

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**JOÃO IGGO BARBOSA FRÓIS**

**GEOLOGIA DO SUPERGRUPO CAMAQUÃ NO CORREDOR DO APERTADO –  
RIO GRANDE DO SUL**

**Caçapava do Sul  
2019**

**JOÃO IGGO BARBOSA FRÓIS**

**GEOLOGIA DO SUPERGRUPO CAMAQUÃ NO CORREDOR DO APERTADO –  
RIO GRANDE DO SUL**

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

Orientadora: Delia Del Pilar Montecinos de Almeida

**Caçapava do Sul  
2019**

**JOÃO IGGO BARBOSA FRÓIS**

**GEOLOGIA DO SUPERGRUPO CAMAQUÃ NO CORREDOR DO APERTADO –  
RIO GRANDE DO SUL**

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

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:

Banca examinadora:



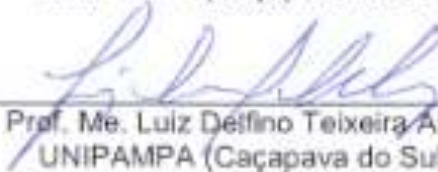
---

Profª. Drª. Delia Del Pilar Montecinos de Almeida  
Orientadora  
UNIPAMPA (Caçapava do Sul, RS)



---

Profª. Drª. Cristiane Heredia Gomes  
UNIPAMPA (Caçapava do Sul, RS)



---

Prof. Msc. Luiz Delfino Teixeira Albarnaz  
UNIPAMPA (Caçapava do Sul, RS)

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) .

F929g Fróis, João Iggo Barbosa  
Geologia do Supergrupo Camaquã - Rio Grande do Sul / João  
Iggo Barbosa Fróis.  
69 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, GEOLOGIA, 2019.

"Orientação: Delia Del Pilar Montecinos de Almeida".

1. Bacia do Camaquã. 2. Corredor do Apertado. 3.  
Litoestratigrafia. 4. Petrografia. I. Título.

Dedico esse a trabalho a memória de João  
Vicente Froes

## **AGRADECIMENTOS**

A todas as pessoas que me ajudaram a alcançar essa conquista pessoal que é a realização do trabalho de conclusão de curso. Foram muitas pessoas e infelizmente não vou lembrar de todas. Em primeiro lugar quero agradecer a Universidade Federal do Pampa, docentes e técnicos, em especial ao técnico Lenon Mello e a técnica Sissa Kumaira. Aos meus grandes amigos Diogo Silva de Queiroz, Lucas Martini, Rafael Ramos Silveira, Guilherme Alves Marques e Marcos Filipe Galvão Neves, parceiros de vida, serei grato eternamente. Aos moradores do Corredor do Apertado: José Carlos, Rafael, Rodrigo, Seu Manuel e Dona Eva, mais especialmente ao Seu Osório (Tio Zorico). Se não fosse por ele esse trabalho não teria sido realizado. Também quero agradecer a todas as amigas que fiz durante a graduação. A Caçapava do Sul, terra que me acolheu e me proporcionou conhecer a geologia. Agradeço a Fernanda Alvarenga, pessoa que me motivou a voltar estudar. À Nayara Dayrell, por me manter ligado as minhas raízes. Especialmente, agradeço a Luciana Lopes, por todo companheirismo. Por fim, agradeço a vida, a Deus e a minha família.

Um mestre do verso, de olhar destemido,  
disse uma vez, com certa ironia:  
"Se lágrima fosse de pedra eu choraria"  
Mas eu, Boca, como sempre perdido  
Bêbado de sambas e tantos sonhos  
Choro a lágrima comum,  
Que todos choram  
Embora não tenha, nessas horas,  
Saudade do passado, remorso  
Ou mágoas menores  
Meu choro, Boca,  
Dolente, por questão de estilo,  
É chula quase raiada  
Solo espontâneo e rude.  
De um samba nunca terminado  
Um rio de murmúrios da memória  
De meus olhos, e quando aflora  
Serve, antes de tudo,  
Para aliviar o peso das palavras  
Que ninguém é de pedra

Paulinho da Viola

## RESUMO

Na região denominada Corredor do Apertado, localizada na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul, o Supergrupo Camaquã é representado pelas formações Acampamento Velho, Seival, Pedra Pintada e Serra do Apertado, além do Magmatismo Rodeio Velho. Os depósitos vulcânicos e sedimentares encontram-se sobrepostos as rochas do Complexo Metamórfico Porongos Indiviso e cortados por intrusões da Formação Serra Geral. A área de estudo com 65 km<sup>2</sup> está situada na margem da Zona de Falha Tapera-Emiliano a sul do Rio Camaquã, compreendendo aproximadamente 6 km de extensão norte-sul do Arroio Velhaco e inserida entre o Alto de Caçapava do Sul e o Alto da Serra das Encantadas. O objetivo principal do trabalho foi a realização do mapeamento geológico na escala de (1:25.000). As técnicas utilizadas foram: (I) práticas de campo, incluindo levantamento litoestratigráficos com base em seções colunares e análises estratigráficas de fácies, paleocorrentes e proveniência, e análise de estruturas; e (II) práticas de laboratório, análise petrográfica e análise dos dados obtidos em campo. Nesse contexto, as litologias de cada unidade mapeada foram: (1) rochas miloníticas e mármore do Complexo Metamórfico Porongos Indiviso; (2) tufo riolítico da Formação Acampamento Velho; (3) conglomerados, arenito conglomeráticos, arenitos micáceos com níveis pelíticos e siltitos da Formação Seival; (4) Arenitos conglomeráticos e arenitos bem selecionados da Formação Pedra Pintada; (5) conglomerados e arenitos conglomeráticos da Formação Serra do Apertado; (6) intrusões rasas de composição basáltica alcalina e peperitos do magmatismo Rodeio Velho; e (7) diques de diabásio da Formação Serra Geral. De maneira geral, os arenitos que compõem o Supergrupo Camaquã na região do Corredor do Apertado apresentam composição arcossiana variando para litoarenitos. Os detritos mais abundantes são: quartzo seguido por feldspato e fragmento lítico. Os minerais acessórios também são abundantes. A matriz é, predominantemente, do tipo pseudomatrix e a cimentação é de minerais argilizados, carbonato de cálcio e óxido de ferro. A porosidade é regular e do tipo intergranular, por dissolução de grãos e fraturas. Quanto à proveniência, verificou-se uma grande quantidade de elementos derivados de rochas graníticas com fluxo de corrente para norte. Assim, mostramos que o mapeamento de detalhe, com estudo macro dos



afloramentos, estruturas locais e petrografia microscópica fornecem respostas a problemas estratigráficos pontuais.

Palavras-Chave: Bacia do Camaquã; Corredor do Apertado; Mapeamento Geológico; Litoestratigrafia; Petrografia; Interação Vulcânica-Sedimentar.

## ABSTRACT

In the region called Corredor do Apertado, located in the South-central of the Rio Grande do Sul, the Super Group Camaquã is represented by Acampamento velho, Seival, Pedra Pintada and Serra do Apertado formations, beyond the Rodeio Velho magmatism. This volcanics deposits (with some intrusions associated) and sedimentary are lying over the rocks of Porongos Metamorphic Complex, undivided and cutted by Serra Geral intrusions. The study area has 65km<sup>2</sup> and are situated at the boundary of Tapera-Emiliano fault zone south of Camaquã river comprising approximately 6 km of North-South oriented Velhaco stream and between basement highlands Alto de Caçapava do Sul and Alto da Serra das encantadas. The main objectives in this paper was the accomplishment of the geological mapping in scale 1:25000. The techniques used were: (1) Field practices including lithostratigraphic surveys based on columnar sections and stratigraphic facies analyses, paleocurrent, provenience and structures; and (2) Laboratory practices, petrographics and data analyses. In this context, the lithologies found in each unit was: (1) milonitic rocks and crystalline marbles from the undivided Porongos metamorphic complex; (2) rhyolitic tuff from the Acampamento Velho formation; (3) conglomerates, conglomeratic sandstone, micaceous sandstones containing levels of pelites and siltites from Seival formation; (4) Conglomeratic sandstones and well sorted sandstones at Pedra Pintada formation; (5) Conglomerates and conglomeratic sandstones from Serra do Apertado formation; (6) Andesitic sills and dykes associated with the Rodeio Velho magmatism; and (7) Serra Geral diabasium dikes. In general, the sandstones that make up the Super Group Camaquã in the region of the Corredor do Apertado of the tight present arcose composition varying from litharenites. The most abundant detritus are at first quartz, followed by feldspar and finally lithic arenite fragments. The accessories are plentiful. The kind of matrix is pseudomatrix and the cementation is calcium carbonate and iron oxide. The porosity of these sandstones are regular, intergranular kind, grain dissolution and fractures. About the provenience, a great amount of elements derived from granitic rocks was verified. Thus, we showed that the mapping of detail, with macro study of outcrops, local structures and microscopic petrography provide answers to specific stratigraphic problems. Finally, was accomplished the Corredor do Apertado geological map and the respective geological cross section.

Key words: Camaquã Basin; Corredor do Apertado; Geological mapping; Lithostratigraphic; Petrographic; Volcano sedimentary interactions.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E RECONHECIMENTO DAS SEÇÕES-TIPO .</b>	<b>17</b>
<b>2.2 AEROFOTOGEOLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 TRABALHO DE CAMPO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 ANÁLISE DE FÁCIES.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 ANÁLISE DE PALEOCORRENTES .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 ANÁLISE DE PROVENIÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.7 ANÁLISE PETROGRÁFICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.8 ANÁLISE ESTRUTUAL .....</b>	<b>19</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 GEOLOGIA REGIONAL .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 GEOLOGIA LOCAL.....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 DESCRIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 COMPLEXO METAMÓRFICO PORONGOS INDIVISO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 FORMAÇÃO ACAMPAMENTO VELHO.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 FORMAÇÃO SEIVAL.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5 FORMAÇÃO PEDRA PINTADA .....</b>	<b>40</b>
<b>4.6 FORMAÇÃO SERRA DO APERTADO.....</b>	<b>50</b>
<b>4.7 MAGMATISMO RODEIO VELHO.....</b>	<b>55</b>
<b>4.8 FORMAÇÃO SERRA GERAL .....</b>	<b>61</b>
<b>4.9 DESCRIÇÃO DO ARCABOÇOU ESTRUTURAL.....</b>	<b>63</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
<b>6 REFERÊNCIA.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>73</b>



## 1. INTRODUÇÃO

---

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Através do estudo geológico multidisciplinar este trabalho foi desenvolvido principalmente sobre as litologias da Bacia do Camaquã (Ediacarano) que afloram na região conhecida como Corredor do Apertado, no estado do Rio Grande do Sul.

As unidades sedimentares e ígneas da Bacia do Camaquã, além de apresentar mineralizações de cobre, chumbo e zinco, são ruptilmente deformadas, sem metamorfismo e, separadas por discordâncias angulares e por falhas. Sendo elas, reunidas no Supergrupo Camaquã (Fragoso-Cesar *et al.* 2003).

Na bibliografia são encontrados vários trabalhos sobre a evolução da Bacia do Camaquã, associada a diferentes modelos geológicos (bacia de antepaís, transcorrente ou distensional tipo rifte).

A área de estudo com 65 km<sup>2</sup> está localizada na margem da Zona de Falha Tapera-Emiliano ao sul do Rio Camaquã, compreendendo aproximadamente 6 km de extensão norte-sul do Arroio Velhaco e inserida entre o Alto de Caçapava do Sul e o Alto da Serra das Encantadas.

O mapeamento geológico de detalhe realizado na escala de 1:25.000, incluindo perfis geológicos, possibilitaram a realização de estudos litoestratigráficos sistematizados em seções colunares e análises estratigráficas de fáceis, paleocorrentes e proveniência, macroscópica e microscópica, além de análises estruturais e petrográficas.

As unidades cartografadas foram: (1) Complexo Metamórfico Porongos Indiviso; (2) Formação Acampamento Velho; (3) Formação Seival; (4) Formação Pedra Pintada; (5) Formação Serra do Apertado; (6) Magmatismo Rodeio Velho; e (7) Formação Serra Geral.

Esses estudos resultaram na caracterização geológica das unidades do Supergrupo Camaquã encontradas na região do Corredor do Apertado, além da apresentação do Mapa Geológico do Corredor do Apertado.

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos gerais do trabalho são a definição das unidades litoestratigráficas mapeadas e suas relações de contato, em especial as que forem da Bacia do Camaquã.

Os objetivos específicos são: (1) mapeamento geológico de detalhe na escala de 1:25.000; (2) levantamento litoestratigráficos com base em seções colunares e análises estratigráficas de fácies, paleocorrentes e proveniência, macroscópica e microscópica; (3) análise estrutural; (4) análise petrográfica; (5) e a apresentação do mapa geológico e de perfis geológicos.

## **1.3 Justificativa**

Os distintos modelos geológicos existentes para Bacia do Camaquã, se devem em parte pelo aumento de estudos de semi-detalhe e detalhe apresentados a partir dos anos 80, ao reconhecimento de importantes falhas que cortam as principais seções geológicas das unidades da bacia e que no passado não foram consideradas e pela repetição de litofácies aluvias em vários níveis estratigráficos.

Nessas condições a escolha da área para o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso foi motivada pela carência de estudos de detalhe na região do Corredor do Apertado, pela ocorrência de uma importante zona de falha da Bacia do Camaquã e pelas mineralizações de cobre e chumbo próximas da área de estudo.

Cabe ressaltar ainda a indicação do Professor Antonio Romalino Santos Fragoso-Cesar para realização de estudos de detalhe nessa região em sua palestra na 1º Semana Acadêmica Integrada UNIPAMPA, 2016.

