

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ANA PAULA SOUZA CORRÊA

**GEOLOGIA E PETROLOGIA DAS UNIDADES VULCANOSSEDIMENTARES
EDIACARANAS DA BACIA DO CAMAQUÃ NA REGIÃO DA SERRINHA, VILA
NOVA DO SUL, RS**

**Caçapava do Sul
2017**

ANA PAULA SOUZA CORRÊA

**GEOLOGIA E PETROLOGIA DAS UNIDADES VULCANOSSEDIMENTARES
EDIACARANAS DA BACIA DO CAMAQUÃ NA REGIÃO DA SERRINHA, VILA
NOVA DO SUL, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geologia da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Delia del Pilar Montecinos
de Almeida.

Coorientador: Prof. Dr. Vinicius Matté

**Caçapava do Sul
2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

C824g Corrêa, Ana Paula Souza
GEOLOGIA E PETROLOGIA DAS UNIDADES
VULCANOSSEDIMENTARES EDIACARANAS DA BACIA DO CAMAQUÃ
NA REGIÃO DA SERRINHA, VILA NOVA DO SUL, R / Ana Paula Souza
Corrêa.
106 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2017.

"Orientação: Delia del Pilar Montecinos Almeida".

1. Formação Acampamento Velho. 2. vulcanismo. 3. geoquímica. I.
Título.

ANA PAULA SOUZA CORRÊA

**GEOLOGIA E PETROLOGIA DAS UNIDADES VULCANOSSEDIMENTARES
EDIACARANAS DA BACIA DO CAMAQUÃ NA REGIÃO DA SERRINHA, VILA
NOVA DO SUL, RS**

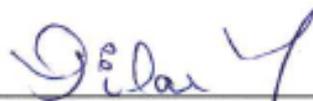
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Geologia da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para obtenção do
Título de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Delia del Pilar Montecinos
de Almeida.

Coorientador: Prof. Dr. Vinicius Matté

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 13 de dezembro de 2017

Banca examinadora:



Prof.^a Dr.^a Delia del Pilar Montecinos de Almeida
Orientadora
Geologia - UNIPAMPA



Geólogo Msc. Marcelo Lusa
Geologia - UNIPAMPA



Prof. Dr. Tiago Rafael Gregory
Geologia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho à memória tão viva em mim do meu melhor amigo Francisco Teixeira de Souza. Ele que foi e continua sendo um exemplo de bondade e humildade, de avô, de pai, de homem e de pessoa, que sempre me estimulou a seguir nos estudos e sempre despertou e encorajou em mim o meu melhor. O mundo precisa de mais pessoas que entusiasmam os outros e que dediquem seu tempo às crianças. Obrigada por tudo, compartilho em pensamento essa nossa conquista!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Delia del Pilar Montecinos de Almeida e Vinicius Matté, que me orientaram neste trabalho, bem como todos os demais professores da Unipampa que colaboraram com minha evolução profissional e pessoal durante estes anos da graduação. Levo comigo muitos exemplos desta etapa, muitas trocas e ideias que amadureceram e se moldaram em uma lembrança carinhosa. Em segundo lugar, e não menos importante, agradeço ao apoio da minha família e amigos, que foram substanciais para que eu pudesse concluir a graduação. Em especial aos meus avós, pais e irmão pela dedicação e auxílio, por me fornecerem meios para que eu pudesse ter exemplos sólidos de ética e respeito. À minha mãe, personagem dos bastidores da minha Geologia, mas sem a qual nada disto seria possível, pois foi quem de verdade me ajudou durante todo o curso, cuidou muito bem da minha filha durante os momentos nos quais estive ausente, pois o conhecimento é algo, por vezes, um tanto solitário na vida de uma pessoa, bem como não é tarefa fácil de desempenhar a de ser mãe solo e estudante ao mesmo tempo. Ao Vini que me ensinou muito além de geologia estrutural, petrologia ígnea ou mapeamento, pois estive ao meu lado nos momentos bons e ruins, e com certeza é uma pessoa e profissional por quem tenho muito amor e admiração. À Liara e à Cristina, funcionárias da Unipampa, pelo auxílio na parte de assistência social ao aluno, e pela dedicação profissional com que trabalharam desde o momento que fiz minha matrícula até a hora que findei meus compromissos e deveres com a instituição. À Unipampa, que foi uma escola muito além das geociências, da qual tenho muito orgulho de ter participado desta história, e que veio completar minha felicidade com o curso de geologia em Caçapava. À todos aqueles que conviveram comigo durante estes anos e que, de alguma forma ou de outra, foram essenciais no meu autoconhecimento. Ao professor André Weissheimer de Borba, pelo grande profissional que é, por ser um entusiasta que norteou meu lado profissional, e pela oportunidade de ter trabalhado com essa pessoa incrível. E, por fim, à minha amada filha Ana Laura, por quem estive firme e também desabei sempre em razão de nossa felicidade, e que trouxe uma força incrível para a minha vida.

“Eu queria ser lido pelas pedras.”

Manoel de Barros

RESUMO

Na região da Serrinha ocorre um importante registro de rochas de idade ediacarana do Escudo Sul-rio-grandense, representadas por uma sequência vulcanossedimentar da Bacia do Camaquã, desenvolvida no período pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana. Esta região encontra-se a cerca de 20 km ao sul da cidade de Vila Nova do Sul, e possui área de 60 km². A área estudada assenta-se sobre o Terreno São Gabriel e o embasamento da região é composto por rochas granito-gnáissicas do Complexo Cambaí. Estudos geológicos, petrográficos, geoquímicos de minerais e rocha total permitiram a caracterização das rochas vulcânicas e sedimentares da Serrinha. A unidade mais antiga que ocorre na Serrinha compreende rochas sedimentares do Grupo Maricá, especialmente argilitos, arenitos e conglomerados, depositadas em discordância sobre o embasamento e que, em geral, apresentam alto grau de silicificação. São rochas geradas em ambientes continental, costeiro e marinho, com alguma significativa contribuição vulcânica. Ocorrem porções com concentrações de minerais pesados e sugerem separação desses minerais por correntes marinhas costeiras. Sobreposto as rochas do Grupo Maricá, e aflorando em uma porção restrita da área de estudo, ocorrem derrames andesíticos associados ao vulcanismo Hilário. São rochas porfiríticas e alcalinas potássicas, e são associados à esta unidade pelas semelhanças geológicas, petrográficas e geoquímicas delas com os andesitos de outras regiões do Escudo Sul-rio-grandense. A Formação Acampamento Velho é a unidade do topo da sequência na área de estudo e consiste em uma unidade vulcânica predominantemente ácida composta predominantemente por rochas piroclásticas, na porção inferior, (ignimbritos) e efusivas na porção superior (riolitos). Há também ocorrência de rochas subvulcânicas (hipabissais) na forma de diques com composição ácida e básica que intrudiram as demais unidades. Todas as rochas da Formação Acampamento Velho estudadas possuem afinidade alcalina sódica e características intra-placa, corroborando estudos de rochas dessa unidade em outras regiões do Escudo Sul-rio-grandense.

Palavras-Chave: Formação Acampamento Velho, vulcanismo, geoquímica

ABSTRACT

In the Serrinha region there is an important record of Ediacaran age rocks of the Sul-rio-grandense Shield, represented by a volcanosedimentary sequence of the Camaquã Basin, developed in the post-collision period of the Brasiliano Pan-African orogeny. This region is located about 20 km south of the city of Vila Nova do Sul, and has an area of 60 km². The area studied is situated on the São Gabriel Terrain and the basement of the region is composed of granite-gneiss rocks of the Cambaí Complex. Geological, petrographic, mineral and whole rock geochemical studies allowed the characterization of the volcanic and sedimentary rocks of Serrinha. The oldest unit that occurs in Serrinha comprises sedimentary rocks of the Maricá Group, especially argillites, sandstones and conglomerates, deposited in unconformity on the basement and which, in general, present a high degree of silicification. They are rocks generated in continental, coastal and marine environments, with some significant volcanic contribution. Portions with concentrations of heavy minerals suggest separation of these minerals by coastal marine currents. Overlapping the rocks of the Maricá Group, and appearing in a restricted portion of the study area, occur andesitic flows associated with Hilário volcanism. They are porphyritic and alkaline potassic rocks, and are associated to this unit by the geological, petrographic and geochemical similarities of them with the andesites of other regions of the Sul-rio-grandense Shield. The Acampamento Velho Formation is the top unit of the sequence in the study area and consists of a predominantly acidic volcanic unit predominantly composed of pyroclastic rocks in the lower portion (ignimbrites and reoignimbrites) and effusive in the upper portion (rhyolites). There is also occurrence of subvolcanic rocks in the form of dikes with acid and basic composition that intruded the other units. All the rocks of the Acampamento Velho Formation studied have alkaline sodic affinity and intra-plate characteristics, corroborating studies of rocks of this unit in other regions of the Sul-rio-grandense Shield.

Keywords: Acampamento Velho Formation, volcanism, geochemistry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - A) Localização do estado do Rio Grande do Sul (RS) no Brasil e na América do Sul; B) Situação geográfica da área estudada no Rio Grande do Sul..... 17
- Figura 2 - Situação geográfica da região da Serrinha e mapa dos pontos estudados. Datum Córrego Alegre, zona 22J. 18
- Figura 3 - Foto da microsonda SX50 do Laboratório de Microsonda da UFRGS. 23
- Figura 4 - Mapa de localização e compartimentação geotectônica do Escudo Sul-rio-grandense..... 25
- Figura 5 - Mapa do contexto geológico regional e localização da área de estudo. 27
- Figura 6 - Foto com visão panorâmica da área de estudo (direção de visada para sul). 28
- Figura 7 - Quadro com as propostas para a subdivisão e nomenclatura das unidades da Bacia do Camaquã até o ano de 1995. 31
- Figura 8 - Quadro com propostas para a subdivisão e nomenclatura das unidades da Bacia do Camaquã entre os anos 2000 e 2006..... 32
- Figura 9 - Mapa geológico da região da Serrinha (DATUM Córrego Alegre e fuso 22J)..... 38
- Figura 10 – Aspectos macroscópicos das rochas sedimentares do Grupo Maricá na região da Serrinha: A) Folhelho com laminação plano-paralela; B) Arenito médio; C) Conglomerado com matriz arenosa; D) Padrão de afloramento dos arenitos recristalizados. 39
- Figura 11 – Aspectos macroscópicos das rochas vulcânicas da Formação Hilário na região da Serrinha. A) Quebra de relevo entre as rochas da Formação Acampamento Velho (altos) e da Formação Hilário e Grupo Maricá (baixos); B) Afloramentos de andesitos em blocos; C) Andesito porfirítico com fenocristais de plagioclásio e anfibólio. 40
- Figura 12 – Aspectos macroscópicos dos ignimbritos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Afloramento em beira e leito de rio; B) Ignimbrito mal selecionado, com litoclastos cognatos e acessórios; C) Ignimbrito com cristaloclastos de quartzo e sanidina e litoclastos cognatos de riolitos e ignimbritos. 42
- Figura 13 – Aspectos macroscópicos dos derrames riolíticos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Riolito com foliação de fluxo sub-horizontal; B) Riolito porfirítico com fenocristais de quartzo e sanidina; C) Riolito com foliação de fluxo; D) Riolito devitrificado com esferulitos. 43
- Figura 14 – Aspectos macroscópicos dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Dique intrusivo em pelito do Grupo Maricá. Nota-se fragmentos de pelito no riolito; B) Riolito porfirítico com fenocristais de quartzo e sanidina; C) Domos vulcânicos da porção leste da região da Serrinha; D) Riolito com foliação e dobras de fluxo; E) Riolito brechado. 44
- Figura 15 – Aspectos macroscópicos das rochas básicas da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha: A) Padrão de afloramentos em matacões; B) Gabro com superfície alterada onde destacam-se os cristais de plagioclásio; C) Diabásio de textura fanerítica fina; D) Diabásio com cristais de sulfeto metálico (pirita). 45
- Figura 16 – Fotomicrografias das rochas sedimentares do Grupo Maricá na região da Serrinha. A) Ritmito com alternância de camadas argilosas (escuras) e siltosas (claras). Nicóis perpendiculares; B) Arenito mal selecionado com lentes argilosas e clastos de plagioclásio (PI). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Arenito com clastos de minerais opacos e quartzo (Qz). Nicóis paralelos; D) Arenito recristalizado. Ao centro observa-se um cristal de zircão (Zrn). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita)..... 47
- Figura 17 – Fotomicrografias das rochas vulcânicas da Formação Hilário na região da Serrinha. A) Fenocristal de plagioclásio (PI). Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); B) Fenocristais de plagioclásio (PI) e minerais opacos. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Fenocristais de hornblenda (Hbl) em seção basal e minerais opacos. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); D) Fenocristais de hornblenda (Hbl) em seção basal. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita). 48
- Figura 18 – Fotomicrografias dos ignimbritos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Cristaloclastos de quartzo (Qz), sanidina (Sa) e plagioclásio (PI). Nicóis paralelos (abaixo) e

perpendiculares (acima); B) Cristaloclastos de quartzo (Qz) e sanidina (Sa) e púmice (Pu). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Matriz de ignimbrito composta por shards. Nicóis paralelos; D) Púmices achatados (Pu) e devitrificados. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); E) Cristaloclasto de quartzo (Qz), púmices (Pu) e litoclasto cognato de ignimbrito (ao centro). Nicóis paralelos; F) Litoclasto acessório de arenito. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita)..... 50

Figura 19 – Fotomicrografias dos derrames riolíticos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Fenocristais de quartzo (Qz, reabsorvido) e sanidina (Sa). Nicóis paralelos (abaixo) e perpendiculares (acima); B) Epidoto (Ep) e zircão (Zr, porção inferior). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Riolito vítreo com foliação de fluxo. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); D) Riolito devitrificado com dobra de fluxo. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda). 51

Figura 20 – Fotomicrografias dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Quartzo (Qz), ortoclásio (Or), plagioclásio (Pl), epidoto (Ep) e clorita (Chl). Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); B) Fenocristal de ortoclásio (Or). Nicóis paralelos (abaixo) e perpendiculares (acima); C) Textura micrográfica. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); D) Riolito com textura jig saw-fit. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita). 52

Figura 21 – Fotomicrografias dos diabásios da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Cristais de plagioclásio (Pl), augita (Aug), opacos e clorita (Chl); B) Cristais de plagioclásio (Pl, alguns com zonação química) e augita (Aug); C) Cristais de plagioclásio (Pl) e opacos; D) Cristais de plagioclásio (Pl) e opacos. Todas fotomicrografias foram obtidas com nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita)..... 53

Figura 22 – Fotomicrografias dos feldspatos da Formação Acampamento. A) Riolito subvulcânico (VL 27); B) Ignimbrito (VL 144); C) Derrame riolítico (VL 4); D) Ignimbrito (VL 337); E) Ignimbrito (VL 15). Abreviações: Pl-plagioclásio; Sa-sanidina. Todas fotomicrografias obtidas com nicóis perpendiculares, com exceção da fig. 22C, cuja porção esquerda foi obtida a nicóis perpendiculares e a direita a nicóis paralelos. 55

Figura 23 – Diagramas ternário ortoclásio – Or (K), albita – Ab (Na) e anortita – An (Ca), com análises por microsonda dos feldspatos da Formação Acampamento Velho da região da Serrinha. 56

Figura 24 – A) Diagrama TAS. A linha pontilhada separa as rochas alcalinas (acima) das subalcalinas (abaixo), segundo Miyashiro (1978); B) Diagrama de classificação R_1 vs. R_2 ; C) Diagrama de classificação Zr/TiO_2 vs. SiO_2 66

Figura 25 – A) Diagrama sliding normalization. *NYTS: Normalization to the Yenchichi-Telabit Series; B) Diagrama de Shand com as razões molares entre $Al_2O_3 / CaO+Na_2O+K_2O$ e Al_2O_3 / Na_2O+K_2O ; C) Diagrama $FeOt$ vs. Al_2O_3 . A linha “a” separa os campos dos riolitos (abaixo) e dos traquitos (acima) e a linha “b” separa comenditos de panteleritos. 67

Figura 26 – Diagramas binários mostrando a variação de elementos maiores (peso %) em relação a SiO_2 68

Figura 27– Diagramas binários mostrando a variação de elementos traço (ppm) em relação a SiO_2 69

Figura 28 – A) Diagrama de elementos traço e ETR normalizados pelo NMORB para os andesitos da Fm. Hilário e o diabásio da Fm. Acampamento Velho; B) Diagrama de ETR normalizados pelo condrito para os andesitos da Fm. Hilário e o diabásio da Fm. Acampamento Velho; C) Diagrama de elementos traço e ETR normalizados pelo ORG para as rochas ácidas; D) Diagrama de ETR normalizados pelo condrito para as rochas ácidas. Legenda conforme figura 24. Para fins de comparação, são mostrados os campos equivalentes a rochas das formações Hilário e Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã, assim como de rochas da Suíte Intrusiva Ramada. 70

Figura 29 – Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos e classificação de granitoides para as rochas ácidas da Formação Acampamento Velho. A) $Y+Nb$ vs. Rb ; B) $10000*Ga/Al$ vs. Zr . Para fins de comparação, são mostrados os campos equivalentes a rochas ácidas da Formação Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã, assim como de rochas da Suíte Intrusiva Ramada. 73

Figura 30 – Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos para as rochas básicas e intermediárias: A) Zr vs. Zr/Y (PEARCE & NORRY, 1979); B) Zr vs. Ti (PEARCE, 1980). Para fins de comparação, são

mostrados os campos equivalentes a rochas das formações Hilário e Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã 75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calibração utilizada para análise de feldspatos na microsonda eletrônica.	22
Tabela 2 – Composição química de feldspatos representativos da Formação Acampamento Velho da região da Serrinha. Abreviações: alb-albita; olig-oligoclásio; and-andesina; sa-sanidina.	57
Tabela 3 – Composição química de amostras dos andesitos da Formação Hilário e de um diabásio e dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. Elementos maiores em peso % e traço em ppm.	64
Tabela 4 – Composição química de amostras dos ignimbritos e riolitos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. Elementos maiores em peso % e traço em ppm.	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	15
3 JUSTIFICATIVA.....	15
4 ÁREA DE ESTUDO	16
5 MATERIAIS E MÉTODOS	19
6 CONTEXTO GEOLÓGICO	24
7 ESTADO DA ARTE	30
8 RESULTADOS.....	36
8.1 GEOLOGIA (aspectos macroscópicos).....	36
8.2 PETROGRAFIA (aspectos microscópicos)	46
8.3 QUÍMICA MINERAL.....	54
8.4 LITOQUÍMICA.....	59
9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
11 REFERÊNCIAS.....	78
12 ANEXO – Compilação da caderneta de campo.....	90

1 INTRODUÇÃO

Na porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense aflora uma feição geomorfológica denominada Platô da Ramada, localizada a cerca de 20 quilômetros ao sul da cidade de Vila Nova do Sul. A área de estudo deste trabalho contempla uma sequência de rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Camaquã, onde fica localizado o Platô da Ramada, constituído por um dos registros mais bem preservados de manifestações vulcânicas do período pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-Africana no sul do Brasil (SOMMER, 2003). As rochas vulcânicas que compõem o Platô da Ramada são predominantemente ácidas e pertencem à Formação Acampamento Velho, originalmente proposta por Ribeiro & Fantinel (1978). Também ocorrem rochas intermediárias na base do Platô da Ramada, associadas ao vulcanismo da Formação Hilário, conforme aborda Robertson (1966). As rochas vulcânicas das formações Hilário e Acampamento Velho formam um pacote com cerca de 500 metros de espessura, em uma área com dimensão aproximada de 500 quilômetros quadrados que repousa sobre rochas sedimentares do Grupo Maricá (PAIM; LOPES; CHEMALE Jr, 1995).

Ante à complexidade evolutiva e a diversidade de ambientes e de litologias presentes na Bacia do Camaquã, muitas de suas unidades têm recebido novos trabalhos que contribuem com o conhecimento acerca dos processos responsáveis por gerar um registro diversificado em aspectos genéticos, texturais e estruturais. Assim, neste trabalho foi realizado um detalhamento das unidades presentes na área de estudo, identificando suas principais características petrológicas, a fim de contribuir com o avanço no conhecimento das rochas da Bacia do Camaquã.

As principais unidades abordadas neste estudo são as rochas que recobrem o Escudo Sul-rio-grandense na região da Serrinha, das quais fazem parte a Formação Acampamento Velho, a Formação Hilário e o Grupo Maricá, de acordo com trabalhos anteriormente desenvolvidos na região. (e.g. LEINZ; BARBOSA; TEIXEIRA, 1941; ROBERTSON, 1966).

As etapas deste trabalho contemplam uma revisão bibliográfica objetivando sumarizar a evolução do conhecimento acerca das unidades litológicas e suas relações genéticas e temporais em escala geológica. Sequencialmente, foram realizadas etapas de campo com o intuito de mapear a área de estudo, em escala 1:50.000. As demais etapas deste trabalho foram a descrição e análise petrográfica

macroscópica de 62 amostras de mão, microscópica de 91 lâminas delgadas, o estudo geoquímico de rocha total de 23 amostras e de química mineral em 6 lâminas delgadas. Este estudo faz parte do projeto vinculado ao “Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico em Terras Raras” (Chamada Nº 76/2013 MCTI/CNPq/CT - Mineral, por meio do processo Nº 165514/2014-0).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O principal objetivo do trabalho é a caracterização geológica dos litotipos presentes na região da Serrinha, com ênfase nas formações Acampamento Velho e Hilário, contribuindo com o conhecimento acerca do magmatismo da Bacia do Camaquã.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deram suporte a concretização do objetivo principal do trabalho:

- ✓ Mapeamento geológico em escala 1:50.000 da região da Serrinha, a fim de identificar os litotipos da área e aprimorar os mapas anteriores da região (SZUBERT *et al.*, 1977; SOMMER, 2003);
- ✓ Elaborar um estudo com foco em petrografia e geoquímica de rochas vulcânicas e subordinadamente de rochas sedimentares, procurando identificar as principais características das unidades em estudo na área;

3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho justifica-se pela grande diversidade de litotipos de origem vulcânica e sedimentar relacionados à Bacia do Camaquã na região da Serrinha, e o estudo dessas rochas auxilia a evolução do conhecimento acerca do vulcanismo de idade ediacarana no Platô da Ramada.

4 ÁREA DE ESTUDO

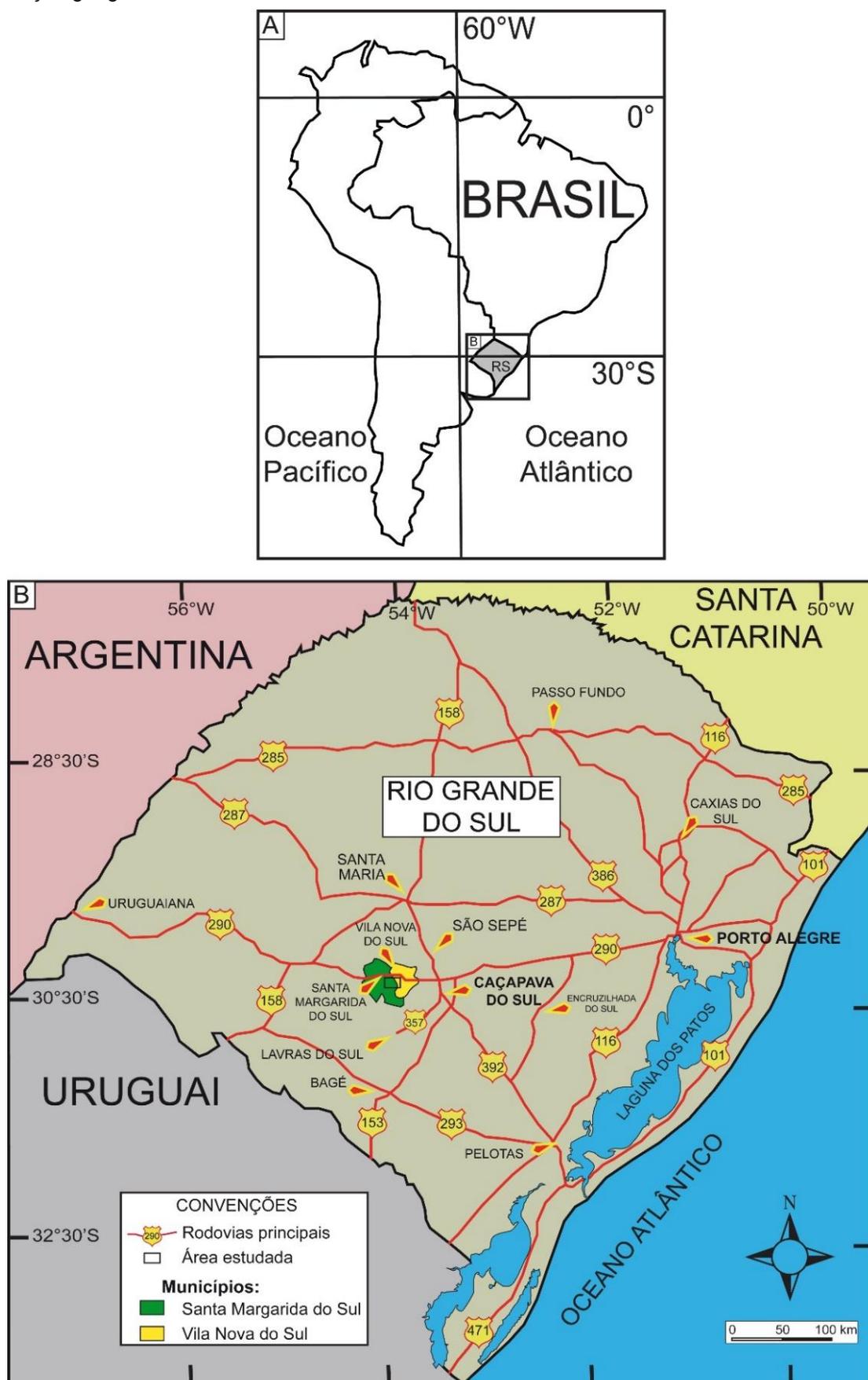
A área de estudo situa-se na porção oeste do Escudo Sul-rio-grandense, na borda noroeste do Platô da Ramada, a cerca de 20 km ao sul da cidade de Vila Nova do Sul (Fig. 1). Localiza-se na carta topográfica Vila Nova (Folha SH.22-Y-A-I-3, MI-2982/3, 1976), denominada localmente como região da Serrinha. Seu principal acesso, a partir de Porto Alegre, ocorre através da BR-290 até a região do “Santuário”, no município de Vila Nova do Sul, em um percurso de 300 km. A partir de Caçapava do Sul, se dá através da BR-392 no sentido norte até o cruzamento com a BR-290, da qual segue-se no sentido oeste até a região do “Santuário”, totalizando um percurso de aproximadamente 70 km. Em seguida, toma-se uma estrada vicinal não pavimentada, que percorre um trajeto com aproximadamente 10 km no sentido sudoeste que permite acesso à parte norte da área de estudo (Fig. 2).

Os vértices da área possuem as seguintes coordenadas (UTM-22J/DATUM Córrego Alegre): 212.000 à 222.000 m E e 6.628.000 a 6.634.000 m S.

A região estudada situa-se na divisa entre os municípios de Vila Nova do Sul e Santa Margarida do Sul, delimitada em parte pelo Arroio Laranjeiras. O relevo na porção norte é suave e composto por coxilhas que contrasta com uma escarpa que limita um planalto (platô) na porção sul. A altitude média é de aproximadamente 300 metros (Fig. 2).

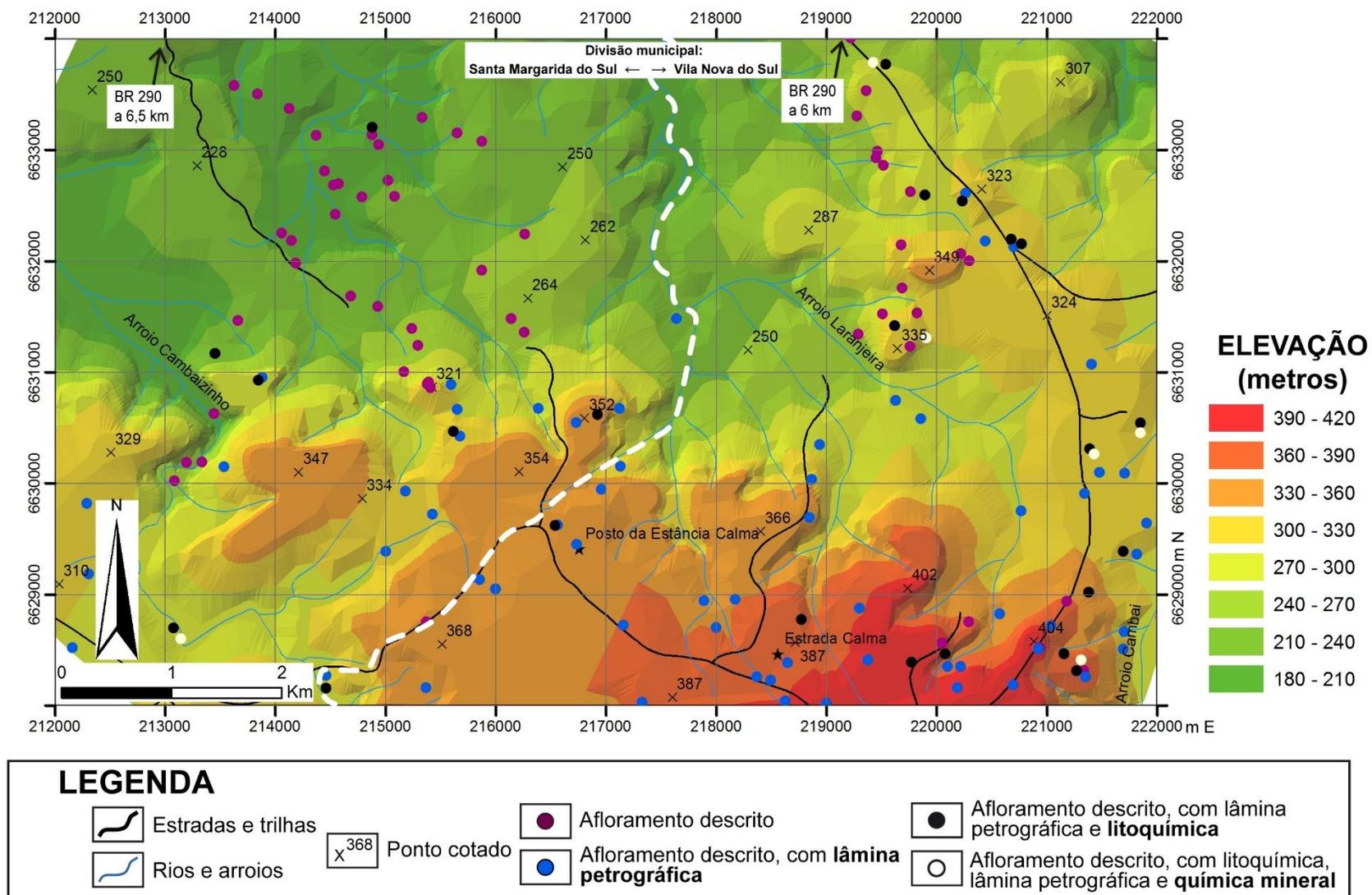
As principais drenagens são os arroios Cambaí, Cambaizinho e Laranjeira. O clima é tipicamente temperado e a vegetação é o bioma pampa, composto predominantemente por campos nativos e mata de maior porte ao longo das drenagens. A melhor época para realizar estudos na área é entre os meses de março à maio, por ser um período com temperaturas mais amenas e de baixa pluviosidade (INPE/CPTEC, 2016). Os principais tipos de afloramento encontrados são lajedos próximos às drenagens e blocos e matações aflorantes nos topos de morro e em meio à pastagens, campos e lavouras.

Figura 1 - A) Localização do estado do Rio Grande do Sul (RS) no Brasil e na América do Sul; B) Situação geográfica da área estudada no Rio Grande do Sul



Fonte: extraído e modificado de imagem do Google Earth Pro. Acesso em: 15/04/2017.

Figura 2 - Situação geográfica da região da Serrinha e mapa dos pontos estudados. Datum Córrego Alegre, zona 22J.



Fonte: base cartográfica extraída e modificada de Hasenack & Weber (2010).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica constituiu a parte inicial deste trabalho e buscou reunir os trabalhos anteriormente desenvolvidos na região da área de estudo ou que envolvem os litotipos presentes na região da Serrinha. A partir destes trabalhos, procurou-se sumarizar os principais aspectos levantados pelos autores que auxiliaram na compreensão e que serviram como modelos ou guias para a abordagem deste estudo. Tratou-se de uma etapa contínua na elaboração do projeto e dessa forma ela esteve presente durante todo o tempo de desenvolvimento do trabalho, auxiliando também na caracterização dos problemas e delimitando os objetivos principais da pesquisa.

5.2 Fotointerpretação

Este procedimento consistiu em uma das etapas iniciais de estudos geológicos. Foi utilizado principalmente no intuito do reconhecimento geológico prévio da área de estudo e no auxílio da logística a ser adotada para o mapeamento. Fez uso da estereoscopia, que é uma técnica que utiliza um par de lentes binoculares convexas e duas imagens bidimensionais de um terreno, com as quais é possível realizar uma observação simultânea das imagens de uma mesma área em formato tridimensional, possibilitando analisar seus aspectos de relevo, distância e volume. A partir da observação de duas fotos de uma determinada região, podemos inferir diversas informações como, por exemplo, aspectos geomorfológicos e litológicos. As fotos aéreas foram obtidas através do levantamento efetuado pelo Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), que se encontra disponível em acervo virtual deste mesmo departamento no endereço eletrônico http://acervo.cprm.gov.br/rpi_cprm/modotexto.htm.

