

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RAFAEL RAMOS SILVEIRA

**GEOLOGIA DO GRUPO MARICÁ E DO GRUPO BOM JARDIM NA
REGIÃO NORTE DO DISTRITO DE JOCA TAVARES, BAGÉ/RS**

**Caçapava do Sul
2016**

RAFAEL RAMOS SILVEIRA

**GEOLOGIA DO GRUPO MARICÁ E DO GRUPO BOM JARDIM NA
REGIÃO NORTE DO DISTRITO DE JOCA TAVARES, BAGÉ/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.

Orientadora: Prof^a. Dra. Delia Del Pilar
Montecinos de Almeida.

Co-Orientador: Prof^o. Dr. Antonio
Romalino Santos Fragoso-Cesar.

**Caçapava do Sul
2016**

RAFAEL RAMOS SILVEIRA

**GEOLOGIA DO GRUPO MARICÁ E DO GRUPO BOM JARDIM NA
REGIÃO NORTE DO DISTRITO DE JOCA TAVARES, BAGÉ/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.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 08/12/2016.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Delia Del Pilar M. de Almeida
Orientadora
UNIPAMPA

Prof^o. Me. Luiz Delfino Teixeira Albarnaz
UNIPAMPA

Prof^o. Dr^o. Felipe Guadagnin
UNIPAMPA

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) .

S136g Silveira, Rafael Ramos

Geologia do Grupo Maricá e do Grupo Bom Jardim na região norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS. / Rafael Ramos Silveira.

77 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2016.

"Orientação: Delia Del Pilar Montecinos de Almeida".

1. Mapeamento Geológico. 2. Bacia do Camaquã. 3. Estratigrafia. 4. Petrografia. 5. Geologia Estrutural.
I. Título.

Dedico este trabalho ao Professor e
Geólogo Maurício Ribeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, Aquele que ilumina meu caminho em meio à escuridão.

Ao amor de Deus, exercido na Terra pela mais importante instituição: Família. Aqueles que rezam por mim, me fortalecem e me amparam. Obrigado pai (José Nerci Diniz Silveira), mãe (Márcia Regina Ramos Silveira) e irmã (Natália Ramos Silveira). Os agradecimentos estendem-se à Família Ramos e à Família Diniz/Silveira, sempre soube que poderia contar com todos.

À Vanice Pasinato, que me deu força, amor e tranquilidade na minha caminhada final, e mais difícil, dentro da graduação.

À Moyra Ribeiro, que me fortaleceu, me amou e me amparou no início da graduação, até o momento em que pôde.

À Professora Delia Del Pilar, por ter acreditado no meu intelecto, e ter me dado orientação, apoio e liberdade para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Professor e amigo Antonio Romalino, pela orientação e amizade. Ao Professor e Filósofo Olavo de Carvalho e ao Professor e Geólogo Maurício Ribeiro, que através de suas obras me fizeram valorizar o verdadeiro conhecimento e ir ao encontro de um Brasil dos valores de Bonifácio.

Ao meu tio Eduardo Ramos, primeiro a me dar lições profissionais.

Aos meus amigos de pedra, que estarão sempre em minhas lembranças e em meu coração.

À Caçapava do Sul, cidade belíssima que respira geologia. Ciência que compõem o meu sentido de vida.

À sociedade brasileira, por ter financiado este projeto através da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ao coordenador do projeto Professor Marcelo Barcellos, por toda estrutura dada aos estudantes para que pudéssemos desenvolver com louvor nossas pesquisas.

“O verdadeiro homem de ciência aposta
sempre em todos os cavalos, e aplaude
incondicionalmente o vencedor, qualquer
que seja. ”

Olavo de Carvalho

RESUMO

A Bacia do Camaquã apresenta excepcionais registros de depósitos Ediacarano, não afetados por metamorfismo regional, que afloram no Escudo Sul-riograndense, e são reunidos estratigraficamente no Supergrupo Camaquã, cujas unidades basais são: i) Grupo Maricá, sequência sedimentar composta por depósitos fluviais e depósitos turbidíticos, que recobrem em não conformidade rochas metamórficas relacionadas à Orogenia Brasileira; e ii) Grupo Bom Jardim, sequência vulcano-sedimentar composta por depósitos turbidíticos e rochas vulcânicas predominantemente intermediárias, além de rochas vulcanoclásticas. Na presente pesquisa, foram estudados os grupos Maricá e Bom Jardim a partir do mapeamento geológico de detalhe de uma área de 20 km² na região norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS, sendo realizados estudos integrados de estratigrafia, petrografia, petrologia sedimentar, análise faciológica, e de geologia estrutural. A região de estudo apresenta variedade e complexidade geológica devido principalmente a condicionantes estruturais, que correspondem a falhas transcorrentes e normais, dentre elas, cabe salientar a Falha Porteiras e a Falha Província. Dentro deste contexto, foram identificadas na área de mapeamento as seguintes unidades: (1) rochas metassedimentares (xistos e filitos) de baixo grau metamórfico, agrupadas no Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro, que constituem o embasamento metamórfico da região; (2) arenito com estratificação cruzada acanalada e seixos esparsos bem arredondados de rochas metamórfica e/ou plutônicas, agrupados na Formação Passo da Promessa; (3) intercalações rítmicas de arenito maciço arcoseano, arenito com estratificação plano-paralela, arenito com laminação cruzada cavalgante e pelitos laminados, constituindo uma clássica sequência de turbiditos de Bouma, agrupados na Formação São Rafael; (4) intercalações rítmicas de arenito maciço, arenito estratificado e pelitos laminados, agrupados na Formação Mangueirão, e arenito médio a grosso maciço ou estratificado e conglomerados com intraclastos de pelito, depositados em canais distributivos, agrupados na Formação Vargas. Ambas as unidades apresentam grande contribuição vulcânica e são interpretadas como constituídas por depósitos gerados por correntes de turbidez; (5) andesito com textura porfírica e fenocristais de plagioclásio não raro orientados, basaltos e subordinadamente rochas piroclásticas, agrupadas na Formação Hilário; e (6) intrusões sub-vulcânica de andesito porfírico com fenocristais de plagioclásio

e anfibólio, aqui definido como Andesitos Porteira. Acerca dos questionamentos levantados por inúmeros autores referentes ao vulcanismo sin-Maricá, os trabalhos do Geólogo Maurício Ribeiro demonstram-se corretos até o presente momento. Porém, o recente achado de níveis piroclásticos possibilitarão a partir da tefrocronologia a descoberta da idade absoluta da unidade. Dentro deste contexto, cabe salientar a similariedade litológica e faciológica da Formação São Rafael com a Formação Mangueirão, fato que têm gerado inúmeras confusões registradas em artigos científicos e mapas geológicos. Portanto, avanços em estudos petrológicos das unidades propiciarão uma melhor compreensão das mesmas.

Palavras-Chave: Bacia do Camaquã; Mapeamento Geológico; Distrito de Joca Tavares; Grupo Maricá; Grupo Bom Jardim.

ABSTRACT

The Camaquan Basin presents exceptional records of Ediacarano deposits not affected by regional metamorphism, that appear in the South riograndense Shields, and are reunited stratigraphically in Supergroup Camaqua, whose basal unit are: i) Maricá Group, sedimentary sequence composed by fluvial deposits and turbidites deposits, that recovers in non-conformity metamorphic rocks related to Brasiliana Orogeny; and ii) Bom Jardim Group, volcano-sedimentary sequence composed by turbidites deposits and volcanic rocks predominantly intermediate, besides vulcanoclastic rocks. In the present research, the Maricá and Bom Jardim groups were studied from geological detail mapping of an area of 20 km² in the northern region of the District of Joca Tavares, Bagé/RS, being carried out integrated studies of stratigraphy, petrography, sedimentary petrology, analysis facies, and structural geology. The study region presents variety and geological complexity due mainly to structural constraints, which correspond to strike-slip fault and normal fault, among them, it is worth noting The Porteiras Fault and The Província Fault. Within this context, the following units were identified in the mapping área: 1) metasedimentary rocks, schists and filitos of low grade metamorphic, grouped in the Metamorphic Complex Arroio Marmeleiro, that constitute the metamorphic basement of the region; 2) sandstone with trough cross stratification and scattered pebbles rounded of metamorphic rocks and/or plutonic, grouped in the Passo da Promessa Formation; 3) rhythmic interleaving of massive sandstone arcosean, sandstone with plan-parallel stratification, sandstone with ripple cross-lamination and mudrocks, constituing a classical sequence of Bouma turbidites, grouped in the São Rafael Formation; 4) rhythmic intercalations of massive sandstone, stratified sandstone and mudrocks, grouped in the Mangueirão Formation, and sandstone medium to coarse massive or stratified and conglomerates with intraclasts, deposited in distributive channels, grouped in the Vargas Formation. Both units presents a large volcanic contribution and are interpreted as consisting of deposits generated by turbidity currents; (5) andesitic with porphyritic texture and phenocrysts of plagioclase not infrequently oriented, basalts and subordinately pyroclastic rocks, grouped in the Hilário Formation; and 6) sub-volcanic intrusions of porphyritic andesite with plagioclase and amphibole phenocrysts, here defined as Andesitic Porteira. About the questions raised by many authors concerning volcanism syn-Maricá, the work of

Geologist Maurício Ribeiro have proven correct up to the present time. However, the recent finding of pyroclastic levels will enable from tefrochronology to discover the absolute age of the unit. Within this context, it is worth noting the lithological and faciological similarity of the São Rafael Formation with the Mangueirão Formation, fact that has generated numerous confusions recorded in scientific articles and geological maps. Therefore, advances in petrological studies of the units will provide a better understanding of them.

Keywords: Camaquã Basin; Geological Mapping; Joca Tavares District; Maricá Group; Bom Jardim Group.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Geral	15
1.1.2 Específicos	15
1.2 JUSTIFICATIVAS	16
1.3 ÁREA DE ESTUDO	17
2 MÉTODOS DE TRABALHO	19
2.1 Revisão bibliográfica e das seções-tipo	19
2.2 Aerofotogeologia.....	19
2.3 Trabalho de campo	19
2.4 Estudos petrográficos e classificações utilizadas.....	20
2.5 Análise de fácies e associação de fácies.....	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONTEXTO GEOLÓGICO	22
3.1 Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro	23
3.2 Grupo Maricá	24
3.3 Grupo Bom Jardim	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Descrição geológica da área de mapeamento	36
4.1.1 Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro	36
4.1.2 Grupo Maricá	40
4.1.2.1 Formação Passo da Promessa	40
4.1.2.2 Formação São Rafael	41
4.1.3 Grupo Bom Jardim	49
4.1.3.1 Subgrupo Arroio dos Nobres	49
4.1.3.1.1 Formação Mangueirão	49
4.1.3.1.2 Formação Vargas	55
4.1.3.2 Subgrupo Crespos	58
4.1.3.2.1 Formação Hilário	58
4.1.4 Andesitos Porteira.....	61
4.1.5 Diques Básicos.....	64
4.2 Vulcanismo sin-Maricá: Formação São Rafael X Formação Mangueirão.....	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65

6 REFERÊNCIAS	66
7 APÊNDICE.....	76

1 INTRODUÇÃO

As coberturas pré-cambrianas do Escudo Sul-riograndense, que não sofreram metamorfismo regional, ocorrem preservadas na Bacia do Camaquã, atualmente considerada de idade Ediacarana, devido idades adquiridas em rochas metamórficas do embasamento pré-Ediacarano, as mais jovens em torno de 650 Ma, e idade do Membro Rodeio Velho (547 ± 6 Ma U-Pb em zircões, Almeida *et al.* 2012), que possivelmente registra o encerramento da evolução da Bacia do Camaquã.

As rochas da Bacia do Camaquã são reunidas litoestratigraficamente no Supergrupo Camaquã (Fragoso-Cesar *et al.* 2003), cujas unidades basais são o Grupo Maricá e o Grupo Bom Jardim, separadas por discordância angular e relacionadas a diferentes fases de evolução da Bacia do Camaquã.

Estudos nestas unidades foram efetuados pelo autor na região norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS, para o desenvolvimento do presente Trabalho de Conclusão de Curso. O estudo envolveu mapeamento destas unidades na escala 1:25.000 de uma área da 20 km² buscando caracterizar seus conteúdos litológicos, petrográficos, faciológicos e estruturais, bem como suas relações de campo entre si e com outras unidades. E também discutir sobre possível ocorrência vulcânica contemporânea à sedimentação do Grupo Maricá, característica mencionada por diversos autores em outras regiões da Bacia do Camaquã (e. g. Pelosi 2001, Borba 2007), embora já tenha sido alertada sua ausência por Ribeiro (1983).

As unidades estratigráficas da Bacia do Camaquã têm sido objeto de inúmeras revisões e redefinições desde o trabalho pioneiro de Carvalho (1932), destacando a contribuição para o conhecimento regional os trabalhos clássicos de Leinz *et al.* (1941), Pinto (1955), Robertson (1966), Ribeiro *et al.* (1966), Tessari & Picada (1966), Ribeiro (1983) e Ribeiro & Lichtenberg (1978).

Para o conhecimento específico das unidades aqui estudadas, cabe citar os trabalhos de Pelosi & Fragoso-Cesar (2003, 2006) e Borba *et al.* (2006, 2007, 2008) no Grupo Maricá, e os de Lima & Nardi (1998), Almeida *et al.* (2002), Wildner *et al.* (2002), Janikian *et al.* (2003) e Sommer *et al.* (2006), no Grupo Bom Jardim.

Destes estudos, no entanto, nenhum tratou diretamente da região de Joca Tavares. A exceção é o trabalho na escala 1:250 000 de Tessari & Giffoni (1970), que contribuiu descrevendo relação de contato por falha entre o embasamento metamórfico e rochas sedimentares da Bacia do Camaquã, estas com ocorrência de

cobre. A falta de estudos geológicos na região e a recente descoberta de uma intrusão carbonatítica (*vide* Toniolo *et al.* 2011) chamaram a atenção para a importância econômica da região motivando este estudo, que envolve principalmente mapeamento geológico básico.

A presente pesquisa está inserida no projeto: “Pesquisa em Terras Raras na região central do Rio Grande do Sul: programa de Pós-graduação em Química (PPGQ-UFSM), Ciências Farmacêuticas (PPGCF-UFSM) e em Tecnologia Mineral (PPGTM-UNIPAMPA)”, financiado pelo CNPq (processo 405806/2013-2), contemplado na Chamada Nº. 76/2013 MCTI/CNPq/CT-Mineral – apoio ao desenvolvimento tecnológico em terras raras. Todos os métodos de investigação utilizados nesta pesquisa, que exigiram recursos externos, foram financiados pelo projeto citado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Gerais

O objetivo geral do estudo é apresentar mapa geológico na escala 1:25.000 da região norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS.

1.1.2 Específicos

Os objetivos específicos são:

- i) caracterização petrográfica, faciológica, estratigráfica e estrutural das rochas do Grupo Maricá e das rochas sedimentares do Grupo Bom Jardim na área de estudo.
- ii) estudo das relações de contato das unidades mapeadas.
- iii) levantamento estratigráfico de detalhe a fim de constatar, ou não, a ocorrência de camadas vulcânicas contemporâneas à sedimentação do Grupo Maricá.
- iv) dar sequência aos trabalhos de mapeamento básico fundadores da geologia da Bacia do Camaquã.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando que a região de Joca Tavares está inserida em uma importante zona estrutural, alvo prospectivo desde o século passado com a descoberta de ocorrência de cobre (*vide* Tessari & Giffoni 1970), e atualmente com a descoberta de um corpo carbonatítico (*vide* Toniolo *et al.* 2011), este estudo poderá contribuir para uma melhor compreensão da área e servir de base para futuros trabalhos, já que a área carece de estudos estratigráficos detalhados, principalmente na porção da região em que afloram rochas da Bacia do Camaquã.

Cabe também mencionar a importância do mapeamento estratigráfico de detalhe, a fim de constatar ou não a ocorrência de rochas vulcânicas intercaladas as rochas sedimentares do Grupo Maricá, característica mencionada por diversos autores em outras regiões da Bacia do Camaquã.

Além da importância substancial em trazer à luz do presente os trabalhos fundadores, que muito contribuíram para a definição das unidades estratigráficas, principalmente os trabalhos realizados até a década de setenta. Dar sequência a estes trabalhos fará com que o conhecimento geológico evolua em aspectos pouco considerados na geologia moderna, mas de fundamental importância na continuação da construção da base sólida do conhecimento geológico.

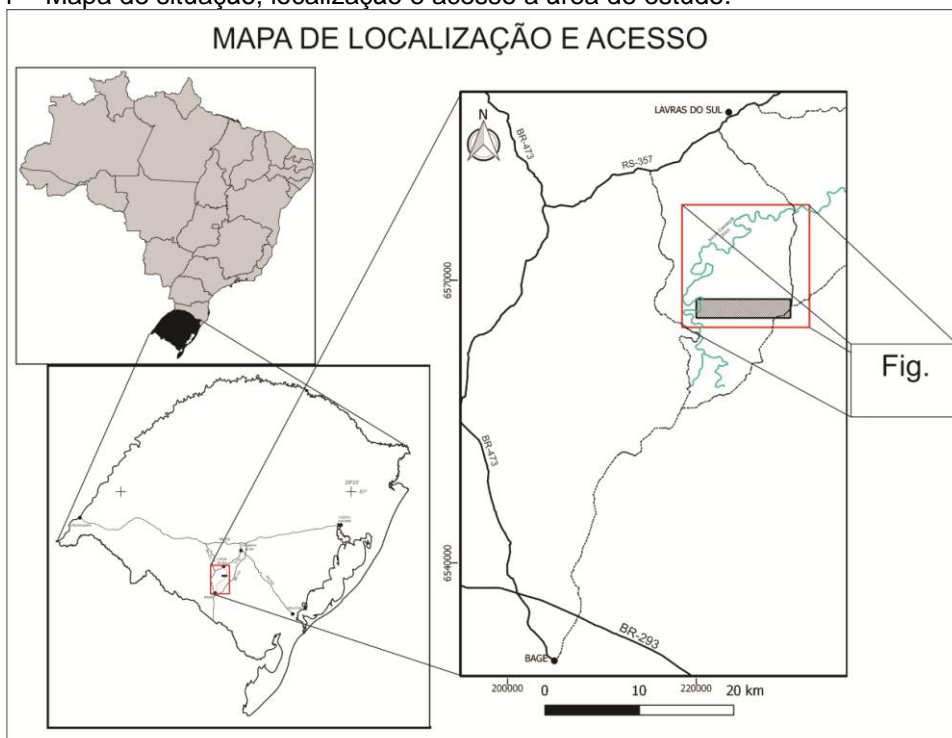
1.3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está contida na região centro-sul do estado do Rio Grande do Sul, situada entre os meridianos 53°45'W e 54°W e os paralelos 30°55'S e 31°05'S, próximo aos limites municipais das cidades de Bagé, Lavras do Sul e Dom Pedrito, distando 40 km a sul da zona urbana de Lavras do Sul, sendo as coordenadas dos vértices da área: 220000/6568000; 230000/6568000; 230000/6566000; 220000/6566000.

A área abrange 20 km² e está inserida na região norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS, a sul do rio Camaquã Chico, próximo a ocorrência de cobre Porteiras.

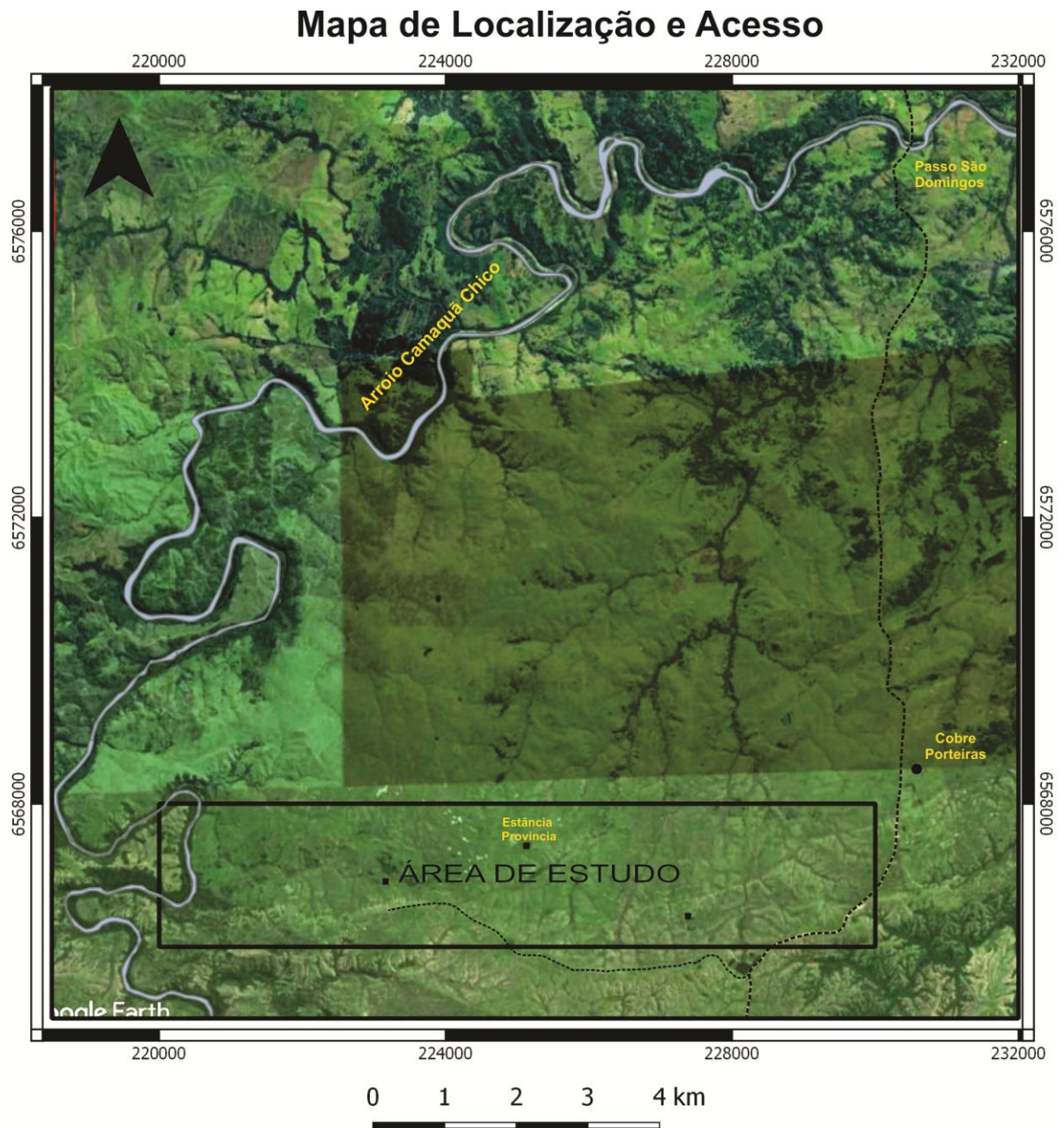
O principal acesso à área de estudo se dá pela RS-357. Na posição 222400/6585970 (coordenada UTM-22J) da RS-357 acessa a estrada São Domingos sentido sul, estrada esta que conecta a cidade de Lavras do Sul à BR-153. Seguindo-se por esta estrada, após a ocorrência de cobre Porteiras, na coordenada 228282/6565850 (coordenada UTM-22J), acessa estradas particulares sentido oeste, principalmente a estrada de acesso a Fazenda Província e a Fazenda Angico.