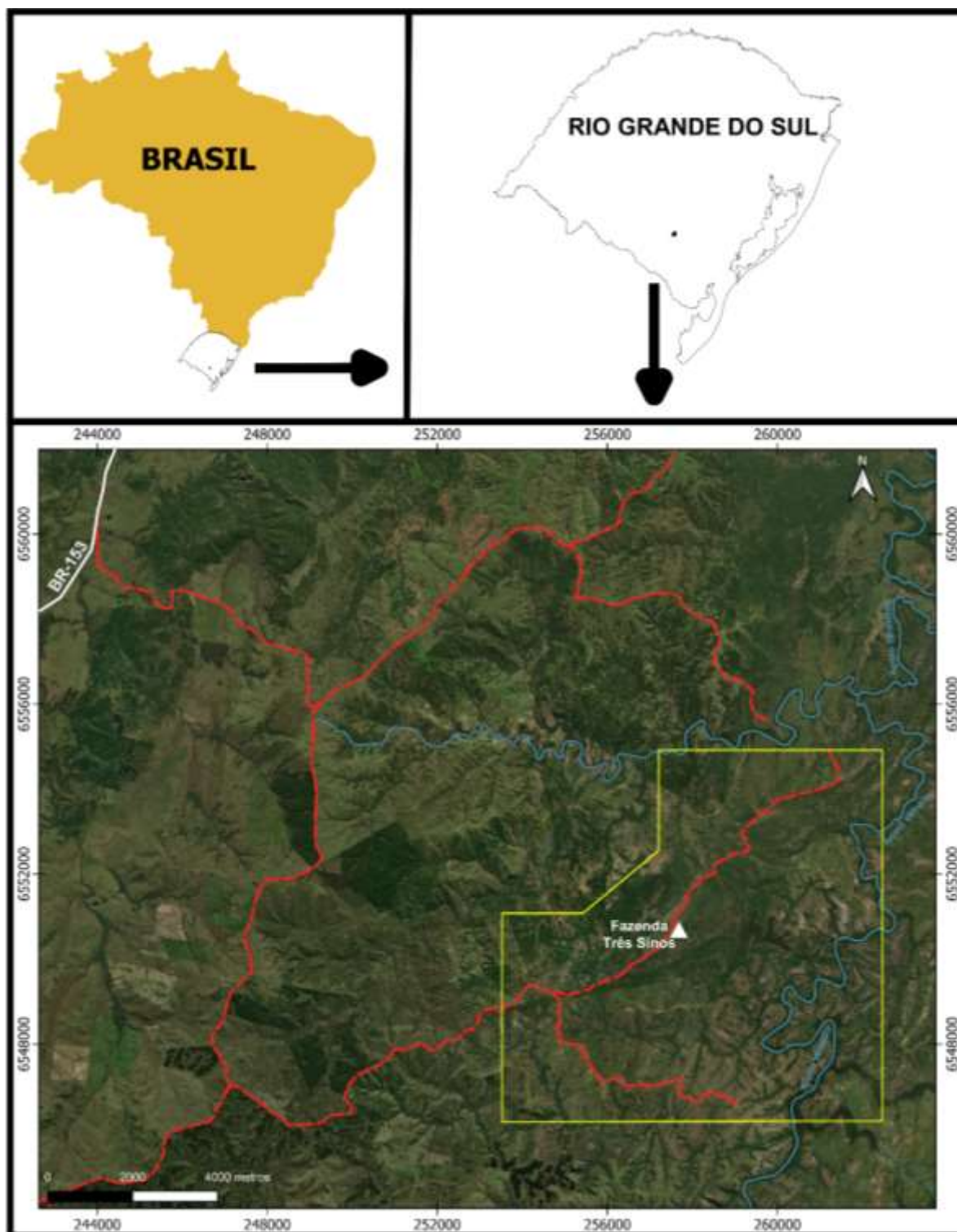
## **1.4 Localização e situação da área de estudo**

A área de estudo (Fig. 1) situada no Estado do Rio Grande do Sul está localizada no limite das folhas cartográficas do Exército Brasileiro (Palmas e Aberto do Cerro). A região é conhecida como Corredor do Apertado e fica aproximadamente a 351 Km da Capital Porto Alegre, 116 Km da Cidade de Caçapava do Sul e a 92 Km da Cidade de Bagé.

A melhor forma de acessar a área de estudo é pela BR-153, devendo-se dirigir até o entroncamento da estrada vicinal que leva a Cidade de Pinheiro Machado. Após percorrer 8,5 Km dessa estrada, chegará a uma bifurcação ao lado da Estância São Leonardo, onde se deve seguir pela estrada rumo ao sul, depois andar por mais 10 a 11 Km chegando a outra bifurcação, devendo-se então, seguir para leste. Prosseguindo por mais 10 Km aproximadamente, chegará a mais uma bifurcação, onde se deve seguir para nordeste e percorrer por mais 3 a 4 Km no máximo, chegando enfim na sede da Fazenda Três Sinos de coordenadas UTM (X= 257521, Y= 6550526).

Esta fazenda é o melhor ponto de referência da área de estudo, pois é fácil de localizá-la nas imagens aéreas e também por ela estar situada na Folha Cartográfica das Palmas como Estância Apertados.

**Figura 01:** Mapa de localização e situação da área de estudo, demarcada pela poligonal amarela.



Fonte: Adaptado de Bing Satallite.



## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

---

### **2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E RECONHECIMENTO DAS SEÇÕES-TIPO**

O trabalho iniciou com a consulta aos trabalhos disponíveis sobre a geologia regional do Supergrupo Camaquã. Posteriormente sobre os trabalhos que discutem sobre a geologia local (região do Corredor do Apertado), destacando-se mapas e relatórios do DNPM e CPRM, artigos científicos, dissertações e teses a respeito dos temas de estudo.

O resultado da revisão bibliográfica consistiu na organização do conteúdo em resumos, contendo informações que ajudaram no desenvolvimento do mapeamento, incluindo o reconhecimento dos afloramentos descritos na literatura como “seção-tipo” do Grupo Guaritas.

Por último, destacamos as saídas de campo feitas durante a graduação, a exemplo da disciplina de petrografia ígnea ministrada pela Professora Almeida, que na oportunidade visitamos as seções-tipo do Arroio Carajá e Passo do Moinho.

### **2.2 AEROFOTO GEOLOGIA E SENSORIAMENTO REMOTO**

As imagens usadas para fotointerpretação foram: fotoaéreas disponibilizadas pela CPRM (projeto USAF, escala 1:60.000); e imagem de radar (ALOS/PALSAR, 16 bits e resolução espacial de 12,5 m).

Através do programa Qgis, modelos digitais de terreno foram gerados para serem analisados virtualmente. As fotoaéreas foram analisadas usando o aparelho estereoscópio do Laboratório de Aerofotogrametria da Universidade Federal do Pampa.

A fotointerpretação foi baseada nas propriedades texturais de relevo e de drenagem para definir e delimitar áreas homólogas, às quais se associa a um significado geológico. Posteriormente, os resultados dessas análises foram integrados com as informações bibliográficas e aos mapas preexistentes, visando o planejamento e desenvolvimento das atividades de campo e na confecção do mapa geológico.

## **2.3 TRABALHO DE CAMPO**

As técnicas de mapeamento abordadas no trabalho foram com base em material cartográfico (folhas cartográficas do Exército Brasileiro, Palmas e Aberto do Cerro; e Folha Geológica das Palmas, CPRM), em imagens de satélites do programa Google Earth Pro, bússola do modelo clar para tirar medidas estruturais, *GPS (Global Positioning System)* para obtenção das coordenadas UTM afloramentos, máquina fotográfica para o registro de feições geológicas, martelo geológico, lupa de mão para análise mineralógica entre outros equipamentos. As atividades de campo foram divididas em três etapas. A primeira (4) dias consistiu na visita dos afloramentos descritos na literatura como seções-tipo e que embasaram a definição das unidades. A segunda etapa (4 dias), teve como objetivo, conhecer a área de estudo e áreas adjacentes. A última etapa (20), dias, consistiu no mapeamento em escala 1:25.000 da área de estudo, no levantamento de seções colunares, nas análises estratigráficas e estruturais e na coleta de amostras. Os dados adquiridos em campo foram organizados em planilhas Excel e processados nos programas stereonet online e Qgis. No total foram visitados 261 pontos de afloramento (Apêndice A)

## **2.4 ANÁLISE DE FÁCIES**

A análise de fácies feita em escala de afloramento, consistiu na observação dos atributos deposicionais primários como acamamento, granulometria, textura e estruturas sedimentares, (Miall 1977).

Segundo Miall (1996), a aplicação da análise de fácies é essencial para os estudos de rochas sedimentares. Os resultados são apresentados no corpo texto e em seção-colunar.

## **2.5 ANÁLISE DE PALEOCORRENTES**

Para a análise de paleocorrentes, vamos considerar apenas os rumos de mergulho das estratificações cruzadas com base em Pettijohn *et al* (1972). Paralelamente, realizando a análise mineralógica dos arenitos. Ao todo foram 199 medidas de mergulho. Os resultados são apresentados nas seções colunares e no perfil do mapa geológico.

## 2.6 ANÁLISE DE PROVENIÊNCIAS

A análise de proveniência macroscópica foi realizada através da contagem aleatória de 100 clastos maiores que 1 cm em afloramentos de arenitos conglomeráticos, conglomerados e brechas sedimentares (Fambrini 2003 Almeida. 2005). Os clastos foram descritos de acordo com a sua composição, forma e grau de arredondamento. Os resultados são apresentados em gráficos de distribuição de frequência das ocorrências de clastos de cada ponto medido. Também são apresentados os gráficos de distribuição de frequência de ocorrência por ponto acumulado de cada unidade mapeada.

No total foram contados 1100 clastos, distribuídos em 11 pontos de observação na área mapeada (Apêndice B).

A proveniência microscópica foi realizada em arenitos e a metodologia empregada será descrita no subtópico de petrografia.

## 2.7 ANÁLISE PETROGRÁFICAS

Foram coletadas 10 amostras de rochas sedimentares e 7 amostras de rochas ígneas (Apêndice C) Estas lâminas delgadas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação da Universidade Federal do Pampa, usando impregnação de resina líquida com corante de coloração verde, para facilitar a identificação dos espaços porosos. As lâminas foram descritas com o auxílio de microscópio binocular de luz transmitida, dotado de câmera digital e da marca *Carl Zeiss*, do Laboratório de Petrografia da UNIPAMPA. Os aspectos analisados foram: granulometria; seleção; arredondamento e esfericidade dos grãos; matriz; cimento; contato entre os grãos; porosidade; e composição mineralógica.

As classes granulométricas foram identificadas a partir da medida dos grãos com auxílio de retículo graduado. A classificação foi baseada nos limites de Wentworth (1922).

Com base em Dickinson (1970), a matriz foi classificada em um dos seguintes tipos: protomatriz (sindeposicional); ortomatriz (produto da recristalização da protomatriz); epimatriz (resultante da alteração de grãos do arcabouço, com posterior infiltração do material argiloso no espaço poroso); e pseudomatriz (originada pelo esmagamento de grãos detríticos facilmente deformáveis).

A porosidade foi caracterizada, quanto a sua origem, como primária (sindeposicional) ou secundária (pós-deposicional).

Os aspectos texturais e composicionais foram quantificados através do método de contagem de pontos (300 pontos). Os valores obtidos para a composição mineralógica foram, posteriormente, recalculados para porcentagens de quartzo/feldspatos/fragmentos de rocha.

Para descrição das rochas ígneas consideramos a mineralogia, grau de cristalização, coloração, tamanho dos cristais, arranjo entre minerais e estruturas.

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

## **2.8 ANÁLISE ESTRUTURAL**

De acordo como Loczy & Ladeira (1976) esse estudo considera os parâmetros de formação, atitude e geometria dos corpos geológicos.

A análise de estruturas foi realizada com a identificação de marcadores cinemáticos que mostrassem a direção e sentido do deslocamento relativo entre os blocos rochosos (espelho de falha, estrias no espelho de falha e degraus).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

#### 3.1 GEOLOGIA REGIONAL

As primeiras informações geológicas sobre a Bacia do Camaquã localizada no Escudo Rio Grande do Sul (Fig. 2) são de Carvalho (1932). Dentre as suas contribuições apresentadas, destacamos a individualização da Série Porongos representada pelos litotipos quartzitos, xistos micáceos e calcários semicristalinos, e da Série Camaquã representada, principalmente, por rochas sedimentares.

Posteriormente, Leinz *et al.*, (1941), descreve a Série Camaquã como inclinada na base e horizontal no topo. Ainda inclui uma nova unidade na estratigrafia local, nomeando de Formação Maricá.

Goñi *et al.* (1962) elevou a Formação Maricá a categoria de grupo, a Série Camaquã a categoria de formação e ainda acrescentou mais unidade, a Formação Guaritas.

Robertson (1966, manuscrito 1961) reclassificou a estratigráfica da bacia e definiu Grupo Camaquã, sendo este dividido nas Formações Santa Bárbara e Guaritas, além do Conglomerado Coxilha. Ambos separados por discordâncias angulares e posteriores a Formação Maricá, Andesito Hilário e Riolito Ramada. Ainda descreveu o Grupo Camaquã como red-beds continentais, incluindo brecha de tálus, extensas faixas de fanglomerados, conglomerados, graywackes feldspáticas, arcóseos e arenitos.

Ribeiro *et al.* (1966), Tessari & Picada (1966) e definiram o Grupo Bom Jardim, reunindo rochas sedimentares e vulcânicas (Andesito Hilário e Riolito Ramada, Robertson 1966), com sua posição estratigráfica acima da Formação Maricá.

Posteriormente vários autores revisaram a estratigrafia da bacia, destacando aqui, os trabalhos de Fragoso-Cesar *et al.* (1985, 2003) e de Paim *et al.* (1995, 2000).

Fragoso-Cesar *et al.* (1985) reuniram todas as unidades da Bacia do Camaquã no Grupo Camaquã.

Paim *et al.* (1995, 2000) utilizaram conceitos de estratigrafia de sequência e alostratigrafia para classificar o Alosupergrupo Camaquã. Formado por cinco Alogrupos, separados por hiatos deposicionais e suas discordâncias consequentes. Dividem a unidade da base para o topo com os seguintes Alogrupos: Maricá (vulcano-

sedimentar, dominante marinho, mais de 4000m de espessura), Bom Jardim (vulcano-sedimentar, ambientes lacustres com influência marinha parcial, cerca de 2000m), Cerro do Bugio (vulcano-Sedimentar, ambiente lacustre com influência marinha parcial, aproximadamente 500m), Santa Bárbara (siliciclástica, ambientes Lacustres com influência marinha parcial de 2000m) e Guaritas (vulcano-sedimentar, condições totalmente continentais, aproximadamente 800m). Esboça um quadro de gradativa diminuição do nível de base no registro sedimentar subaquático, representado por ambientes subaquáticos nunca dissecados, (Alogrupo Maricá), passando por ambientes marinhos (Alogrupo Bom Jardim) a comumente dissecados (Alogrupo Cerro do Bugio e Santa Bárbara), até condições de exposição área frequentes (Alogrupos Guaritas).

Fragoso-Cesar *et al.* (2003) definiu o Supergrupo Camaquã, composto pelas unidades: Grupo Maricá (depósitos siliciclásticos marinhos e fluviais), Grupo Bom Jardim (depósitos aluviais e lacustres além de vulcânicas intermediárias a básicas), Formação Acampamento Velho (vulcânicas ácidas e básicas), Grupo Santa Bárbara (depósitos aluviais e costeiros), Grupo Guaritas (depósitos aluviais e eólicos) e Suíte Intrusiva Rodeio Velho (subvulcânicas básicas a intermediárias). De acordo com esse autor a espessura do Supergrupo é superior a 10 km.