5.3 Trabalho de campo

Esta etapa consistiu em uma série de campanhas de campo com o objetivo de visitar afloramentos e descrever sistematicamente as características mineralógicas, texturais e estruturais dos litotipos. Para a realização da mesma foi feito um procedimento de locação de pontos coordenados geograficamente, com sua

respectiva descrição e registro fotográfico. Ao final da etapa, foi reunido em uma tabela um banco de dados com todos os pontos e suas especificações. Neste trabalho foram realizados 9 dias de campo, que geraram um total de 62 pontos. As coordenadas geográficas foram obtidas através de GPS de mão da marca Garmin, modelo Etrex Legend. Também foram coletadas amostras de rocha representativas de cada afloramento. Os dados estruturais foram coletados com bússola tipo Clar®, com declinação magnética corrigida para a área de estudo (15° W) e com notação da direção do mergulho (*dip direction*). As principais estruturas medidas foram falhas, fraturas e foliações primária (acamamento sedimentar e ígneo).

5.4 Preparação de amostras

Foram confeccionadas 91 lâminas delgadas no Laboratório de Laminação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Estas lâminas foram confeccionadas em laboratório especializado, onde é serrada uma fatia da amostra com cerca de 1 centímetro de espessura e que depois é cortada no tamanho de um retângulo denominado esquírola. A esquírola é colada em uma placa de vidro e vai para uma politriz que desgastará a esquírola até chegar em uma espessura padrão (0,03 milímetros) que permite que a luz a atravesse. Após este processo, a lâmina pode ser analisada em microscópio polarizador de luz transmitida capaz de identificar as propriedades físicas dos minerais presentes na lâmina.

Foram preparadas 22 amostras para estudos geoquímicos de rocha total. A moagem das amostras de rocha para análise geoquímica foi realizada no Laboratório de Laminação e Preparação de Amostras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Foi dada atenção especial para a escolha de amostras representativas das unidades geológicas presentes na área de estudo, bem como o cuidado para a seleção de amostras que não estivessem muito alteradas ou que possuísem mínima quantidade de vesículas, amígdalas, ou litoclastos (no caso das piroclásticas).

5.5 Análise petrográfica

A petrografia consistiu na análise descritiva, qualitativa e quantitativa dos minerais presentes em amostras de mão e em lâminas delgadas. O procedimento contou com o auxílio de lupa de mão com aumento de 10 vezes, lupa de mesa com aumentos de 20 e 40 vezes e microscópio petrográfico da marca *Carl Zeiss* modelo

Axio Lab A1 com aumento de 50, 100, 200 e 500 vezes, de propriedade da UNIPAMPA. O objetivo foi a identificação da composição mineralógica e dos aspectos texturais e estruturais dos litotipos analisados.

5.6 Estudo geoquímico

5.6.1 Litoquímica

Esta é uma etapa que permitiu a identificação da composição química das rochas dos principais afloramentos presentes na área de estudo deste projeto. Foram analisadas 21 amostras de rocha, no laboratório ACMLAB (Canadá) através do equipamento ICP (*Inductively coupled plasma*), conforme procedimentos abaixo.

O ICP é uma ferramenta que, associada a um espectrômetro de massa, permite analisar a composição química da rocha. O laboratório prepara as amostras através do seguinte procedimento: (i) moagem da amostra; (ii) peneiramento do pó de rocha em malha de 2 milímetros; (iii) quarteamento do pó de amostra antes de ser analisada, indo apenas uma das partes para análise; (iv) pulverização e (v) peneiramento em malha de 75 µm (micrômetros, equivalente a 1×10^{-3} metros). Para quantificação de elementos maiores com até 0,01% de detecção e alguns elementos traço com detecção entre 5 e 1 ppm foi utilizada a técnica de Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry – ICP-ES*). Os demais elementos traço foram analisados pela técnica de Espectrometria de Massa por Plasma Indutivamente Acoplado (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – ICP-MS*), com limite de detecção entre 0,005 e 1 ppm.

Os dados obtidos foram organizados e tratados estatisticamente nos programas *Microsoft Excel 2007* e *Petrograph* (PETRELLI *et al.*, 2005) onde geraram-se gráficos que facilitaram a interpretação dos resultados.

5.6.2 Química mineral

Os dados de microsonda foram obtidos no Laboratório de Microsonda do Centro de estudos em Petrologia e Geoquímica – CPGq do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através do equipamento *Cameca SX50* (Fig. 3). Os estudos concentraram-se em análises de feldspatos alcalinos e feldspatos plagioclásios. As condições analíticas utilizadas foram as seguintes: (i)

tensão = 15 kV; (ii) corrente = 10 nA e (iii) diâmetro do feixe = 10 µm e a calibração do aparelho para feldspatos (alcalinos e plagioclásios) utilizada está expressa na tabela 1.

Tabela 1 – Calibração utilizada para análise de feldspatos na microsonda eletrônica.

Elementos	Posição	Calibração
Na Ka	TAP	Albita
Al Ka	TAP	Sanidina
K Ka	LPET	Sanidina

Fonte: laboratório de Microsonda do Centro de estudos em Petrologia e Geoquímica da UFRGS.

A microsonda eletrônica é constituída por um sistema eletro-óptico (formação do feixe eletrônico), um sistema óptico (visualização da amostra) e um sistema óptico de raios X (conjunto de detecção e análise dos elementos), permitindo a determinação da composição química do material numa região selecionada (análise pontual) com análises de até 1 µm de diâmetro. Compõem ainda o equipamento, os sistemas de vácuo, leitura e registro. Os raios X característicos dos elementos gerados na amostra foram analisados pelos métodos de dispersão de energia (*Energy Dispersive X Ray Spectroscopy - EDS*) e dispersão de comprimento de onda (*Wavelength Dispersive X Ray Spectroscopy - WDS*).

A análise de microsonda é uma técnica eficiente se considerarmos o número de informações em função do tempo de análise. Trata-se de um método não destrutivo que permite a análise quantitativa e semiquantitativa da composição química de áreas com diâmetro da ordem de poucos micrômetros (µm). O material pode ser visualizado à luz transmitida polarizada ou refletida ao tempo da análise, o que ganha destaque quando certos materiais, sob o impacto do feixe de elétrons, emitem a luz visível (luminescência).

Um total de 6 lâminas delgadas polidas puderam ser objeto de estudos de química mineral, previamente submetidas à metalização com carbono.

Os resultados das análises foram disponibilizados pela equipe técnica do laboratório na forma de planilhas do *Microsoft Excel 2007*.

Figura 3 - Foto da microsonda SX50 do Laboratório de Microsonda da UFRGS.



Fonte: Vinicius Matté.

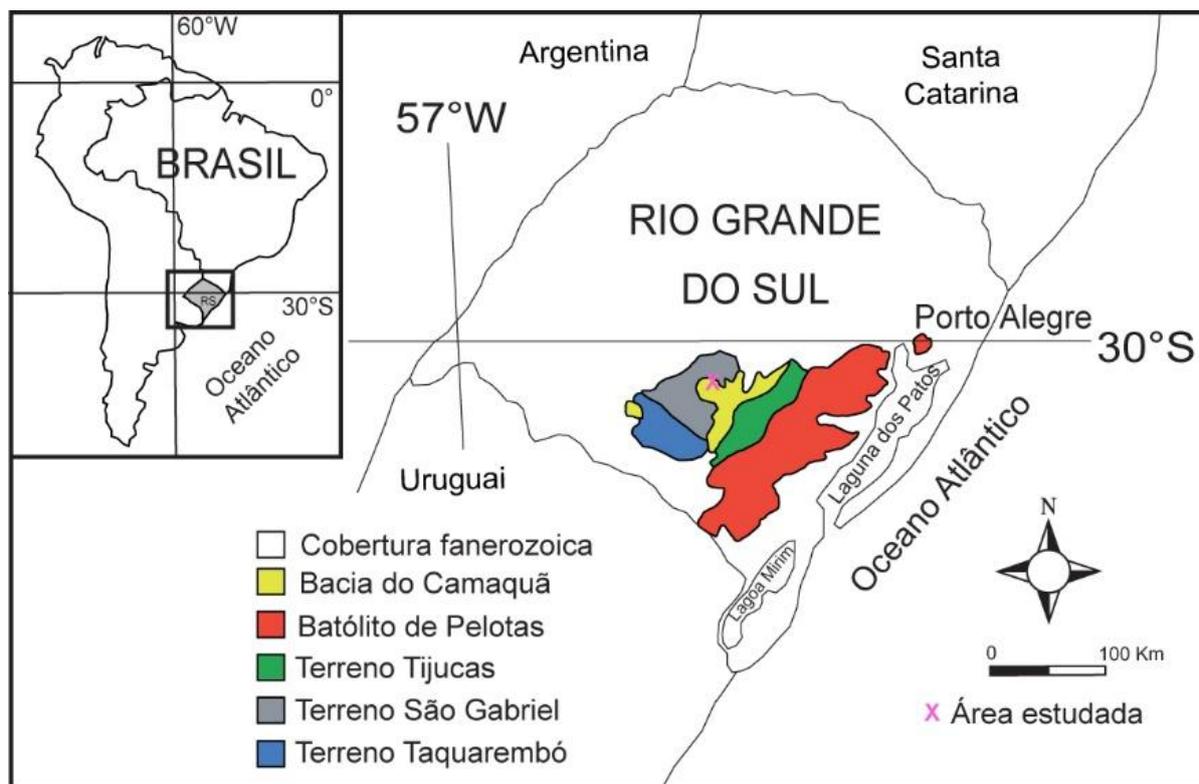
6 CONTEXTO GEOLÓGICO

6.1 Escudo Sul-rio-grandense

O Escudo Sul-rio-grandense fica localizado na porção centro-sul do estado do Rio Grande do Sul, e uma parte dele representa a porção meridional da Província Mantiqueira (HASUI *et al.*, 1975; ALMEIDA *et al.*, 1981). No Escudo Sul-rio-grandense predominam rochas cuja gênese e evolução estão ligadas a processos de geração e deformação da crosta, substancialmente relacionadas com os ciclos orogênicos Transamazônico (Paleoproterozoico) e Brasileiro Pan-Africano (Neoproterozoico). Estas unidades geotectônicas foram formadas durante ciclos que envolveram a extração de material mantélico e retrabalhamento de rochas crustais por eventos que marcam uma zona de colisão e acreção continental entre aproximadamente 900 e 500 Ma (*e.g.* CHEMALE Jr., 2000).

De acordo com dados sintetizados em Chemale Jr. (2000), e que leva em consideração aspectos estruturais, petrotectônicos e isotópicos, o Escudo Sul-rio-grandense é compartimentado em quatro unidades geotectônicas: Terreno Taquarembó, Terreno São Gabriel, Terreno Tijucas e Batólito de Pelotas (Fig. 4). A tectônica compressiva atuante durante este período foi responsável pela aglutinação de continentes que resultou na consolidação de parte do Supercontinente Gondwana (HASUI *et al.*, 1975; ALMEIDA; HASUI; BRITO NEVES, 1981). Na fase pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana há o registro de bacias com idade neoproterozoica a cambriana no sul do Brasil, das quais a Bacia do Camaquã faz parte.

Figura 4 - Mapa de localização e compartimentação geotectônica do Escudo Sul-rio-grandense.



Fonte: extraído e modificado de Hartmann; Chemale Jr.; Philipp (2007).

O Terreno Taquarembó encontra-se na porção sudoeste do Escudo Sul-rio-grandense e é formado por rochas granulíticas com idades entre 2,55 Ga a 2,0 Ga (Complexo Granulítico Santa Maria Chico), remanescentes do cráton Rio de La Plata, retrabalhadas na orogenia Brasileira Pan-africana, recobertas e intrudidas por rochas brasileiras. O Complexo Granulítico Santa Maria Chico possui rochas com bandamento gnáissico que são uma das unidades mais antigas no sul do Brasil, formadas por acreção de crosta arqueana metamorfizada durante o ciclo Transamazônico (HARTMANN; CHEMALE JR.; PHILIPP, 2007; SOLIANI JR.; KOESTER; FERNANDES; 2000).

A região da Serrinha está incluída no Terreno São Gabriel. Este é constituído por rochas juvenis de idade neoproterozoica (923 – 680 Ma), localizadas na porção noroeste do Escudo Sul-rio-grandense, que foram geradas em ambientes de margem passiva, retro-arco, arcos magmáticos vulcânicos e plutônicos (BABINSKI *et al.*, 1996; LEITE *et al.*, 1998; SAALMANN; REMUS; HARTMANN, 2006; HARTMANN *et al.*, 2011; LENA *et al.*, 2014). É recoberto ao norte pela Bacia do Paraná, ao sul faz limite com o Terreno Taquarembó através do Lineamento de Ibaré, e a leste limita-se com

o Terreno Tijucas pelo Lineamento Magnético de Caçapava (COSTA, 1997). É dividido em três unidades distintas: associação meta-plutônica continental com caráter cálcio-alcálico do Complexo Cambaí, com idades entre 735-680 Ma; Complexo Bossoroca (753 Ma) e Complexo Palma (com T_{DM} de 1,3-0,6 Ga), que consistem em unidades meta-vulcanossedimentares, com associações andesíticas a dacíticas e máfica-ultramáfica, respectivamente, que poderiam corresponder a uma associação de rochas geradas em ambiente oceânico (LEITE, 1997).

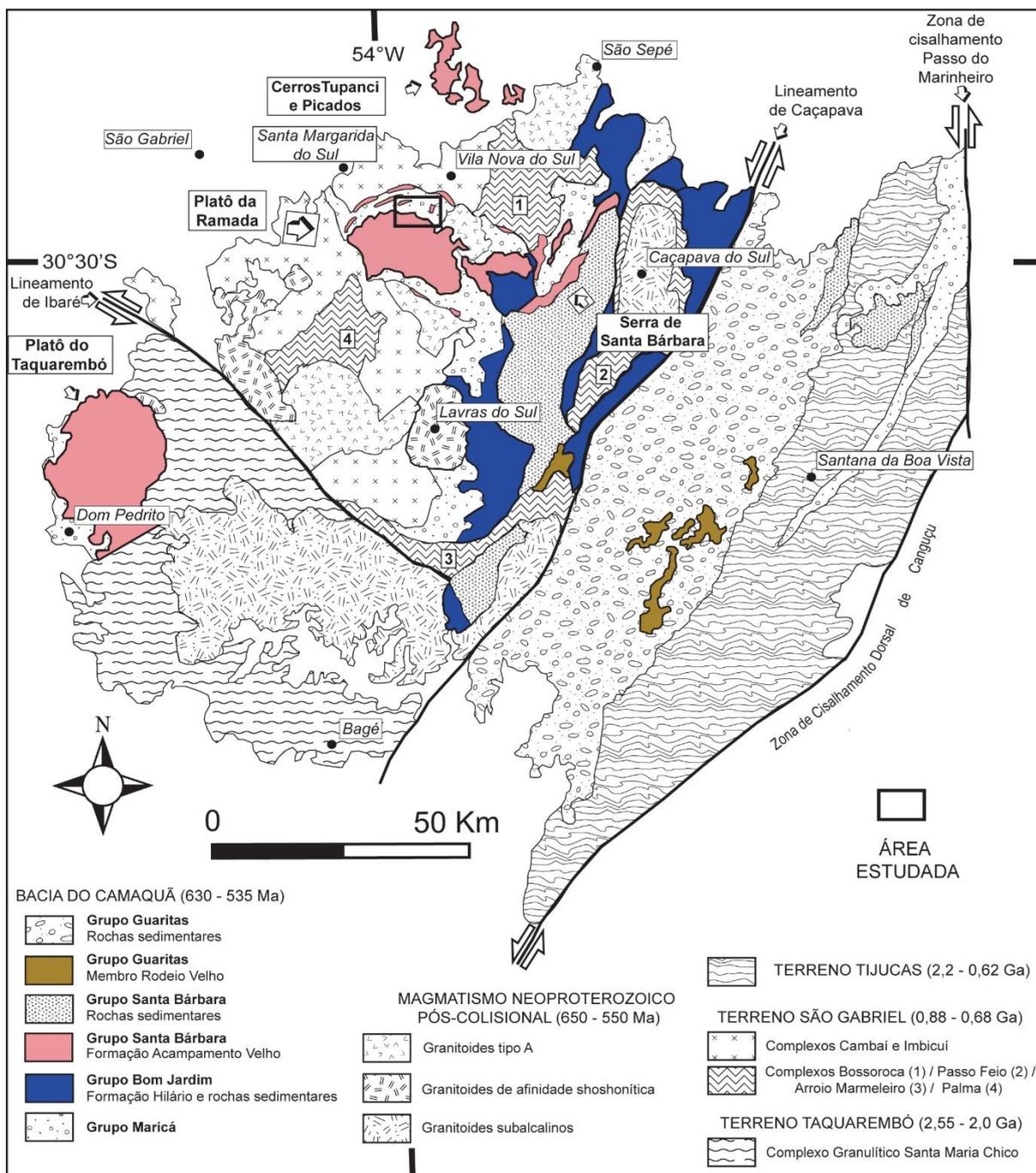
O Terreno Tijucas ocupa a porção central do Escudo Sul-rio-grandense e é composto por rochas de idade paleoproterozoica (Complexo Encantadas, 2,3 – 1,9 Ga) a neoproterozoica (Complexo Porongos, 800 – 620 Ma). O Complexo Encantadas possui granitoides milonitizados e gnaisses, metamorfizados no evento Transamazônico, enquanto que o Complexo Porongos corresponde a rochas metavulcânicas e metassedimentares com predomínio de metapelitos com idade de aproximadamente 780 Ma (JOST & BITENCOURT, 1980; PORCHER & FERNANDES, 1990; REMUS; HARTMANN; RIBEIRO, 1991; MARQUES *et al.*, 1998; GOLLMANN *et al.*, 2008; PERTILLE; HARTMANN; PHILIPP, 2015; PERTILLE *et al.*, 2015).

O Batólito Pelotas corresponde a rochas graníticas com idades entre 650-550 Ma, geradas predominantemente em zonas de cisalhamento no período pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana (BITENCOURT & NARDI, 2000; PHILIPP; CHEMALE Jr.; MACHADO, 2007), formando uma unidade composta por um grande volume de rochas graníticas. O embasamento desta unidade é constituído pelo Complexo Arroio dos Ratos (2,1 Ga) e pelo Complexo Várzea do Capivarita (790 Ma).

6.2 Bacia do Camaquã

A Bacia do Camaquã compreende uma sequência de aproximadamente 10.000 metros de espessura (PAIM; LOPES; CHEMALE Jr., 1995), que aflora por quase toda a extensão centro-sul do Escudo Sul-rio-grandense e preserva um registro de intercalação de depósitos sedimentares e vulcânicos que se originaram entre 630-535 Ma no período pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana. Suas unidades estão dispostas predominantemente em uma orientação NE-SW (Fig. 5).

Figura 5 - Mapa do contexto geológico regional e localização da área de estudo.



Fonte: extraído e modificado de Sommer *et al.* (2003).

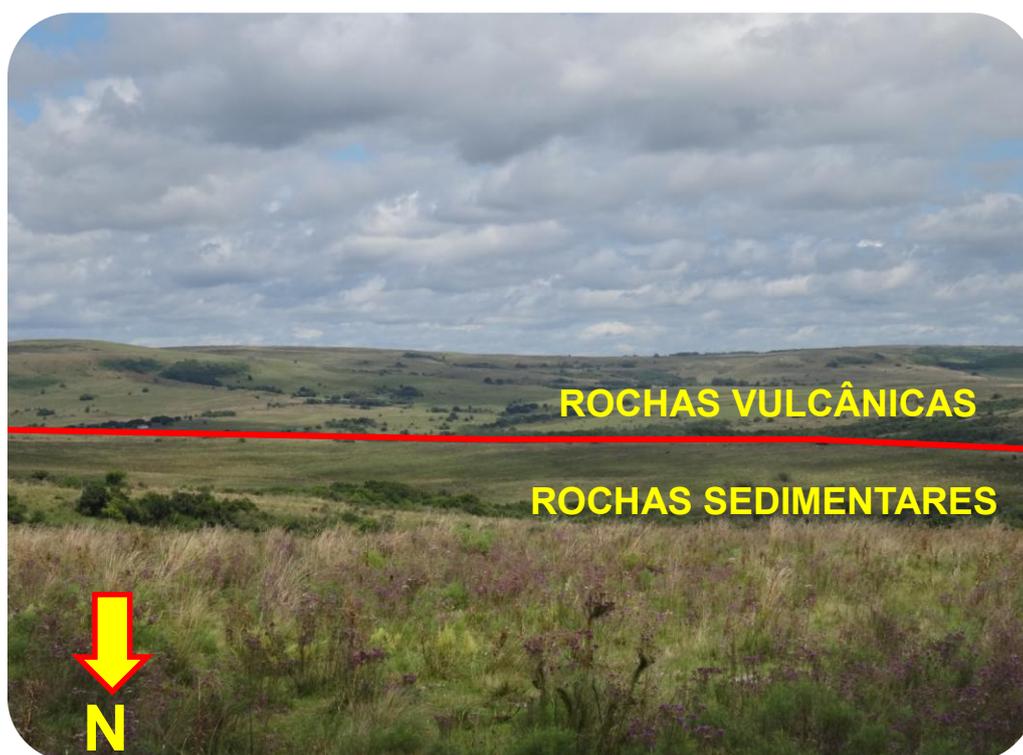
A Bacia do Camaquã é subdividida em quatro unidades: (i) Grupo Maricá na base (*sensu* PELOSI & FRAGOSO-CESAR, 2003); (ii) Grupo Bom Jardim (*sensu* JANIKIAN *et al.*, 2003); (iii) Grupo Santa Bárbara (*sensu* PAIM; CHEMALE Jr.; LOPES, 2000); e (iv) Grupo Guaritas (ROBERTSON, 1966). Cada uma destas unidades é limitada por discordâncias regionais.

Na área de estudo, os seguintes litotipos presentes pertencem à Bacia do Camaquã: Grupo Maricá, Formação Hilário e Formação Acampamento Velho, que serão discutidos a seguir.

6.3 Geologia da região da Serrinha

As rochas sedimentares do Grupo Maricá constituem a base da sequência, sendo recobertas pelas rochas do Platô da Ramada e, também, há uma série de diques com composição básica à ácida que intrudem tanto as sedimentares quanto aquelas do Platô da Ramada. O contato entre as rochas de origem sedimentar do Grupo Maricá e vulcânicas do Platô da Ramada está ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Foto com visão panorâmica da área de estudo (direção de visada para sul).



Fonte: autor.

O Grupo Maricá é a unidade mais antiga da Bacia do Camaquã e forma um pacote com cerca de 1700 metros de espessura nesta região (BORBA; MARASCHIN; MIZUSAKI, 2007), estando depositado diretamente sobre o Terreno São Gabriel. É definido por Pelosi & Fragoso-Cesar (2003) como Grupo Maricá e agrupado nas seguintes formações: (i) Passo da Promessa, formada por arenitos arcoseanos e

conglomerados contendo seixos granito-gnáissicos bastante arredondados, gerados em ambiente fluvial entrelaçado com sistema de leques deltaicos; (ii) São Rafael, composto por folhelhos acinzentados, em geral com estratificação plano-paralela, gerados em depósitos marinhos do tipo tempestitos e turbiditos; e (iii) Arroio América, correspondente a depósitos fluviais formados por arenitos grossos a conglomeráticos. O Grupo Maricá têm a gênese de suas unidades relacionadas com um ambiente de retro-arco (e.g. CHEMALE Jr., 2000; PAIM; CHEMALE Jr.; LOPES, 2000).

O Grupo Bom Jardim, na região da Serrinha, é representado por rochas andesíticas da Formação Hilário que afloram na porção sudeste da área. Esta unidade está delimitada na porção inferior por uma não-conformidade com as rochas sedimentares do Grupo Maricá, enquanto que na porção superior é delimitado por uma discordância angular com a Formação Acampamento Velho (PAIM; CHEMALE Jr.; LOPES, 2000).

A Formação Acampamento Velho é contemporânea ao Grupo Santa Bárbara (c.f. OLIVEIRA *et al.*, 2014) e contém depósitos vulcânicos na base que foram fonte das rochas sedimentares presentes no topo. O magmatismo da Formação Acampamento Velho evoluiu desde termos básicos até ácidos. Porém, o vulcanismo é bimodal, pois não há registro de rochas vulcânicas intermediárias andesíticas (MATTÉ *et al.*, 2012).

Na região da Serrinha, a Formação Acampamento Velho é representada por uma sucessão de rochas vulcânicas compostas por ignimbritos e reoignimbritos com alto grau de soldagem, sobrepostas por derrames e autobrechas riolíticas. Subordinadamente, ocorrem derrames basálticos e diques de textura fina à porfírica de composição básica à ácida, que intrudem o Grupo Maricá e as próprias rochas mais antigas da Formação Acampamento Velho (SOMMER *et al.*, 2005; 2006).

A gênese da Formação Acampamento Velho está relacionada ao período pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana (NARDI & BITENCOURT, 2009), quando o ambiente geológico passou a ter uma configuração de rifte continental transtativo, com magmatismo de afinidade alcalina sódica saturada em sílica, com forte contribuição crustal, cujos termos básicos refletem fontes mantélicas (WILDNER *et al.*, 2002; SOMMER *et al.*, 2005, 2006; ALMEIDA; CHEMALE Jr.; MACHADO, 2012).

7 ESTADO DA ARTE

Esta parte do trabalho irá contextualizar e sintetizar a evolução do conhecimento acerca das unidades geológicas que integram a área deste trabalho.

As figuras 7 e 8 ilustram a evolução da subdivisão e da nomenclatura das unidades da Bacia do Camaquã.

7.1 Grupo Maricá

Os primeiros trabalhos de reconhecimento geológico no estado do Rio Grande do Sul estão reportados desde Carvalho (1932). Ao longo dos anos, diversos estudos foram desenvolvidos no Escudo Sul-rio-grandense e suas coberturas à luz da evolução do conhecimento das escolas de geologia e do avanço em técnicas analíticas específicas. As unidades sedimentares hoje referidas como Grupo Maricá foram descritas pela primeira vez por Leinz; Barbosa; Teixeira (1941) como Formação Maricá, principalmente nas porções leste e norte do Platô da Ramada, onde exibem melhores exposições e estão assentadas sobre granitos e xistos do embasamento. Com o objetivo de mapear a porção centro-sul do Rio Grande do Sul, além dos depósitos sedimentares, aqueles autores identificam também rochas efusivas.

Melcher & Mau (1960) definem as relações de contato da unidade, que compreende uma sequência em discordância com o embasamento cristalino e recobertas por rochas andesíticas e riolíticas. Usam a designação de Série Maricá ao reunirem as rochas metamórficas que bordejam o Granito Caçapava na mesma unidade.

Robertson (1966) propõe uma revisão estratigráfica das unidades descritas na região de Caçapava do Sul e descreve a Formação Maricá como rochas geradas a partir da erosão de rochas graníticas e metamórficas do embasamento cristalino.

A Formação Maricá corresponde à Formação Pessegueiro, de Santos *et al.* (1978), na qual o autor define um vulcanismo sin-deposicional à sedimentação, evidenciado pela intercalação de camadas vulcanogênicas com as sedimentares nas porções inferiores da Formação Maricá.

Figura 8 - Quadro com propostas para a subdivisão e nomenclatura das unidades da Bacia do Camaquã entre os anos 2000 e 2006.

Paim <i>et al.</i> 2000		Porcher & Lopes 2000		Fragoso Cesar <i>et al.</i> 2000b		Fragoso Cesar <i>et al.</i> 2003		Franbrini 2003		Janikian 2004		Pelosi 2005		Projeto BANEQ 2006		Borba <i>et al.</i> 2006		
Alogrupo	Aloform.			Grupo	Fm.													
Aloperigrupo Camaquã	Guaritas	Varzinha	Form. Guaritas	Fácies Varzinha	Grupo Guaritas	Fm. Varzinha	Suíte Intrusiva Rodeio Velho							Grupo Camaquã	Fm. Varzinha			
		Pedra Pintada		Fácies Pedra Pintada	Formação Pedra Pintada	Fm. Guarda Velha		Grupo Guaritas								Fm. Guaritas		
	Santa Bárbara	Pedra do Segredo	Formação Santa Bárbara		Formação Santa Bárbara			Grupo Santa Bárbara	Fm. João Dias						Grupo Bom Jardim	Formação Arroio dos Nobres		
		Serra dos Lanceiros	Formação Santa Fé			Fm. Rincão dos Mouras			Fm. Selval					Fm. Acampamento Velho				
		Santa Fé	Formação Acampamento Velho			Fm. Passo da Capela			Fm. Santa Fé	Formação Acampamento Velho								
	Cerro do Bugio	Acamp. Velho	Form. Arroio dos Nobres		Formação Crespos	Formação Acampamento Velho					Formação Acampamento Velho							
Bom Jardim		Form. Hilário				Grupo Bom Jardim			Grupo Bom Jardim		Fm. Picada das Graças	Formação Hilário						
										Fm. Cerro da Angélica								
Maricá		Formação Maricá		Formação Maricá		Grupo Maricá						Grupo Maricá	Fm. Arroio América	Formação Maricá	Grupo Maricá	Sucessão Superior		
												Fm. São Rafael			Sucessão Intermediária			
												Fm. Passo da Promessa			Sucessão Inferior			

Fonte: extraído de Bicca (2013).

Legenda

—————	Não Indicado	—————	Discordância Angular	—————	Discordância Erosiva
-----	Contato Intrusivo	Contato Transicional		

Aspectos relacionados com a geotectônica e a classificação estratigráfica foram levantados por Ribeiro (1983), que dá ênfase ao nome Maricá para os ritmitos com fácies de ambientes continental a marinho raso, proposto por Leinz, Barbosa, Teixeira (1941), e que foram depositados principalmente por correntes de turbidez em uma bacia continental do tipo fossa tectônica, associada à implantação de um arco magmático. Aqueles autores também considera que as rochas sedimentares desta unidade sofreram metamorfismo na fácies xisto verde relacionado com intrusões e soterramento da bacia.

Borba; Maraschin; Mizusaki (2004) definem que a Formação Maricá é formada por uma sequência com três unidades (inferior, intermediária e superior), que correspondem, respectivamente, a depósitos formados em ambiente fluvial, marinho e novamente fluvial, com base na análise de fácies e sequências estratigráficas, que formaram um pacote com cerca de 2500 metros de espessura. Também defendem que ocorreu um vulcanismo sin-deposicional à sequência inferior, corroborando com a ideia descrita por Santos *et al.* (1978).

As idades (U-Pb SCHRIMP em zircões) desta sequência estão entre 630 Ma (seixos riolíticos - BORBA; MARASCHIN; MIZUSAKI, 2007) e 601 Ma (arenito - ALMEIDA; CHEMALE Jr.; MACHADO, 2012).

Esta unidade é referida neste trabalho pela proposta de Pelosi & Fragoso-Cesar (2003), que elevaram esta unidade à categoria estratigráfica de Grupo Maricá, subdividindo-o em três unidades distintas por critérios litoestratigráficos e paleoambientais: (i) na porção basal está a Formação Passo da Promessa, que compreende arenitos médios a grossos e subordinadamente conglomerados, com estratificação cruzada acanalada, depositados em ambientes de planície fluvial de canais entrelaçados e deltaico costeiro; (ii) Formação São Rafael, que é a mais expressiva, composta por arenitos finos a muito finos, com intercalação de arenitos grossos e pelitos, depositados em plataforma marinha e (iii) Formação Arroio América, com presença de arenitos e arenitos conglomeráticos de sistema fluvial com canais entrelaçados.

7.2 Formação Hilário

Esta unidade aparece pela primeira vez na literatura no trabalho de Robertson (1966) como Andesito Hilário, limitada pelas rochas da Formação Maricá na base e

pelo Riolito Ramada no topo, constituindo o primeiro ciclo vulcânico registrado na Bacia do Camaquã. Compreende uma sequência de depósitos vulcanogênicos com predomínio de rochas extrusivas intermediárias, como derrames, autobrechas e tufos de composição andesítica e afinidade shoshonítica (LIMA & NARDI, 1998; LIMA; SOMMER; NARDI, 2007), bem representadas na Mina Seival e na região do Arroio Hilário no município de Lavras do Sul. Esta denominação dada por Robertson (1966) é equivalente ao membro Hilário de Ribeiro *et al.* (1966) e de Santos *et al.* (1978). Ocorrem rochas sedimentares com predomínio de conglomerados ricos em fragmentos vulcânicos básicos à intermediários, intercaladas com os depósitos de natureza vulcânica.

Ribeiro *et al.* (1966) a incluem no Grupo Bom Jardim e Ribeiro & Fantinel (1978) a definem como Formação Hilário e descrevem vulcanitos e rochas clásticas vulcanogênicas intercaladas.

Segundo Lima & Nardi (1998) e Almeida; Chemale Jr; Machado (2012), o vulcanismo Hilário possui composição intermediária e assinatura cálcio-alcálica alto-K e shoshonítica.

Paim; Lopes; Chemale Jr.(1995) definem o Alogrupo Bom Jardim como um episódio com predomínio de atividade vulcânica na borda oeste da Bacia do Camaquã, que grada para depósitos epiclásticos na direção leste da bacia.

Uma subdivisão em três formações distintas para o Grupo Bom Jardim é proposto por Janikian *et al.* (2003), na qual se referem à (i) Formação Cerro da Angélica como unidade basal, (ii) Formação Hilário e (iii) Formação Picada das Graças, das quais a Formação Hilário é a mais expressiva contendo rochas vulcânicas de composição básica, intermediária e ácida, representada por basaltos, latitos, andesitos e riolitos formados em ambiente subaéreo e subaquático. Aqueles autores estimam que o Grupo Bom Jardim chega a apresentar cerca de 1000 metros de espessura e tem na base da sequência lavas riolíticas e piroclásticas, sobrepostas por rochas básicas (basaltos à andesitos). Paim; Chemale Jr.; Lopes (2000) estimam 2000 metros de espessura nesta unidade, baseados em princípios de aloestratigrafia e estratigrafia de sequências.

Dados geocronológicos fornecem idades de 593 a 580 Ma (REMUS *et al.*, 1999; JANIKIAN *et al.*, 2008) para a Formação Hilário.