FIGURA 01 – Mapa de situação, localização e acesso a área de estudo.



Fonte: Autor.

FIGURA 02 – Imagem de satélite destacando a área de estudo.



Fonte: Autor (modificado de Google Earth).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Revisão bibliográfica e das seções-tipo.

A revisão bibliográfica consistiu na análise do material acessível sobre a geologia da Bacia do Camaquã e das unidades metamórficas de seu embasamento, destacando-se mapas geológicos, relatórios do DNPM, artigos científicos, dissertações e teses, com ênfase nas unidades estudadas.

A análise do material consistiu na realização de leitura na íntegra dos textos, e posteriormente a organização do conteúdo em resumos, contendo as informações descritivas e conclusivas, de maneira a valorizar informações pioneiras no desenvolvimento científico.

Concomitantemente à revisão bibliográfica, foram realizadas visitas aos afloramentos descritos na literatura como “seção-tipo” das unidades estratigráficas estudadas (Grupo Maricá e Grupo Bom Jardim), contidas no apêndice A.

2.2 Aerofotogeologia

As análises foram realizadas em fotos aéreas, na escala 1:25.000 e 1:60.000 disponibilizadas pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), no laboratório de aerofotogrametria da Universidade Federal do Pampa. Visando à identificação dos principais elementos geológicos, a partir de interpretações de heterogeneidade textural e de tonalidade, padrões de drenagem, feições geomorfológicas e estruturais da área de estudo.

Sendo aplicado para o planejamento das atividades de campo, desenvolvimento das atividades de campo e para a confecção dos mapas temáticos finais.

2.3 Trabalho de campo

Para o desenvolvimento das atividades de campo foram utilizadas técnicas clássicas de mapeamento, utilizando material cartográfico (folhas cartográficas 1:50.000 do Exército Brasileiro), bússola modelo brunton para tomada de medidas estruturais usando metodologia da mão esquerda, *GPS (Global Positioning System)*

para obtenção das coordenadas UTM dos afloramentos, máquina fotográfica para o registro de feições geológicas, fotos aéreas disponibilizadas pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), imagens de satélites disponibilizadas pelo software *Google Earth*, entre outros equipamentos.

As atividades de campo foram divididas em três etapas. A primeira consistiu na visita dos afloramentos descritos na literatura como seções-tipo e que embasaram a definição das unidades, sendo realizados quatro dias de campo, como descritos acima, e com informações adicionais contidas no apêndice A.

A segunda etapa, realizada em dois dias de campo, teve como objetivo selecionar a área de estudo, dentre diversas áreas pré-selecionadas pelo “Projeto: Estudos em Elementos Terras Raras na porção central do RS”, e também serviu para o aprimoramento dos objetivos iniciais propostos.

A terceira etapa, realizada em dez dias de campo, consistiu no mapeamento geológico em escala 1:25.000 da área em estudo, análise faciológica e levantamento de seções colunares em afloramentos contínuos.

Os dados adquiridos em campo foram processados nos softwares QGis 2.14.6 (geoprocessamento), Inkscape (design gráfico vetorial) e stereonet (esterogramas estruturais).

2.4 Estudos petrográficos e classificações utilizadas

As descrições macroscópicas foram realizadas previamente em campo, com utilização de lupa de bolso (aumento 15x), a fim de observar características petrográficas gerais das rochas mapeadas. Posteriormente, cerca de 70 amostras, foram serradas e analisadas pelos métodos convencionais no laboratório de mineralogia e petrografia da Universidade Federal do Pampa, em lupa binocular com aumento de 100 e 200 vezes.

Destas, foram selecionadas oito amostras representativas da área de estudo (sete sedimentares e uma sub-vulcânica), e enviadas para a confecção de lâminas delgadas no laboratório da Universidade Federal de Pelotas, seguindo-se as metodologias convencionais para o preparo.

A análise microscópica foi realizada no laboratório de microscopia da Universidade Federal do Pampa, utilizando microscópio binocular da marca Zeiss.

Primeiramente, optou-se pela descrição geral das lâminas. No caso das lâminas sedimentares, foram descritas: textura, trama (*fabric*), matriz, porosidade, cimentação, compactação e, posteriormente, foi realizada a estimativa visual para classificação petrográfica em diagramas específicos. As características descritas da lâmina de rocha sub-vulcânica foram: mineralogia; grau de cristalização; coloração; granulação; arranjo entre minerais; e estruturas. Posteriormente, foi realizada a estimativa visual para efeito de classificação.

As classificações petrográficas utilizadas foram a de Pettijohn *et al.* (1987) para as rochas sedimentares e Streckeisen (1979) para as vulcânicas.

2.5 Análise de fácies e de associações de fácies

A metodologia utilizada na análise e descrição das litofácies foi baseada nas propostas realizadas por Reading (1996) e Miall (1996, 2000), com código das fácies adaptado quando necessário.

Segundo Miall (2000), o termo fácies sedimentar tem sentido descritivo e interpretativo, e representa um evento individual de deposição. O seu estudo consiste no agrupamento de rochas com estruturas sedimentares ou características semelhantes.

As fácies foram definidas a partir do estudo das características litológicas em escala de afloramento, como composição, textura, características do acamamento e estruturas sedimentares.

Posteriormente, foram agrupadas em associações de fácies, que segundo Potter (1959) é uma coleção de atributos sedimentares geralmente associados, definida a partir de observações (*apud.* Miall 2000), de modo a facilitar a interpretação quanto aos processos deposicionais e ambientes sedimentares, baseando-se em depósitos atuais, ou laboratoriais, para efeito de comparação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CONTEXTO GEOLÓGICO

A partir de análises em mapas geológicos e atividades de campo prévias foram identificadas na área de estudo rochas pertencentes ao embasamento metamórfico e à Bacia do Camaquã (Fig. 03).

O embasamento metamórfico do Rio Grande do Sul é diversificado e complexo, envolvendo rochas e estruturas de idades variáveis do Neoarqueano ao Criogeniano. Na região de estudo, sua exposição é conhecida como Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro (Santos *et al.* 1998), adiante discutido.

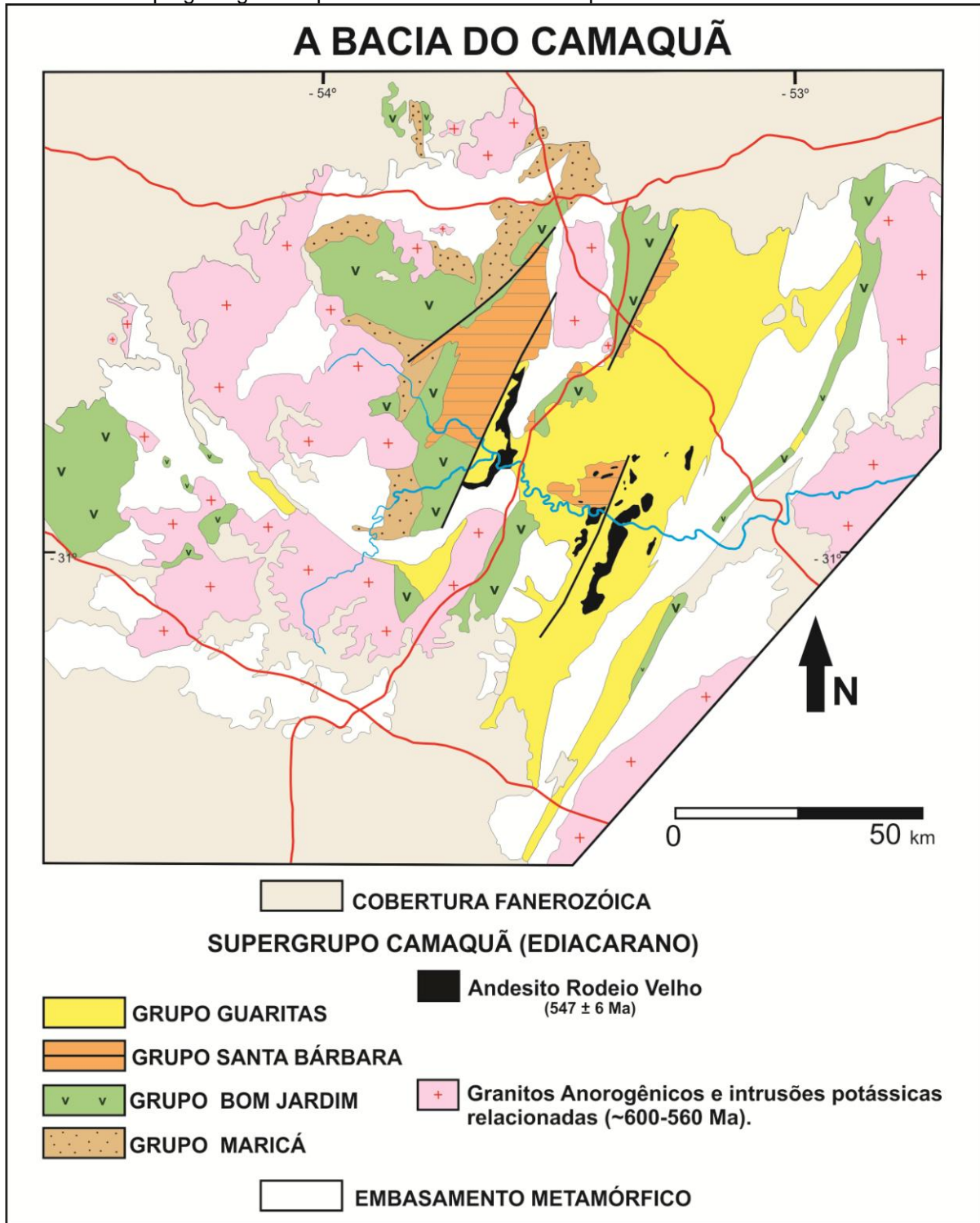
A Bacia do Camaquã é formada por depósitos sedimentares e vulcano-sedimentar, com grande variedade faciológica e de estruturas, reunidos no Supergrupo Camaquã (*sensu* Fragoso-Cesar 2016) composto pelos grupos Maricá, Bom Jardim, Santa Bárbara e Guaritas, separados entre si por discordâncias angulares que representam distintas fases de evolução da bacia.

Dois principais modelos geotectônicos foram propostos para a evolução da Bacia do Camaquã: 1) gerado em evento relacionado ao Ciclo Brasileiro (*e. g.* Almeida 1967, Fragoso-Cesar 1980, 1991, Paim *et al.* 1995); e 2) sistema superposto de rifts gerados em condições anorogênicas sem vinculação causal com a Orogenia Brasileira (*e. g.* Fragoso-Cesar *et al.* 2000, 2001).

Acerca da evolução das designações stratigráficas das unidades sedimentares e vulcânicas da Bacia do Camaquã há uma vasta modificação no entendimento destas e conseqüentemente mudanças nas nomenclaturas utilizadas, que estão contidas no apêndice B, e descritas detalhadamente nos itens subsequentes.

Tratando-se de um trabalho local, o presente trabalho não discute as hipóteses geotectônicas para as unidades, tema apresentado por inúmeros autores e ainda cabível de novas considerações. Porém, não foram desconsideradas para o estudo, pois todos os modelos geotectônicos serviram de base para a contextualização da geologia regional, servindo, quando necessário, para nortear e policiar hipóteses levantadas em campo.

FIGURA 03: Mapa geológico simplificado da Bacia do Camaquã.



Fonte: extraído de Frago-Cesar 2016.

3.1 Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro

Definida por Kraemer (1995) como Metamorfitos Arroio Marmeleiro, modificado por Santos *et al.* (1998) para Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro e redefinida como uma sequência metavulcano-sedimentar composta por metapelitos,

quartzitos, grafita xistos, xistos magnesianos, mármore, rochas metamórficas calcissilicáticas, anfibolitos, vulcanoclásticas básicas a ácidas.

Segundo Fernandes *et al.* (1995), o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro apresenta metamorfismo de fácies xisto verde e anfibolito, evidenciando pelo menos dois eventos metamórficos.

3.2. Grupo Maricá

Leinz *et al.* (1941) definem a Formação Maricá na Serra do Maricá, situada próximo à Fazenda Vista Alegre, entre os municípios de Lavras do Sul, São Gabriel e São Sepé, onde descrevem que essa unidade repousa sobre granitos e xistos algonquianos e é anterior a granitos e quartzo-pórfiros, pois identificaram diques destes cortando essa formação. Com estes contatos observados inferiram a posição dessa unidade na coluna estratigráfica. Porém, o autor relata sua dúvida, se a unidade pertence ao Cambriano ou ao Siluriano.

A Formação Maricá é composta por conglomerados na base, constituídos de seixos de rochas metamórficas e graníticas, ou por arcósios que gradam para arenitos, intercalados com níveis conglomeráticos. Predominantemente, ocorrem os arenitos com grãos sub-angulosos de quartzo e feldspato, sendo maciços ou com marcas onduladas, e geralmente muito duros e compactos.

Na definição de Leinz *et al.* (1941), integram-se à Formação Maricá camadas de rochas sedimentares finas, cinzentas, que poderiam conter fósseis. Dolianiti (1945) reconheceu fósseis em camadas análogas correlacionadas à Formação Maricá na localidade Budó, próximo a Bagé.

Posteriormente, surgiram outros trabalhos (Dolianiti, 1954; Martins, 1948, 1951; Martins & Sena Sobrinha, 1950, 1952; Pinto, 1947, 1949; *apud* Ribeiro, 1983, p. 05), com enfoque nas descobertas fossilíferas e a fim de concluir sobre a idade da Formação Maricá.

Estes trabalhos marcaram um momento de incertezas, fazendo com que discussões flutuassem ao redor do sentido da designação estratigráfica proposta por Leinz *et al.* (1941).

Pinto (1955) e Barbosa (1957) encerram este momento, apresentando indícios suficientes, baseado nos fósseis e nas relações de campo, para concluir que tais camadas fossilíferas, agrupadas por Leinz *et al.* (1941) na Formação Maricá,

pertencem ao permo-carbonífero. Pinto (1955) correlacionou essas camadas à Formação Teixeira Soares da Bacia do Paraná, devido à semelhança fossilífera.

Pinto (1955) e Barbosa (1957) elevaram a Formação Maricá para categoria de Série, sendo inteiramente compatível com as descrições da Formação Maricá de Leinz *et al.* (1941), sendo somente retiradas as camadas fossilíferas.

Segundo Leinz *et al.* (1941), tais camadas fossilíferas são semelhantes às rochas sedimentares de Anitápolis-SC, anteriormente já correlacionadas à Bacia do Paraná por Carvalho (1932). Porém Leinz *et al.* (1941) argumentam que o autor não apontou elementos geológicos suficientes para sua conclusão.

Melcher & Mau (1960), dando sequência às discussões referentes à designação estratigráfica da Formação Maricá, também elevam a unidade para Série Maricá, porém distintamente das propostas de Pinto (1955) e Barbosa (1957).

A Série Maricá de Melcher & Mau (1960) é composta por rochas sedimentares que conforma com as descrições das Séries Maricá de Pinto (1955) e de Barbosa (1957), e rochas vulcânicas, que conformam com as descrições das rochas efusivas ácidas e andesíticas apontadas por Leinz *et al.* (1941). Além dessas unidades, reúnem na Série Maricá as rochas metamórficas que afloram ao redor do Stock Granítico Caçapava do Sul, propondo que tais rochas teriam sido produtos de metamorfismo desta intrusão sobre suas rochas sedimentares (*apud* Ribeiro 1983, p.07).

Goñi *et al.* (1962) elevam a unidade para Grupo Maricá, correspondendo às mesmas rochas reunidas na Série Maricá de Melcher & Mau (1960), sendo apenas retiradas desta unidade as rochas metamórficas que circundam o Stock Granítico Caçapava do Sul (*apud* Ribeiro 1983, p. 08).

Robertson (1966) retoma o conceito de Formação Maricá *sensu* Leinz *et al.*(1941), com as devidas correções de Pinto (1955) e Barbosa (1957), ou seja, sem as camadas fossilíferas.

A Formação Maricá de Robertson (1966) recobre por não conformidade xistos e rochas carbonáticas do Grupo Porongos (redefinição de Goñi *et al.*1962 da Série Porongos de Carvalho 1932). O contato de topo da Formação Maricá é por discordância angular com a sequência de rochas vulcânicas, efusivas básicas a intermediárias definida como Andesito Hilário por Robertson (1966).

Robertson (1966) propõe o conceito de fácies Maricá Leste e fácies Maricá Oeste, relacionadas a distintas bacias de sedimentação, separadas pelo alto de

Caçapava do Sul. A parte inferior da Formação Maricá fácies leste é composta predominantemente por camadas de ritmitos, siltitos avermelhados e folhelhos, subordinadamente pelitos e arenitos arcoseanos. A parte inferior da Formação Maricá fácies oeste, exposta a norte de Lavras do Sul, é composta por arenito médio arcoseano bem selecionado, arenitos gradando para grauvaca, e arenitos conglomeráticos com seixos esparsos bem arredondados de rochas graníticas e metamórficas. Subordinadamente ocorrem folhelhos avermelhados, siltitos e arenitos com minerais negros magnéticos. A parte superior da Formação Maricá é composta por camadas delgadas de arenito fino arcoseano e arenito arcoseano com textura sal e pimenta, estes geralmente maduros, duros e compactos.

Camadas de arenito conglomerático e conglomerado são escassos na parte superior da fácies oeste, enquanto que conglomerados com clastos subarredondados de granitos são abundantes na fácies leste.

Robertson (1966) propõe que a Formação Maricá foi depositada em ambiente costeiro ou marinho raso. São encontradas estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzada em canais, marcas de onda e gretas de contração, sendo estas últimas indício de deposição subaérea.

Ribeiro *et al.* (1966), seguindo os preceitos de Robertson (1966), mantêm a designação estratigráfica de Formação Maricá, porém divergem da definição de Robertson (1966) no que concerne a divisão de Formação Maricá fácies leste e Formação Maricá fácies oeste.

Tal divergência é assegurada pela definição da Formação Arroio dos Nobres por Tessari *et al.* (1965), no Município de Encruzilhada do Sul. Segundo Ribeiro *et al.* (1966) a fácies Maricá Leste de Robertson (1966) compreende a Formação Arroio dos Nobres, a qual recobre a Formação Maricá com relações discordantes.

Ribeiro *et al.* (1966) descrevem a Formação Maricá como sendo composta predominantemente por espessos pacotes de arenitos arcoseanos “sal e pimenta”, subordinadamente conglomeráticos, com pouca matriz e cimento argiloso, que intercalam siltitos, ardósias e grauvacas finas com estratificação plano-paralela. Níveis conglomeráticos são identificados intercalados aos arenitos, predominando proveniência de rochas metamórficas e graníticas, ocasionalmente aparecendo seixos de rochas sedimentares, raramente seixos de quartzo. Geralmente os seixos estão imersos em um arcabouço arenoso, de composição arcoseana. Esses arenitos

e os níveis conglomeráticos são mais frequentes na parte inferior da formação, sendo que as litologias mais finas tendem à parte superior da unidade.

O alto grau de compactação e diagênese fornecem à unidade um importante elemento de reconhecimento, apresentando geralmente um alto grau de fraturamento, com falhamentos e dobras associadas (Ribeiro *et al.*, 1966).

Referente às relações de contato, Ribeiro *et al.* (1966) relatam importantes observações, que cabe aqui mencioná-las. Observam que a Formação Crespos recobre, por discordância angular, a Formação Maricá em diversas localidades, como na Fazenda Cordilheira, Fazenda Vista Alegre, e a sul do “graben” Cerro dos Cabritos. O contato com as Formações Cambaí e Vacacaí de Goñi *et al.* (1962) é por não-conformidade e por falhamento, verificados a sul de Vila Nova, sendo comum a ocorrência de diques riolíticos no contato, como a sul da localidade Acampamento Velho. O contato com a Formação Mantiqueira de Goñi *et al.* (1962) é por falhamento, verificado a sudoeste do Cerro da Cria.

A Formação Santa Bárbara de Robertson (1966) recobre, por discordância angular, a Formação Maricá no vale do Arroio Santa Bárbara e em outras localidades. Frequentemente o contato também se dá por falhamentos.

Ribeiro *et al.* (1966) relatam que a nordeste de Caçapava do Sul, próximo a BR-290, a Formação Maricá é recoberta pela Formação Rio Bonito e pela Formação Arroio dos Nobres, sendo uma discordância angular inferida no local.

Na região a sul de Lavras do Sul, próxima a área de estudo da presente pesquisa, Ribeiro *et al.* (1966) descrevem que a Formação Maricá forma uma sinclinal mergulhante para noroeste, onde está encaixado o rio Camaquã, e citam as relações de contato na região: a oeste do rio Camaquã a relação entre a Formação Maricá e a Formação Cambaí é por discordância do tipo não conformidade, e a leste é recoberta pelas rochas da Formação Crespos.

Os estudos sedimentológicos sobre a Formação Maricá levantados por Figueiredo (1966) indicam que a estrutura sedimentar mais comum é a plano paralela e, nos arcósios conglomeráticos, a estratificação cruzada de médio porte, onde destaca-se a textura “sal e pimenta”. Arenitos maciços também são comuns. Conclui, também, sobre diferenças mineralógicas entre a Formação Maricá e o Membro Mangueirão da Formação Arroio dos Nobres, sendo aquela relativamente mais feldspática do que esta, onde predomina o quartzo.

Tessari & Giffoni (1970), mapeando a região de Piratini, Pinheiro Machado e Bagé, descrevem que a sul de Lavras do Sul, na região de estudo da presente pesquisa, a Formação Maricá está em contato com a Formação Vacacaí através de uma falha, denominada Porteiras.

Esta falha tem sua extremidade na região de Três Passos, com direção E-W e, à medida que avança para leste, apresenta uma inflexão para sul e logo após para o norte, passando a sul da ocorrência de cobre Porteiras e sendo interceptada pela falha Santa Bárbara.

