

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

TRABALHO DE FORMATURA – MONOGRAFIA

**O MAGMATISMO FÉLSICO DA BACIA DO ITAJAÍ (SC): GEOQUÍMICA E  
GEOCRONOLOGIA  
TF 22/31**

Júlia Sola Viana

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angelo Stipp Basei

Coorientador: MSc. Lucas Martins Lino

SÃO PAULO 2022

## RESUMO

A Bacia do Itajaí é uma bacia de *foreland* periférico, localizada na porção nordeste do estado de Santa Catarina, e é composta predominantemente por depósitos sedimentares com contribuição de rochas vulcânicas félscicas. Tanto as sequências sedimentares como parte das ocorrências vulcânicas foram acometidas por duas fases deformacionais, que afetam a bacia regionalmente, exceto pelo granito Subida, de idade Cambriana, que é intrusivo nas sequências mais antigas e desenvolve metamorfismo de contato. A primeira fase de deformação, com direção NE-SW, é paralela ao eixo da Bacia e está associada aos cavalgamentos com vergência para NW, enquanto a segunda, tardia, tem orientação NW-SE. A idade de deposição da bacia está limitada entre 596 e 560 Ma, com a idade mais jovem sendo indicada pela colocação de domos riolíticos, que a posicionam no Neoproterozoico (Ediacarano). Este estudo busca caracterizar mais detalhadamente o magmatismo félscico da bacia a partir de análises petrográficas, geoquímicas em rocha total, geocronológicas (U-Pb em zircão) e isotópicas (Lu-Hf nos mesmos cristais de zircão datados). As idades obtidas em quatro amostras restringem o vulcanismo principal, composto por domos e intrusões riolíticas, ao intervalo entre 568 e 558 Ma. Utilizando-se dos resultados geoquímicos, foi possível a diferenciação das rochas vulcânicas em dois grupos litológicos com características diferentes, sendo eles de alto e baixo Zr, com o primeiro se apresentando enriquecido em relação a elementos traço incompatíveis e ETR quando comparado ao segundo. Diagramas discriminantes de ambiente tectônico sugerem que as rochas vulcânicas tem características intra-placa, comumente observado em outras ocorrências magmáticas do tipo-A. Ademais, quando associadas às razões isotópicas de Hf em zircão, apresentam origem crustal, no entanto, observando os resultados de geoquímica, as rochas apresentam origem mantélica.

## ABSTRACT

The Itajaí Basin is a peripheral foreland basin located in the Northwest portion of Santa Catarina, composed primarily of sedimentary deposits with felsic volcanic contribution. The sedimentary sequences as well as the volcanic occurrences were submitted to two deformational phases, that affect the basin regionally, except for the Subida Granite, of Cambrian age, that is intrusive in the previous sequences and develops, contact metamorphism. The first deformational phase presents NE-SW axial orientation parallel to the basin axis and is associated with thrusting with tectonic vergence to NW, while the second has NW-SE direction. The depositional age of the basin is limited between 596 and 560 Ma, with the younger age being indicated by the placement of rhyilitic domes that put the basin in Neoproterozoic (Ediacaran). This study aims to characterize in more detail the felsic magmatism of the basin based on petrographic analysis, Whole rock geochemistry, geochronological (U-Pb in zircon) and isotopic (Lu-Hf in the same zircons) data. The ages attained in four samples restrict the main volcanic activity, composed of rhyolitic domes and intrusions to the 568 to 558 Ma interval. Using the geochemical results, it was possible to differentiate the volcanic rocks into two lithological groups with different characteristics, them being of high and low Zr, the first presenting enriched in regard to incompatible trace elements when compared to the second. Discriminating diagrams of tectonic environment suggest the volcanic rocks have intra-continental characteristics, matching with the characteristics defined for A-type magmatism. In addition, when associated to the isotopic ratio of Hf in zircon, present crustal origin, however, looking into the lithochemical results, the rocks present mantle origin.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	5
2.	OBJETIVOS .....	5
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1.	Embasamento Cristalino .....	6
3.2.	Bacia do Itajaí.....	7
3.3.	Zonas de Cisalhamento.....	11
4.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	11
4.1.	Análises Petrográficas.....	11
4.4.	Geoquímica de Rocha Total.....	12
4.2.	Datação de Zircão por U-Pb (LA-ICP-MS) .....	12
4.3.	Lu-Hf <i>in situ</i> em cristais de zircão.....	14
5.	RESULTADOS.....	15
5.5.	Trabalho de campo.....	15
5.2.	Petrografia .....	22
5.3.	Química de Rocha Total.....	30
5.4.	Datação U-Pb .....	33
5.5.	Lu-Hf.....	36
6.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
7.	CONCLUSÃO .....	40
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## **1. INTRODUÇÃO**

A Bacia do Itajaí, localizada no estado de Santa Catarina, desenvolveu-se como uma bacia de *foreland* periférico de idade Ediacarana, depositada sobre a borda sul do embasamento cratônico do Terreno Luís Alves e é associada ao Cinturão Dom Feliciano (Basei et al., 2011). Em relação às outras bacias do estágio de transição da orogenia Brasiliana (i.e. Campo Alegre, Corupá, Guaratubinha), a Bacia do Itajaí representa um dos registros mais completos do período Ediacarano no Brasil, com intervalo de deposição estimado entre 600 Ma e 560 Ma. A bacia possui duas unidades principais, sendo a porção basal continental, constituída por conglomerados e arenitos arcoseanos, que passam gradativamente para uma unidade de topo constituída de depósito marinhos (ritmitos, siltitos finamente laminados e arenitos), correspondendo a um espesso pacote turbidítico (Rostirola et al., 1999; Guadanin et al., 2010; Basei et al., 2011).

Ao longo de toda evolução da bacia ocorreram importantes atividades magmáticas félsicas, compostas por depósitos cineríticos de queda e tufos formados por fluxos ignimbriticos intercalados às sequências sedimentares epiclásticas, além de derrames e/ou intrusões subvulcânicas riolíticas e granítoides recobrindo e/ou intrudindo todos os depósitos anteriores (Basei et.al., 2011) A origem e idade de deposição das sequências piroclásticas apresentam uma possível correlação com os depósitos vulcânicos da Bacia de Campo Alegre a norte, formados em três estágios cronológicos principais (605-595 Ma; 583-577 Ma; 563 Ma), e a petrogênese das lavas e intrusões possivelmente estão associadas aos mesmos mecanismos de fusão litosférica recentemente propostos para as rochas ígneas Neoproterozoicas presentes no Terreno Luís Alves (Quiroz-Valle et al., 2023 e Lino et al., 2023). Adicionalmente, as atividades vulcânicas registradas nessa bacia exercem um papel fundamental na preservação dos macro-fósseis Ediacaranos mais antigos do supercontinente Gondwana (Becker-Kerber et al., 2020). Desse modo, as sequências vulcanogênicas, ainda pouco estudadas e recentemente descobertas em novos afloramentos, serão o tema central da pesquisa proposta neste Trabalho de Formatura.

## **2. OBJETIVOS**

Os objetivos do projeto estão resumidos nos seguintes itens: (1) estudo petrográfico das rochas vulcânicas utilizando-se de novas lâminas delgadas e do material disponível na litoteca do laboratório de Cartografia Geológica do IGc; (2) estudo geoquímico de rocha total (elementos maiores, menores e traços) de 9 amostras e análise de elementos terras raras de 6 amostras de rochas vulcânicas félsicas; (3) datação pelo método U-Pb em zircão (LA-ICP-MS) do magmatismo da bacia, utilizando os isótopos U-Pb em 4 amostras de rochas vulcânicas que ocorrem ao longo da bacia; (4) caracterizar a petrogênese do magmatismo a

partir da química e dos isótopos Lu-Hf de zircão das 4 amostras datadas anteriormente; (5) Elaborar uma análise e discussão integrada dos resultados obtidos com estudos prévios, correlacionando com outras sequências vulcânicas do Terreno Luís Alves e com os eventos tectônicos regionais.

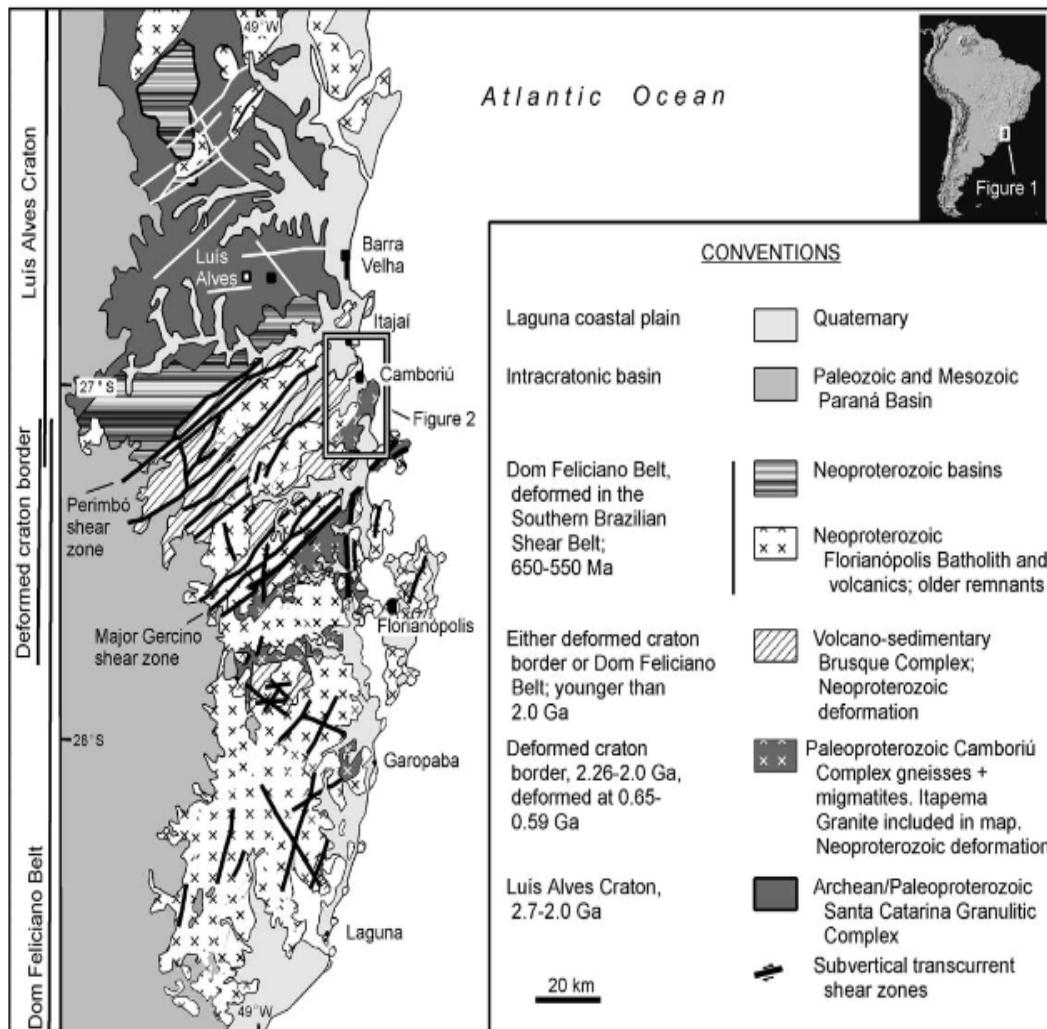
### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Embasamento Cristalino

O Escudo de Santa Catarina é composto primariamente por duas unidades tectônicas: o Cinturão Dom Feliciano e o Terreno Luis Alves. Essas unidades fizeram parte da porção sudoeste do supercontinente Gondwana, constituído por fragmentos cristais que foram justapostos pela amalgamação de blocos cratônicos Arqueanos a Proterozoicos, rodeados pelas faixas móveis formadas no Ciclo Brasiliano/Pan-Africano (Guadagnin et al., 2010). O Cinturão Dom Feliciano (**Figura 1**) corresponde a uma faixa móvel Neoproterozoica e o domínio de gnaisses tonalíticos de alto grau do Cráton Luis Alves, de idade Paleoproterozoica, separados por zonas de cisalhamento transcorrentes (Guadagnin et. al., 2010; Hartmann, 2002; Basei et al., 1998a; Fernandes et al., 1992).

As unidades Paleoproterozoicas são compostas pelo Complexo Granulítico Santa Catarina, (embasamento do bloco Luis Alves), e pelo Complexo Camboriú, enquanto as unidades Neoproterozoicas incluem o Cinturão Dom Feliciano (composto pelo Grupo Brusque e pelos batólitos de Florianópolis e rochas vulcânicas associadas) e as bacias do Itajaí e Campo Alegre (Guadagnin et al., 2010). A Zona de Cisalhamento Perimbó é responsável pela compartimentação do escudo, separando o Complexo Granulítico de Santa Catarina do Complexo Camboriú e do Cinturão Dom Feliciano (Hartmann et al., 2003), enquanto a Zona de Cisalhamento Major Gercino separa as sequências supracrustais dos granitóides (Bitencourt et al., 1989).

De maneira geral, o Complexo Granulítico de Santa Catarina é composto por rochas de alto grau metamórfico, como charno-enderbitos e gnaisses migmatizados, além de corpos máfico-ultramáficos e paragnaisses de alto grau (Hartmann et al., 1979; Kaul, 1980; Basei et al., 2009). Sua evolução se dá com a colocação de uma suíte TTG em 2,6 Ga, que foi submetida a dois episódios de metamorfismo regional de alto grau, no Sideriano (2,35 Ga) e, posteriormente, no Orosiriano (2,0 Ga; Basei et al., 2009). Após ~1,9 Ga permaneceu estável e fria (<300°C), não apresentando evidências de alterações tectono-termais no Neoproterozoico, contrariamente aos terrenos vizinhos (Basei et al., 2011).



**Figura 1:** Mapa Geológico da porção leste de Santa Catarina (Hartmann et al., 2003).

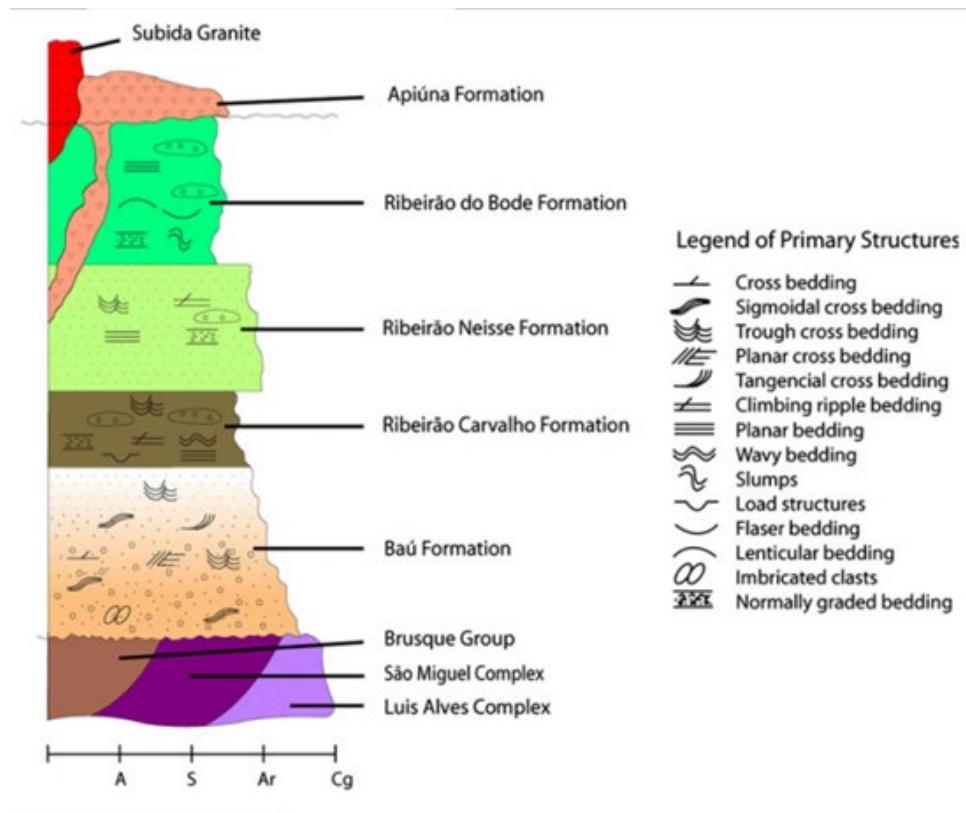
### 3.2. Bacia do Itajaí

A bacia do Itajaí está localizada na borda sul da Microplaca Luís Alves, na porção nordeste do estado de Santa Catarina, e é considerada uma bacia de *foreland* periférica relacionada ao Cinturão Dom Feliciano (Basei et al., 2011). Representa um excelente registro do período Ediacarano, e os estratos superiores são um dos melhores exemplares dos depósitos turbidíticos Pré-Cambrianos no Brasil (Basei et al., 2011).

Esta é uma bacia predominantemente vulcâno sedimentar, depositada ao fim do Neoproterozóico (entre 600-560 Ma), de geometria assimétrica e possuindo formato de prisma sigmoidal, com orientação principal N60°E, e com a pilha de sedimentos sendo afinada de norte para sul (Rostiolla 1991, Rostiolla et al., 1992). A Bacia ocupa uma área de aproximadamente 700 km<sup>2</sup> ao longo de mais de 80 km, entre as cidades de Itajaí e Ibirama, no estado de Santa Catarina (Basei et al. 2011). Seus limites são bem definidos e claros em campo, sendo que, a norte, os sedimentos se depositam sobre o Complexo Granulítico de Santa Catarina, embasamento do bloco Luís Alves em contato normal, e a sul o contato é

predominantemente tectônico, com as unidades basais sendo “empurradas” para N-NW por falhas inversas que colocam os gnaisses do Complexo São Miguel e os metassedimentos do Grupo Brusque sobre os sedimentos da Bacia do Itajaí. (Basei et al., 2011).

A coluna estratigráfica é composta, da base para o topo, pelas seguintes formações: Baú, Ribeirão Carvalho, Ribeirão Neisse, Ribeirão do Bode e Apiúna, possuindo contatos usualmente transicionais entre si (figura 2, abaixo; Basei et al. 2011).



**Figura 2:** Coluna estratigráfica da Bacia do Itajaí (Basei et al., 2011). Em meio a essas unidades ocorrem as intercalações de rochas vulcânicas félscicas.

A Formação Baú tem aproximadamente 1350 metros de espessura, ocorre nas duas bordas da bacia e é composta por lentes de conglomerados polimíticos, em organização caótica, polimíticos, suportados pelos clastos e sua matriz é arenosa rica em feldspatos. Os clastos variam de seixos a matações e são compostos predominantemente por gnaisses, granitos, veios de quartzo, quartzitos e milonitos. Em direção ao topo, arenitos ricos em feldspatos avermelhados e micas tendem a predominar em grãos sub-angulares a sub-arredondados. Tufos vulcânicos ocorrem intercalados com níveis de areia (Basei et al., 2011). A unidade pode ser entendida como depósito aluvial proximal depositada em sistema de delta de planície.

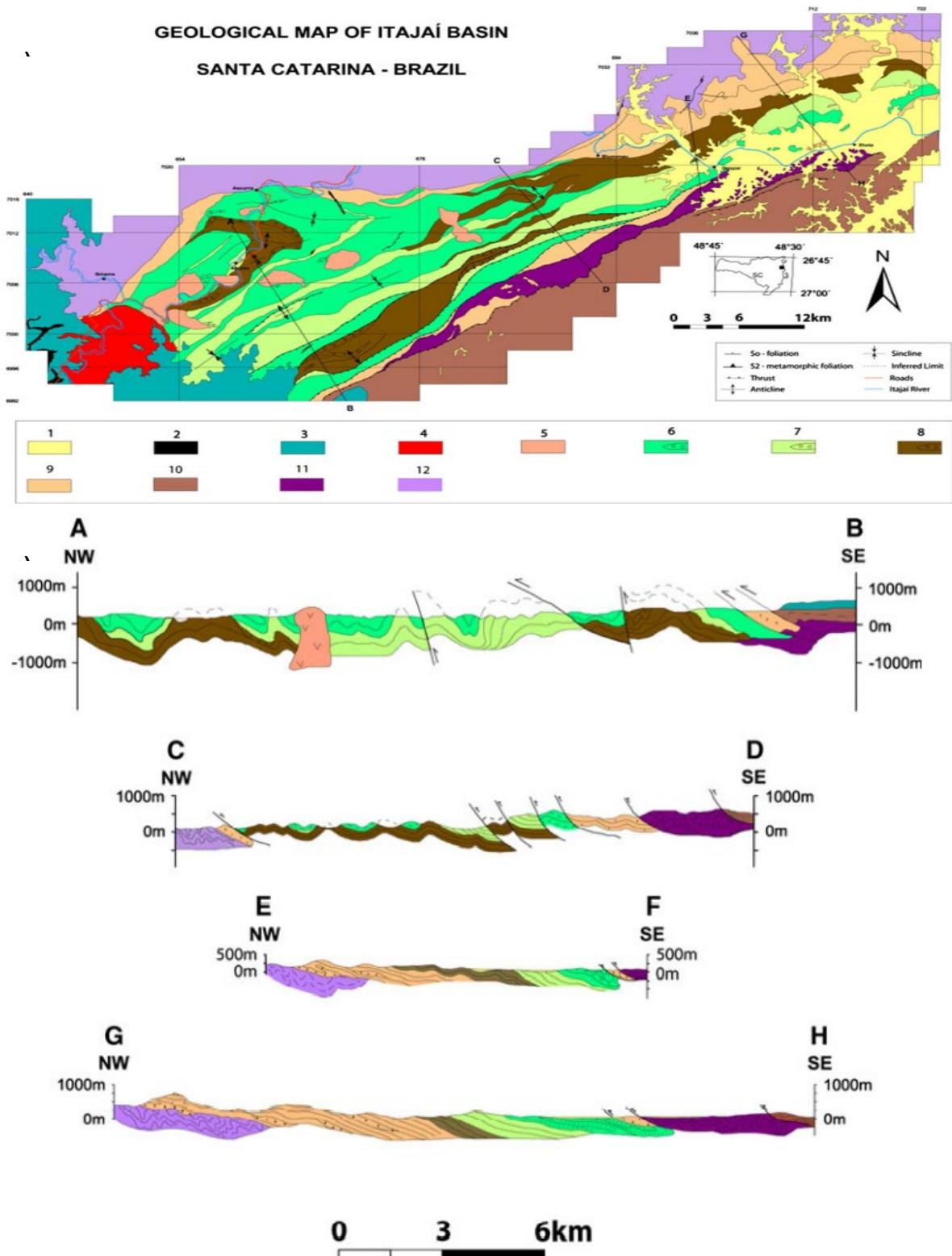
Sobre a Formação Baú, há a Formação Ribeirão Carvalho, que corresponde a uma unidade de 650 metros de espessura, composta por ritmitos marinhos de fácies proximal e

transicional de turbiditos (Santos et al., 2008) e pode ser dividida em um conjunto de ritmitos de corpos tabulares de arenitos finos a médios, intercalado com camadas de silte laminado e arenitos médios; apresentam o conjunto de fácies *bouma*. São interpretados como lobos turbidíticos e suas franjas, formadas em regime não confinado. A Fm. Baú também inclui um outro pacote de ritmitos maciços, compostos por arenitos médios a grossos e arenitos finos intercalados com filitos, além de conglomerados maciços apresentando clastos de vulcânicas ácidas (Santos et al., 2008).