Similarmente aos modelos estratigráficos, os modelos geotectônicos para Bacia do Camaquã e seu embasamento foram revisados diversas vezes.

Ribeiro & Fantinel (1978) compartimentaram o Escudo do Rio Grande do Sul em três zonas de associações petrotectônicas distintas: Zona Leste, Zona Mediana e Zona Oeste.

Fragoso-Cesar (1991) compartimentou o escudo em três estruturas principais: (1) o Cinturão Dom Feliciano (790 a 550 Ma), um cinturão móvel transpressivo, caracterizado por grandes zonas de cisalhamento de direções variáveis de NNE-SSW a ENE-WSW, dobramentos, metamorfismo e intrusões de corpos graníticos. (2) o Terreno Rio Vacacaí (900 a 700 Ma), um terreno intraoceânico acrescido à borda continental; e (3) o Cráton Rio de La Plata, de embasamento paleoproterozoico (>2.0 Ga), exposto no Bloco Florida (granito-greenstone) e Bloco Valentines (alto grau), que constitui parte do embasamento da porção meridional da Bacia do Camaquã. O autor afirmou ainda, que excluindo os calcários semicristalinos e litotipos associados, grande parcela de rochas metassedimentares, que eram mapeadas sob a designação

Porongos se trata de granitos milonitizados, que representam diversos estágios e produtos de milonitização acompanhada por segregação metamórfica sobre rochas graníticas.

Estudos de síntese regional feito por Fernando Flávio Marques de Almeida (1969) evidenciaram que na região central do Rio Grande do Sul é o local da plataforma Brasileira com a melhor exposição de depósitos formados em estágio de transição ocorridos no Neoproterozoico. Constituindo-se de bacias marginais, intermontanas, antefossas e outras depressões que em ambiente continental retêm os produtos de erosão das montanhas, acompanhados frequentemente de matérias vulcânicos, relacionados com o período de estabilização tectônica após a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana.

Almeida (1969) categorizou o conjunto de formações da Bacia do Camaquã em termos de evolução estrutural, subdividindo em três fases sucessivas. A inferior apresentada pela Formação Maricá, com uma sedimentação não molássica e anterior ao vulcanismo subsequente, além do desenvolvimento de dobramentos causados por compressão. A fase seguinte, representada pelo Grupo Bom Jardim e Formação Santa Bárbara com características típicas de sequências molássicas acumuladas sem sofrer dobramentos importantes, mas apenas intensas falhas associadas a vulcanismo e mineralização endógena na região. A fase superior, que registra o encerramento na evolução dos complexos de transição da região, representada pela Formação Guaritas e Conglomerado Coxilha, ambas apresentando características de sedimentação não molássica e desenvolvidas quando o vulcanismo e as ações tectônicas já haviam se cessado há muito tempo. A configuração destas unidades geológicas é atribuída a processos de reativação de falhas profundas (Almeida, 1969).

Esta hipótese de uma bacia molássica relacionada à Orogenia Brasileira também foi anunciada por (Fragoso-Cesar 1984; Fragoso-Cesar *et al.* (1985); Chemale Jr. *et al.* 1995; Paim *et al.* 2000; Hartmann *et al.* 2008).

Posteriormente, foram propostos modelos de tectônica transcorrentes de fases tardias do evento colisional e pós-colisional do ciclo Brasileiro do Cinturão Dom Feliciano (Oliveira & Fernandes 1991).

Segundo Chemale Jr. (2000) a transição do Neoproterozoico para o Paleozoico no sul do Brasil foi marcada pelas últimas fases do Ciclo Brasileiro-Pan-Africano (900-540 Ma). Ocasionalmente no desenvolvimento de uma sequência de depressões

relacionadas às diferentes fases da Orogênese Brasileira, que ocuparam um local preferencial de subsidência denominado Bacia do Camaquã (PAIM *et al.* 2000).

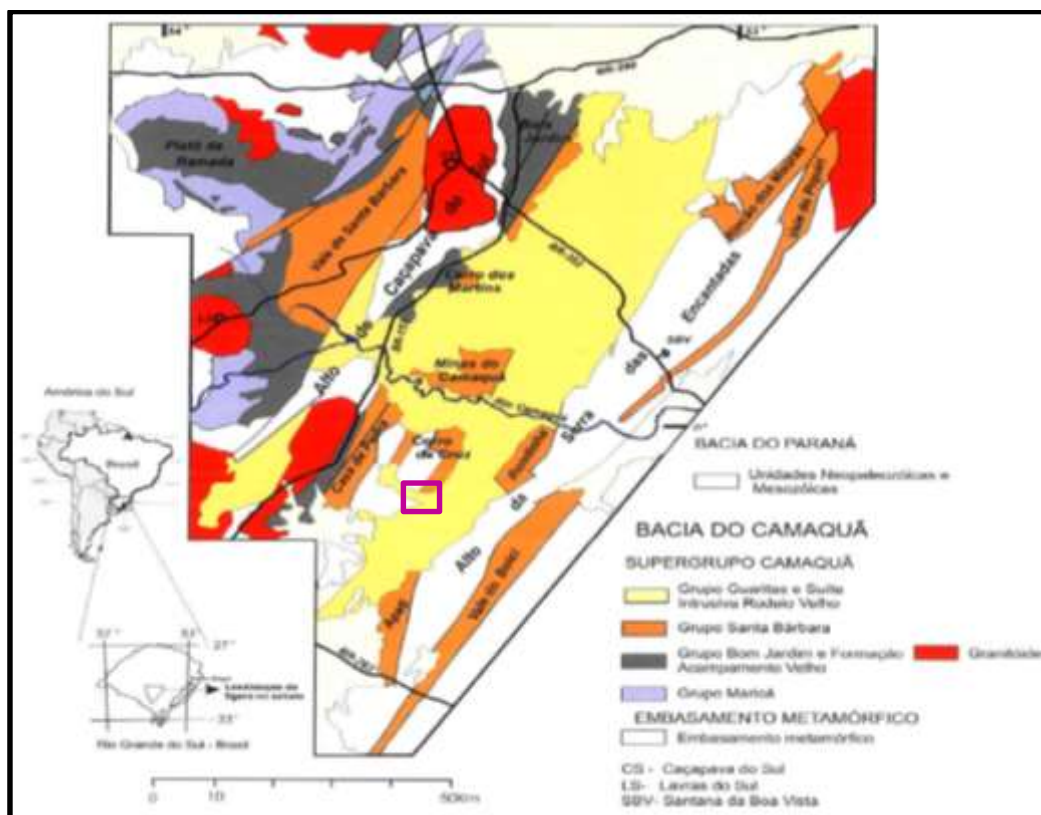
Outro modelo geológico proposto para bacia é de um sistema superposto de riftes de direção NNE-SSW gerados em condições continentais e anorogênicas, sem vinculação causal com eventos da Orogenia Brasileira (*e.g.* Fragoso-Cesar *et al.* 2000, 2001).

Segundo Paim *et al.* (2014) a Bacia do Camaquã armazena a sobreposição parcial ou total do registro das bacia (1) de antepaís de retroarco Maricá (Alogrupo Maricá); (2) transcorrentes (strike-slip) Bom Jardim Oeste e Leste (Alogrupo Bom Jardim); (3) riftes Santa Bárbara Oeste e Leste (Alogrupo Santa Bárbara) e (4) Rife Guaritas (Alogrupo Guaritas).

Na figura 03 encontra-se uma síntese das idades obtidas em unidades que preencheram a Bacia do Camaquã.



**Figura 02:** Esboço geológico do Escudo Rio Grande do Sul. O retângulo rosa destaca a região do Corredor do Apertado.



Fonte: Fambrini (2003).

**Figura 3:** Quadro com as idades obtidas das unidades da Bacia do Camaquã.

UNIDADE	K-Ar (Ma)	Rb-Sr (Ma)	U - Pb (Ma)	ROCHA	REFERÊNCIA
<b>Fm. Maricá</b>			601 ± 13	Arenito	Almeida <i>et al.</i> , 2012
<b>Fm. Hilário</b>	5510 - 535			Andesito	Ribeiro & Teixeira, 1970
			580	Andesito	Remus <i>et al.</i> , 1999
			592	Andesito	Chemale Jr. <i>et al.</i> , 2000
			590 à 585	Andesito	Janikian <i>et al.</i> , 2008
<b>Granito Caçapava</b>			561 ± 6, 541 ± 11	Granito	Leite <i>et al.</i> , 1995
			565 ± 14	Granito	Remus <i>et al.</i> , 1999
			589 ± 5	Granito	Remus <i>et al.</i> , 2000
<b>Granito Lavras</b>			592 ± 5, 597 ± 5, 580 ± 7	Granito	Remus <i>et al.</i> , 2000

<b>Acampamento Velho</b>		529 ± 4			Soliani Jr., 2000
		545,1 ± 12,7		Riolito (derrame)	Almeida <i>et al.</i> , 1996, 2002
			573 ± 18	Tufos	Chemale Jr., 2000
			549.3 ± 5	Riolito (derrame)	Sommer <i>et al.</i> , 2005
			550.2 ± 1.5	Diorito	Matté <i>et al.</i> 2012
			553 ± 5.4	Basalto Andesítico	Almeida <i>et al.</i> , 2012
<b>Rodeio Velho</b>			470 ± 19	Basalto	Hartmann <i>et al.</i> , 1998
			547 ± 6.3	Basalto	Almeida <i>et al.</i> , 2012
<b>G. Guaritas</b>			535 ± 10	Arenitos	Hartmann <i>et al.</i> , 2008

### 3.2 GEOLOGIA LOCAL

A seguinte análise bibliográfica refere-se apenas a trabalhos de mapeamento que contemplam a região do Corredor do Apertado, tendo o objetivo de expor o estado da cartografia geológica no local até o presente estudo. Detalhamento sobre cada contribuição citada abaixo foi e referências específicas de trabalhos realizados em outras regiões são feitos no corpo do texto, ao se tratar das unidades estratigráficas.

Usando critérios estratigráficos definidos nos trabalhos de Ribeiro *et al.* (1966) e Tessari & Picada (1966). O mapeamento geológico da região Piratini-Pinheiro Machado-Bagé, na escala de 1:250.000, foi realizado por Tessari & Giffoni (1970). As unidades cartografadas foram: embasamento metamórfico (Formação Encantadas, Grupo Porongos), Complexo Granítico Encruzilhada e os Granitos Cordilheira e Prestes, rochas sedimentares e ígneas da Bacia do Camaquã (Formação Maricá, Grupo Bom Jardim e Grupo Camaquã) e rochas gonduânicas.

Segundo esses autores no Corredor do Apertado ocorrem exposições do Grupo Porongos, Grupo Bom Jardim e Grupo Camaquã.

Eckert (1971) realizou o mapeamento na escala de 1:50.000 da Folha Geológica das Palmas (Fig. 3). Mantendo o mesmo critério estratigráfico citado anteriormente, este autor mapeou as seguintes unidades. Grupo Porongos (Formações Cambaí e Vacacaí), Formação Maricá, Grupo Bom Jardim (Formação

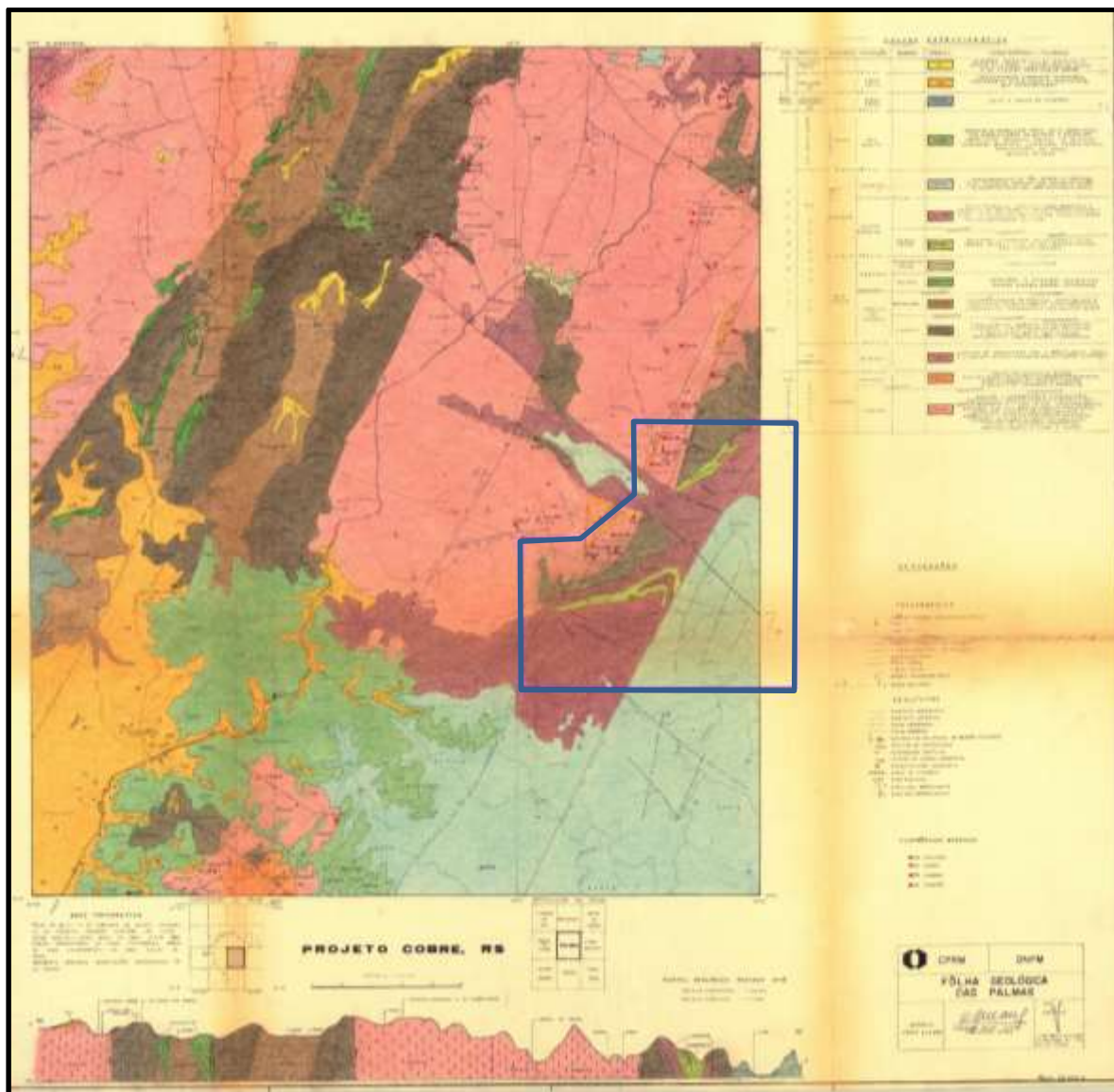
Arroio dos Nobres e seus Membros Vargas e Mangueirão, Formação Crespos e seus Membros Hilário e Acampamento Velho), Grupo Camaquã (Formação Santa Bárbara com seu Membro Rodeio Velho e a Formação Guaritas), Grupo Tubarão - Subgrupo Guatá (Formação rio Bonito) e as Formações Santa Tecla e Serra Geral.