Nesta área, a Formação Maricá está representada por intercalações de siltitos e arenitos intensamente dobrados e afetados por pequenas falhas, que devem ter origem relacionada à falha principal Porteiras.

Ribeiro (1970), na região do Bom Jardim, descreve relação de cavalgamento da Formação Maricá sobre as rochas do Grupo Bom Jardim. Origina-se desta observação os questionamentos acerca da relação da Formação Maricá com o embasamento metamórfico. Neste sentido, Ribeiro (1983, p. 12) questiona: “Encontra-se hoje a Formação Maricá ainda sobre as rochas onde inicialmente se depositaram os sedimentos?”.

Ribeiro & Lichtenberg (1978) agrupam à Formação Maricá no então redefinido Grupo Bom Jardim, sendo composto pelas Formações Maricá (*sensu* Ribeiro *et al.*, 1966), Vargas, Hilário e Acampamento Velho (*sensu* Cordani *et al.*, 1974).

Santos *et al.* (1978) apresentam nova proposta estratigráfica, definindo como Grupo Maricá um conjunto de três unidades litoestratigráficas, compostas da base para o topo pela Formação Pessegueiro, Formação Cerro dos Martins, dividida em Membros Arroio dos Nobres e Hilário, e Formação Acampamento Velho. A Formação Pessegueiro corresponde a Formação Maricá (*sensu* Ribeiro *et al.*, 1966), porém com a inclusão de derrames riolíticos e andesíticos subordinados.

Os autores apresentam indícios de vulcanismo sin-sedimentar na Formação Pessegueiro, caracterizados nos derrames concordantes aos estratos sedimentares, seixos de andesitos e riolitos nos conglomerados intraformacionais e contribuição de componentes vulcânicos não metamórficos nos arcósios.

Ribeiro (1983) apresenta completa revisão sobre a Formação Maricá, descrevendo as relações de contato, a petrografia sedimentar, as estruturas

sedimentares e os tipos de metamorfismo encontrados. Além de discutir os aspectos tectônicos, geotectônicos e de geologia econômica.

Ribeiro (1983) também argumenta contra a utilização da designação estratigráfica de Série Maricá (Pinto, 1955; Barbosa, 1957; Melcher & Mau, 1960) e Grupo Maricá (*sensu* Goñi *et al.*, 1962), que segundo o autor não respeitaram as premissas do Código de Nomenclatura Estratigráfica. Portanto, aconselha a utilização da designação estratigráfica de Formação Maricá, como descrito e apresentado por Ribeiro *et al.* (1966).

Fragoso-Cesar *et al.* (1984) reúnem no Grupo Camaquã, ampliação da Série Camaquan de Carvalho (1932), agrupando todas as unidades não metamórficas do Escudo Sul-riograndense, duas unidades tectono-estratigráficas, informalmente denominadas de “Molassa Precoce”, representada pelo Grupo Bom Jardim (*sensu* Ribeiro & Lichtenberg, 1978), e “Molassa Tardia” representada pelo Grupo Camaquã (*sensu* Robertson 1966).

Fragoso-Cesar *et al.* (1985) redefinindo as unidades estratigráficas da antefossa molássica do Ciclo Brasileiro no RS, divide o Grupo Camaquã em três unidades. Formação Maricá, representante da “Molassa Precoce”, composta pelos membros Mangueirão, Vargas, Pessegueiro e Hilário, e, representando a “Molassa Tardia”, as formações Acampamento Velho e Guaritas.

Leites *et al.* (1990), mapeando a região do Passo do Salsinho, propõem divisão litofaciológica para a Bacia do Camaquã, composta por quatro sequências deposicionais, separadas por discordâncias, e apresenta descrição de fácies, juntamente com interpretações paleoambientais.

A Sequência Vulcano-Sedimentar I de Leites *et al.* (1990) corresponde à Formação Pessegueiro de Santos *et al.* (1978) sendo, portanto, composta por rochas sedimentares, agrupadas na Formação Maricá (*sensu* Ribeiro *et al.*, 1966), e vulcânicas ácidas, subordinadas. Também descrevem “shards” de vidro vulcânico associado aos ritmitos.

Netto *et al.* (1992) descrevem uma diversidade considerável de icnofósseis nos sedimentitos das bacias do Camaquã e Santa Bárbara, posicionando tais unidades no Vendiano Superior e Cambriano. Na sequência deposicional I, que estaria agrupada a Formação Maricá, ocorrem icnofósseis nos turbiditos e tempestitos, deduzindo a existência de uma fauna marinha, de idade Vendiano Superior.

Porcher *et al.* (1995), mapeando a região do Passo do Salsinho, apresentam quatro sequências vulcano-sedimentares, como já proposto por Leites *et al.* (1990). Detalham descrições de fácies e interpretações paleoambientais, e mencionam locais de exposição do contato por discordância angular entre a Sequência Vulcano-Sedimentar I e a Sequência Vulcano-Sedimentar II.

Paim *et al.* (1995) aplicam pioneiramente os conceitos da aloestratigrafia na Bacia do Camaquã, que segundo os autores representa uma série de sub-bacias que hoje estão parcialmente conectadas (sub-bacias Santa Bárbara, Guaritas e Piquiri). E subdividem o Alosupergrupo Camaquã, em quatro alogrupos delimitados por discordâncias angulares (alogrupos Maricá, Bom Jardim, Santa Bárbara e Guaritas).

O Alogrupo Maricá (Paim *et al.*, 1995) corresponde a Formação Pessegueiro (Santos *et al.*, 1978) e a Sequência Vulcano-Sedimentar I (Leites *et al.*, 1990), e compreende três sistemas deposicionais, aluvial inferior, marinho raso e aluvial superior.

Almeida *et al.* (1996, 2002), datando os corpos riolíticos na região do Cerro do Nascimento, descritos como derrames sin-sedimentares à Formação Maricá, concluem que são diques riolíticos correspondentes ao vulcanismo Acampamento Velho, apresentando idades Rb/Sr em rocha total de $545,1 \pm 12,7$ Ma.

Pelosi (2001) apresenta estudo de análise de fácies, proveniência e paleocorrentes na Formação Maricá, na região a oeste dos Cerros do Bugio e Perau, e a subdivide em cinco unidades de mapeamento: (1) Arenitos e Conglomerados Inferiores, (2) Arenitos e Ritmitos Inferiores, (3) Lapili-Tufo, (4) Arenitos e Conglomerados Superiores e (5) Arenitos e Ritmitos Superiores.

Corroborando com a datação dos riolitos realizada por Almeida *et al.* (1996), descarta que tais corpos riolíticos estejam relacionados a derrames sin-Maricá, e também conclui que são corpos intrusivos na Formação Maricá, relacionados ao vulcanismo Acampamento Velho.

Porém, o mapeamento de um nível piroclástico realizado pela autora, intercalado no topo dos arenitos e ritmitos inferiores, evidencia uma atividade vulcânica sin-sedimentar, retomando a discussão referente a um possível vulcanismo sin-Maricá. Analisando a proveniência de conglomerados e arenitos, conclui que a fonte era majoritariamente composta por granitos e granitos foliados, ocorrendo subordinadamente rochas metamórficas e vulcânicas. A presença de

seixos de rochas vulcânicas, como já descrito por Santos *et al.* (1978) e Leites *et al.* (1990), sendo crescente da base para o topo, corrobora com a hipótese de uma possível atividade vulcânica sin-Maricá.

A análise de paleocorrentes efetuadas por Pelosi (2001) sugere que o transporte sedimentar foi de sul para norte, diferente dos propostos por Paim (1995) e Porcher *et al.* (1995), que concluíram que o transporte tinha se dado para quadrantes orientais (sentido E e E-SE).

O Grupo Maricá de Pelosi & Fragoso-Cesar (2003) é dividido, da base para o topo, nas formações Passo da Promessa, São Rafael e Arroio América.

A Formação Passo da Promessa é composta por arenitos arcoseanos, conglomeráticos, com estratificação cruzada acanalada, e subordinadamente ocorrem conglomerados, com seixos e calhaus dispersos, bem arredondados.

A associação de fácies sugere um sistema de planície fluvial de canais entrelaçados, como já discutido por Fragoso-Cesar *et al.* (1985), Leites *et al.* (1990), Paim *et al.* (1995), Pocher *et al.* (1995) e Pelosi (2001).

A Formação São Rafael é constituída por camadas tabulares de arenitos finos a muito finos, subordinadamente ocorrem arenitos médio a grossos e pelitos, maciços ou estratificados, constituindo depósito rítmico.

A associação de estruturas e as sucessões de fácies indicam que a Formação São Rafael se formou em ambiente de plataforma marinha, incluindo a face litorânea, a zona de transição e principalmente a costa afora. Tais fácies já tinham sido interpretadas como tempestitos e turbiditos por Paim (1995), porém de forma subordinada, predominando fácies deltaicas, como proposto por Leites *et al.* (1990) e Porcher *et al.* (1995), que interpretaram toda a unidade como sendo um único sistema de frente deltaica.

A Formação Arroio América é composta por fácies semelhantes à Formação Passo da Promessa, e é interpretada como sendo o mesmo ambiente deposicional, ou seja, sistema fluvial de canais entrelaçados.

Pelosi & Fragoso-Cesar (2006) em análise geocronológica em calhaus do Grupo Maricá concluem que a proveniência dos conglomerados da Formação Passo da Promessa e da Formação Arroio América, apresentam idades de cristalização entre o Arqueano e o Paleoproterozóico, sendo a população de zircões mais jovens em torno de 2,3 Ga, sugerindo uma idade Paleoproterozóica da área fonte.

Borba *et al.* (2004, 2006) discutem os principais aspectos da Formação Maricá, e dividem-na em Sucessão Inferior, Intermediária e Superior, correspondentes, sucessivamente, às formações Passo da Promessa, São Rafael e Arroio América propostas por Pelosi & Fragoso-Cesar (2003). Portanto, opta por manter a designação de Formação Maricá ao invés de Grupo Maricá de Pelosi & Fragoso-Cesar (2003), divergindo somente em aspectos interpretativos.

Borba *et al.* (2007, 2008) retomam a discussão sobre um possível vulcanismo sin-Maricá, pois foram identificados pelos autores níveis piroclásticos, tufáceos, e epiclásticos na Sucessão Intermediária da Formação Maricá, além de estruturas do tipo “degassing pipes” na sucessão inferior, abrindo-se assim oportunidade para a obtenção de uma idade deposicional precisa para a Formação Maricá.

Porém, tais níveis piroclásticos não se mostraram propícios à obtenção da idade absoluta devido o grau de alteração (Borba *et al.*, 2007). Como alternativa, os autores dataram um seixo de rocha piroclástica ácida, coletado nos conglomerados da sucessão superior, pressupondo que corresponderia ao mesmo vulcanismo que preservou camadas piroclásticas na sucessão média, obtendo idade de $630,2 \pm 3,4$ Ma (U-Pb em zircão do seixo; Borba *et al.*, 2008).

Almeida *et al.* (2012), em estudo integrado, apresenta determinações radiométricas para diversas unidades da Bacia do Camaquã. Analisando uma população de vinte zircões, obtidos a partir de amostra de arenito da Formação Maricá, os resultados obtidos foram: 2606 Ma (em quatro zircões), 2473 Ma (em três zircões), 2050 Ma (em três zircões), 1790 Ma (em um zircão) e 601 ± 13 Ma (em oito zircões). Portanto, sendo considerada está última como idade máxima de deposição da Formação Maricá.

No presente trabalho utilizaremos a proposta estratigráfica de Grupo Maricá, conforme definido por Pelosi & Fragoso-Cesar (2003), sendo que as descrições mais completas da unidade estão contidas nos trabalhos de Ribeiro *et al.* (1966) e Ribeiro (1983), sob designação de Formação Maricá.

3.3 Grupo Bom Jardim

Ribeiro *et al.* (1966) definem o Grupo Bom Jardim, a nordeste de Caçapava do Sul, na localidade homônima. O contato inferior do Grupo Bom Jardim é por

discordância angular com a Formação Maricá e o contato de topo, também por discordância angular, é com o Grupo Camaquã *sensu* Robertson (1966).

Dividido em Formação Arroio dos Nobres, sequência sedimentar composta pelos Membros Mangueirão e Vargas, e Formação Crespos, sequência vulcano-sedimentar composta pelos Membros Hilário e Acampamento Velho.

O Membro Mangueirão é composto por uma sequência de rochas sedimentares clásticas, ocorrendo predominantemente arenitos e siltitos, ricos em detritos vulcânicos oxidados, maciços ou com fina laminação. São intercalados ritmicamente com folhelhos silticos e grauvacas finas micáceas, com acamadamento gradacional. Intercalações regulares de arenitos e folhelhos silticos formam espessos pacotes com grande continuidade lateral, ocorrendo subordinadamente estruturas lenticulares. Os conglomerados e os arenitos arcoseanos são raros, e, quando aparecem, são níveis delgados. E quando começam a ocorrer com frequência são denominados Membro Vargas.

O Membro Vargas é caracterizado por níveis de conglomerados estratificados e arenitos conglomeráticos de composição arcoseana, intercalando-se com lentes de arenito. Apresentam proveniência de rochas metamórficas (xistos, quartzitos, gnaisses, milonitos), quartzito leitoso e arenitos. Geralmente, com seixos sub-angulares, podendo ocorrer matacões, geralmente angulosos. Ocorrem sotapostos ao Membro Mangueirão, porém, em algumas localidades, se interdigitam. As fácies do Membro Vargas, em direção ao topo, gradam para as mesmas fácies encontradas no Membro Mangueirão.

Ribeiro *et al.* (1966) ainda discutem a possibilidade de o Membro Vargas ser, pelo menos em parte, contemporâneo à Formação Crespos, podendo ser, em alguns casos, uma variação lateral de fácies, e descrevem que as rochas da Formação Arroio dos Nobres apresentam caráter altamente imaturo, sendo a fonte proximal, variando a proveniência na dependência da localidade.

A Formação Crespos, definida na Mina dos Crespos, porém com a secção tipo no Cerro Partido, é composta por uma associação de rochas vulcânicas e rochas sedimentares, ricas em detritos vulcânicos.

O contato inferior se dá, por discordância, com a Formação Arroio dos Nobres, ou podendo apresentar contato, por discordância angular, diretamente com a Formação Maricá.

O Membro Hilário apresenta espessura bastante variável, sendo composto por intrusões, lavas andesíticas, tufos e rochas sedimentares ricas em detritos vulcânicos.

O Membro Acampamento Velho, definido ao sul do Platô da Ramada, é composto por riolitos maciços ou com foliação de fluxo, dacitos, piroclásticas ácidas (tufos líticos, ignimbritos) e diques com diversas texturas, variando composicionalmente de riolito a dacito.

Em alguns locais, como na secção tipo, o Membro Acampamento Velho está depositado diretamente sobre Formação Maricá, com contato por discordância angular. Em outras localidades, está depositado sobre o Membro Hilário ou sobre a Formação Arroio dos Nobres. O Membro Acampamento Velho foi mapeado como uma fase subsequente ao Membro Hilário, muitas vezes com um importante hiato temporal e posterior a importantes eventos tectônicos.

Ribeiro (1970), mapeando em maior detalhe (escala 1:50.000) a região do Bom Jardim, conclui: a “Formação Arroio dos Nobres e Crespos, na realidade formam uma complexo geneticamente inter-relacionado de maneira tão íntima, que torna-se desaconselhável traçar qualquer linha de separação estratigráfica em qualquer nível de sequências de camadas com associações litológicas similares”. Sendo assim, propõe, até que novas considerações sejam realizadas, designar toda a sequência de rochas sedimentares e vulcânicas, definidas como Grupo Bom Jardim por Ribeiro *et al.* (1966), como Grupo Bom Jardim Indiferenciado.

Outras redefinições do Grupo Bom Jardim, como anteriormente discutido, estão em Ribeiro & Lichtenberg (1978), Santos *et al.* (1978), Leites *et al.* (1990) e (Paim *et al.* 1995).

Lima & Nardi (1998) apresentam estudo petrográfico e geoquímico das rochas ígneas da Formação Hilário na região de Lavras do Sul, e concluem que são predominantemente intermediárias, com textura porfíritica e fenocristais de plagioclásio não raro orientados, intrusões rasas de monzonitos, e intrusões graníticas, incluindo quartzo-monzodiorito, quartzo-monzonito, monzogranitos, granodioritos e sienogranitos. Concluindo que se trata de uma associação shoshonítica, relacionada à magmatismo de subducção.

Remus *et al.* (1999) apresentam idade U/Pb de aproximadamente 580 Ma para rochas andesíticas da Formação Hilário.

Paim *et al.* (2000) redefinem o Alosupergrupo Camaquã em Alogrupos Maricá, Bom Jardim, Cerro do Bugio, Santa Bárbara e Guaritas, sendo o Alogrupo Bom Jardim como definido por Paim *et al.* (1995) e introduzindo a definição de Alogrupo Cerro do Bugio, que compreende à Aloformação Acampamento Velho na base, composta por rochas vulcânicas e piroclásticas ácidas, e Aloformação Santa Fé no topo, composta por conglomerados aluviais, ricos em clastos ígneos ácidos, que gradam para ritmitos areno-pelíticos.

Janikian *et al.* (2003) argumenta ser aconselhável o abandono do termo Formação Arroio dos Nobres, e conseqüentemente os termos Membro Mangueirão e Membro Vargas, porque foram definidas a partir de semelhança litológica, sendo reunidas em uma mesma unidade, rochas de idades e posição estratigráfica distintas. Sendo assim, redefinem o Grupo Bom Jardim, subdividindo em formações Cerro da Angélica, Hilário (*sensu* Ribeiro & Lichtenberg 1978) e Picada das Graças, com contatos transicionais entre si.

A sequência que compõe o Grupo Bom Jardim (*sensu* Janikian *et al.*, 2003) é interpretada, a partir da base, como depósitos de leques deltaicos, depósitos fluviais e depósitos deltaicos dominados por rios, além da unidade vulcânica.

Janikian *et al.* (2008) mencionam idades para as rochas vulcânicas da Formação Hilário entre 590 e 585 Ma. Almeida *et al.* (2012) apresentam idade U-Pb de $591,8 \pm 3$ Ma para intrusões de lamprófiros na região de Lavras do Sul, que segundo Lima & Nardi (1998) corresponde a última manifestação associada à Formação Hilário.

Fragoso-Cesar (2016) opta por retornar aos trabalhos pioneiros da unidade, e retoma os termos estratigráficos utilizados por Ribeiro *et al.* (1966), porém, eleva a categoria das unidades, redefinindo o Grupo Bom Jardim como sendo composto por duas unidades de maior hierarquia, o Subgrupo Arroio dos Nobres, composto pelas formações Mangueirão e Vargas, e o Subgrupo Crespos, composto pelas formações Hilário e Acampamento Velho.

No presente trabalho, utilizaremos a proposta estratigráfica de Grupo Bom Jardim *sensu* Fragoso-Cesar (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrição geológica da área de mapeamento

No mapeamento realizado na região norte do Distrito de Joca Tavares foram identificadas as seguintes unidades: (1) o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro; (2) as formações Passo da Promessa e São Rafael do Grupo Maricá; (3) as formações Mangueirão, Vargas e Hilário do Grupo Bom Jardim; e (4) os Traquitos Porteira, unidade aqui definida. Estas unidades apresentam relação estrutural bastante complexa, devido intenso falhamento observado na região, que dificultam o mapeamento.

O mapa da região e os perfis geológicos-estruturais estão contidos no apêndice E e F.

As principais falhas que interceptam a área são: 1) Falha Porteiras, definida por Tessari & Giffoni (1970), de direção preferencial E-W com leves inflexões para sul e norte, apresenta elementos de falha transcorrente, segundo Senhorinho (2012) corresponde a desmembramento da Falha Suspiro-Linhares definida por Ribeiro *et al.* (1966), informalmente conhecida como Lineamento Ibaré. Esta falha marca o contato entre o embasamento metamórfico e rochas da Bacia do Camaquã. A leste intercepta segmento da Falha Graciano (Senhorinho 2012); e 2) Falha Província, aqui definida, que apresenta grande importância devido as relações estruturais que apresenta, pois possivelmente rebaixa bloco de rochas do Grupo Bom Jardim, preservando-o entre o Grupo Maricá e o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro. Além destas, inúmeras falhas menos expressivas foram mapeadas na área de estudo, contidas no apêndice C.

4.1.1 Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro

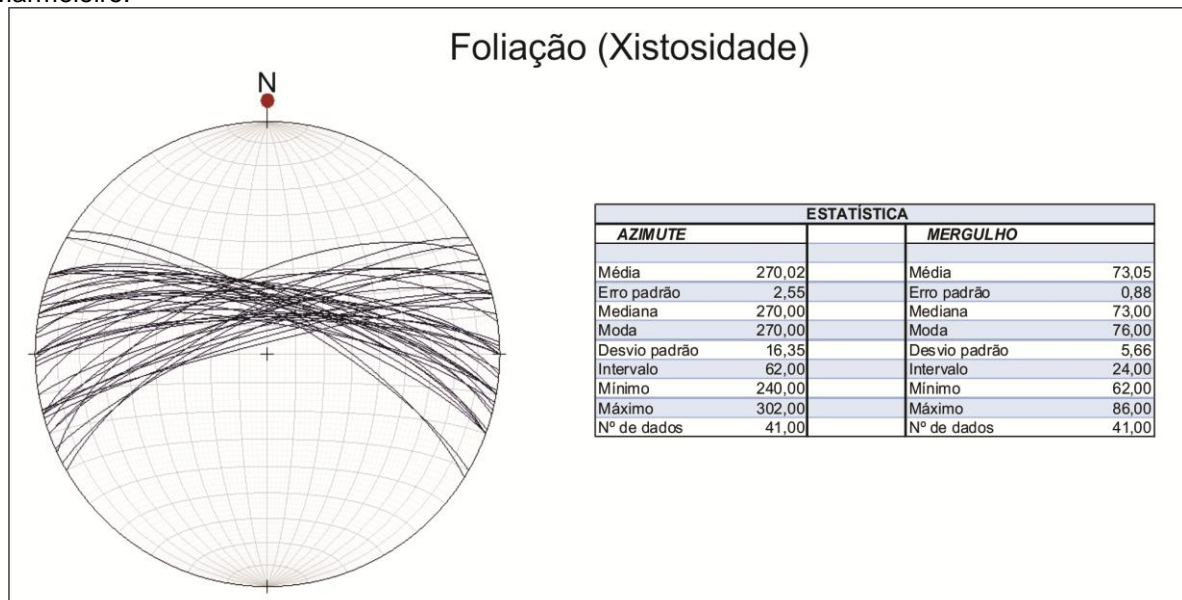
As rochas agrupadas no Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro ocorrem no sul, extremo leste e oeste da área de estudo, em contato por falha com rochas sedimentares e ígneas mais jovens. Geralmente ocorrem em afloramentos em cristas de morro (Fig. 05) e ravinas, onde as drenagens são caracterizadas por padrões dendríticos, ou padrões sub-paralelos devido a falhas, estas responsáveis pelo desenvolvimento de facetas triangulares. A geomorfologia é composta por

morros, e no contato com as rochas da Bacia do Camaquã apresenta escarpa de falha com encosta de perfil convexo.