A Formação Ribeirão Neisse ocorre em contato gradativo com os ritmitos, possui cerca de 1000 metros de espessura, sendo composta por arenitos finos a médios, cinzas, mal selecionados, intercalados com sedimentos imaturos, ricos em feldspato, e siltitos. As rochas da formação apresentam estratificação plano paralela, cruzada ondulada e cruzada acanalada (Basei et al., 2011).

A unidade mais jovem da bacia é a Formação Ribeirão do Bode, que possui em média 1500 metros de espessura. Esta formação é composta por siltitos laminados e maciços e níveis arenosos em camadas silto-argilosas, intercalados a unidade cinza esverdeada que possui laminação plano paralela, por vezes ondulada, e intercalações com conglomerados polimíticos e lentes de clastos vulcânicos ácidos. Esse setor da bacia é interpretado como fácies distal dos turbiditos siltosos (Basei et al., 2011).

Finalmente, compõe a última parte da estratigrafia da bacia, ocorrem as rochas riolíticas da Formação Apiúna. O leucossieno granito Subida (idade em  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de  $520 \pm 5.5$  Ma) é o corpo Cambriano que afeta as rochas da região, e sua colocação se deu após a bacia ter sido submetida aos eventos de deformação (Basei et al., 2008b; Basei et al., 2011).



**Figura 3:** (a) Mapa geológico da Bacia de Itajaí. (1) Quaternário; (2) Sill básico; (3) Bacia do Paraná; (4) Granito Subida; (5) Vulcânicas Apiúna; (6) Formação Ribeirão do Bode; (7) Formação Ribeirão Neisse; (8) Formação Ribeirão Carvalho; (9) Formação Baú; (Basei et.al., 2011.) (b) Seção Geolócia-estrutural que mostra a relação estrutural entre as unidades mapeadas. Mesmas cores que no ítem a (Basei et.al., 2011)

Quanto aos aspectos estruturais, a Bacia do Itajaí foi submetida a duas fases de dobramentos cilíndricos com diferentes orientações axiais, sendo o primeiro mais intenso que

o segundo. O primeiro possui direção axial preferencial entre E-W e NE-SW, e vergência para NW afetando toda a bacia, enquanto o segundo, mais regional, possui direção axial N-S. As deformações, no entanto, não obliteraram a superfície deposicional sedimentar S0, que permanece sendo a principal da bacia (Basei et al., 2011).

O evento D1 é caracterizado por dobras cilíndricas, com plano e eixo axial paralelo a elongação da bacia e à parte frontal do empurrão que introduziu o Grupo Brusque para dentro dos limites da mesma, o que causou a repetição das unidades basais para o seu flanco sul (Basei et al., 2011). Sua orientação axial pode ser vista em seções transversais da bacia (figura 3b) (Basei et al., 2011).

O evento D2 é reconhecido por dobras amplas e descontínuas que interferem em D1 e por possuir grandes comprimentos de onda (Basei et al., 2011). É interessante notar que os eventos D1 e D2 que interferem na bacia do Itajaí estão relacionados às fases deformacionais D4 e D5, que afetaram o Grupo Brusque, e atuaram após o pico metamórfico sobre a unidade metassedimentar (Basei et al., 2011).

Por fim, com relação aos estudos de proveniência dos sedimentos da bacia, a comparação dos valores de épsilon Nd e das taxas de Th/Sc indicam que a Formação Baú, basal, é associada a uma crosta antiga, enquanto as sequências superiores têm relação com rochas mais jovens. Ainda, os valores mais negativos do épsilon Nd da Formação Baú, são compatíveis com valores obtidos para o Complexos Granulítico Santa Catarina, Camboriú e São Miguel. Por outro lado, valores menos negativos e aproximadamente constantes do épsilon Nd das unidades superiores, que são isotopicamente homogêneas, sugerem proveniência do Grupo Brusque e mesmo dos corpos graníticos do Batólito de Florianópolis, relações que são compatíveis, também, com observações de campo. Além disso, também são sugeridos como possível ambiente de colocação dessas formações, ambientes de colisão continental, margem passiva ou de arco magmático (Basei et al., 2011).

### **3.3. Zonas de Cisalhamento**

A Bacia do Itajaí é afetada ao sul pela zona de cisalhamento Perimbó, de movimento inverso e que possui orientação NE-SW, sendo responsável pela justaposição do Cinturã Dom Feliciano com o Cráton Luis Alves (Basei, 1985).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Análises Petrográficas**

As análises petrográficas por microscopia constituem uma ferramenta imprescindível no detalhamento composicional e textural das rochas vulcânicas estudadas neste trabalho, principalmente devido à sua granulação muito fina. O estudo petrográfico foi feito por meio da

análise das lâminas delgadas de 22 amostras no Laboratório Didático de Microscopia Petrográfica do IGc-USP, utilizando o microscópio petrográfico Olympus BXP-40, e foram feitas as descrições das feições observadas e também realizadas de fotografias dessas feições com base nas descrições de McPhie et.al., (1993) e Freitas e Juliani (2018).

#### **4.4. Geoquímica de Rocha Total**

Foram realizadas análises químicas em rocha total de elementos maiores, traços e terras raras, com a intenção de se caracterizar quimicamente o magmatismo presente na Bacia do Itajaí. Baseado na afinidade geoquímica das rochas vulcânicas é possível fazer inferências sobre a petrogênese e o ambiente tectônico onde essas rochas foram formadas. Esses dados, quando apoiados em informações geológicas e isotópicas, dão maior suporte para a elaboração de um modelo tectônico a ser proposto para a Bacia do Itajaí, principalmente durante os períodos de atividade vulcânica.

Para a realização das análises químicas, as amostras selecionadas foram tratadas no Laboratório de Tratamento de Amostras (LTA) do IGC-USP, que passaram pelo britador de mandíbulas de aço, e pelo moinho de disco de ágata até atingir a fração argila, é passada então pelo micronizador com pastilhas de teflon e prensada em pastilhas. Para análises de elementos maiores, traços e terras raras, realizados no Laboratório de Química – ICP do NAP Geoanalítica da Universidade de São Paulo as por fluorescência de raios -X (FRX) para análise de elementos maiores e traços e ICP-MS para análises de elementos terrar raras utilizando o método analítico determinado por Navarro et.al., (2008).

#### **4.2. Datação de Zircão por U-Pb (LA-ICP-MS)**

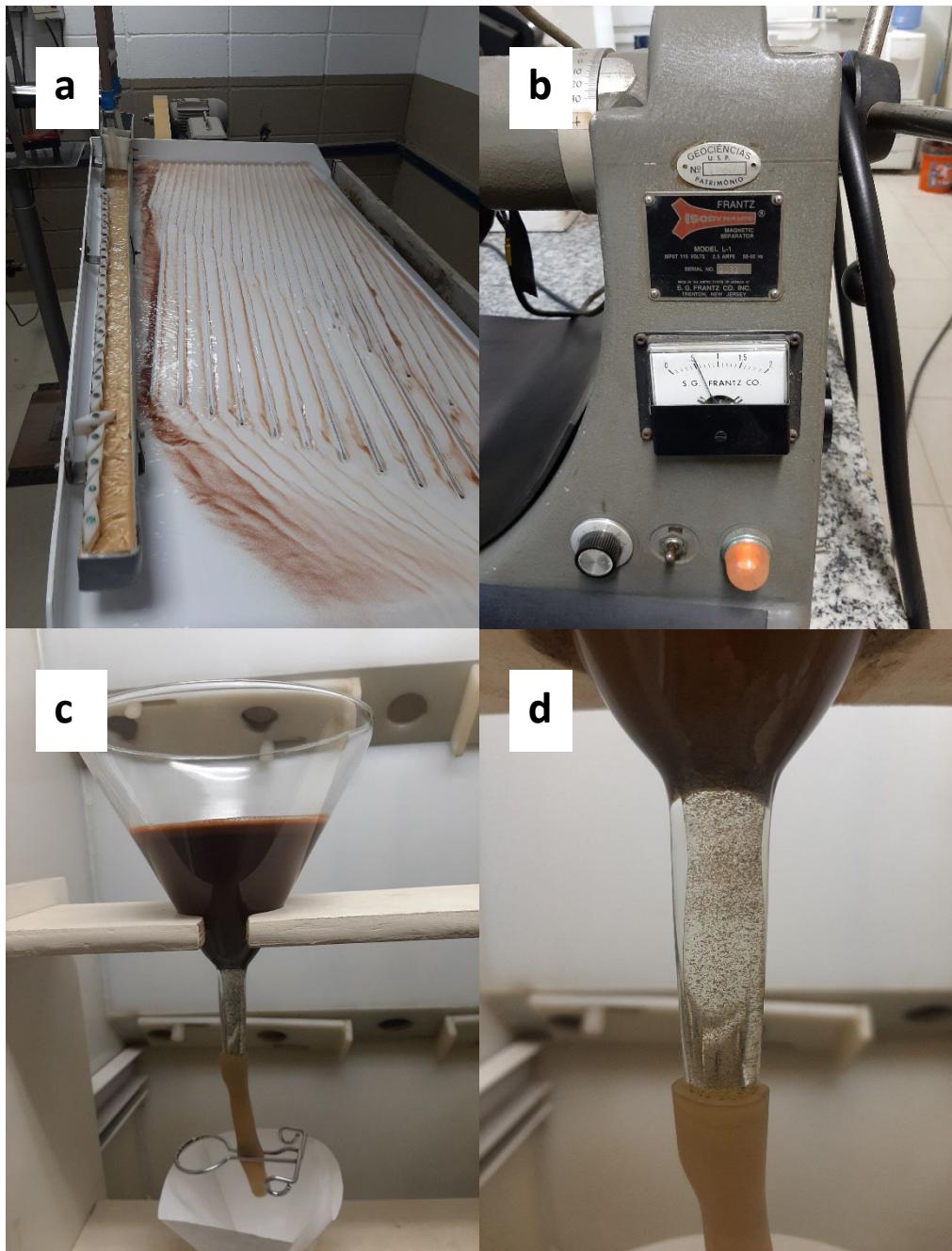
As análises geocronológicas deste trabalho foram realizadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, utilizando do método de ablação a laser em espectrômetro de massa com fonte de plasma induzido (LA-ICP-MS) pelo multicoletor Neptune. Trata-se de um método muito sensível e de resultados rápidos, e a datação por U-Pb representa um dos meios mais precisos para se obter idade de cristalização de um evento magmático e também sua duração e rapidez dependendo de incertezas analíticas. É baseado no decaimento do Urânio (U) em isótopos de chumbo (Pb) e a partir da análise das razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  são calculadas as idades radiométricas. As análises em cristais de zircão são muito utilizadas devido à resistência desse mineral a processos geológicos e também por aprisionar átomos radioativos em sua estrutura durante a cristalização

Para realizar a datação, foram separados zircões de 4 amostras, as quais passaram pelo processo de preparação. Esse processo consiste na Trituração de amostras até duas

frações de mesh, sendo elas entre 60 e 100 e também entre 100 e 250, As amostras então passam pelo processo de separação magnética utilizando o ímã de mão, depois foi realizada a partição por densidade, na mesa vibratória Wiffley, e pelo uso de líquidos densos (bromofórmio e iodeto de metileno). Os concentrados então foram submetidos a uma nova separação magnética, se utilizando do separador Frantz a 1.0 A.

Após ser finalizada a etapa de concentração dos cristais de zircão, foi realizada a catação manual dos cristais que são arranjados em fileiras em um disco de resina de 2,54 cm, chamado de mount, que é posteriormente polido manualmente para expor os grãos. Também foram obtidas imagens geradas por catodoluminescência através do microscópio eletrônico de varredura, que permite a observação de inclusões e fraturas para auxiliar na escolha dos pontos a serem analisados pelo laser.

As análises foram validadas pelo padrão GJ-1. Antes de serem analisados os zircões, a máquina realiza um branco para garantir a calibração, e depois periodicamente durante as análises em intervalos de cerca de 10 minutos. O feixe utilizado possui 32  $\mu\text{m}$  e é realizada a ablação por 40 segundos com frequência de 6 Hz e fluência de 8.55 J/m<sup>2</sup>. O material ablacionado é carregado por fluxos de gás Ar (0.8 L/min) e He (1 L/min). Os dados obtidos foram tratados utilizando os softwares *Microsoft Excel* e *IsoplotR* (Vermeesch, 2018)



**Figura 4:** (a) Mesa Wiffley usada para separação por densidade; (b) Modelo Frantz utilizado para separação magnética; (c e d) Separação por densidade utilizando líquidos densos.

#### 4.3. Lu-Hf in situ em cristais de zircão

Esse método é muito utilizado na complementação dos estudos geocronológicos que usam o zircão, por agregar informações petrogenéticas. Baseados nas razões entre os isótopos de Hf é possível caracterizar se o material formador da rocha tem afinidades mantélicas (Épsilon Hf positivos) ou representa retrabalhamento crustal (Épsilon Hf

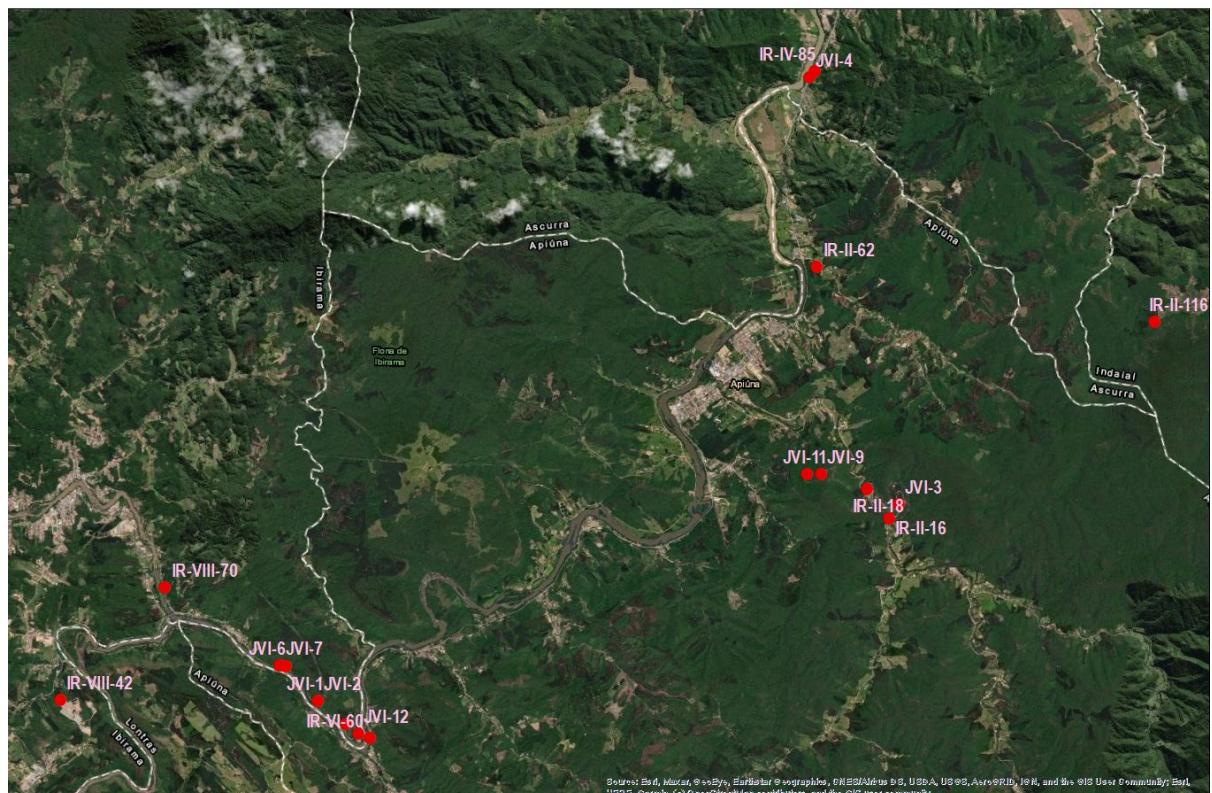
negativos). Desta forma, após a determinação das idades U-Pb, os mesmos cristais de zircão serão analisados para Hf.

Após a datação U-Pb, é realizada a análise Lu-Hf no Multicoletor *Netptune* de espectrometria de massa com plasma induzido (ICP-MS), junto com o sistema *Analyte G2 excimer laser ablation* (LA). Os mesmos cristais de zircão previamente datados são analisados, utilizando os parâmetros, de um feixe de 39 µm de diâmetro, tempo de ablação de 60s e frequência de 7 Hz e carregado por gás He com fluxo de 1 L/min. Para garantir a confiabilidade das análises, são feitas referências utilizando os padrões 91500 e GJ-32C antes de iniciar, e depois novamente a cada 5 avaliações de modo a checar se o aparelho está corretamente calibrado e as correções estão sendo feitas corretamente.

## 5. RESULTADOS

### 5.5. Trabalho de campo

Foram realizadas duas etapas de campo para coleta de amostras, uma no dia 24 de maio, e outra entre os dias 23/07 e 11/08, durante o campo da disciplina de Mapeamento Geológico. As amostras e suas localizações estão listadas abaixo:



**Figura 5:** Localização das amostras coletadas sobre o mapa de satélite.

De forma geral, as rochas coletadas se tratam de brechas vulcânicas e riolitos de coloração avermelhada e granulação muito fina, por vezes com presenças de cristais de

quartzo, feldspato e minerais opacos. Durante a etapa de campo foram observadas as relações de contato desses riolitos com as outras rochas da Bacia do Itajaí. Eles se apresentam como corpos grandes que podem ser concordantes com os sedimentos, de forma intercalada com os mesmos, ou então discordante, como diques e domos, que se apresentam como os altos topográficos da região e causam uma deformação nos sedimentos ao redor.

As amostras coletadas na primeira etapa de campo se encontram na figura 6. Nas figuras 7 a 12 estão evidenciadas as relações de contato entre as rochas vulcânicas e os sedimentos da bacia, devido aos afloramentos estarem cobertos por vegetação e fuligem, é difícil observar e definir melhor os contatos observados.



Figura 6: Fotos das amostras coletadas na primeira etapa de campo.