De acordo com esse trabalho, na região do Corredor do Apertado ocorreu exposições de rochas metamórficas das formações Cambaí e Vacacaí, de rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Camaquã (Membro Vargas, Formações Santa Bárbara, Membro Rodeio Velho e Formação Guaritas) e diques de diabásio da Formação Serra Geral.

Ramgrab & Wildner (2000) apresentaram a Folha Geológica Pedro Osório na escala de 1:250.000, cartografando as seguintes unidades: coberturas cenozoicas; cobertura sedimentar da Bacia do Paraná; coberturas sedimentares e vulcano-sedimentar; Domínio Ocidental; Domínio Central (Cinturão Tijucas); e Domínio Oriental (Cinturão Dom Feliciano).

Para mapear as unidades da bacia, estes autores usaram como base a proposta de Ribeiro & Fantinel (1978) adaptada. Não usaram a classificação de grupo. Informaram as seguintes unidades no Corredor do Apertado: Formação Serra Geral; Formação Guaritas; Formação Santa Bárbara/Membro Rodeio Velho; Formação Arroio dos Nobres/Membro Vargas e Complexo Metamórfico Porongos (indiviso).

**Figura 04:** Folha Geológica das Palmas. A poligonal azul-escuro destaca a área de estudo.



Fonte: CPRM (1971).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

### 4.1 DESCRIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

A coluna estratigráfica apresentada no Mapa Geológico do Corredor do Apertado (Apêndice) teve como base as propostas de Ramgrab & Wildner 2000; Fragoso-Cesar *et al.* (2003), Fambrini (2003) e Almeida *et al.* (2009). Sem utilizar a classificação de grupo.

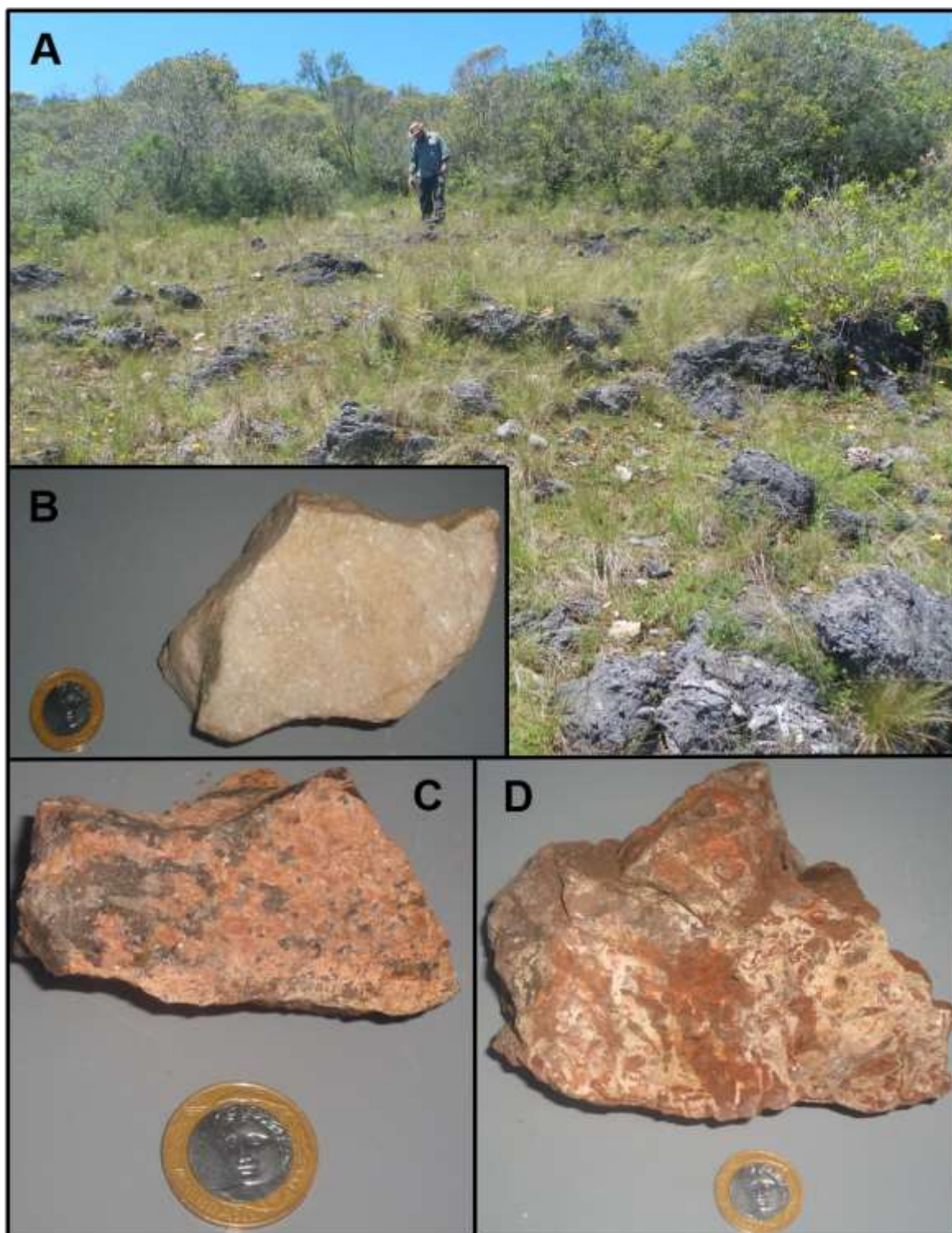
As unidades litoestratigráficas identificadas foram: (1) Complexo Metamórfico Porongos Indiviso; (2) Formação Acampamento Velho; (3) Formação Seival; (4) Formação Pedra Pintada; (5) Formação Serra do Apertado; (6) Magmatismo Rodeio Velho; e (7) Formação Geral.

### 4.2 COMPLEXO METAMÓRFICO PORONGOS INDIVISO

As litologias do Complexo Metamórfico Porongos Indiviso (Fig. 05) são representadas no Mapa Geológico do Corredor do Apertado por rochas miloníticas (feldspato-quartzo milonito; feldspato-quartzo-muscovita milonito, quartzo-feldspato milonito) e mármore. Nas rochas miloníticas são frequentes as texturas granoblásticas e porfiroblásticas. Estruturalmente estas rochas apresentam alternância de bandas de quartzo e feldspato, que remete a segregação metamórfica.

Na região do Corredor do Apertado as exposições dessas litologias ocorrem em duas áreas distintas, uma na região centro/oeste e outra na região norte/noroeste, sendo que, na primeira localiza-se o Cerro das Figueiras e na segunda o Cerro do Ouro. Nas adjacências do Cerro das Figueiras, os mármore e as rochas miloníticas encontram-se encobertas pelas rochas das formações Acampamento Velho, Seival e Pedra Pintada. Já no Cerro do Ouro as rochas do embasamento metamórfico encontram-se brechadas e capeadas pelas rochas sedimentares das formações Seival e Pedra Pintada.

**Figura 05:** Fotos das litologias do Complexo Metamórfico Porongos. A) afloramento de mármore cristalino; B) amostra de mão de mármore cristalino; C) amostra de mão de feldspato-quartzo milonito; e D) amostra de mão de brecha metamórfica.



### 4.3 FORMAÇÃO ACAMPAMENTO VELHO

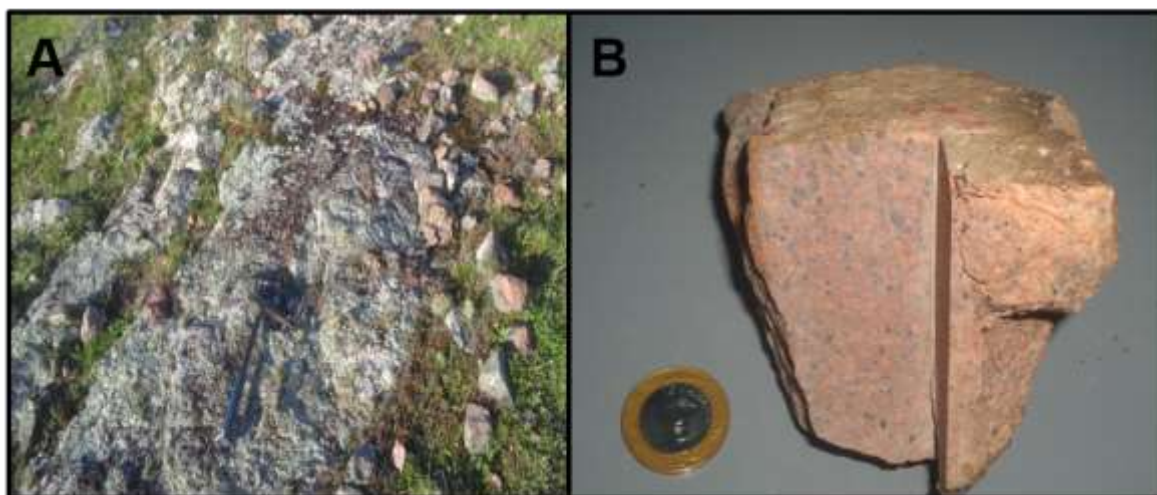
Em uma pequena área do Mapa Geológico do Corredor do Apertado, localizada a oeste do Cerro das Figueiras, afloramentos de tufos riolíticos (Eckert, 1971), associados a Formação Acampamento Velho, ocorrem sobrepostas às rochas do Complexo Metamórfico Porongos Indiviso e sotopostas pelas rochas sedimentares das formações Seival e Pedra Pintada.

Macroscopicamente (Fig. 06), trata-se de uma rocha leucocrática e com textura porfírica, contendo fenocristais de quartzo e feldspato alcalino.

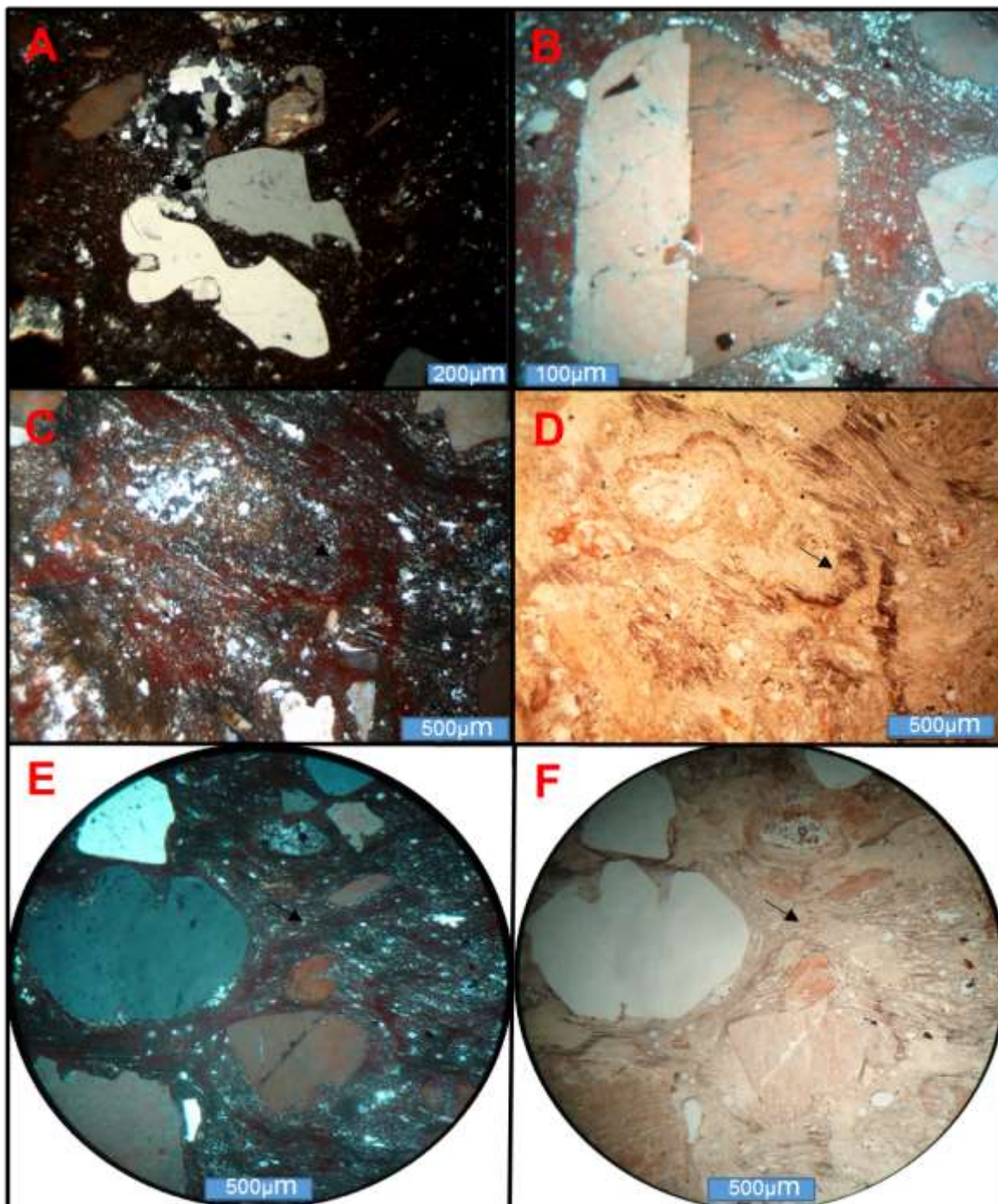
Em lâmina delgada (Fig. 07), nota-se a presença de cristaloclastos de feldspato alcalino, sanidina com macla carlsbad e quartzo, que por vezes aparece de forma embainhada. A dimensão desses variam de cinza a lápili, encontrando-se dispostos em uma matriz afanítica contendo vitroclastos. As feições de fluxo são marcadas pelos *fiammes* e de estiramento, pelas fraturas e observados nos vitroclastos e cristaloclastos.

A identificação da Formação Acampamento na região estudada é inédita.