Compreendem rochas metassedimentares (filitos e xistos) de coloração variando entre vermelho brilhante a esverdeada, geralmente com alto grau de intemperismo. Mineralogicamente há o predomínio de minerais de alteração, principalmente argilominerais que contém ferro. A estrutura metamórfica mais encontrada é a xistosidade, com característica irregular, descontínua e com espaçamento milimétrico (Fig. 06), subordinadamente apresenta clivagem de fratura e crenulação (Fig. 07b). Localmente é reconhecível acamadamento sedimentar preservado em meta-ritmitos (Fig. 08). Apesar do intemperismo mineralógico, os elementos estruturais acima citados sugerem metamorfismo de baixo grau.

Os planos de xistosidade estão direcionados preferencialmente para E-W, porém a unidade apresenta-se com dobras suaves a abertas (Fig. 07a) fazendo com que a direção da foliação apresente um desvio padrão de 16° , sendo que os planos de xistosidade apresentam alto mergulho, variando de 62° a 86° , como apresentado na figura 04.

FIGURA 04 – Estereograma e tabela estatística de xistosidade do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro.



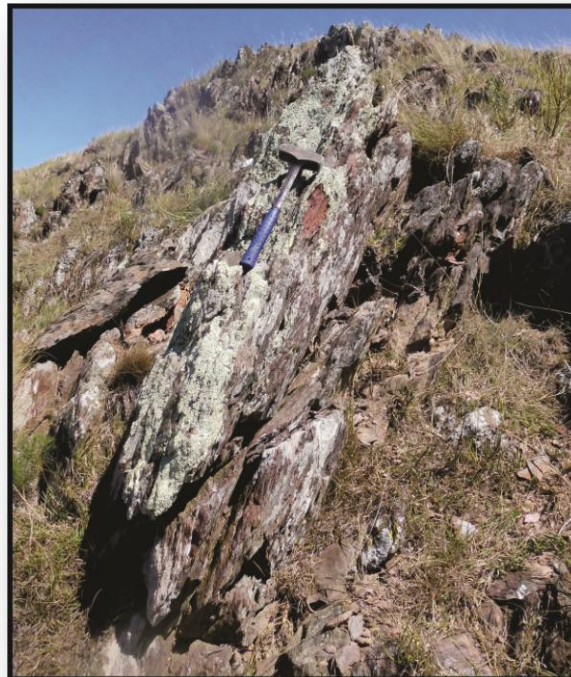
Fonte: Autor. (estereograma gerado no programa stereonet).

FIGURA 05 – Xisto do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro em afloramento em crista de morro.



Fonte: Autor.

FIGURA 06: Afloramento em crista de morro. Destaque para as foliações metamórficas com alto ângulo de mergulho desenvolvidas em xisto do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro.



Fonte: Autor.

FIGURA 07: A – Dobra aberta em xisto do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro; B – Clivagem de crenulação desenvolvida em xisto do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro.



Fonte: Autor.

FIGURA 08: Acamadamento sedimentar preservado em meta-ritmitos do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro (foto preto/branca).



Fonte: Autor.

4.1.2 Grupo Maricá

4.1.2.1 Formação Passo da Promessa

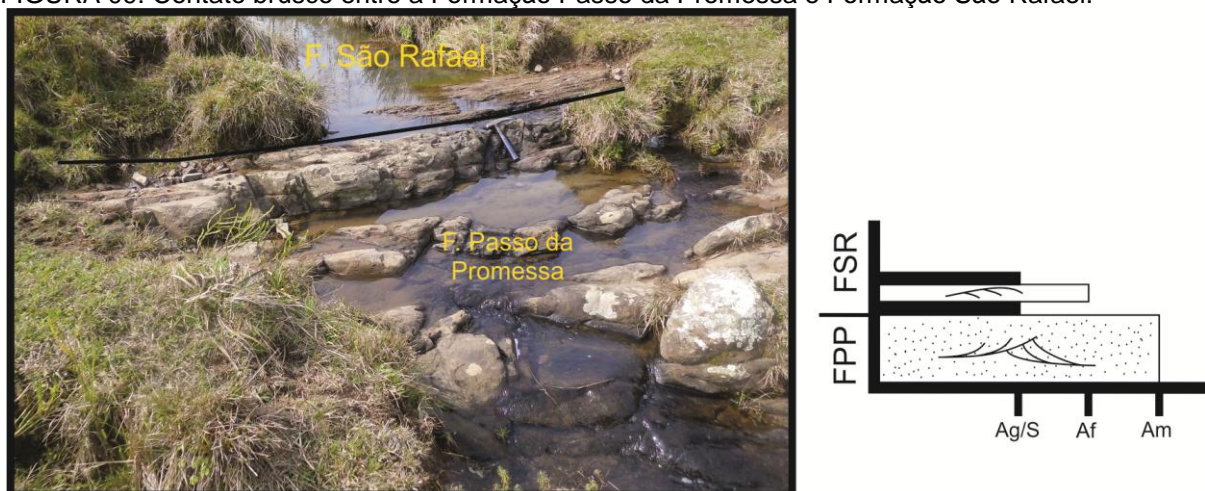
Rochas pertencentes à Formação Passo da Promessa ocorrem no centro-norte da área de estudo, geralmente em afloramento do tipo lajeado em encosta de morros e no campo (Fig. 10b), e também formando campos de matacões. Esta unidade está em contato estratigráfico com ritmitos da Formação São Rafael (Fig. 09) e por falha de direção NW-SE, aqui denominada de falha Província, com rochas sedimentares e vulcânicas do Grupo Bom Jardim. Também se apresenta intrudida por corpos dos Traquitos Porteira.

Petrograficamente, a Formação Passo da Promessa é composta por arenito arcoseano médio com estratificação cruzada acanalada de médio porte, geralmente com seixos esparsos bem arredondados de rochas metamórficas e/ou plutônicas. Um aspecto marcante desta unidade é a presença de minerais pesados, criando uma textura designada “sal e pimenta” citada por Ribeiro *et al.* (1966).

As camadas ocorrem preferencialmente na direção NNW-SSE, com mergulho moderado para ENE.

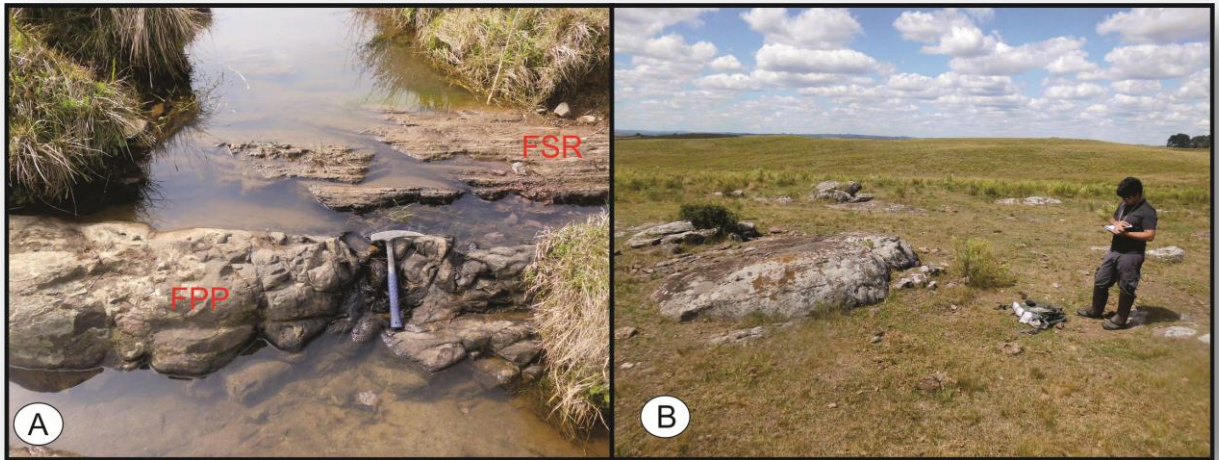
A Formação Passo da Promessa na região de estudo apresenta contato de topo brusco com a Formação São Rafael (Fig. 10b).

FIGURA 09: Contato brusco entre a Formação Passo da Promessa e Formação São Rafael.



Fonte: Autor.

FIGURA 10: A- Contato brusco entre Formação Passo da Promessa (FPP) e Formação São Rafael (FSR) em detalhe; B- Afloramento da Formação Passo da Promessa do tipo lajeado em campo.



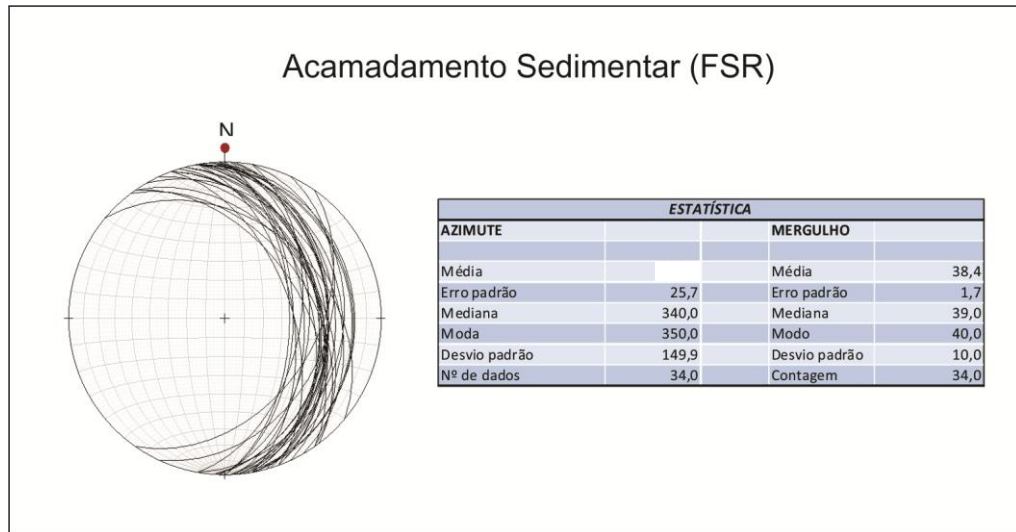
Fonte: Autor.

4.1.2.2 Formação São Rafael

A Formação São Rafael ocorre no extremo oeste e centro-norte da área de estudo, geralmente em lajeados, vossorocas ou em pequenas cristas de morro. O padrão de drenagem é sub-paralelo encaixado em falhas/fraturas. O tipo de relevo é tectônico falhado, com desenvolvimento de planos com altitude média em formas de morro. Esta unidade está em contato estratigráfico com a Formação Passo da Promessa (Fig. 09), em contato por falha com a Formação Mangueirão e é intrudida por corpos dos Traquitos Porteira.

A Formação São Rafael é composta por camadas tabulares de direção preferencial N-S e com o mergulho médio de 41° para E. A direção das camadas sedimentares apresenta-se com grande desvio padrão devido ao intenso falhamento da região, porém, apresenta padrão homogêneo, como apresentado na Fig.11.

FIGURA 11 – Estereograma e tabela estatística de dados de acamamento sedimentar da Formação São Rafael.



Fonte: Autor. (estereograma gerado no programa stereonet).

A Formação São Rafael litologicamente é constituída por: (1) arenito arcoseano maciço, com granulometria variando de areia média a fina, apresentando subordinadamente textura sal e pimenta (Fig. 12h); (2) arenito fino com estratificação plano-paralela ocorrendo subordinadamente deformação sin-sedimentar (slump) (Fig. 12c e Fig. 12d), e também de forma subordinada, presença de textura sal e pimenta (Fig. 12g); (3) intercalações rítmicas de arenito fino a siltoso com laminação cruzada cavalgante (Fig. 12b); (4) pelito amarronzado com laminação plano-paralela (Fig. 12b); e (5) arenito médio maciço com seixos esparsos estando intimamente relacionado a conglomerado maciço polimítico, com matações e distribuição caótica do arcabouço grosseiro (Fig. 12e).

FIGURA 12: A- Camadas tabulares de arenito estratificado e pelito laminado, apresentados detalhadamente na seção colunar, na Fig 14 C; B- Ritmitos areno-pelíticos da Formação São Rafael; C e D- Deformação sin-sedimentar do tipo slump em arenito com estratificação plano-paralela da Formação São Rafael; E- Calhau de granito encontrado em conglomerado maciço; F- Conglomerado maciço polimítico de canais distributivos da Formação São Rafael; G- Arenito fino com estratificação plano-paralela e textura sal e pimenta; e H- Arenito fino maciço com textura sal e pimenta.

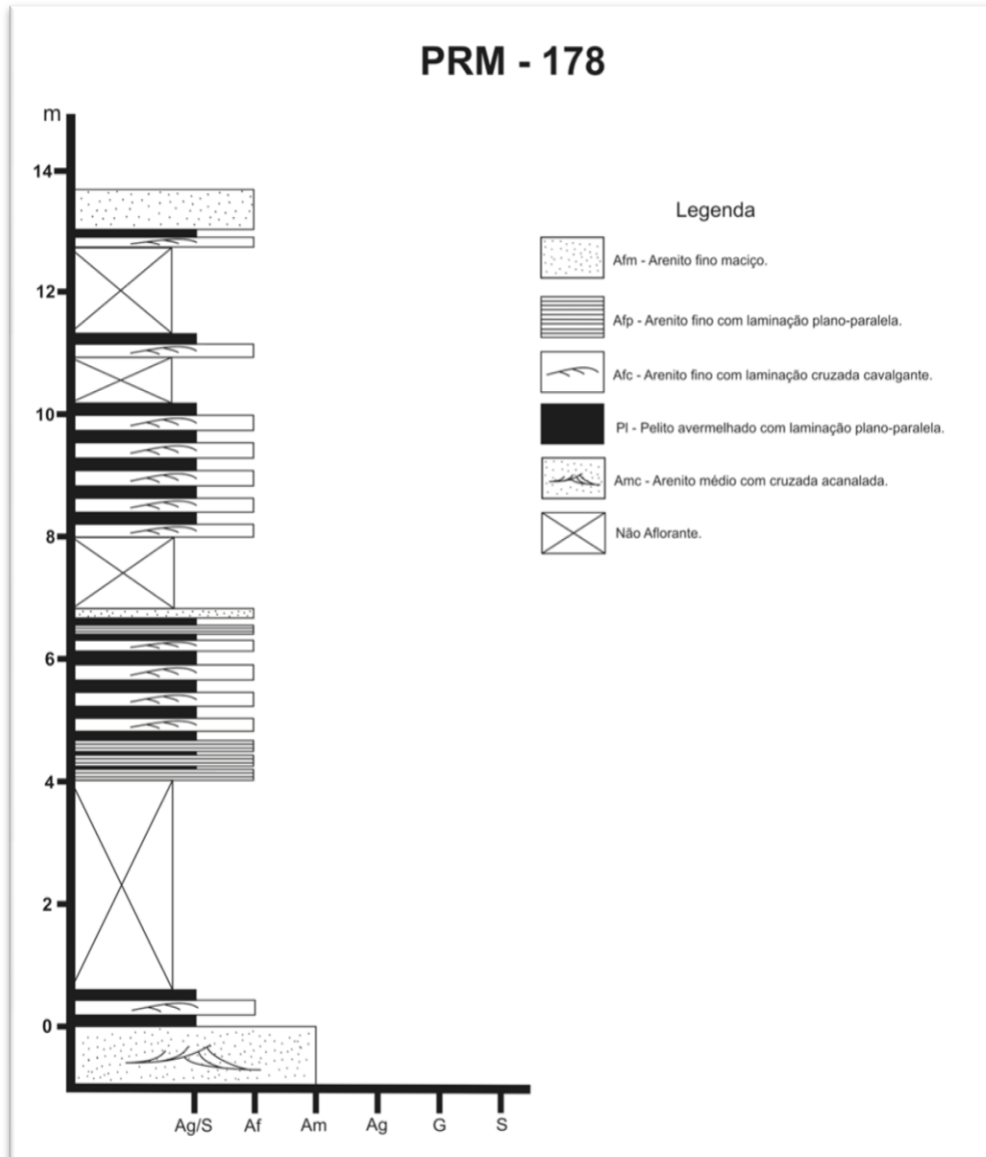


Fonte: Autor.

Como apresentado nas figuras 13 e 14, as seções colunares realizadas na Formação São Rafael foram divididas em seis fácies deposicionais:

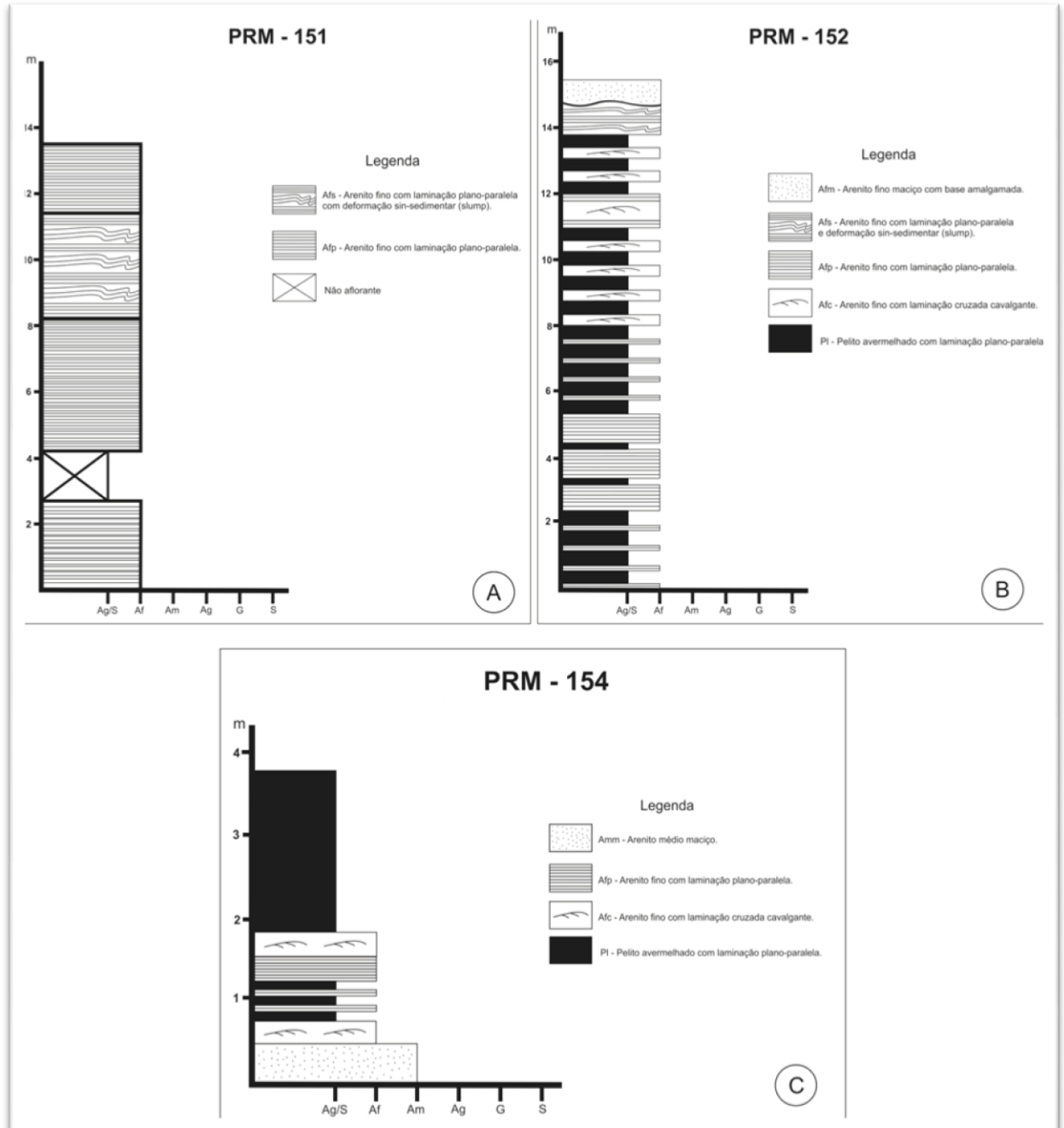
- 1) Arenito fino maciço (Afm): coloração esbranquiçada, arcoseano, mal selecionado. Ocorrem em camadas tabulares de até 0,6m, sendo interpretada como correspondente à fácies Ta da Sequência de Bouma (1962), oriundas a partir de fluxo de grãos, que mantém o sedimento em suspensão devido às colisões entre grãos, sem estruturas trativas e com grande taxa de deposição de sedimentos;
- 2) Arenito fino maciço com base amalgamada (Afma): trata-se de arenito fino, bem selecionado, com estrutura maciça e composição arcoseana, apresentando feição de amalgamento na superfície de acamadamento basal, depositada sob o mesmo processo sedimentológico descrito na fácies anterior, correspondendo à fácies Ta da Sequência de Bouma (1962);
- 3) Arenito fino com estratificação plano-paralela e deformação sin-sedimentar (Afs): arenito fino com estratificação plano-paralela, bem selecionado e arcoseano, com deformações sin-sedimentares do tipo slump, interpretado como correspondente à fácies Tb da Sequência de Bouma (1962);
- 4) Arenito fino com laminação plano-paralela (Afp): coloração esbranquiçada, arcoseano e bem selecionado. Ocorrem em camadas tabulares centimétricas, sendo interpretada como correspondente à fácies Tb da Sequência de Bouma (1962), oriunda de correntes subaquáticas em regime de fluxo superior, ocorrendo deposição por tração;
- 5) Arenito fino com laminação cruzada cavalgante (Afc): coloração marrom, mal selecionado, com granulometria variando de areia fina a silte. Subordinadamente apresenta gradação inversa. Ocorre em camadas tabulares centimétricas, estando intimamente relacionada com a fácies Pl, apresentando caráter rítmico com esta. Interpretado como correspondente à fácies Tc da Sequência de Bouma (1962), oriundo da deposição simultânea de clastos por tração e suspensão, devido desaceleração de correntes subaquáticas.
- 6) Pelito laminado (Pl): avermelhado, com granulometria variando de argila a silte, com laminação plano-paralela milimétrica. Ocorre em camadas tabulares com espessuras centimétricas e grande continuidade lateral, interpretado como correspondente à fácies Td da Sequência de Bouma (1962), produto de deposição por decantação de partículas finas em suspensão, estando intimamente relacionada com a fácies Afc, apresentando caráter rítmico com esta.