7.3 Formação Acampamento Velho

As rochas da Formação Acampamento Velho começaram a ser estudadas por Leinz; Barbosa; Teixeira (1941), onde os autores descrevem pela primeira vez rochas efusivas ácidas de composição riolítica, denominadas como "Riolito Ramada". Robertson (1966) define rochas piroclásticas e efusivas que posteriormente foram incluídas no Grupo Bom Jardim por Ribeiro *et al.* (1966).

Ribeiro & Lichtenberg (1978) incluem a Formação Acampamento Velho no Grupo Bom Jardim, junto à Formação Acampamento Velho e à Formação Hilário. Já Santos *et al.* (1978) subdividem o Grupo Maricá em Formação Pessegueiro e Formação Cerro dos Martins, na qual estão inclusos os Membros Hilário, Arroio dos Nobres e a Formação Acampamento Velho.

Wildner; Sander; Lopes (1994) propõem uma sequência para a Formação Acampamento Velho composta por ignimbritos, derrames riolíticos, brechas e tufos, com características geoquímicas semelhantes aos granitos da Suíte Intrusiva Saibro (*e.g.*, Granitos São Sepé, Ramada e Cerro da Cria) devido a um plutonismo cogenético com a Formação Acampamento Velho.

Sommer; Lima; Nardi (1999) fazem estudos de rochas vulcanogênicas do Platô do Taquarembó (município de Dom Pedrito) e associam estas unidades à Formação Acampamento Velho, denominando-a de Sequência Vulcânica Ácida originada por fracionamento mineral a partir de magmas básicos que sofreram significativa assimilação crustal. Analisando a assinatura geoquímica de Elementos Terra Raras, os mesmos autores propõem que a Sequência Vulcânica Ácida provém de um magmatismo pós-orogênico da etapa final da orogenia Brasileira Pan-africana.

A partir de estudos realizados na região da Serra de Santa Bárbara, Almeida *et al.* (2002) sugerem que a Formação Acampamento Velho apresenta uma sequência vulcânica bimodal, composta por rochas básica-(basaltos andesíticos e basaltos) à ácidas (riolitos) que são cogenéticas e que evoluíram a partir de uma magma básico hidratado com contaminação crustal. Em Almeida *et al.* (2009), os autores propõem uma idade de 553 ± 5.4 Ma utilizando o método U-Pb LA em zircão para as rochas básicas da base da Formação Acampamento Velho e Sommer *et al.* (2005) obtiveram uma idade de 549 ± 5 Ma U-Pb SHRIMP em zircão para um dique riolítico da porção norte do Platô da Ramada.

O estudo de riolitos subvulcânicos na região do “Santuário” (MATOS *et al.*, 2002) sugere que estes corpos intrusivos podem ser relacionados com sistemas de alimentação do vulcanismo da Formação Acampamento Velho. Aqueles autores apontam ainda que a assembleia mineralógica destas rochas sugere afinidade alcalina comendítica e que os padrões geoquímicos resultantes deste trabalho sugerem uma herança mantélica com contribuição crustal, semelhante a associações alcalinas pós-orogênicas.

Através de técnicas de sensoriamento remoto, foi identificada uma intrusão diorítica na porção sul do Platô da Ramada (PINHEIRO-SOMMER, 2006). Matté (2011) e Matté *et al.* (2012) realizaram um estudo petrológico e geocronológico desta intrusão diorítica, correlacionando-a geoquimicamente com as rochas da Formação Acampamento Velho e atribuindo a ela uma idade de 550 ± 1.5 Ma utilizando o método U-Pb LA em zircão, e a partir destes novos dados concluem que o magmatismo da Formação Acampamento Velho evoluiu desde composições básicas até ácidas. A partir destes resultados, o vulcanismo seguiu sendo considerado bimodal, enquanto que o magmatismo evoluiu de termos básicos a ácidos.

8 RESULTADOS

Os resultados geológicos e petrológicos são apresentados a seguir, subdivididos da seguinte forma: **i) geologia**, onde são destacados principalmente os aspectos macroscópicos, visíveis a partir de imagens de sensoriamento remoto e em campo; **ii) petrografia**, onde são apresentados os resultados observados nas análises microscópicas de lâmina delgada; **iii) química mineral**, que inclui as análises químicas de feldspatos das rochas estudadas; **iv) litoquímica**, que mostra os resultados de química de rocha total.

8.1 GEOLOGIA (aspectos macroscópicos)

A geologia da região da Serrinha compreende uma sequência de rochas onde o Grupo Maricá é a unidade estratigráfica que aflora na base, e suas melhores exposições encontram-se na porção norte da área. Sobrepostas ao Grupo Maricá estão as rochas vulcânicas dos Grupos Bom Jardim e Santa Bárbara representados,

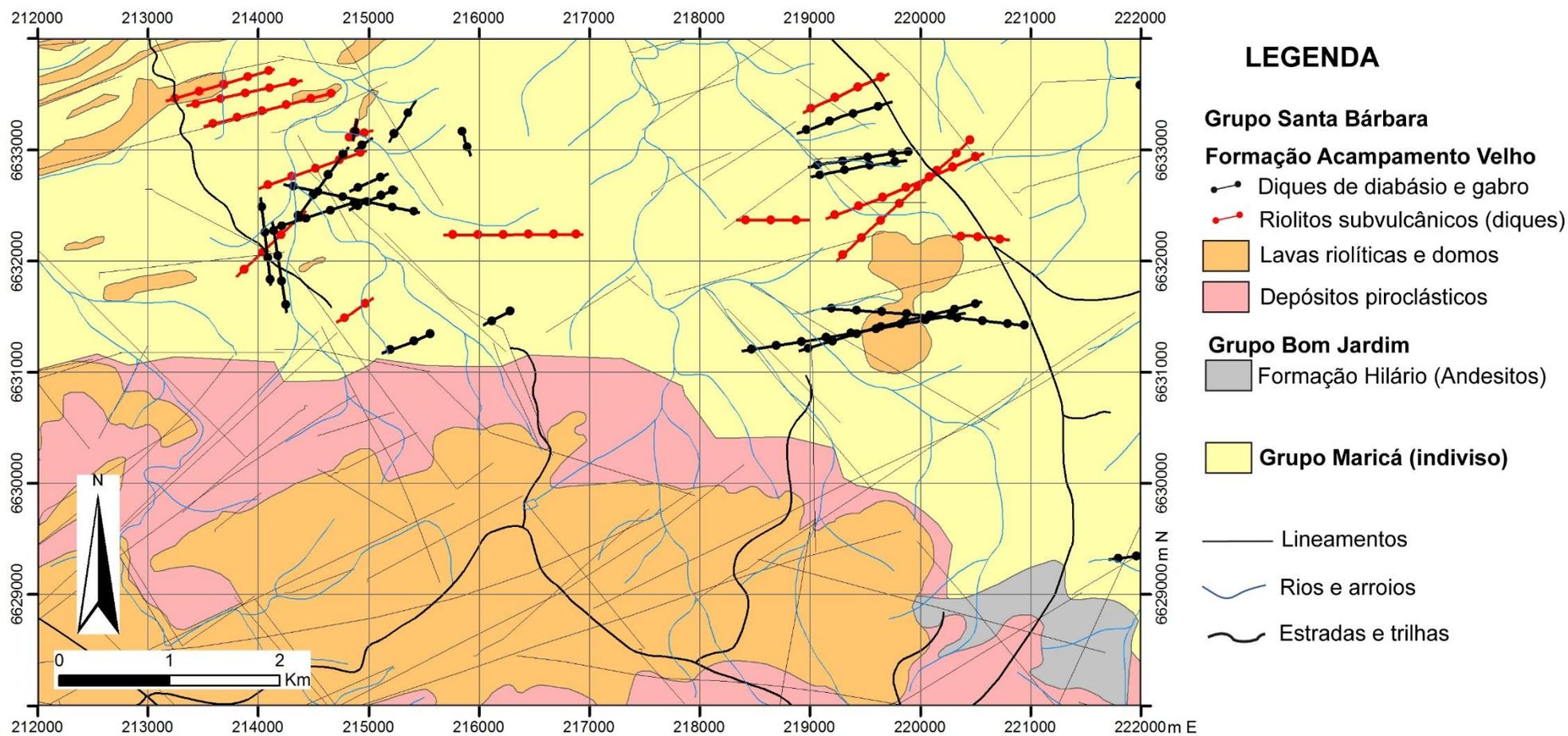
respectivamente, por andesitos da Formação Hilário e por rochas ácidas e básicas da Formação Acampamento Velho, sobretudo ignimbritos e riolitos efusivos e subvulcânicos e subordinadamente diabásios (Fig. 9).

O embasamento da Bacia do Camaquã não aflora na região da Serrinha, sendo possível encontra-lo ao norte da área, localizado a cerca de 1 quilômetro de distância a sul da rodovia BR-290. O embasamento da região da Serrinha compreende rochas plutono-metamórficas do Complexo Cambaí (GOÑI; GOSO; ISSLER, 1962). Próximo à Serrinha, na região do “Santuário” (BR-290), o embasamento aflora na forma de xistos com foliação bem marcada, ricas em filossilicatos, principalmente muscovita. Esse xisto possui diversos veios, com espessura centimétrica à métrica, com presença de quartzo e fluorita. Possivelmente esses veios sejam relacionados com o magmatismo da Formação Acampamento Velho.

8.1.1 – Grupo Maricá

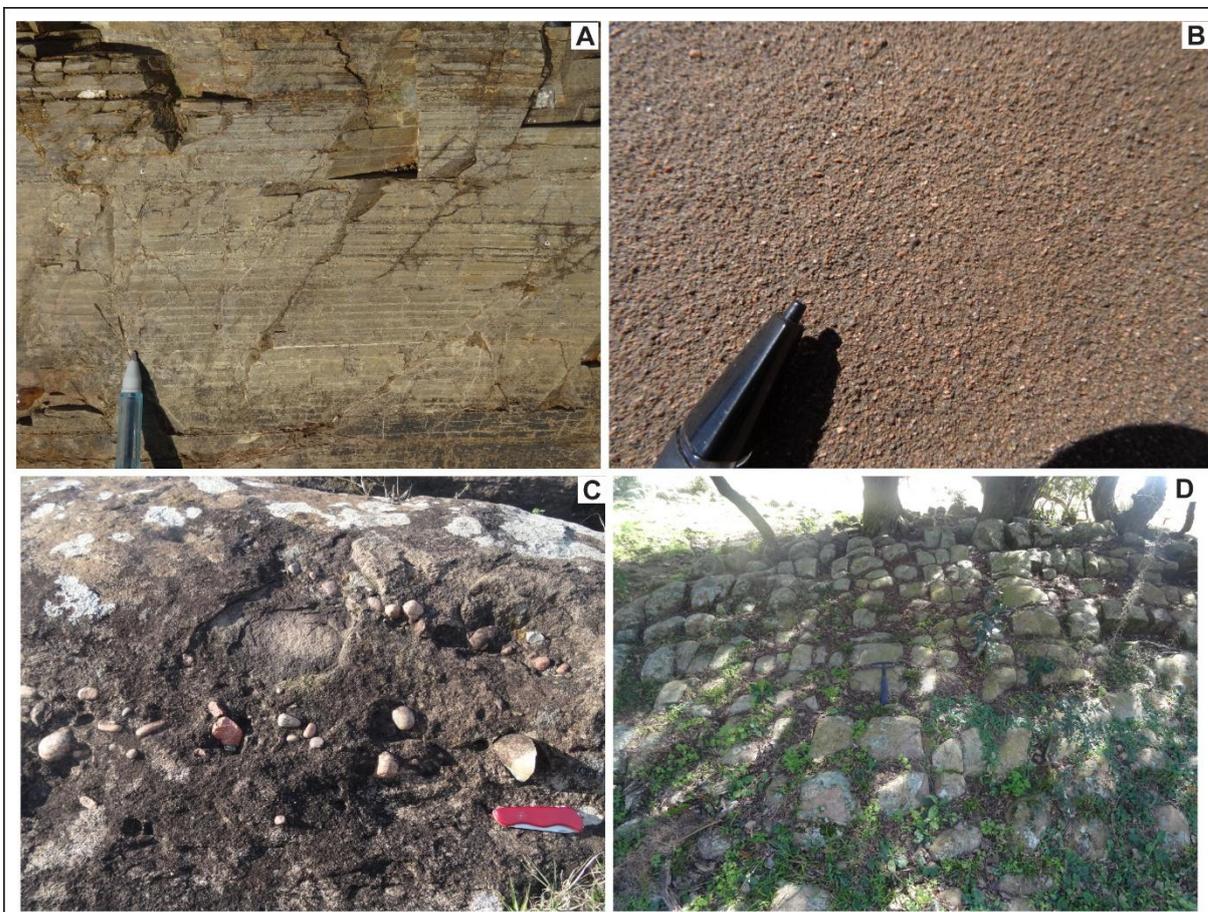
O Grupo Maricá representa o primeiro ciclo de preenchimento da Bacia do Camaquã e também é a unidade da base da sequência de rochas da Serrinha. É representado por rochas sedimentares clásticas do Grupo Maricá que predominam na metade norte da área, representado por folhelhos e ritmitos de textura fina e laminação plano-paralela (Fig. 10A), arenitos finos a grossos moderadamente selecionados (Fig. 10B) e também conglomerados em pacotes centimétricos à métricos normalmente compostos por clastos de quartzo e granitoides milonitizados, sustentados pela matriz (Fig. 10C). Os corpos sedimentares normalmente apresentam estratificação plano paralela e, em geral, basculados com baixo grau de mergulho (10° a 30°) em direção preferencialmente sul. Em alguns pontos é possível observar o contato entre estas rochas sedimentares e as rochas vulcânicas da Formação Acampamento Velho. É comum nesta unidade, como consequência do contato termal das unidades vulcânicas que a sucederam, um metamorfismo de baixo grau que lhe confere um aspecto recristalizado, com uma aparência ardosiana (nos termos foliados) e quartzítica (nos termos maciços) de significativa dureza, evidente quando submetido a quebra com o martelo de geólogo, que produz um som grave característico. O padrão de afloramento dessas rochas recristalizadas também é típico, com blocos arredondados e comumente limitados por duas famílias de fraturas ortogonais (Fig. 10D).

Figura 9 - Mapa geológico da região da Serrinha (DATUM Córrego Alegre e fuso 22J).



Fonte: extraído e modificado de Szubert *et al.* (1977) e Sommer (2003).

Figura 10 – Aspectos macroscópicos das rochas sedimentares do Grupo Maricá na região da Serrinha: A) Folhelho com laminação plano-paralela; B) Arenito médio; C) Conglomerado com matriz arenosa; D) Padrão de afloramento dos arenitos recristalizados.



Fonte: autor.

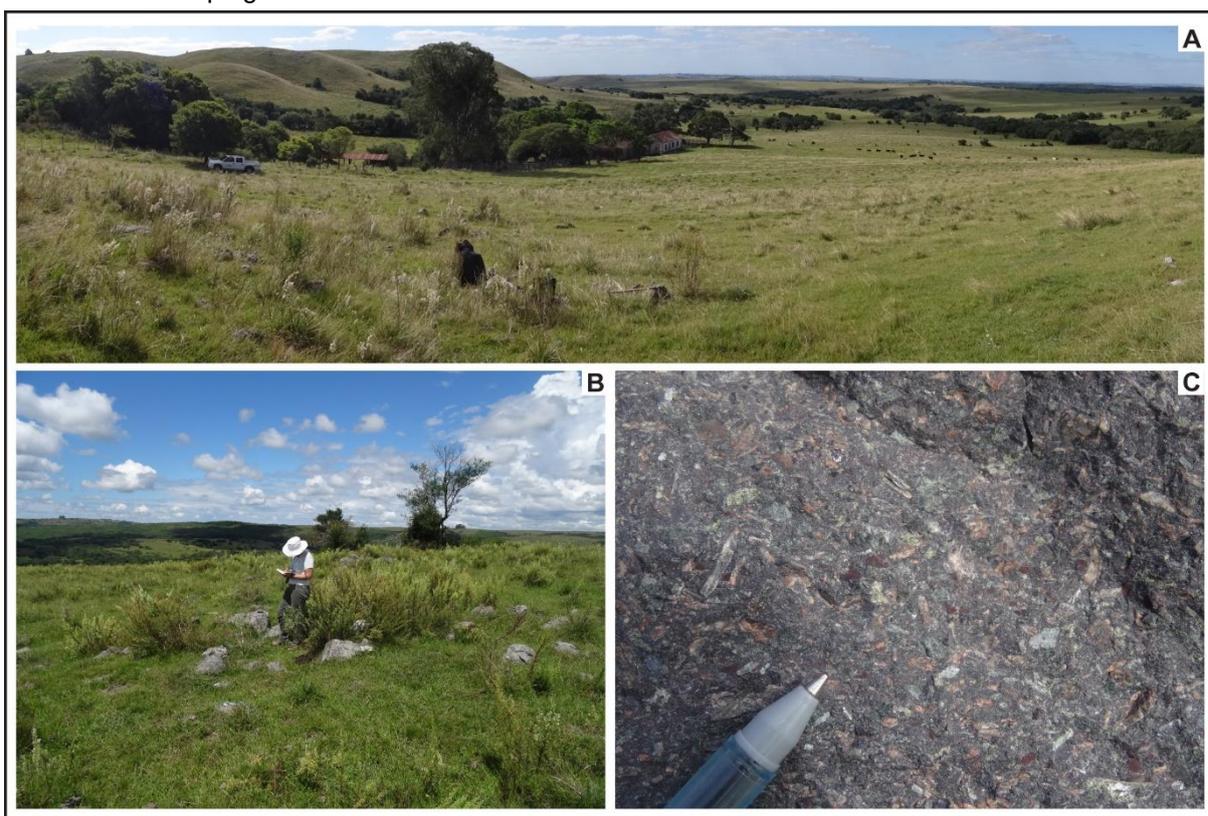
Sobreposta a esta, ocorrem dois sistemas vulcânicos subsequentes: o vulcanismo da Formação Hilário (Grupo Bom Jardim) e o vulcanismo da Formação Acampamento Velho (Grupo Santa Bárbara), localizados principalmente na porção centro-sul da Serrinha (Fig. 9). Estas rochas vulcânicas ocorrem como manifestações efusivas e piroclásticas.

Neste trabalho não foram encontrados afloramentos de rochas sedimentares do Grupo Bom Jardim, ao contrário de outros locais da Bacia do Camaquã onde afloram principalmente pelitos, arenitos e conglomerados vulcanogênicos (e.g. SOMMER, 2003; JANIKIAN, 2004; MATTÉ, 2016), intercalados e/ou sotopostos aos andesitos da Formação Hilário. Isso pode indicar que a região da Serrinha, na época de deposição do Grupo Bom Jardim (~590 Ma), poderia ser uma área fonte e que a sedimentação ocorria em outras porções da bacia.

8.1.2 – Formação Hilário (Grupo Bom Jardim)

As rochas andesíticas da Formação Hilário estão localizadas na porção sudeste da área (Fig. 9). Os andesitos ocorrem como derrames e afloram normalmente nas áreas onde há quebra do relevo marcado pelo contato entre as rochas sedimentares e vulcânicas (Fig. 11A). Os afloramentos ocorrem como blocos e matacões (Fig. 11B) e uma propriedade típica dessas rochas é a textura porfirítica, com fenocristais euédricos de plagioclásio e anfibólio (Fig. 11C), imersos em uma matriz fanerítica fina ou afanítica, composta por plagioclásio, anfibólio e opacos. Ocorrem vesículas e amígdalas milimétricas a centimétricas, preenchidas por calcita, argilominerais e quartzo.

Figura 11 – Aspectos macroscópicos das rochas vulcânicas da Formação Hilário na região da Serrinha. A) Quebra de relevo entre as rochas da Formação Acampamento Velho (altos) e da Formação Hilário e Grupo Maricá (baixos); B) Afloramentos de andesitos em blocos; C) Andesito porfirítico com fenocristais de plagioclásio e anfibólio.



Fonte: autor.

8.1.3 – Formação Acampamento Velho (Grupo Santa Bárbara)

As rochas da Formação Acampamento Velho podem ser agrupadas em dois tipos principais: na base encontram-se os depósitos de fluxo piroclástico (ignimbritos),

seguidos por depósitos efusivos de lavas riolíticas, formando uma sequência vulcânica com feições geomorfológicas bem destacadas na paisagem, denominado de Platô da Ramada.

8.1.3.1 – Formação Acampamento Velho: depósitos piroclásticos

As rochas piroclásticas da região da Serrinha ocorrem predominantemente como depósitos de fluxo, a exemplo das demais áreas do Escudo Sul-rio-grandense, onde afloram rochas da Formação Acampamento Velho. Por tratarem-se de rochas formadas a base de púmices, são denominadas de ignimbritos. Ocorrem em afloramentos de lageados e matacões (Fig. 12A) e normalmente são mal selecionados (Fig. 12B), variando granulometricamente de tufo a lapilitos. Possuem como característica marcante a soldagem, que varia desde termos com baixo grau de soldagem (Fig. 12C), até termos reomórficos, assemelhando-se a lavas. São compostos por cristaloclastos angulosos de quartzo e sanidina, litoclastos cognatos de riolitos e ignimbritos (Fig. 12C) e acessórios de rochas metamórficas e sedimentares.

8.1.3.2 – Formação Acampamento Velho: lavas riolíticas

As lavas riolíticas ocorrem como pacotes sub-horizontais de espessura métrica (Fig. 13A) e são compostas por fenocristais de quartzo e sanidina em uma matriz fanerítica fina-muito fina ou afanítica vítrea (Fig. 13B). Possuem como estruturas marcantes a foliação de fluxo com espaçamento milimétrico (Fig. 13C), dobras de fluxo que vão desde suaves a fechadas e a presença de esferulitos (estruturas de devitrificação – Fig. 13D), que provavelmente marcam posições internas de derrames espessos, onde este processo pode ocorrer mais facilmente.

Figura 12 – Aspectos macroscópicos dos ignimbritos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Afloramento em beira e leito de rio; B) Ignimbrito mal selecionado, com litoclastos cognatos e acessórios; C) Ignimbrito com cristaloclastos de quartzo e sanidina e litoclastos cognatos de riolitos e ignimbritos.



Fonte: autor.

O magmatismo da Formação Acampamento Velho também tem manifestações intrusivas subvulcânicas marcadas por diques e domos. As intrusões básicas e intermediárias ocorrem como diques de poucos metros de espessura e as ácidas ocorrem como corpos mais expressivos, na forma de diques que possuem até dezenas de metros de espessura, além de domos. Essas intrusões são observadas principalmente na metade norte da área estudada, onde ocorrem intrudindo principalmente as rochas sedimentares do Grupo Maricá (Fig. 14A).

Figura 13 – Aspectos macroscópicos dos derrames riolíticos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Riolito com foliação de fluxo sub-horizontal; B) Riolito porfirítico com fenocristais de quartzo e sanidina; C) Riolito com foliação de fluxo; D) Riolito devitrificado com esferulitos.



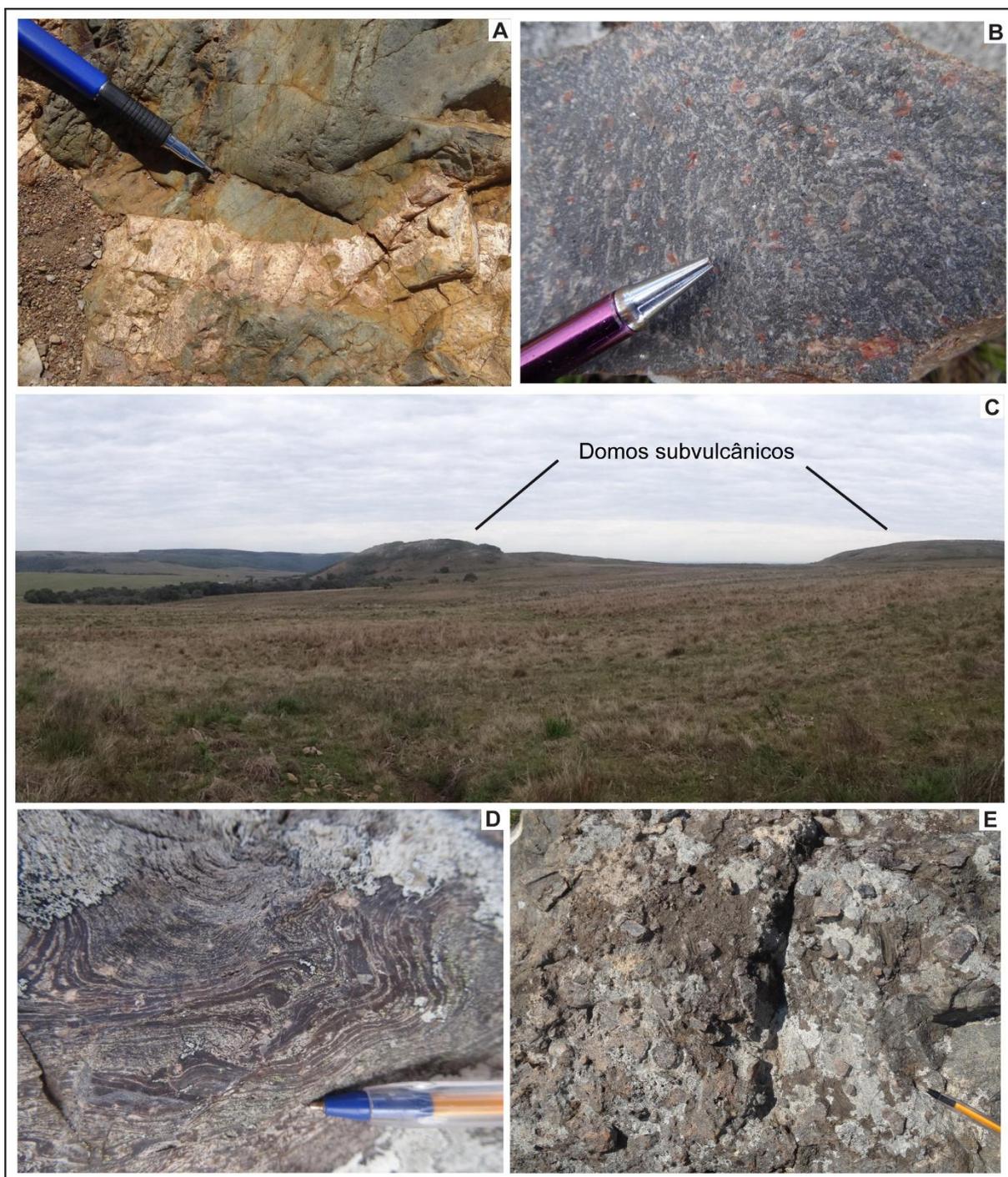
Fonte: autor.

8.1.3.3 – Formação Acampamento Velho: riolitos subvulcânicos

Os riolitos subvulcânicos são rochas porfíricas com fenocristais de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, em uma matriz fanerítica fina à média (Fig. 14B). Os diques ácidos são compostos por riolitos maciços onde a foliação de fluxo raramente está presente e mostram uma orientação preferencial leste-nordeste, com corpos de volume bastante variado, possuindo espessuras centimétricas (Fig. 14A) a decamétricas e chegando a observar-se extensões quilométricas. São mais representativos na porção noroeste da área (Fig. 9), como mapeado por Sommer (2003) e Matos *et al.* (2002). Os riolitos subvulcânicos também afloram na forma de dois domos principais na porção leste da área estudada, com aproximadamente 700 metros de diâmetro cada, com significativo destaque na paisagem (Fig. 14C). Nesses

domos a foliação de fluxo é bem visível (Fig. 14D), assim como porções brechadas na borda dos corpos (Fig. 14E), evidenciando o caráter intrusivo destes.

Figura 14 – Aspectos macroscópicos dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Dique intrusivo em pelito do Grupo Maricá. Nota-se fragmentos de pelito no riolito; B) Riolito porfirítico com fenocristais de quartzo e sanidina; C) Domos vulcânicos da porção leste da região da Serrinha; D) Riolito com foliação e dobras de fluxo; E) Riolito brechado.



Fonte: autor.

8.1.3.4 – Formação Acampamento Velho: diabásios

Os diques básicos são corpos pouco expressivos, com poucos metros de espessura, e sua extensão é observada em campo por curtas distâncias (Fig. 15A). Esses diques ocorrem predominantemente com direção NE-SW e subordinadamente NNW-SSW. Essas direções são concordantes àquelas dos principais lineamentos regionais. São compostos por diabásios e subordinadamente gabros de textura equigranular fanerítica muito fina à média (Fig. 15B), com cristais de plagioclásio e piroxênio (Fig. 15C). Em alguns diques foram observados sulfetos metálicos (pirita), provavelmente relacionados a alguma atividade hidrotermal posterior ao magmatismo (Fig. 15D).

Figura 15 – Aspectos macroscópicos das rochas básicas da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha: A) Padrão de afloramentos em matacões; B) Gabro com superfície alterada onde destacam-se os cristais de plagioclásio; C) Diabásio de textura fanerítica fina; D) Diabásio com cristais de sulfeto metálico (pirita).



Fonte: autor.

8.2 PETROGRAFIA (aspectos microscópicos)

Foram confeccionadas e descritas 91 lâminas delgadas dos principais litotipos presentes na área de estudo e, a partir do estudo de amostras de mão e lâminas microscópicas, foram descritas as características petrográficas das rochas da Serrinha.

8.2.1 – Grupo Maricá

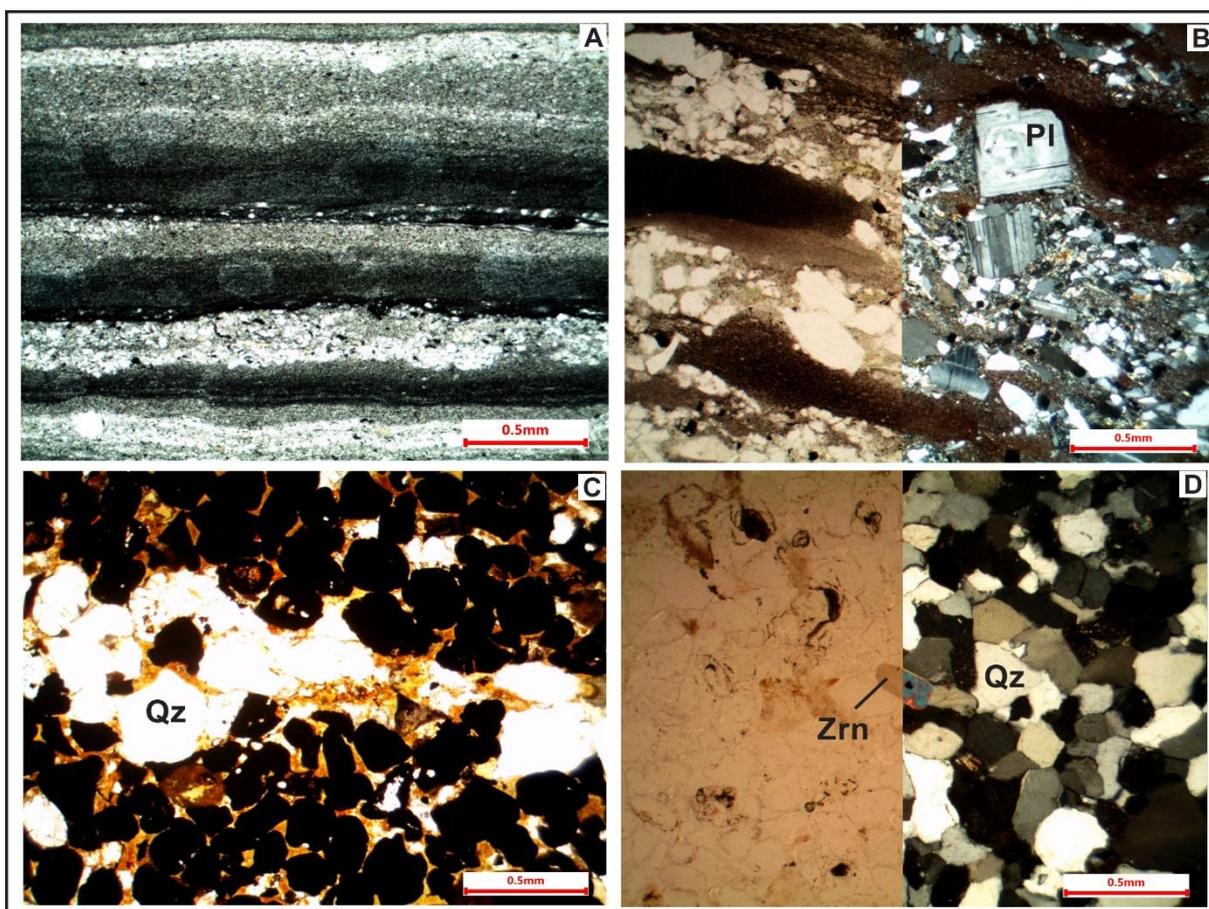
No Grupo Maricá ocorre o predomínio de argilitos, siltitos e arenitos finos, principalmente na forma de ritmitos com alternância de camadas argilosas, siltosas e arenosas (Figs. 16A e 16B). No arcabouço dessas rochas geralmente há presença de quartzo policristalino, feldspato alcalino, plagioclásio e em menor proporção magnetita e zircão (Figs. 16C e 16D). Biotita encontra-se em estágio avançado de cloritização e calcita e epidoto ocorrem na matriz e/ou cimentando os clastos. O feldspato alcalino ocorre como cristais pequenos subédricos, apresentando processo de caulínização. O plagioclásio aparece já bastante sericitizado. Essas rochas apresentam estratificação plano paralela, arredondamento que varia de baixo à médio e esfericidade baixa. Em menor quantidade ocorrem conglomerados, com clastos bem arredondados e com esfericidade média. Os clastos são compostos por andesitos, ritmitos e granitos. Pontualmente os conglomerados mostram porções em que observam-se camadas milimétricas a centimétricas ricas em minerais opacos de alta densidade (Fig. 16C). As rochas sedimentares submetidas à recristalização por decorrência do metamorfismo de contato das intrusões subvulcânicas relacionadas ao magmatismo das formações Hilário e Acampamento Velho mostram típicas feições metamórficas, como grãos com sobrecrecimento das bordas, resultando em um arranjo poligonal e conseqüente redução da porosidade (Fig. 16D). Por conta da significativa presença de grãos de plagioclásio, provavelmente possuem uma área fonte tipicamente vulcanogênica.