**Figura 06:** Fotos da Formação Acampamento Velho. A) afloramento de tufo riolítico; e B) amostra de mão.



**Figura 07** Microfotografias da Formação Acampamento Velho. A) quartzo embainhado, com aumento de 10x; B) sanidina, com aumento de 20x; C) e D) fiammes; E) e F) quartzo e feldspato alcalino, além de fiammes. A setas nas microfotos destacam os fiammes. Microfotos em Nicóis Cruzados (A, B, C e E), em Nicóis Paralelos (D e F). Microfotos (C, D, E e F) com aumento de 5x.





#### 4.4 FORMAÇÃO SEIVAL

Na região do Corredor do Apertado, os afloramentos da Formação Seival ocorrem tanto na região norte como no centro-oeste do Mapa Geológico do Corredor do Apertado. Fazendo contato com as rochas do embasamento metamórfico por falha, ou superpondo com concordância. Na região do Cerro das Figueiras as litologias da Formação Seival estão sobrepostas aos tufos riolíticos da Formação Acampamento Velho e sotopostas pelas rochas da Formação Pedra Pintada. Já próximo do Cerro do Ouro encontram-se sotopostas pelas rochas da Formação Pedra Pintada e do Magmatismo Rodeio Velho. As atitudes dessas unidades são semelhantes e no contato entre elas, as características litológicas também são parecidas. Com isso, o critério para separá-las em mapa quando o contato não ocorre por falha, são as rochas do Magmatismo Rodeio Velho ou da Formação Serra Geral. Geralmente alojados nos estratos basais da Formação Pedra Pintada.

Litologicamente, a Formação Seival é caracterizada na região do Corredor do Apertado por pacotes de espessuras variáveis (métricas a decamétricas) de conglomerado, arenito conglomerático, arenito mal selecionado, arenito micáceo, siltito e pelito. Aparentemente esses pacotes apresentam estratificação gradacional.

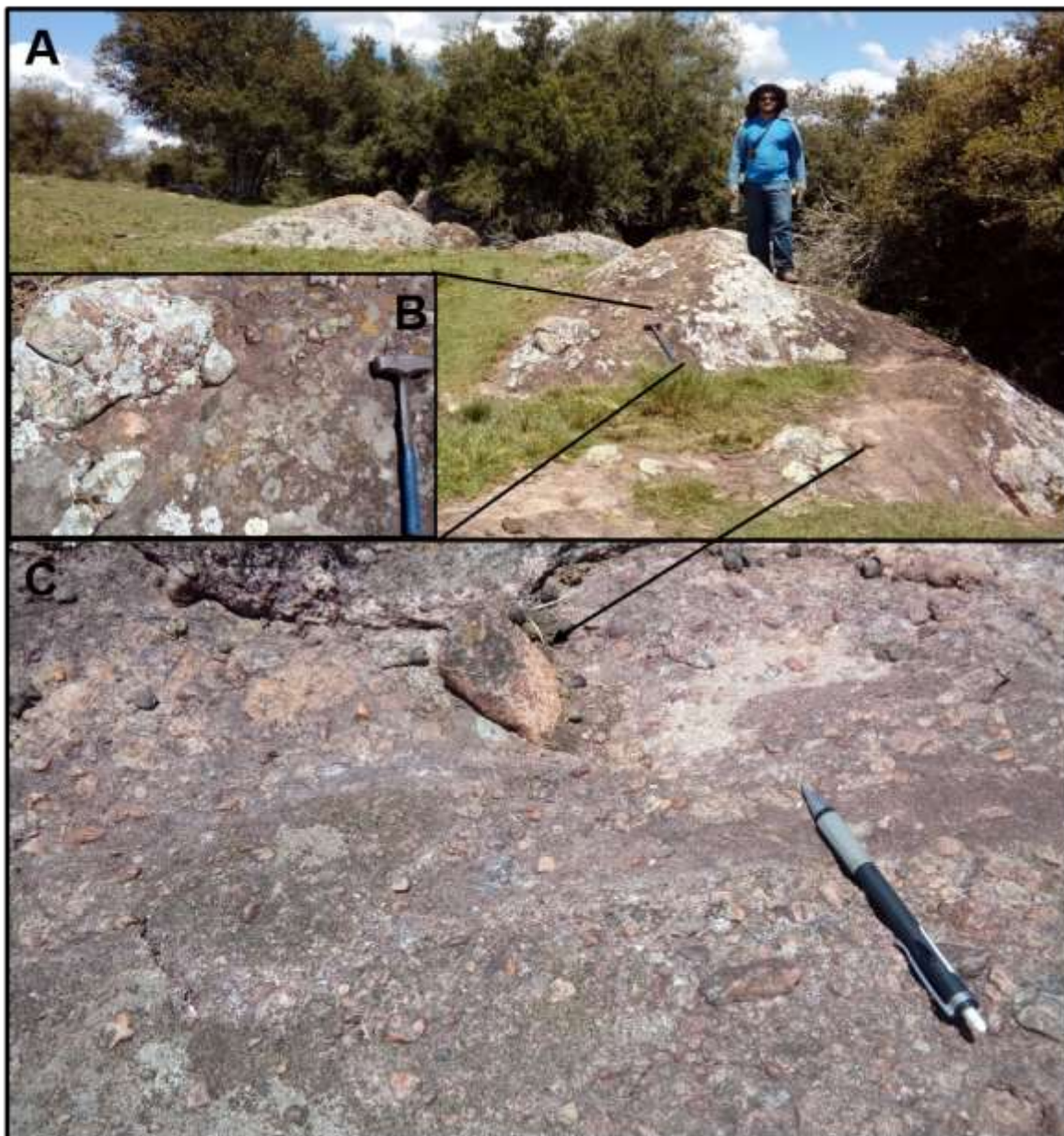
As fácies características são as de conglomerados estratificados (Fig. 08) e arenito conglomerático com estratificação cruzada tabular e acanalada de médio porte. Contendo seixos, calhaus e localmente até pequenos matacões.

Outras fácies características são de siltito com laminação plano-paralela, arenito micáceos com estratificação plano-paralela e cruzada de médio porte. Contendo seixos e calhaus esparsos, níveis pelíticos, geralmente gretados e intraclastos pelíticos (Fig. 09).

As litologias conglomeráticas da Formação Seival apresentam características de proveniência pontuais na região estudada. Na Figura 10, local próximo dos afloramentos da Formação Acampamento Velho e das rochas miloníticas do embasamento metamórfico. O conglomerado é constituído praticamente por clastos de granitos, com quartzo de veio ocorrendo em número pequeno. A forma angulosa também é uma característica predominante desse afloramento. Próximo do Cerro das Figueiras, o arenito conglomerático (Fig. 11) e o conglomerado (Fig. 12), apresentam

composição de clastos diversificada, mas o de granito é mais abundante. Quanto à forma, prevalece os arredondados.

**Figura 08:** Conglomerado da Formação Seival. A) foto panorâmica do afloramento; B) matacão de riolito; e C) calhau de granito e seixos estratificados.



A análise de proveniência demonstra que houve variação de áreas fontes durante o preenchimento da Formação Seival na região do Corredor do Apertado. Prevalecendo os clastos de origem plutônica provenientes de área-fonte próxima.

A análise microscópica (Figs. 14 e 15) de (4) lâminas da Formação Seival foi realizada através da estimativa por campo de visada. Sendo (2) de arenito conglomerático, (1) de arenito e (1) de siltito.

**Figura 09:** Afloramentos da Formação Seival. A) Afloramento de siltito em drenagem. B) afloramento de arenito em drenagem. Apresentando níveis pelíticos, marcados pelas setas na foto; e C) amostra de mão de siltito; D) arenito com intraclastos marcados pelas setas na foto; E) intercalação de arenito e siltito. A linha vermelha destaca o arenito abaixo da camada de siltito; e F) amostra de mão de arenito.



No geral, os arenitos conglomerático analisados (lâminas 01 e 09) são imaturos e predominantemente mal selecionados. A maturidade mineralógica é baixa e sua

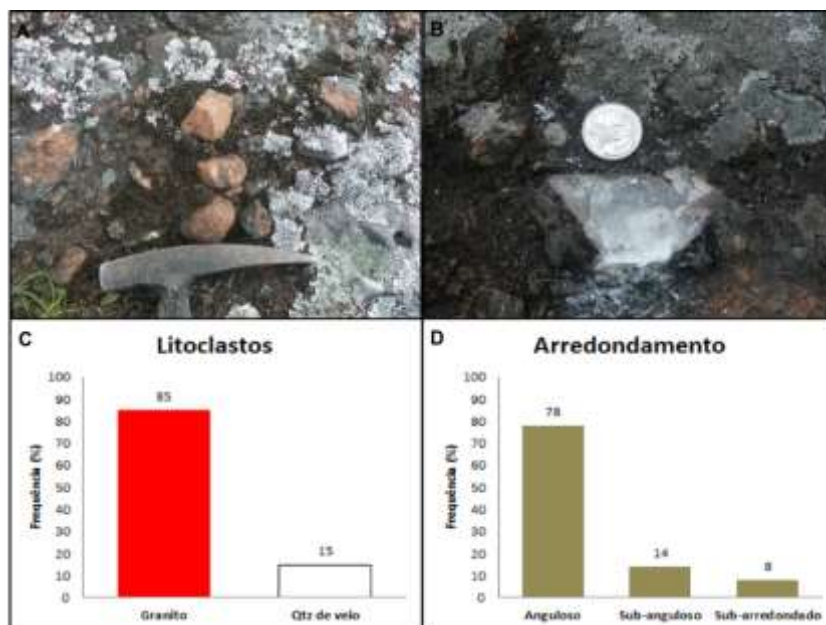
composição primária é constituída por quartzo (monocristalino e policristalino), feldspato (plagioclásio, microclínio, feldspato pertítico e ortoclásio, provavelmente) e fragmento lítico (de rochas plutônicas, metamórficas e sedimentares). Os minerais acessórios são abundantes principalmente as micas (muscovita e biotita), além dos opacos (hematita e zircão). Texturalmente, o empacotamento é fechado, os grãos são grossos e variam de angulosos a arredondados, com esfericidade baixa. O arcabouço é sustentado pelos grãos e o contato entre os mesmo é do tipo pontual, alongado e côncavo-convexos. Ocorre, ainda, deformação de micas, comum em compactação moderada a alta. A porosidade é moderada e de origem primária (intergranular) e secundária (fraturas). Sem ocorrência de matriz e apresentando cimentação de argilominerais e de óxido de ferro.

O siltito analisado (lâmina 20) apresenta 30% de silte grosso, 45 % de silte médio e 20% de argila. Moderadamente selecionado com predomínio de grãos subangulos e com orientação paralela a estratificação, marcada pela alternância de grãos claros e escuros. É constituído por minerais de quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, micas (muscovita e biotita), minerais de argila e opacos. Sendo que, o quartzo e o feldspato representam a fração mais grossa e o restante a fração mais fina.

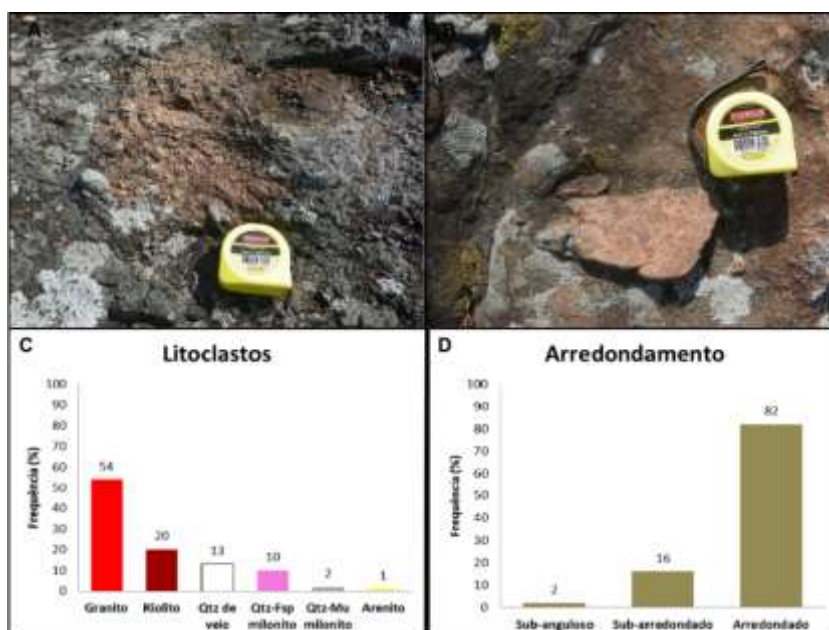
O arenito (lâmina 21), apresentou composição mineralógica composta por detritos de quartzo, feldspato e fragmento lítico, além de minerais acessórios. O quartzo é o mais abundante, ocorrendo como quartzo monocristalino com extinção ondulante e reta, e quartzo policristalino. Aparentemente a porcentagem do quartzo policristalino é maior do que o quartzo monocristalino. O segundo mais abundante é o feldspato, ocorrendo principalmente feldspatos alcalinos (microclínio e feldspato pertítico) e plagioclásio. Estes feldspatos aparecem sem alteração ou argilizados. Por último, os fragmentos líticos, sendo estes derivados de rochas plutônicas, metamórficas e sedimentares. De maneira geral, esse arenito é moderadamente selecionado e submaturo. O arcabouço é sustentado pelos grãos, principalmente os de tamanho médio e subordinadamente os de tamanho grosso. Os clastos subarredondados predominam e a esfericidade é moderada. Apresenta empacotamento fechado com contatos entre os grãos variando de retilíneo a côncavo-convexo. Estes grãos encontram-se estirados e orientados em uma direção

preferencial, além de fraturados. A porosidade é baixa e a matriz ocorre de forma subordinada. O cimento é formado principalmente por óxido de ferro.