FIGURA 13 - Seção colunar da Formação São Rafael no ponto PRM-178 (coord. 223312/6567536 UTM-22J).



Fonte: Autor.

FIGURA 14- Seções colunares na Formação São Rafael. A- Afloramento PRM-151 (coord. 220809/6567610 UTM 22J; B- Afloramento PRM-152 (coord. 220836/6567488 UTM 22J; e C- Afloramento PRM-154 (coord. 223788/6567359).

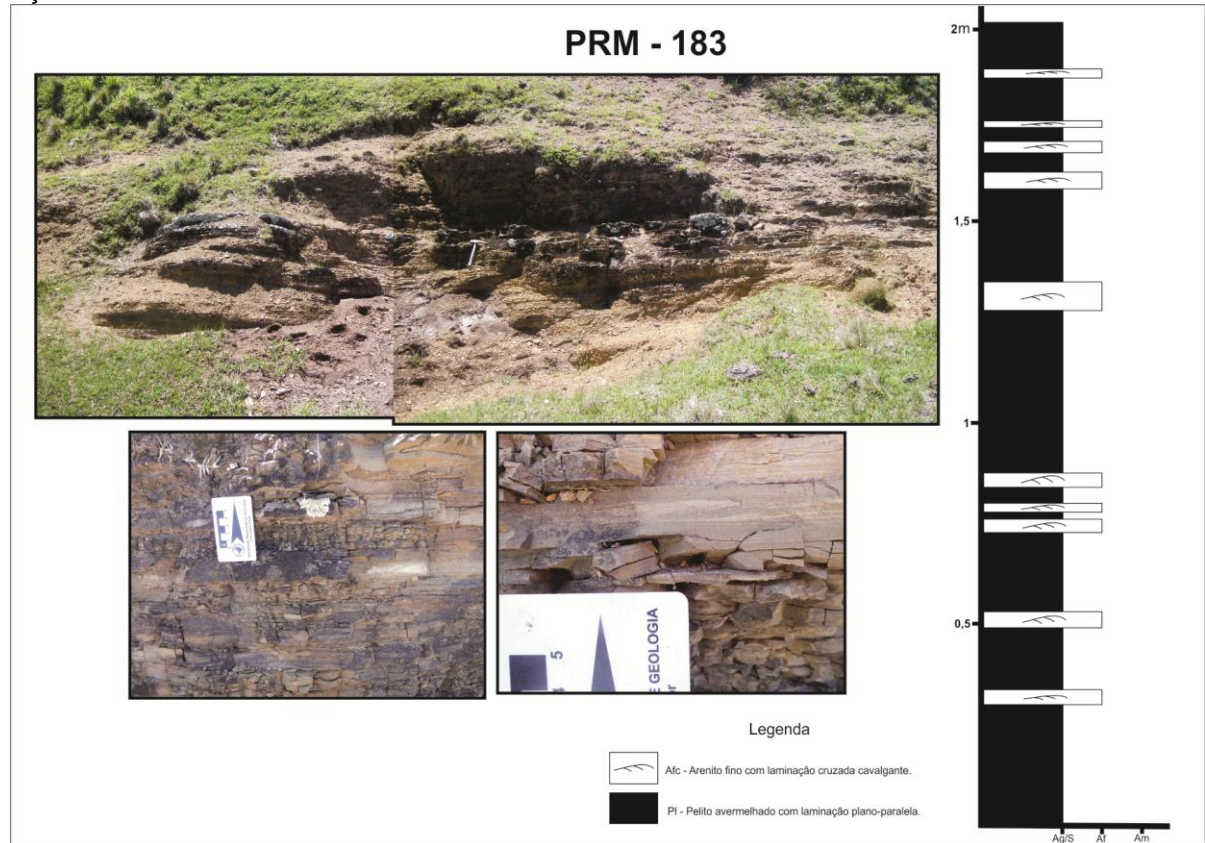


Fonte: Autor.

Portanto, a associação de fácies constituintes da Formação São Rafael sugere uma clássica Sequência de Bouma (1962), ou seja, sequência turbidítica de baixa densidade, ou segundo Mutti (1992) "Thin Bedded Turbidites", que são

correntes turbidíticas constituídas de grãos de tamanho argila até areia média, depositadas a partir do momento em que se inicia o processo de desaceleração da corrente de turbidez, resultando na deposição do intervalo de fácies Ta-Te.

FIGURA: 15: Feliz achado em ravina (afloramento PRM-183, coord. 223438/6567418 UTM 22J) e seção colunar referente ao afloramento.



Fonte: Autor.

Três lâminas da Formação São Rafael foram analisadas: i) uma lâmina de arenito muito fino com estratificação plano-paralela correspondente à fácies Afp (lâmina PRM-040); ii) uma lâmina de arenito médio maciço correspondente à fácies Afm (lâmina PRM-127) e iii) uma lâmina de siltito com laminação plano-paralela correspondente à fácies PI (lâmina PRM-044A).

De maneira geral, os arenitos da Formação São Rafael em lâmina são texturalmente maduros, suportados pelo arcabouço composto predominantemente por areia, variam de muito bem selecionado a selecionado, apresentam clastos sub-angulosos a angulosos e com baixa esfericidade (Fig. 16c), porém com grãos de quartzo apresentando um maior grau de arredondamento. Apresentam empacotamento fechado com contatos entre grãos variando de longo a côncavo-convexo. Não apresentam fraturamento e nem poros. A mineralogia é composta

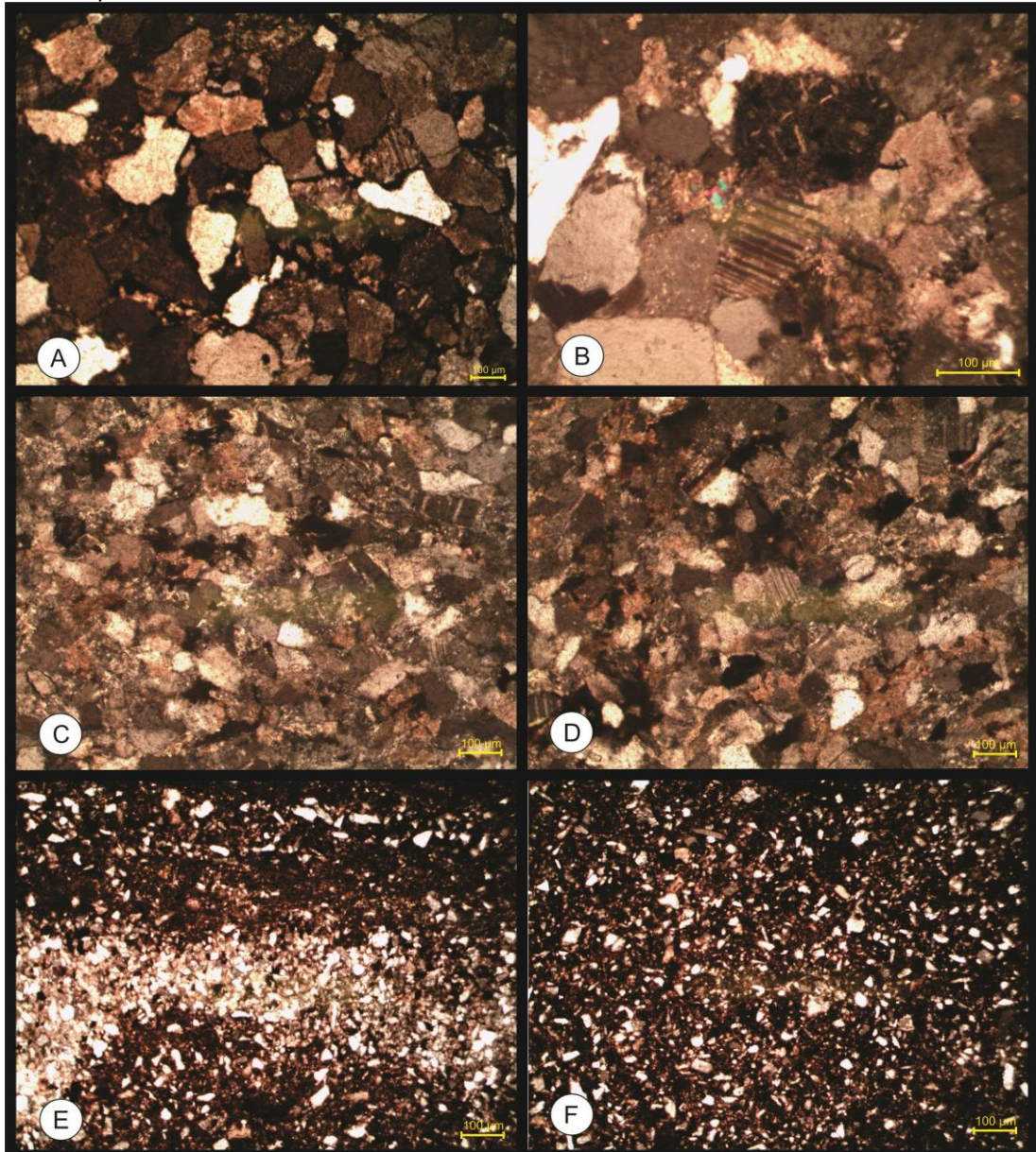
predominantemente por quartzo e feldspatos, com predominância de plagioclásio (Fig. 16a e Fig. 16b), além da ocorrência de minerais opacos que originam a textura denominada por Ribeiro *et al.* (1966) de sal e pimenta (Fig. 16d).

A cimentação se dá principalmente por pseudo-matriz, carbonato de cálcio substituindo os grãos e cutículas ferruginosas circundando os grãos.

Classificados petrograficamente como *Subarkose* segundo Pettijohn *et al.* (1987).

O siltito analisado é composto por 50% de silte grosso, 20% de silte médio e 30% de argila, é moderadamente bem selecionado com grãos subarredondados a subangulosos e apresenta orientação paralela a estratificação (Fig. 16e). Mineralogicamente é composto por quartzo e subordinadamente apresenta argilominerais (Fig. 16f). Classificado petrograficamente como *quartzwacke* segundo Pettijohn *et al.* (1987).

FIGURA 16- Lâminas da Formação São Rafael. A- (PRM-127) Sub-arcóseo com clastos angulares de quartzo e plagioclásio; B-(PRM-127) Sub-arcóseo com cimentação carbonática e litoclasto de rocha vulcânica; C e D-(PRM-040) Sub-arcóseo muito fino, maduro e muito bem selecionado; E e F- (PRM-044) Wacke quartzoso laminado.



Fonte:Autor.

4.1.3 Grupo Bom Jardim

4.1.3.1 Subgrupo Arroio dos Nobres

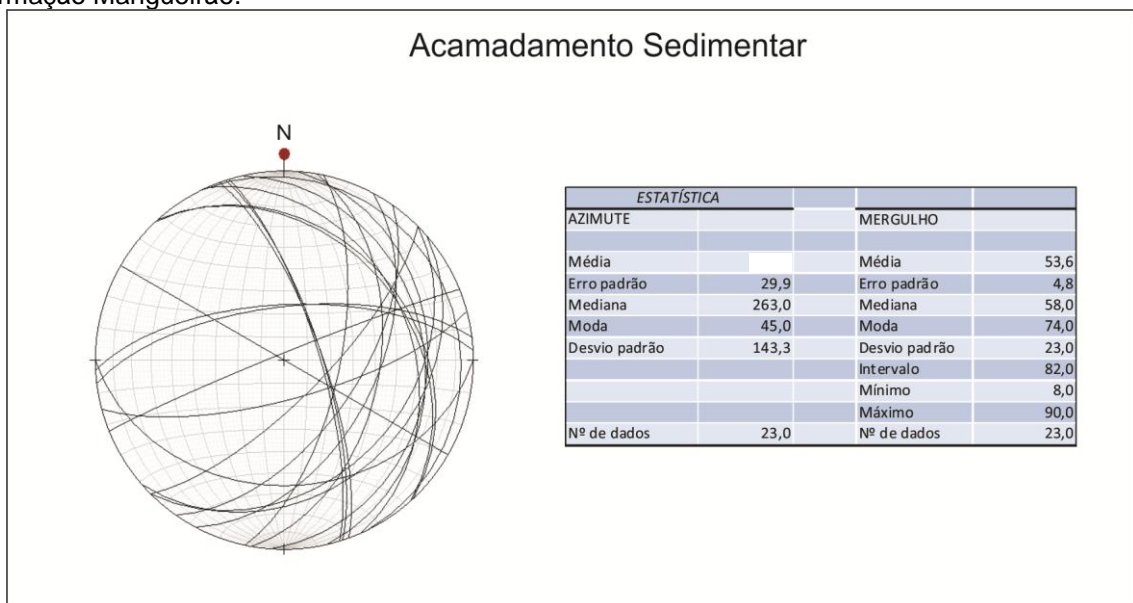
4.1.3.1.1 Formação Mangueirão

A Formação Mangueirão ocorre em toda área de estudo. Geralmente apresenta camadas com grande continuidade lateral, sem direção preferencial

devido intenso falhamento na região, e com mergulho médio de 50° , como apresentado na Fig 17.

A Formação Mangueirão apresenta boa exposição em lajeados em drenagem e em cristas no campo. Esta unidade está em contato estratigráfico com as formações Vargas e Hilário, em contato tectônico pela Falha Porteiras com o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro, com a Formação São Rafael e com a Formação Passo da Promessa.

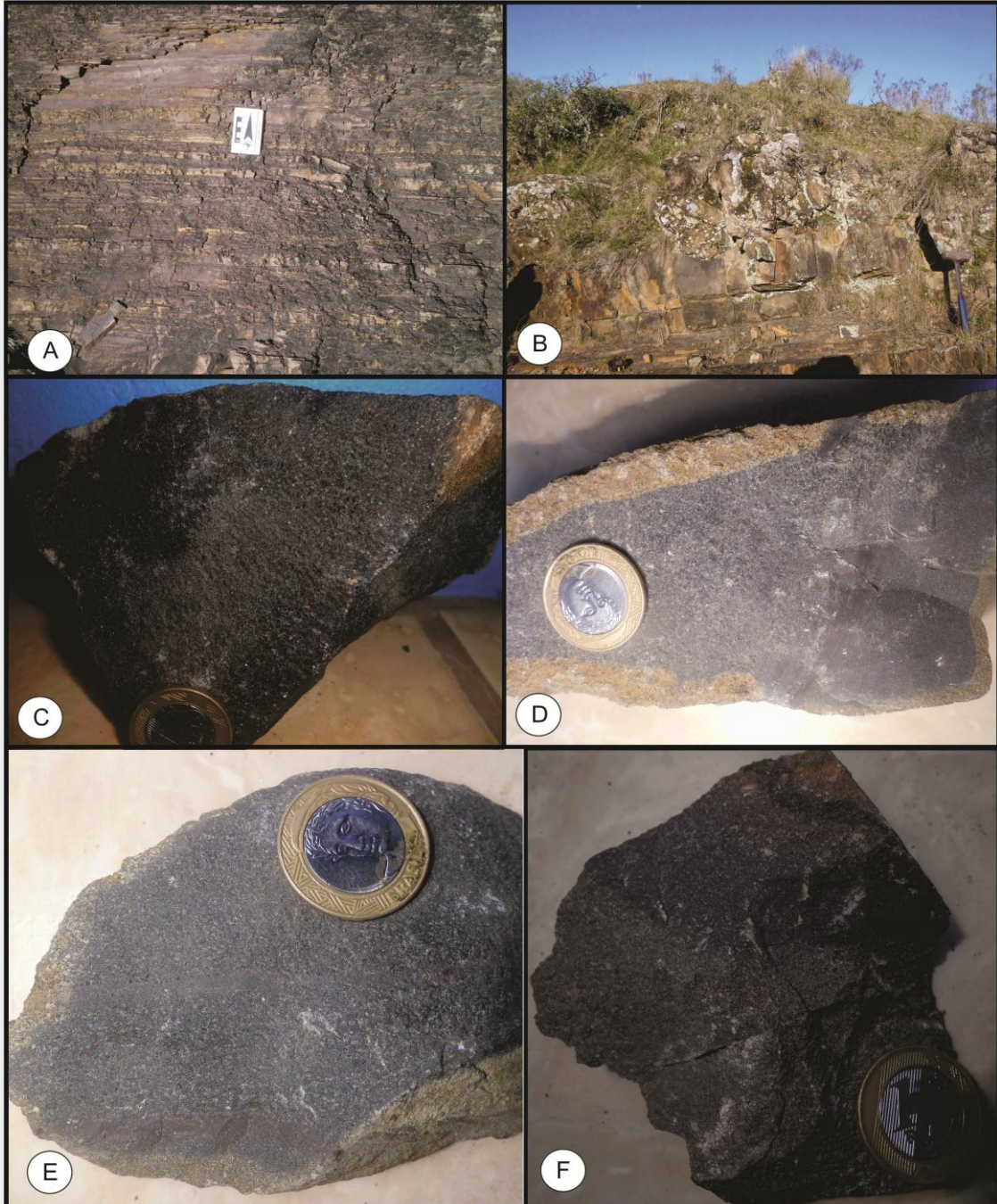
FIGURA 17: Estereograma e tabela estatística dos dados de acamamento sedimentar da Formação Mangueirão.



Fonte: Autor. (estereograma gerado no programa stereonet).

A Formação Mangueirão é composta por: arenito médio a grosso, maciço e de coloração acinzentada, com grande contribuição vulcânica (Fig.18c e Fig. 18f); arenito médio maciço de composição arcoseana, coloração amarelada e base amalgamada (Fig. 18b); arenito com estratificação plano-paralela de coloração acinzentada a avermelhada, com grande contribuição vulcânica (Fig. 18d e Fig 18 e); arenito fino a muito fino com laminação cruzada cavalgante; e pelitos avermelhado com laminação plano-paralela (Fig. 18a)

FIGURA 18: A- Ritmitos areno-pelíticos da Formação Mangueirão; B- Camadas tabulares de arenito maciço com base amalgamada da Formação Mangueirão; C- Arenito grosso maciço com contribuição vulcânica, da Formação Mangueirão; D- Arenito maciço e estratificado da Formação Mangueirão; E- Arenito fino com estratificação plano-paralela da Formação Mangueirão; e F- Arenito maciço com contribuição vulcânica, da Formação Mangueirão.

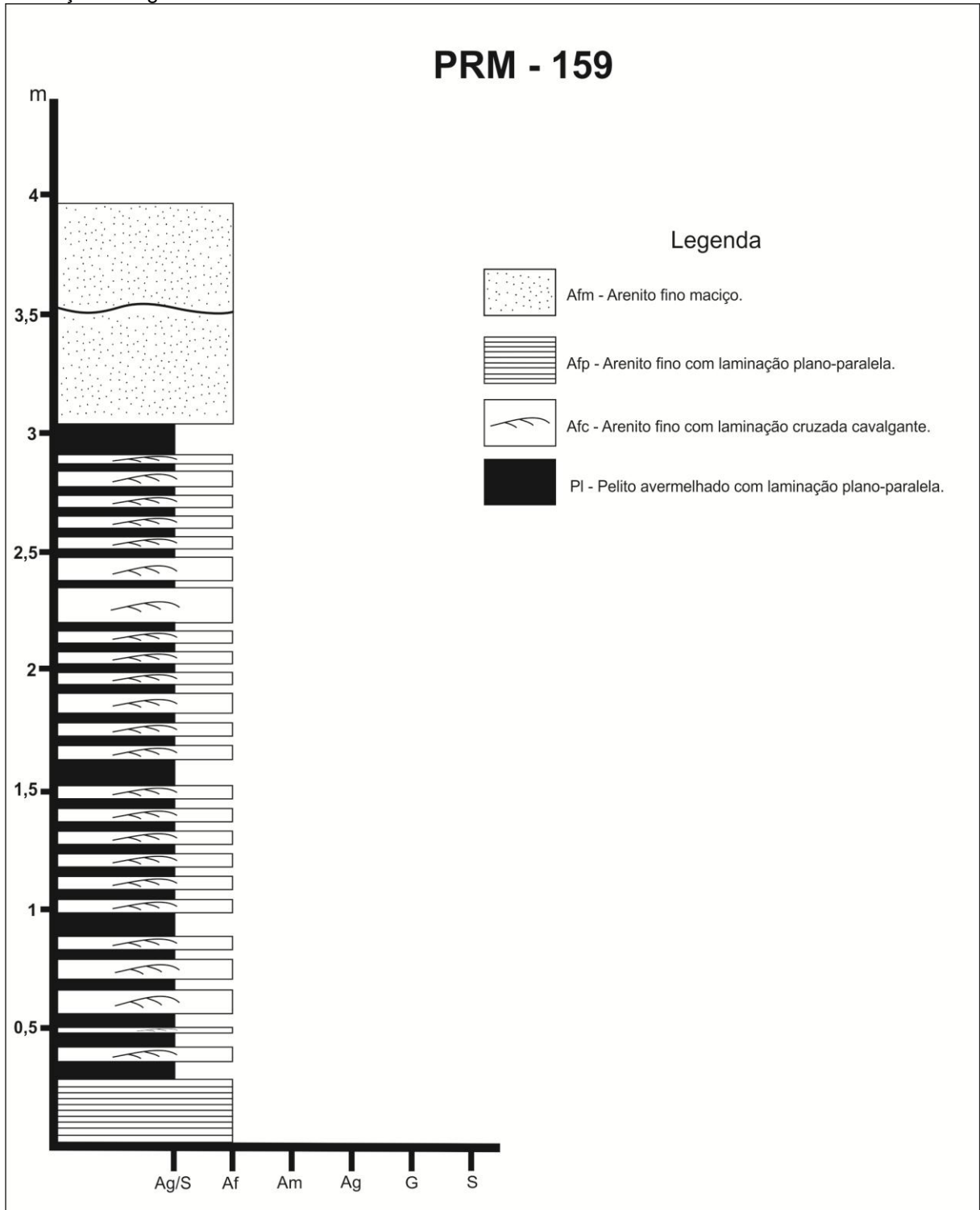


Fonte: Autor.