8.2.2 – Formação Hilário (Grupo Bom Jardim)

Na Formação Hilário ocorrem derrames andesíticos com textura porfirítica marcada pela presença de fenocristais tabulares de hornblenda e plagioclásio alongado e subédrico, cujo teor de An₄₅, estimado pelo ângulo de extinção, sugere

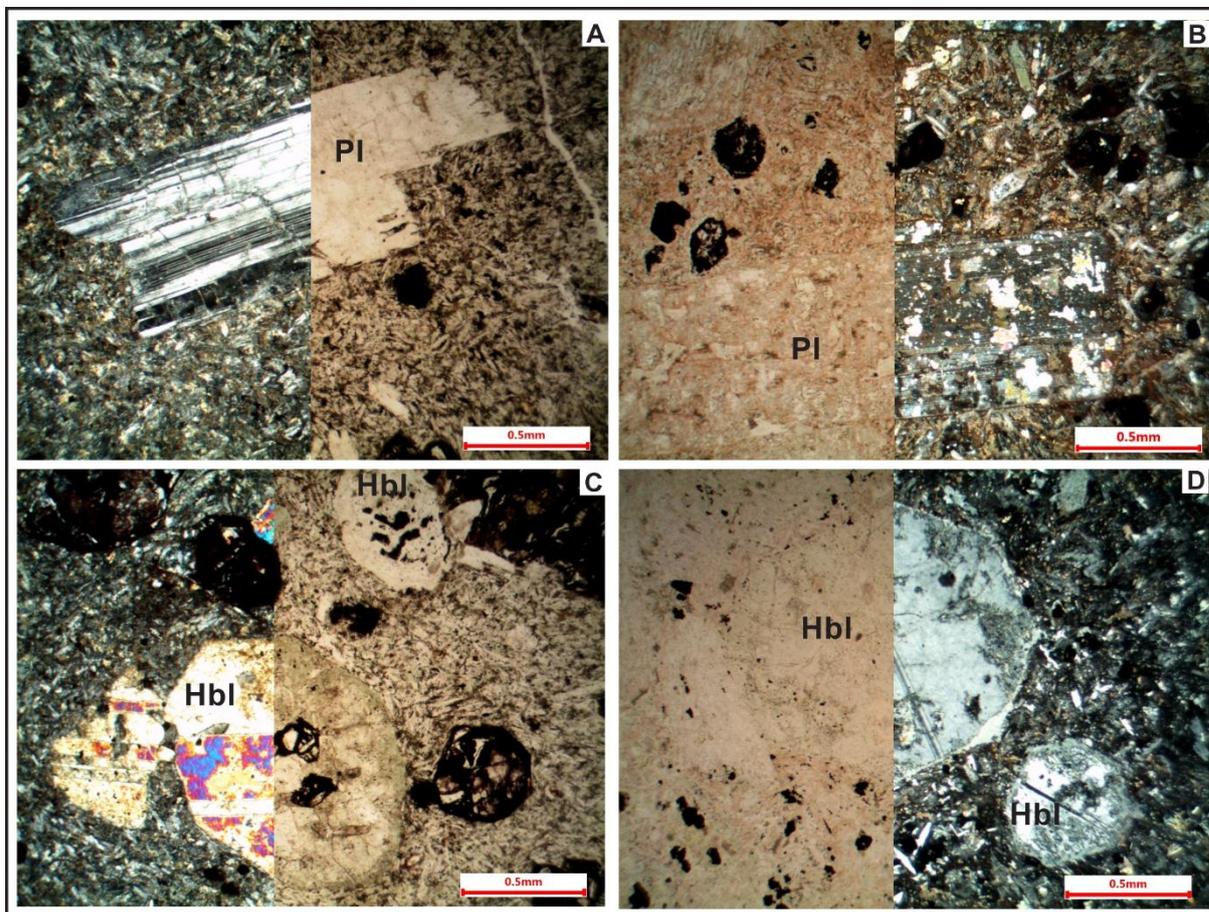
tratar-se de andesina. O plagioclásio está presente também na matriz, como uma segunda família de tamanho menor (Figs. 17A e 17B). Apresentam-se bem mais preservados em comparação aos máficos, estando também em processo de sericitização. A hornblenda é o principal mineral máfico, apresentando macla simples e um grau considerável de alteração para clorita (Figs. 17C e 17D). Como minerais secundários, ocorrem a biotita em processo de alteração para clorita, além de epidoto e calcita. A clorita também está presente na matriz, como mineral de alteração, podendo ter sido gerada por processo de propilitização, indicando alteração hidrotermal. Entre os minerais acessórios, estão a magnetita, o zircão e os minerais opacos.

Figura 16 – Fotomicrografias das rochas sedimentares do Grupo Maricá na região da Serrinha. A) Ritmito com alternância de camadas argilosas (escuras) e siltosas (claras). Nicóis perpendiculares; B) Arenito mal selecionado com lentes argilosas e clastos de plagioclásio (Pl). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Arenito com clastos de minerais opacos e quartzo (Qz). Nicóis paralelos; D) Arenito recristalizado. Ao centro observa-se um cristal de zircão (Zrn). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita).



Fonte: autor.

Figura 17 – Fotomicrografias das rochas vulcânicas da Formação Hilário na região da Serrinha. A) Fenocristal de plagioclásio (Pl). Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); B) Fenocristais de plagioclásio (Pl) e minerais opacos. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Fenocristais de hornblenda (Hbl) em seção basal e minerais opacos. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); D) Fenocristais de hornblenda (Hbl) em seção basal. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita).



Fonte: autor.

8.2.3 – Formação Acampamento Velho (Grupo Santa Bárbara)

Na Formação Acampamento Velho ocorrem quatro diferentes formas de ocorrência dos litotipos: depósitos piroclásticos, lavas riolíticas, rochas riolíticas subvulcânicas (diques) e diabásios (diques). A maioria das rochas félsicas (e ácidas) vulcânicas encontram-se em um estágio avançado de devitrificação, marcado pela transformação do material vítreo (matriz e púmices) em um arranjo quartzo-feldspático microcristalino. Estágios intermediários da devitrificação incluem fraturas perlíticas e esferulitos. Essas estruturas atestam uma significativa espessura (dezenas de metros) dos derrames e fluxos, em cujo interior a devitrificação ocorre.

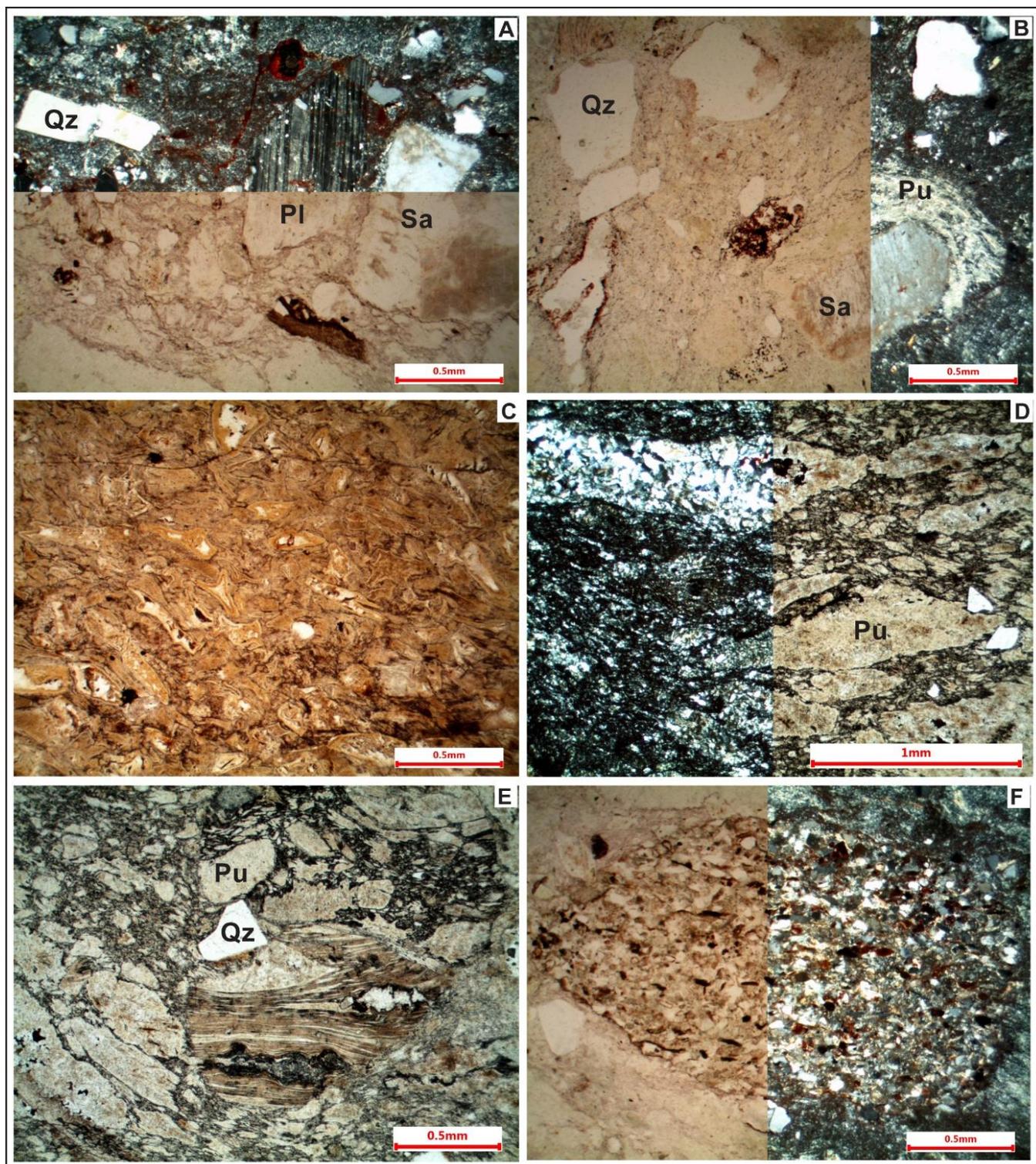
8.2.3.1 – Formação Acampamento Velho: depósitos piroclásticos

Os depósitos piroclásticos são compostos por ignimbritos com soldagem de baixa à alta, variando granulometricamente entre tufo e lapilito. São rochas porfiríticas, cujos componentes juvenis são representados por cristaloclastos de sanidina, quartzo, plagioclásio e muscovita (Figs. 18A e 18B), além de púmices com até 2cm. Como mineralogia acessória é comum a ocorrência de zircão. A matriz é formada por vidro vulcânico com presença de *shards* (Fig. 18C). Sanidina tem formato subédrico, com tamanho médio de 0,5mm, as vezes alterada para caulinita. O quartzo ocorre como cristaloclastos com tamanho de até 1mm, como também em consequência da devitrificação do vidro vulcânico, ocasionando a formação de quartzo microcristalino. As texturas eutaxítica (*fiamme*) e parataxítica são marcadas pelo achatamento dos púmices com uma razão de achatamento geralmente de 1:5 (Fig. 18D) e espessura em torno de 0,1mm, denotando graus de soldagem que variam de baixo à alto. Ocorrem esferulitos com tamanho médio de 0,2mm. Há presença de litoclastos cognatos de riolitos e ignimbritos (Fig. 18E) e acessórios de andesitos, quartzitos e arenitos (Fig. 18F).

8.2.3.2 – Formação Acampamento Velho: lavas riolíticas

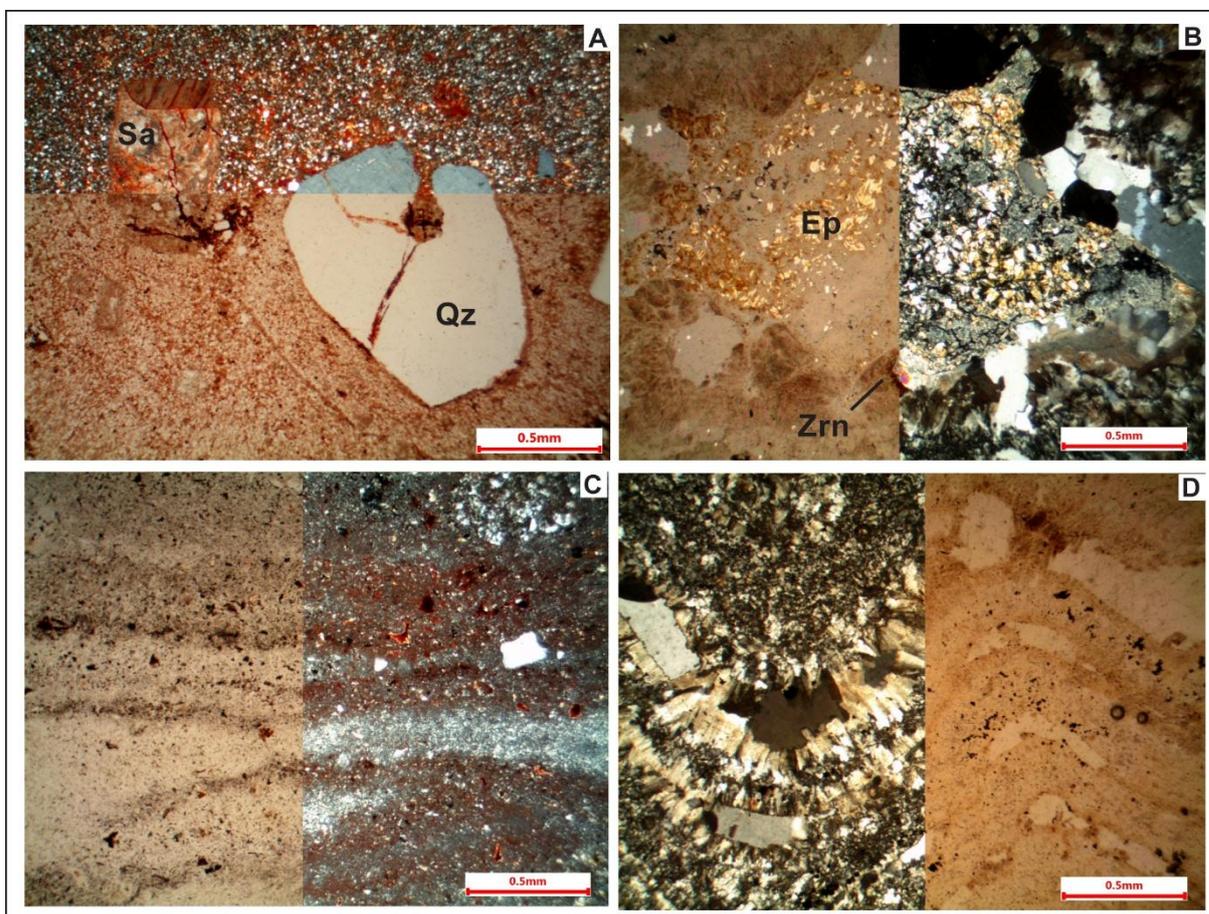
A sequência piroclástica é coberta por depósitos efusivos, na forma de lavas riolíticas porfiríticas com fenocristais de sanidina, plagioclásio e quartzo anédricos à subédricos milimétricos (Fig. 19A). A sanidina tem em média de 2 a 4mm, apresenta macla Carlsbad e, por vezes, pertitas e feições de reabsorção, alterando-se para caulinita. O quartzo tem tamanho médio de 1mm, possui intenso faturamento na maior parte das vezes, e com textura glomeroporfirítica e embaiamento (Fig. 19A). A matriz é afanítica ou com intensa devitrificação com quartzo microcristalino em formato fibrorradiado (esferulitos). Há presença de zircão na matriz com tamanho entre 0,5 e 1mm, em formato anédrico (Fig. 19B). É possível também encontrar cristais anédricos de plagioclásio com 0,2mm e comumente alterado para sericita. A clorita e o epidoto estão presentes como minerais de alteração, provavelmente de minerais máficos (Fig. 19B). Biotita aparece em formato anédrico, também alterada para clorita. Minerais opacos também ocorrem e geralmente são anédricos. É comum nesses riolitos estruturas de movimento de lava, como foliação de fluxo milimétrica bem marcada (Fig. 19C) e dobras de fluxo suaves a fechadas (Fig. 19D).

Figura 18 – Fotomicrografias dos ignimbritos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Cristaloclastos de quartzo (Qz), sanidina (Sa) e plagioclásio (Pl). Nicóis paralelos (abaixo) e perpendiculares (acima); B) Cristaloclastos de quartzo (Qz) e sanidina (Sa) e púmice (Pu). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Matriz de ignimbrito composta por *shards*. Nicóis paralelos; D) Púmices achatados (Pu) e devitrificados. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); E) Cristaloclasto de quartzo (Qz), púmices (Pu) e litoclasto cognato de ignimbrito (ao centro). Nicóis paralelos; F) Litoclasto acessório de arenito. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita).



Fonte: autor.

Figura 19 – Fotomicrografias dos derrames riolíticos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Fenocristais de quartzo (Qz, reabsorvido) e sanidina (Sa). Nicóis paralelos (abaixo) e perpendiculares (acima); B) Epidoto (Ep) e zircão (Zr, porção inferior). Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); C) Riolito vítreo com foliação de fluxo. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita); D) Riolito devitrificado com dobra de fluxo. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda).

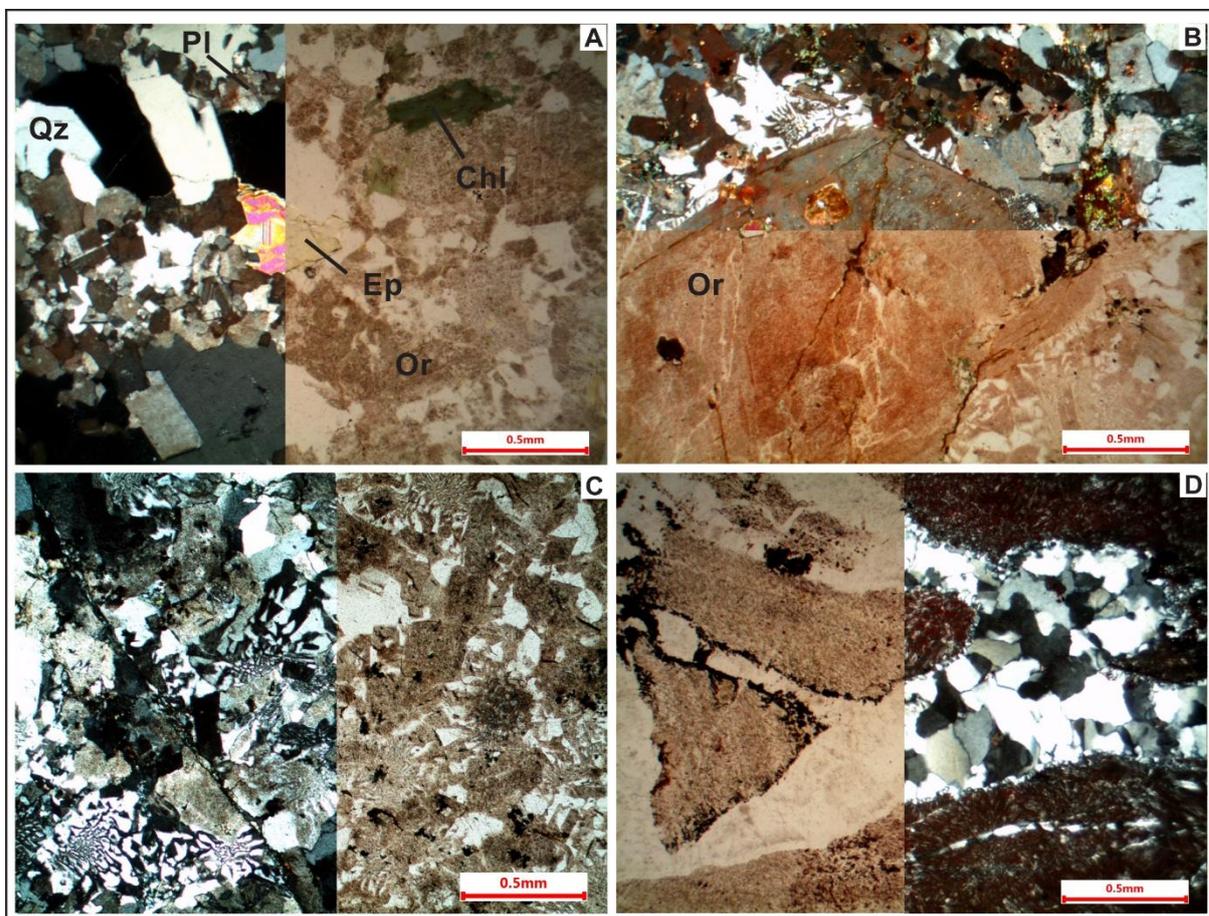


Fonte: autor.

8.2.3.3 – Formação Acampamento Velho: riolitos subvulcânicos

Os riolitos subvulcânicos ocorrem de duas maneiras: como diques e domos. São rochas porfíricas a equigranulares, cuja mineralogia essencial é dada por cristais de quartzo, feldspato potássico (ortoclásio e/ou sanidina) e plagioclásio (Fig. 20A). Nos termos porfíricos, ocorrem fenocristais de ortoclásio e quartzo, com até 2mm (Fig. 20B). Ocorre epidoto e clorita, possivelmente relacionados à alteração de hornblenda (Fig. 20A). Zircão é o principal mineral acessório (Fig. 20B). Comumente possuem textura micrográfica, dada por um intercrescimento de quartzo e ortoclásio na matriz (Fig. 20C). Os riolitos dos diques geralmente são rochas maciças, enquanto aqueles dos domos mostram foliações e dobras de fluxo, além de porções auto-brechadas, com textura jig saw-fit (Fig. 20D).

Figura 20 – Fotomicrografias dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Quartzo (Qz), ortoclásio (Or), plagioclásio (Pl), epidoto (Ep) e clorita (Chl). Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); B) Fenocristal de ortoclásio (Or). Nicóis paralelos (abaixo) e perpendiculares (acima); C) Textura micrográfica. Nicóis paralelos (direita) e perpendiculares (esquerda); D) Riolito com textura jig saw-fit. Nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita).

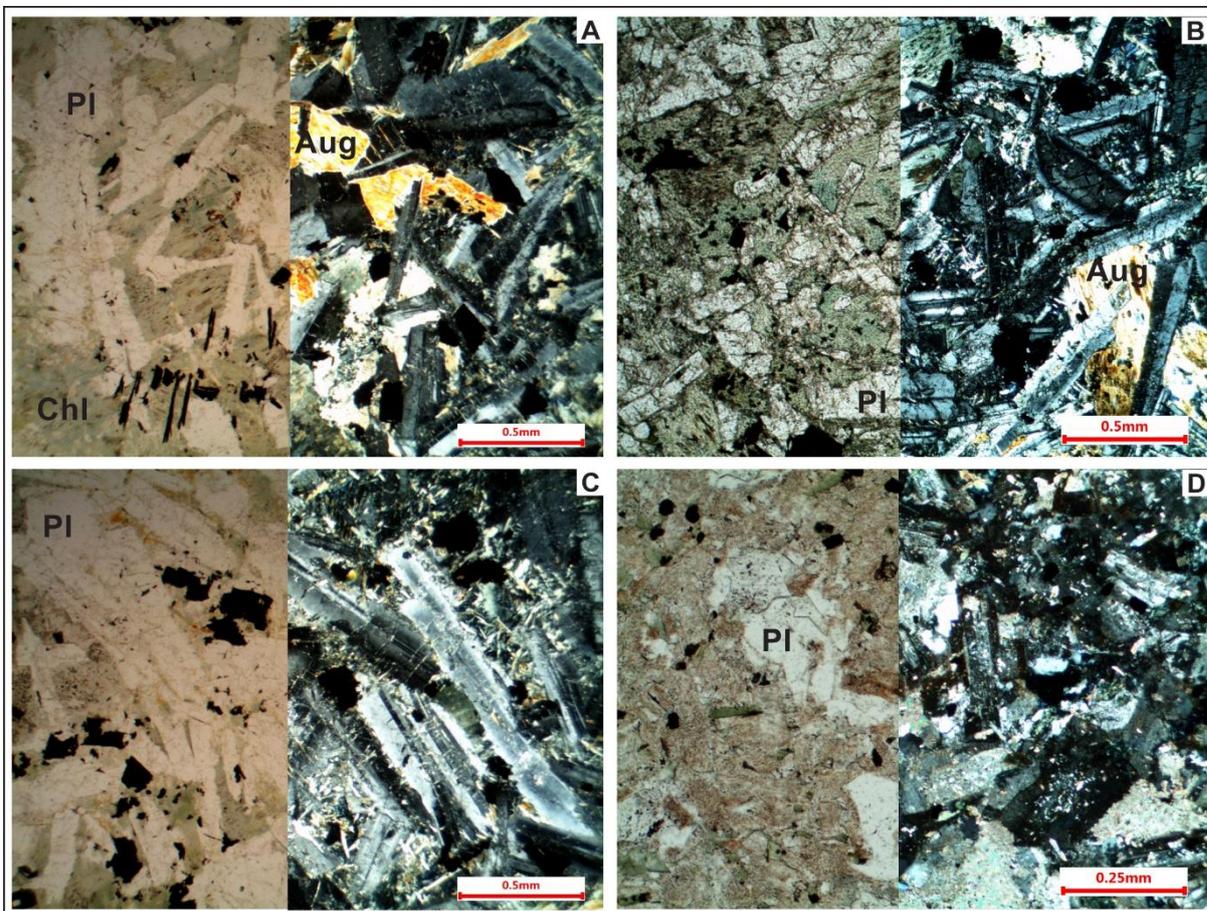


Fonte: autor.

8.2.3.4 – Formação Acampamento Velho: diabásios

Os diques básicos ocorrem de forma pouco abundante na região da Serrinha, na forma de diabásios e subordinadamente gabros. São rochas porfíricas à equigranulares, finas a médias. Possuem fenocristais de plagioclásio (An_{55}), muitas vezes com zonação química, típica de rochas subvulcânicas de resfriamento rápido (Figs. 21A e 21B). Seu principal mineral máfico é a augita (Figs. 21A e 21B) e, além dela, observam-se minerais opacos anédricos, em alguns casos com hábito acicular (Fig. 21A). Clorita ocorre como mineral de alteração (Figs. 21A a 21D).

Figura 21 – Fotomicrografias dos diabásios da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. A) Cristais de plagioclásio (Pl) , augita (Aug), opacos e clorita (Chl); B) Cristais de plagioclásio (Pl), alguns com zonação química e augita (Aug); C) Cristais de plagioclásio (Pl) e opacos; D) Cristais de plagioclásio (Pl) e opacos. Todas fotomicrografias foram obtidas com nicóis paralelos (esquerda) e perpendiculares (direita).
0.5mm
0.5mm
0.5mm
0.25mm



Fonte: autor.

8.3 QUÍMICA MINERAL

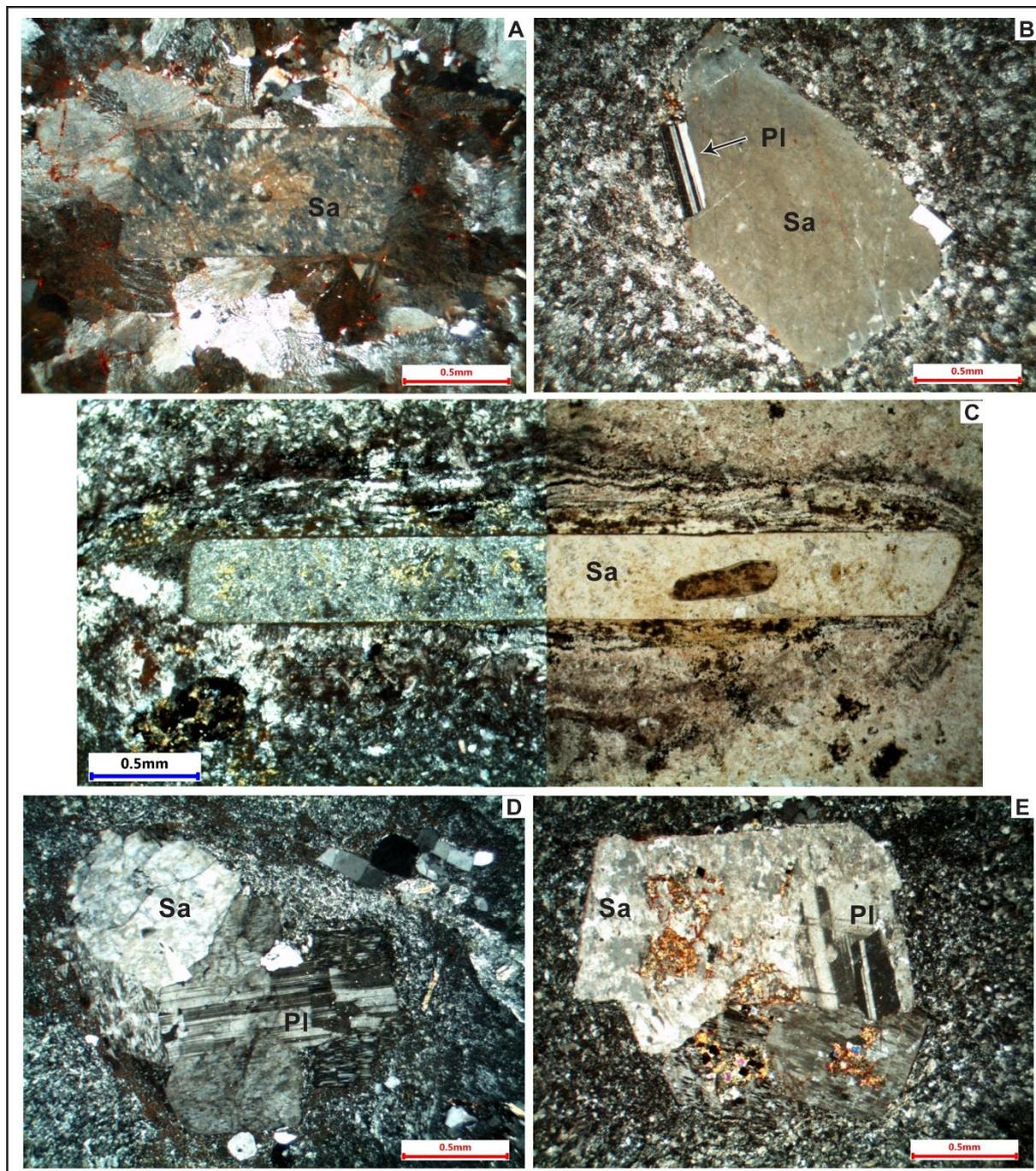
Foram alvo de estudos de química mineral os feldspatos de seis lâminas petrográficas de rochas ácidas da Formação Acampamento Velho: um derrame riolítico (amostra VL 17), três ignimbritos (amostras VL 15, VL 144 e VL 337) e dois riolitos subvulcânicos (amostras VL 27 e VL 29).

Os feldspatos (sanidina, ortoclásio e plagioclásios) compõem parte essencial da mineralogia das rochas ácidas da Formação Acampamento Velho. Ocorrem predominantemente como fenocristais de sanidina, euédricos a subédricos de hábito tabular, originados nos estágios de cristalização precoce nas câmaras magmáticas, além de micrólitos da matriz das rochas vulcânicas cristalizadas em ambiente subaéreo. Boa parte dos feldspatos possuem grau moderado de alteração, parcialmente argilizados ou calcitizados, provavelmente por processos hidrotermais e/ou meteóricos (Fig. 22).

Na maioria das análises observou-se a ocorrência, de forma subordinada, de composições equivalentes à albita. Essas composições com baixo teor da molécula de An não devem representar um processo de cristalização, e sim de exsolução de sódio em sanidinas, com a geração de lamelas, ou ainda, podem refletir processos de transformação hidrotermal e/ou meteóricos do plagioclásio originalmente mais cálcico (*cf.* PERRING *et al.*, 1989; NEMEC, 1966). Durante a atuação desses processos, a ação de voláteis, principalmente CO₂, podem retirar o cálcio dos plagioclásios, precipitando-o como uma fina película de carbonato sobre ou entre os minerais. Processos similares foram observados por Lima & Nardi (1998) na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, em especial nos lamprófiros espessartíticos, os quais apontam para o domínio da albita (An₀₋₁₀).