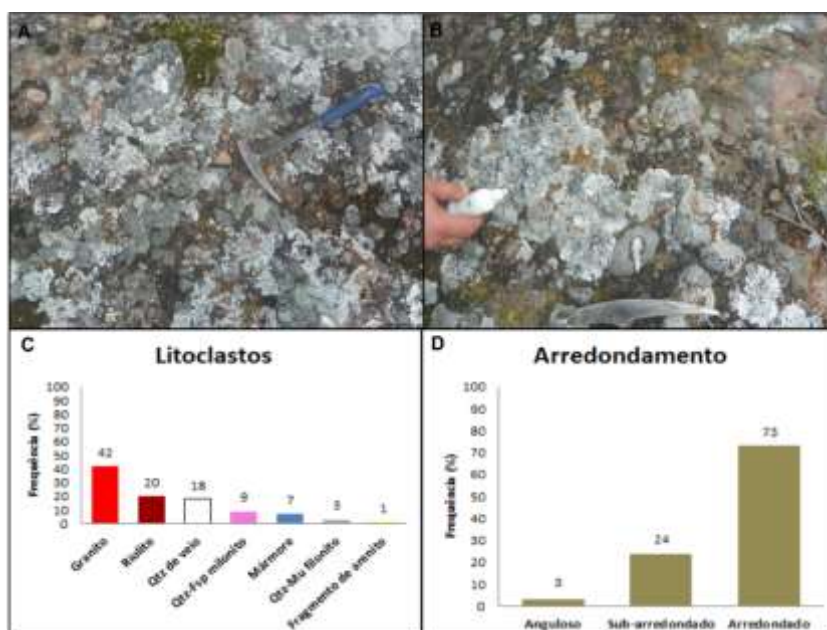
**Figura 10:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) seixos de granito; B) seixo de quartzo de veio; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



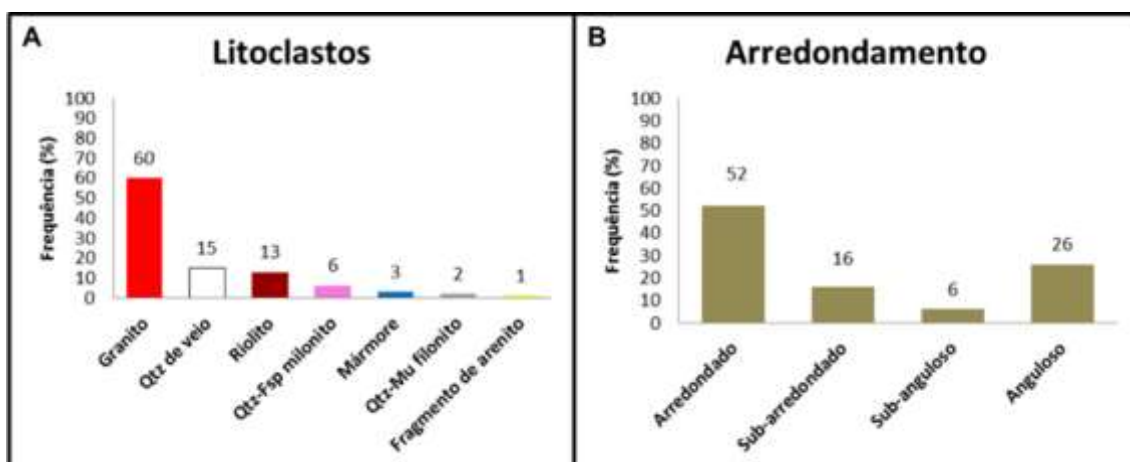
**Figura 11:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência do Ponto 240. A) seixos arredondados e sub-arredondados; B) calhaus sub-angulosos; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



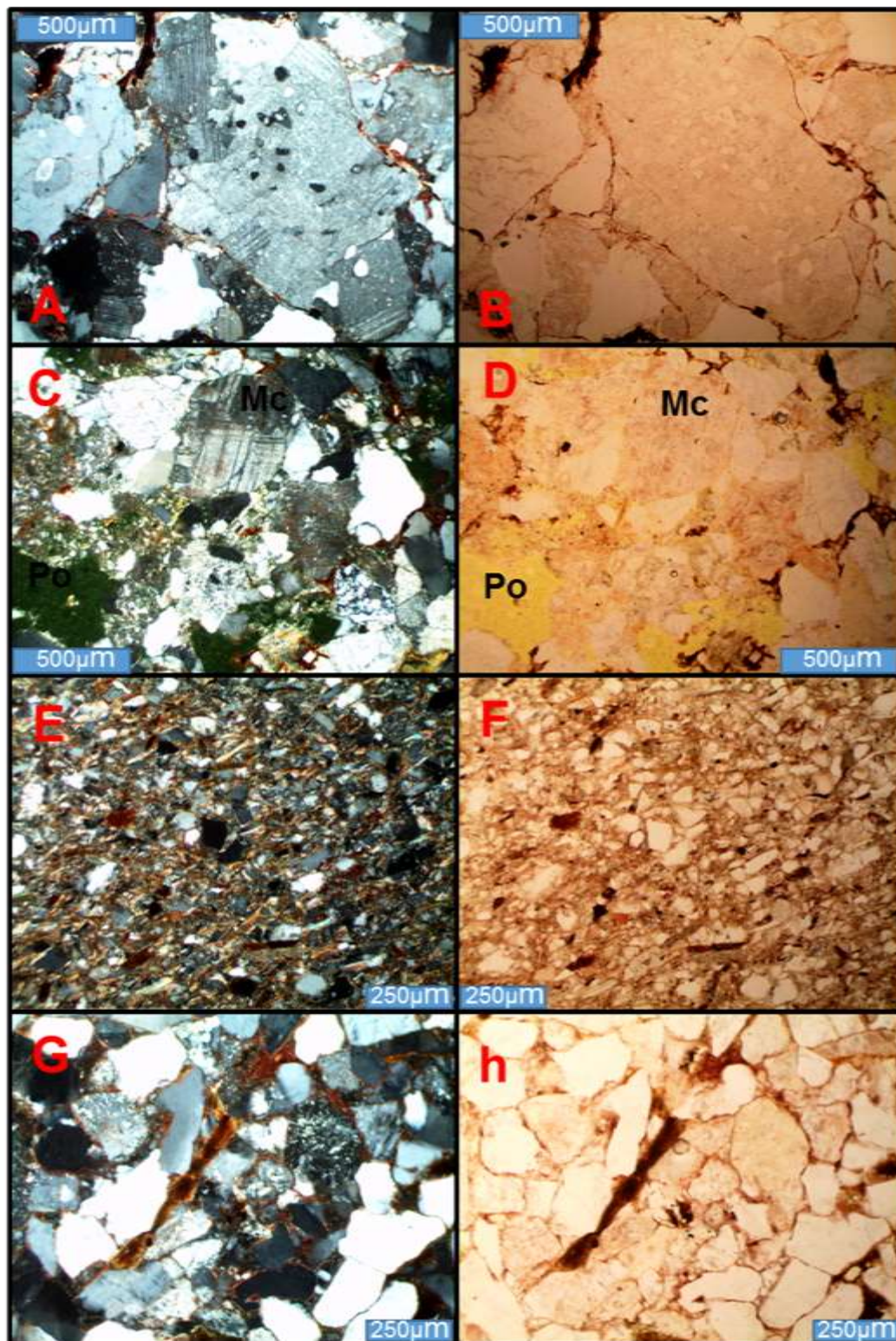
**Figura 12:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) calhaus e seixos; B) calhau de mármore; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



**Figura 13:** Gráficos de distribuição de frequência acumulada da Formação Seival. A) composição dos litoclastos e D) grau de arredondamento.



**Figura 14:** Microfotografias da Formação Seival. A e B) lâmina-01 detrito de rocha plutônica; C e D) lâmina-09 detrito de microclínio e porosidade intergranular; E e F) lâmina-20 siltito laminado; e G e H) detritos de quartzo monocristalino orientados e biotita deformada no centro da imagem. Microfotografias (A, C, E e G) em Nicóis Cruzados, as restantes em Nicóis paralelos. Aumento de 5x microfotografias (A, B, C e D), as restantes com aumento de 10x. (Mc) microclínio e (Po) porosidade.



**Figura 15:** Quadro da composição das lâminas delgadas da Formação Seival.

<b>Componentes/Amostras</b>	<b>Lâmina-01</b>	<b>Lâmina-09</b>	<b>Lâmina-20</b>	<b>Lâmina-21</b>
<b>1-Quartzo Total</b>	38	40	30	55
Quartzo Policristalino	18	20	-	30
Quartzo Monocristalino	20	20	-	25
<b>2-Feldspato Total</b>	25	30	14	26
K-Feldspato	7	8	10	8
Feldspato Pertítico	3	4	-	5
Microclínio	5	11	-	5
Plágioclásio	10	7	8	8
<b>3-Fragmentos Líticos Total</b>	19	15	-	10
Lítico Plutônico	8	6	-	3
Lítico Metamórfico	11	9	-	4
Lítico Sedimentar	-	-	-	1
Lítico Vulcânico	-	-	-	2
<b>4-Minerais Acessórios Total</b>	14	10	34	7
Muscovita	5	2	10	3
Biotita	5	4	6	2
Opacos	4	4	5	2
Argilominerais	-	-	13	-
<b>5-Porosidade</b>	4	5	-	1
<b>6-Pseudomatriz/Matriz</b>	-	-	22	1
<b>Total (%)</b>	100	100	100	100

#### 4.5 FORMAÇÃO PEDRA PINTADA

Esta formação caracteriza-se na região do Corredor do Apertado pela ocorrência de arenito médio bem selecionados com estratificação cruzada acanalada de médio e grande porte nas camadas superiores e por arenito conglomerático com estratificação cruzada acanalada de médio porte e tabular na base. Por vezes, no arenito médio bem selecionado observa-se seixos esparsos e lentes de areia grossa. Subordinadamente, ocorre arenito fino a médio com estratificação plano-paralela e marcas de onda, arenito fino intercalado com camadas centimétricas de pelito, além de intraclastos. Essa última descrição, ocorre principalmente nas adjacências de onde ocorre maciços rochosos do magmatismo Rodeio Velho.

A norte do Cerro das Figueiras, as rochas da Formação Pedra Pintada superpõem as rochas do embasamento metamórfico e a sudoeste desse cerro, os arenitos da Formação Pedra Pintada sobrepõem os tufos riolíticos da Formação



Acampamento Velho Já a leste e a sul deste Cerro das Figueiras e a nordeste do Cerro do Ouro, seus estratos sobrepõem os depósitos da Formação Seival. As atitudes das duas unidades são semelhantes, apresentado direção de mergulho para S e SE, porém os mergulhos da Formação Pedra Pintada são levemente mais suaves. Neste caso, o contato foi inferido litologicamente. Os mergulhos das camadas da Formação Pedra Pintada, podem chegar até 30° na porção oeste da área estudada, mas a leste e a sul, na direção do Arroio Velhaco vão suavizando até coincidirem com atitude horizontal da unidade superior, a Formação Serra do Apertado. O contato entre essas unidades ocorre de forma transicional e por falha.

As duas seções colunares da Formação Pedra Pintada realizadas na área de estudo foram denominadas de Seção Rincão da Caieira e Seção da Dobra do Cachimbo.

A Seção Rincão da Caieira (Fig. 16), localizada mais próximo da base da formação é composta por 2 fácies. Na parte inferior, por arenitos médios bem selecionados com estratificações cruzadas acanaladas de médio e grande porte (fácies Amg), sobrepostos por arenitos conglomeráticos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas de médio porte (fácies Actm), através de contato erosivo, destacados por níveis conglomeráticos. Seixos e pequenos calhaus, além de acompanhar os sets das cruzadas, aparecem também esparsos. Provenientes de granito, quartzo de veio, quartzo-feldspato milonito, riolito e quartzo milonito. No topo da seção, os arenitos bem selecionados se intercalam com os arenitos conglomeráticos. As medidas dos mergulhos das cruzadas apresentam sentido para NE.

A Seção da Dobra do Cachimbo (Fig. 17) é composta por 4 fácies e, tanto na base como no topo, ocorrem arenitos médios bem selecionados com estratificações cruzadas acanaladas de médio e grande porte (Fácies Amg). Já no meio da seção, ocorrem arenitos contendo mica e lentes de areia grossa com laminação plano-paralela (fácies Alp), arenitos médios bem selecionados com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte e plana-paralela (fácies App), intercalados a arenitos finos com marcas onduladas (fácies Ao). O sentido de assimetria das marcas onduladas e os rumos dos mergulhos das cruzadas coincidem para NE.

A proveniência (Figs. 18 a 23) identificou uma grande quantidade de elementos derivados de rochas plutônicas em primeiro lugar, em segundo lugar de rochas

metamórficas, em terceiro de rochas vulcânicas além de fragmentos de arenito pretéritos da própria bacia. Os clastos em geral são subangulosos a arredondados, e a esfericidade varia bastante. Quanta a forma são alongados e discoides, apresentando imbricação dos clastos preferencialmente para NE. Em apenas um ponto há predominância dos clastos metamórficos sobre o clastos plutônicos. A paleocorrente dos mergulhos das cruzadas mostrou sentido geral para norte.

A análise microscópica de (5) lâminas delgadas da Formação Pedra Pintada (Figs. 24 e 25) foi realizada somente nas fácies de Amg e App. Através da contagem modal de 300 pontos. No geral, o quartzo é o detrito mais abundante (38,6%), aparecendo de quatro maneiras e contendo inclusões de zircão provavelmente:

1) quartzo monocristalino ondulante - apresenta extinção ondulante, sendo provavelmente derivado de uma fonte metamórfica ou granito deformado. São grãos, em geral, médios e subangulosos. Corresponde a 17,6% em média, da composição dos arenitos;

2) quartzo policristalino com mais de 3 subgrãos - apresenta, em geral, contatos suturados e subgrãos com extinção ondulante ou não ondulante, indicando uma proveniência de rochas de médio a alto grau metamórfico. Corresponde a 13,8% em média, da composição dos arenitos;

3) quartzo monocristalino não-ondulante em geral, corresponde à fração granulométrica secundária da rocha, podendo indicar a fragmentação de grãos de quartzo policristalino. A área-fonte deste mineral pode ser composta por rochas ígneas plutônicas ou metamórficas de alto grau. Corresponde, em média, a 3% da composição dos arenitos;

4) quartzo policristalino com 2 ou 3 subgrãos, onde a maior parte deste tipo de quartzo apresenta subgrãos com extinção normal e contatos nítidos e irregulares, podendo indicar uma fonte plutônica. Representa 4,2% em média, da composição dos arenitos.

O feldspato (25,2%) foi encontrado de 4 tipos:

1) feldspato alcalino alterados e subordinadamente não alterados. Correspondendo em média 10,8%, da composição dos arenitos;

2) plagioclásio com macla polissintética, bastante alterados e por vezes não alterados. Corresponde a 5,4% em média, da composição das rochas.

3) microclínio apresenta macla tartan (xadrez) ocorrendo sem alteração ou com alteração, sendo mais frequentes os grãos com baixo grau de alteração. Sua origem está relacionada a rochas graníticas e pegmatitos de mesma filiação. Corresponde a 6,4%;

4) feldspato perítico com os grãos ocorrendo de maneira geral alterados e parcialmente dissolvidos, gerando porosidade secundária e argila. Os aspectos texturais indicam uma proveniência associada aos maciços alcalinos. Corresponde a 2,6% dos arenitos.