**Figura 7:** Contato concordante com intercalações de riolito com as camadas do arenito, que se apresenta dobrado. (UTM 652499 E / 7001660 S)



**Figura 8** Fotos do afloramento de possível brecha vulcânica, o afloramento apresenta evidências de hidrotermalismo, amostra IR-VIII-76 coletada (UTM 652482 E / 7001848 S)



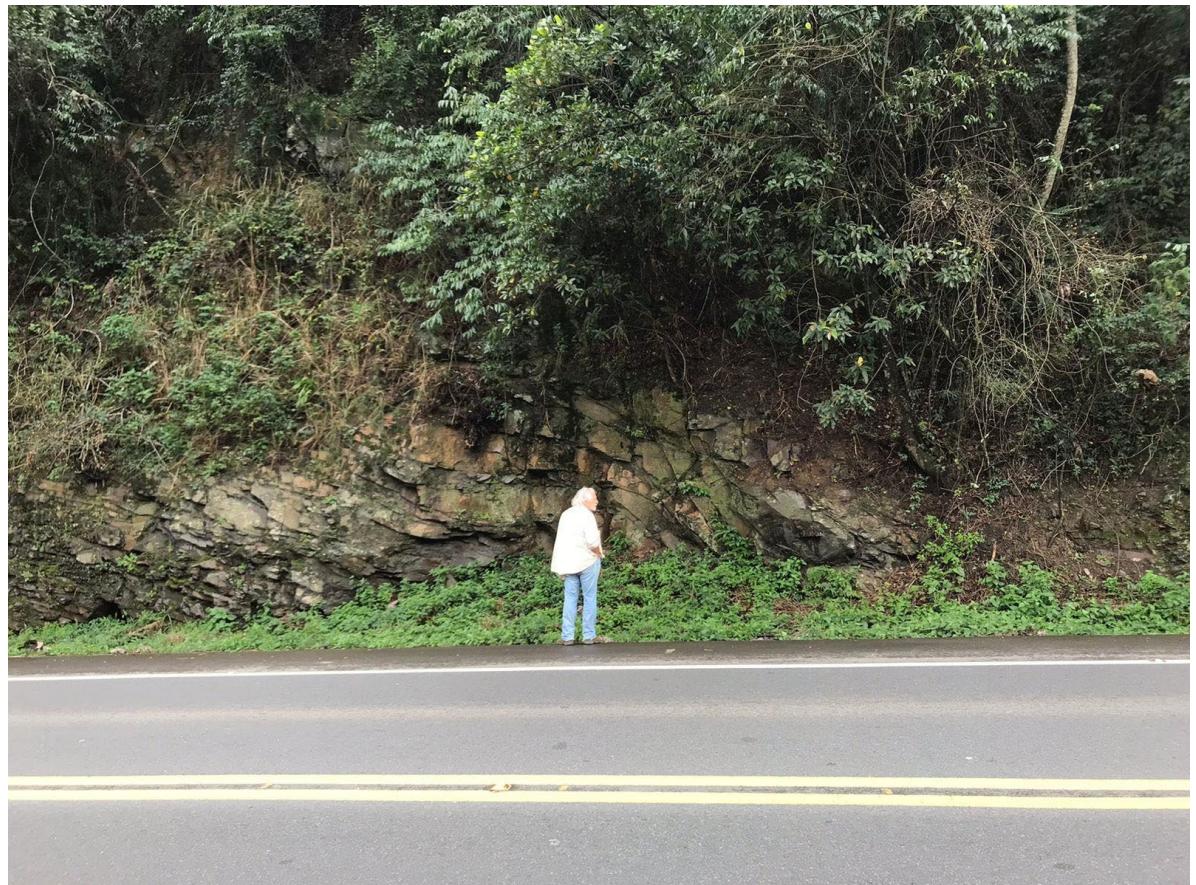
**Figura 9** Foto de camada tufácea com cerca de 50 cm sobre siltitos e arenito. Na camada vulcânica (nível rosado), foi coletada a amostra JVI-. (UTM 651156 E / 7003019 S)



**Figura 10:** Afloramento de contato entre riolito e a rocha sedimentar, o acamadamento se encontra verticalizado. (UTM 652662 E / 7001608 S)



**Figura 11:** Afloramento de brecha vulcânica em contato com arenito. Na imagem da direita tem-se foto da amostra coletada, onde se destacam os fragmentos de rochas vulcânicas e vidro em matriz félscica igualmente vulcânica (UTM 651156 E / 7003019 S)



**Figura 12:** Afloramento na BR-470, possível observar intercalação de arenito grosso, maciço e arenitos mais finos, estratificado. Possível observar dobramento das camadas. (UTM 651709 E / 7002513 S)

## 5.2. Petrografia

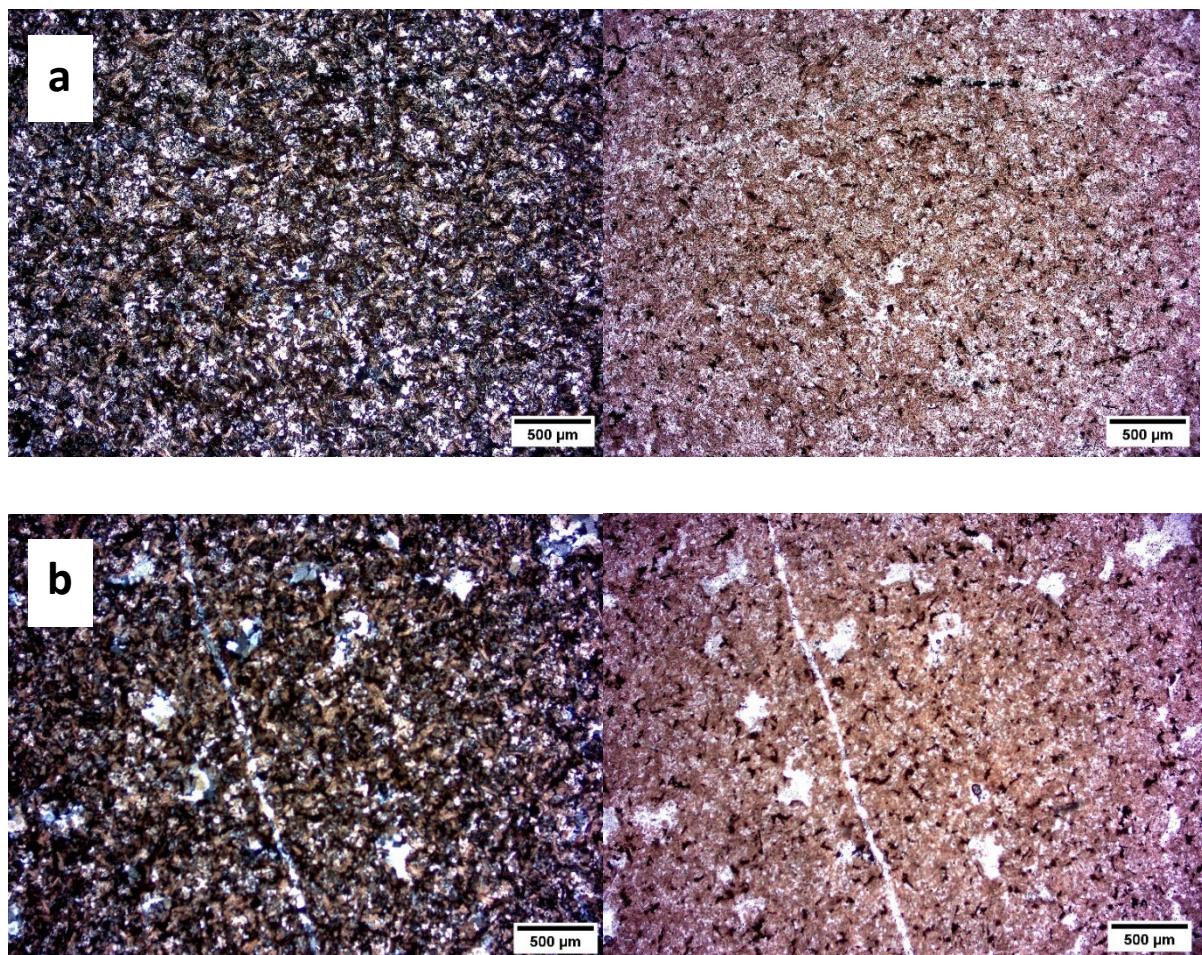
Para realizar a caracterização petrográfica das unidades descritas na Figura 3 como vulcânicas Apiúna, foram descritas 20 lâminas delgadas pertencentes a três dos seis corpos mapeados, além de 2 lâminas pertencentes a outros domínios, indicadas na figura 22.

Para um melhor entendimento dessa seção, os termos e texturas encontradas estão descritas a seguir com base em McPhie et.al., (1993):

- **Porfirítica:** Textura porfirítica consiste na presença de fenocristais relativamente grandes euédricos a subédricos dispersos em uma matriz mais fina ou vítrea
- **Devitrificação:** Vidro é um material instável termodinamicamente e tem a tendência de desvitrificar ou ser substituído por minerais de alteração. A devitrificação envolve nucleação e crescimentos de cristais in temperaturas *subsolidus*. A taxa de devitrificação depende da temperatura, e da composição do magma. Devitrificação em altas temperaturas geram texturas micropoiquilíticas, esferulitos e *litophysaes*.
- **Micropoiquilítica:** Essa textura consiste em pequenos cristais de um mineral que englobam completamente cristais menores de outro mineral. Observado aqui são cristais de quartzo com continuidade óptica que englobam ripas ou esferulitos de feldspato, que podem ser lotados de esferulitos ou cristais de feldspato, sobrando apenas algumas áreas que apresentam quartzo sem inclusões
- **Esferulitos:** Consiste em arranjos fibro radiados de cristais, esses arranjos não se apresentam necessariamente esféricos e sua morfologia varia de acordo com a temperatura de formação
- **Litophysae:** São esferulitos formados em pequenas cavidades no estágio inicial de resfriamento, quando o vidro ainda é capaz de se deformar plasticamente. Conforme a cristalização acontece, a vesícula é expandida por exsolução de voláteis e pode permanecer vazia ou ser preenchida por minerais como ágata e calcedônia.
- **Granofírica:** Textura fina, micrográfica que apresenta caracteres cuneiformes gerada pelo intercrescimento de quartzo e feldspato potássico, associada a devitrificação.

A primeira unidade, representada pelas amostras IR-IV-85 e JVI-4, é composta majoritariamente por quartzo e feldspato alcalino com texturas micropoiquilítica e granofírica,

O quartzo também se apresenta em veios observados na figura 13 abaixo.



**Figura 13:** apresentando duas amostras, as imagens a esquerda foram tiradas com os nicóis cruzados e à direita com os nicóis desruzados. **(a)** Amostra IR-IV-85, apresenta textura granofírica e micropoquilítica, é possível observar um veio de quartzo que possui continuidade óptica com o quartzo da matriz, amostra com evidências de devitrificação em alta T. **(b)** Amostra JVI-4, riolito quartzo-fílico com textura micropoquilítica e veio de quartzo. Possível observar diversas porções de quartzo sem inclusões.

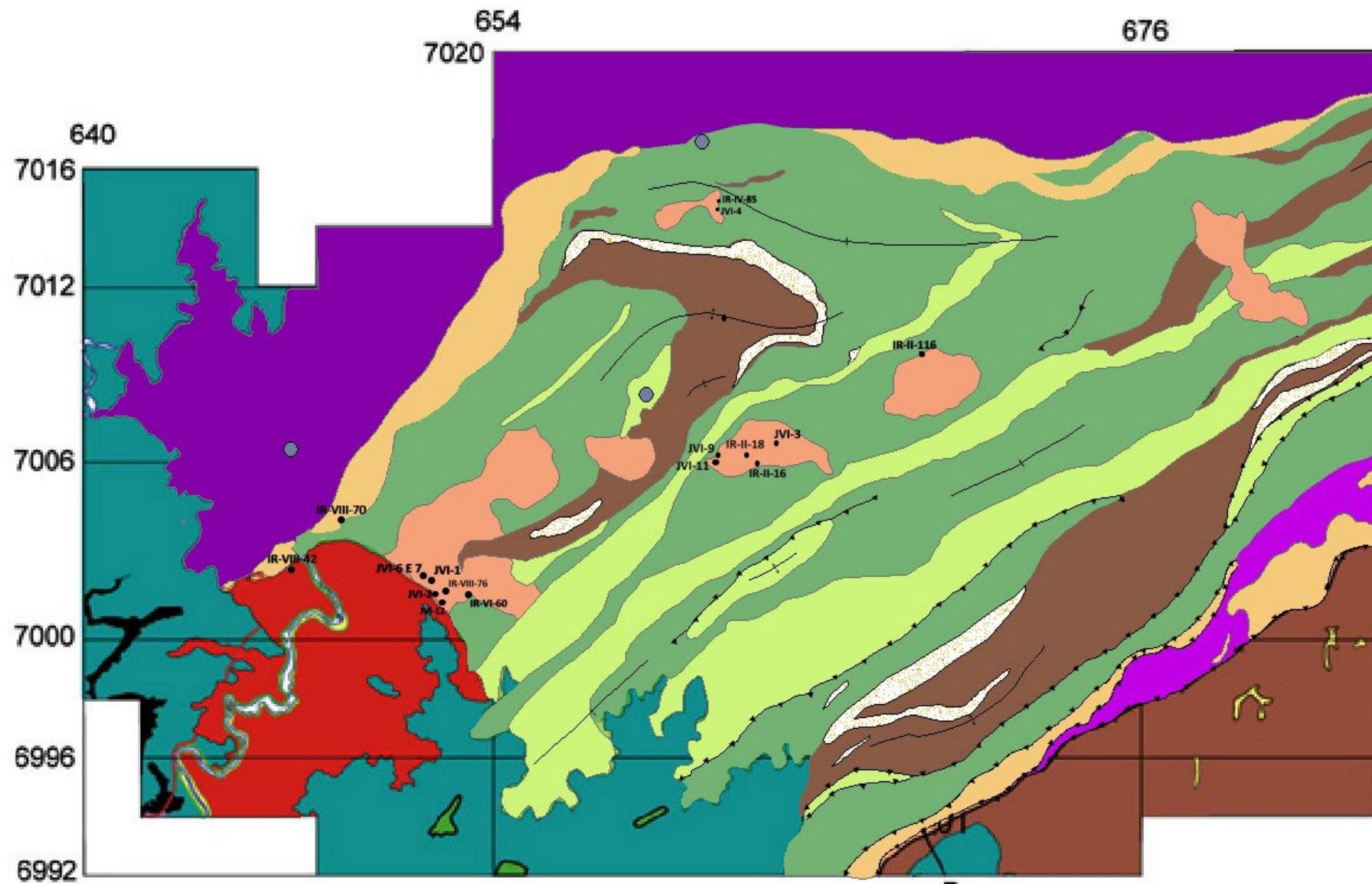
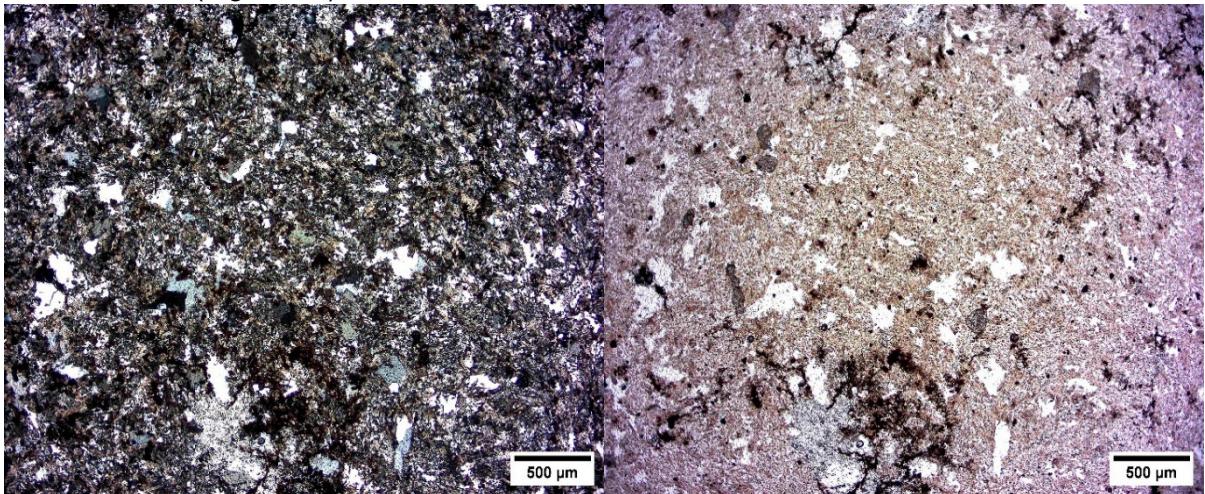


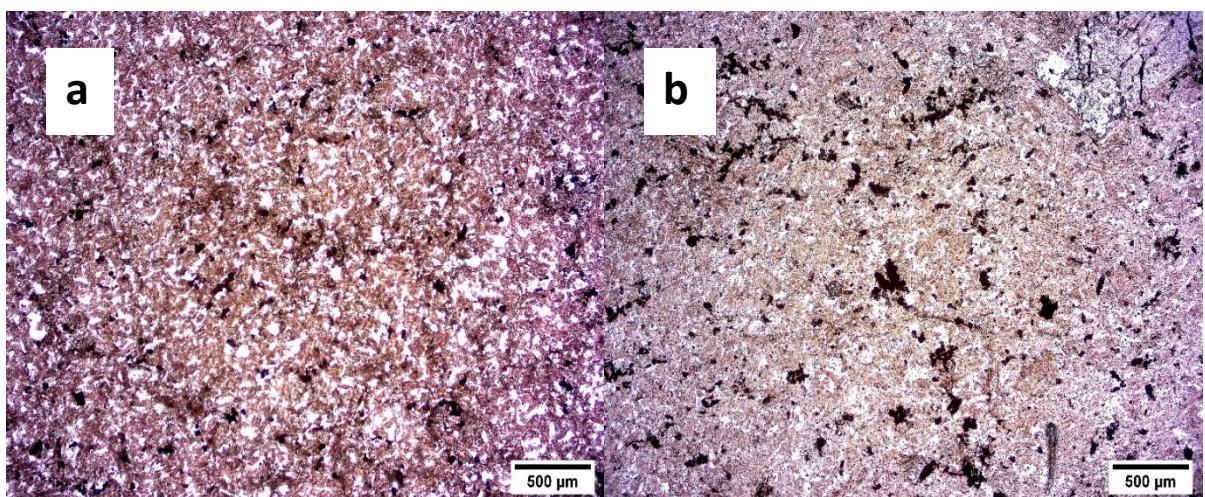
Figura 14: Mapa geológico com pontos da porção oeste da Bacia do Itajaí, modificado de Basei et.al., 2011.

A segunda unidade é representada pela amostra IR-II-116, um riolito porfirítico composto por quartzo e feldspato alcalino. É possível observar alguns cristais de feldspato euédricos e concentração de opacos em alguns locais, também foi observada a presença de carbonato proveniente de alteração hidrotermal preenchendo vesículas e alterando a amostra como um todo (Figura 15).

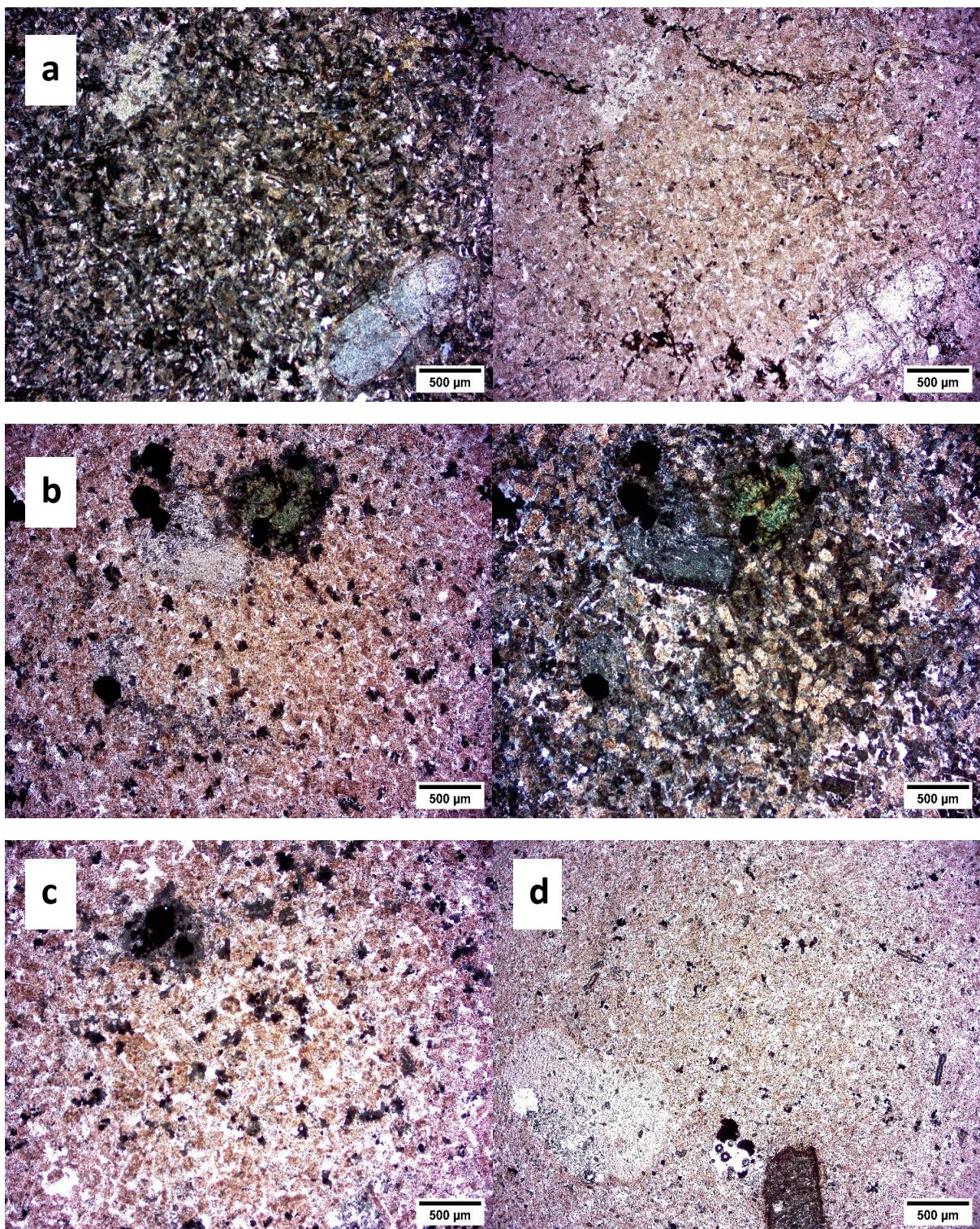


**Figura 15:** Amostra IR-II-116, possível observar na porção inferior da amostra o carbonato preenchendo uma vesícula, amostra apresenta textura micropoiquilitica com alguns cristais de feldspato euédricos.

A terceira unidade é caracterizada pelas amostras JVI-3, JVI-9, JVI-11, IR-II-18 e IR-II-16, tem composição quartzo-feldspática porém se diferencia das unidades apresentadas anteriormente por possuir grande número de fenocristais de quartzo ou K-feldspato. Contém minerais maiores e mais bem formados, frequentemente observa-se feldspatos euédricos (figura 16) e devido à maior granulação também foi possível observar a presença de plagioclásio entre os cristais. A unidade é fortemente hidrotermalizada, tendo como minerais hidrotermais principais a clorita e o carbonato, que aparecem alterando a rocha e aparecem de forma microcristalina (figura 17).