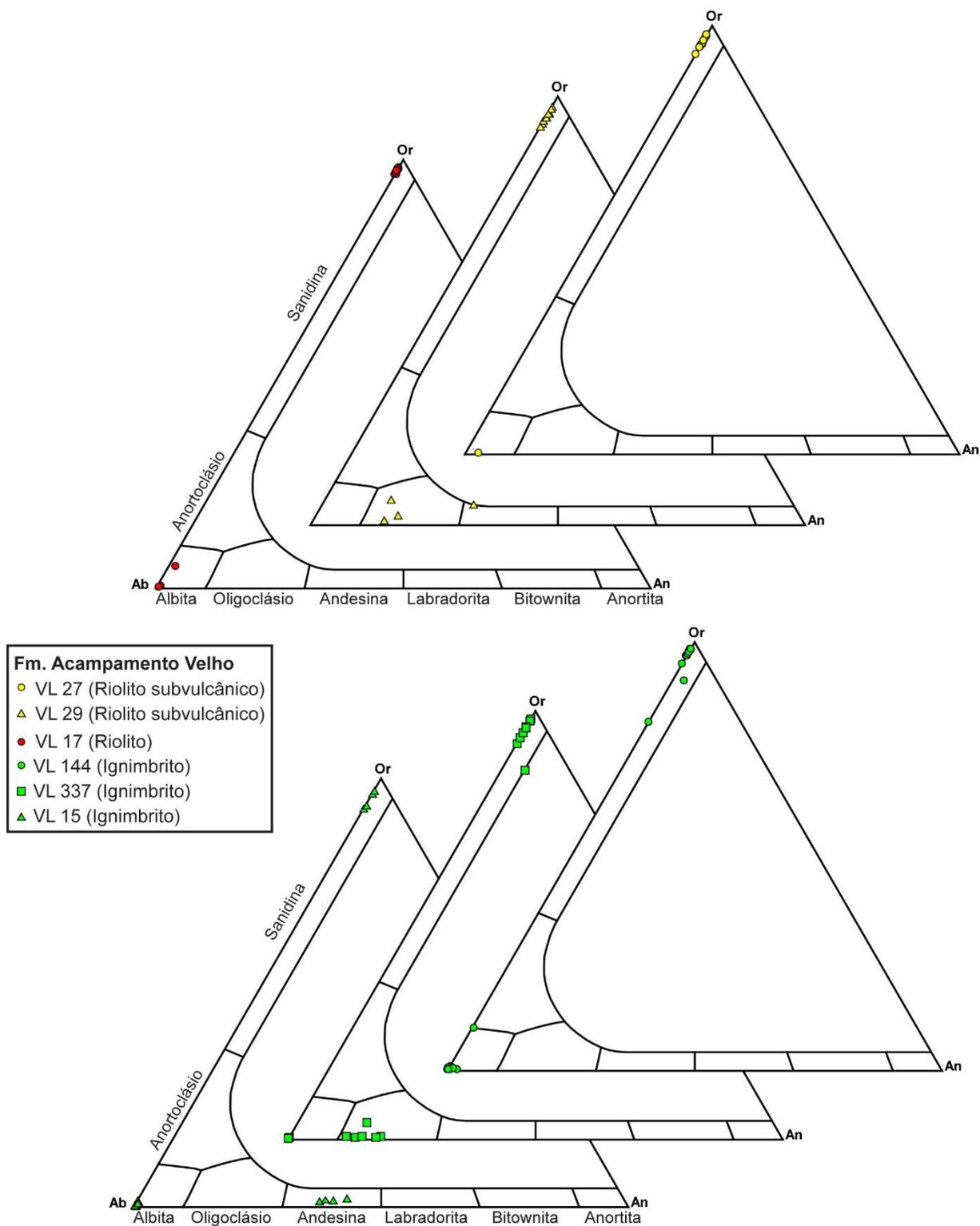
A figura 23 ilustra a proporção entre ortoclásio – Or (K), albita – Ab (Na) e anortita – An (Ca) segundo as séries de solução sólida dos feldspatos, conforme Deer; Howie; Zussman (1963) e Ribbe (1975). As fórmulas estruturais dos feldspatos foram recalculadas na base de 8 oxigênios (Tab. 2).

Figura 22 – Fotomicrografias dos feldspatos da Formação Acampamento. A) Riolito subvulcânico (VL 27); B) Ignimbrito (VL 144); C) Derrame riolítico (VL 4); D) Ignimbrito (VL 337); E) Ignimbrito (VL 15). Abreviações: Pl-plagioclásio; Sa-sanidina. Todas fotomicrografias obtidas com nicóis perpendiculares, com exceção da fig. 22C, cuja porção esquerda foi obtida a nicóis perpendiculares e a direita a nicóis paralelos.



Fonte: autor.

Figura 23 – Diagramas ternário ortoclásio – Or (K), albita – Ab (Na) e anortita – An (Ca), com análises por microsonda dos feldspatos da Formação Acampamento Velho da região da Serrinha.



Fonte: modificado de Deer; Howie; Zussman. (1963) e Ribbe (1975).

Tabela 2 – Composição química de feldspatos representativos da Formação Acampamento Velho da região da Serrinha. Abreviações: alb-albita; olig-oligoclásio; and-andesina; sa-sanidina.

Formação Acampamento Velho																									
VL 15: Ignimbrito					VL 337: Ignimbrito				VL 144: Ignimbrito				VL 17: Riolito				VL 29: Riolito subvulcânico				VL 27: Riolito subvulcânico				
Ponto	15.2	15.4	15.6	15.20	337.2	337.4	337.9	337.15	144.2	144.6	144.11	144.21	17.1	17.9	17.15	17.18	29.4	29.7	29.12	29.15	27.2	27.4	27.9	27.13	
Tipo	and	and	sa	alb	sa	sa	alb	olig	sa	sa	alb	sa	sa	sa	alb	sa	olig	sa	sa	sa	sa	sa	sa	alb	
% em peso																									
SiO ₂	79,22	79,5	65,76	68,44	65,7	66,06	69,79	65,93	66,29	65,92	70	65,7	56,52	66,27	71,31	65,91	64,1	63,21	62,72	63,91	65,7	65,17	64,53	69,14	
Al ₂ O ₃	1,04	1,11	17,66	19,81	18,4	18,56	19,33	22,23	18,24	18,37	19,82	18,35	24,73	18,51	20	18,78	22,12	18,34	18,17	18,57	18,63	18,52	18,56	20,16	
MgO	3,93	3,78	0,04	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	2,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	8,84	8,91	0	0,02	0	0	0,03	2,98	0	0	0,04	0	0	0,06	0,1	0	2,83	0	0,03	0	0	0	0	0,55	
Fe ₂ O ₃	0,08	0	0	0,38	0,03	0	0,19	0	0,06	0,04	0,11	0,03	2,82	0,04	0,02	0	0	0,01	0,05	0,05	0,02	0,19	0,13	0,09	
BaO	0	0,06	0,02	0	0	0,08	0	0	0	0	0,02	0	0	0,07	0	0	0	0,66	0,9	0,88	0,08	0,28	0,21	0	
Na ₂ O	8,14	6,5	0,26	11,13	0,15	0,35	11,14	9,54	0,32	0,19	11,14	0,2	0,17	0,28	10,27	0,24	9,05	0,37	0,45	0,38	0,38	0,35	0,19	10,92	
K ₂ O	0,3	0,4	16	0,08	18,56	15,76	0,11	0,17	16,36	16,52	0,21	16,23	11,18	16,04	0,09	16,4	0,2	15,3	15,4	15,4	16,4	16,22	16,42	0,1	
Total	101,5	100,2	99,74	99,86	100,8	100,8	100,6	100,8	101,3	101	101,3	100,6	98,17	101,3	101,8	101,3	98,3	97,87	97,71	99,19	101,2	100,7	100	101	
Cátions na base de 8 oxigênios																									
Si	3,45	3,48	3,04	2,99	3,01	3,01	3,02	2,87	3,02	3,01	3,01	3,01	2,65	3,01	3,03	3	2,86	2,99	2,98	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
Al	0,05	0,06	0,96	1,02	0,99	1	0,97	1,14	0,98	0,99	1	0,99	1,37	1	1	1	1,16	1,02	1,02	1,02	1	1	1,01	1,03	
Mg	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	0,41	0,42	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0,02	
Fe	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	
Ba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,02	0	0	0	0	
Na	0,69	0,55	0,02	0,94	0,01	0,03	0,93	0,8	0,03	0,02	0,93	0,02	0,01	0,02	0,85	0,02	0,78	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,91	
K	0,02	0,02	0,94	0	0,97	0,92	0,01	0,01	0,95	0,96	0,01	0,95	0,67	0,93	0	0,95	0,01	0,92	0,93	0,92	0,95	0,95	0,97	0	
Soma	4,88	4,78	4,97	4,97	4,98	4,96	4,96	4,96	4,98	4,98	4,96	4,97	5	4,97	4,9	4,98	4,95	4,98	4,99	4,98	4,99	4,99	5	4,96	
Ab	61,59	55,57	2,39	99,46	1,36	3,25	99,18	84,41	2,86	1,71	98,59	1,85	2,25	2,6	98,86	2,15	84,22	3,53	4,26	3,58	3,38	3,18	1,73	96,74	
Or	1,45	2,21	97,61	0,46	98,64	96,75	0,67	0,99	97,14	98,29	1,23	98,15	97,75	97,11	0,55	97,85	1,24	96,47	95,6	96,42	96,62	96,82	98,27	0,57	
An	36,96	42,22	0	0,08	0	0	0,15	14,6	0	0	0,18	0	0	0,3	0,58	0	14,53	0	0,14	0	0	0	0	2,69	

Fonte: autor.

8.3.1 – Formação Acampamento Velho: depósitos piroclásticos

Os ignimbritos (amostras VL 15, VL 144 e VL 337) possuem fenocristais de sanidina e plagioclásio como representante dos feldspatos alcalinos. A matriz dessa rocha é composta por um arranjo micrográfico de quartzo e feldspato. Porém, devido ao tamanho, apenas os fenocristais puderam ser analisados. Os fenocristais de sanidina encontram-se moderadamente alterados e são subédricos a anédricos (Figs. 22B, 22D e 22E). Possuem composição Or_{82-99} , Ab_{1-18} , An_{0-5} (Fig. 23), com eventuais lamelas de exsolução de composição sódica (Or_{0-2} , Ab_{97-99} , An_{0-2}). Na amostra VL 15 foram analisados 4 cristais com composição equivalente aos plagioclásios da espécie andesina (Or_{1-2} , Ab_{56-62} , An_{37-42}). Na amostra VL 337 foram analisados 6 cristais com composição de plagioclásio do tipo oligoclásio (Or_{1-4} , Ab_{80-88} , An_{11-18}).

8.3.2 – Formação Acampamento Velho: lavas riolíticas

O derrame riolítico (amostra VL 17) possui fenocristais euédricos de sanidina, além do plagioclásio. Apenas as sanidinas puderam ser analisadas, as quais possuem composição Or_{97-98} , Ab_{2-3} , An_0 (Fig. 22C), eventualmente com algumas lamelas de exsolução de composições sódicas (Or_{1-5} , Ab_{93-99} , An_{0-1}).

8.3.3 – Formação Acampamento Velho: riolitos subvulcânicos

Os riolitos subvulcânicos (amostras VL 27 e VL 29) possuem fenocristais de ortoclásio como representante dos feldspatos alcalinos. Além de ocorrerem como fenocristais, estão distribuídos na matriz, com tamanhos de até 1mm (Fig. 22A). Os feldspatos estão parcialmente argilizados e sericitizados. O ortoclásio possui composição Or_{93-98} , Ab_{2-7} , An_0 (Fig. 23), com raras (apenas uma análise, na amostra VL 27) lamelas de exsolução de composição sódica ($Or_{0,6}$, $Ab_{96,7}$, $An_{2,7}$). Na amostra VL 29 foram analisados 4 cristais com composição equivalente aos plagioclásios da espécie oligoclásio e andesina (Or_{1-6} , Ab_{64-84} , An_{13-31}).

8.4 LITOQUÍMICA

8.4.1 – Elementos maiores e traço

A partir da análise dos dados químicos das rochas vulcânicas efusivas, piroclásticas e subvulcânicas, é possível observar que todas têm um comportamento transicional entre as séries alcalina e subalcalina. Este comportamento é bem evidente no diagrama *Total Alkali x Silica* (TAS - LE BAS *et al.*, 1986) da figura 24A.

As rochas ígneas da região da Serrinha podem ser classificadas como pertencentes à série alcalina levemente saturada em sílica, subdividida em (a) alcalina potássica (shoshonítica), que normalmente possuem $K_2O > (Na_2O - 2)$, representadas por rochas intermediárias (andesitos) da Formação Hilário, e (b) alcalina sódica, correspondendo à rochas básicas (diabásio) e ácidas (ignimbritos, riolitos e riolitos subvulcânicos) da Formação acampamento Velho.

Nos diagramas de Harker, multielementos (Spider) e de Elementos Terras Raras (ETR), foram representados os campos representativos das concentrações dos elementos químicos das Formações Hilário e Acampamento Velho e da Suíte Intrusiva Ramada em outras áreas de ocorrência na Bacia do Camaquã, como na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul (LIMA & NARDI, 1998; LOPES *et al.*, 2014), no Cerro do Bugio (ALMEIDA *et al.*, 2002) e na porção principal do Platô da Ramada (SOMMER *et al.*, 2005; MATTÉ *et al.*, em prep.), para fins de comparação com as rochas da região da Serrinha.

8.4.1.1 – Formação Hilário (Grupo Bom Jardim)

Foram analisadas as composições químicas de seis amostras de derrames andesíticos da Formação Hilário, conforme mostra a tabela 3. Os valores de SiO_2 variam entre 49,91% e 56,66%, enquanto que o valor de álcalis ($Na_2O + K_2O$) somam um total entre 4,03% e 7,4%. Os valores de *LOI* (*Loss on ignition*), que estão entre 1,24% e 2,37%, são relativamente baixos, e denotam que o total de álcalis provavelmente não teve uma alteração muito grande devido ao intemperismo.

A natureza moderadamente alcalina dos andesitos é denotada também pelos diagramas R1-R2 (DE LA ROCHE *et al.*, 1980) e Zr/TiO₂ vs. SiO₂ (WINCHESTER & FLOYD, 1977), das figuras 24B e 24C, onde essas rochas plotam em campos transicionais entre rochas alcalinas e subalcalinas.

O caráter shoshonítico dos andesitos torna-se mais evidente através do uso do diagrama *sliding normalization* (LIÉGEOIS *et al.*, 1998), o qual utiliza a média dos elementos imóveis Zr-Ce-Sm-Y-Yb vs. Rb-Th-U-Ta, normalizados pela série Yenchichi-Telabit (NYTS) (Fig. 25A).

As concentrações de Al₂O₃ e MgO variam, respectivamente, de 14,35 a 17,62% e 4,63 a 5,54%. FeO_t varia de 8,7 a 9,49% e Zr é relativamente baixo, de 172 a 261 ppm (Tab. 3 e figs. 26 e 27), típico de rochas shoshoníticas. O comportamento do CaO e do Al₂O₃ sugere fracionamento de plagioclásio e o do P₂O₅, fracionamento de apatita (Fig. 26).

O índice agpaítico (razão molar (mNa₂O+mK₂O)/mAl₂O₃) está entre 0,39 e 0,72, e assim como o diagrama de Shand (MANIAR & PICCOLI, 1989), visto na figura 25B, conferem um caráter metaluminoso aos andesitos.

Nos diagramas de Harker (Figs. 26 e 27), utilizando a sílica (SiO₂) como índice de diferenciação, observa-se correlação negativa de FeO_t, MnO, CaO, Al₂O₃ e P₂O₅ e Y com a sílica, sugerindo processos de diferenciação magmática por cristalização fracionada, especialmente envolvendo piroxênio, magnetita, plagioclásio e apatita.

Normalizados ao NMORB de Sun & McDonough (1989), percebe-se um enriquecimento em elementos litófilos de íon grande (*large-ion lithophile elements – LILE*: Cs, Rb, Ba e K), ao passo que os conteúdos de Sr e elementos terras raras leves (ETRL) tendem a horizontalização, com valores próximos a 1 (Fig. 28A). O Nb mostra-se empobrecido se comparado ao K e aos ETRL, característica esta típica de magmas modificados por metassomatismo relacionado a subducção prévia (KELEMEN; SHIMIZU; DUNN, 1993).

Os andesitos possuem quantidade moderada de ETR ($\Sigma ETR = 138$ a 218 ppm) e, normalizados pelo condrito de Nakamura (1974), observa-se um moderado

enriquecimento de ETRL em relação aos elementos terras raras pesados (ETRP), sendo que o fracionamento é maior nos ETRL do que nos ETRP (Fig. 28B).

8.4.1.2 – Formação Acampamento Velho (Grupo Santa Bárbara)

Dentre as rochas da Formação Acampamento Velho, dois extremos composicionais puderam ser observados, um básico (diabásio) e outro ácido (ignimbritos e riolitos), corroborando inúmeros trabalhos da literatura que consideram o vulcanismo desta unidade como bimodal (e.g., SOMMER, 1994; WILDNER *et al.*, 1997; ZERFASS & ALMEIDA, 1997; ALMEIDA *et al.*, 2002).

As rochas ácidas da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha podem ser separadas em duas associações: riolitos efusivos (derrames)/ignimbritos e riolitos subvulcânicos, cujos teores de SiO₂ variam de 75,03 a 84,75% nas primeiras e levemente inferior nas segundas, de 71,44 a 76,06%. As razões K₂O/Na₂O de ambas variam entre 0,39 e 2,08, características típicas de associações alcalinas sódicas (PEARCE; HARRIS; TINDLE, 1984; WHALEN; CURRIE; CHAPPELL, 1987; NARDI, 2015). Entretanto, os valores de K₂O e Na₂O podem estar ligeiramente modificados, pois por tratarem-se de elementos fortemente móveis, podem terem sido extraídos por processos de alteração pós-magmáticos (LEAT *et al.*, 1986), como a devitrificação (LIPMAN, 1965) ou o hidrotermalismo.

8.4.1.2.1 – Formação Acampamento Velho: depósitos piroclásticos e lavas riolíticas

Compreendem rochas cujos teores de SiO₂ situam-se entre 75,03 e 84,75%. Os conteúdos de álcalis (Na₂O+K₂O) situam-se entre 4,89 e 8,83%, com média de 8%. O índice agpáitico mostra valores entre 0,49 e 1,02, com média 0,94, e no diagrama de Shand (MANIAR & PICCOLI, 1989) as razões entre alumina e álcalis se concentram próximo a 1, constatando uma tendência peraluminosa a peralcalina para essas rochas. No diagrama R1-R2 (DE LA ROCHE *et al.*, 1980) essas rochas

plotam no campo dos álcali-riolitos, e no diagrama Zr/TiO_2 vs. SiO_2 (WINCHESTER & FLOYD, 1977) no campo dos riolitos, próximo ao campo dos comenditos/panteleritos (Figs. 24B e 24C). No diagrama FeO_t vs. Al_2O_3 (MACDONALD, 1974) plotam no campo dos comenditos (Fig. 25C).

Normalizadas pelo ORG (PEARCE; HARRIS; TINDLE, 1984; Fig. 28C), as rochas ácidas apresentam enriquecimento nos elementos mais incompatíveis. Observa-se também uma forte anomalia negativa em Ba, acompanhada de anomalias negativas menos expressivas em Ce e anomalias positivas de Rb e Y. As rochas ácidas possuem teores baixos de ETR ($\Sigma ETR = 71,73$ a $288,71$ ppm). Quando normalizadas pelo condrito de Nakamura (1974), conforme figura 28D, observa-se que o fracionamento entre ETRL e ETRP em geral é baixo, com razões La_N/Yb_N que variam de 0,09 a 3,94 (Tabs. 3 e 4). De um modo geral, o fracionamento dos ETRL é maior que o dos ETRP, com razões La_N/Sm_N mais altas (0,45 a 2,48) que as razões Tb_N/Lu_N (0,66 a 1,29). Também observa-se uma forte anomalia negativa em Eu.

8.4.1.2.2 – Formação Acampamento Velho: Riolitos subvulcânicos

As rochas riolíticas subvulcânicas possuem composições químicas muito semelhantes aos riolitos efusivos e ignimbritos. Porém, manifestam-se na forma de intrusões rasas, como diques e soleiras e mostram-se rochas levemente menos diferenciadas, pois seus teores de SiO_2 variam de 71,65 a 76,06%. Os conteúdos de álcalis (Na_2O+K_2O) situam-se entre 8,24% e 8,57%. O índice alagáutico mostra valores entre 0,83 e 0,9 e no diagrama de Shand (MANIAR & PICCOLI, 1989) as razões entre alumina e álcalis se concentram levemente acima de 1, mostrando terem um caráter levemente metaluminoso. No diagrama R1-R2 (DE LA ROCHE *et al.*, 1980) essas rochas plotam no campo dos riolitos (Fig. 24B). No diagrama FeO_t vs. Al_2O_3 (MACDONALD, 1974) plotam no campo dos comenditos (Fig. 25C).

Quando normalizadas pelo ORG (PEARCE; HARRIS; TINDLE, 1984; Fig. 26C), os riolitos subvulcânicos possuem um comportamento que permite diferenciá-los mais nitidamente dos riolitos efusivos e ignimbritos, onde a anomalia negativa em Ba é ausente e a anomalia em Ce é positiva. A anomalia positiva de Rb é mais

suave e em Y é ausente. Essas rochas possuem teores moderados de ETR ($\Sigma\text{ETR} = 188,22$ a $288,68$ ppm) e quando normalizadas pelo condrito de Nakamura (1974; Fig. 26D) observa-se que o fracionamento entre ETRL e ETRP é moderado, com razões La_N/Yb_N que variam de 7,9 a 20,44 (Tabs. 3 e 4), sendo o fracionamento dos ETRL maior que o dos ETRP, com razões La_N/Sm_N mais altas (4,74 a 7,07) que as razões Tb_N/Lu_N (0,97 a 1,45). A anomalia negativa em Eu é muito mais suave do que nos riolitos efusivos e ignimbritos.

8.4.1.2.3 Formação Acampamento Velho: diabásios

Apenas uma amostra de rocha básica pode ser analisada quimicamente. Possui teor de SiO_2 de 46,95% e álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) de 3,94% (Tab. 3). Seu teor de K_2O é ligeiramente menor que ($\text{Na}_2\text{O} - 2$) e a razão $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ de 0,32 permite caracterizá-la como uma rocha de afinidade alcalina sódica. A natureza alcalina também é observada nos diagramas de classificação TAS, R1-R2 (DE LA ROCHE *et al.*, 1980) e Zr/TiO_2 vs. SiO_2 (WINCHESTER & FLOYD, 1977), ilustrados nas figuras 24A, 24B e 24C.

O índice agpaítico é de 0,39, e o diagrama de Shand (MANIAR & PICCOLI, 1989), conforme figura 25B, sugere um caráter metaluminoso.

Possui conteúdo de Ba de 469 ppm, Nb de 12 ppm, Y de 27 ppm e Zr de 207 ppm (Tab. 3 e figs. 26 e 27).

Há um moderado enriquecimento dos elementos traço incompatíveis, quando normalizado ao NMORB de Sun & McDonough (1989), conforme figura 28A, principalmente *LILE* e ETRL, com os elementos do Zr ao Lu tendendo a horizontalidade e próximo a 1. Observa-se ainda uma moderada anomalia negativa de Nb. O diabásio possui baixo teor de ETR ($\Sigma\text{ETR} = 132$ ppm). Normalizada pelo condrito de Nakamura (1974), conforme figura 28B, nota-se que há uma suave anomalia positiva de Eu, sugerindo processos cumuláticos ou de assimilação de plagioclásio. O leve enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP (razão La_N/Yb_N de 5,7), com baixo fracionamento entre ETRL e ETRP (La_N/Sm_N de 2,06; Eu_N/Yb_N de 2,75), é similar ao de basaltos moderadamente alcalinos (WILSON, 1989).

Tabela 3 – Composição química de amostras dos andesitos da Formação Hilário e de um diabásio e dos riolitos subvulcânicos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. Elementos maiores em peso % e traço em ppm.

Amostra	Formação Hilário					Formação Acampamento Velho				
	Andesitos					Diabásio	Riolitos subvulcânicos			
	VL 45	AP44	VL 53	VL 61	AP6	AP14	AP51	AP5	VL 29	VL 27
SiO ₂	49,91	53,41	55,42	55,49	56,66	46,95	71,44	71,63	71,65	76,06
TiO ₂	1,97	1,29	0,98	0,98	0,96	2,68	0,26	0,462	0,25	0,16
Al ₂ O ₃	16,28	17,62	14,56	14,98	14,35	15,35	13,08	12,55	13,58	12,27
FeOt	11,7	7,72	8,03	7,8	7,4	12,52	2,77	3,84	2,02	1,35
MnO	0,16	0,13	0,12	0,21	0,12	0,18	0,03	0,047	0,03	0,01
MgO	5,54	4,63	4,86	5,31	5,36	5,36	0,71	0,56	0,57	0,05
CaO	8,87	8,3	6,78	7,06	7,31	8,38	1,47	1,42	1,18	0,22
Na ₂ O	3,48	3,45	4,27	3,52	3,06	2,98	3,59	3,24	3,56	3,29
K ₂ O	0,55	1,16	3,13	2,63	2,65	0,96	4,73	5	5,01	5,24
P ₂ O ₅	0,42	0,28	0,33	0,34	0,31	0,52	0,06	0,09	0,08	0,04
LOI*	1,29	2,37	1,24	1,39	1,64	4,73	1,47	1,66	0,77	0,72
TOTAL	100,18	100,3	99,7	99,7	99,83	100,6	99,61	100,5	98,69	99,4
Ba	660	664	999	1157	977	469	1070	985	1071	433
Rb	13,4	54	94,2	48,9	76	24	155	88	117,5	161,4
Sr	465	600	603	669	646	625	206	149	222	32,3
Ta	0,7	0,5	0,69	0,64	0,7	0,8	1,7	1,3	1,1	1,86
Pb	8	7	16	18	23	< 5	23	23	29	29
Zn	92	70	59	69	90	100	40	80	29	15
Nb	15	7	2,7	12,3	10	12	12	13	12,9	23
Hf	6,2	3,7	5	4,9	4,5	4,4	4,4	6,5	4,4	7
Zr	261	172	182	189	186	207	173	285	152,3	223,3
Y	42	24	19	20	18	27	29	38	18	44
Th	2,74	1,8	10,27	10,07	9	1,5	10,2	15,5	9,28	16,76
U	0,37	0,4	2,61	3,03	2,9	0,4	3,1	3,6	1,93	3,6
Cr	177	140	524	486	520	60	60	70	45	45
Ni	121	60	209	129	120	50	< 20	< 20	12	13
La	43,2	25,8	49,5	45,7	41,2	21,4	42,4	67,5	55,2	61,6
Ce	83,1	53,8	93,4	88,5	83,6	49	77,7	128	94,5	115,8
Pr	9,05	6,5	9,11	8,64	9,56	6,21	8,12	13,1	7,84	10,56
Nd	41,7	27,2	40	38,4	38,2	27,2	29,1	45	29,4	40,1
Sm	9	5,7	7,8	7,5	7,3	6,4	5,5	8,2	4,8	7,4
Eu	2,78	1,86	2,14	2,08	1,88	2,41	0,9	1,12	0,98	0,44
Gd	8,4	5,4	6,4	6,5	5,7	6,3	5	6,8	4,7	6,7
Tb	1,4	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	1,1	0,6	1,1
Dy	7,8	4,6	3,9	3,8	3,9	5,5	4,8	6,9	3,2	7
Ho	1,5	0,9	0,7	0,7	0,6	1	1	1,4	0,6	1,5
Er	4,6	2,4	2,1	1,9	1,7	2,7	2,9	3,9	1,9	5,1
Tm	0,59	0,36	0,24	0,23	0,21	0,41	0,45	0,61	0,26	0,74
Yb	4	2,3	1,5	1,6	1,5	2,5	3,1	4,4	1,8	5,2
Lu	0,61	0,35	0,24	0,23	0,22	0,38	0,45	0,65	0,3	0,82

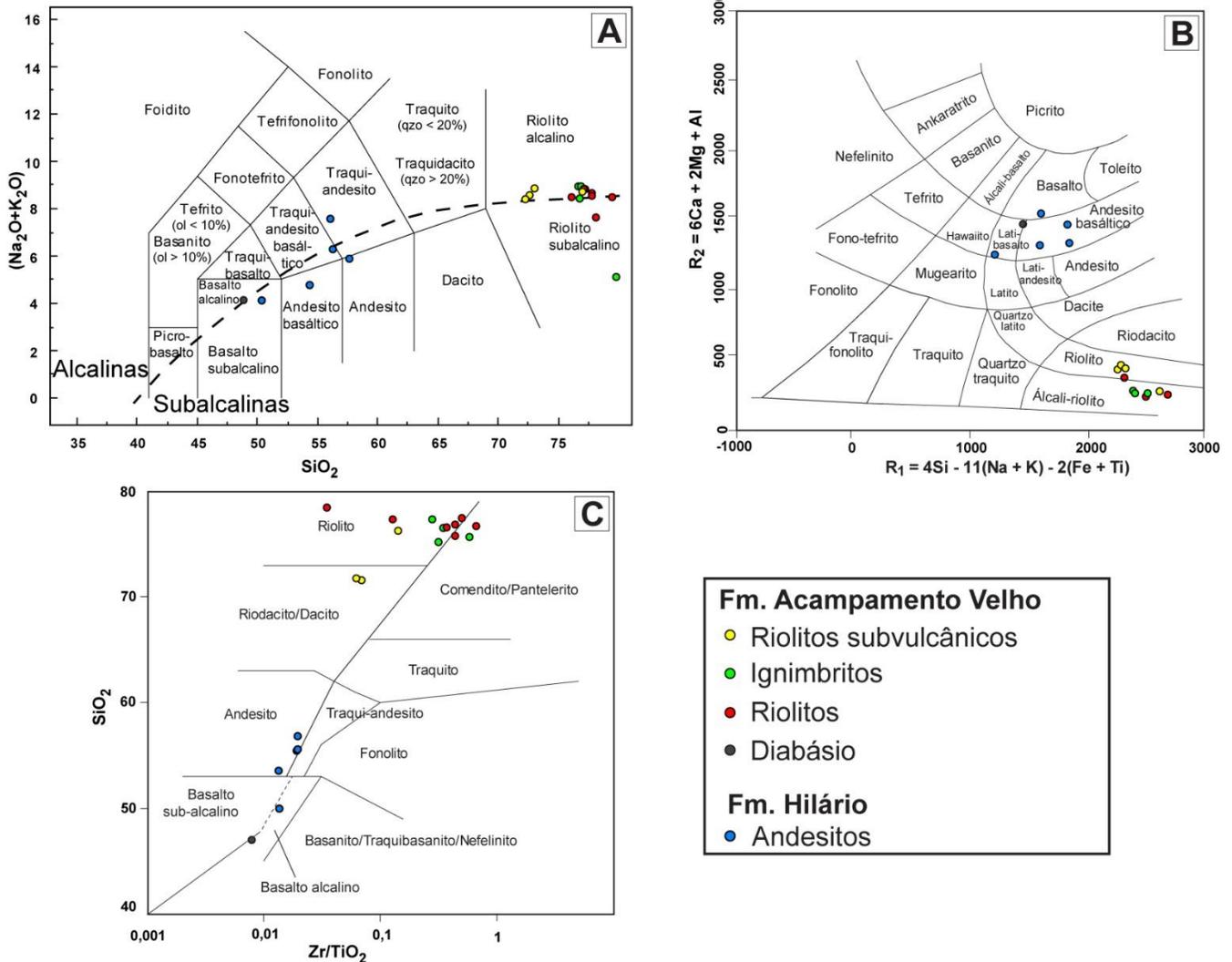
*LOI (Loss on ignition): perda ao fogo. Fonte: autor.

Tabela 4 – Composição química de amostras dos ignimbritos e riolitos da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha. Elementos maiores em peso % e traço em ppm.

