								
						34	18								
III	30	708813	7032306	Gnaissse	Complexo Luis Alves			272	85						Foliada
								252	82						
III	31	708654	7032194	Gnaissse	Complexo Luis Alves			258	82						Foliada
								266	70						
								288	69						
								232	88						
								262	53						
								266	44						
								286	66						
III	33	708709	7029961	Arenito conglomerático	Grupo Itajai	185	15					Lm	324	58	Estratificada
III	37	711078	7024723	Siltito	Grupo Itajai	124	26								Estratificada
						122	28								
						124	24								
						120	26								
						121	22								
						124	18								
						122	17								
						128	24								
III	40	711751	7024922	Siltito	Grupo Itajai	136	32								Laminada
						142	15								
						142	17								
						136	20								
						158	15								
						138	16								
						170	20								
						120	15								







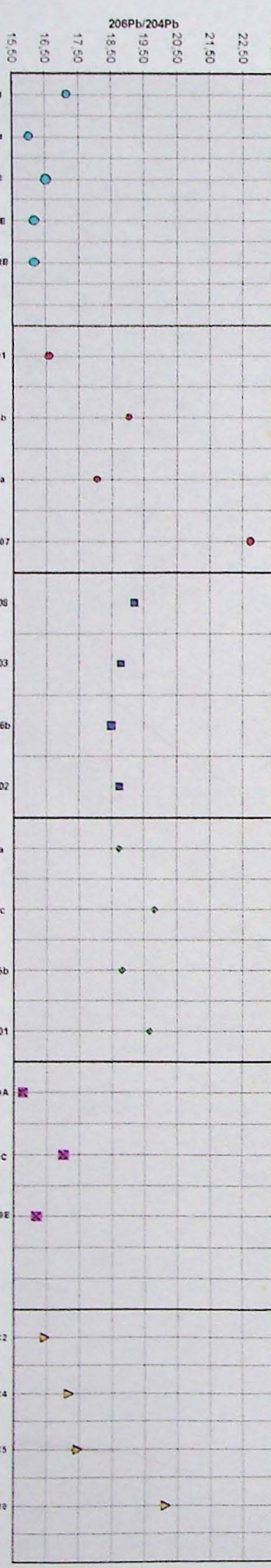
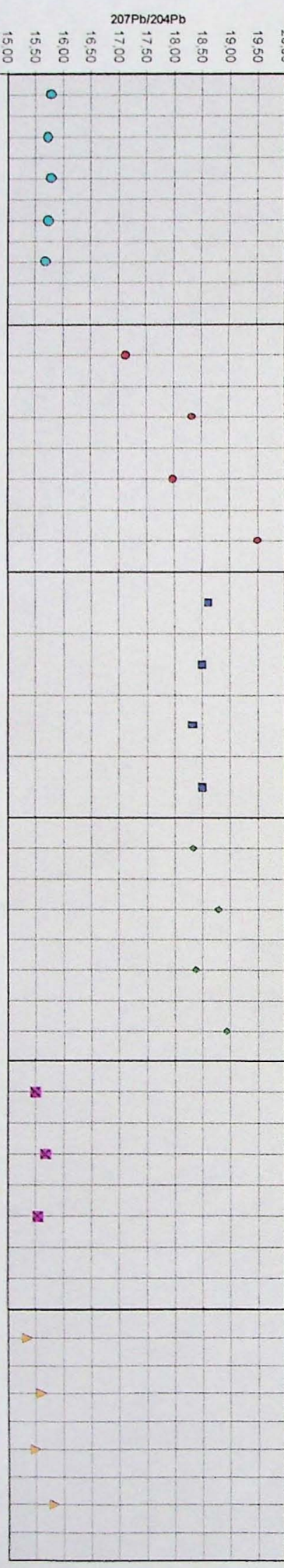
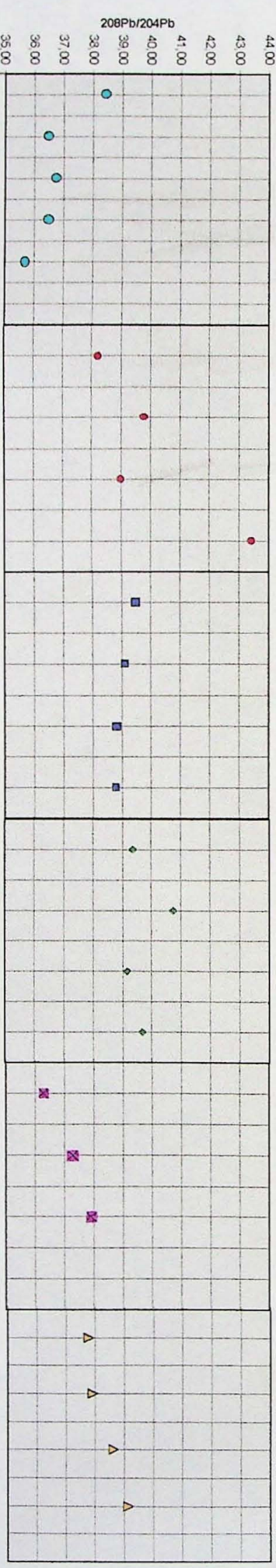
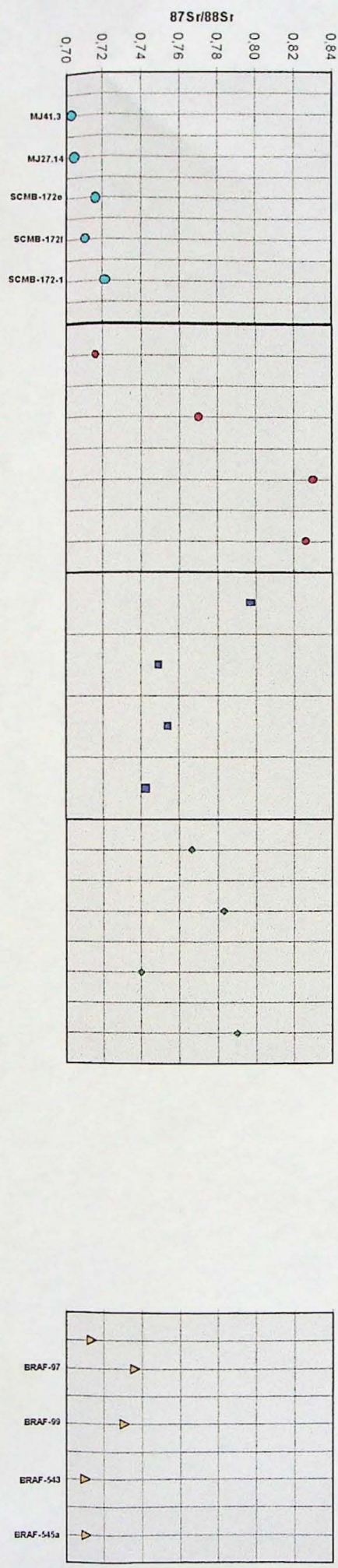
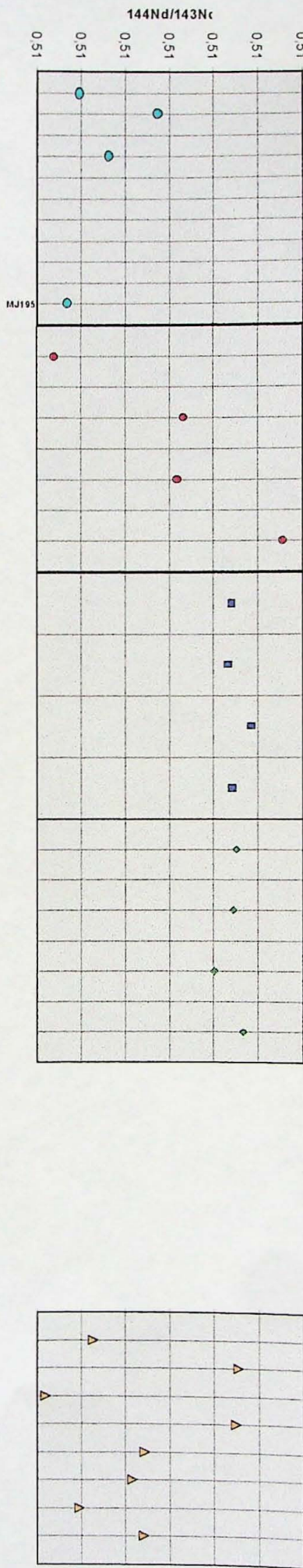
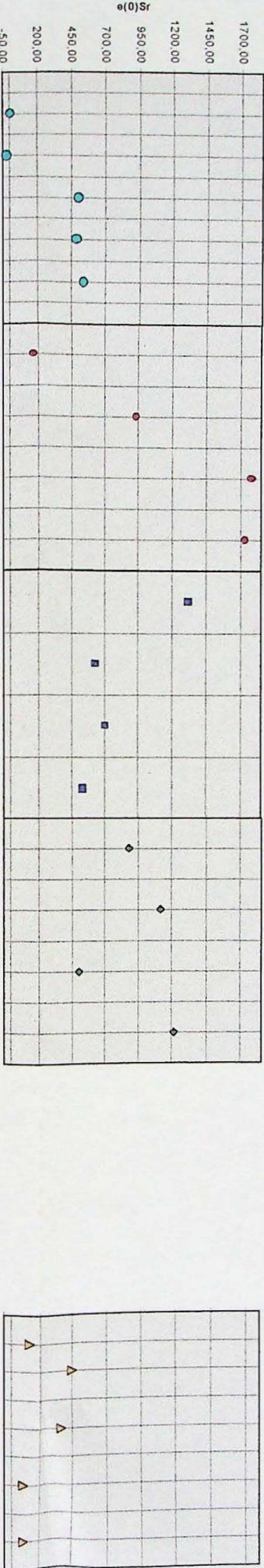
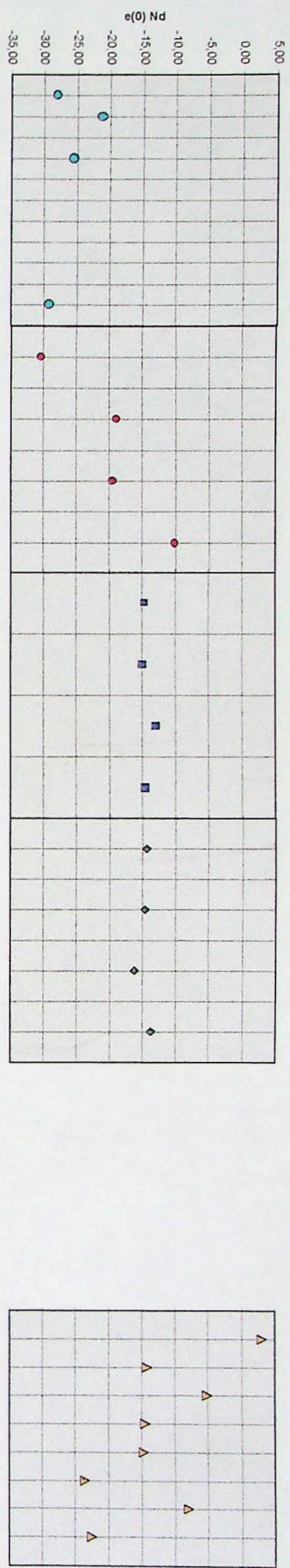