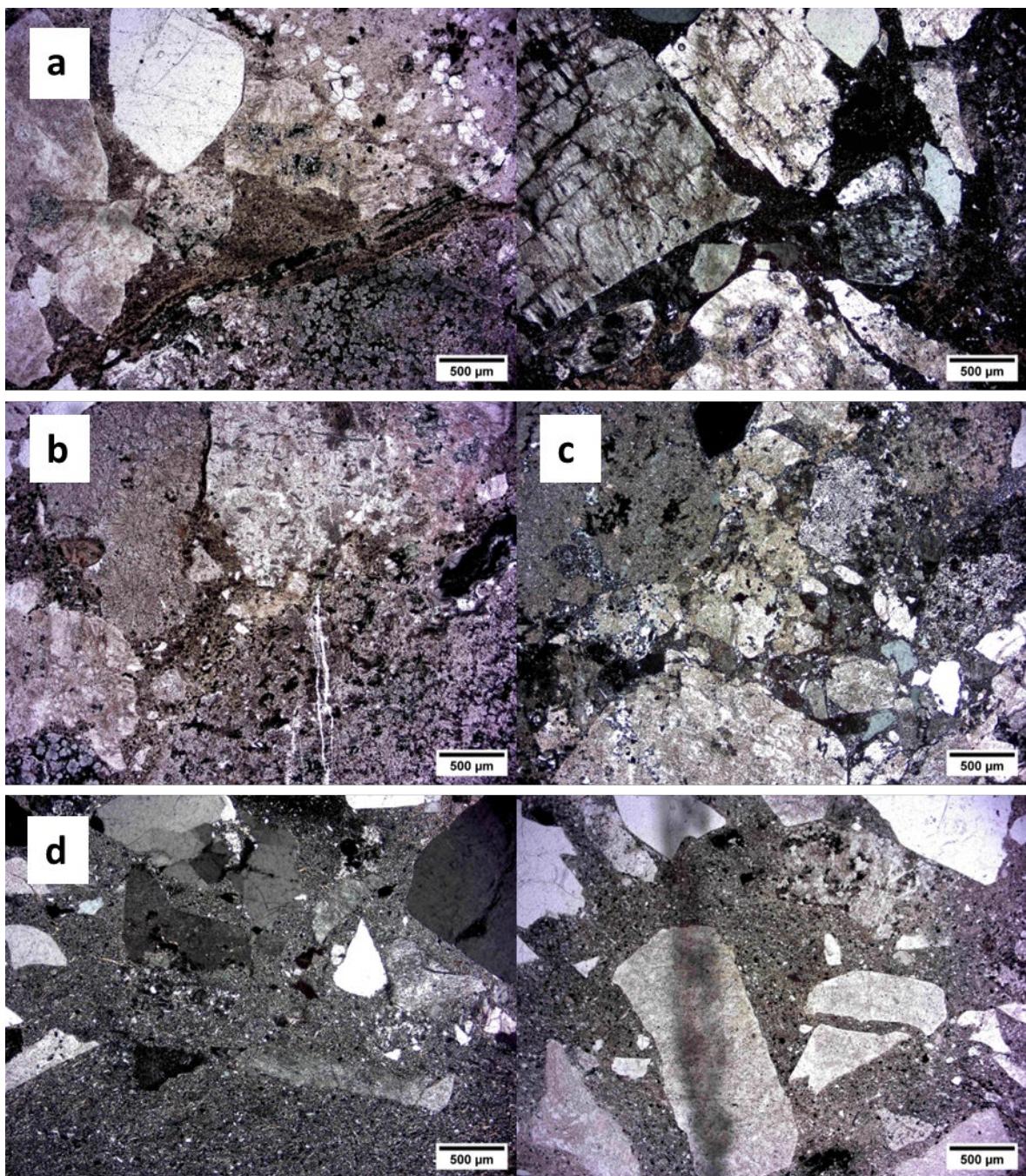
**Figura 16:** (a) JVI-3 riolito com feldspatos de 0,02 a 0,02 mm, euédricos a subédricos, amostras apresenta sericita; (b) JVI-9 amostra apresenta fenocristais de feldspato, como observado no canto superior direito, sendo sericitizados e alterados por carbonato, os feldspatos aparecem na forma de ripas euédricas.



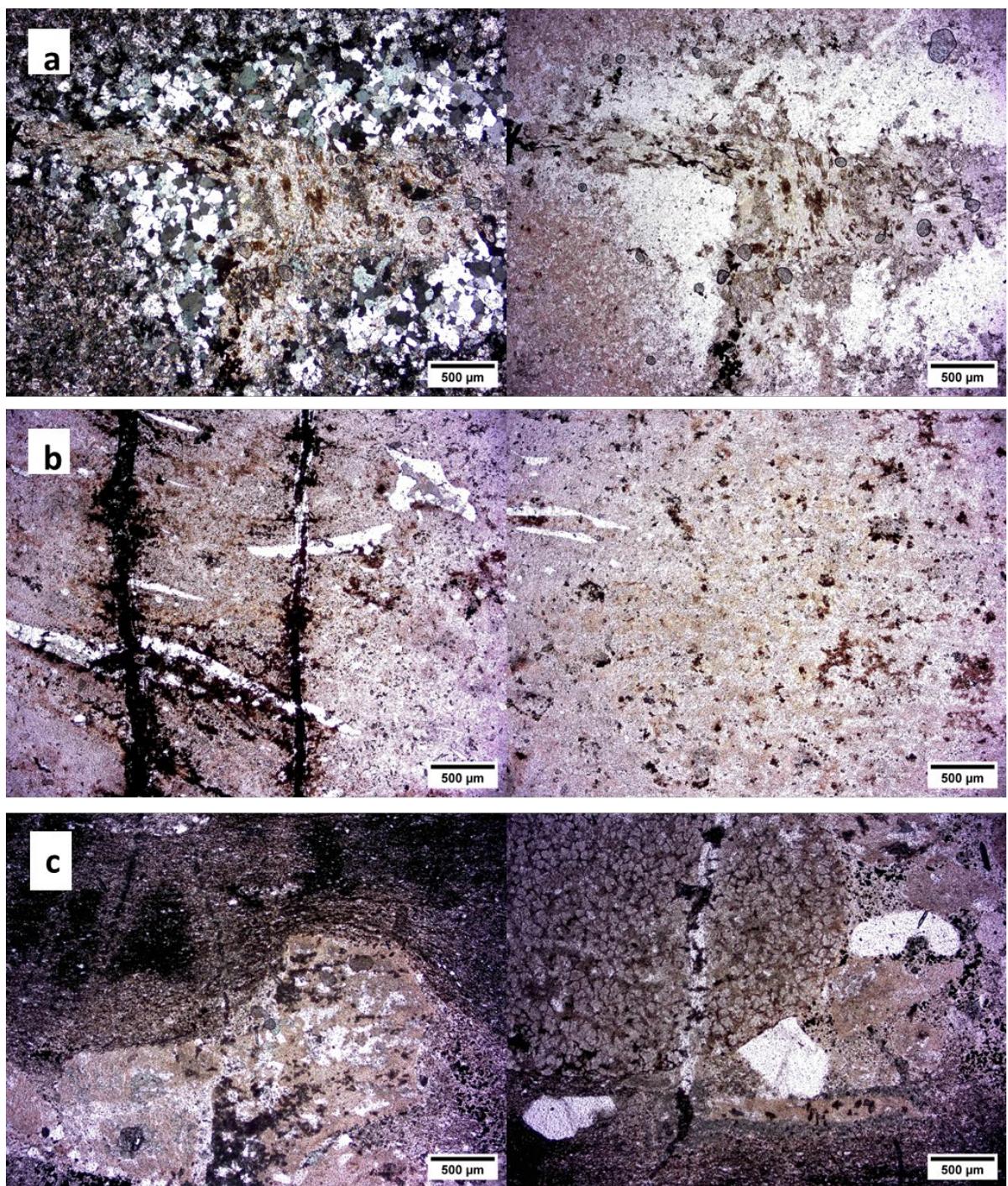
**Figura 17:** (a) IR-II-16 Amostra apresenta fenocristais de feldspato e ripas de feldspato euédricas, quartzo aparece intersticial, no canto superior esquerdo é possível observar o carbonato, que também se encontra disseminado pela amostra, há também veios de opacos (b) IR-II-18 amostra apresenta cristais de feldspato maiores, cerca de 0,05mm, e muitos fenocristais de feldspato, no centro superior da imagem observa-se um cristal de feldspato completamente cloritizado, a massa cinza em volta desse mineral é composta de uma mistura de clorita e carbonato microcristalinos, que aparecem associados dessa forma por toda a lâmina (c) mesma amostra que a imagem b, possível observar a massa microcristalina concentrada em volta dos minerais opacos. (d) JVI-11, apresenta ripas de k feldspato e também fenocristais. A unidade como um todo apresenta epidoto como mineral acessório, de origem hidrotermal.

Por fim, a quarta unidade e a mais complexa, se trata de uma sequência composta de tufos, brechas vulcânicas e riolitos maciços intercalados com as rochas sedimentares da bacia. Nessa unidade, as amostras de brecha são JVI-1A, e JVI-6 B, que aparecem em

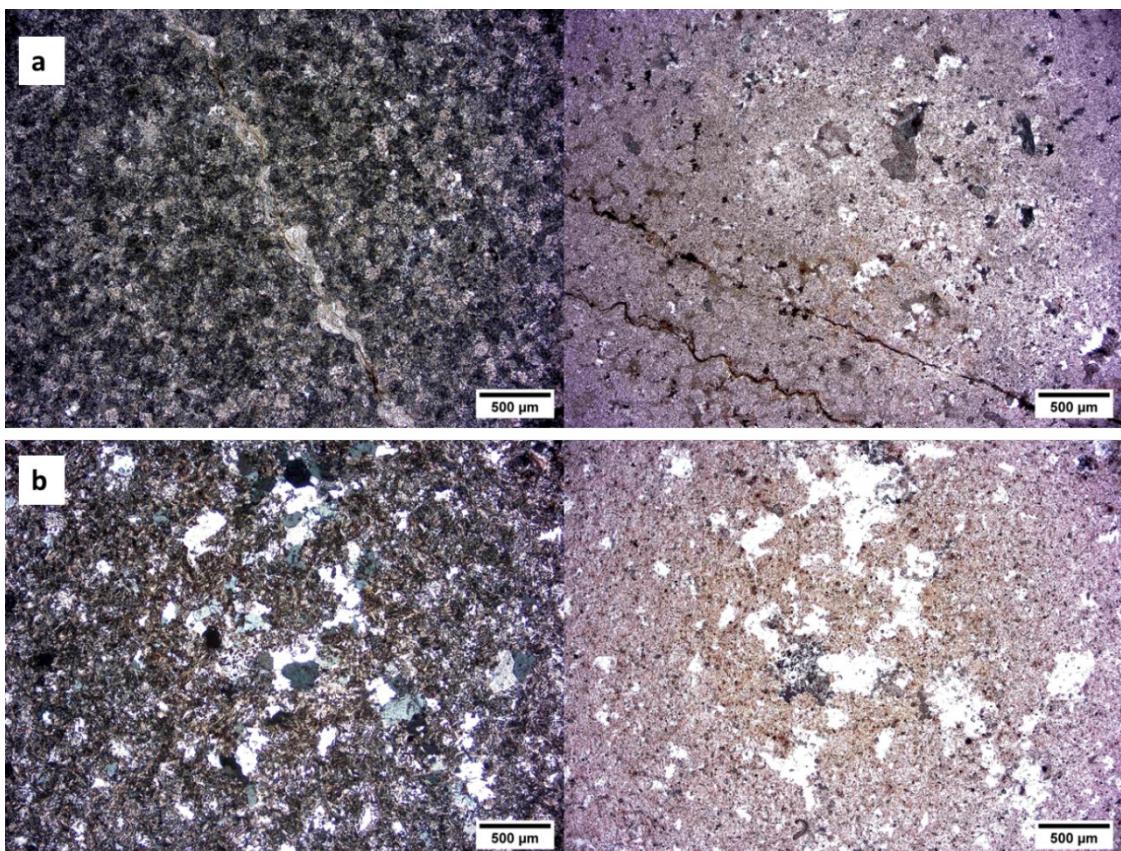
contato com os siltitos da bacia (amostra JVI-1-A até D, figura 18) com arenito arcoseano grosso (amostra JVI-6<sup>a</sup>, figura 21) e com uma camada tufácea de cerca de 50cm (amostra JVI-7)



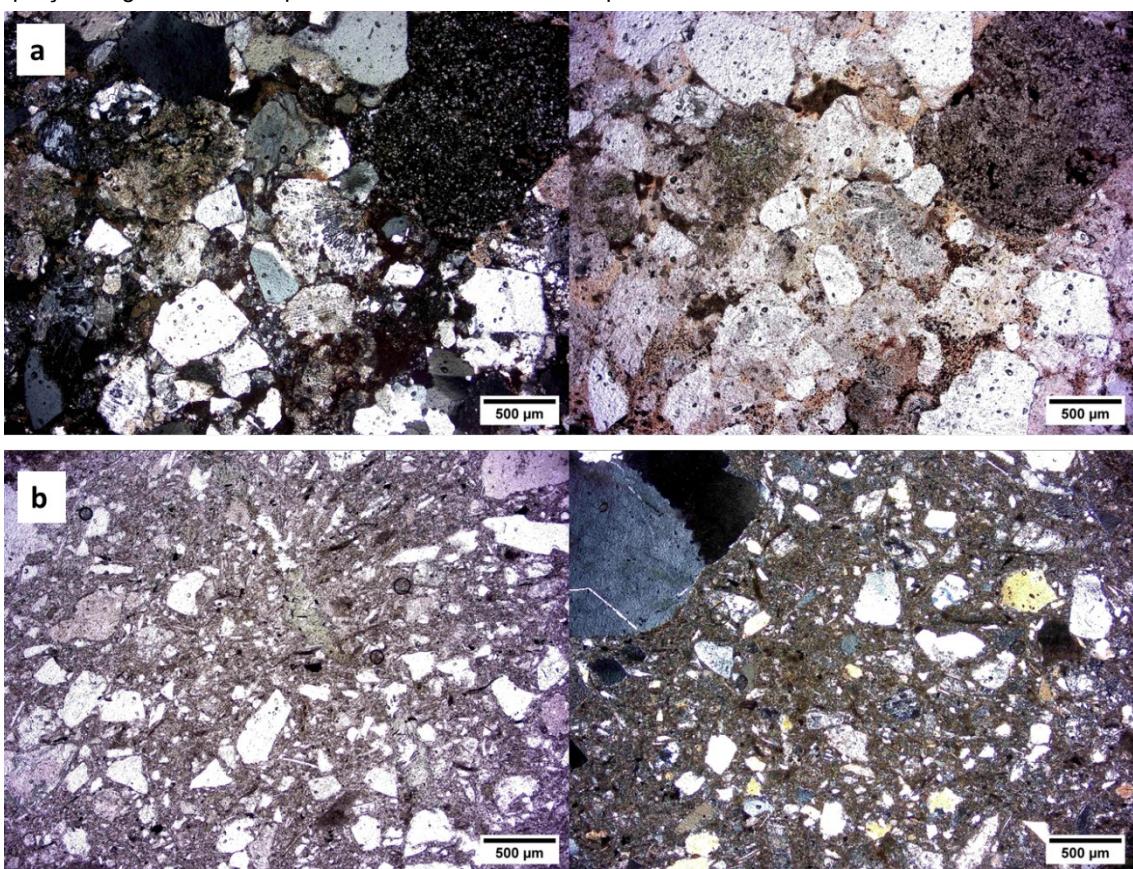
**Figura 18:** A amostra JVI-1-A foi dividida em 4 lâminas, A, B, C e D, respectivamente nomeadas na imagem. **(a)** possível observar cloritização na matriz devirtificada, os clastos são angulosos e fragmentados internamente, apresentam textura micropoiquilitica e por vez sericitização. **(b)** nessa porção é observada uma quantidade menor de matriz, os clastos são menos angulosos e no canto superior esquerdo é possível observar textura esferulítica circular. **(c)** nessa porção a matriz aparenta ser formada por uma granulação menor de mesma composição que os clastos maiores observa-se também mais claramente que os clastos apresentam jigsaw-fit. **(d)** Essa porção mostra a brecha em contato com a rocha encaixante, que é um siltito, é possível observar que a matriz é formada pela rocha encaixante, e conforme se afasta do contato ela vai ficando menos presente, possível observar também jigsaw-fit nos clastos.



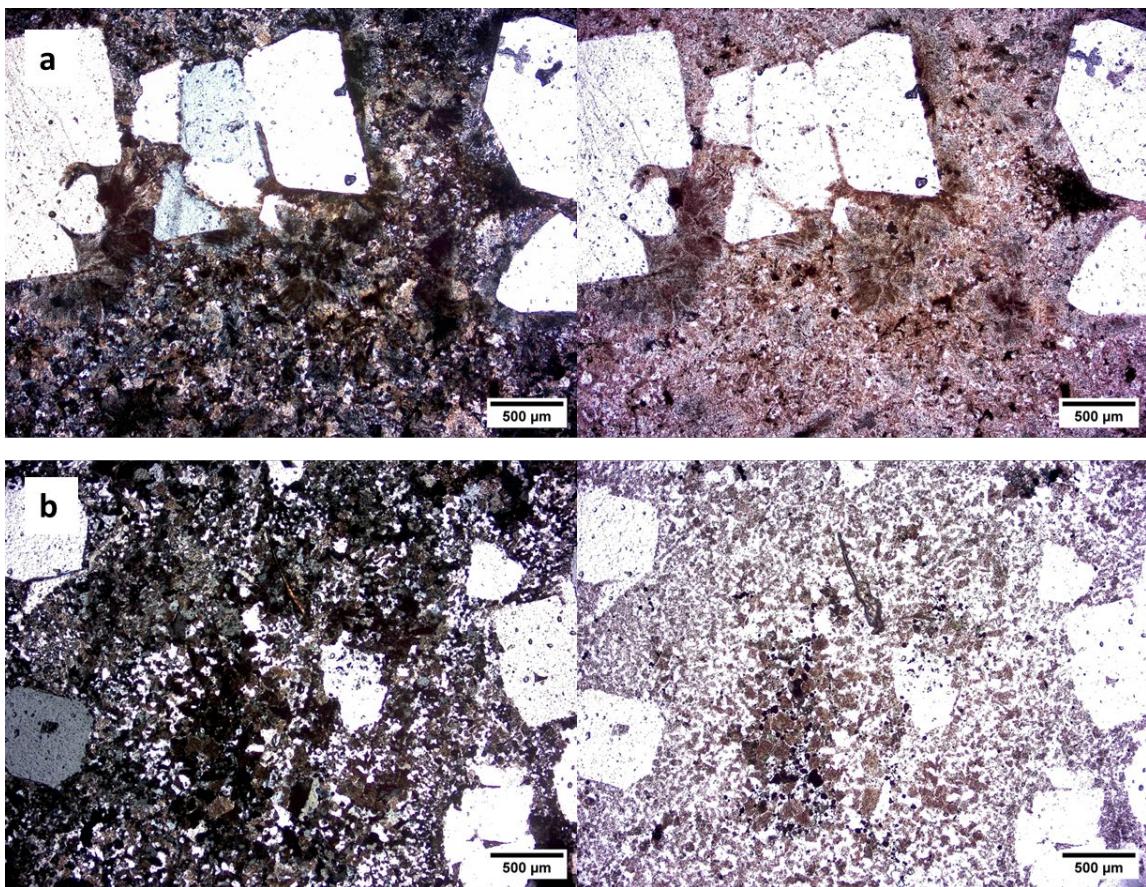
**Figura 19:** (a) JVI-1-B amostra possui textura micropoiquilitica com litofisaes cujas cavidades internas foram preenchidas por carbonato hidrotermal, também apresenta sericita e muscovita posterior com textura fibro-radiada. (b) JVI-7 amostra tufácea, possui veios preenchidos por opacos e litofisaes com ou sem vesículas, com cavidades preenchidas por opacos e carbonatos, é possível observar uma estratificação plano paralela na amostra. (c) JVI-6-B, amostra é uma brecha vulcânica com uma porção mais fina no meio que se amolda aos clastos, possível observar texturas de devitrificação por toda a amostra.



**Figura 20:** (a) a amostra apresenta em toda sua extensão textura micropoiquilitica, os veios de carbonato e opacos são sinuosos e acompanham as bordas dos grãos. (b) IR-II-60 textura micropoiquilitica, com porções significantes de quartzo sem inclusões de feldspato.



**Figura 21:** (a) JVI-6A arenito arcoseano em contato com a brecha, possui clastos com textura de devitrificação e alteração clorítica. (b) IR-VIII-76, rocha de aparência sedimentar que não possui características concordantes com os siltitos que se encontravam sob e sobre ela, possível influência vulcânica.



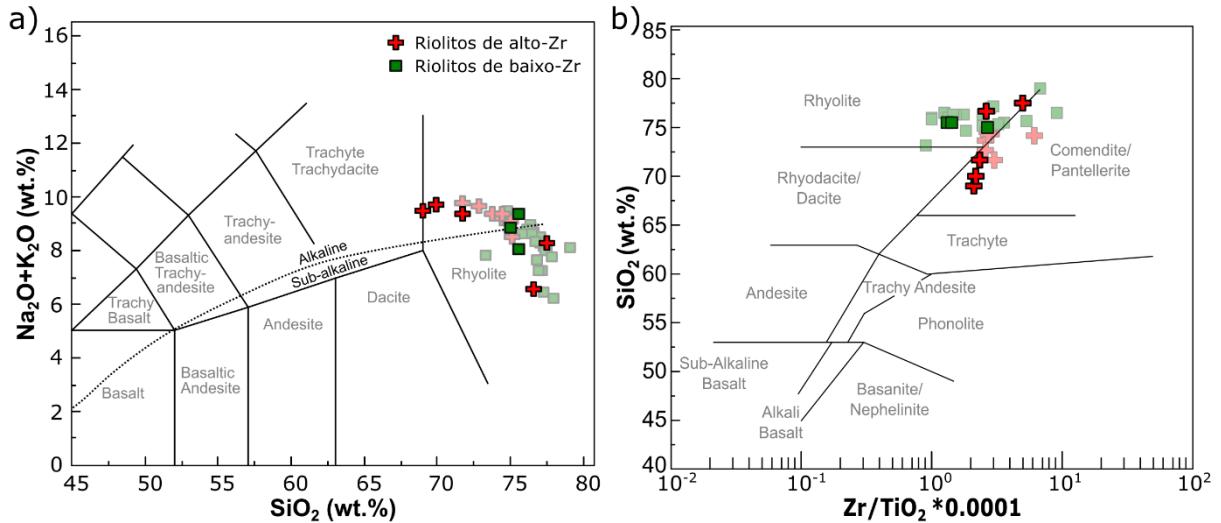
**Figura 22:** Amostras que se encontram fora dos corpos riolíticos mapeados. (a) IR-VIII-70 amostra com textura de devitrificação, é possível obeservar um contorno com textura esferulítica nos fenocristais. (b) IR-VIII-42 amostra do Granito Subida

De forma geral, as amostras são compostas por quartzo e feldspato alcalino, por vezes com presença de plagioclásio. Possuem texturas características de devitrificação em alta temperatura, em rochas com alto conteúdo de vidro como modeladas por Lofgren 1971. O autor também prevê uma graduação entre as texturas micropoiquilítica e granofírica, graduação essa que é visível com frequência nas amostras encontradas na Bacia do Itajaí. Os corpos também sofreram um processo hidrotermal que afetou de forma regional a bacia e o Terreno Luis Alves. Esse processo possui, nas amostras acima descritas, minerais característicos, clorita, carbonato e sericita, e por vezes epídoto.