Formação Acampamento Velho												
Amostra	Ignimbritos							Riolitos				
	VL 16	VL 206	VL 17	VL 251	VL 222	VL 95	VL 68	VL 173	VL 15	VL 240	VL 337	VL 294
SiO ₂	75,63	76,45	76,58	76,69	77,15	77,36	78,31	75,03	75,58	76,48	77,38	84,75
TiO ₂	0,09	0,06	0,04	0,07	0,06	0,09	0,6	0,09	0,05	0,07	0,06	0,03
Al ₂ O ₃	11,58	12,88	11,61	12,19	12,89	11,61	9,51	12,5	12,49	12,24	12,93	7,44
FeO _t	1,96	1,54	1,61	1,69	0,85	1,84	1,61	1,95	1,38	1,7	1,46	1,16
MnO	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,91	-0,41
MgO	0,03	0,01	0,09	0,01	0,14	0,01	0,03	0,01	0,05	0,01	0,16	-
CaO	0,05	0,97	0,07	0,01	0,03	0,08	0,01	0,03	0,19	0,08	0,11	0,07
Na ₂ O	3,81	6,08	4,71	4,19	2,43	3,59	0,1	4,17	4,5	4,63	1,88	0,12
K ₂ O	4,75	2,39	3,73	4,54	5,05	4,82	8,19	3,98	4,27	4,2	3,01	6,12
P ₂ O ₅	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
LOI*	0,29	0,32	0,39	0,45	1,13	0,35	0,5	0,93	0,43	0,34	0,94	0,57
TOTAL	98,21	99,83	99,58	99,87	99,77	99,77	98,35	98,71	98,96	99,76	100,92	100,58
Ba	35	0,8	29	20,3	305	31	45	14	39,9	14	99,1	13,9
Rb	123,4	103,6	178,6	162,7	166,6	101,4	322,9	144,1	196,2	167	210,7	244,4
Sr	14,2	1,6	27	2,7	31,2	35,4	8,3	2	13,1	3,5	38,4	1,9
Ta	2,84	3,15	4,56	2,69	2,23	2,6	2,27	2,58	3,69	2,88	5,12	2,78
Pb	23	39	43	24	11	11	57	31	53	57	43	43
Zn	21	79	97	93	9	28	16	73	55	43	121	14
Nb	36,7	49,5	72,6	34	21,5	39,9	30,7	42,6	43,1	44,9	72,1	59,3
Hf	15	9,9	14,5	10,7	3,4	15,3	8,7	10,6	11,5	9,8	10,9	7,4
Zr	395	218,9	265	303	76,4	456	203,3	285	290	247	167,3	127,9
Y	101	64	103	95	32	106	106	76	125	84	127	72
Th	15,01	14,26	17,8	10,08	10,85	14,92	12,72	13,52	15,64	14,65	19,68	11,47
U	3,66	1,43	2,4	1,65	2,25	3,8	1,46	1,29	2,42	2,06	2,35	1,7
Cr	52	33	48	24	26	42	35	34	37	32	46	58
Ni	66	11	9	13	24	23	15	13	9	0,1	15	15
La	3,4	14,1	15,8	3,3	9,6	16,7	25,5	9,6	25,1	55,6	1,7	7
Ce	9,1	24,4	28,2	19,6	22,2	36,4	54,4	37,6	41,2	100,9	6,9	18
Pr	1,18	2,59	4,64	0,78	2,51	3,95	6,17	2,03	6,23	11,96	0,59	2,51
Nd	6,3	108	19,8	3,7	11,5	18,7	28,3	8,9	27,5	52,2	2,9	134
Sm	3,4	3,5	8,3	1,7	3,8	6,2	9	2,9	9,3	14	2,3	6,4
Eu	0,12	-0,05	0,07	0,05	0,35	0,14	0,06	-0,05	0,11	0,13	0,08	-0,05
Gd	6,7	4,5	9,1	3,3	4	7,6	10,6	4,3	9,9	12,4	5,5	8
Tb	2,2	1,4	2,6	1,4	0,8	2,1	2,5	1,4	2,5	2,1	2,2	1,9
Dy	16,2	10,9	18,2	11,6	4,9	16,2	16,6	11,9	18,9	13,7	14,8	14,7
Ho	3,7	2,5	4	3,1	1	3,7	3,5	2,9	4,3	3	4,1	2,9
Er	11,8	7,6	12,7	10,2	3,2	12	10,6	9,8	13,9	10,4	13,4	9,3
Tm	1,79	1,07	1,87	1,53	0,48	1,74	1,48	1,45	2,1	1,49	2	1,46
Yb	11,5	6,6	12,1	10,1	3,2	11,2	9,2	9,4	13,4	9,4	13,3	9,6
Lu	1,76	0,98	1,76	1,54	0,49	1,68	1,4	1,41	1,94	1,43	1,96	1,42

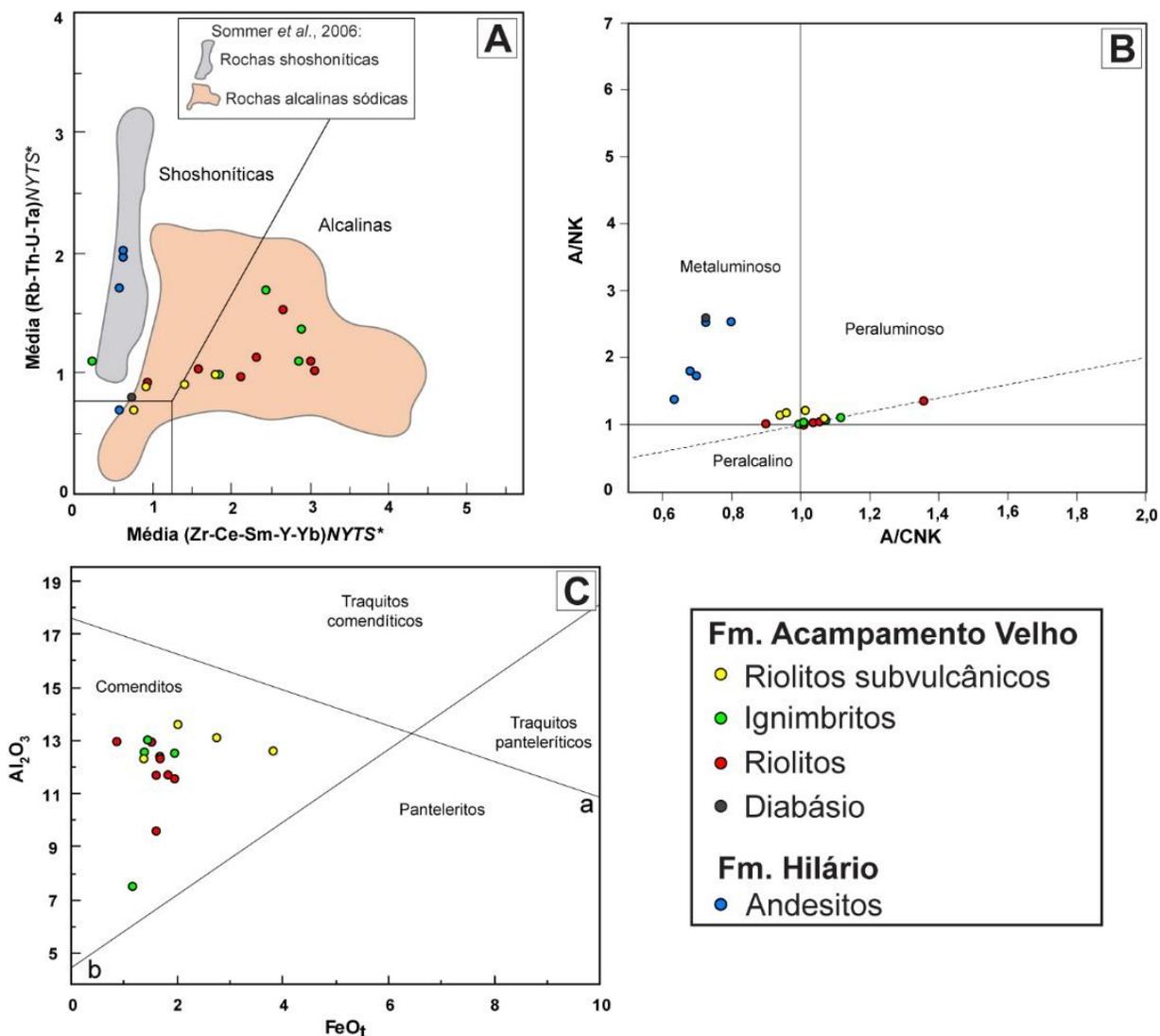
*LOI (Loss on ignition): perda ao fogo; (-): não determinado. Fonte: autor.

Figura 24 – A) Diagrama TAS. A linha pontilhada separa as rochas alcalinas (acima) das subalcalinas (abaixo), segundo Miyashiro (1978); B) Diagrama de classificação R_1 vs. R_2 ; C) Diagrama de classificação Zr/TiO_2 vs. SiO_2 .



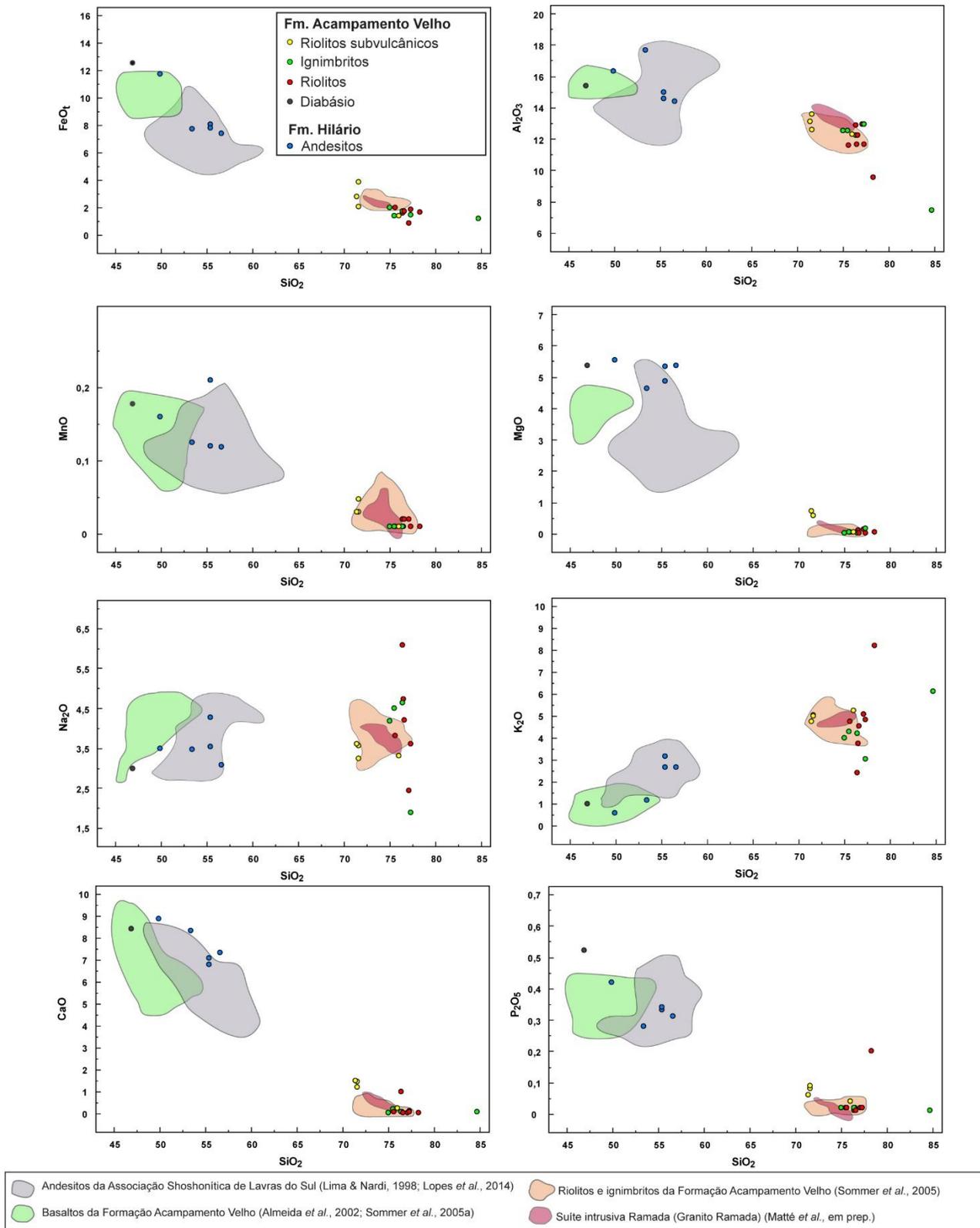
Fonte: A) Le Bas *et al.* (1986); B) De la Roche *et al.* (1980); C) Winchester & Floyd (1977).

Figura 25 – A) Diagrama *sliding normalization*. *NYTS: Normalization to the Yenchichi-Telabit Series; B) Diagrama de Shand com as razões molares entre $Al_2O_3/ CaO+Na_2O+K_2O$ e Al_2O_3/Na_2O+K_2O ; C) Diagrama FeO_t vs. Al_2O_3 . A linha “a” separa os campos dos riolitos (abaixo) e dos traquitos (acima) e a linha “b” separa comenditos de panteleritos.



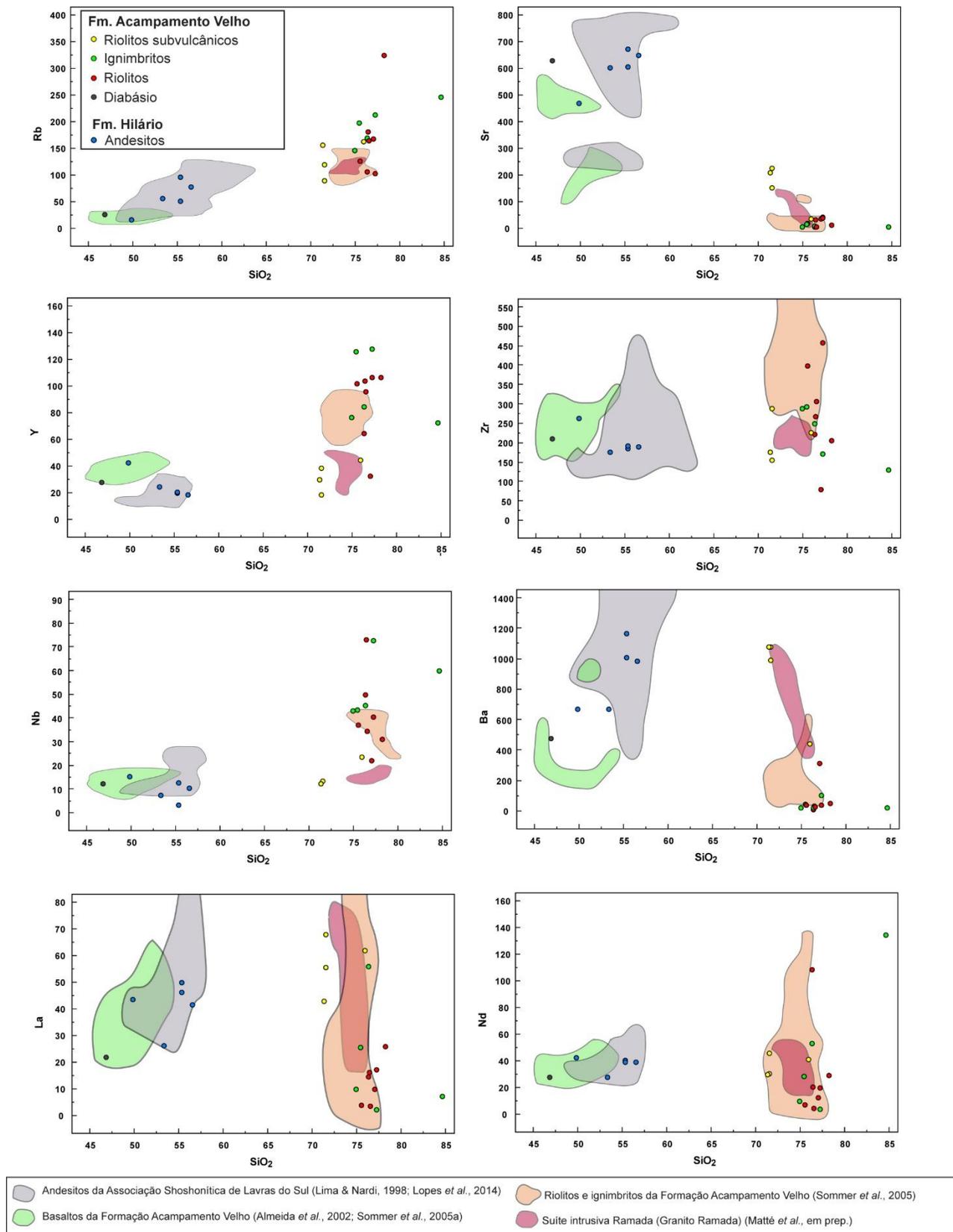
Fonte: A) Liégeois *et al.* (1998); B) Maniar & Piccoli, (1989); C) Macdonald (1974).

Figura 26 – Diagramas binários mostrando a variação de elementos maiores (peso %) em relação a SiO₂.



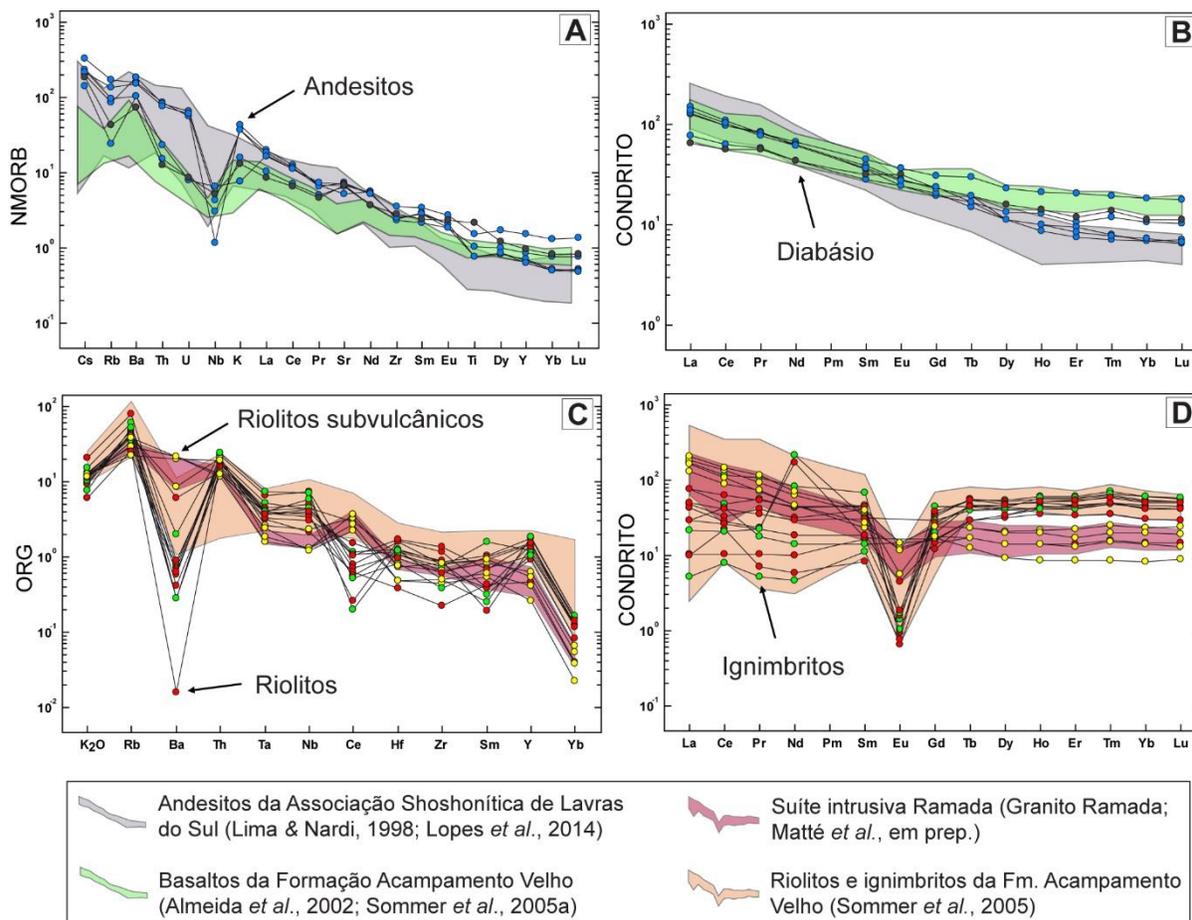
Fonte: autor.

Figura 27– Diagramas binários mostrando a variação de elementos traço (ppm) em relação a SiO₂.



Fonte: autor.

Figura 28 – A) Diagrama de elementos traço e ETR normalizados pelo NMORB para os andesitos da Fm. Hilário e o diabásio da Fm. Acampamento Velho; B) Diagrama de ETR normalizados pelo condrito para os andesitos da Fm. Hilário e o diabásio da Fm. Acampamento Velho; C) Diagrama de elementos traço e ETR normalizados pelo ORG para as rochas ácidas; D) Diagrama de ETR normalizados pelo condrito para as rochas ácidas. Legenda conforme figura 24. Para fins de comparação, são mostrados os campos equivalentes a rochas das formações Hilário e Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã, assim como de rochas da Suíte Intrusiva Ramada.



Fonte: A) Sun & Mcdonough (1989); B) Nakamura (1974); C) Pearce; Harris; Tindle, (1984); D) Nakamura (1974)

9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As rochas sedimentares do Grupo Maricá, em especial os conglomerados, denotam uma área fonte de origem vulcânica, dada a angulosidade dos clastos e a presença marcante de clastos de plagioclásios e litoclastos de andesitos e outras rochas vulcânicas. Um vulcanismo sin-deposicional no Grupo Maricá foi sugerido por Borba *et al.* (2008) e por Pelosi & Fragoso-Cesar (2003). Também é marcante a presença de clastos de rochas metamórficas, possivelmente do embasamento (Complexo Cambaí). Os níveis ricos em minerais opacos, possivelmente magnetita, hematita, ilmenita, entre outros, refletem uma deposição em ambiente marinho praiado, sob forte influência das ondas (LEINZ; BARBOSA; TEIXEIRA, 1941; RIBEIRO, 1966) que causaram a separação densimétrica desses minerais.

Os andesitos da Formação Hilário afloram em uma pequena área na porção sudeste da área estudada como derrames de poucos metros de espessura. Possuem caráter shoshonítico e metaluminoso, semelhante aos andesitos descritos por Sommer *et al.* (2005) e Matté *et al.* (2016) no Platô da Ramada, Lima & Nardi (1998), Nardi & Lima (2000) e Lopes *et al.* (2014) na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul. As anomalias negativas de Nb podem ser representativas de magmas gerados por fontes metassomatizadas durante subducção prévia em episódios pós-colisionais (KELEMEN; SHIMIZU; DUNN, 1993).

De acordo como os diagramas de ambiente tectônico de Pearce & Norry (1979) e Pearce (1980), os andesitos plotam na posição próxima àquela correspondente aos basaltos intraplaca, com uma tendência aos basaltos de arco de ilha, sugerindo tratar-se de um magmatismo pós-colisional, mais precoce em termos geotectônicos que o magmatismo da Formação Acampamento Velho (Figs. 29A e 28B). Utilizou-se, para fins comparativos, nas figuras 26, 27, 28 e 29, os dados das rochas andesíticas da Formação Hilário, obtidos por Lima & Nardi (1998) e por Lopes *et al.* (2014) na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul.

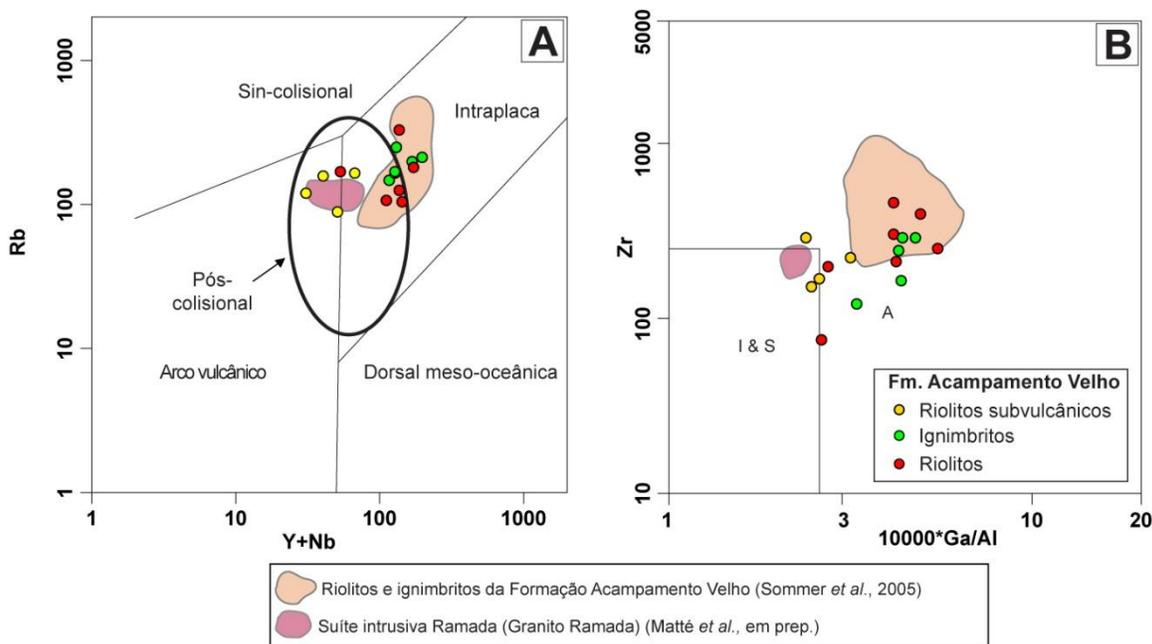
Andesitos da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul possuem idade Ar^{40} - Ar^{39} em plagioclásio de 590 ± 6 Ma para a base da sequência vulcânica, e 586 ± 8 Ma e 588 ± 7 Ma para o topo (JANIKIAN *et al.*, 2008).

As rochas riolíticas efusivas e ignimbríticas (de composição riolítica) da região da Serrinha possuem teores de SiO₂ superiores a 72%, portanto pertencentes aos chamados “sistemas riolíticos alta-sílica”, assim descritos por Mahood & Hildreth (1983) e Metz & Mahood (1991). No diagrama de ambientes tectônicos de Pearce; Harris; Tindle (1984), essas rochas localizam-se no limite entre os campos intra-placa e pós-colisional (Fig. 29A). No diagrama de classificação de granitoides proposto por Whalen; Currie; Chappell (1987), as amostras ocupam o campo dos granitos do tipo “A” (Fig. 29B), os quais são alcalinos e anorogênicos. O empobrecimento em Ba, acompanhado pelo enriquecimento em Rb é característico de fontes mantélicas enriquecidas em elementos incompatíveis durante processos de fusão crustal. Leitzke *et al.* (2015) descrevem riolitos alta-sílica com essas mesmas características na região do Cerro Tupanci.

Dados geocronológicos em rochas riolíticas e ignimbríticas da Formação Acampamento Velho no Escudo Sul-rio-grandense apontam para idades que variam de aproximadamente 553 Ma (JANIKIAN *et al.*, 2012) a 580 Ma (SOMMER *et al.*, 2017).

Os riolitos subvulcânicos da região da Serrinha denotam algumas características ligeiramente distintas das demais rochas ácidas da área. No diagrama de ambientes tectônicos de Pearce *et al.* (1984), essas rochas localizam-se no campo pós-colisional (Fig. 29A) e no diagrama de classificação de granitoides de Whalen *et al.* (1987) essas amostras plotam próximo ao limite entre os campos dos granitos do tipo “A” e tipo “I e S” (Fig. 29B). Estas rochas possuem semelhanças com aquelas da Suíte Intrusiva Ramada, pertencente a Suíte Intrusiva Saibro, que, assim como em outros locais do Escudo Sul-rio-grandense, possui equivalentes vulcânicos e natureza alcalina sódica (NARDI & BONIN, 1991; SOMMER *et al.*, 2005). O campo das rochas da Suíte Intrusiva Ramada está ilustrado nas figuras 26, 27, 28 e 29 para comparação. Trabalhos anteriores descrevem riolitos subvulcânicos na porção oriental do Platô da Ramada, representativos de estágios precoces e tardios do magmatismo da Formação Acampamento Velho, respectivamente com idades de 562 ± 2 Ma por U-Pb LA em zircão (MATTÉ *et al.*, 2016) e 549 ± 5 Ma por U-Pb SHRIMP em zircão (SOMMER *et al.*, 2005).

Figura 29 – Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos e classificação de granitoides para as rochas ácidas da Formação Acampamento Velho. A) Y+Nb vs. Rb; B) $10000 \cdot \text{Ga}/\text{Al}$ vs. Zr. Para fins de comparação, são mostrados os campos equivalentes a rochas ácidas da Formação Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã, assim como de rochas da Suíte Intrusiva Ramada.



Fonte: A) Pearce; Harris; Tindle (1984); B) Whalen; Currie; Chappell (1987).

Alguns trabalhos recentes reconheceram rochas subvolcânicas intermediárias (dioritos e traquitos subvolcânicos) na Formação Acampamento Velho, caracterizando a evolução deste magmatismo desde termos básicos até ácidos, mantendo apenas o vulcanismo como bimodal (e.g., MATTÉ, 2011; MATTÉ, 2016). Entretanto, rochas intermediárias plutônicas ou subvolcânicas não foram encontradas na região da Serrinha.

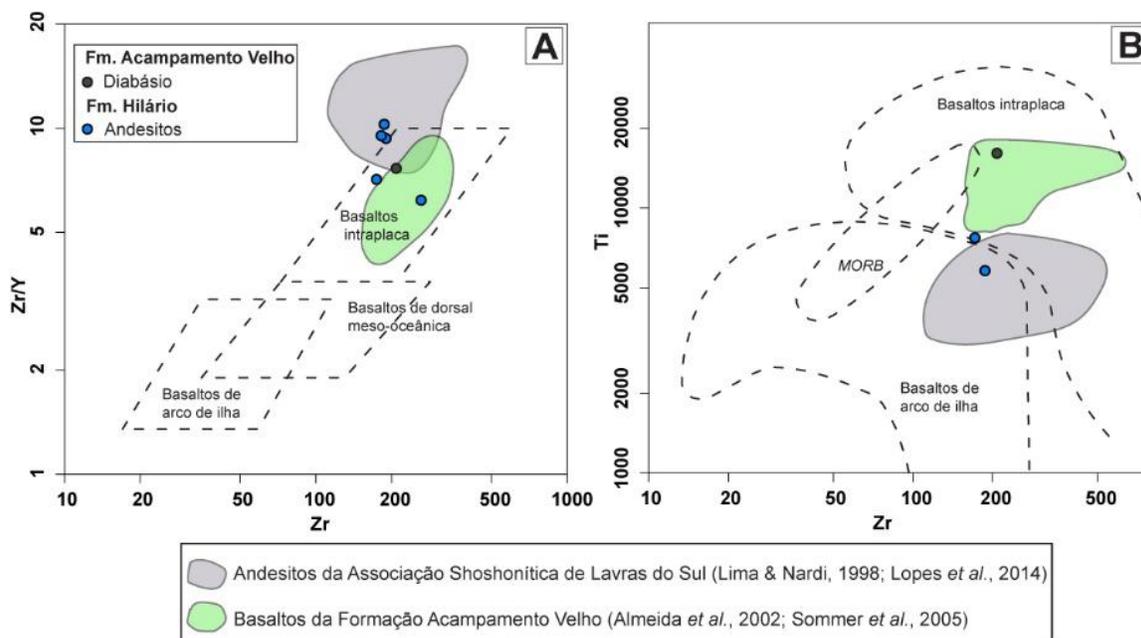
Os diabásios e gabros da Formação Acampamento Velho na região da Serrinha ocorrem como diques de espessura métrica, intrusivos principalmente nas rochas sedimentares do Grupo Maricá. São rochas alcalinas e fortemente metaluminosas. Nos diagramas de Pearce & Norry (1979) e Pearce (1980) ocupam posição correspondente a de basaltos intraplaca (Fig. 30), o que é característico de ambientes continentais extensionais ou pós-colisionais, de acordo com Leat *et al.* (1986). A presença de sulfetos metálicos (pirita) em algumas dessas rochas pode indicar que durante a evolução delas houveram reativações de falhas que

proporcionaram a percolação de líquidos hidrotermais em ambiente redutor. Utilizou-se, para fins comparativos, os dados das rochas básicas da Formação Acampamento Velho, obtidos por Almeida *et al.* (2002) na região dos cerros do Bugio e Perau e demais áreas da Serra de Santa Bárbara, e por Sommer *et al.* (2005) no Platô da Ramada (Figs. 26, 27, 28 e 30).

Rochas basálticas da Formação Acampamento Velho, semelhantes a esses diabásios, foram estudadas na região da Serra de Santa Bárbara (ALMEIDA *et al.*, 2002) e nos platôs do Taquarembó e Ramada (WILDNER; NARDI; LIMA, 1999; SOMMER *et al.*, 2005). Almeida *et al.* (2012) obtiveram uma idade U-Pb LA em zircão de 553 ± 5 Ma para um basalto andesítico na base no Cerro do Bugio.

O estudo dos diabásios da região da Serrinha aponta para um magmatismo básico relacionado à Formação Acampamento Velho. Porém, a exemplo de outras áreas do Escudo Sul-rio-grandense, poderiam estar relacionados ao magmatismo do Grupo Serra Geral, onde corpos com essas características intrudem preferencialmente com direção NW-SE ao longo do Arco de Rio Grande. As rochas básicas do Grupo Serra Geral possuem afinidade toleítica supersaturada, petrograficamente marcada pela presença de dois piroxênios (augita e hiperstênio), características estas que sugerem que as rochas básicas da região da Serrinha não sejam pertencentes ao Grupo Serra Geral. Também, os diabásios e gabros poderiam ser relacionados a outros magmatismos que ocorrem em regiões próximas, da própria Formação Hilário ou do vulcanismo Rodeio Velho (ALMEIDA *et al.*, 2000). Trabalhos geocronológicos futuros deverão melhor averiguar a idade de posicionamento dessas rochas.

Figura 30 – Diagramas discriminantes de ambientes tectônicos para as rochas básicas e intermediárias: A) Zr vs. Zr/Y (PEARCE & NORRY, 1979); B) Zr vs. Ti (PEARCE, 1980). Para fins de comparação, são mostrados os campos equivalentes a rochas das formações Hilário e Acampamento Velho de outras regiões da Bacia do Camaquã.



Fonte: A) Pearce & Norry (1979); B) Pearce (1980).

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região da Serrinha é caracterizada por uma sequência vulcanossedimentar pertencente à Bacia do Camaquã, representada por rochas sedimentares do Grupo Maricá (argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados), vulcânicas intermediárias do Grupo Bom Jardim (andesitos da Formação Hilário) e vulcânicas (e subvulcânicas) ácidas e básicas do Grupo Santa Bárbara (depósitos piroclásticos, lavas riolíticas, riolitos subvulcânicos e diabásios da Formação Acampamento Velho). Essas rochas foram geradas no período Ediacarano, no estágio pós-colisional da orogenia Brasileira Pan-africana, responsável pela consolidação de boa parte do Escudo Sul-rio-grandense. O magmatismo pós-colisional no sul do Brasil é considerado por vários autores como resultante da fusão de um manto heterogêneo e com significativa contaminação e assimilação crustal (WILDNER *et al.*, 2002; SOMMER *et al.*, 2006). A ascensão desses magmas foi facilitada pela atuação de falhas transcorrentes e extensionais e zonas de cisalhamento (BITENCOURT & NARDI, 1993, 2000; NARDI & BITENCOURT, 2009).

Na metade norte da região da Serrinha predominam rochas sedimentares do Grupo Maricá, as quais são intrudidas por numerosos diques ácidos e básicos, além de domos ácidos. A outra metade desta região é dominada por rochas vulcânicas, sobretudo depósitos de fluxo piroclástico de composição riolítica (ignimbritos) e lavas riolíticas. Essas rochas félsicas são as principais responsáveis pela construção da feição geomorfológica em platô, devido a sua alta resistência ao intemperismo. Os ignimbritos fortemente soldados são típicos de baixas colunas de erupção, possivelmente relacionadas a eventos de colapso de caldeira (MATTÉ, 2016).

As rochas sedimentares do Grupo Maricá representam o primeiro estágio de sedimentação da Bacia do Camaquã e, embora não ocorram depósitos vulcânicos, possuem uma notável contribuição vulcanogênica. São rochas formadas em ambientes transicionais entre marinho e continental (PELOSI & FRAGOSO-CESAR, 2003), e na região da Serrinha possuem a peculiaridade de apresentar porções muito restritas onde observam-se níveis com concentrações de minerais pesados.

A primeira manifestação vulcânica da Bacia do Camaquã está representada na região da Serrinha pelos andesitos da Formação Hilário, que afloram de modo muito restrito na base do Platô da Ramada e são caracterizados como derrames com poucos metros de espessura, caráter alcalino potássico e muito semelhantes aos andesitos observados em outras regiões da Bacia do Camaquã (e.g., LIMA & NARDI, 1998; SOMMER, 2003).

A Formação Acampamento Velho, segunda manifestação vulcânica da Bacia do Camaquã, tem na região da Serrinha uma boa representatividade, dada por rochas de fluxo piroclástico (ignimbritos), derrames e intrusões subvulcânicas. Os ignimbritos ocorrem como depósitos com vários metros de espessura na metade inferior do Platô da Ramada e são sucedidos pelos derrames riolíticos, igualmente espessos. Ambos depósitos são seccionados por intrusões riolíticas (diques e domos) e diabásios (diques). As rochas da Formação Acampamento Velho possuem característica alcalina sódica e semelhança com ignimbritos, riolitos e basaltos de outras regiões da Bacia do Camaquã (e.g. ALMEIDA *et al.*, 2002; SOMMER, 2003; MATTE, 2016).