Como apresentado na Fig. 19, foi realizada uma seção colunar no Membro Mangueirão, na parte central da área de estudo, sendo dividida em quatro fácies deposicionais:

- 1) Arenito médio maciço (Amm): coloração esbranquiçada, arcoseano, mal selecionado. Ocorrem em camadas tabulares de até 0,5m, apresenta base amalgamada, gerado a partir de fluxo de grãos, que mantém o sedimento em suspensão devido às colisões entre grãos, sem estruturas trativas e com grande taxa de deposição de sedimentos; corresponde à fácies Ta da Sequência de Bouma (1962);
- 2) Arenito fino maciço (Afm): coloração esbranquiçada, arcoseano, bem selecionado e bastante compacto. Ocorrem em camadas tabulares de até 0,5m, sendo interpretada como correspondente à fácies Ta da Sequência de Bouma (1962), geradas pelos mesmos processos sedimentológicos descritos na fácies anterior;
- 3) Arenito fino com laminação plano-paralela (Afp): coloração esbranquiçada, arcoseano e bem selecionado. Ocorre em camada tabular de 20 cm na base da seção colunar, sendo interpretada como correspondente à fácies Tb da Sequência de Bouma (1962), oriunda de correntes subaquáticas em regime de fluxo superior, ocorrendo deposição por tração;
- 4) Arenito fino com laminação cruzada cavalgante (Afc): trata-se da fácies mais presente na seção colunar. Apresenta coloração marrom a cinza, com granulometria variando de areia fina a silte, subordinadamente com gradação normal. Ocorrem em camadas tabulares centimétricas e lâminas milimétricas, apresentando caráter rítmico com a fácies Pl. Interpretado como correspondente à fácies Tc da Sequência de Bouma (1962), oriundo da deposição simultânea de clastos por tração e suspensão, devido desaceleração de correntes subaquáticas.
- 5) Pelito laminado (Pl): avermelhado, com granulometria variando de argila a silte, com laminação plano-paralela milimétrica. Ocorrem em lâminas tabulares e com grande continuidade lateral, interpretado como correspondente à fácies Td da Sequência de Bouma (1962), produto de deposição por decantação de partículas finas em suspensão, estando intimamente relacionada com a fácies Afc, apresentando caráter rítmico com esta.

FIGURA 19 – Seção Colunar realizada no afloramento PRM-159 (coord. 222330/6567248 UTM 22J), Formação Mangueirão.



Fonte: Autor.

Portanto, a associação de fácies sugere uma clássica Sequência de Bouma (1962), ou seja, sequência turbidítica de baixa densidade, ou segundo Mutti (1992) “Thin Bedded Turbidites”, que são correntes turbidíticas constituídas de grãos de tamanho argila até areia média, iniciada o processo de deposição a partir da

desaceleração da corrente de turbidez, resultando na deposição do intervalo de fácies Ta-Te.

Três lâminas interpretadas como correspondentes à fácies Ta da Formação Mangueirão foram analisadas: i) uma lâmina de arenito médio a grosso maciço (lâmina PRM-080); ii) uma lâmina de arenito muito grosso maciço (lâmina PRM-024) iii) e uma lâmina de arenito muito grosso (lâmina PRM-070).

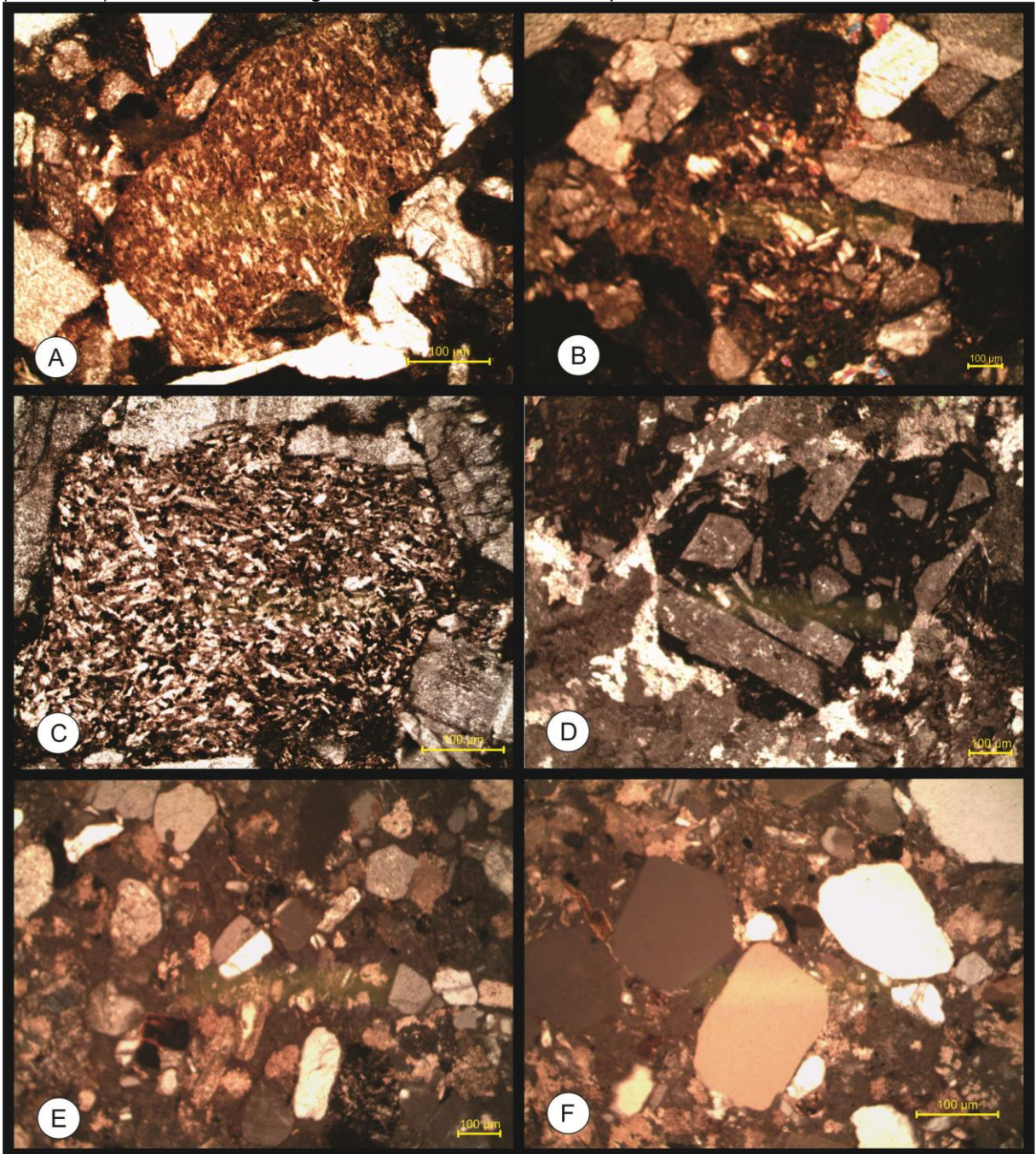
De maneira geral, os arenitos da Formação Mangueirão analisados em lâmina são texturalmente submaduros, suportados pelo arcabouço composto predominantemente por areia grossa, variam de moderadamente selecionado a pobremente selecionado, apresentam clastos variando de subangular a arredondados, com esfericidade variando de baixa a alta (Fig. 20). Apresentam empacotamento fechado a aberto, pois os contatos entre grão variam de flutuante a longo. Não apresentam fraturamento e nem poros.

A mineralogia é composta predominantemente por quartzo (Fig. 20), feldspato (Fig. 20), com predominância de plagioclásio, e litoclastos de rochas vulcânicas (Fig. 20).

A cimentação se dá principalmente por pseudomatriz e por carbonatos de cálcio substituindo a matriz.

Classificados petrograficamente como *Lithic arkose* segundo Pettijohn *et al.* (1987).

FIGURA 20 – Lâminas da Formação Mangueirão. A e C-(PRM-024) Arcóseo Lítico com litoclasto de rocha vulcânica; B-(PRM-024) Arcóseo Lítico com grão de sanidina e litoclasto de rocha vulcânica; D (PRM-070) Arcóseo Lítico com litoclasto de rocha vulcânica; E (PRM-080) Arcóseo Lítico submaduro; F-(PRM-080) Arcóseo Lítico com grãos bem arredondados de quartzo.



Fonte: Autor.

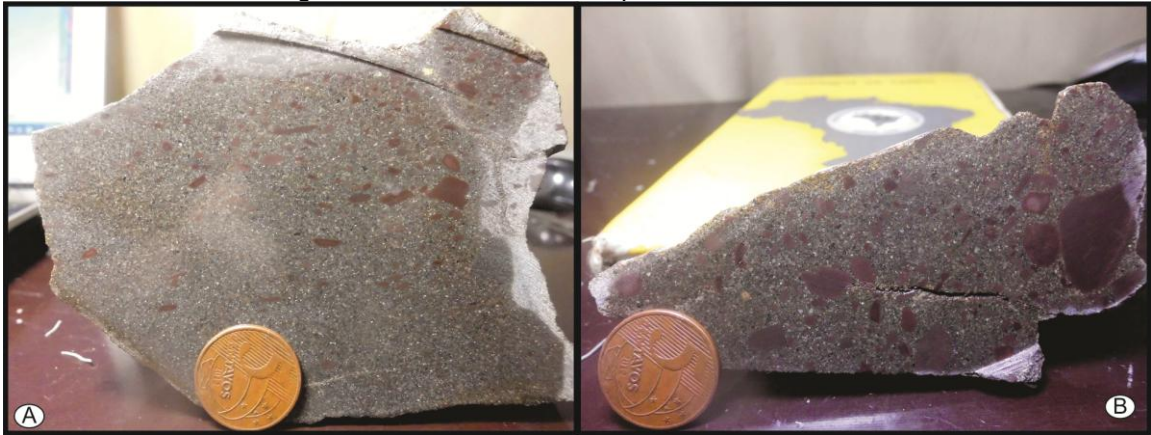
4.1.3.1.2 Formação Vargas

O Membro Vargas ocorre em duas regiões distintas, distribuídas na porção central da área de estudo, estando sobre ritmitos da Formação Mangueirão e sob rochas vulcânicas da Formação Hilário, ambos por contato estratigráfico. Nestas

regiões ocorrem boas exposições em lajeado de drenagem, vossorocas e em cristas de morro, podendo apresentar-se como variação lateral das rochas da Formação Mangueirão e intercalado com as rochas vulcânicas da Formação Hilário.

A ocorrência mais a oeste do Membro Vargas é composta por conglomerados intraformacionais com grande contribuição de intraclastos de pelito, tamanho até calhau, depositados em geometria de canal (Fig. 22) e arenito grosso polímitico com clastos angulosos e intraclastos de pelito (Fig.21).

FIGURA 21: A e B- Arenito grosso com intraclastos de pelito



Fonte: Autor.

FIGURA 22 – Afloramento em drenagem, conglomerado intraformacional da Formação Vargas.



Fonte: Autor.

A ocorrência mais a leste da Formação Vargas é composta por conglomerado maciço ou com estratificação plano-paralela, com seixos esparsos de granito e subordinadamente de vulcânicas e intraclastos de pelito (Fig. 23), intercalado com rochas vulcânicas da Formação Hilário.

FIGURA 23: A- Conglomerado maciço com seixos predominantemente de granito; B- Conglomerado estratificado com seixos de granitos; C e D- Conglomerado maciço polimítico.



Fonte: Autor.

Uma lâmina (PRM-030A) de arenito médio a grosso com intraclastos de pelito correspondente à fácies de canal distributivo da Formação Vargas foi analisada.

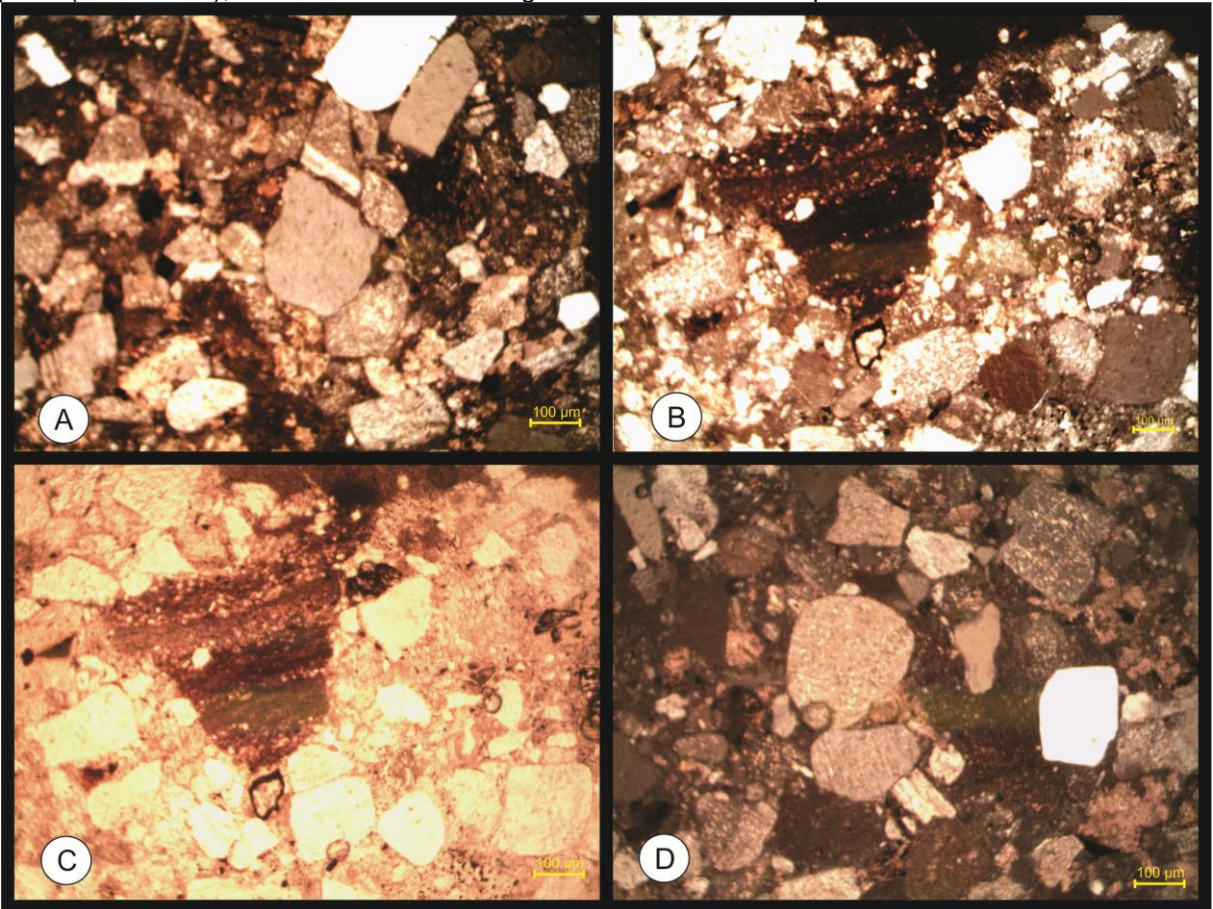
O arenito analisado apresenta-se texturalmente submaduro, suportado pelo arcabouço composto predominantemente por areia média, pobremente selecionado, apresenta clastos que variam de anguloso a arredondado (Fig. 24a e Fig. 24d), com baixa a média esfericidade. Apresenta empacotamento fechado, pois os contatos entre grãos variam de pontual a longo. Não apresenta fraturamento e nem poros.

A mineralogia é composta predominantemente por quartzo, feldspato (Fig. 24a e Fig. 24d), com predominância de plagioclásio, litoclastos de rochas vulcânicas e de pelitos (Fig. 24b e Fig. 24c).

A cimentação se dá principalmente por pseudomatriz e por substituição.

Classificado petrograficamente como *Lithic arkose* segundo Pettijohn *et al.* (1987).

FIGURA 24 – Lâmina (PRM-030) da Formação Vargas. A- Arcósio Lítico com grãos subarredondados de quartzo e feldspatos; B- Arcósio Lítico com intraclasto de pelito; C-Arcósio Lítico com intraclasto de pelito (Luz Natural); e D- Arcósio Lítico com grãos arredondados de quartzo.



Fonte: Autor.

4.1.3.2 Subgrupo Crespos

4.1.3.2.1 Formação Hilário

Rochas pertencentes à Formação Hilário ocorrem em toda área de estudo, havendo um incremento de ocorrências em sentido leste. Geralmente apresentam-

se com boa exposição em morrotes e lajeados no campo, estando intimamente relacionada com rochas sedimentares do Subgrupo Arroio dos Nobres.

A Formação Hilário é constituída por rochas vulcânicas e subordinadamente piroclásticas. As rochas vulcânicas apresentam-se com grande variedade faciológica, destacadamente no extremo leste da área. Esta variedade, no entanto, não é detalhada no presente trabalho, pois seus objetivos estão centrados nas rochas sedimentares da região mapeada.

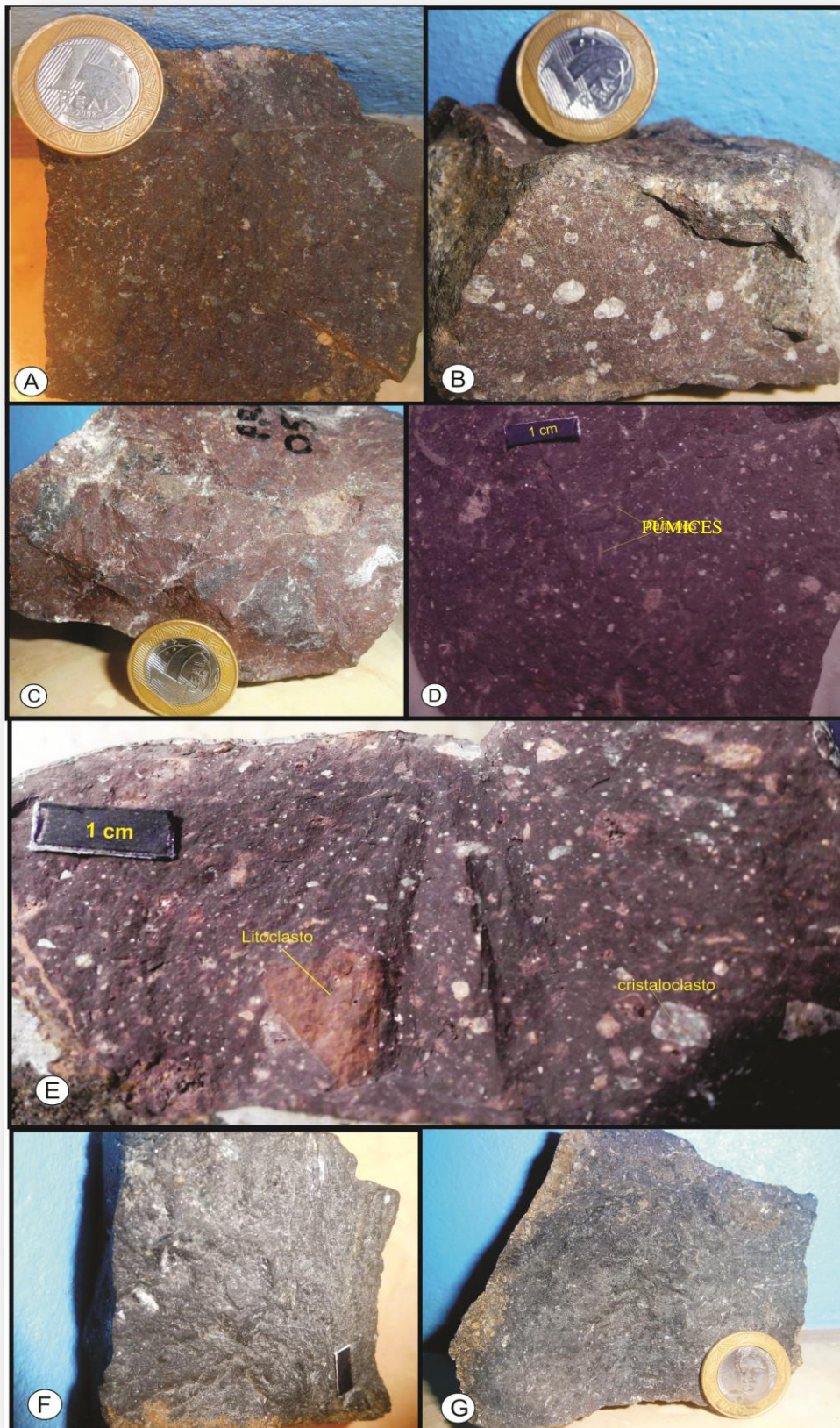
De maneira geral, as rochas da Formação Hilário apresentam três fácies facilmente distinguíveis em campo, descritas abaixo:

- Andesito: rocha de coloração mesocrática, com a matriz avermelhada e fenocristais translúcidos e pretos, ou esverdeados quando intemperizados. A textura é porfirítica com fenocristais de granulação fina, não raro com aspecto de mistura de magmas (Fig. 25c). Possui textura inequigranular e, localmente, textura traquítica devido a orientação dos plagioclásios, além de amígdalas preenchida por calcita (Fig. 25b). A mineralogia é composta predominantemente por cristais euédricos de plagioclásio, cristais subédricos de anfibólio, não raro alterados para mineral esverdeado (Fig. 25a), sendo classificado macroscopicamente como andesito, segundo Streckeisen (1979).

- Basalto: rocha de coloração melanocrática, com matriz de coloração acinzentada, e fenocristais incolor, verde e preto. A textura é porfirítica com fenocristais de granulação fina a média, com textura inequigranular e subordinadamente com textura traquítica (Fig. 25f e Fig. 25g). A mineralogia é composta predominantemente por cristais euédricos de plagioclásio, cristais subédricos a anédricos de anfibólio, e subordinadamente cristais anédricos esverdeados que podem ser olivinas e cristais anédricos de mineral esbranquiçado no centro e esverdeado nas bordas que pode ser alteração do plagioclásio, sendo classificado macroscopicamente como basalto, segundo Streckeisen (1979).

- Piroclástica: rocha de coloração avermelhada, com granulometria dos piroclastos variando de cinza a lapili fino ($\leq 1,5$ cm), sendo classificado como lapili-tufo segundo Fisher (1966). A maioria dos fragmentos são juvenis, ocorrendo subordinadamente litoclastos e cristaloclastos (Fig. 25e). A textura encontrada é a eutaxítica densa, com os púmices com alto grau de achatamento (1:5). A rocha é classificada geneticamente como tufo-soldado (Fig. 25d).

FIGURA 25: Amostras de mão da Formação Hilário. A- Andesito porfírico; B- Andesito porfírico com amígdalas de calcila; C- Andesito com mistura de magmas; D e E- tufo-soldado; e F e G- Basalto porfírico com ripas de plagioclásio.



Fonte: Autor.

4.1.4 Andesitos Porteira

Esta unidade aqui definida é formada por três intrusões sub-vulcânicas de andesitos localizadas no centro-sul e centro-norte da área de estudo, além de ocorrências não mapeadas observadas a norte da área de estudo (e.g. coord. 223480/6568369 UTM 22J).