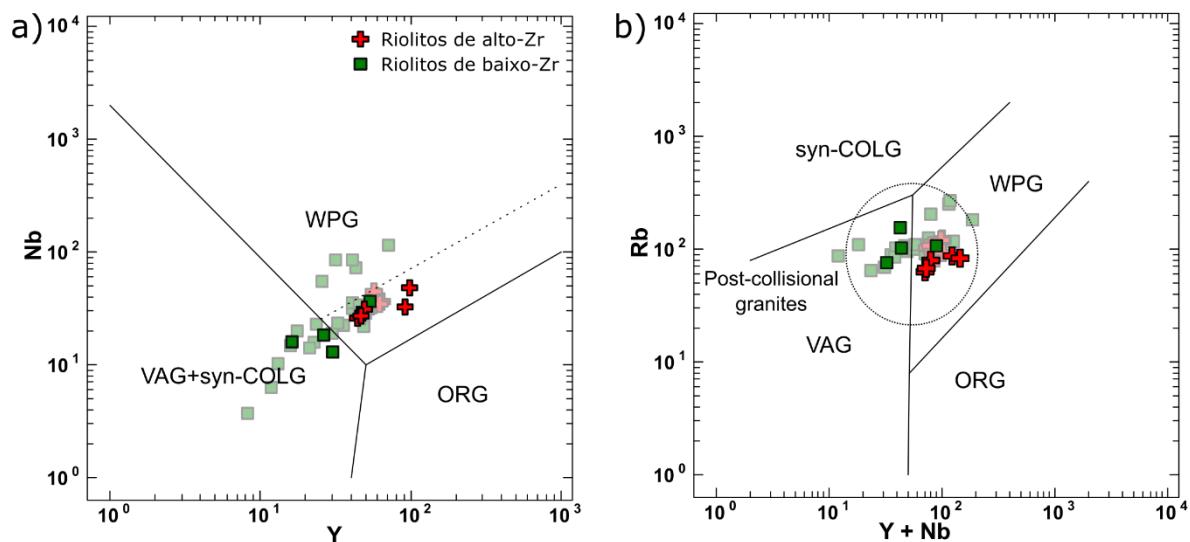
### 5.3. Química de Rocha Total

A caracterização geoquímica das rochas foi realizada com fundamento nos dados analíticos de 9 amostras, os resultados se encontram nos anexos 3 e 4. Também foram plotados os dados de Finamor, (2012) para comparação. Ao analisar os dados, verificou-se que as amostras se dividiam em 2 tipos, um com alto Zr, acima de 300ppm e outro com baixo Zr, abaixo de 300ppm, e, portanto, as amostras foram plotadas seguindo essa divisão.

Nos diagramas abaixo (figura 23) é possível observar que as amostras possuem composição riolítica levemente alcalina, de alto K e de média a alta sílica. Foi constatado também que as amostras de baixo e alto Zr possuem alcalinidades em sua maioria concordantes entre si, em que os riolitos de alto Zr pertencem à série alcalina e os de baixo Zr pertencem à série sub alcalina.



**Figura 23:** (a) diagrama TAS (Total Alkalies versus Silica), (Le Bas, et.al., 1986) com limite da série alcalina de acordo com Miyashiro (1978); (b) Diagrama de elementos traços imóveis ( $Zr/TiO_2 \times 0.0001$  versus  $SiO_2$ ) de Winchester e Floyd (1977). Dados deste trabalho plotados opacos e dados de Finamor, 2012 plotados translúcidos.

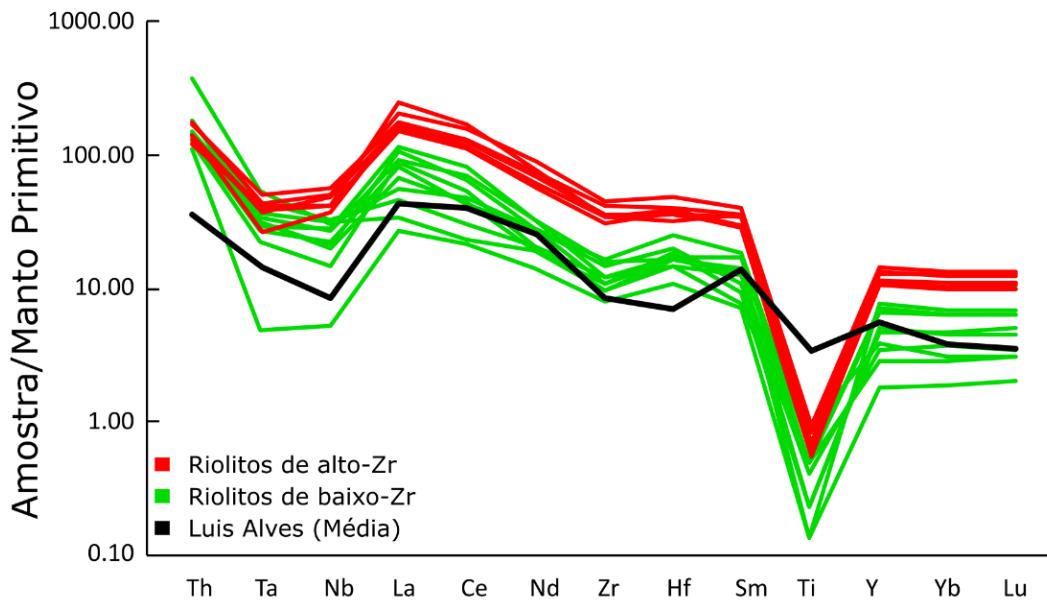


**Figura 24:** Diagramas de discriminação de ambiente tectônico de acordo com Pearce et al., (1984); (a) Diagrama Nb x Y; (b) Diagrama Rb x ( $Y + Nb$ ). Dados deste trabalho plotados opacos e dados de Finamor, 2012 plotados translúcidos.

Ao plotar os dados nos diagramas propostos por Pearce et al. (1984) para distinguir o ambiente tectônico, vê-se que as amostras apresentam dois padrões diferentes de ambiente, seguindo a tendência de diferenciação entre alto e baixo Zr.

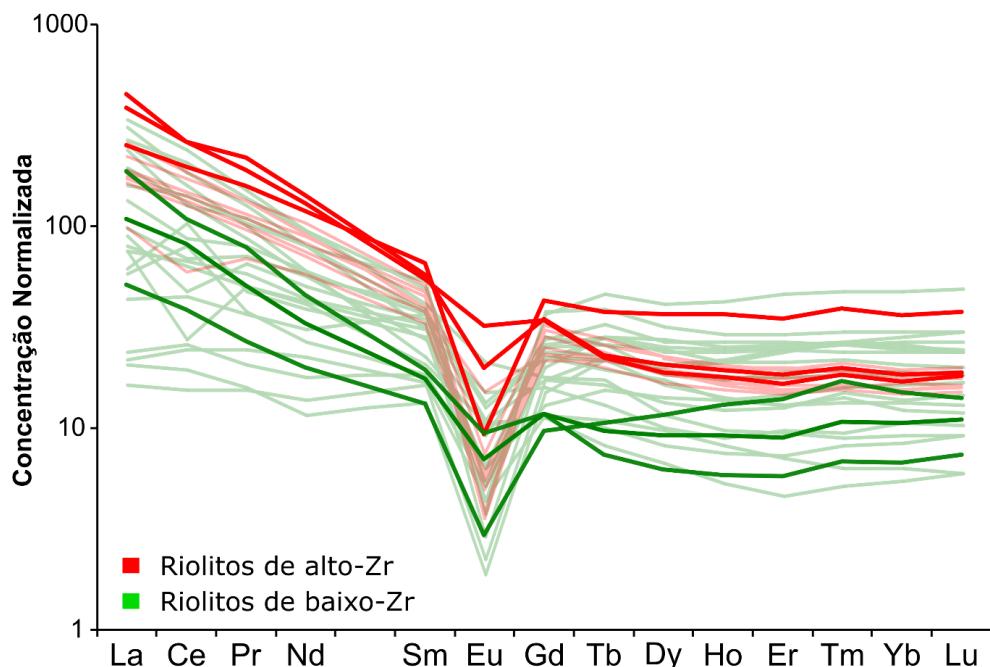
Em relação aos elementos traços, em comparação com o Luis Alves, as amostras, tanto de alto Zr quanto de baixo se apresentam enriquecidas, mas com comportamento parecido com o do embasamento, exceto para Ti, em que apresentam uma anomalia

fortemente negativa. A tendência de diferenciação entre alto e baixo Zr. As amostras tem razão de Nb/Ta similares ao condrito (~17-20; Sun & McDonough, 1989), enquanto que as de baixo Zr



**Figura 25:** Diagrama *spider* multi elemento para amostras da bacia do Itajaí comparadas com o modelo do Luis Alves.

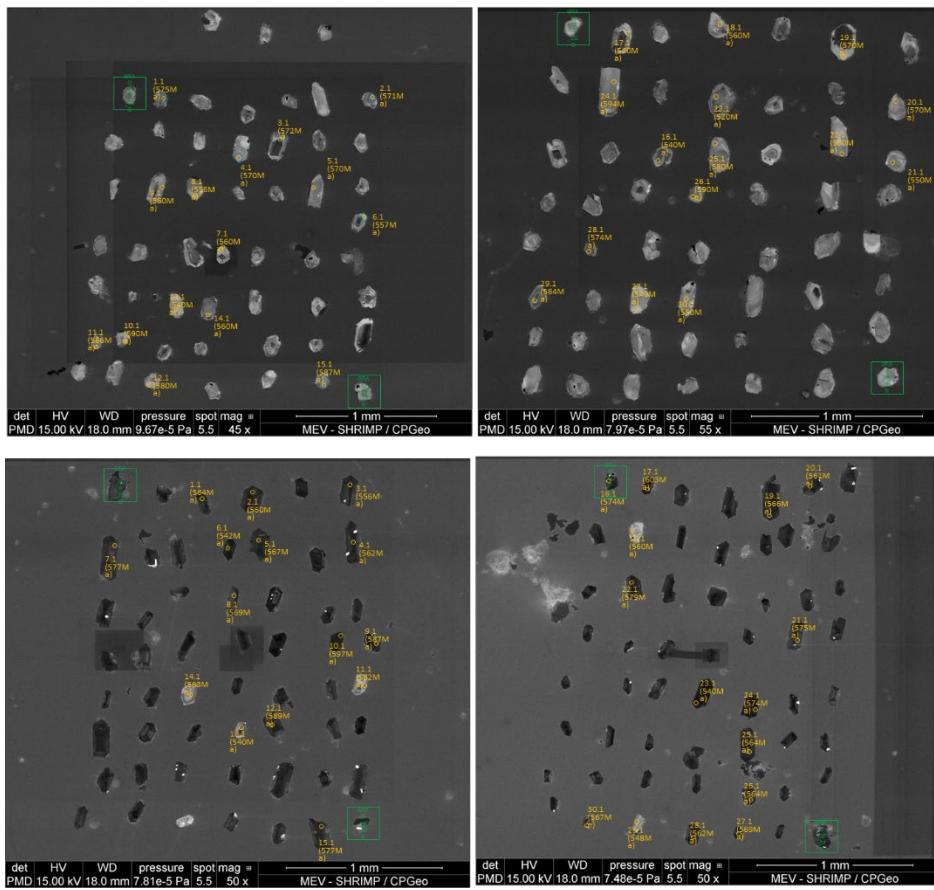
Ao observar o diagrama de Elementos Terras Raras (ETR), vê-se que as amostras de alto e baixo Zr possuem comportamentos parecidos de enriquecimento em ETR leves em relação aos ETR pesados e também com anomalia fortemente negativa de EU, no entanto as de alto Zr se encontram enriquecidas em relação as de baixo Zr.



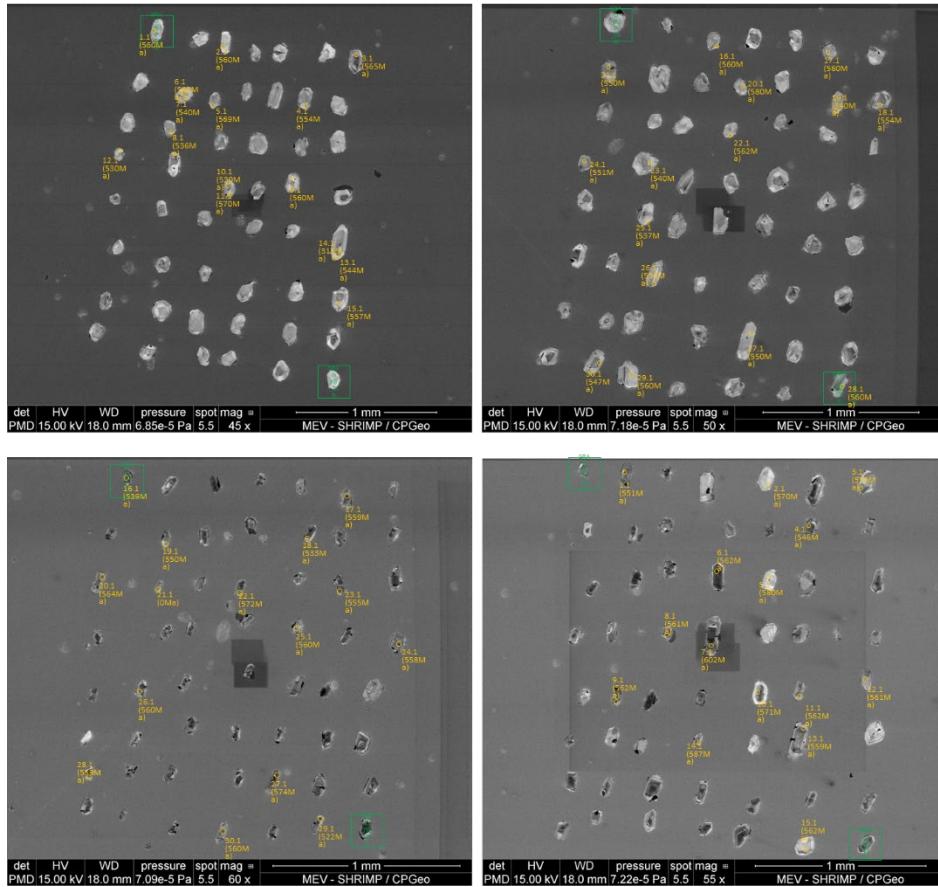
**Figura 26:** Diagrama *spider* de ETR. Dados deste trabalho plotados opacos e dados de Finamor, 2012 plotados translúcidos.

#### **5.4. Datação U-Pb**

Foram analisadas quatro amostras de dois corpos diferentes e um total de 120 pontos em zircões. Para a escolha dos pontos a serem analisados, foram usadas as imagens de catódoluminescência nas figuras 23 e 24 abaixo.

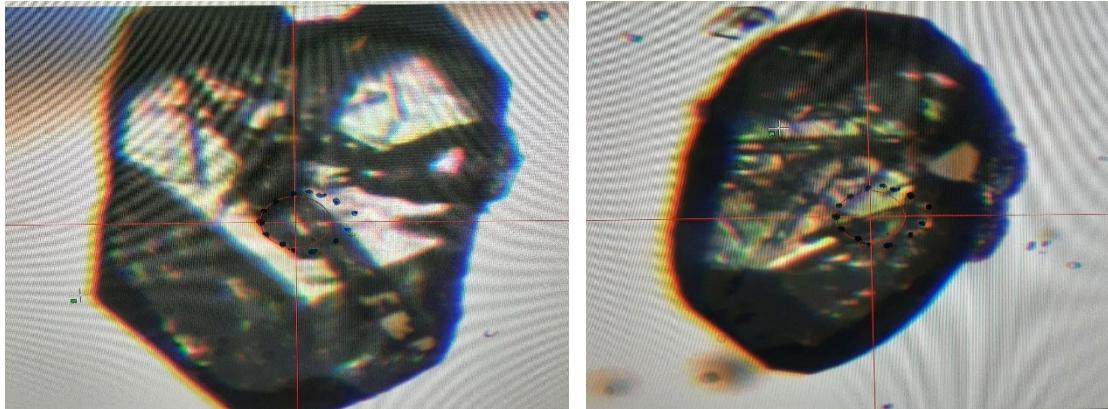


**Figura 27:** Catodoluminescência das amostras JVI-2 acima e IR-VI-60 abaixo.



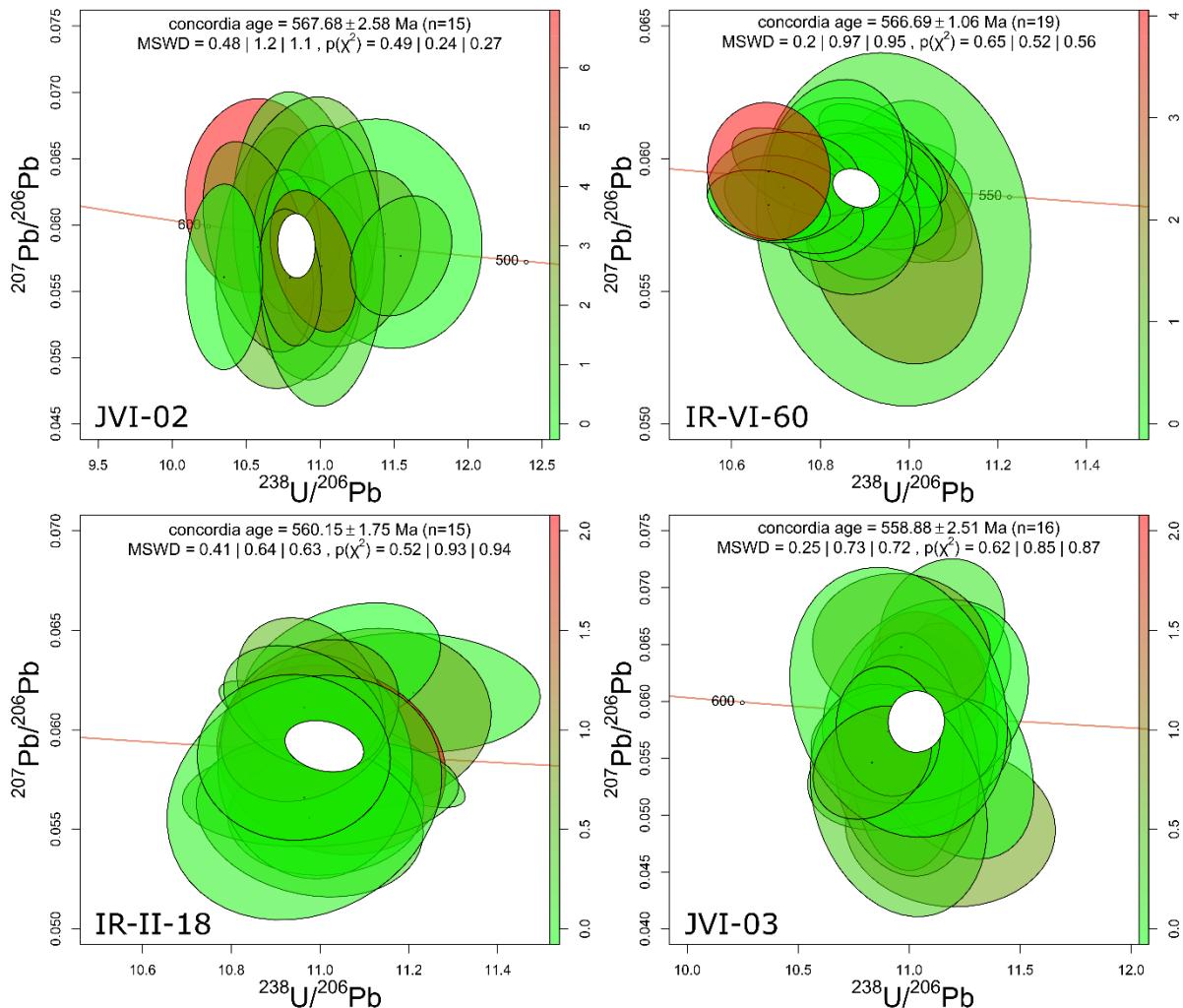
**Figura 28:** Catodoluminescência das amostras JVI-3 acima e IR-II-18 abaixo.

No momento das análises foi observado que os zircões estavam muito fraturados e com inclusões, como é possível observar na figura 25 abaixo, e dos 120 pontos datados, todos os pontos que não possuíam confiabilidade estatística foram descartados.



**Figura 29:** Zircões datados com muitas fraturas e inclusões. Típicos do magmatismo da Bacia do Itajaí.

Após o tratamento estatístico dos dados localizados no Anexo 1, foram calculadas as concórdias para cada amostra, obtendo as idades Neoproterozoicas abaixo

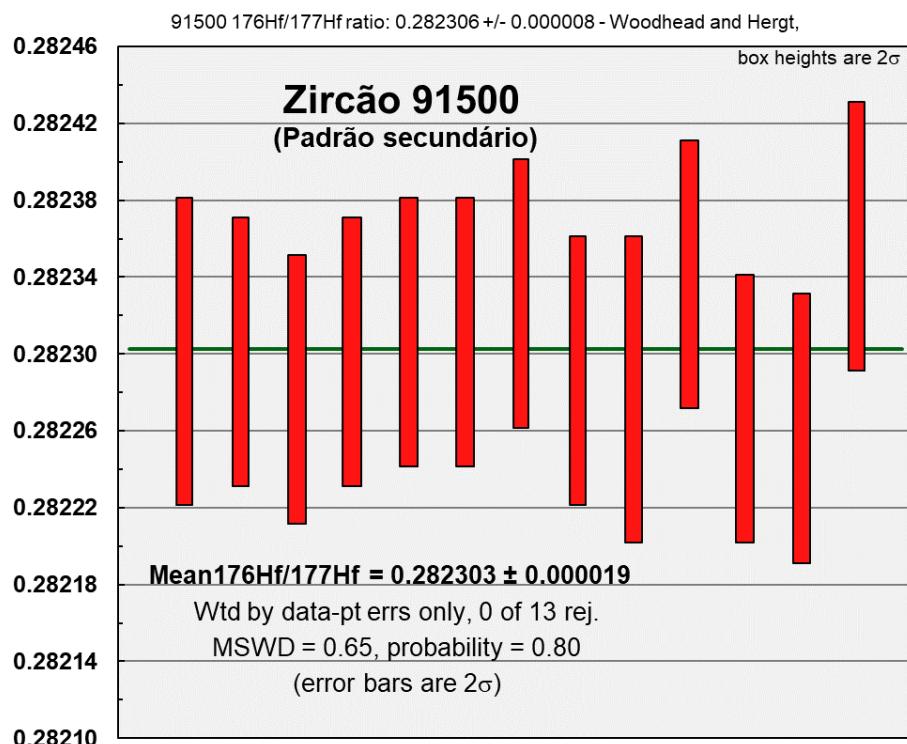


**Figura 30:** Diagramas de concórdia para rochas vulcânicas ácidas da Bacia do Itajaí, elipses são  $1\sigma$ , coloração das elipses representa a porcentagem de Pb comum cujos teores estão assinalados na borda direita dos diagramas.