As intrusões de riolitos subvulcânicos provavelmente representam eventos precursores ao colapso de uma possível caldeira, como sugerido por outros autores, como Matté (2016), pelo preenchimento de falhas limitadoras da sua margem. Esses riolitos também podem estar associados a estágios tardios da evolução do magmatismo da Formação Acampamento Velho, quando as falhas anelares da caldeira foram novamente preenchidas por magmas durante e após um evento de ressurgência magmática. Rochas com características semelhantes ocorrem em outras regiões do Escudo Sul-rio-grandense, como na porção oriental do Platô da Ramada, Serra de Santa Bárbara, Cerro Tupanci, Platô do Taquarembó e no Batólito de Pelotas.

As características observadas nas rochas básicas da região da Serrinha, que ocorrem como diques de diabásios e gabros, permitem correlacioná-los com a Formação Acampamento Velho. Trabalhos futuros poderiam obter dados geocronológicos nos diabásios da região da Serrinha e melhor definir seu período de intrusão, se ediacarano ou ainda posterior.

Trabalhos geofísicos relacionados à geometria dos diques, falhas e fraturas em profundidade, poderiam melhor comprovar a teoria da caldeira vulcânica, já que as características elencadas por Matté (2016) são relacionadas apenas às evidências observadas em superfície.

11 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Delia de Pilar Montecinos de; ZERFASS, Henrique; LIMA, Larissa de. Estratigrafia das rochas vulcânicas da Formação Acampamento Velho (meso-cambriano a eo-ordoviciano) na região dos Cerros do Bugio e Perau (Caçapava do Sul, RS/Brasil). In: II CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGIA, Punta del este. **Anais...**, p. 253 – 258, 1998.

ALMEIDA, D. P. M.; LOPES, R. C.; LIMA, L.; GOMES, C. H. Petrography and geochemistry of the Volcanic rocks from the Rodeio Velho Member, Ordovician of the Camaquã Basin – Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 23-34, 2000.

ALMEIDA, D. P. M.; ZERFASS, H.; BASEI, M.; PETRY, K.; GOMES, C. H. The Acampamento Velho Formation, a lower Cambrian bimodal volcanic package: Geochemical and Stratigraphic studies from the Cerro do Bugio, Perau and Serra de Santa Bárbara (Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, RS-Brazil). **Gondwana Research**, v. 5, n. 3, p. 721-733, 2002.

ALMEIDA, Delia del Pilar Montecinos; CHEMALE Jr., Farid; MACHADO, Adriane. Late to post-orogenic Brasiliano-Pan-African volcano-sedimentary basins in the Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil. AL-JUBOURY, Ali Ismail (Org.). **Petrology - New Perspectives and Applications**. Croácia: InTech, v. 5, p. 73-105, 2012.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian Structural Provinces: an introduction. **Earth Science Review**, v. 17, p. 1-29, 1981.

ALMEIDA, R. P.; JANIKIAN, L.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; MARCONATO, A. Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: The Guaritas Rift, Early Cambrian, Southern Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 217, p. 30-51, 2009.

ARENA, Karine R.; HARTMANN, Leo Afraneo; LANA, Cristiano C. Evolution of Neoproterozoic ophiolites from the southern Brasiliano Orogen revealed by zircon U-Pb- Hf isotopes and geochemistry. **Precambrian Research**, v. 285, p. 299-314, 2016.

BABINSKI, M.; CHEMALE JR., F.; HARTMANN, L.A.; VAN SCHMUS, W.R.; SILVA, L.C. Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. **Geology**, Estados Unidos, v. 24, n. 5, p. 439-442, 1996.

BICCA, Marcos Müller. **Tectônica e Proveniência do Grupo Santa Bárbara, região de Minas do Camaquã - RS**. Porto Alegre: IGEO-UFRGS, 2013. 130 p.

BITENCOURT, Maria de Fátima Aparecida Saraiva; NARDI, Lauro Valentim Stoll. Late to Post-collisional Brasiliano granitic Magmatism in Southernmost Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 1, p. 3-16, 1993.

BITENCOURT, Maria de Fátima Aparecida Saraiva; NARDI, Lauro Valentim Stoll. Tectonic setting and sources of magmatism related to the southern Brazilian Shear Belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 186-189, 2000.

BORBA, André Weissheimer; MARASCHIN, Anderson José; MIZUSAKI, Ana Maria Pimentel. Stratigraphic analysis and depositional evolution of the Neoproterozoic Maricá Formation (southern Brazil): constraints from field data and sandstone petrography. **Gondwana Research**, Japão, v. 7, n. 3, p. 871-886, 2004.

BORBA, André Weissheimer; MARASCHIN, Anderson José; MIZUSAKI, Ana Maria Pimentel. Evolução tectono-estratigráfica e paleoclimática da Formação Maricá (Escudo Sul-rio-grandense, Brasil): um exercício de geologia histórica e análise integrada de uma bacia sedimentar neoproterozóica. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 34, p. 57-74, 2007.

BORBA, A. W.; MIZUSAKI, A. M. P.; SANTOS, J. O. S.; McNAUGHTON, N. J.; ONOE, A. T.; HARTMANN, L. A. U-Pb zircon and ⁴⁰Ar-³⁹Ar K-feldspar dating of the syn-sedimentary volcanism of the Neoproterozoic Maricá Formation: constraining the age of foreland basin inception and inversion in the Camaquã Basin of southern Brazil. **Basin Research**, v. 20, p. 359-375, 2008.

BORBA, A. W.; MIZUSAKI, A. M. P.; SILVA, D. R. A.; KOESTER, E.; NORONHA, F. L.; CASAGRANDE, J. Provenance of the Neoproterozoic Maricá Formation (Sul-rio-grandense Shield, southern Brazil): petrographic and Sm-Nd isotopic constraints. **Gondwana Research** 9 (4), 464-474, 2006.

CARVALHO, Paulino Franco. Reconhecimento geológico no estado do Rio Grande do Sul. **Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 1-72, 1932.

CHEMALE JR., Farid. Evolução geológica do escudo Sul-Rio-Grandense. In: DE ROS, Luiz Fernando; HOLZ, Michael (Orgs.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO-UFRGS, 2000. p. 13-52.

COSTA, Antonio Flavio Uberti. **Teste e Modelagem Geofísica da Estruturação das Associações Litotectônicas Pré-Cambrianas no Escudo Sul-rio-grandense**. Porto Alegre: IGEO-UFRGS, 1997. 291 p.

DEER, William Alexander; HOWIE, Robert Andrew; ZUSSMAN, Jack. **Rock forming minerals**. Nova York: Wiley, 1963.

DE LA ROCHE; H., LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses - its relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, França, v. 29, p. 183-210, 1980.

FAMBRINI, Gelson Luís. **O Grupo Santa Bárbara (Neoproterozóico III) da Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul**. 1 v. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 2003.

Fotos aéreas do estado do Escudo Sul Riograndense. In: Biblioteca virtual do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em <http://acervo.cprm.gov.br/rpi_cprm/docreaderNET/docreader.aspx?bib=FOT_AER_DNPM&pasta=&pesq=>. Acesso em: 17 de março 2017.

FRAGOSO CESAR, A. R. S., FACCINI, V. F., PAIM, P. S. G., LAVINA, E. L., & ALTAMIRANO, J. A. Revisão na estratigrafia das molassas do ciclo brasileiro no Rio Grande do Sul. In **Atas**. Florianópolis. 1985.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S., FAMBRINI, G. L., ALMEIDA, R. P., PELOSI, A. P. M. R., JANIKIAN, L., RICCOMINI, C., MACHADO, R., NOGUEIRA, A. C. R., SAES, G. S. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. **Revista Brasileira Geociências** 30, 438–441, 2000

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; ALMEIDA, R. P.; FAMBRINI, G.; PELOSI, A.; JANIKIAN, L. A Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de rifts do Neoproterozóico III-Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: Escudo e Bacias, 1, Porto Alegre, 2003. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, p. 139-144. 2003.

GÖNY, JUAN CARLOS; GOSO, H., ISSLER, R.S., 1962. Estratigrafia e geologia econômica do Pré-cambriano e Eo-paleozóico Uruguaio e Sul-rio-grandense. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Porto Alegre. **Anais...** p. 5-33, 1962.

GOOGLE EARTH PRO Versão 7.1.5.1557. In: Google. Disponível em <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 20/09/2017.

GOLLMANN, K.; MARQUES, J.C.; FRANTZ, F.; CHEMALE JR., F. Geoquímica e isótopos de Nd de rochas metavulcânicas da antiforme Capané, Complexo Metamórfico Porongos, RS. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 35, p. 83-95, 2008.

GREGORY, T. R.; BITENCOURT, M. F. A. S.; NARDI, L. V. S.; FLORISBAL, L. M.; CHEMALE JR., F. Geochronological data from TTG-type rock associations of the Arroio dos Ratos Complex and implications for crustal evolution of southernmost

Brazil in Paleoproterozoic times. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 45, p. 49-60, 2015.

HARTMANN, Leo Afraneo; CHEMALE Jr., Farid; PHILIPP, Ruy Paulo. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-Cambriano. In: IANUZZI, Roberto; FRANTZ, José Carlos (Orgs.). **50anos de Geologia**. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, v. 1, p. 97-123, 2007.

HARTMANN, L. A.; PHILIPP, R. P.; SANTOS, J. O. S.; McNAUGHTON, N. J. Time frame of 753-680 Ma juvenile accretion during the São Gabriel orogeny, southern Brazil. **Gondwana Research**, Japão, v. 19, p. 84-99, 2011.

HASENACK, Heinrich; WEBER, Eliseu. **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS-IB, 2010. 1 DVD-ROM, colorido. Escala 1:50.000.

HASUI, Y.; SADOWSCK, G. R.; SUGUIO, K.; FUCK, G. F. The Phanerozoic tectonic evolution of the western Minas Gerais state. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 47, p. 431-438, 1975.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 10 maio 2016.

JANIKIAN, L. **Sequências deposicionais e evolução paleoambiental do Grupo Bom jardim e da Formação Acampamento Velho, Supergrupo Camaquã, Rio Grande do Sul**. São Paulo: Instituto de Geociências. Tese de doutorado, 2004.

JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R. P.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; FAMBRINI, G. L. Redefinição do Grupo Bom Jardim (Neoproterozóico III) em sua área-tipo: litoestratigrafia, evolução paleoambiental e contexto tectônico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 4, p. 349-362, 2003.

JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R. P.; TRINDADE, R. I. F.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; D'AGRELLA-FILHO, M. S.; DANTAS, E. L.; TOHVER, E. The continental record of Ediacaran volcano-sedimentary successions in southern Brazil and its global implications. **Terra Nova**, v. 20, p. 259-266, 2008.

JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R. P.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; MARTINS, V. T. S.; DANTAS, E. L.; TOHVER, E., McREATH, I.; D'AGRELLA-FILHO, M.S. Ages (U-Pb SHRIMP and LA ICPMS) and stratigraphic evolution of the Neoproterozoic volcano-sedimentary successions from the extensional Camaquã Basin, Southern Brazil. **Gondwana Research**, v. 21, p. 466-482, 2012.

JOST, Hardy; BITENCOURT, Maria de Fátima Aparecida Saraiva. Estratigrafia e tectônica de uma fração da Faixa de Dobramentos de Tijucas no Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 4, n. 7, p. 27-59, 1980.

KELEMEN, Peter B.; SHIMIZU, Nobumichi; DUNN, Todd. Relative depletion of niobium in some arc magmas and the continental crust: partitioning of K, Nb, La and Ce during melt/rock reaction in the upper mantle. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 120, p. 111-134, 1993.

LEAT, P. T.; JACKSON, S. E.; THORPE, R. S.; STILLMAN, C. J. Geochemistry of bimodal basalt - subalkaline/peralkaline rhyolite provinces within the Southern British Caledonides. **Journal of Geological Society**, v. 143, p. 259-273, 1986.

LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN, A.; ZANETTIN, B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. **Journal of Petrology**, v. 27, p. 745-750, 1986.

LEINZ, Viktor; BARBOSA, Alceu Fábio; TEIXEIRA, Emilio Alves. Mapa Geológico Caçapava-Lavras. **Secção de Informações e Propaganda Agrícola**, v. 90, 1941.

LEITE, Jayme Alfredo Dexheimer. **Origem dos harzburgitos da Sequência Cerro Mantiqueiras e implicações tectônicas para o desenvolvimento do neoproterozóico no sul do Brasil**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 1997. 243 p.

LEITE, J. A. D.; HARTMANN, L. A.; McNAUGHTON, N. J., CHEMALE JR., F. SHRIMP U/Pb zircon geochronology of Neoproterozoic juvenile and crustal-reworked terranes in southernmost Brazil. **International Geology Review**, v. 40, p. 688-705, 1998.

LEITES, S. R.; LOPES, R. C.; WILDNER, W.; PORCHER, C. A.; SANDER, A. A divisão litofaciológica da Bacia do Camaquã na Folha Passo do Salsinho, Caçapava do Sul, RS, e sua interpretação paleoambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. **Anais...** Natal: SBG. v. 1, p. 300-312, 1990.

LEITZKE, F. P.; SOMMER, C. A.; LIMA, E. F.; MATTÉ, V. O vulcanismo alta-sílica da região do Tupanci, NW do Escudo Sul-Rio-Grandense: faciologia, petrografia e litoquímica. **Pesquisas em Geociências**, v. 42, p. 5-24, 2015.

LENA, L. O. F.; PIMENTEL, M. M.; PHILIPP, R. P.; ARMSTRONG, R.; SATO, K. The evolution of the Neoproterozoic São Gabriel juvenile terrane, southern Brazil based on high spatial resolution U-Pb ages and ^{18}O data from detrital zircons. **Precambrian Research**, v. 247, p. 126-138, 2014.

LIÉGEOIS, J. P.; NAVEZ, J; HERTOGEN, J.; BLACK, R. Contrasting origin of post-collisional high-K calc-alkaline and shoshonitic versus alkaline and peralkaline granitoids: the use of sliding normalization. **Lithos**, v. 45, p. 1-28, 1998.

LIMA, Evandro Fernandes de; SOMMER, Carlos Augusto; NARDI, Lauro Valentim Stoll. O vulcanismo neoproterozóico-ordoviciano no Escudo Sul-riograndense: os ciclos vulcânicos da Bacia do Camaquã. In: IANUZZI, Roberto; FRANTZ, José

Carlos (Org.). **50anos de Geologia**. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, v.1, p. 79-95, 2007.

LIMA, Evandro Fernandes; NARDI, Lauro Valentim Stoll. The Lavras do Sul shoshonitic association: implications for the Origin and Evolution of Neoproterozoic shoshonitic magmatism in southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 11, p. 67-77, 1998.

LIPMAN, Peter W. Chemical comparison of glassy and crystalline volcanic rocks. **United States Geological Survey Bulletin**, Washington, 24 p., 1965.

LOPES, R. W.; FONTANA, E.; MEXIAS, A. S.; GOMES, M. E. B.; NARDI, L. V. S.; RENAC, C. Caracterização petrográfica e geoquímica da sequência magmática da Mina do Seival, Formação Hilário (Bacia do Camaquã - Neoproterozoico), Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 1, p. 51-64, 2014.

MacDONALD, Ray. Nomenclature and petrochemistry of the peralkaline oversaturated extrusive rocks. **Bulletin of Volcanologie**, v. 38, p. 498-516, 1974.

MAHOOD, Gail; HILDRETH, Wes. Nested calderas and trapdoor uplift at Pantelleria, Strait of Sicily. **Geology**, v. 2, p. 722-726, 1983.

MANIAR, Papu D.; PICCOLI, Philip M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v.101, p. 635-643, 1989.

MARQUES, J. C.. JOST, H.; ROISENBERG, A.; FRANTZ, J. C. Eventos ígneos da Suíte Metamórfica Porongos na área da Antiforme Capané, Cachoeira do Sul, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, p. 419-430, 1998.

MARTIL, M. M. D.; BITENCOURT, M. F. A. S.; NARDI, L. V. S.; KOESTER, E.; PIMENTEL, M. M. Pre-collisional, Tonian (ca. 790 Ma) continental arc magmatism in Southern Mantiqueira Province, Brazil: geochemical, and isotopic constraints from the Varzea do Capivarita Complex. **Lithos**, v. 274-275, p. 39-52, 2017.

MATOS, D. F.; LIMA, E. F.; SOMMER, C. A.; NARDI, L. V. S.; LIZ, J. D.; FIGUEIREDO, A. M. G.; PIEROSON, R.; WAICHEL, B. L. Riolitos neoproterozóicos pós-colisionais na área do Santuário, sul do Brasil: litoquímica, química mineral e origem das heterogeneidades texturais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 2, p. 255-266, 2002.

MATTÉ, Vinicius. **Rochas dioríticas do Platô da Ramada (RS) e sua relação com o magmatismo alcalino da Formação Acampamento Velho (Neoproterozoico do escudo Sul-Rio-Grandense)**. Porto Alegre: IG-UFRGS. Dissertação de Mestrado. 2011.

MATTÉ, Vinicius. **O vulcanismo ediacarano da porção oriental do Platô da Ramada, oeste do Escudo Sul-rio-grandense**. Porto Alegre: IG-UFRGS. Tese de doutorado, 222p. 2016.

MATTÉ, V.; SOMMER, C. A.; LIMA, E. F.; SALDANHA, D. L.; PINHEIRO-SOMMER, J. A.; LIZ, J. D. Rochas dioríticas do Platô da Ramada, Rio Grande do Sul, e sua relação com o vulcanismo alcalino da Formação Acampamento Velho, Neoproterozoico do Escudo Sul-Rio-Grandense. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 2, p. 343-362, 2012.

MATTÉ, V.; SOMMER, C. A.; LIMA, E. F.; PHILIPP, R. P.; BASEI, M. A. S. Post-collisional Ediacaran volcanism in oriental Ramada Plateau, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 71, p. 201-222, 2016.

MELCHER, Geraldo Conrado; MAU, Henry. Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 32, n. 2, p. 43-50, 1960.

METZ, John M.; MAHOOD, Gail A. Development of the Long Valley, California, magma chamber record in precaldera rhyolite lavas of glass Mountain. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 106, n. 3, p. 379-397, 1991.

MIYASHIRO, Akiho. Nature of alkalic volcanic rock series. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 66, 91-104, 1978.

NAKAMURA, Noburu. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 38, p. 757-775, 1974.

NARDI, Lauro Valentim Stoll. Granitoides e séries magmáticas: o estudo contextualizado dos granitoides. **Pesquisas em Geociências**, v. 43, n. 1, p. 85-99, 2015.

NARDI, Lauro Valentim Stoll; BITENCOURT, Maria de Fátima Aparecida Saraiva. A-type granitic rocks in post-collisional settings in southernmost Brazil: their classification and relationship with tectonics and magmatic series. **Canadian Mineralogist**, v. 47, n. 6, p. 1493-1503, 2009.

NARDI, Lauro Valentim Stoll; BONIN, Bernard. Post-orogenic and non-orogenic alkaline granite associations: the Saibro intrusive suite, southern Brazil - a case study. **Chemical Geology**, v. 92, p. 197-212, 1991.

NARDI, Lauro Valentim Stoll; LIMA, Evandro Fernandes. O magmatismo shoshonítico e alcalino da Bacia do Camaquã-RS. In: De Ros, Luiz Fernando;

HOLZ, Michael. (Org.), **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 119-131, 2000.

NEMEC, Dusan. Plagioclase albitization in the lamprophyric and lamproid dykes at eastern border of the Bohemian massif. **Beitrag zur Mineralogie und Petrographie**, v. 12, p. 340-353, 1966.

OLIVEIRA, C. H. E.; CHEMALE JR., F.; JELINEK, A. R.; BICCA, M. M.; PHLIPP, R. P. U-Pb and Lu-Hf isotopes applied to the evolution of the late to post-orogenic transtensional basins of the dom feliciano belt, Brazil. **Precambrian Research**, v. 246, p. 240-255, 2014.

PAIM, Paulo Sérgio Gomes; CHEMALE JR, Farid; LOPES, Ricardo da C. A Bacia do Camaquã. In: **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 251-374.

PAIM, P. S. G.; FACCINI, U. F.; NETTO, R. G.; NOWATZKI, C. H. Estratigrafia de seqüências e sistemas deposicionais das bacias do Camaquã e Santa Bárbara, Eopaleozóico do RS (Brasil). Serie **Correlación Geologica**, v. 9, p. 41-45. 1992.

PAIM, Paulo Sérgio Gomes; LOPES, Ricardo da C; CHEMALE JR., Farid. Stratigraphic framework and depositional systems of the Camaquã Basin (Upper vendian to Lower Ordovician) of southern Brazil. In: **CENTENNIAL CONFERENCE 1895-1995**, p. 35-37. Stollenbosch, South Africa, 1995

PEARCE, Julian A. Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from the tethyan ophiolites. In: **Proceedings of the International Ophiolite Symposium**. Cyprus, p. 261-272, 1980.

PEARCE, Julian A.; HARRIS, Nigel B.W.; TINDLE, Andrew G. Trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, n. 4, p. 956-983, 1984.

PEARCE, Julian A.; NORRY, Michael J. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb. Variations in volcanic rocks: **Contributions to Mineralogy and Petrology**, v. 69, p. 33-37, 1979.

PELOSI, Ana Paula de Meireles Rei. **Evolução paleogeográfica do Grupo Maricá, Neoproterozóico pré-600 Ma do Rio Grande do Sul**. 1 v.Tese (Doutorado em Programa de Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

PELOSI, Ana Paula de Meireles Reis; FRAGOSO-CESAR, Antonio Romalino Santos. Proposta de classificação litoestratigráfica para o Grupo Maricá. In: **Encontro Sobre a Estratigrafia do Rio Grande Do Sul**: Escudo E Bacias, v. 1, p. 133-138, 2003.

PERRING, C. S.; ROCK, N. M. S.; GOLDING, S. D.; ROBERTS, D. E. Criteria for the recognition of metamorphosed or altered lamprophyres: a case study from Archean of Kambalda, Western Austrália. **Precambrian Research**, v. 43, p. 215-237, 1989.

PERTILLE, Juliana; HARTMANN, Leo Afraneo; PHILIPP, Ruy Paulo. Zircon U-Pb age constraints on the Paleoproterozoic sedimentary basement of the Ediacaran Porongos Group, Sul-Riograndense Shiel, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 63, p. 334-345, 2015.

PERTILLE, J.; HARTMANN, L. A.; PHILIPP, R. P.; PETRY T. S.; LANA, C. C. Origin of the Ediacaran Porongos Group, Dom Feliciano Belt, southern Brazilian Shield, with emphasis on whole rock and detrital zircon geochemistry and U-Pb, Lu-Hf isotopes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 64, p. 69-93, 2015.

PETRELLI, M.; POLI, G.; PERUGINI, D.; PECCERILLO, A. Petrograph: a new software to visualize, model, and present geochemical data in igneous petrology. **Geochemistry. Geophysics and Geosystems**, v. 6, n. 7, 2005.

PHILIPP, Ruy.Paulo; CHEMALE JR., Farid; MACHADO, Romulo. A geração dos granitoides Neoproterozoicos do Batólito Pelotas: evidências dos isótopos de Sr e Nd e implicações para o crescimento continental da porção sul do Brasil. In: IANNUZZI, Roberto; FRANTZ, José Carlos (Org.). **50 anos de Geologia**. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. v.1, p. 59-77.

PINHEIRO-SOMMER, J. A.; LIMA, E. F.; SALDANHA, D. L.; SOMMER, C. A.; PIEROSAN, R. O uso de imagens do sensor ASTER no mapeamento de unidades vulcano-sedimentares do Platô da Ramada, Vila Nova do Sul, RS. **Pesquisas em Geociências**, v. 33, p. 23-36, 2006.

PORCHER, Carla Cristine; FERNANDES, Luis Alberto D'avila. Relações embasamento-cobertura na porção ocidental do Cinturão Dom Feliciano: um esboço estrutural. **Pesquisas em Geociências**, v. 17, p. 72-84, 1990.

PORCHER, Carlos Alfredo; LOPES, Ricardo Cunha. Cachoeira do Sul, folha SH.22-Y-A, estado do Rio Grande do Sul: Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Rio de Janeiro: CPRM. 1 CD ROM. 2000.

REMUS, Marcus Vinicius Dorneles; HARTMANN, Leo Afraneo; RIBEIRO, Mauricio. Nota sobre a geologia dos metamorfitos de pressão intermediária e granitóides associados da região de Pinheiro Machado/RS. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 34, p. 175-190, 1991.

REMUS, M. V. D.; HARTMANN, L. A.; MCNAUGHTON, N. J.; FLETCHER, Marcus Vinicius Dorneles et al. Shrimp U-Pb zircon ages of volcanism from the São Gabriel Block, southern Brazil. In: **Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados**, 1999. Boletim de Resumos, v. 83.

RIBBE, Paul H. Feldspar Mineralogy, Reviews in Mineralogy 2, **Mineralogical Society of America**, Washington, D.C., 1975.

RIBEIRO, M.; BOCCHI, P. R.; FIGUEIREDO F.º, P. M.; TESSARI, R. I. Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul. Rio Grande do Sul. **Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral**, n. 127, p. 1-232, Rio de Janeiro, 1966.

RIBEIRO, Mauricio. Informes sobre a Formação Maricá. **Iheringia**, v. 9, p. 3-50, 1983.

RIBEIRO, Mauricio; LICHTENBERG, Eliane. Síntese da Geologia do Rio Grande do Sul. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 30. Recife. Anais... v. 6, 1978. p. 2451-2463, 1978

RIBEIRO, Mauricio; FANTINEL, Lúcia Maria. Associações Petrotectônicas do Escudo Sul-Riograndense: I tabulação de distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, v. 5, p. 19-54, 1978.

ROBERTSON, Jacques F. Revision of the stratigraphy and nomenclatura of rock units in the Caçapava - Lavras region, State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Notas e Estudos. Escola de Geologia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 1(2), p. 41-54, 1966.

SAALMANN, Kerstin; REMUS, Marcus Vinicius Dorneles; HARTMANN, Leo Afraneo. Tectonic evolution of the Neoproterozoic São Gabriel Block, southern Brazil - constraints on Brasiliano orogenic evolution of the Rio de la Plata cratonic margin. **Journal of South American Earth Sciences** 21, 204-227, 2006.

SANTOS, E.L, BECKER, J., MACEDO, P.M., GONZALES FILHO, F., CHABAM, N., Divisão litoestratigráfica do Eo-Cambriano - Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Riograndense. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, v. 2, p. 670-684, Recife, 1978.

SOLIANI Jr., Enio., KOESTER, Edinei., FERNANDES, Luís Alberto D' Ávila, 2000. Geologia isotópica do Escudo Sul-rio-grandense, parte II: os dados isotópicos e interpretações petrogenéticas. In: De Ros, L.F., Holz, M. (Eds.), Geologia do Rio Grande do Sul. CIGO/UFRGS, Porto Alegre, 175-230.

SOMMER, Carlos Augusto. **O vulcanismo ácido da porção sul do Platô do Taquarembó, Dom Pedrito-RS**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Dissertação de mestrado, 149p, 1994

SOMMER, Carlos Augusto. **O vulcanismo neoproterozóico do Platô da Ramada, região de Vila Nova do Sul, RS**. Porto Alegre: IG-UFRGS, Tese de doutorado. 2003.

SOMMER, Carlos Augusto; LIMA, Evandro Fernandes; NARDI, Lauro Valentim Stoll. Evolução do vulcanismo alcalino da porção sul do Platô de Taquarembó, Dom Pedrito, RS. **Brazilian Journal of Geology**, v. 29, n. 2, p. 245-254, 1999.

SOMMER, C.A., LIMA, E.F., NARDI, L.V.S., LIZ, J.D., PIEROSAN, R. Depósitos de fluxo piroclástico primários: caracterização e estudo de um caso no vulcanismo ácido neoproterozóico do Escudo Sul-Rio-Grandense. **Pesquisas em Geociências** 30, 3-26, 2003

SOMMER, C.A., LIMA, E.F., NARDI, L.V.S., FIGUEIREDO, A.M.G., PIEROSAN, R., Potassic and Low- and High-Ti Mildly Alkaline Volcanism in the Neoproterozoic Ramada Plateau, Southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 18(3). p. 237-254, 2005.

SOMMER, C.A., LIMA, E.F., NARDI, L.V.S., LIZ, J.D., WAICHEL, B.L. The evolution of Neoproterozoic magmatism in southernmost Brazil: shoshonitic, high-K tholeiitic and silica-saturated, sodic alkaline volcanism in post-collisional basins. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 573-589, 2006.

SOMMER, C.A., LEITZKE, F.P., LIMA, E.F., BARRETO, C.J.S., LAFON, J.M., MATTÉ, V., PHILIPP, R.P., CONCEIÇÃO, R.V., BASEI, M.A.S. Zircon U-Pb geochronology, Sm-Nd and Pb-Pb isotope systematics of Ediacaran post-collisional high-silica Acampamento Velho volcanism at the Tupanci area, NW of the Sul-Rio-Grandense Shield, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, 47(4): 545-560, 2017

SUN, Weidong, MCDONOUGH, William F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.) Magmatism in Ocean Basins. **Geological Society of London Special Publication** 42, 313-345, 1989.

SZUBERT, C.C., KIRCHNER, C.A., GARCIA, C.A., ANDREOTTI, J.L.S., SHINTAKU, I. Projeto Cobre nos Corpos Básico-Ultrabásicos e Efusivas do Rio Grande do Sul. **Relatório inédito**, v. 2, 1977. 113 p. Porto Alegre: CPRM/DNPM.

TONIOLO, João Angelo. (PROJETO BANEIO) Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-Eopaleozóicas do Sul do Brasil: Bacia do Camaquã/ João A. Toniolo, Cláudio A. A. Gil, Andrea Sander. - Porto Alegre : CPRM, 2006.

WHALEN, Joseph B., CURRIE, Kenneth L., CHAPPELL, Bruce W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. **Contributions to Mineralogy and Petrology** 95, 407-419, 1987

WILDNER, Wilson; SANDER, Andrea; LOPES, Ricardo Cunha. Caracterização petrológica e litoquímica da Formação Acampamento Velho. **Revista Pesquisa**, v.21. p. 47-57, 1994.

WILDNER, W., LIMA, E.F., CAMOZZATO, E., LOPES, R.C. O Vulcanismo Neoproterozóico-Cambriano no Rio Grande do Sul: Estratigrafia e Aspectos Texturais. **A Terra em Revista** 3(3), 19-27, 1997

WILDNER, Wilson, NARDI, Lauro Valentim Stoll, LIMA, Evandro Fernandes. Post-collisional alkaline magmatism on the Taquarembó Plateau: a well preserved Neoproterozoic-Cambrian plutono-volcanic association in southern Brazil. **International Geology Review** 41(12), 1082-1098, 1999.

WILDNER, W., LIMA E.F., NARDI, L.V.S., SOMMER, C.A. Volcanic cycles and setting in the Neoproterozoic III to Ordovician Camaquã Basin succession in southern Brazil: characteristics of post-collisional magmatism. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 118, p. 261-283, 2002.

WILSON, Marjorie. **Igneous Petrogenesis**. Unwin Hyman, London, 466p, 1989.

WINCHESTER, J.A., FLOYD, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. **Chemical Geology** 20, 325-343.

ZERFASS, Henrique, ALMEIDA, Delia del Pilar Montecinos. Mapa Geológico da região dos Cerros do Bugio e Perau, Município de Caçapava do Sul, RS. Estudos Tecnológicos – **Acta Geológica Leopoldensia (Série Mapas)** 20, 3-17, 1997.

12 ANEXO – Compilação da caderneta de campo

AP1.1 (23/02/15) – 22J 6637092 mN / 216518 mE - Dimensão: 10x1 m. EMBASAMENTO METAMÓRFICO COM VEIOS DE FLUORITA E QUARTZO.

Este ponto fica localizado a cerca de 1 km de distância da BR-290, no sentido sul. Afloramento do tipo corte de estrada, onde está presente uma rocha metamórfica com xistosidade milimétrica bem marcada, que provavelmente corresponde ao embasamento da região (Complexo Cambaí - CC). É rica em filossilicatos, principalmente mica. Há presença de diques centimétricos a métricos, composto por quartzo e fluorita, possivelmente relacionados com o vulcanismo Acampamento Velho (AV).

Atitude dos diques: 323/79; 325/88; 318/76; 315/78

Fotos: 2446 – 2454.

AP1.2 (23/02/15) – 22J 6636830 mN / 216421 mE - Dimensão: 60x15 m. PEDREIRA DE RIOLITO COM DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento do tipo pedreira, localizado a cerca de 100 metros a leste de distância do AP1.1. Topograficamente mais elevado que o ponto anterior. Neste local há presença de riolito bastante fraturado e alto grau de alteração, com veios centimétricos e formação de geodos nos veios. Também há um dique subvertical de diabásio com dimensão de 1x1,5 m. Na superfície de contato entre o dique e o riolito, formou-se um cataclasito.

Atitude das fraturas: 080/90; 030/39; 040/42; 282/67; 005/39; 034/45; 038/81; 150/56.

Atitude dos veios: 103/74.

Atitude do dique: 267/88 (leste-oeste).

Fotos: 2455 - 2464.

AP2 (23/02/15) – 22J 6636300 / 217258 - Dimensão: 50x6x1.5 m. DIQUE DE RIOLITO

Afloramentos do tipo dique de riolito cristalino, pouco vítreo, com atitude 260/80 (alongado em sentido ligeiramente leste-oeste), composto por fenocristais de sanidina e quartzo.

Fotos: 2465 – 2468.

AP3 (23/02/15) – 22J 6635718 / 216554 - Dimensão: 200x50 m. CONTATO SEDIMENTAR COM RIOLITO – CASCATA EM DIQUE DE RIOLITO.