## ANEXO 2

GRÁFICO COM AS CONCENTRAÇÕES DOS DIFERENTES  
ISÓTOPOS NAS ROCHAS ANALISADAS.





COMPLEXO LUIS ALVES

GRUPO ITAJAI

SÃO MIGUEL

GRUPO BRUSQUE



## ANEXO 3

### PRANCHA FOTOGRÁFICA





1



2

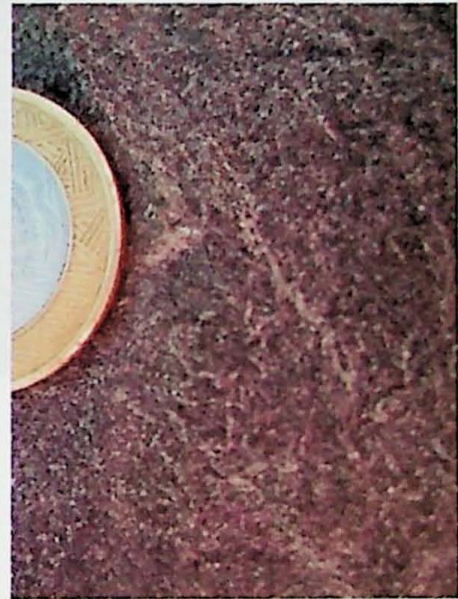


3

Fotos 1, 2, 3 – Detalhe do conglomerado basal da borda sul da Bacia do Itajaí Sul de Gaspar. Podem ser observadas lentes de arenito e arenitos conglomeráticos e a grande variação no tamanho e composição dos clastos.



4



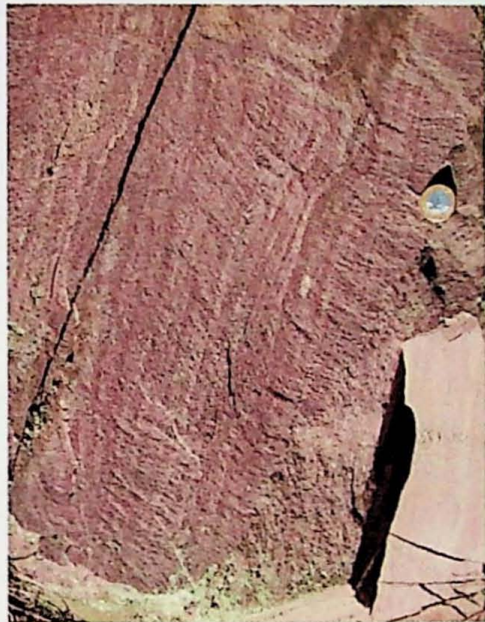
5

Foto 4 e 5 – Arenitos avermelhados, maciços, com granulação média, pertencentes à porção basal da Bacia do Itajaí, Baú de Baixo, região de Gaspar, (IG-02).





6



7

Fotos 6 – Arenito bordô ora maciço, ora com estratificações plano-paralelas, com intercalações de siltito vermelho (ponto IG-04).

Foto 7 - Mesmo afloramento, com detalhe para a laminação plano-paralela interna aos bancos de arenitos finos. BR-470, próximo a Blumenau.



8



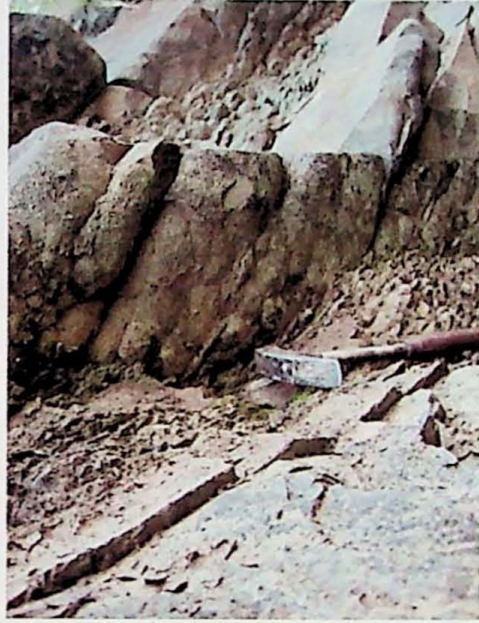
9

Foto 8 e 9– Turbiditos próximos à cidade de Ibirama, nível intermediário da Bacia do Itajaí (ponto IA-08).