As amostras datadas são provenientes de duas unidades distintas de rochas vulcânicas félscicas. As amostras JVI-02, de idade  $567,68 \pm 2,58$  Ma, e IR-VI-60, de idade  $566,69 \pm 1,05$  Ma estão localizadas a sudeste da cidade de Ibirama, na BR-470 e fazem parte do mesmo corpo riolítico intercalado com os sedimentos. As amostras IR-II-18, de idade  $560,15 \pm 1,75$  Ma e JVI-03 de idade  $558,66 \pm 2,51$  Ma fazem parte de um corpo riolítico localizado a sul da cidade de Apiúna chamado de Morro do Gravatá.

### 5.5. Lu-Hf

Os isótopos de Hf foram analisados nas 4 amostras previamente datadas pelo método U-Pb em zircão, totalizando um conjunto de 56 análises. As idades U-Pb obtidas nos cristais de zircão foram utilizadas para calcular os parâmetros de Hf. No Anexo 2, estão relacionados os dados analíticos dos cristais estudados bem como os valores obtidos no Padrão 91500 medido como uma amostra desconhecida. Os valores medidos no padrão indicaram uma média ponderada da razão  $176\text{Hf}/177\text{Hf}$  de  $0.282303 \pm 0.000019$ , coincidente com o valor de referência internacional para essa amostra que é de  $176\text{Hf}/177\text{Hf} = 0.282306 \pm 0.000008$  (Woodhead and Herdt, 2005) o que confere credibilidade as medidas efetuadas.

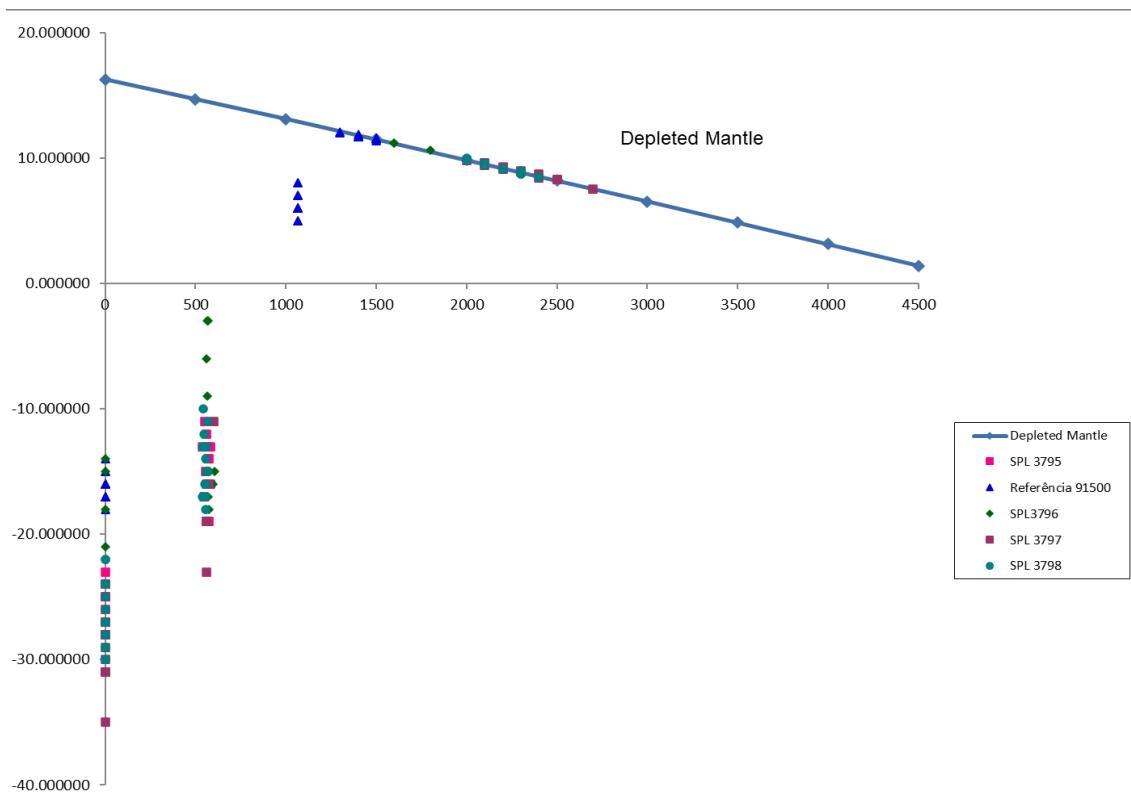


**Figura 31:** gráfico dos valores do padrão 91500 utilizado como padrão secundário.

Dois parâmetros dos isótopos de Hf foram tomados com interesse comparativo entre as amostras. Ambos fornecem indicações sobre o material que originou as amostras de rocha vulcânica. O Epsilon Hf em zircão, como o Epsilon Nd em rocha total, fornece uma clara indicação da origem crustal ou mantélica do material precursor da rocha estudada. De modo

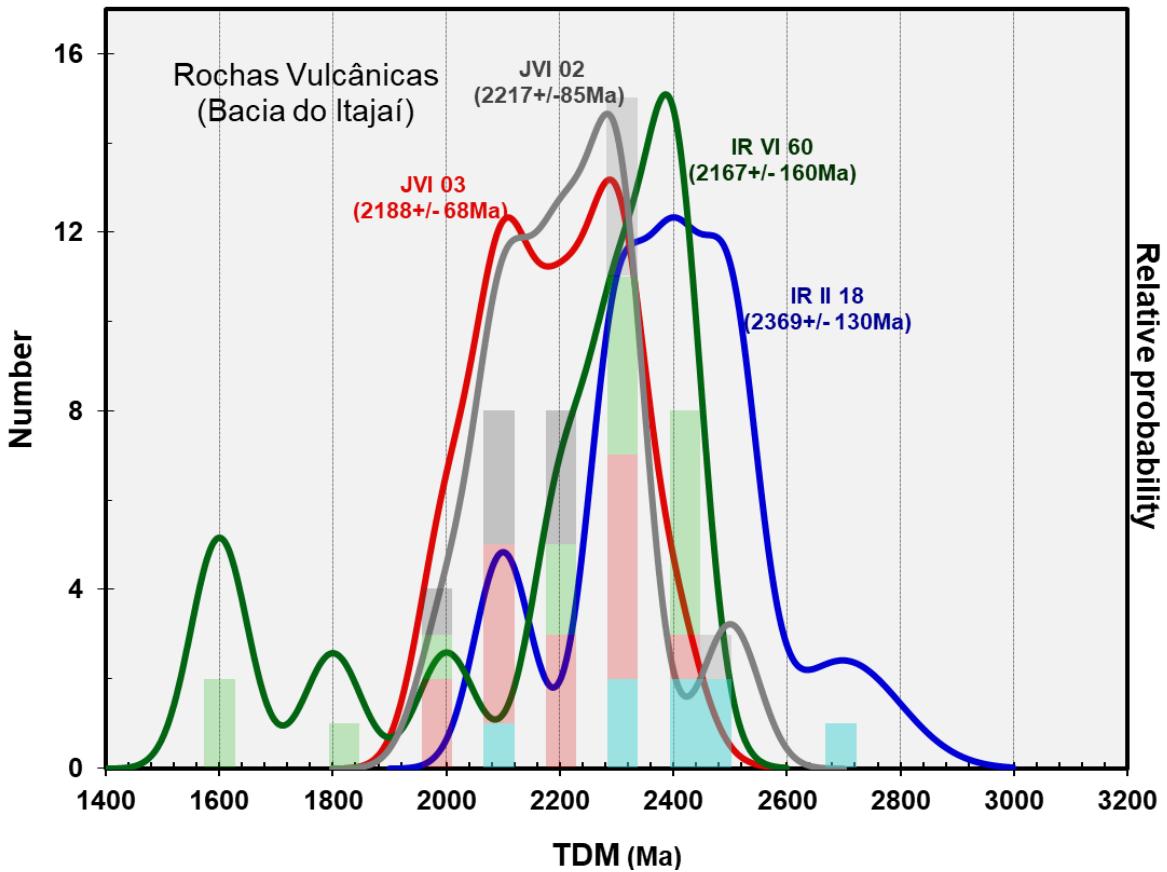
semelhante ao Nd, a idade modelo Hf do zircão, fornece uma indicação da época em que o material precursor foi extraído do manto. Esses dois parâmetros, de modo combinado, foram aplicados no estudo das rochas vulcânicas da Bacia do Itajaí, objeto deste Trabalho de Formatura.

A figura 28 é o diagrama clássico que evidencia a evolução do sistema Lu-Hf ao longo do tempo geológico. Nesse diagrama pode ser verificada que a totalidade das amostras estudadas, cai abaixo da curva CHRUR, com valores de Épsilon Hf levemente negativos a francamente negativos, entre -5 a -20.



**Figura 32:** Diagrama  $\epsilon$ Hf x tempo.

Os valores das idades modelo Hf (TDM) das quatro amostras, apresentam grande semelhança, sugerindo características comuns para a fonte das rochas vulcânicas. As idades se superpõem ao redor de 2.1 - 2.2 Ga, fato que sugere que o material que deu origem a crosta de onde as rochas vulcânicas derivaram, foi extraído do manto no Paleoproterozoico. Ou extraídas do manto litosférico, contaminados no mesmo período, como é sugerido para as rochas silícicas da Bacia de Campo Alegre (Lino et al., 2023, submetido). Como pode ser verificado na figura 29, onde as idades modelo Hf TDM das 4 amostras estão representadas, há uma superposição das curvas de probabilidade das idades modelo Hf TDM obtidas. A maior discrepância foi encontrada com a amostra IR II 18, que apresentou uma média ponderada das idades modelo pouco mais antiga, ao redor de 2.3 Ga.



**Figura 33:** Diagrama PDP dos dados obtidos.

As dificuldades encontradas pelo fato dos cristais de zircão das rochas vulcânicas serem, em sua grande maioria, muito pequenos e já terem sido analisados anteriormente para U-Pb, foram acrescidas pela grande quantidade de inclusões presentes nos cristais de zircão (apatita, rutilo e titanita), feição comum das rochas estudadas. Esses contratemplos, dificultaram sobremaneira encontrar um local adequado para o posicionamento dos "spots" de Hf na maioria dos cristais analisados.

## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão integrada dos dados obtidos é essencial para a interpretação dos mesmos e caracterização das rochas estudadas. O estudo do magmatismo da Bacia do Itajaí traz dados relevantes para o entendimento da tectônica da bacia devido às suas relações de contato com as rochas sedimentares, podendo estar intercaladas com os sedimentos da bacia, em formato de *sills*, concordantes com a sedimentação e também como diques e grandes domos, discordantes com os sedimentos da bacia.

A análise petrográfica das amostras apresenta rochas de composição quartzo-feldspática, frequentemente porfirítica, com os feldspatos pertencentes à série alcalina. O alto

grau de alteração da rocha dificulta a identificação desses minerais. Também foi possível observar que as rochas foram submetidas a um processo hidrotermal que afeta todas as rochas da região, formando clorita, carbonatos e sericita. As análises texturais das amostras indicam que houve devitrificação em alta temperatura, evidenciados pelas texturas esferulíticas e miropoiquilíticas (Loefgren, 1971) presentes na maioria das amostras. Também foi possível identificar características diferentes entre os corpos. As unidades intercaladas com os sedimentos apresentam brechas, podendo ser apenas de contato, mas também observa-se evidências de atividade vulcânica, como tufos e presença de clastos devitrificados nas rochas sedimentares que as englobam. Já as que se apresentam em forma de domos possuem um resfriamento mais lento, que permite melhor formação dos cristais de feldspato e presença de fenocristais.

As novas idades radiométricas obtidas para as rochas vulcânicas, identificar duas fases de atividade magmática. Uma sin-deposicional, intercalada com os sedimentos da bacia e outra pós-deposicional, que se apresenta no formato de domos que deformam as rochas sedimentares da bacia. A primeira, sin-deposicional apresenta idades mais antigas de  $568 \pm 2,6$  Ma, e  $567 \pm 1,0$  Ma, que está dentro do intervalo entre 596 e 560 Ma para o limite inferior de deposição da bacia proposto por Basei et.al., (2011). A segunda, do Morro do Gravatá, pós deposicional apresenta idades de  $560 \pm 1,7$  Ma e  $559 \pm 2,5$  Ma, concordantes com os 558 Ma obtidos por Basei et.al., (2011) e mais antigos que a idade de 549 Ma obtidos por Guadagnin et. al., (2010).

Os dados obtidos a partir da análise de Lu-Hf mostram que o material que gerou esse magma foi extraído do manto por volta de 2,2 Ga, no paleoproterozoico. Os valores de Épsilon Hf levemente negativos a francamente negativos, entre -5 a -20 conferem a essas rochas, uma possível derivação crustal.

As análises químicas de rocha total indicam que o magmatismo da bacia possui composição riolítica, de média a alta sílica, e alto K, pertencentes a série levemente alcalina. É possível separar as amostras entre alto Zr e baixo Zr, cujas análises, ao serem plotadas no diagrama de Pearce et.al., (1984) indicam as amostras de alto Zr caem no campo intra-placa, enquanto que as amostras de baixo Zr sofrem uma migração para o campo de arco vulcânico, podendo indicar uma contaminação crustal. Tal migração é evidenciadas pelo enriquecimento das amostras de alto Zr em relação as amostras de baixo Zr. O ambiente tectônico intra-placa, o que é condizente com a definição de Basei et.al., (2011) de bacia de *foreland* periférica,

A razão Nb/Ta observada na figura 28, que sugere que as amostra de alto Zr, com razão próxima o condrito, possuem derivação a partir do manto litosférico previamente enriquecido. Por outro lado, as amostras de baixo-Zr possuem razões de Nb/Ta mais baixas, com tendências a se aproximarem ao valor de Nb/Ta~6 observado nas rochas do embasamento. As análises observadas em conjunto indicam assinaturas de granitos do tipo A.

O ambiente tectônico intra-placa, o que é condizente com a definição de Basei et.al., (2011) de bacia de *foreland* periférica, as análises também sugerem que o magmatismo estudado apresente assinaturas de magmatismo do tipo A.

## 7. CONCLUSÃO

A Bacia do Itajaí é uma bacia de ambiente de *foreland* periférica de idade exclusivamente neoproterozoica (Ediacarana) cuja atividade vulcânica foi importante durante toda a sua evolução. Foi possível identificar pelo menos duas importantes fases dessa atividade, a mais antiga de 568 Ma, que ocorre durante a deposição da bacia e possui características vulcânicas, e uma mais nova de idade 558 Ma, que ocorre após a deposição e tem características de corpos intrusivos. As rochas ígneas felsicas possuem composição riolítica, de alto K e levemente alcalina e são originadas de magmas extraídos do manto a 2,2 Ga e possuem evidência de influência crustal marcada pela análise da química e de Lu-Hf. No entanto, razões de Nb/Ta condrícticas são evidências de derivação mantélica, indicando que a origem dessas rochas está relacionada a processos de fusão crustal com contaminação mantélica.

O evento vulcânico, mais antigo identificado na Bacia do Itajaí, é representado por finas camadas de cinzas vulcânicas intercaladas em arenitos arcoseanos das unidades basais da Bacia. Esses níveis, com idades ao redor de 605-596Ma não seriam originários na Bacia e sim provenientes da Bacia de Campo Alegre, localizada cerca de 40Km a norte.

Considerando-se o conjunto total de idades disponível, pode-se sugerir:

- 605-596 - cinzas vulcânicas intercaladas aos depósitos sedimentares basais;
- 568-567 - corpos riolíticos possantes relacionados aos depósitos superiores da bacia;
- 560-559Ma - domos de rochas vulcânicas, intrusivos nas sequências superiores;
- 520Ma - intrusão do granito Subida

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Basei M.A.S., Citroni S.B., Siga Jr. O. 1998a. Stratigraphy and age of Fini-Proterozoic basins of Paraná and Santa Catarina states, southern Brazil. Boletim IG-USP. Série Científica, 29:195-216. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-8986.v29i0p195-216>
- Basei MAS (1985) O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Unpublished Ph.D thesis, University of São Paulo. 191 pp
- Basei MAS, Drukas CO, Santos PR, Osako L, Arcaro NP (2008b) Estratigrafia, idade e proveniência dos sedimentos da Bacia do Itajaí, SC, Brasil. In: 44CBG, Anais, SBG, Curitiba
- Basei MAS, Nutman A, Siga O Jr, Passarelli CR, Drukas CO (2009) The evolution and tectonic setting of the Luis Alves Microplate of Southeastern Brazil: an exotic terrane during the assembly of Western Gondwana. In: Gaucher C, Sial AN, Halverson GP, Frimmel HE (eds) Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana, vol 16. Develop Prec Geol, pp 273–291
- Basei, M.A.S., Drukas, C.O., Nutman, A.P., Wemmer, K., Dunyi, L., Santos, P.R., Passarelli, C.R., Campos Neto, M.C., Siga, O., and Osako, L., 2011, The Itajaí foreland basin: a tectono-sedimentary record of the Ediacaran period, Southern Brazil: International Journal of Earth Sciences, v. 100, p. 543–569, doi:10.1007/s00531-010-0604-4.
- Becker-Kerber, B. et al., 2020, The oldest record of Ediacaran macrofossils in Gondwana (~563 Ma, Itajaí Basin, Brazil): Gondwana Research, v. 84, p. 211–228, doi:10.1016/j.gr.2020.03.007.
- Bitencourt, M.F., Hackspacker, P.C., Nardi, L.V.S., 1989. A zona de cisalhamento Major Gercino-Santa Catarina. In: Atas, II Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Fortaleza, pp. 214–216
- Fernandes, L.A.D., Tommasi, A., Porcher, C.C., 1992. Deformation patterns in the southern Brazilian branch of the Dom Feliciano Belt: a reappraisal. Journal of South American Earth Sciences 5, 77–96.
- Finamor, A.B., 2012, Geoquímica e datação shrimp u-pb do magmatismo ácido da Bacia do Itajaí, SC, Tese de Mestrado , Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Freitas, B.; Juliani, C. Guia de Texturas Macroscópicas e Microscópicas e de Estruturas de Rochas Vulcânicas Brasileiras Antigas da Amazônia; E-book Series; Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências: São Paulo, Brazil, 2018; Volume 70, Available online: <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/295>
- Guadagnin, F., Chemale, F., Dussin, I.A., Jelinek, A.R., dos Santos, M.N., Borba, M.L., Justino, D., Bertotti, A.L., and Alessandretti, L., 2010a, Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation: Precambrian Research, v. 180, p. 156–182, doi:10.1016/j.precamres.2010.04.002.

- Guadagnin, F., Chemale, F., Dussin, I.A., Jelinek, A.R., dos Santos, M.N., Borba, M.L., Justino, D., Bertotti, A.L., and Alessandretti, L., 2010b, Depositional age and provenance of the Itajaí Basin, Santa Catarina State, Brazil: Implications for SW Gondwana correlation: Precambrian Research, v. 180, p. 156–182, doi:10.1016/j.precamres.2010.04.002.
- Hartmann L.A., Silva L.D., Orlandi Filho V. 1979. O Complexo Granulítico de Santa Catarina; descrição e implicações genéticas. Acta Geológica Leopoldensia, 3(10):93-112.
- 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, v. 5, p. 157–163, doi:10.1016/S1342-937X(05)70899-6.
- Hartmann, L.A., Bitencourt, M. de F., Santos, J.O.S., McNaughton, N.J., Rivera, C.B., and 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, v. 16, p. 477–492, doi:10.1016/j.jsames.2003.04.001.
- Kaul PFT (1980) O Cráton Luis Alves. Camboriú, SC. In: Congresso Brasileiro de Geologia 31, vol 5, pp 2677–2683
- LeBas, M., Maitre, R. L., Streckeisen, A., Zanettin, B., & IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous 1198 Rocks. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. 1199 Journal of petrology, 27(3), 745-750.
- Lino, L. M., Quiroz-Valle, F.R., Basei, M.A.S., Vlach, S.R.F., Hueck, M., Willbold, M., Citroni, S.B., Lemos-Santos, D.V. (in review). Petrogenesis and tectonic significance of two bimodal volcanic stages from the Ediacaran Campo Alegre-Corupá Basin (Brazil): Record of metacratonization during the consolidation of Western Gondwana. Submitted to Precambr. Res. on September 26th.
- Lofgren, Gary (1971) Spherulitic textures in glassy and crystalline rocks. Journal of Geophysical Research, 76 (23). 5635-5648 doi:10.1029/jb076i023p05635
- McPhie, J.; Doyle, M.; Allen, R. (1993). Volcanic textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 198 p.
- Miyashiro, A. (1978). Nature of alkalic volcanic rock series. Contributions to Mineralogy and Petrology, 66(1), 1241 91-104.
- Pearce, J. A., Harris, N. B., & Tindle, A. G. (1984). Trace element discrimination diagrams for the tectonic 1260 interpretation of granitic rocks. Journal of petrology, 25(4), 956-983
- Quiroz-Valle, F. R., Lino, L. M., Citroni, S. B., Basei, M. Á. S., Hueck, M., Vlach, S. R. F.; Becker-Kerber, B., Prado, G.M.E.M. (2023). Paleovolcanology, geochemistry, and zircon U-Pb-Hf isotopes of the

volcano-sedimentary sequences from the Ediacaran Campo Alegre-Corupá Basin, southern Brazil: linking volcanism and tectonics during Western Gondwana consolidation. *Gondwana Research*.

Quiroz-Valle, F.R., 2021, Origem e evolução tectônica da Bacia de Campo Alegre-SC, Sul do Brasil, Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo

Rostirolla, S.P., and Soares, P.C., 1992, Structural analysis of the deforming tectonics of the Itajai Basin, Santa Catarina, Brazil

Sun, S. S., & McDonough, W. F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications 1313 for mantle composition and processes. Geological Society, London, Special Publications, 42(1), 313- 1314 345.

Vermeesch, P., 2018, IsoplotR: a free and open toolbox for geochronology. *Geoscience Frontiers*, v.9, p.1479-1493, doi: 10.1016/j.gsf.2018.04.001

Winchester, J. A., & Floyd, P. A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their 1345 differentiation products using immobile elements. *Chemical geology*, 20, 325-343.