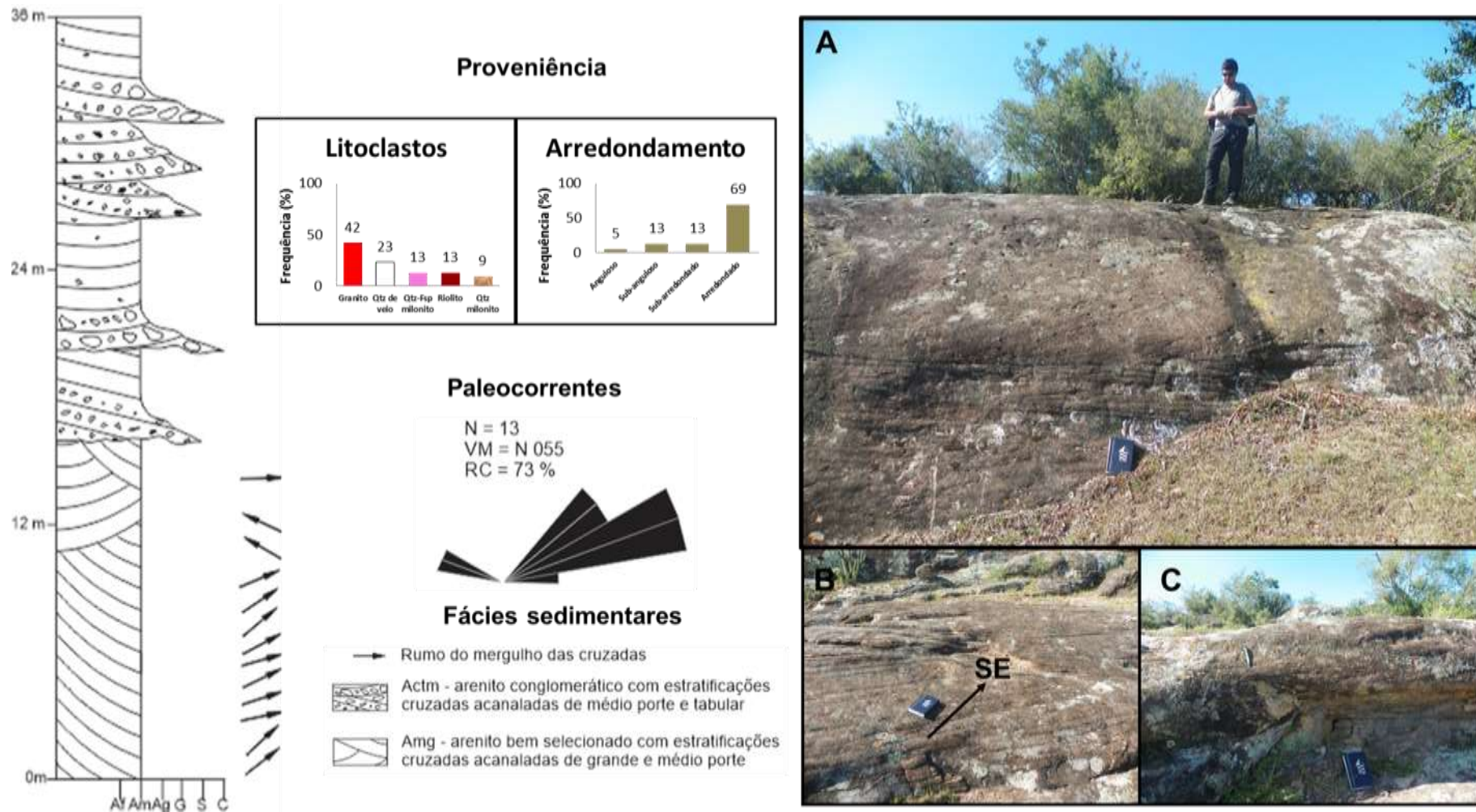
O fragmento lítico derivado de rochas plutônicas, metamórficas, vulcânica e sedimentar, corresponde em média a 12,4% dos arenitos.

Os minerais acessórios como muscovita, biotita e opacos corresponde em média a 7,9% dos arenitos.

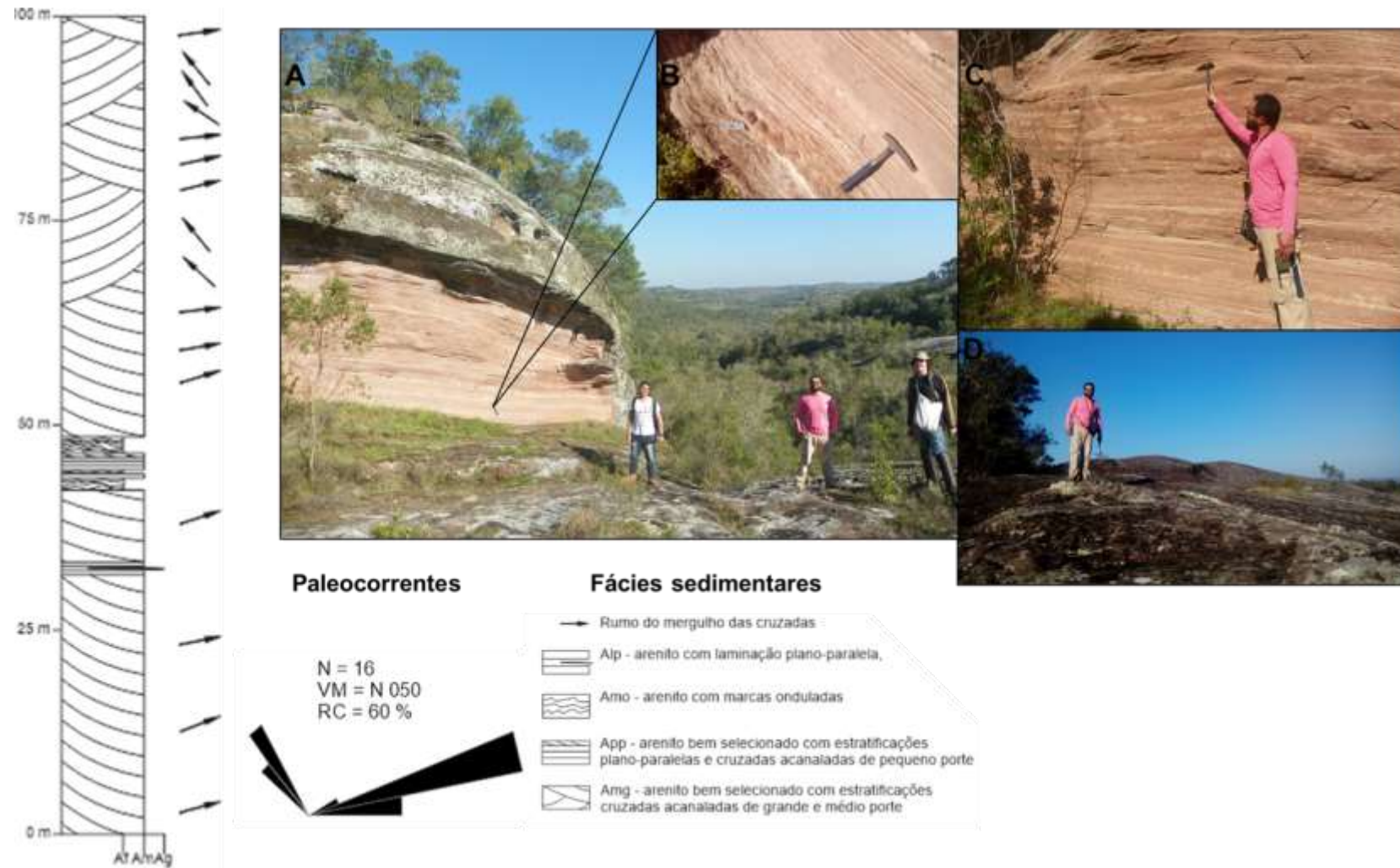
Os aspectos texturais, de maneira geral, correspondem a arenitos médios e bem selecionados. Quanto ao arredondamento, variam de grãos angulosos até bem arredondados, e a esfericidade é moderada, sendo predominantemente mais alta nos grãos de quartzo. Os contatos entre os grãos são do tipo pontual, retilíneo e côncavo-convexo, indicando compactação moderada a alta desses depósitos. No arcabouço observa-se à dissolução de grãos instáveis, micas deformadas e grãos de quartzo e feldspato fraturados. A matriz é, predominantemente, do tipo pseudomatriz, originada provavelmente dos feldspatos argilizados. Esta pseudomatriz foi infiltrada no espaço intergranular da rocha e, por isso, ocorre contornando os grãos e apresentando orientação dos grãos. Corresponde em média, a 10,4% dos arenitos. A porosidade é predominantemente de origem secundária, por dissolução parcial dos grãos e subordinadamente primária, porosidade intergranular. Correspondendo em média a 4,5% das rochas analisadas.

Nas amostras estudadas, a matriz e a cimentação são compostas por argilominerais (caulim e sericita) carbonato de cálcio e óxidos de ferro. Este último responsável pela coloração por vezes avermelhada da pseudomatriz. A cimentação desses arenitos é difícil de quantificar, já que os óxidos ferro ocorrem circundando os grãos, quanto impregnada na pseudomatriz argilosa.

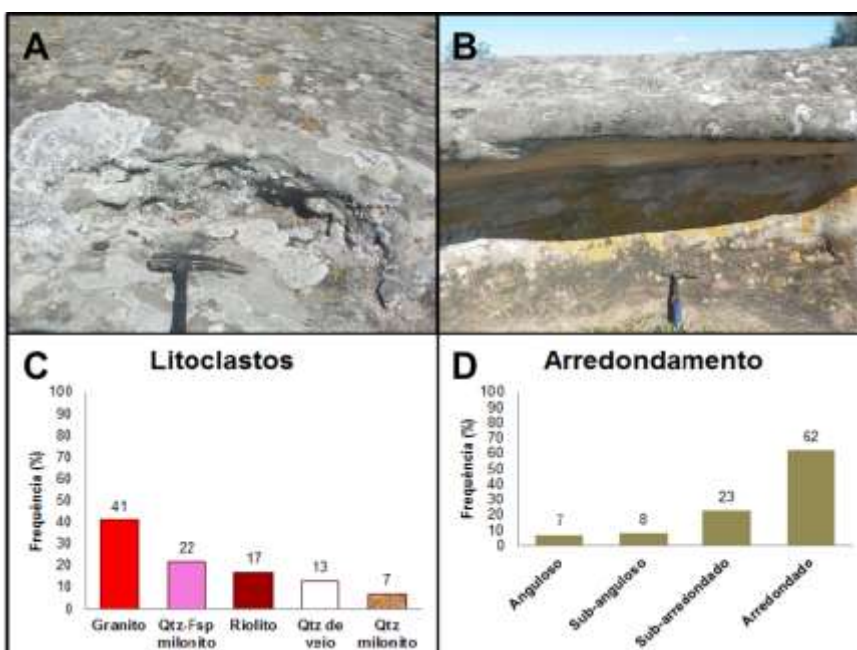
**Figura 16:** Seção Rincão da Caieira, com informações de fácies, paleocorrentes e proveniência. Fotos: A) Arenito conglomerático com cruzadas tabulares e acanaladas de médio porte, B) Arenito bem selecionado com cruzadas acanaladas de médio e grande porte e, C) Contato erosivo destacado por nível conglomerático.



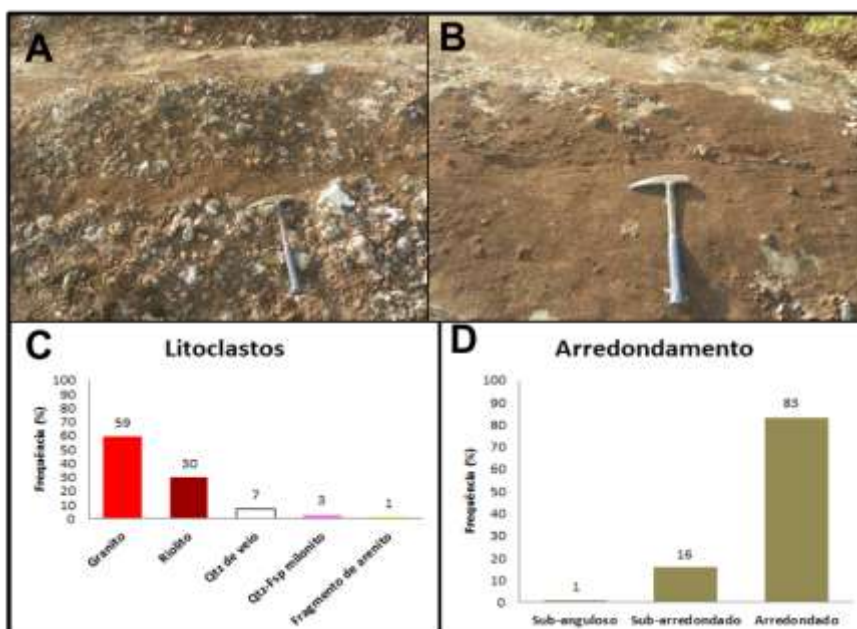
**Figura 17:** Seção da Dobra do Cachimbo de fácies, paleocorrentes. Fotos: A) arenitos com estratificações plano-paralela e cruzadas de pequeno porte, C) marcas onduladas; C) arenito fino com marcas onduladas e D) arenito bem selecionado com cruzadas acanaladas de médio e grande porte.