10



11

Fotos 10 – Detalhe das intercalações entre camadas de siltito com laminações e arenitos fino com estratificações plano-paralelas (ponto IA-08).

Foto 11 - Mesmo afloramento com turboglifos desenvolvidos na base das camadas areníticas.



12



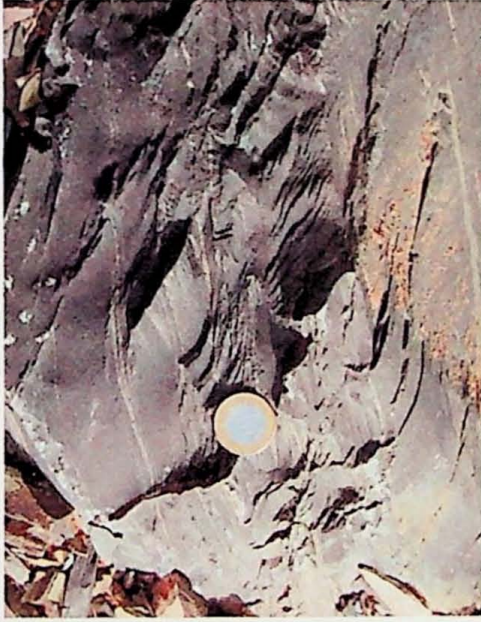
13

Fotos 12 e 13 – Contato entre o Conglomerado e bancos de arenitos micáceos intercalados em meio aos níveis de ritmitos. (Ponto IA-02).





14



15



16

Foto 14, 15 e 16 – Detalhe da laminação dos siltitos do topo da unidade intermediária do Grupo Itajaí, com intercalações de pequenas lentes de arenitos finos (IG 06).



17



18



19

Fotos 17, 18 e 19 – Siltitos da unidade superior do Grupo Itajaí, afetado por dobras amplas e abertas com desenvolvimento de estrias interbancos. Sul de Blumenau (ponto IG-05).