**ANEXO I – TABELA DE DADOS U-Pb**

03/11/2022	SPOT	SITE	RATIOS												AGES														
			JVI-02 - RHYOLITE - M 83	207/235	1 sigma	206/238	1 sigma	coef. corr	238/206	1 sigma	207/206	1 sigma	208/206	1 sigma	Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	T <sub>206/238</sub>	1 sigma	T <sub>207/235</sub>	1 sigma	T <sub>207/206</sub>	1 sigma	Conc.			
J-61 - JÚLIA_TF												comum	ppm	ppm	ppm	%										206/238	207/235		
SPL3778 , Analyte Excite 193nm Excimer Laser Ablation System, 6Hz, 6mJ, 25µm, 100%(0.89J/cm <sup>2</sup> ) Energia, Hélio: MFC1=0.300L/min, MFC2=0.300L/min.																													
SPL 3778	1.1		0.8103	0.0372	0.0932	0.0013	0.26	10.7244	0.1548	0.0630	0.0031	0.3023	0.0437	1.5	6	45	38	1.2	575	8	603	23	709	114	95				
SPL 3778	12.1		0.8121	0.0664	0.0947	0.0028	0.32	10.5642	0.3160	0.0622	0.0063	0.2624	0.0983	6.7	3	19	23	0.8	583	17	604	41	682	202	96				
SPL 3778	27.1		0.7147	0.0764	0.0874	0.0033	0.44	11.4391	0.4260	0.0593	0.0075	0.1649	0.0754	0.0	2	17	18	0.9	540	19	548	41	578	221	98				
SPL 3778	29.1		0.7455	0.0353	0.0914	0.0012	0.15	10.9354	0.1393	0.0591	0.0028	0.3543	0.0458	0.0	7	64	45	1.4	564	7	566	21	572	98	99				
SPL 3778	19.1		0.7512	0.0962	0.0921	0.0025	0.35	10.8568	0.2940	0.0592	0.0086	0.2042	0.1020	1.0	2	14	17	0.9	568	15	569	60	573	236	99				
SPL 3778	14.1		0.7343	0.0500	0.0910	0.0020	0.60	10.9834	0.2459	0.0585	0.0039	0.2988	0.0653	0.3	6	46	36	1.3	562	12	559	28	548	137	100				
SPL 3778	20.1		0.7454	0.0891	0.0922	0.0031	0.01	10.8419	0.3645	0.0586	0.0071	0.2194	0.1219	1.8	2	13	15	0.8	569	18	566	52	553	233	100				
SPL 3778	3.1		0.7514	0.0474	0.0928	0.0013	0.26	10.7799	0.1545	0.0587	0.0039	0.3252	0.0233	0.2	8	62	52	1.2	572	8	569	28	558	139	100				
SPL 3778	30.1		0.7054	0.0516	0.0891	0.0024	0.06	11.2282	0.2969	0.0574	0.0048	0.3153	0.0603	2.3	4	34	27	1.2	550	14	542	31	509	180	101				
SPL 3778	25.1		0.7599	0.0772	0.0945	0.0022	0.59	10.5823	0.2496	0.0583	0.0062	0.1684	0.0508	2.7	4	24	30	0.8	582	13	574	48	542	206	101				
SPL 3778	18.1		0.7122	0.0888	0.0908	0.0023	0.17	11.0099	0.2754	0.0569	0.0079	0.1752	0.0830	0.9	3	15	24	0.6	560	13	546	50	487	258	102				
SPL 3778	22.1		0.7208	0.0502	0.0913	0.0016	0.56	10.9515	0.1975	0.0573	0.0045	0.3532	0.0614	4.1	6	48	38	1.3	563	10	551	31	501	151	102				
SPL 3778	28.1		0.9350	0.0631	0.0931	0.0012	0.14	10.7375	0.1435	0.0728	0.0046	0.2063	0.0495	0.0	7	45	48	0.9	574	7	670	35	1009	148	85				
SPL 3778	17.1		0.8204	0.0847	0.0910	0.0032	0.01	10.9844	0.3833	0.0654	0.0083	0.1571	0.0506	0.0	3	13	20	0.6	562	19	608	46	786	245	92				
SPL 3778	21.1		0.7796	0.0525	0.0888	0.0021	0.17	11.2668	0.2726	0.0637	0.0051	0.2290	0.0737	1.5	3	20	25	0.8	548	13	585	32	732	169	93				
SPL 3778	10.1		0.8580	0.0380	0.0952	0.0023	0.01	10.4989	0.2539	0.0653	0.0033	0.1900	0.0389	2.7	5	27	34	0.8	587	14	629	23	785	116	93				
SPL 3778	15.1		0.8572	0.0526	0.0953	0.0013	0.14	10.4927	0.1414	0.0652	0.0042	0.2261	0.0483	0.0	5	39	39	1.0	587	8	629	29	782	148	93				
SPL 3778	7.1		0.7968	0.0513	0.0909	0.0022	0.24	11.0048	0.2613	0.0636	0.0048	0.1930	0.0637	0.0	3	21	26	0.8	561	13	595	29	728	155	94				
SPL 3778	2.1		0.7151	0.0461	0.0926	0.0012	0.37	10.7969	0.1388	0.0560	0.0036	0.2758	0.0751	2.8	6	43	43	1.0	571	7	548	28	452	147	104				
SPL 3778	24.1		0.7466	0.0627	0.0966	0.0016	0.19	10.3518	0.1716	0.0561	0.0049	0.3131	0.0498	0.0	5	52	35	1.5	595	9	566	37	455	178	104				
SPL 3778	5.1		0.6879	0.0564	0.0918	0.0017	0.22	10.8981	0.1962	0.0544	0.0051	0.3222	0.0503	1.6	4	39	29	1.3	566	10	532	34	386	163	106				
SPL 3778	9.1		0.6632	0.0708	0.0913	0.0018	0.01	10.9471	0.2202	0.0527	0.0060	0.3233	0.0583	2.1	4	37	28	1.4	564	11	517	42	314	201	109				
SPL 3778	26.1		0.6781	0.0456	0.0956	0.0020	0.01	10.4548	0.2140	0.0514	0.0036	0.1982	0.0569	3.5	4	29	30	1.0	589	12	526	28	259	137	112				
SPL 3778	23.1		0.6060	0.0658	0.0836	0.0017	0.22	11.9631	0.2388	0.0526	0.0061	0.3615	0.0459	6.6	6	56	44	1.3	518	10	481	41	311	204	107				
SPL 3778	16.1		0.6882	0.0350	0.0866	0.0017	0.14	11.5483	0.2289	0.0576	0.0036	0.2143	0.0390	1.2	6	45	49	0.9	535	10	532	21	516	137	100				
SPL 3778	4.1		0.7852	0.0555	0.0929	0.0036	0.01	10.7667	0.4122	0.0613	0.0057	0.5577	0.5793	34.0	5	15	19	0.8	573	21	588	33	650	176	97				
SPL 3778	8.1		0.9283	0.0650	0.0900	0.0009	0.33	11.1086	0.1157	0.0748	0.0052	0.3188	0.0822	24.8	4	19	22	0.9	556	6	667	39	1063	147	83				
SPL 3778	11.1		0.8066	0.0384	0.0951	0.0011	0.01	10.5124	0.1231	0.0615	0.0028	0.4525	0.2696	15.5	7	48	40	1.2	586	7	601	22	657	93	97				
SPL 3778	13.1		0.6415	0.0619	0.0870	0.0023	0.37	11.4892	0.3095	0.0535	0.0057	0.3770	0.0805	12.1	5	43	32	1.3	538	14	503	38	348	190	106				
SPL 3778	6.1		0.7124	0.0905	0.0902	0.0014	0.35	11.0809	0.1751	0.0573	0.0084	0.2635	0.1647	13.5	4	19	28	0.7	557	9	546	54	501	256	101				

04/11/2022	SPOT	SITE	RATIOS												AGES																												
			JVI-03 - RHYOTITE - M 83			207/235			1 sigma			206/238			1 sigma			coef. corr			238/206			1 sigma			207/206			1 sigma			Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	T <sub>206/238</sub>	1 sigma	T <sub>207/235</sub>	1 sigma	T <sub>207/206</sub>	1 sigma
SPL3781 , Analyte Excite 193nm Excimer Laser Ablation System, 6Hz, 6mJ, 25µm, 100%(0.89J/cm <sup>2</sup> ) Energia, Hélio: MFC1=0.300L/min, MFC2=0.300L/min.												%																		206/238			207/235										
SPL 3781	1.1		0.7435	0.0738	0.0903	0.0025	0.04	11.0702	0.3022	0.0597	0.0071	0.3186	0.0768	0.0	4	38	31	1.2	558	15	564	43	593	209	98	T <sub>206/238</sub>	1 sigma	T <sub>207/235</sub>	1 sigma	T <sub>207/206</sub>	1 sigma	Conc.											
SPL 3781	2.1		0.6818	0.0833	0.0910	0.0018	0.27	10.9849	0.2136	0.0543	0.0071	0.3025	0.0745	0.1	5	40	36	1.1	562	11	528	49	384	261	106							206/238											
SPL 3781	3.1		0.7251	0.0496	0.0917	0.0013	0.29	10.9078	0.1576	0.0574	0.0041	0.3810	0.0447	0.0	11	105	71	1.5	566	8	554	29	506	150	102							207/235											
SPL 3781	4.1		0.7120	0.0773	0.0898	0.0014	0.14	11.1336	0.1695	0.0575	0.0060	0.1897	0.0581	0.0	6	31	41	0.7	555	8	546	44	511	215	101							207/235											
SPL 3781	5.1		0.6948	0.0405	0.0923	0.0015	0.01	10.8349	0.1787	0.0546	0.0036	0.2193	0.0756	0.2	6	36	42	0.9	569	9	536	24	396	132	106							207/235											
SPL 3781	6.1		0.6944	0.0474	0.0877	0.0021	0.08	11.4068	0.2737	0.0575	0.0044	0.2854	0.0991	0.0	6	35	44	0.8	542	12	536	27	509	155	101							207/235											
SPL 3781	7.1		0.6632	0.0910	0.0867	0.0028	0.23	11.5378	0.3791	0.0555	0.0084	0.2686	0.0888	2.5	5	28	34	0.8	536	17	517	53	432	266	103							207/235											
SPL 3781	8.1		0.7723	0.0405	0.0868	0.0016	0.01	11.5263	0.2102	0.0646	0.0035	0.3957	0.0839	0.0	9	99	64	1.5	536	9	581	23	760	115	92							207/235											
SPL 3781	9.1		0.6454	0.0897	0.0913	0.0022	0.38	10.9540	0.2633	0.0513	0.0078	0.1777	0.0562	3.3	4	26	34	0.8	563	13	506	56	253	279	111							207/235											
SPL 3781	10.1		0.7475	0.0473	0.0849	0.0020	0.09	11.7770	0.2774	0.0638	0.0043	0.3504	0.0404	0.9	8	71	55	1.3	525	12	567	28	737	150	92							207/235											
SPL 3781	11.1		0.6578	0.0768	0.0928	0.0025	0.06	10.7768	0.2887	0.0514	0.0066	0.2641	0.0820	3.8	6	41	39	1.0	572	15	513	47	259	237	111							207/235											
SPL 3781	12.1		0.7748	0.0523	0.0863	0.0018	0.55	11.5939	0.2365	0.0652	0.0052	0.3401	0.0633	9.1	6	55	48	1.1	533	10	583	30	779	166	91							207/235											
SPL 3781	13.1		0.6449	0.0571	0.0880	0.0016	0.24	11.3597	0.2048	0.0531	0.0046	0.2650	0.0669	4.5	5	35	37	0.9	544	9	505	33	334	163	107							207/235											
SPL 3781	15.1		0.7762	0.0486	0.0902	0.0014	0.43	11.0902	0.1736	0.0624	0.0041	0.2658	0.0854	0.9	6	48	46	1.0	557	8	583	28	689	145	95							207/235											
SPL 3781	16.1		0.7055	0.0458	0.0911	0.0023	0.36	10.9773	0.2809	0.0562	0.0048	0.2232	0.0891	5.2	7	38	50	0.8	562	14	542	27	459	178	103							207/235											
SPL 3781	17.1		0.6835	0.0463	0.0909	0.0025	0.07	10.9964	0.3035	0.0545	0.0046	0.1794	0.0532	2.8	6	31	48	0.7	561	15	529	28	392	165	106							207/235											
SPL 3781	18.1		0.8236	0.0480	0.0897	0.0015	0.12	11.1423	0.1815	0.0666	0.0040	0.2554	0.0787	0.0	5	45	39	1.2	554	9	610	29	824	128	90							207/235											
SPL 3781	19.1		0.6731	0.0460	0.0882	0.0019	0.14	11.3434	0.2486	0.0554	0.0042	0.3069	0.0563	0.5	6	56	44	1.3	545	11	523	27	427	164	104							207/235											
SPL 3781	20.1		0.6455	0.0629	0.0940	0.0024	0.21	10.6434	0.2718	0.0498	0.0055	0.1589	0.0797	2.8	4	21	32	0.7	579	14	506	38	187	195	114							207/235											
SPL 3781	21.1		0.7148	0.0408	0.0884	0.0020	0.39	11.3170	0.2539	0.0587	0.0038	0.2816	0.0539	0.6	6	56	43	1.3	546	12	548	24	555	136	99							207/235											
SPL 3781	22.1		0.6969	0.0877	0.0910	0.0014	0.17	10.9876	0.1637	0.0555	0.0074	0.2147	0.0832	1.0	4	29	32	0.9	562	8	537	52	434	273	104							207/235											
SPL 3781	23.1		0.7730	0.0592	0.0880	0.0020	0.42	11.3620	0.2575	0.0637	0.0057	0.2371	0.0638	0.0	4	37	36	1.0	544	12	582	34	732	191	93							207/235											
SPL 3781	24.1		0.7701	0.0466	0.0892	0.0013	0.08	11.2087	0.1676	0.0626	0.0040	0.1474	0.0522	0.3	6	30	48	0.6	551	8	580	28	695	149	95							207/235											
SPL 3781	25.1		0.6650	0.0954	0.0869	0.0010	0.32	11.5022	0.1368	0.0555	0.0079	0.1729	0.0867	6.5	3	18	22	0.8	537	6	518	62	432	254	103							207/235											
SPL 3781	26.1		0.6030	0.0602	0.0894	0.0025	0.32	11.1890	0.3155	0.0489	0.0057	0.3142	0.0577	3.5	5	39	35	1.1	552	15	479	38	145	201	115							207/235											
SPL 3781	27.1		0.6937	0.0896	0.0897	0.0022	0.55	11.1472	0.2739	0.0561	0.0077	0.2977	0.0773	2.6	5	38	32	1.2	554	13	535	54	456	272	103							207/235											
SPL 3781	28.1		0.8142	0.0583	0.0912	0.0022	0.39	10.9610	0.2655	0.0647	0.0054	0.3405	0.0436	0.0	7	58	46	1.2	563	13	605	33	765	178	93							207/235											
SPL 3781	29.1		0.7540	0.1052	0.0913	0.0027	0.39	10.9485																																			

03/11/2022	SPOT	SITE	RATIOS												AGES													
			IR-VI-60 - RHYOLITE - M	207/235	1 sigma	206/238	1 sigma	coef. corr	238/206	1 sigma	207/206	1 sigma	208/206	1 sigma	Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	T <sub>206/238</sub>	1 sigma	T <sub>207/235</sub>	1 sigma	T <sub>207/206</sub>	1 sigma	Conc.		
J-61 - JÚLIA_TF			SPL3779 , Analyte Excite 193nm Excimer Laser Ablation System, 6Hz, 6mJ, 25µm, 100%(0.89J/cm <sup>2</sup> ) Energia, Hélio: MFC1=0.300L/min, MFC2=0.300L/min.												%	ppm	ppm	ppm									206/238	207/235
SPL 3779	3.1		0.7425	0.0154	0.0901	0.0005	0.99	11.0952	0.0659	0.0597	0.0013	0.2455	0.0814	1.8	51	384	393	1.0	556	3	564	9	595	47	98			
SPL 3779	2.1		0.7370	0.0162	0.0908	0.0007	0.46	11.0136	0.0859	0.0589	0.0014	0.1956	0.0078	0.1	29	186	213	0.9	560	4	561	9	562	51	99			
SPL 3779	20.1		0.7288	0.0209	0.0908	0.0007	0.69	11.0076	0.0839	0.0582	0.0017	0.1896	0.0359	0.8	27	196	207	1.0	561	4	556	12	537	64	100			
SPL 3779	4.1		0.7528	0.0184	0.0911	0.0007	0.14	10.9755	0.0794	0.0599	0.0016	0.1648	0.0295	0.0	26	135	199	0.7	562	4	570	11	601	57	98			
SPL 3779	28.1		0.7287	0.0192	0.0911	0.0007	0.63	10.9739	0.0879	0.0580	0.0016	0.1724	0.0417	0.2	25	149	193	0.8	562	4	556	11	530	60	101			
SPL 3779	18.1		0.7206	0.0581	0.0912	0.0017	0.32	10.9610	0.2011	0.0573	0.0050	0.2212	0.0464	0.4	5	39	36	1.1	563	10	551	34	503	186	102			
SPL 3779	14.1		0.7129	0.0400	0.0912	0.0011	0.44	10.9603	0.1305	0.0567	0.0033	0.2031	0.0463	2.0	6	32	46	0.7	563	6	547	24	479	125	102			
SPL 3779	25.1		0.7572	0.0211	0.0914	0.0008	0.80	10.9381	0.0948	0.0601	0.0016	0.4693	0.0520	0.0	34	488	213	2.3	564	5	572	12	606	58	98			
SPL 3779	1.1		0.7436	0.0185	0.0915	0.0008	0.43	10.9333	0.0938	0.0590	0.0016	0.1923	0.0286	0.3	20	127	149	0.9	564	5	565	11	566	58	99			
SPL 3779	26.1		0.7353	0.0173	0.0915	0.0008	0.58	10.9311	0.0967	0.0583	0.0015	0.2352	0.0374	0.1	41	334	305	1.1	564	5	560	10	541	53	100			
SPL 3779	19.1		0.7566	0.0169	0.0918	0.0007	0.67	10.8901	0.0878	0.0598	0.0013	0.2206	0.0216	0.6	32	259	233	1.1	566	4	572	10	595	49	98			
SPL 3779	30.1		0.7372	0.0251	0.0919	0.0008	0.43	10.8859	0.0989	0.0582	0.0021	0.3307	0.0235	0.3	25	240	173	1.4	567	5	561	15	538	82	101			
SPL 3779	5.1		0.7233	0.0192	0.0920	0.0008	0.32	10.8742	0.0890	0.0570	0.0016	0.1669	0.0259	0.8	19	109	147	0.7	567	4	553	11	493	63	102			
SPL 3779	27.1		0.7636	0.0197	0.0922	0.0009	0.34	10.8425	0.1090	0.0600	0.0016	0.2093	0.0208	0.4	27	183	203	0.9	569	6	576	11	605	59	98			
SPL 3779	8.1		0.7575	0.0288	0.0923	0.0009	0.12	10.8355	0.1035	0.0595	0.0024	0.1634	0.0413	0.1	16	85	122	0.7	569	5	573	17	587	86	99			
SPL 3779	24.1		0.7634	0.0185	0.0931	0.0008	0.76	10.7426	0.0888	0.0595	0.0014	0.3084	0.0081	0.2	42	458	287	1.6	574	5	576	11	585	50	99			
SPL 3779	16.1		0.7477	0.0193	0.0931	0.0009	0.64	10.7364	0.1011	0.0582	0.0016	0.1689	0.0250	0.6	20	92	151	0.6	574	5	567	11	538	62	101			
SPL 3779	21.1		0.7576	0.0191	0.0933	0.0010	0.37	10.7170	0.1144	0.0589	0.0016	0.1297	0.0101	0.5	20	94	156	0.6	575	6	573	11	563	62	100			
SPL 3779	15.1		0.7515	0.0143	0.0936	0.0008	0.65	10.6855	0.0930	0.0582	0.0012	0.2263	0.0071	0.1	35	222	257	0.9	577	5	569	8	539	44	101			
SPL 3779	7.1		0.7677	0.0234	0.0936	0.0008	0.32	10.6782	0.0865	0.0595	0.0019	0.2426	0.0175	3.9	24	163	175	0.9	577	5	578	14	584	69	99			
SPL 3779	22.1		0.7500	0.0197	0.0940	0.0008	0.48	10.6407	0.0908	0.0579	0.0015	0.1372	0.0114	0.2	20	99	156	0.6	579	5	568	11	525	58	101			
SPL 3779	11.1		0.7288	0.0448	0.0944	0.0013	0.21	10.5921	0.1415	0.0560	0.0036	0.2168	0.0437	1.0	6	37	41	0.9	582	8	556	27	452	134	104			
SPL 3779	12.1		0.7653	0.0242	0.0956	0.0007	0.64	10.4597	0.0782	0.0581	0.0017	0.2640	0.0724	0.0	24	190	158	1.2	589	4	577	14	532	68	101			
SPL 3779	9.1		0.7637	0.0255	0.0954	0.0007	0.45	10.4825	0.0783	0.0581	0.0019	0.1983	0.0115	0.4	29	180	212	0.8	587	4	576	15	532	70	101			
SPL 3779	10.1		0.7927	0.0201	0.0971	0.0007	0.46	10.2973	0.0731	0.0592	0.0014	0.2400	0.0286	0.0	40	276	274	1.0	598	4	593	11	574	53	100			
SPL 3779	13.1		0.7255	0.0321	0.0879	0.0017	0.26	11.3728	0.2218	0.0598	0.0032	0.2630	0.0548	1.1	9	69	63	1.1	543	10	554	19	598	115	98			
SPL 3779	17.1		0.8063	0.0158	0.0981	0.0009	0.87	10.1920	0.0961	0.0596	0.0013	0.2628	0.0480	0.7	45	324	297	1.1	603	5	600	9	589	47	100			
SPL 3779	23.1		0.7144	0.0190	0.0874	0.0007	0.57	11.4352	0.0879	0.0592	0.0015	0.2802	0.2255	7.2	42	309	333	0.9	540	4	547	11	576	54	98			
SPL 3779	29.1		0.7378	0.0373	0.0888	0.0014	0.53	11.2651	0.1769	0.0603	0.0035	0.3412	0.0784	0.2	9	95	58	1.7	548	8	561	22	614	129	97			
SPL 3779	6.1		0.7210	0.0206	0.0878	0.0005	0.56	11.3947	0.0640	0.0596	0.0017	0.3019	0.0815	15.1	34	375	226	1.7	542	3	551	12	589	63	98			

Dados padrão GJ em 03/11/2022  
 Concordia Age = 606.1 +/- 1.6 Ma  
 GJ reference age: 608.5 +/- 0.4 Ma (TIMS) - Jackson et al, 2004.