Neste afloramento temos o contato entre rochas sedimentares, especificamente ritmitos de granulometria fina à média e estratificação plano paralela, do grupo

Maricá com riolito. O corpo riolítico foi interpretado como um dique bem espesso que, com a quebra de relevo, formou uma cascata com queda d'água de aproximadamente 50 metros de altura. Trata-se de um riolito com matriz vítrea, com foliação de fluxo magmática bem marcada. Bastante fraturado. As sedimentares estão basculhadas com baixo grau de mergulho, tem cor cinza claro à médio, e parece estar com aspecto de "cozida", causado pelo aquecimento que sofreu pela intrusão, podendo-se dizer que ocorre um metamorfismo de baixo grau que dá um aspecto cristalino à rocha sedimentar.

A água deste local tem bastante cheiro, seria ideal para ponto de coleta para análise de água.

Atitude da foliação de fluxo: 135/31.

Atitude do dique de riolito: 115/15 (quase NE-SW).

Atitude das fraturas no riolito: 270/83; **320/74**; 200/87; 064/78; 128/88; 345/60.

Atitude acamamento primário da sedimentar: 130/19.

Fotos: 2469 – 2503.

AP4 (23/02/15) – 22J 6634003 mN / 219219 mE – FOTO PANORÂMICA COM DIREÇÃO 235°, DENOTANDO GEOMORFOLOGIA.

Fotos: 2504 – 2506.

AP5 (23/02/15) – 22J 6632195 mN / 220674 mE – Dimensão: 20x2.5x0.2 m. DIQUE DE TRAQUITO.

Afloramento de blocos in situ, de dique de traquito com matriz vítrea e fenocristais de sanidina e de plagioclásio. Escassez de quartzo e abundância de feldspatos. Possui alguns minerais com brilho metálico, bem euédricos, que podem ser pirita e perfazem um total de 5% do total de minerais em amostra de mão. Possui textura rapakiwi nos feldspatos. Pouca quantidade de grãos de quartzo, por volta de 5% também.

Rumo do dique: 275°.

Fotos: 2507 – 2511.

AP6 (23/02/15) – 22J 6629015 mN / 221377 mE – Dimensão: 10x3x1 m. DERRAME DE ANDESITO PRÓXIMO AO ISIDORO – GRANJA RECREIO.

Afloramento de blocos e matacões de andesito, com fenocristais de plagioclásio alongado, subédrico, de até 2 cm., moderadamente alterados, com evidência de percolação de líquidos meteóricos e alteração de máficos formando porções avermelhadas. Foto panorâmica mostrando dois altos topográficos correspondentes à diques de riolito e o limite do Platô da Ramada.

Fotos: 2512 – 2518.

AP7 (23/02/15) – 22J 6628750 mN / 215370 mE – Dimensão: 15x5x0.1 m. DERRAME DE RIOLITO.

Afloramento do tipo lajeado, contendo riolito com foliação de fluxo magmática bem marcada e dobras de fluxo suaves, assemelhando-se muito com afloramento do Cerro do Perau.

Fotos: 2519 – 2522.

AP8 (23/02/15) – 22J 6623443 mN / 217629 mE – Dimensão: 80x40x5 m. DERRAME DE RIOLITO.

Derrame de riolito com alto grau de alteração, com foliação de fluxo milimétrica bem marcada e quase paralela, podendo indicar que se trata de um material menos viscoso por não conter dobras de fluxo.

Fotos: 2523 – 2531.

AP9 (24/02/15) – 22J 6631356 mN / 216257 mE – Dimensão: 30x2x0.5 m. ARENITO FINO À MÉDIO COM ESTRATIFICAÇÃO PLANO PARALELA E BAIXO GRAU DE MERGULHO. FAZENDA DO UBIRATAN.

Afloramento do tipo blocos e lajeado, moderadamente alterado, de arenito fino à médio de cor cinza/marrom, bem selecionado, com estratificação plano paralela. Parece conter micas.

Atitude do acamamento sedimentar: 133/15.

Fotos: 2554 – 2560.

AP10 (24/02/15) – 22J 6631477 mN / 216141 mE – Dimensão: 30x2x0.25 m. DIQUE DE DIABÁSIO, COM TEXTURA PORFIRÍTICA FINA À MÉDIA.

Afloramento de dique de diabásio com blocos e matacões moderadamente alterados, estrutura maciça, textura porfirítica fina à média, com fenocristais de plagioclásio subédrico à anédrico milimétricos, e presença de cristais milimétricos de minerais com brilho metálico, supostamente sulfetos (pirita?). Na matriz há presença de cristais prismáticos e euédricos (máficos?). A textura da rocha nos leva a classifica-la como um diabásio porque contém fenocristais, então não seria um basalto e, não é um gabro, pois não é plutônica, e também não é um andesito pois não é um derrame. Esses diques de diabásio tem uma textura típica de rochas hipassais/subvulcânicas, provavelmente relacionadas a algum vulcanismo que ocorreu na região. Na literatura são mapeadas como rochas do vulcanismo Acampamento Velho, mas poderiam também ser relacionadas com outros eventos posteriores. Observando o entorno do afloramento, é possível perceber que aqui intercalam-se lateralmente diques básicos e rochas sedimentares do Grupo Maricá (foto 2564).

Rumo do dique: 062.

Fotos: 2561 – 2568.

AP11 (24/02/15) – 22J 6631915 mN / 215873 mE – Dimensão: 20x5x1 m. ARENITO MÉDIO MAL SELECIONADO.

Afloramento de blocos e matacões de arenito médio mal selecionado, com estrutura maciça. Lateralmente ocorreu aumento na granulometria. Próximo a este ponto chega a aflorar um arenito conglomerático com clastos bem arredondados de granito. Algumas porções deste arenito conglomerático são bastante silicificadas (cimento silicoso).

Fotos: 2569 – 2573.

AP12 (24/02/15) – 22J 6632577 mN / 215082 mE – Dimensão: 30x5x0.8 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento do tipo blocos e matacões bastante fraturados e moderadamente a pouco alterados, de um dique de diabásio com textura porfirítica com fenocristais de plagioclásio e de sulfetos (pirita?), ambos subédricos a anédricos com formato arredondado (características mais intensas nos sulfetos; plagioclásio tem formato subédrico). Há uma geração de plagioclásios na matriz menores e mais euédricos. O fraturamento é paralelo à geometria do corpo. O afloramento chega a ter uns 5 metros de largura, mas como em outros pontos da área, por haver um falhamento no mesmo sentido de alongamento da geometria do corpo intrusivo, estes diques se fraturam em blocos maiores e menores, com presença de vegetação em meio ao material rochoso. Isso é importante na hora de desenhar a dimensão do corpo no mapa geológico da área.

Atitude das fraturas: 340/81; **340/68**; 263/75; 138/70.

Fotos: 2585 – 2593.

AP13 (24/02/15) – 22J 6632720 mN / 215024 mE – Dimensão: ? m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Ponto de controle: dique de diabásio com rumo 067.

AP14.1 (24/02/15) – 22J 6633042 mN / 214936 mE – Dimensão: 15x3x0.2 m. DIQUE DE DIABÁSIO COM TEXTURA EQUIGRANULAR FINA.

Dique de diabásio com textura equigranular fina a muito fina, sem a presença de fenocristais de plagioclásio. Amostra tem fratura conchoidal, possivelmente relacionado com presença de vidro vulcânico (matriz vítrea).

Fotos: 2594 – 2597.

AP14.2 (24/02/15) – 22J 6633131 mN / 214879 mE – Dimensão: 15x5x1.5 m. DIQUE DE RIOLITO COM FOLIAÇÃO MAGMÁTICA E MAIOR CONTEÚDO DE MÁFICOS.

Dique de riolito fraturado, mais espesso em relação aos diques dos pontos anteriores desta porção, com foliação de fluxo bem marvada e maior conteúdo de máficos do que normalmente encontramos nos riolitos.

Atitude da foliação magmática: 155/24.

Atitude das fraturas: 308/59; **300/83**; 320/83; 050/89.

Fotos: 2598 – 2608.

AP14.3 (24/02/15) – 22J 6633200 mN / 214879 mE – Dimensão: 40x8x8 m. DIQUE DE DIABÁSIO INTRUDINDO DIQUE DE RIOLITO. PONTO IDEAL PARA ANÁLISE QUÍMICA. FORAM COLETADAS DUAS AMOSTRAS NESSE PONTO.

Ponto em drenagem. Em ambas as margens da drenagem temos a presença de um dique de riolito bastante fraturado. Esse dique de riolito é intrudido por um dique de diabásio com fraturas perpendiculares à geometria do corpo, supostamente sejam fraturas de resfriamento; na porção interna do dique de diabásio a textura da rocha é equigranular grossa, e nas bordas é mais fina; há presença de sulfetos nesse diabásio. O contato entre o diabásio e o riolito é reto e abrupto.

Atitude das fraturas do diabásio: 180/83; 185/90; 080/73; 280/83; **255/75**; 256/72.

Atitude do dique de diabásio: 260/80.

Fotos: 2609 – 2619.

AP15 (24/02/15) – 22J 6633288 mN / 215331 mE – Dimensão: 20x2.5x0.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Dique de diabásio com cristais anédricos de sulfeto (pirita?). Pequenos cristais siubédricos de plagioclásio reconhecíveis a olho nu e com lupa.

Fotos: 2622 – 2624.

AP16 (24/02/15) – 22J 6633151 mN / 215648 mE – Dimensão: 8x2x1.3 m. ARENITO FINO.

Afloramento de blocos e lajeado basculhado e fraturado, de arenito fino bem selecionado com estratificação plano paralela. Duas famílias de fratura. Neste ponto pode ser realizada coleta de água.

Atitude acamamento sedimentar: 135/19.

Atitude fraturas: 318/80; 078/82.

Fotos: 2625 – 2627.

AP17 (24/02/15) – 22J 6633075 mN / 215874 mE – Dimensão: 10x2x0.2 m. BASALTO?

Afloramento de blocos de uma rocha básica, com textura fina e vesiculada, que foi interpretada como um derrame de basalto. Está situada próxima à afloramentos de rocha sedimentar (folhelhos) e de um dique de diabásio.

Rumo do corpo basáltico: 310.

Atitude do acamamento sedimentar próximo: 135/18.

Amostras: 17A basalto; 17B diabásio.

Fotos: 2628 – 2630.

AP18 (24/02/15) – 22J 6632238 mN / 216262 mE – Dimensão: 8x2x1 m. DIQUE DE RIOLITO.

Dique de riolito fraturado, com textura fanerítica fina à média maciça e de coloração rósea, com predomínio de fenocristais de sanidina seguidos de quartzo, ambos esparsos.

Rumo: 270.

Atitude das fraturas: 145/83.

Fotos: 2631 – 2632.

AP19 (22/03/15) – 22J 6629321 mN / 222173 mE – Dimensão: 8x2x1 m. À LESTE DA FAZENDO DO ISIDORO (F.E.M.). GRANJA COSTA DO CAMBAÍ. SEIXOS EM DRENAGEM.

Os clastos nas margens do rio são, na maior parte, de rochas sedimentares (arenitos finos à siltitos com estratificação paralela e camadas milimétricas), gnaisses (embasamento), calcários calcíticos, riolitos, andesitos e ignimbritos.

Próximo à ponte da drenagem há um afloramento de rocha sedimentar fina, com alto grau de faturamento, com cinza claro. As fraturas são subverticais, com orientação leste-oeste.

Fotos: 2780 – 2783.

AP20 (22/03/15) – 22J 6628787 mN / 222032 mE – Dimensão: 3x1x0.1 m. CONTATO COM INTERAÇÃO ENTRE DIQUE RIOLITO E MARICÁ.

Afloramento de lajedo próximo à drenagem, onde está aflorando um contato entre um dique de riolito e rochas sedimentares finas do Maricá. O contato é brusco, por vezes reto mas também mostrando que o dique englobou algumas partes da sedimentar, dando um aspecto de xenólitos dentro do corpo riolítico. A sedimentar

apresenta metamorfismo de baixo grau, com aspecto de cozida. O riolito tem estrutura maciça, e possui falhas com mesma orientação de seu alongamento.

Na drenagem ocorrem seixos de beira de rio são agora de arenitos, siltitos, riolitos, andesitos, ignimbritos e rochas plutônicas (monzonitos); não se vê mais a presença de calcários e de gnaisses. Prevaecem clastos de andesito.

Atitude das fraturas: 218/58.

Fotos: 2784 – 2798.

AP21 (22/03/15) – 22J 6628308 mN / 221336 mE – Dimensão: 5x2x0.5 m. IGNIMBRITO COM SOLDAGEM INCIPIENTE.

Blocos de ignimbrito cm púmices de até 0,5 cm., pouco soldados, dando aspecto de uma textura maciça. Próximo a este ponto, afloram blocos de andesito com vegetação mais espessa circundante. Presença de litoclastos, provavelmente de composição riolítica.

Fotos: 2799 – 2812.

AP22.1 (22/03/15) – 22J 6628518 mN / 220931 mE – Dimensão: 15x5x2 m. AUTOBRECHA RIOLÍTICA.

Afloramento do tipo pedreira, próximo à estrada, de um derrame com porções autobrechadas, bastante aletrado e fraturado. Coloração rósea à bege denotando intemperismo. Presença de quartzo como fenocristais milimétricos. Apresenta porções com foliação de fluxo com espaçamento milimétrico. Algumas porções brechadas já estavam dissolvidas. Autobrechas se formam por perda de calor.

Fotos: 2813 – 2821.

AP22.2 (22/03/15) – 22J 6628518 mN / 220931 mE – Dimensão: 40x30x9 m. AUTOBRECHA (RIOLÍTICA OU IGNIMBRÍTICA?).

Observamos que as nas porções brechadas há também a presença de púmices mais ou menos achatados com até 6 cm. A ocorrência de púmices e autobrechas simultâneas podem indicar um vulcanismo intermediário entre efusivo e piroclástico. Podem indicar uma porção da câmara que continha púmices, mas que teve um comportamento efusivo.

Atitude das fraturas: 160/76.

Fotos: 2822 – 2828.

AP23 (22/03/15) – 22J 6628935 mN / 221179 mE – Dimensão: 20x5x0.5 m. ANDESITO.

Andesito porfirítico com fenocristais de plagioclásio de até 1 cm., em seção basal e transversal.

Fotos: 2829 – 2837.

AP24 (22/03/15) – 22J 6628750 mN / 220288 mE – Dimensão: 7x1.5x0.5 m. ANDESITO. FAZENDA DO LUZIANO.

Blocos de andesito com textura porfírica, aflorando na quebra do relevo entre sedimentares e Acampamento Velho. Fenocristais de plagioclásio e de piroxênio subédricos.. Presença de amígdalas. Epidoto com textura fibrorradiada, possivelmente como mineral secundário.

Fotos: 2838 – 2846.

AP25 (22/03/15) – 22J 6628559 mN / 220044 mE – Dimensão: 25x25x4 m. DERRAME RIOLÍTICO.

Afloramento de lajeado em topo de morro bastante fraturado, de riolito com estrutura sutil de fluxo. Presença de esferulitos milimétricos e centimétricos.

Atitude das fraturas: 217/70.

Fotos: 2847 – 2855.

AP26 (27/07/15) – 22J 6631682 mN / 214684 mE – Dimensão: 15x15x2.5 m. ARENITO MÉDIO À GROSSO. CABANHA TEIXEIRA SOUTO.

Afloramento do tipo blocos de arenito médio à grosso, com estrutura maciça e basculamento e cimento silicoso.

Rumo do afloramento: 064.

Atitude das camadas: 154/23; **155/16**; 148/18; 170/07.

Fotos: 3760 – 3764.

AP27 (27/07/15) – 22J 6631588 mN / 214929 mE – Dimensão: 5x1x0.1 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento do tipo blocos de riolito com fenocristais de sanidina de até 1cm., e matriz vítrea. Quartzo em pouca quantidade como fenocristal e tamanho milimétrico, e presença de plagioclásio euédrico.

Rumo do dique: 065.

Fotos: 3765 – 3771.

AP28 (27/07/15) – 22J 6631388 mN / 215239 mE – Dimensão: 30x4x0.5 m. ARENITO GROSSO À CONGLOMERÁTICO.

Afloramento de lajedo de arenito grosso à conglomerático, com camadas basculhadas com baixo ângulo de mergulho. Presença de clastos com bom arredondamento e baixa esfericidade, de até 15 cm., de composição variando entre granitoides milonitizados, quartzo leitoso e intraclastos de até 40 cm. Estratificação plano paralela.

Atitude do acamamento sedimentar: 160/13; 176/06; **183/11**.

Fotos: 3772 – 3787.

AP29 (27/07/15) – 22J 6631238 mM / 215294 mE – Dimensão: 100x8x0.4 m. DIQUE BÁSICO.

Afloramento de blocos de rocha básica com textura afanítica, cor cinza escuro, com pequenos cristais de plagioclásio e sulfetos milimétricos.

Fotos: 3788 – 3795.

AP30 (27/07/15) – 22J 6631000 mN / 215166 mE – Dimensão: 25x10x1 m. CONTATO SEDIMENTAR E IGNIMBRITO.

Contato entre arenito grosso e ignimbritos maciços com pouca presença de púmices e fenocristais de sanidina, quartzo e litoclastos acidentais, conatos e acessórios.

Atitude do acamamento sedimentar: 195/10.

Fotos: 3796 – 3798.

AP31.1 (27/07/15) – 22J 6630908 mN / 215391 mE – Dimensão: 20x5x2 m. IGNIMBRITO.

Afloramento de blocos de ignimbrito com textura maciça, ou seja, pouco grau de soldagem, com cor cinza, fenocristais de quartzo e sanidina com tamanho médio de 2 mm., presença de litoclastos de até 2 cm. de riolito e rochas sedimentares. Pouca presença de púmices.

Atitude da textura eutaxítica: 175/01; 160/10; **170/10**.

Fotos: 3799 – 3802.

AP31.2 (27/07/15) – 22J 6630899 mN / 215381 mE – Dimensão: 20x5x2 m. IGNIMBRITO.

Afloramento de ignimbrito de cor avermelhada, presença de litoclastos de até 2,5 cm. e fenocristais de sanidina e quartzo com tamanho médio de 2mm. Matriz vítrea.. Não identifiquei a presença de púmices a olho nu.

Atitude do acamamento ígneo: 150/16; **154/11**.

Fotos: 3803 – 3808.

AP31.3 (27/07/15) – 22J 6630888 mN / 215378 mE – Dimensão: 20x5x2 m. IGNIMBRITO.

Ignimbrito maciço de coloração avermelhada, com litoclastos de até 1,5 cm. E fenocristais de quartzo e sanidina de até 1mm. Matriz vítrea.

Atitude da textura eutaxítica: 174/11.

Fotos: 3809 – 3813.

AP31.4 (27/07/15) – 22J 6630855 mN / 215407 mE – Dimensão: 20x10x2 m. RIOLITO MACIÇO.

Afloramento de lajeado em topo de morro, formado por riolito com estrutura maciça, matriz vítrea, presença de litoclastos, quartzo e sanidina, todos com tamanho médio de 1 mm. Fraturas formando um par conjugado com os seguintes padrões: 1- 052/80; 052/85 e 2- 082/85; 080/86. Presença de esferulitos centimétricos. Quartzo e sanidina são euédricos.

Fotos: 3814 – 3819.

AP32 (27/07/15) – 22J 6631979 mN / 214184 mE – Dimensão: 100x9x1.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento de blocos e matacões de um dique com textura afanítica, cor cinza escuro esverdeado, interpretada como um dique de diabásio. Fenocristais de plagioclásio, entre outros. Presença de máficos.

Rumo do dique: 170.

Atitude das fraturas: 005/60; 105/70; 003/76; 020/80; 025/72; **007/74.**

Fotos: 3820 – 3826.

AP33 (27/07/15) – 22J 6632247 mN / 214057 mE – Dimensão: 50x7x3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento em drenagem, Contato de dique de diabásio com folhelhos do Maricá. Sedimentar está bastante fraturada. Diabásio tem textura porfirítica fina, com fenocristais de plagioclásio. Presença de máficos.

Rumo do dique: 175.

Fotos: 3827 – 3835.

AP34 (27/07/15) – 22J 6632180 mN / 214148 mE – Dimensão: ? m. DIQUE DE RIOLITO.

Ponto de controle: dique de riolito com rumo 218.

AP35 (28/07/15) – 22J 6632419 mN / 214544 mE – Dimensão: 20x1.5x0.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento de blocos próximo à drenagem, dique de diabásio, com textura porfirítica e matriz afanítica, presença de fenocristais de plagioclásio e anfibólio.

Atitude das fraturas perpendiculares ao dique: 056/89; **005/87**.

Atitude das fraturas paralelas ao dique: 315/90; 257/90; **345/71**.

Fotos: 3838 – 3843.

AP36.1 (28/07/15) – 22J 6632681 mN / 214525 mE – Dimensão: 10x5x1.5 m. ARENITO FINO À MÉDIO.

Afloramento próximo à drenagem de blocos de arenito com textura fina à média, estratificação plano paralela e duas famílias de fraturas bem marcadas.

Atitude das fraturas perpendiculares ao dique: 235/72.

Atitude das fraturas paralelas ao dique: 326/80.

Fotos: 3844 – 3850.

AP36.2 (28/07/15) – 22J 6632694 mN / 214574mE – Dimensão: 100x2x0.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento bastante fraturado , com blocos de dique de diabásio com textura porfirítica, matriz afanítica. Fenocristais de plagioclásio e de sulfetos.

Rumo do dique: 040.

Atitude das fraturas: 150/14; 164/17; 156/16; 167/15.

Fotos: 3851 – 3859.

AP36.3 (28/07/15) – 22J 6632573 mN / 214787 mE– Dimensão: 100x2x0.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Afloramento de dique diabásio, com presença de minerais máficos, bastante fraturado, textura afanítica.

Rumo: 120.

Fotos: 3851 – 3859.

AP37 (28/07/15) – 22J 6632806 mN / 214447 mE – Dimensão: 50x5x0.5 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento de dique de riolito bastante fraturado, maciço. Pode conter fluorita, pois há presença de uns cristais violetas.

Rumo do dique: 161/13.

Atitude das fraturas: 300/84; 238/87; 339/79.

Fotos: 3860 – 3866.

AP38 (28/07/15) – 22J 6633129 mN / 214369 mE – Dimensão: 40x5x0.5 m. ARENITO CONGLOMERÁTICO (PIRITA).

Afloramento de blocos com até 1 m. de arenito fino à médio, com estrutura maciça. Presença de cristais e moldes cúbicos de minerais opacos (pirita) com até 1,2 cm.

Fotos: 3867 – 3871.

AP39 (28/07/15) – 22J 6633368 mN / 214124 mE – Dimensão: 50x6x0.8 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento de blocos de dique de riolito bastante fraturado, e alterado. Riolito com matriz vítrea e textura porfírica com fenocristais de sanidina e quartzo. Apresenta foliação de fluxo, observada em bloco rolado.

Fotos: 3872 – 3877.

AP40 (28/07/15) – 22J 6633500 mN / 213836 mE – Dimensão: 50x4x0.4 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento de blocos de dique de riolito bastante fraturado, com textura porfírica e matriz vítrea; fenocristais de sanidina, quartzo e máficos, estes últimos em menor proporção. A sanidina é mais euédrica que os outros dois, e chega a ter 1,5 cm.

Rumo do dique: 065.

Fotos: 3878 – 3884.

AP41 (28/07/15) – 22J 6633577 mN / 213626 mE – Dimensão: 50x50x6 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento de lajeado de dique bastante espesso, com faturamento moderado. Rocha maciça, com matriz vítrea e fenocristais de sanidina com até 1 cm. e quartzo com até 0,5 cm. Quartzo prevalece em relação à sanidina.

Atitude dique: 153/17.

Atitude das fraturas: 070/88; 180/66; 095/85.

Fotos: 3885 – 3889.

AP42 (29/07/15) – 22J 6631340 mN / 219289 mE – Dimensão: 50x3.5x0.5 m. DIQUE DE DIORITO. FAZENDA ESTÂNCIA DA CALMA (IRESMAR). DIQUE DE DIORITO CORTANDO DOMO RIOLÍTICO.

Afloramento de blocos de dique básico com textura fanerítica média, e matriz mais grossa que os diques básicos antes mapeados, com fenocristais de plagioclásio. Foi interpretada como um diorito de origem hipabissal. Presença de quartzo em pouca proporção, mas ocorrem máficos como a biotita e anfibólio. Ocorrem também sulfetos (pirita?).

Rumo do dique: 070.

Fotos da estrada: 3890 – 3892.

Fotos: 3893 – 3901.

AP43 (29/07/15) – 22J 6631340 mN / 219289 mE – Dimensão: 100x50x1 m. DERRAME RIOLÍTICO. DOMO?

Afloramento do tipo blocos e lajeado de riolito efusivo, com foliação de fluxo bem marcada e verticalizada, matriz vítrea e textura porfirítica com fenocristais de sanidina e quartzo.

Atitude da foliação de fluxo: 176/49; 069/63; 155/58; 095/56; 100/53; 115/55; 195/54.

Atitude das fraturas: 238/85; 236/86; 251/89; 331/88; 326/84.

Fotos: 3902 – 3916.

AP44 (29/07/15) – 22J 6631416 mN / 219618 mE – Dimensão: 20X2X1 m. DIQUE DE ANDESITO. DIQUE DE ANDESITO CORTANDO DOMO RIOLÍTICO.

Afloramento de blocos de dique de andesito com textura porfirítica e fenocristais de plagioclásio com até 1,5 cm. e anfibólio já alterado. Rumo 075. Fotos: 3917 – 3922.

AP45 (29/07/15) – 22J 6631229 mN / 219758 mE – Dimensão: 100X100X7 m. DERRAME RIOLÍTICO. DOMO?

Afloramento de blocos e lajeado de derrame riolítico, com foliação de fluxo bem marcada e verticalizada, dobras suaves à fechadas. Matriz vítrea, fenocristais milimétricos de quartzo e sanidina.

Atitude da foliação de fluxo: 095/73; 058/75; 065/69; 069/71; 020/58; 018/57; 014/58; 045/46; 050/73; 047/64; 048/69; 021/66; 048/85.

Fotos: 3923 – 3943.

AP46 (29/07/15) – 22J 6631530 mN / 219821 mE – Dimensão: 10X1X0.3 m. DIQUE DE DIABÁSIO.

Ponto de controle: afloramento pouco espesso de dique de diabásio com fenocristais de plagioclásio.

Rumo do dique: 104.

Não foi coletado amostra neste ponto.

AP47 (29/07/15) – 22J 6631752 mN / 219685 mE – ARENITO COM METAMORFISMO DE BAIXO GRAU.

Ponto de controle: baixo topográfico em meio à dois morros interpretados como domos vulcânicos, devido à incidência de foliação verticalizada ($\geq 80^\circ$). Afloram folhelhos com textura de recristalização e metamorfismo de baixo grau.

Fotos: 3944 – 3953.

AP48 (29/07/15) – 22J 6632142 mN / 219676 mE – Dimensão: 70X30X1 m. DERRAME DE RIOLITO. DOMO?

Riolito com foliação verticalizada, matriz vítrea, coloração cinza escuro, textura porfírica com fenocristais de sanidina e quartzo milimétricos.

Atitude da foliação de fluxo: 010/65; 032/64.

Fotos: 3954 – 3961.

AP49 (30/07/15) – 22J 6632000 mN / 220296 mE – Dimensão: 40X1.5X1 m. DERRAME DE RIOLITO. DOMO?

Riolito de cor cinza médio, com matriz afanítica e textura porfírica com fenocristais milimétricos de sanidina e quartzo. Foliação de fluxo bem marcada e com mergulho mais baixo, formando dobras suaves à fechadas. A feição indicativa do domo se alonga no sentido N-S. Presença de esferulitos centimétricos.

Atitude da foliação de fluxo: 024/54; 085/56; 055/43; 080/46; 090/59; 075/53; 025/55; 080/57; 040/57.

Fotos: 3962 – 3985.

AP50 (30/07/15) – 22J 6632062 mN / 220216 mE – Dimensão: 10X3X1 m. DERRAME DE RIOLITO. DOMO?

Afloramento de blocos e lajeado de riolito com estrutura maciça e textura vítrea brechada, com clastos centimétricos na média de 3 cm. de tamanho, alguns apresentando foliação. Corresponderia à borda do domo.

Fotos: 3986 – 3999.

AP51 (30/07/15) – 22J 6632593 mN / 219891 mE – Dimensão: 40X5X1 m. DIQUE DE GRANITO.

Afloramento de blocos e lageado de um dique de granito, com textura fanerítica equigranular média e maciça, contendo feldspato alcalino, plagioclásio, biotita, anfibólio e traços de sulfetos (pirita?). Presença de máficos não-identificáveis a olho nu. Os cristais maiores são de feldspato e de quartzo.

Rumo do dique: 042.

Fotos: 4000-4005.

AP52 (30/07/15) – 22J 6632619 mN / 219761 mE – Dimensão: 20X5X0.3 m. DIQUE DE RIOLITO/TRAQUITO.

Afloramento de blocos de um dique de riolito maciço, com matriz vítrea e textura porfirítica com fenocristais de feldspato, plagioclásio, quartzo e minerais máficos. Feldspato chega a ser centimétrico. Esta amostra assemelha-se com o traquito. Ver se há correlação. Rumo do dique: 070.

Fotos: 4006 – 4008.

AP53.1 (30/07/15) – 22J 6632859 mN / 219515 mE – Dimensão: 10X4X0.4 m. DIQUE DE DIORITO.

Afloramento de blocos de dique diorítico, com textura fanerítica inequigranular fina à média, com fenocristais de plagioclásio. Presença de anfibólio. Ver se há correlação com AP44.

Rumo do dique: 080.

Fotos: 4009 – 4012.

AP53.2 (30/07/15) – 22J 6632924 mN / 219446 mE – DIQUE DE DIORITO.

Afloramento de blocos de dique diorítico, com textura fanerítica inequigranular média, com fenocristais de plagioclásio. Não coletamos amostra nem fizemos foto.

AP54 (30/07/15) – 22J 6632985 mN / 219460 mE – Dimensão: 20X3X0.5 m. FOLHELHOS COM ESTRUTURA DE INTEMPERISMO QUÍMICO.

Blocos de folhelhos com estratificação plano paralela e textura de dissolução por intemperismo químico.

Atitude do acamamento sedimentar: 105/30; 105/33; 118/40.

Atitude das fraturas: 337/74; 048/69.

Fotos: 4013 – 4021.

AP55 (30/07/15) – 22J 6633301 mN / 219275 mE – Dimensão: 7X2X0.1 m. DIQUE DE ANDESITO. PROCURAR RELAÇÃO COM HILÁRIO.

Afloramento de blocos de andesito, supostamente um dique, com textura porfirítica contendo fenocristais de plagioclásio com até 1 cm. Apresenta cavidades de dissolução dos feldspatos. Presença de sulfetos anédricos (pirita).

Rumo do dique: 072.

Fotos: 4022 – 4027.

AP56 (30/07/15) – 22J 6633531 mN / 219360 mE – Dimensão: 10X6X0.8 m. DIQUE DE RIOLITO.

Afloramento de blocos de riolito maciço com coloração cinza escuro e fenocristais de sanidina e quartzo com tamanho médio de 0,1mm. Sanidina parece ser mais abundante que o quartzo. Em geral, há poucos fenocristais imersos na matriz vítrea. Atitude das fraturas: 242/78; 165/87.

Fotos: 4028 – 4034.

AP57 (31/07/15) – 22J 6631463 mN / 213659 mE – Dimensão: 10X6X0.8 m. FOLHELHO. CABANHA TEIXEIRA SOUTO.

Afloramento de lajeado fraturado formado por folhelho com estratificação plano paralela, com presença de pirolusita entre as camadas.

Atitude do acamamento: 185/23; 200/25; 194/30.

Fotos: 4035 – 4041.

AP58 (31/07/15) – 22J 6631163 / 213452 – Dimensão: 80X40X10 m. ARENITO CONGLOMERÁTICO COM BANDA DE MINERAIS PESADOS.

Arenito conglomerático com estratificação paralela e cruzada paralela, com pacotes de até 3 m., com clastos com bom arredondamento e baixa esfericidade de granitoides milonitizados e quartzo. Na porção intermediária deste afloramento, há umas bandas de material denso e escuro, com espessura milimétrica à centimétrica.

Atitude do acamamento sedimentar: 158/25; 170/22; 172/21.

Fotos: 4042 – 4053.

AP59 (31/07/15) – 22J 6630623 / 213444 – IGNIMBRITO MACIÇO.

Afloramento de lajeado no rio Cambaizinho. Ignimbrito maciço, sem soldagem, contendo litoclastos cognatos de até 4cm.; estão presentes também litoclastos acidentais. Bastante fraturado. Presença de púmices.

Atitude das fraturas: 255/88; 257/82; 080/76; 085/59; 339/60; 349/54; 345/58.

Fotos: 4054 – 4117.

AP60 (31/07/15) – 22J 6630189 / 213333 – AUTOBRECHA.

Afloramento de blocos e lajeado de autobrecha riolítica, que pode ser de derrame ou de domo. Sanidina e quartzo pouco representativos. Presença de esferulitos nas porções mais foliadas.

Foto: 4118 – 4141.

AP61 (31/07/15) – 22J 6630182 / 213195 – DOMO RIOLÍTICO.

Afloramento de lajeado em topo de cascata, bastante espesso. Riolito com foliação de fluxo bem marcada e verticalizada, ocorrendo também porções com riolito brechado. Presença de esferulitos em abundância, chegando até 10 cm. de diâmetro, alguns sendo preenchidos por zeolitas.

Atitude da foliação: 325/45; 317/35; 303/86; 312/46; 311/50.

Atitude das fraturas: 050/69; 030/80.

Fotos: 4142 – 4176.

AP62 (31/07/15) – 22J 6630017 / 213085 – DERRAME RIOLÍTICO.

Afloramento de lajeado em rio, bastante espesso, de derrame riolítico com matriz vítrea, textura porfirítica com fenocristais milimétricos de quartzo; sanidina pouco expressiva. Possuem cavidades que parecem ser vesículas, algumas preenchidas por quartzo.

Fotos: 4177 – 4183.