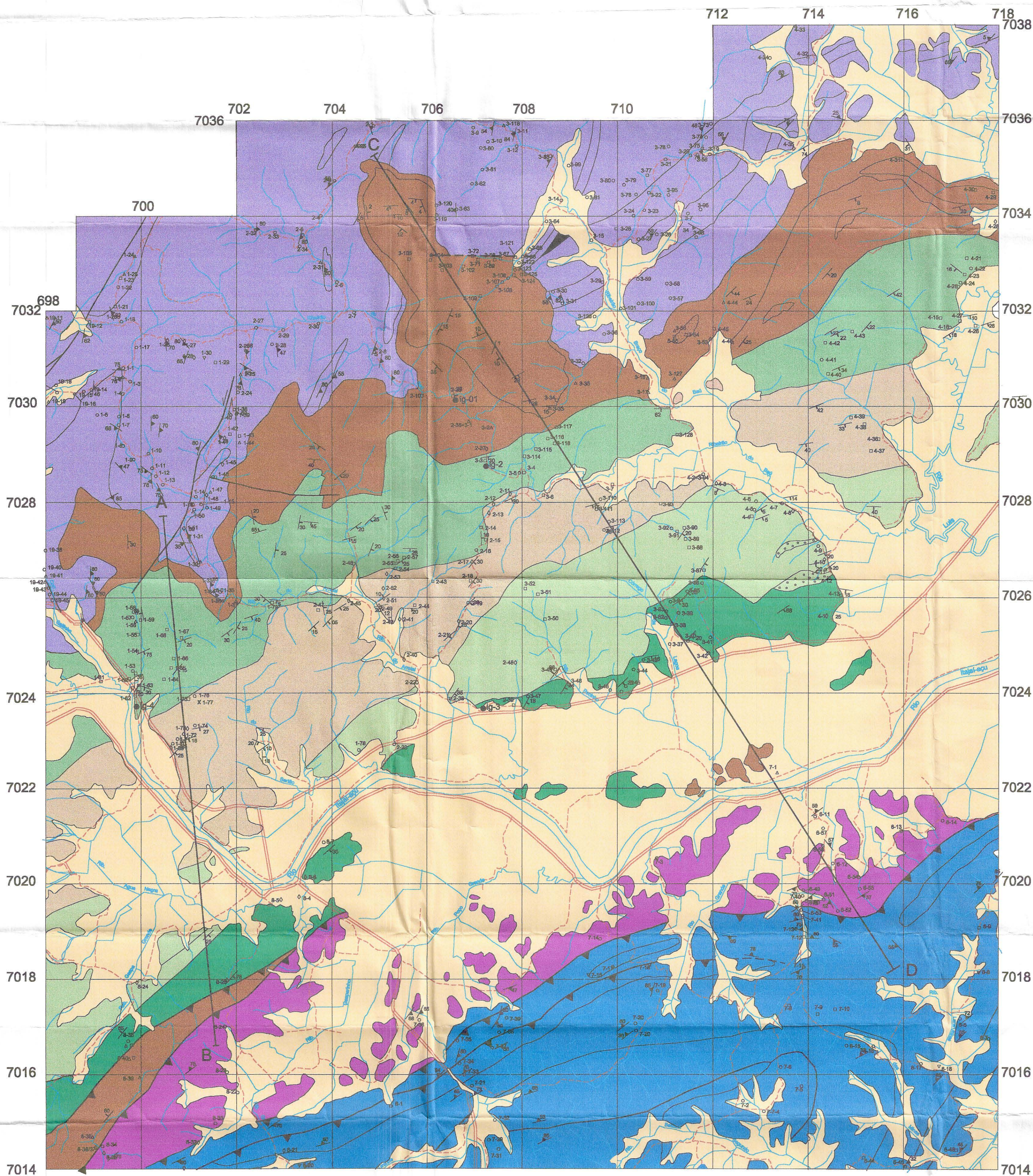
## ANEXO 4

### MAPA GEOLÓGICO E PERFIS





# Mapa Geológico da Bacia do Itajaí, na região entre Timbó e Ilhota, SC.



**LEGENDA**

**Aluvião**

- Areias, argilas, cascalhos e material silítico-arenoso, inconsolidados, de origem

**BACIA DO ITAJAÍ**

- Camadas espessas de siltito intercaladas com níveis de argilito de cor avermelhada, ora maciças, ora com laminação plano paralela, as quais ocasionalmente encontram-se sobrepostas pelos conglomerados, por meio de contato erosivo.
- Arenitos violáceos estratificados, mal selecionados, com intercalações de níveis conglomeráticos e lâminas de siltitos maciços. Como estruturas primárias são observadas estratificações cruzada acanalada e estratificação cruzada cavilante (climbing ripples).
- Ritmo com intercalações de lamitos, siltitos e arenitos finos a médios, eventualmente grossos com estratificação plano-paralela, por vezes maciças, em camadas de geometria tabular, onde frequentemente ocorrem arenitos com granodrecência ascendente.
- Arenitos bordó, finos a médios, de composição arcoseana (com muscovita detritica), bem selecionados, com grãos subangulosos a subarredondados, com presença de estratificação cruzada acanalada de baixo ângulo e de pequeno porte. Associados a esta unidade ocorrem tufo vulcânicos.
- Arenitos conglomeráticos de composição arcoseana, com grãos médios a grossos, intercalando espessas camadas de ortoconglomerados polimíticos. Os seixos apresentam a seguinte composição: quartzo leitoso, quartzito, granito grosso róseo, siltito róxo e esverdeados. Os arenitos apresentam estrutura maciça ou acomodamento gradacional normal e, eventualmente, inverso e estratificações cruzadas acanaladas de baixo ângulo e médio porte. Ocorrem níveis de arenitos túfáceos intercalados a esta unidade.