Pleosovic secondary standard on 03/11/2022  
 Concordia Age = 337.6 +/- 0.91 Ma  
 Pleosovic reference age: 337.13 +/- 0.37 - Sláma et al, 2008.

4/11/2022	SPOT	SITE	RATIOS												AGES														
			IR-II-18 - RHYOLITE - M & 207/235			1 sigma 206/238			1 sigma coef. corr 238/206			1 sigma 207/206			1 sigma 208/206			1 sigma			Pb total	Pb rad	Th	U	Th/U	T <sub>206/238</sub>	1 sigma T <sub>207/235</sub>	1 sigma T <sub>207/206</sub>	1 sigma T <sub>207/206</sub>
J-61 - JULIA_TF															SPL3780 , Analyte Excite 193nm Excimer Laser Ablation System, 6Hz, 6mJ, 25µm, 100%(0.89J/cm <sup>2</sup> ) Energia, Hélio: MFC1=0.300L/min, MFC2=0.300L/min.			%			%			%			%		
SPL 3780	1.1		0.7606	0.0283	0.0892	0.0015	0.51	11.2158	0.1931	0.0619	0.0025	0.2463	0.0348	5.5	10	61	74	0.8	551	9	574	17	670	89	95				
SPL 3780	2.1		0.7826	0.0813	0.0930	0.0031	0.24	10.7584	0.3574	0.0611	0.0071	0.1694	0.0599	0.0	4	19	27	0.7	573	18	587	45	641	241	97				
SPL 3780	3.1		0.7515	0.0379	0.0899	0.0014	0.28	11.1206	0.1675	0.0606	0.0029	0.2595	0.0493	0.2	10	65	70	0.9	555	8	569	22	626	106	97				
SPL 3780	4.1		0.7027	0.0226	0.0884	0.0012	0.49	11.3127	0.1530	0.0577	0.0017	0.3402	0.0265	0.8	18	143	126	1.1	546	7	540	13	517	62	101				
SPL 3780	5.1		0.7405	0.0655	0.0947	0.0023	0.31	10.5638	0.2585	0.0567	0.0054	0.2578	0.0539	0.0	5	30	32	1.0	583	14	563	36	481	168	103				
SPL 3780	6.1		0.7683	0.0296	0.0912	0.0010	0.56	10.9691	0.1214	0.0611	0.0025	0.3567	0.0425	1.3	24	186	155	1.2	562	6	579	17	644	93	97				
SPL 3780	8.1		0.6985	0.0268	0.0908	0.0012	0.27	11.0078	0.1503	0.0558	0.0025	0.3602	0.0262	1.2	13	115	89	1.3	561	7	538	16	443	100	104				
SPL 3780	9.1		0.7592	0.0326	0.0911	0.0011	0.01	10.9723	0.1359	0.0604	0.0028	0.4102	0.0440	0.0	13	127	82	1.6	562	7	574	19	619	102	98				
SPL 3780	10.1		0.7065	0.0454	0.0926	0.0011	0.17	10.7995	0.1257	0.0553	0.0038	0.3096	0.0281	0.6	10	72	64	1.1	571	6	543	26	426	140	105				
SPL 3780	11.1		0.7771	0.0338	0.0911	0.0009	0.46	10.9738	0.1063	0.0618	0.0025	0.3568	0.0531	1.4	9	89	59	1.5	562	5	584	20	669	84	96				
SPL 3780	12.1		0.7293	0.0478	0.0910	0.0012	0.21	10.9938	0.1464	0.0581	0.0038	0.2216	0.0352	0.4	7	38	52	0.7	561	7	556	28	535	142	100				
SPL 3780	14.1		0.7295	0.0491	0.0953	0.0012	0.01	10.4977	0.1317	0.0555	0.0037	0.2781	0.0446	0.2	8	52	55	0.9	587	7	556	29	434	133	105				
SPL 3780	15.1		0.6978	0.0365	0.0911	0.0014	0.46	10.9737	0.1689	0.0555	0.0030	0.2920	0.0402	0.5	8	51	52	1.0	562	8	538	21	434	109	104				
SPL 3780	16.1		0.7063	0.0233	0.0872	0.0011	0.28	11.4661	0.1479	0.0587	0.0019	0.4255	0.0556	1.1	16	161	107	1.5	539	7	543	14	557	74	99				
SPL 3780	17.1		0.7254	0.0221	0.0906	0.0010	0.77	11.0387	0.1226	0.0581	0.0017	0.4527	0.0592	0.5	33	358	205	1.8	559	6	554	13	533	65	100				
SPL 3780	19.1		0.7758	0.0417	0.0882	0.0022	0.01	11.3339	0.2854	0.0638	0.0042	0.2944	0.0657	6.4	7	36	42	0.9	545	13	583	23	734	140	93				
SPL 3780	20.1		0.7383	0.0361	0.0914	0.0012	0.28	10.9365	0.1458	0.0586	0.0033	0.3736	0.0357	0.6	12	111	81	1.4	564	7	561	21	551	124	100				
SPL 3780	22.1		0.7260	0.0333	0.0927	0.0013	0.46	10.7863	0.1509	0.0568	0.0029	0.2748	0.0264	0.8	13	100	92	1.1	572	8	554	19	483	113	103				
SPL 3780	24.1		0.7859	0.0261	0.0905	0.0012	0.03	11.0507	0.1509	0.0630	0.0023	0.2563	0.0242	0.0	13	91	93	1.0	558	7	589	15	708	90	94				
SPL 3780	25.1		0.7310	0.0425	0.0907	0.0014	0.40	11.0254	0.1732	0.0585	0.0039	0.2932	0.0836	1.7	8	66	58	1.1	560	8	557	25	547	151	100				
SPL 3780	26.1		0.7117	0.0244	0.0909	0.0017	0.43	10.9969	0.2074	0.0568	0.0025	0.2961	0.0427	2.7	14	95	96	1.0	561	10	546	15	482	94	102				
SPL 3780	27.1		0.7637	0.0293	0.0932	0.0013	0.65	10.7300	0.1482	0.0594	0.0025	0.2590	0.0534	0.7	14	109	101	1.1	574	8	576	17	583	93	99				
SPL 3780	28.1		0.7394	0.0371	0.0905	0.0015	0.92	11.0467	0.1831	0.0592	0.0033	0.3613	0.0866	2.1	15	112	105	1.1	559	9	562	21	576	109	99				
SPL 3780	30.1		0.7113	0.0505	0.0912	0.0017	0.09	10.9608	0.2076	0.0565	0.0040	0.4379	0.0605	1.8	14	164	91	1.8	563	10	546	30	474	158	103				
SPL 3780	18.1		0.7160	0.0288	0.0861	0.0012	0.49	11.6110	0.1574	0.0603	0.0029	0.3658	0.0479	0.4	19	171	137	1.3	533	7	548	17	614	107	97				
SPL 3780	29.1		0.7085	0.0329	0.0843	0.0012	0.59	11.8663	0.1701	0.0610	0.0029	0.3169	0.0578	4.9	15	150	112	1.3	522	7	544	20	638	108	95				
SPL 3780	13.1		0.7488	0.0307	0.0907	0.0013	0.01	11.0307	0.1535	0.0599	0.0026	0.4478	0.2400	30.7	16	88	82	1.1	559	8	568	17	600	89	98				
SPL 3780	23.1		0.7359	0.0324	0.0899	0.0011	0.60	11.1207	0.1339	0.0594	0.0028	0.3931	0.0902	15.9	16	112	95	1.2	555	6	560	20	580	96	99				
SPL 3780	21.1		3.7200	0.0250	-1.6694	0.0016	0.01	-0.5990	0.0006	-0.0162	0.0026	-9900.6293	70007.1233	4.0	11	91	78	1.2	0	10	1576	15	0	96	0				
SPL 3780	7.1		0.8117	0.0438	0.0978	0.0012	0.01	10.2223	0.1301	0.0602	0.0035	0.4869	0.2680	11.8	15	89	86	1.0	602	7	603	24	610	121	99				

Dados padrão GJ em 04/11/2022

Concordia Age = 604.8 +/- 1.9 Ma

GJ reference age: 608.5 +/- 0.4 Ma (TIMS) - Jackson et al, 2004.

Pleosovic secondary standard on 04/11/2022

Concordia Age = 341.4 +/- 1.4 Ma

Pleosovic reference age: 337.13 +/- 0.37 - Sláma et al, 2008.

**ANEXO II – TABELA DE DADOS Lu-Hf**

Hafnium Table																					
SPL:	Todos da Júlia	Mount:	834	Lu_Hf		Sample:		176Hf/177Hf GJ-82C = 0.282015 +/- 0.000025 - Y.S. Liu et al, 2010.													
Interested:	J-61 - JÚLIA SOIA	date:	24/11/2022					176Hf/177Hf 91500 = 0.282306 +/- 0.000006 - Woodhead and Hergt, 2005.													
GJ-82C - Analysed as a sample				Referência 91500 - Analysed as a sample																	
Mean 176Hf/177Hf = 0.286006 +/- 0.000020				Mean 176Hf/177Hf = 0.282303 +/- 0.000019																	
Analyte Excite Laser Ablation System, 7Hz, 6mJ, 40 µm, 100% (0.89J/cm²) Energy, Hélio: MFC1 = 0.300 L/min, MFC2 = 0.300 L/min.																					
Sample	176Hf/177Hf	2SE	176Lu/177Hf	2SE	176Yb/177Hf	2SE	178Hf/177Hf	2SE	Eps_Hf(0)	2SE	176Hf/177Hf(t)	Eps_Hf(t)	2SE	U/Pb_age	2SE	Hf_volts	Interf_corr	tDM	2SE	Eps_Hf(tDM)	2SE
SPL_3795_1.1	0.28201	0.00007	0.0014	0.0001	0.06	0.01	1.4672	0.0003	-26	3	0.282	-14	2	575	8	2.76	2299	2200	100	9.1	0.7
SPL_3795_3.1	0.28188	0.00007	0.00106	0.00006	0.048	0.006	1.467	0.0003	-31	2	0.28187	-19	2	572	8	2.35	1741	2500	100	8.3	0.6
SPL_3795_12.1	0.28197	0.00007	0.00124	0.00003	0.0533	0.0003	1.4671	0.0004	-28	3	0.28195	-16	2	583	20	2.53	1947	2300	100	8.9	0.7
SPL_3795_14.1	0.28198	0.00007	0.00144	0.00006	0.065	0.007	1.4672	0.0003	-28	3	0.28197	-16	2	562	10	2.2	2386	2300	100	8.9	0.7
SPL_3795_18.1	0.28209	0.00007	0.0014	0.0002	0.06	0.01	1.4671	0.0004	-24	3	0.28208	-12	2	560	10	2.91	2060	2100	100	9.6	0.7
SPL_3795_19.1	0.28197	0.00007	0.000958	0.00007	0.041	0.003	1.4671	0.0004	-28	3	0.28196	-16	2	568	20	2.69	1512	2300	100	8.9	0.7
SPL_3795_20.1	0.28202	0.00007	0.00124	0.00002	0.053	0.002	1.4672	0.0003	-26	3	0.28201	-14	2	569	20	2.78	1927	2200	100	9.2	0.7
SPL_3795_22.1	0.28206	0.00007	0.00159	0.00003	0.075	0.003	1.467	0.0003	-25	2	0.28204	-13	2	563	10	2.84	2725	2100	100	9.4	0.6
SPL_3795_25.1	0.28204	0.00007	0.001641	0.00005	0.072	0.003	1.4671	0.0003	-25	3	0.28203	-13	2	582	10	2.83	2635	2200	100	9.3	0.7
SPL_3795_27.1	0.28207	0.00007	0.001	0.0002	0.05	0.01	1.4669	0.0003	-25	2	0.28206	-13	2	540	20	2.62	1703	2100	100	9.5	0.7
SPL_3795_29.1	0.28199	0.00007	0.00242	0.00006	0.113	0.004	1.4672	0.0003	-27	3	0.28196	-16	2	564	7	2.93	4113	2300	100	8.9	0.7
SPL_3795_30.1	0.28212	0.00007	0.001691	0.00005	0.079	0.006	1.4671	0.0004	-23	3	0.2821	-11	2	550	10	2.86	2879	2000	100	9.8	0.7
SPL_3796_1.1	0.28199	0.00007	0.002	0.0001	0.097	0.003	1.4672	0.0003	-27	2	0.28197	-15	2	564	5	4.28	3540	2300	100	8.9	0.7
SPL_3796_2.1	0.28191	0.00007	0.00164	0.00002	0.079	0.003	1.4671	0.0003	-30	2	0.2819	-18	2	560	4	4.73	2879	2400	100	8.5	0.6
SPL_3796_7.1	0.28199	0.00006	0.002	0.0003	0.098	0.002	1.467	0.0003	-27	2	0.28197	-15	2	577	5	4.43	3588	2300	100	9	0.6
SPL_3796_8.1	0.28194	0.00007	0.0013	0.0001	0.0606	0.0009	1.4672	0.0003	-29	2	0.28193	-17	2	569	5	4.53	2210	2400	100	8.7	0.7
SPL_3796_10.1	0.28194	0.00007	0.00177	0.00008	0.089	0.008	1.4671	0.0003	-29	2	0.28192	-16	2	598	4	4.93	3238	2400	100	8.7	0.7
SPL_3796_17.1	0.28199	0.00006	0.002038	0.00003	0.103	0.005	1.467	0.0003	-27	2	0.28197	-15	2	603	5	4.75	3747	2300	100	9	0.6
SPL_3796_19.1	0.28201	0.00006	0.0017	0.0002	0.07683	0.00002	1.4671	0.0003	-27	2	0.28199	-15	2	566	4	4.42	2805	2200	100	9.1	0.6
SPL_3796_20.1	0.28196	0.00006	0.0026	0.0001	0.13066	0.00003	1.467	0.0003	-28	2	0.28193	-17	2	561	4	4.59	4761	2400	100	8.7	0.6
SPL_3796_21.1	0.28192	0.00007	0.00166	0.00004	0.0747	0.0001	1.4671	0.0003	-30	2	0.2819	-18	2	575	6	4.8	2726	2400	100	8.5	0.6
SPL_3796_24.1	0.28203	0.00007	0.0047	0.0006	0.233	0.009	1.4672	0.0003	-26	3	0.28198	-15	2	574	5	3.36	8484	2300	200	9	0.7
SPL_3796_25.1	0.28203	0.00007	0.003564	0.00007	0.18	0.01	1.4675	0.0003	-26	3	0.282	-15	2	564	5	3.54	6456	2200	100	9.1	0.7
SPL_3796_26.1	0.28235	0.00007	0.0024	0.0004	0.113	0.009	1.4683	0.0003	-14	2	0.28233	-3	2	564	5	4.98	4114	1600	100	11.2	0.7
SPL_3796_27.1	0.28234	0.00007	0.00212	0.00002	0.10597	0.00002	1.4682	0.0003	-15	2	0.28232	-3	2	569	6	4.27	3860	1600	100	11.2	0.7
SPL_3796_28.1	0.28226	0.00007	0.002358	0.00004	0.12	0.01	1.4682	0.0003	-18	2	0.28223	-6	2	562	4	4.58	4218	1800	100	10.6	0.7
SPL_3796_30.1	0.28216	0.00007	0.0021	0.0001	0.1	0.01	1.4676	0.0004	-21	3	0.28214	-9	2	567	5	3.46	3642	2000	100	10	0.7
SPL_3797_2																					

**ANEXO III – TABELA DE DADOS LITOQUÍMICA**

	<b>JVI-1A</b>	<b>JVI-1B</b>	<b>JVI-2</b>	<b>JVI-3</b>	<b>JVI-4</b>	<b>JVI-5</b>	
	22-313	22-314	22-315	22-316	22-317	22-318a	22-318b
<b>SiO<sub>2</sub></b>	75.66	74.09	66.50	69.58	74.94	83.92	84.40
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.324	0.105	0.249	0.176	0.129	0.082	0.073
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	11.49	13.83	15.14	14.89	13.22	7.77	7.81
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3.43	1.73	3.11	3.01	1.57	2.16	2.18
<b>MnO</b>	0.056	0.067	0.114	0.044	0.004	0.051	0.052
<b>MgO</b>	0.61	0.25	0.26	0.17	0.02	0.58	0.58
<b>CaO</b>	0.66	0.13	1.80	0.05	0.04	0.01	< 0,001
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	4.20	3.84	4.39	3.93	4.56	0.12	< 0,001
<b>K<sub>2</sub>O</b>	2.29	4.01	4.72	5.16	4.69	2.86	2.88
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.049	0.015	0.049	0.024	0.020	0.024	0.022
<b>LoI</b>	1.02	1.22	2.41	1.44	0.46	1.68	1.68
<b>Total</b>	99.79	99.29	98.75	98.47	99.65	99.26	99.68
<b>Ba</b>	404	351	3905	1740	1181	371	376
<b>Ce</b>	201	75	227	262	114	32	30
<b>Co</b>	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
<b>Cr</b>	15	3	12	14	7	7	8
<b>Cu</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>Ga</b>	25	19	21	22	17	12	12
<b>La</b>	95	38	129	173	56	< 13	16
<b>Nb</b>	32	18	26	31	16	13	13
<b>Nd</b>	82	< 35	77	103	35	< 35	< 35
<b>Ni</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<b>Pb</b>	32	< 1,5	35	18	5	< 1,5	< 1,5
<b>Rb</b>	87	103	63	80	75	155	155
<b>Sc</b>	3	< 3	6	4	< 3	< 3	< 3
<b>Sr</b>	63	61	138	33	40	7	7
<b>Th</b>	18	16	10	14	12	18	18
<b>U</b>	3	3	1	2	1	15	15
<b>V</b>	7	< 5	8	< 5	< 5	< 5	5
<b>Y</b>	91	26	44	49	16	30	30
<b>Zn</b>	39	138	81	80	5	47	48
<b>Zr</b>	872	145	552	423	185	122	121
<b>F</b>	448	1033	922	529	< 160	456	370
<b>Cl</b>	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8
<b>S</b>	< 2	< 2	79	65	145	< 2	< 2

	<b>IRII-18A</b>	<b>IRVIII-42</b>	<b>JVI-60</b>
	22-386	22-387	22-388
<b>SiO<sub>2</sub></b>	67.70	76.5	73.66
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.250	0.130	0.081
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	15.30	11.40	13.17
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3.37	1.81	1.81
<b>MnO</b>	0.203	0.010	0.089
<b>MgO</b>	0.26	0.02	0.04
<b>CaO</b>	0.23	0.67	0.67
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	4.48	3.39	4.17
<b>K<sub>2</sub>O</b>	4.90	4.76	4.51
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.048	0.008	0.011
<b>LoI</b>	1.73	0.45	1.02
<b>Total</b>	98.47	99.15	99.23
<b>Ba</b>	3548	108	196
<b>Ce</b>	247	143	63
<b>Co</b>	< 2	< 2	< 2
<b>Cr</b>	5	5	10
<b>Cu</b>	< 1	9	< 1
<b>Ga</b>	22	26	24
<b>La</b>	140	68	39
<b>Nb</b>	27	48	36
<b>Nd</b>	85	61	29
<b>Ni</b>	< 1	< 1	< 1
<b>Pb</b>	31	7	12
<b>Rb</b>	68	83	108
<b>Sc</b>	6	< 3	< 3
<b>Sr</b>	87	31	22
<b>Th</b>	12	17	15
<b>U</b>	2	3	3
<b>V</b>	5	< 5	< 5
<b>Y</b>	46	98	53
<b>Zn</b>	85	28	61
<b>Zr</b>	567	649	215
<b>F</b>	1033	3248	2291
<b>Cl</b>	< 8	10	< 8
<b>S</b>	< 2	< 2	< 2

**ANEXO IV – TABELA DE DADOS ETR**

	<b>JVI-1A</b>	<b>JVI-1B</b>	<b>JVI-2</b>	<b>JVI-3</b>	<b>JVI-4</b>	<b>JVI-5</b>
<b>Rb</b>	89.2	103	64.9	79.8	72.1	156
<b>Sr</b>	69.7	64.8	147	37.4	42.9	9.5
<b>Y</b>	91.7	24.3	44.7	47.2	15.1	30.0
<b>Zr</b>	826	137	552	414	171	114
<b>Nb</b>	53.5	29.8	46.0	49.9	22.3	19.6
<b>Cs</b>	1.06	1.43	1.22	1.69	0.19	5.49
<b>Ba</b>	444	381	4351	1920	1339	405
<b>La</b>	91.9	39.7	139	162	68.3	18.9
<b>Ce</b>	189	77.6	245	247	104	37.0
<b>Pr</b>	21.7	6.90	25.6	29.6	10.8	3.67
<b>Nd</b>	84.6	23.5	90.5	99.5	32.2	14.2
<b>Sm</b>	15.0	4.03	12.39	13.2	4.47	3.06
<b>Eu</b>	0.81	0.61	2.76	1.72	0.82	0.26
<b>Gd</b>	13.1	3.58	10.3	10.5	3.61	2.94
<b>Tb</b>	2.18	0.56	1.28	1.32	0.43	0.61
<b>Dy</b>	13.9	3.49	7.14	7.75	2.36	4.38
<b>Ho</b>	3.11	0.78	1.51	1.62	0.50	1.10
<b>Er</b>	8.60	2.21	4.11	4.52	1.43	3.46
<b>Tm</b>	1.39	0.38	0.64	0.70	0.24	0.60
<b>Yb</b>	8.96	2.62	4.18	4.50	1.67	3.73
<b>Lu</b>	1.44	0.42	0.68	0.71	0.28	0.53
<b>Hf</b>	19.1	5.12	12.7	11.3	5.48	4.11
<b>Pb</b>	28.9	5.93	36.8	19.7	10.1	6.95
<b>Th</b>	14.2	11.8	8.54	10.6	8.09	15.2
<b>U</b>	2.53	1.71	1.50	1.66	1.13	13.9