A maior intrusão andesítica ocorre no centro-sul da área de estudo e apresenta forma elipsoidal, alongada na direção NW-SE, sendo o maior eixo com aproximadamente 1km. Está posicionada na interceptação da falha Província com a falha Porteiras, com relações de intrusão nas formações Hilário e São Rafael.

Macroscopicamente, os Andesitos Porteira são descritos como rochas de coloração mesocrática, com a matriz amarronzada e fenocristais de coloração branco leitoso, rosado e preto. A textura é porfírica, com granulação média, com textura equigranular dos fenocristais, sendo algumas porções de feldspato cumuláticos. Os feldspatos apresentam-se maiores, seguido pelos anfibólios, gerando uma bimodalidade do tamanho dos fenocristais.

A mineralogia é composta por feldspato, possivelmente anortoclásio, de coloração branca, e possivelmente sanidina, de coloração rosada, ambos subédricos, raramente euédricos e anfibólio anédrico com bordas esverdeadas de alteração. Como mineral acessório foi identificado mineral esverdeado translúcido que pode ser clorita, plagioclásio e sulfeto de ferro (Fig. 26).

Porém, na descrição microscópica foi possível identificar que os fenocristais macroscopicamente descritos possivelmente como feldspatos alcalinos são plagioclásios alterados. Portanto, classificado macroscopicamente como andesito, segundo Streckeisen (1979).

FIGURA 26 – Fotos macroscópicas do Andesito Porteira.

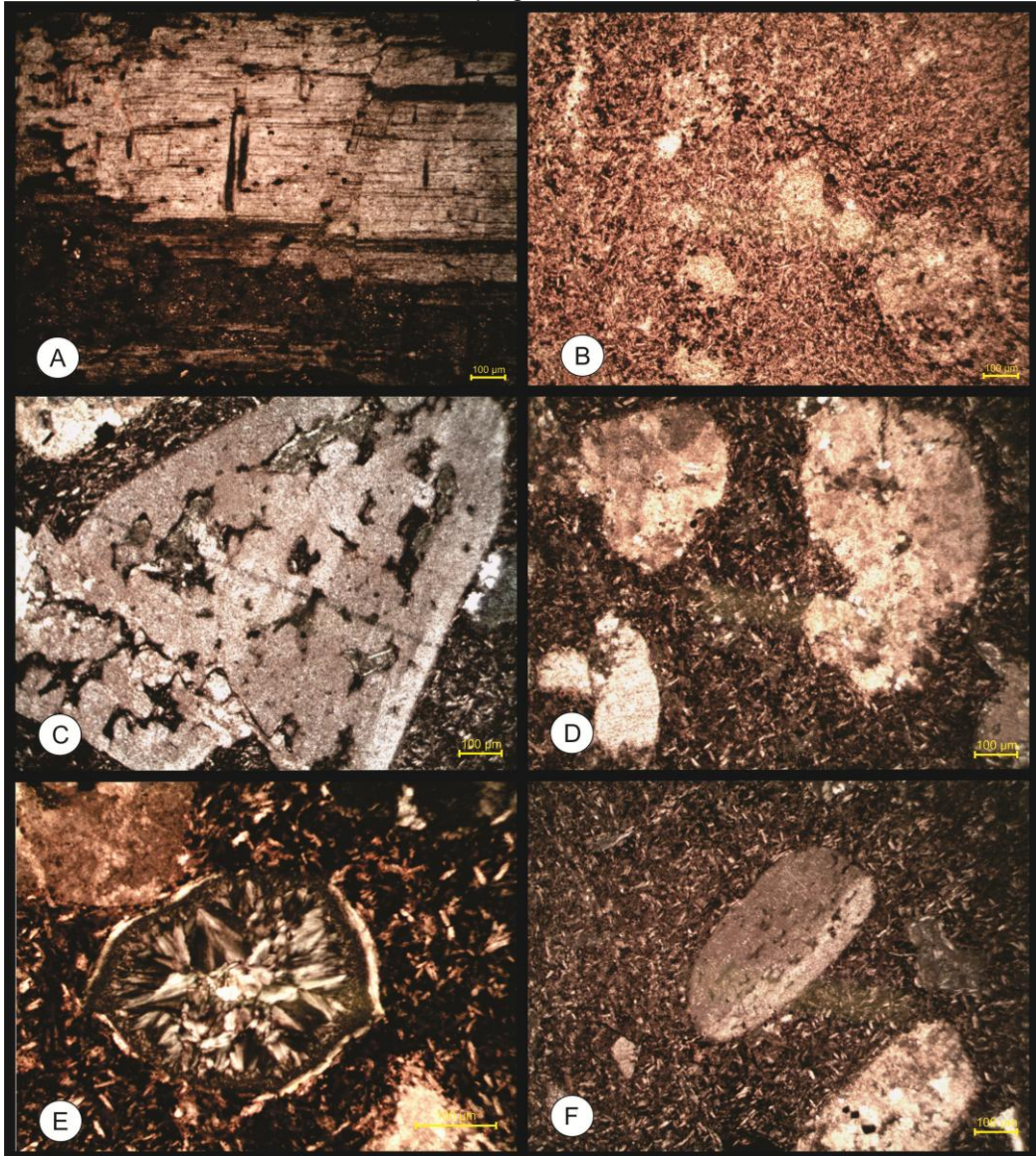


Fonte: Autor.

Microscopicamente, trata-se de rocha porfirítica com textura pilotaxítica, composta por fenocristais euédricos a subédricos de plagioclásio (Fig. 27a) (maior cristal aproximadamente de 9 mm) parcialmente alterados para argilominerais (Fig. 27c), ocorre subordinadamente presença de feldspato alcalino (Fig. 27f). A matriz é de granulação fina composta por cristais euédricos de hábito ripiforme de plagioclásio e minerais opacos oriundos de substituição (Fig. 27b). A rocha apresenta carbonato de cálcio em veios, em cutículas circundando os cristais de clorita e substituindo cristais (Fig. 27d). As cloritas são abundantes, apresentando hábito lamelar substituindo cristais anédricos (Fig. 27e), também há a presença de quartzo de alteração associado à clorita. Os anfibólios descritos macroscopicamente não foram identificados em lâmina, possivelmente foram substituídos por clorita.

Composição total: 64% plagioclásio; 15% calcita secundária; 7% clorita secundária; 2% quartzo secundário; 2% minerais opacos e 10% de minerais opacos substituindo a matriz.

FIGURA 27- Lâmina PRM-143, Andesitos Porteira. A- Fenocristal de plagioclásio; B- Calcita substituindo cristais e matriz fina com cristais de plagioclásio (luz natural); C- Plagioclásio alterado localmente para argilomineral; D- Calcita substituindo cristais e matriz fina com cristais de plagioclásio; E- Clorita, apresenta bordas de carbonato de cálcio e cristais de quartzo no centro; e F- Feldspato alcalino e matriz fina com cristais de plagioclásio.



Fonte: Autor.

Os elementos observados que sugerem que se trata de uma intrusão sub-vulcânica foram: 1) distinção geomorfológica observada em foto aérea e em imagens de satélite; 2) diferença petrográfica, quando comparada com rochas vulcânicas da Formação Hilário mapeadas na área de estudo; 3) arenito bastante silicificado com dimensões de aproximadamente 2 m² (223977/6566898) encontrado circundado pela intrusão, interpretado como pendente de teto (*roof pendant*); 4) intensa cataclase desenvolvida nas bordas do corpo; e 5) brecha de intrusão encontrada na borda norte do maior corpo, comum em intrusões rasas.

4.1.5 Diques Básicos

Três intrusões básicas em forma de diques foram mapeadas na área de estudo, posicionadas com o maior eixo na direção WNW-ESE, aproximadamente. Intrudem a Formação Hilário e a Formação São Rafael.

Petrograficamente são de coloração melanocrática acinzentada com textura afanítica, sendo classificados como diabásio.

4.2 Vulcanismo sin-Maricá: Formação São Rafael X Formação Mangueirão

Como apresentado no capítulo de revisão bibliográfica, diversos autores têm incluído rochas vulcânicas no Grupo Maricá, classificando-o como unidade vulcano-sedimentar.

Esta questão foi apresentada graças a interpretações geradas devido similariedade entre ritmitos areno-pelíticos do Grupo Maricá e do Grupo Bom Jardim, e posteriormente, devido corpos intrusivos da Formação Acampamento Velho serem interpretados como derrames intercalados às rochas sedimentares do Grupo Maricá (*e. g.* Gõni *et al.* 1962; Santos *et al.* 1978; Fragoso-Cesar *et al.* 1985; Leites *et al.* 1990; Paim *et al.* 1995), estas discussões foram devidamente resolvidas após elementos apresentados na bibliografia especializada, discutidos no capítulo 03.

Posteriormente, no início da década de 2000, a descoberta de níveis tufáceos intercalados aos ritmitos da Formação São Rafael (Pelosi 2001; Borba *et al.* 2007) reascenderam esta discussão.

Na área de estudo, níveis piroclásticos não foram encontrados no Grupo Maricá, mas foram encontrados subordinadamente intercalados aos ritmitos da Formação Mangueirão. A similariedade dos ritmitos areno-pelíticos da Formação São Rafael com os da Formação Mangueirão e a falta de dados conclusivos sobre diferenças substanciais entre estas unidades dificultam a distinção, gerando precipitações registradas em mapas geológicos e artigos científicos.

Da mesma forma, conglomerados com seixos de rochas vulcânicas, sendo descritas com maior presença no topo do Grupo Maricá (*e. g.* Santos *et al.* 1978; Leites *et al.* 1990; Pelosi 2001) podem representar os conglomerados da Formação Vargas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância prospectiva da região de Joca Tavares tem sido alertada desde a década de setenta, entretanto dados geológicos desta região são escassos. Este trabalho colabora e supre uma fração desta escassez, colaborando no mapeamento geológico e na compreensão das unidades geológicas registradas na área de estudo.

Na área mapeada não foram identificadas ocorrências minerais de interesse prospectivo, mesmo com ocorrências minerais relacionadas à mesma zona de falha. Na área de estudo, as ocorrências se restringem a cristais milimétricos de pirita encontrados na matriz dos Andesitos Porteira.

As atividades de campo permitiram concluir que o Grupo Maricá na área de estudo é uma unidade estritamente sedimentar. Sendo pertinente ao estudo desta questão sempre considerar as afirmações apresentadas por Ribeiro (1983). Porém, o recente achado de níveis piroclásticos na região da Folha Passo do Salsinho poderá oferecer a idade de deposição das rochas sedimentares do Grupo Maricá a partir de tefrocronologia. Porém, este vulcanismo pode não estar intimamente relacionado com um estágio evolutivo da Bacia do Camaquã.

A similaridade dos ritmitos areno-pelíticos da Formação São Rafael e da Formação Mangueirão dificulta a correta designação estratigráfica. Neste âmbito, trabalhos de petrologia sedimentar e estudo de proveniência poderão facilitar a distinção, somando novos conhecimentos às unidades estratigráficas da Bacia do Camaquã.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. **Bol. Div. Geol. Min.** v.241, p.1-36. 1967.

ALMEIDA, D. P. M.; ZERFASS, H.; BASEI, M. A. Mineralogia, geoquímica e novas idades para o vulcanismo ácido da Bacia do Camaquã, RS. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, **Anais...** Salvador: SBG, 1996, v.2, p. 19-21.

ALMEIDA, D. P. M.; ZERFASS, H.; BASEI, M. A.; 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, D. P. M.; CHEMALE Jr., F.; MACHADO, A. Late to Post-Orogenic Brasiliano-Pan-African Volcano-Sedimentary Basins in the Dom Feliciano Belt, Southernmost Brazil. In: Ali Ismail Al-Juboury. (Org.). **Petrology - New Perspectives and Applications**. Rijeka, v. único, p. 73-130, 2012.

BARBOSA, A. F. A. Série Maricá e sua posição na coluna geológica do Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v.6, n.2, p.5-19. 1957.

BORBA, A. W.; MARASCHIN, A. J.; MIZUSAKI, A. M. P. Stratigraphic analysis and depositional evolution of the Neoproterozoic Maricá Formation (southern Brazil): constraints from field data and sandstone petrography. **Gondwana Research**, Japão, v.3, n.7, p.871-886, 2004.

_____. 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 (UFRGS)**, v. 34, p. 57-74, 2007.

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-riograndense Shield, southern Brazil): petrographic and Sm-Nd isotopic constraints. **Gondwana Research**, v.4, n. 9, p. 464-474, 2006.

BORBA, A. W.; MIZUSAKI, A. M. P.; SANTOS, J. O. S.; MCNAUGHTON, N. J.; ONOE, A. T.; HARTMANN, L. A. U-Pb zircon and $40\text{Ar}-39\text{Ar}$ K-feldspar dating of 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.

BOUMA, A. H. **Sedimentology of some Flysch deposits. A graphic approach to fácies interpretation**. Amsterdam: Elsevier, 168p. 1962.

CARVALHO, P. F. Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul. **Bol. Inst. Geol. Min. do Brasil**. v.66, p.1-72. Rio de Janeiro, 1932.

CORDANI, U.G.; HALPERN, M. & BERENHOLC, M. Comentários sobre as determinações geocronológicas da Folha de Porto Alegre. In: **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, texto explicativo da Folha de Porto Alegre e Lagoa Mirim**. Brasília: DNPM, p.70-84, 1974.

DOLIANITI, E. Descoberta de Fósseis na Formação Maricá, Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Mineração e Metalurgia**, v.9, n.5, p.110, 1945.

_____. *Gangamopteris Augustifolia* e *G. Buriadica* na Formação Maricá, Estado do Rio Grande do Sul. **Notas preliminares Estud. Div. Geol. Miner.** Rio de Janeiro, v. 87, p.1-6, 1954.

FERNANDES, L. A. D.; MENEGAT, R.; COSTA, A. F. U; KOESTER, E.; PRCHER, C.C; TOMMASI, A.; KRAEMER, G.; RANGRAB, G. E.; CAMOZZATO, E. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-rio-grandense, Parte I – uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, v.25, n.4, p.351-374, 1995.

FIGUEIREDO, P. M. Caracterização Sedimentológica das Formações Sedimentares Pré-Gonduânicas na Zona Caçapava – Lavras. **Avulso**, nº 92, Rio de Janeiro: DNPM, 1966.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S. O Cráton Rio de la Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense. **Anais ... Camború**, v. 5, p.2879-3892. 1980.

_____. **Tectônica de placas do Ciclo Brasileiro: as orogenias dos cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul**. Tese de doutoramento. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 366 p. 1991.

_____. Estratigrafia do Supergrupo Camaquã (Ediacarano do Rio Grande do Sul). In: Semana Acadêmica Integrada UNIPAMPA, 1, 2016, Caçapava do Sul/RS, **Palestra**.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; ALMEIDA, R. P.; FAMBRINI, G. L.; PELOSI, A. P. M. R.; JANIKIAN, L. A Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de rifts do Neoproterozóico III-Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. In: Encontro Estrat. Rio Grande do Sul – Escudos e Bacias, 1, Porto Alegre: SBG, **Anais...** p.139-144. 2003.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; FACCINI, U. F.; PAIM, P. S. G.; LAVINIA, E. L.; ALTAMIRANO, J. R. F. Revisão da estratigrafia das molassas do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1985, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, SBG. v.1, p. 477-491, 1985.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; FAMBRINI, G. L.; ALMEIDA, R. P.; PELOSI, A. P. M. R.; JANIKIAN, L.; RICCOMINI, C.; NOGUEIRA, A.; SAES, G. The Camaquã Extensional Basin: Neoproterozoic-Early Paleozoic Transition in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.30, n.3, p. 438-441. 2000.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; FAMBRINI, G.L.; RICCOMINI, C.; JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R.P.; PELOSI, A.P.M.R.; MACHADO, R. Estruturas induzidas por abalos sísmicos na Sequência Santa Bárbara (Neoproterozóico III – Eocambriano), Bacia do Camaquã, RS: o exemplo do Passo da Capela. **Revista Brasileira de Geociências**, v.31, n.2, p.155-162, 2001.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; LAVINIA, E. L. C.; PAIM, P. S. G.; FACCINI, U. F. A. Antefossa Molassica do Cinturao Dom Feliciano no Escudo do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, **Anais ...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, p. 3272-3283, 1984.

GÕNI, J. C.; GOSO, H.; ISSLER, R. S. Estratigrafia e geologia econômica do Pré-cambriano e Eo-paleozóico Uruguaio e Sul Riograndense. **Avulso**, Porto Alegre: Escola de Geologia - Universidade do Rio Grande do Sul, n. 3, p.1-105, 1962.

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, paleogeografia e significado tectônico das sucessões vulcano-sedimentares do Supergrupo Camaquã, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 33, p.349-362, 2003.

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

KRAEMER, G. **Evolução Magmática e tectônica da Suíte Ortometamórfica Imbicuí, região de Lavras do Sul (RS)**. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 99p..

LEINZ, V., A. F. & TEIXEIRA, E. Mapa Geológico Caçapava – Lavras. **Boletim 90**, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio – RS, 39p., 1941.

LEITES, S.R.; LOPES, R. C.; WILDNER, W.; Porcher C. A.; Sander, 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, **Anais...** v.1, p.300 - 312, 1990.

LIMA, E. & NARDI, L. The Lavras do Sul Shoshonitic Association: implications for origin and evolution of Neoproterozoic Shoshonitic magmatism in southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.11, p.67-77, 1998.

MARTINS, E.A. Fósseis marinhos na Série Maricá, estado do Rio Grande do Sul. **Revista Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v.12, n. 71, p.37-39, 1948.

_____. *Aviculopecten cambahyense* sn. sp. do permocarbonífero do Rio Grande do Sul. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.13, p.1-5, 1951.

MARTINS, E. A. & SENA SOBRINHO, M. Novos fósseis e a idade da Formação Maricá, Rio Grande do Sul. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.8, p.1-7, 1950.

_____. Perfil geológico de São Gabriel a Cambaí-Grande, Rio Grande do Sul. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.16, p.1-7, 1952.

MELCHER, G. C. & MAU, H. Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio de Janeiro: Acad. Bras. Ciências, v.32, n.2, p.43-50, 1960.

MIALL, A.D. **The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology.** Berlim: Springer, 1996, 825p.

MIALL, A.D. **Principles of Sedimentary Basin of Analysis.** 3ª Ed., Berlim: Springer, 2000, 604 p.

MUTTI, E. **Turbidite Sandstone.** Parma: Agip and Universita di Parma, 1992, 275p.

NETTO, R. G.; PAIM, P. S. G; ROSA, C. L. M. Informe pré-liminar sobre a ocorrência de traços fósseis nos sedimentitos da Bacia do Camaquã e Santa Bárbara. In: Workshop sobre as Bacias Molássicas Brasilianas, 1, **Anais ...** São Leopoldo: UNISINOS, p. 90-96, 1992.

PAIM, P. S. G.; LOPES, R. C.; CHEMALE JR, Farid. Aloestratigrafia, Sistemas Depositionais e EvoluçãoPaleogeografica da Bacia do Camaquã - Vendiano Superior/Ordoviciano Inferior do Rs. In: VI Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 1995, Porto Alegre. **Boletim de Resumos Expandidos (Palestras).** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, p.39-50, 1995.

_____. **A Bacia do Camaquã.** In: Geologia do Rio Grande do Sul (Ed. M. Holz & L. F. De Ros), Porto Alegre: CIGO-UFRGS, p. 231-274, 2000.

PELOSI, A. P. M. R. **Evolução Paleogeográfica das formações Maricá e Crespos (Neoproterozóico III) na porção norte da Sub-Bacia Camaquã Ocidental, Caçapava do Sul, RS.** Dissertação de Mestrado, São Paulo: Inst. Geoc.-USP, 153p, 2001.

PELOSI, A. P. M. R. & FRAOGOSO-CESAR, A. R. S. Considerações estratigráficas e paleogeográficas do Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Rio Grande do Sul: **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, 2003.

_____. Análise de proveniência, idades U-Pb da fonte, maturidade textural e paleocorrentes do Grupo Maricá (Ediacarano do Rio Grande do Sul). **Revista Brasileira de Geociências**, v.36, n.4, p.733-747, 2006.

PETTIJOHN, F. J.; POTTER, P. E.; SIVER, R. **Sand and Sanstone**. New York: Springer-Verlar, 1987.

PINTO, I. D. Novos Fósseis na Formação Maricá. **Boletim da Faculdade de Ciências e Letras**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.9, 1947.

_____. Contribuição ao reconhecimento de novos fósseis na Formação Maricá (Afloramento Budó). **Publicação da Faculdade de Filosofia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.2, p.1-6, 1949.

_____. Série Maricá, Camaquan e Formação Teixeira Soares no Rio Grande do Sul, histórico, idade e correlação. **Bol. Inst. Cienc. Nat.**, Porto Alegre, v.2, p.5-18, 1955.

PORCHER, C. A., LEITES, S.R., RAMGRAB, G. E., CAMOZZATO, E. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Passo do Salsinho, Folha SH.22-Y-A-I-4, Estado do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000. CPRM, Brasília, 372p, 1995.

POTTER, P. E. **Facies models conference**. Science, v.129, p.1292-1294, 1959.

READING, H. G. **Sedimentary Environments: processes, fácies and stratigraphy**. Blackwell Science, 3º edição, 1996.

REMUS, M.V.D.; HARTMANN, L.A; MCNAUGHTON; FLETCHER, I.R. SHRIMP U-Pb zircon ages of volcanism from the São Gabriel Block, southern Brazil. In: Simpósio Sobre Vulcanismo e Ambientes Associados, 1, **Boletim de Resumos**, Gramado, p. 83, 1999.

RIBEIRO, M. & LICHTENBERG, E. Síntese da geologia do Escudo do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, **Anais...** Recife: SBG, v.30, n.6, p.2451-2463, 1978.

RIBEIRO, M., BOCCHI, P.R., FIGUEIREDO FILHO, P.M., TESSARI, R.I. Geologia da quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. **Bol. Div. Fom. Prod. Min.**, Rio de Janeiro: DNPM, v.127, p.1-232, 1966.

RIBEIRO, M. Geologia da Folha de Bom Jardim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Bol. Div. Geol. Min. Bras.**, Rio de Janeiro: DNPM, v.247, p.1-142, 1970a.

_____. Informes sobre a Formação Maricá. **Lherengia**, São Leopoldo: UNISINOS, 1983, série 9.

ROBERTSON, J. F. Revision of the stratigraphy and nomenclature of rocks units in the Caçapava-Lavras region, State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Notas de Estudos**, Porto Alegre: IG/UFRGS, v.1, n.2, 1966.

SANTOS, E. L.; BECKEL, J.; MACEDO, P. M.; FILHO F. G.; CHABAN, N. Divisão litoestratigráfica do eo-cambriano – Pré-cambriano superior do Escudo Sul-riograndense. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, **Anais...** v.2, Rio de Janeiro: SBG, p. 670-684, 1978.