**EMBASAMENTO (Indiferenciado)**

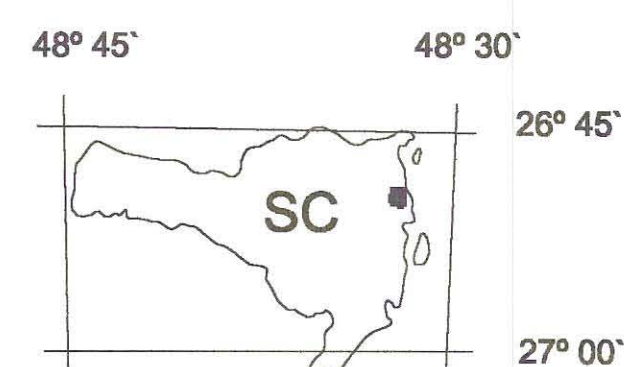
- Grupo Brusque  
Conjunto de rochas de origem vulcano-sedimentar, composto por: filitos, clorita xistos, metabasitos, grafita xistos, melacalcários, quartzitos, quartzitos mica xistos e calcossilicáticos com metamorfismo em fácies xisto-verde a anfibolitoinferior atingindo grau metamórfico mais elevado no contato com corpos graníticos intrusivos
- Complexo São Miguel (Borda Sul da Bacia do Itajaí)  
Gnaisses com estrutura bandada, com alternância entre leitos quartzo-feldspáticos e leitos máficos, centimétricos. Localmente ocorrem gnaisses hololeucocráticos de coloração rósea, com estrutura gnaissica e mineralogia essencialmente formada por quartzo, feldspato e máficos ocasionais.
- Complexo Granulítico de Santa Catarina (Borda Norte da Bacia do Itajaí)  
Formado por chamo-enderbitos, leucognaisses, metagabros, migmatitos, leucogranitos róseos foliados e gnaisses máficos diversos.

0 1 2 3 4Km

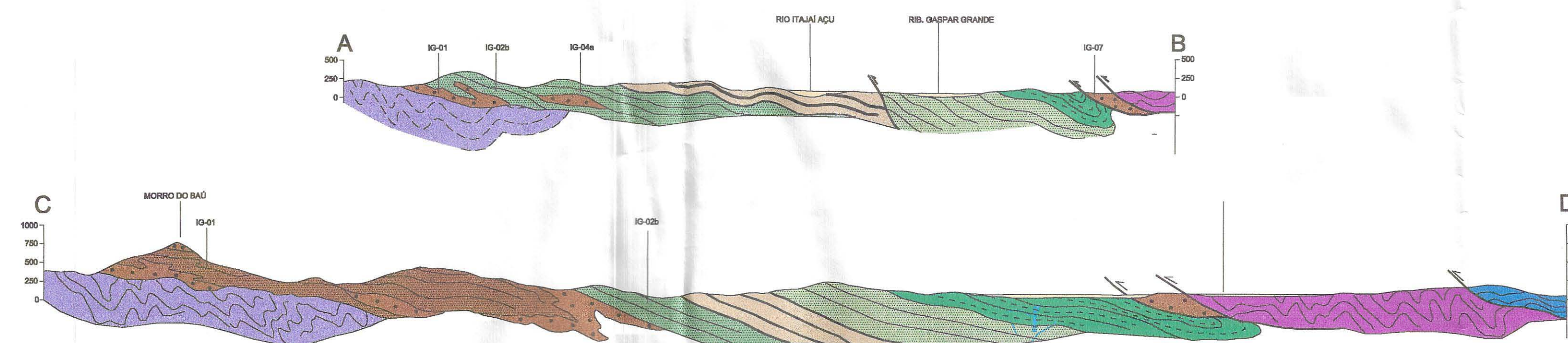
ESCALA 1:50.000



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
CRESCER 9' ANUALMENTE



SITUAÇÃO DA ÁREA NO ESTADO





ANEXO 4

MAPA GEOLÓGICO E PERÍMETRO

DOAÇÃO
<i>IGC-VSP</i>
Data: <i>02/05/08</i>