SANTOS, E. L.; MACIEL, L. A. C.; ZIR FILHO, J. A. **Distritos Mineiros do Estado do Rio Grande do Sul**. Ed.: Queiroz, E. T. & Schobbenhaus, C. Porto Alegre: DNPM, 1998, 35p.

SENHORINHO, E. M. **Controle estrutural dos Carbonatitos no Rio Grande do Sul**: análises de produtos de sensoriamento remoto e aerogeofísicos. Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

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 postcollisional basins. **Acad. Bras. De Ciências**, v.78, n.3, p. 573-589, 2006.

STRECKEISEN, A. **Subcommision on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions**. Neves Jahrbuch für Mineralogie, IUGS, v.143, p. 1-14, 1979.

TESSARI, R. I. Evolução Geotectônica do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: Conferência proferida na Sociedade Brasileira de Geologia, núcleo RS, Porto Alegre, **Palestra**, 1965.

TESSARI, R. I. & GIFONNI, L. E. Geologia da região de Piratini, Pinheiro Machado e Bagé, Rio Grande do Sul. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro: DNPM, v.246, p.1-122, 1970.

TESSARI, R. I. & PICADA, R. S. Geologia da quadrícula de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Bol. Div. Fom. Prod. Min.**, Rio de Janeiro: DNPM, v. 124, p.147, 1966.

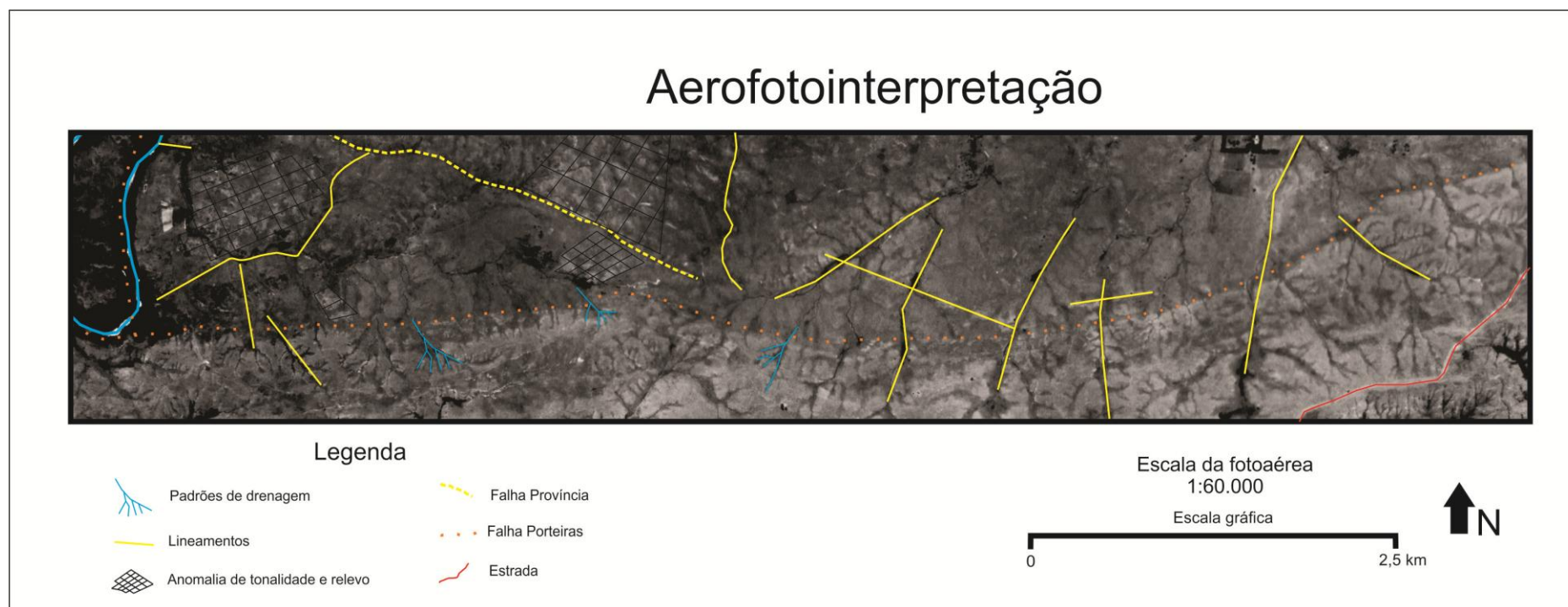
TONIOLO, J. A.; GRAZIA, C. A.; PARISI, G.; PINTO, L. G.. Carbonatitos do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados, 5, Goiás: SBG, **Atas...** 2011.

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.

6. APÊNDICE

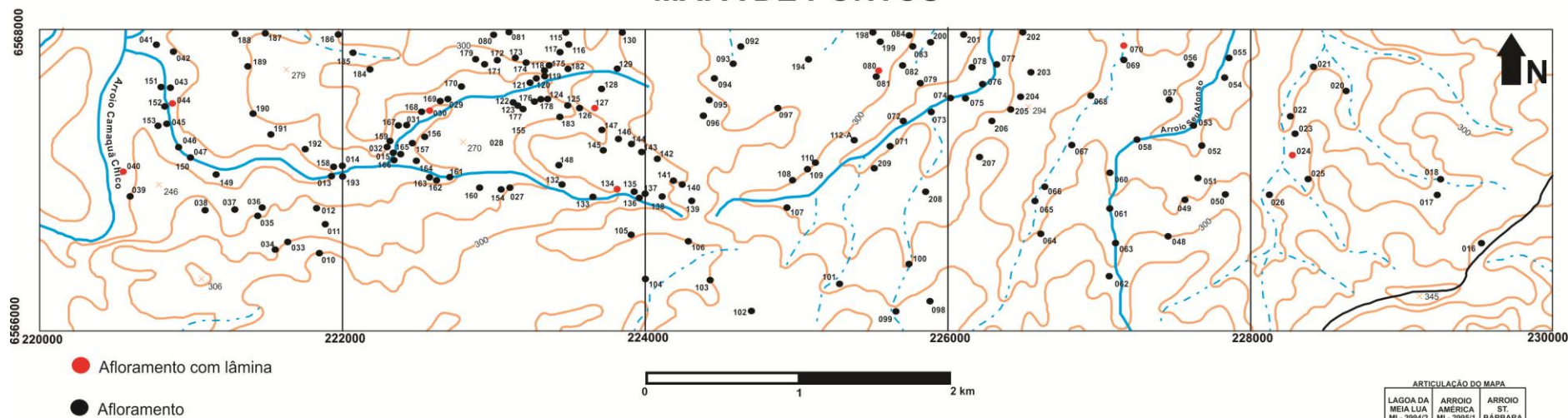
APÊNDICE A: Tabela de localização das Seções-Tipo.

PONTO	Coord_X	Coord_Y	Unidade	Fonte
1	248609	6638100	F. São Rafael	Pelosi & Fragoso-Cesar (2003)
2	244783	6634976	F. Passo da Promessa	Pelosi & Fragoso-Cesar (2003)
3	250519	6634648	F. São Rafael	Pelosi & Fragoso-Cesar (2003)
4	247240	6624405	F. Arroio América	Pelosi & Fragoso-Cesar (2003)
5	772884	6574714	F. São Rafael	
6	775993	6572921	F. São Rafael/F. Itararé	Leinz <i>et al.</i> (1941)
7	248693	6626580	F. São Rafael	
8	254687	6636954	F. Passo da Promessa/F. São Rafael	Fragoso-Cesar (comun. Verbal)
9	254062	6636594	F. São Rafael	Fragoso-Cesar (comun. Verbal)
10	254586	6635497	F. Arroio dos Nobres	Fragoso-Cesar (comun. Verbal)
11	273110	6628945	F. Arroio dos Nobres	Fragoso-Cesar (comun. Verbal)
12	255300	6638809	F. Passo da Promessa/F. Itararé	Fragoso-Cesar (comun. Verbal)
13	226158	6582116	Granito Lavras/F. São Rafael	
14	323217	6611707	F. Arroio dos Nobres	
15	271660	6614010	F. Arroio dos Nobres	

APÊNDICE C – Aerofotointerpretação (compilado de fotos aéreas na escala 1:25.000 e 1:60.000).

APÊNDICE D – Mapa de pontos em base topográfica.

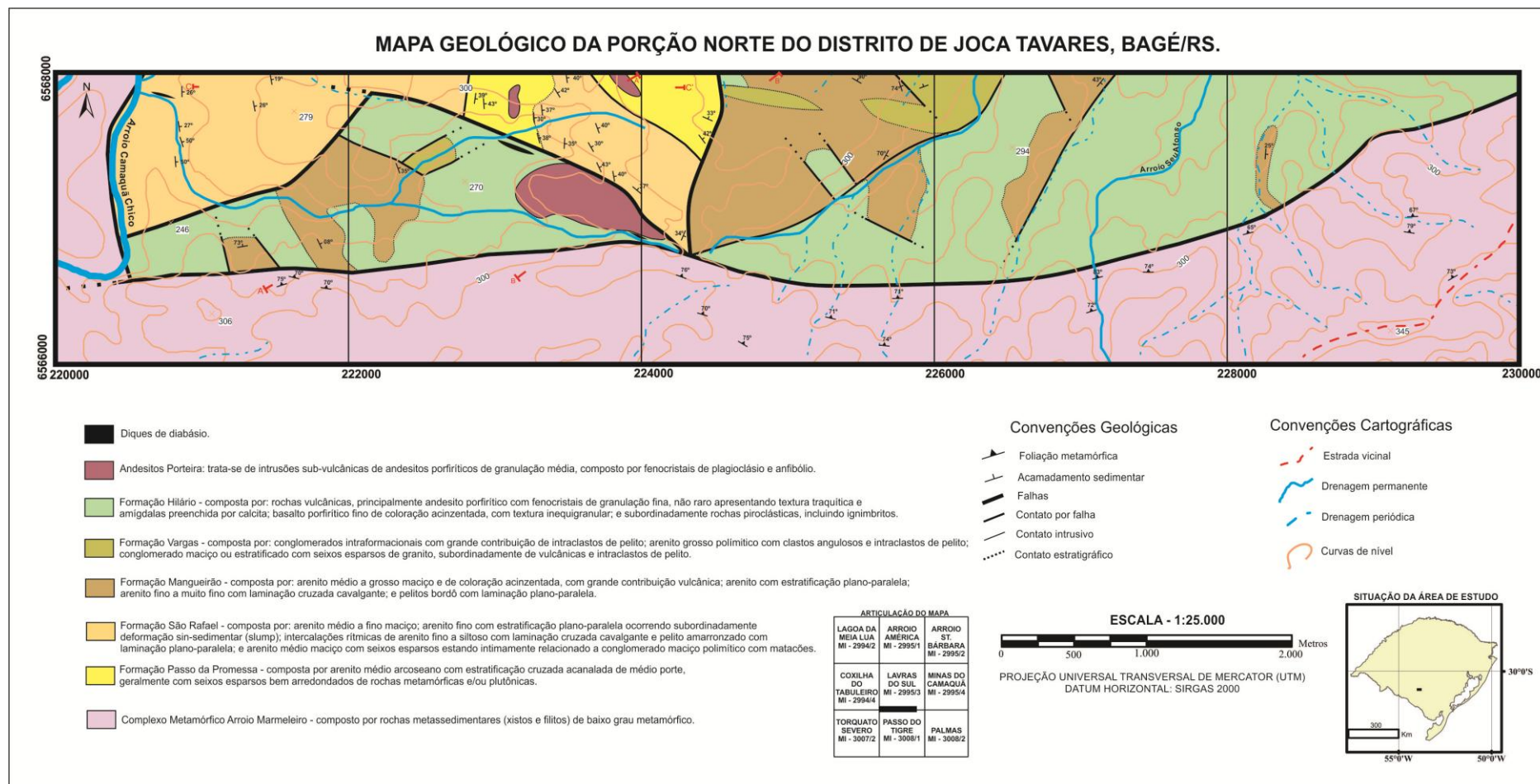
MAPA DE PONTOS



ARTICULAÇÃO DO MAPA

LAGOA DA MEIA LUA MI - 2994/2	ARROIO AMÉRICA MI - 2995/1	ARROIO ST. BARBARA MI - 2995/2
COXILHA DO TABULEIRO MI - 2994/4	LAVRAS DO SUL MI - 2995/3	MINAS DO CAMAQUÃ MI - 2995/4
TORQUATO SEVERO MI - 3007/2	PASSO DO TIGRE MI - 3008/1	PALMAS MI - 3008/2

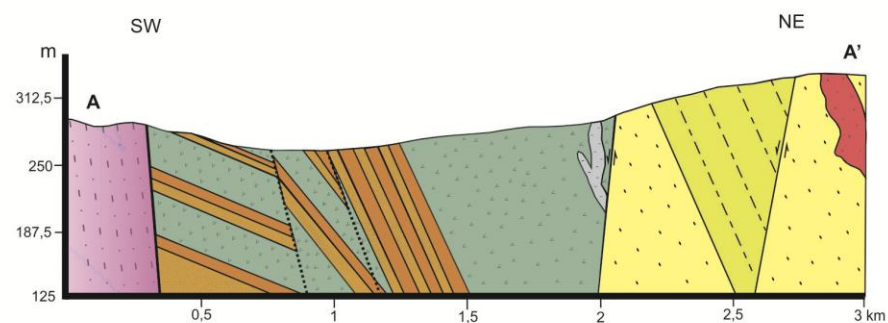
APÊNDICE E – Mapa geológico da porção norte do Distrito de Joca Tavares, Bagé/RS.



APÊNDICE F – Perfis Geológicos-Estruturais.

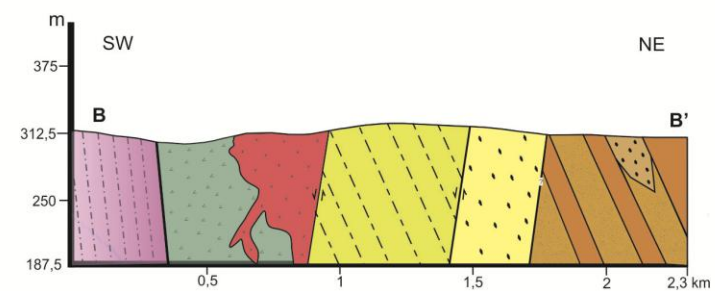
PERFIS GEOLÓGICOS-ESTRUTURAIS

Perfil A-A'



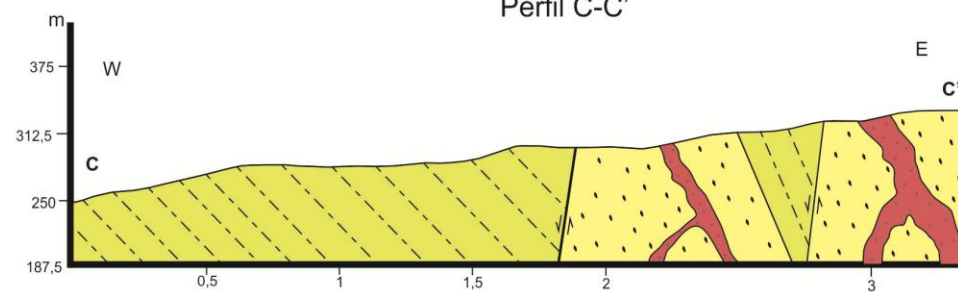
Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250

Perfil B-B'



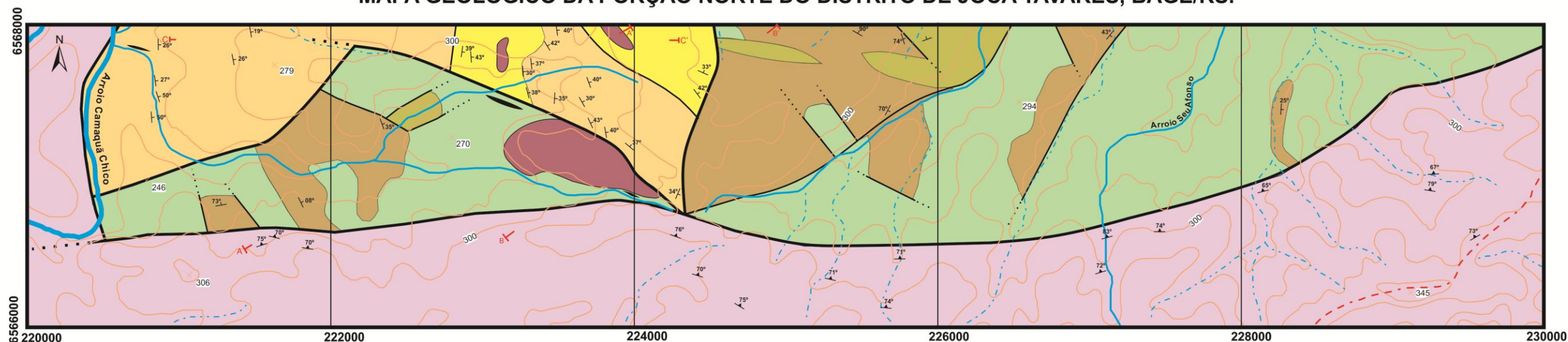
Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250

Perfil C-C'



Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250

MAPA GEOLÓGICO DA PORÇÃO NORTE DO DISTRITO DE JOCA TAVARES, BAGÉ/RS.



- Diques de diabásio.
- Andesitos Porteira: trata-se de intrusões sub-vulcânicas de andesitos porfíricos de granulação média, composto por fenocristais de plagioclásio e anfibólio.
- Formação Hilário: composta por: rochas vulcânicas, principalmente andesito porfírico com fenocristais de granulação fina, não raro apresentando textura traquítica e amígdalas preenchida por calcita; basalto porfírico fino de coloração acinzentada, com textura inequigranular; e subordinadamente rochas piroclásticas, incluindo ignimbritos.
- Formação Vargas - composta por: conglomerados intraformacionais com grande contribuição de intraclastos de pelito; arenito grosso polimítico com clastos angulosos e intraclastos de pelito; conglomerado maciço ou estratificação com seixos esparsos de granito, subordinadamente de vulcânicas e intraclastos de pelito.
- Formação Mangueirão - composta por: arenito médio a grosso maciço e de coloração acinzentada, com grande contribuição vulcânica; arenito com estratificação plano-paralela; arenito fino a muito fino com laminação cruzada cavalgante; e pelitos bordô com laminação plano-paralela.
- Formação São Rafael - composta por: arenito médio a fino maciço; arenito fino com estratificação plano-paralela ocorrendo subordinadamente deformação sin-sedimentar (slump); intercalações rítmicas de arenito fino a siltooso com laminação cruzada cavalgante e pelito amarronzado com laminação plano-paralela; e arenito médio maciço com seixos esparsos estando intimamente relacionado a conglomerado maciço polimítico com matações.
- Formação Passo da Promessa - composta por arenito médio arcoseano com estratificação cruzada acanalada de médio porte, geralmente com seixos esparsos bem arredondados de rochas metamórficas e/ou plutônicas.
- Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro - composto por rochas metassedimentares (xistos e filitos) de baixo grau metamórfico.

Convenções Geológicas

- Foliação metamórfica
- Acamadamento sedimentar
- Falhas
- Contato por falha
- Contato intrusivo
- Contato estratigráfico

Convenções Cartográficas

- Estrada secundária
- Drenagem permanente
- Drenagem periódica
- Curvas de nível

ARTICULAÇÃO DO MAPA

LAGOA DA MEIA LUA MI - 2994/2	ARRIOJO AMÉRICA MI - 2995/1	ARRIOJO ST. BARBARA MI - 2995/2
COXILHA DO TABULEIRO MI - 2994/4	LAVRAS DO SUL MI - 2995/3	MINAS DO CAMAQUÃ MI - 2995/4
TORQUATO SEVERO MI - 3007/2	PASSO DO TIGRE MI - 3008/1	PALMAS MI - 3008/2

ESCALA - 1:25.000

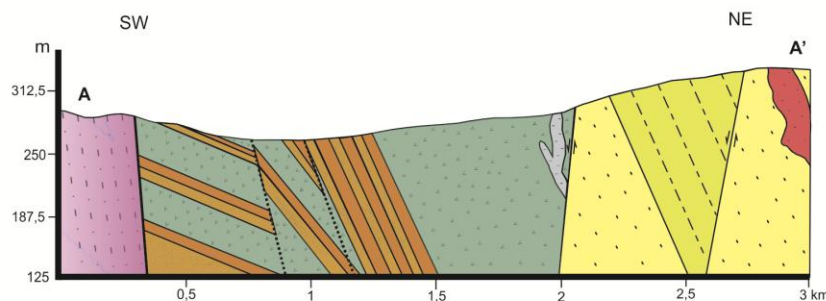


PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000

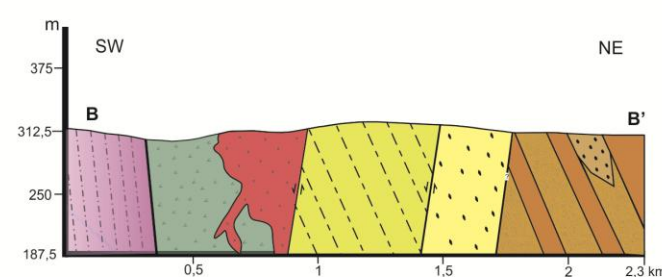
Autores:
Rafael Ramos Silveira (graduando em geologia)
Prof. Geól. Antonio Romalino S. Fragozo-Cesar (co-orientador)
Profª. Geólª. Delia Del Pilar M. de Almeida (orientadora)

Mapa gerado durante Trabalho de Conclusão de Curso.

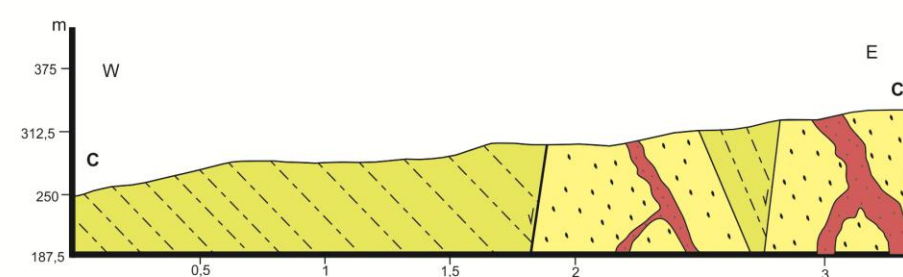
INSTITUIÇÕES FINANCIADORAS:
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA (UNIPAMPA)
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq)



Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250



Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250



Escala Horizontal: 1:25.000
Escala Vertical: 1: 6.250

..... Falhas não representadas no mapa.