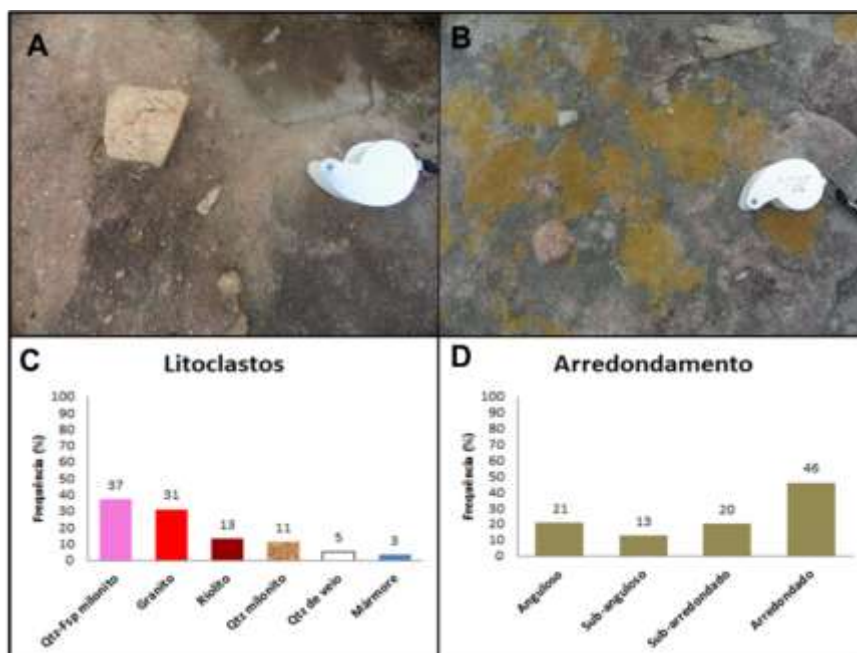
**Figura 18:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) seixos de granito arredondados; B) seixos angulosos esparsos; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



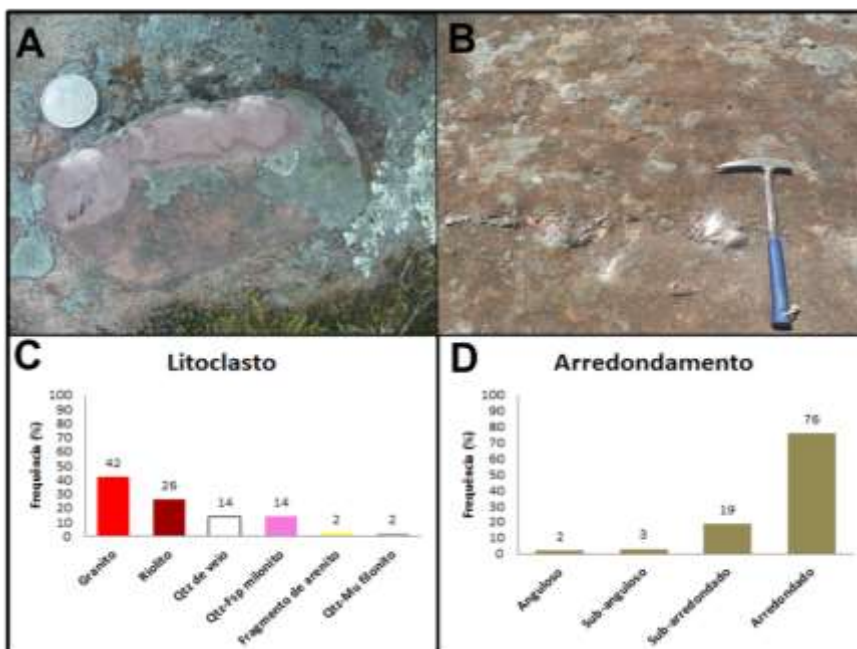
**Figura 19:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) seixo angular de granito; B) seixos subarredondados e arredondado de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



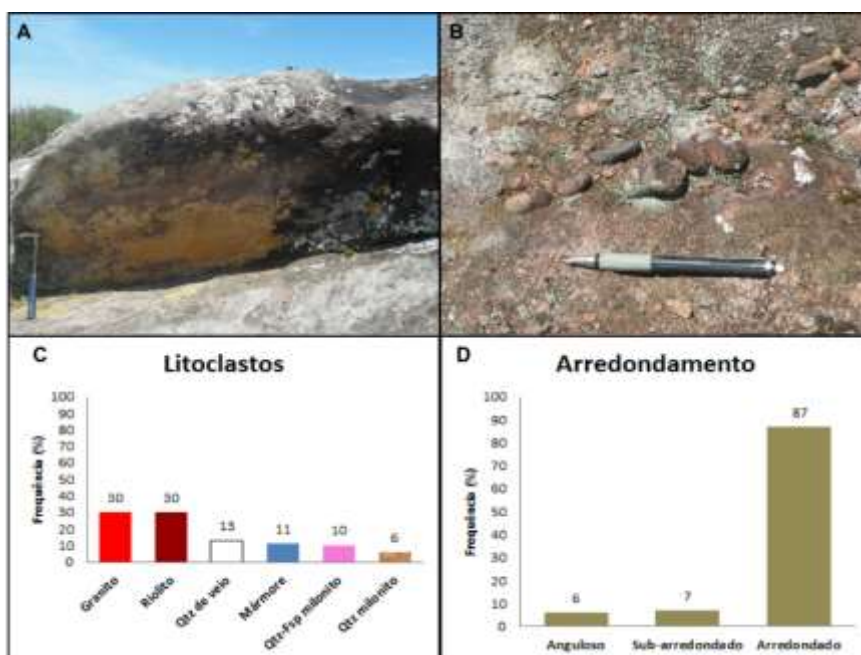
**Figura 20:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) calhau de granito caulinizado; B) seixos de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



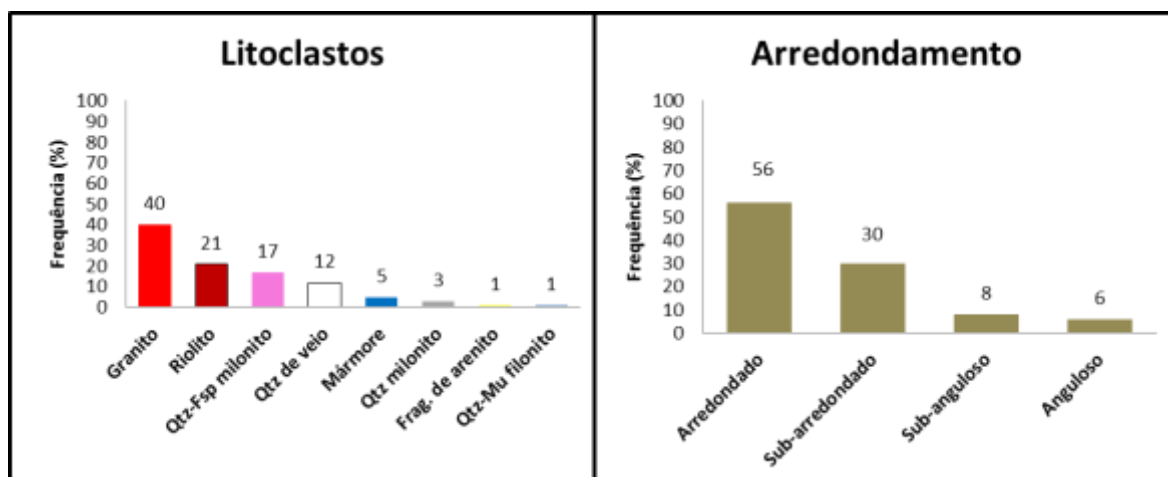
**Figura 21:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) calhau de fragmento de arenito; B) seixos de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



**Figura 22:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) calhau de granito caulinizado; B) seixos de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.

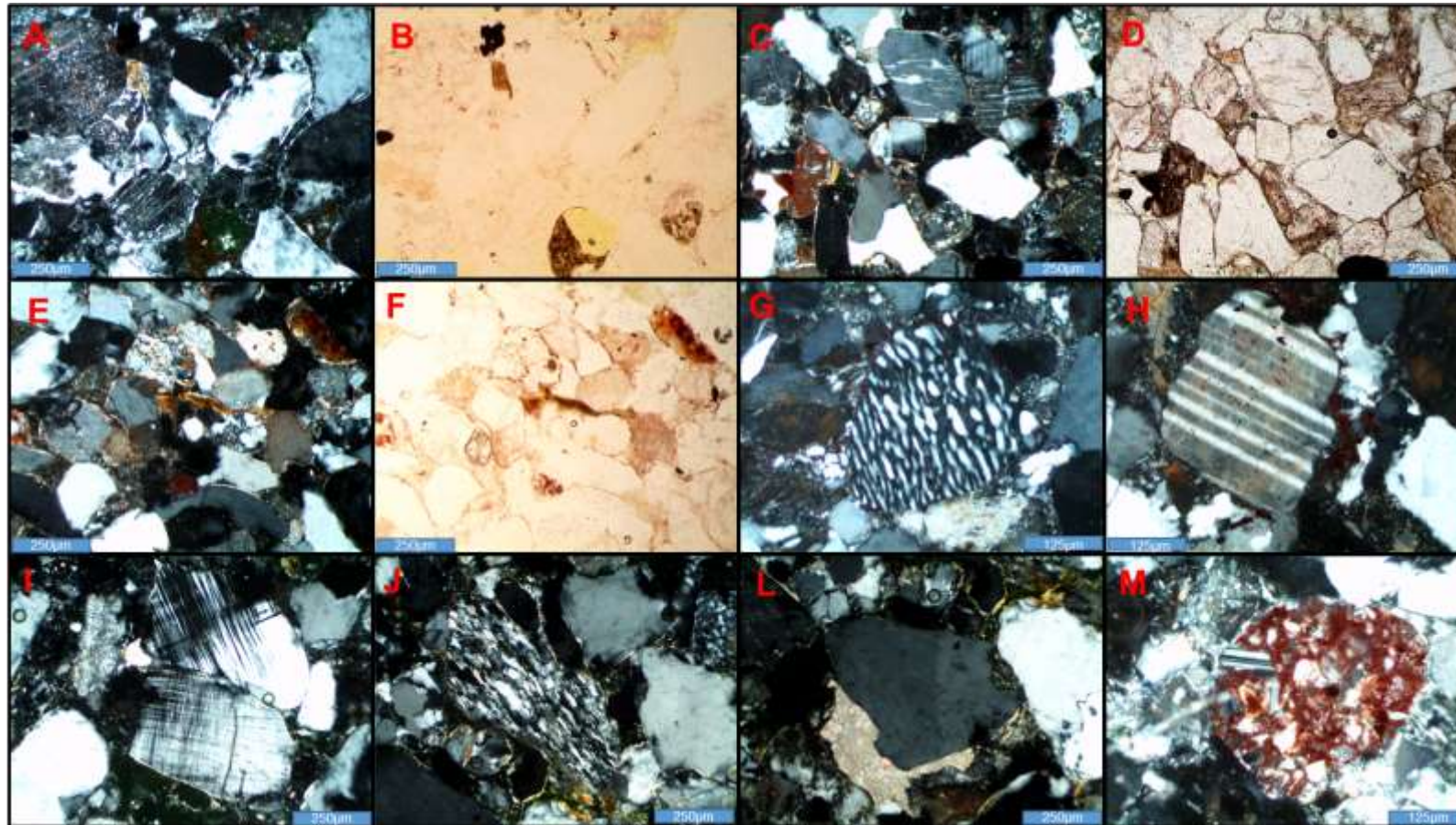


**Figura 23:** Gráficos de distribuição de frequência acumulada da Formação Pedra Pintada. A) composição dos litoclastos e D) grau de arredondamento.





**Figura 24:** Microfotografias da Formação Pedra Pintada. A e B) lâmina-04 detritos de plagioclásio sericitizados, quartzo monocristalino, mica, opacos e pseudomatriz preenchendo porosidade; C e D) lâmina-08 detritos de quartzo policristalino e monocristalino, feldspato alcalino e pertítico, microclínio, plagioclásio cisalhado e detrito de argila; E e F) lâmina-08 detrito de biotita deformada no centro da imagem. G) lâmina-11 detrito com textura mimerquítica; H) lâmina-11 detrito de plagioclásio; I) lâmina-10 detritos de microclínio, J) lâmina-10 detrito de rocha metamórfica; L) lâmina-10 detrito de quartzo monocristalino pseudomatriz de carbonato de cálcio; e M) lâmina -10 detrito de rocha vulcânica com grão de plagioclásio incluído. Microfotos (B, F e D) em Nicóis Paralelos, as restantes em Nicóis Cruzados. Aumento de 20x microfotos (G, H e M), as restantes com aumento de 10x.



**Figura 25:** Quadro da composição das lâminas delgadas da Formação Pedra Pintada

<b>Componentes/Amostras</b>	<b>Lâmina-04</b>	<b>Lâmina-08</b>	<b>Lâmina-10</b>	<b>Lâmina-11</b>	<b>Lâmina-14</b>
<b>1-Quartzo Total</b>	40	38	35	38	42
Quartzo Monocristalino Total	26	22	18	20	17
Quartzo ondulante	22	15	16	20	15
Quartzo não ondulante	1	7	2	-	2
<b>Quartzo Policristalino Total</b>	14	16	17	18	25
Quartzo com >3 subgrãos	11	12	11	15	20
Quartzo 2-3 subgrãos	3	4	6	3	5
<b>2-Feldspato Total</b>	29	30	20	23	24
K-Feldspato	13	14	8	8	11
Feldspato Perítico	3	4	2	2	2
Microclínio	5	7	6	8	6
Plágioclásio	8	5	4	5	5
<b>3-Fragmentos Líticos Total</b>	7	10	14	17	14
Lítico Plutônico	5	4	5	7	5
Lítico Metamórfico	2	5	5	5	7
Lítico Sedimentar		1	2	3	1
Lítico Vulcânico			2	2	1
<b>4-Minerais Acessórios Total</b>	9	7	8,5	7	8
Muscovita	3	1	3,5	3	4
Biotita	4	4	2	3	3
Opacos	2	2	3	1	1
<b>5-Porosidade</b>	6	5	4,5	3	4
<b>6-Pseudomatriz/Matriz</b>	9	10	13	12	8
<b>Total (%)</b>	100	100	100	100	100

#### 4.6 FORMAÇÃO SERRA DO APERTADO

Na região do Corredor do Apertado a Formação Serra do Apertado possui espessura de 140 m aproximadamente. Caracterizada pelas camadas intercaladas de arenitos conglomeráticos e conglomerados em níveis bem destacados pelos degraus do relevo tabuliforme (Fig. 26).

Na base, arenitos conglomeráticos e lentes de conglomerados constituídos de seixos e calhaus principalmente, apresentam estratificação cruzada. Em direção ao topo, leitos de conglomerados com clastos suportados predominam. Ocorrendo um aumento no aporte sedimentar, aparecendo com frequência, pequenos matacões (Fig. 27).

Suas exposições ocorrem nas adjacências do Arroio Velhaco e a sudoeste do Cerro do Ouro. Na primeira área, o contato inferior dessa unidade com as rochas da

Formação Pedra Pintada ocorre tanto por falha quanto de forma transicional. No segundo local, sobrepõem os arenitos da Formação Pedra Pintada de forma transicional. Ultrapassando os limites da área mapeada rumo a sul, esta unidade encontra-se sotoposta as rochas da Formação Rio bonito.

Quanto a proveniência, os estratos basais (Fig. 28) apresentam maior variação de composição de clastos em relação as camadas superiores (Fig. 29), mas em ambas ocorre o predomínio de clastos de granitos (Fig. 30). Também observa-se clastos de rochas miloníticas, riolitos e subordinadamente quartzo de veio e mármore. Estes clastos são principalmente arredondados e de forma alongada ou discoide, dispostos em barras e apresentando padrão imbricado sem orientação preferencial.

Pelo grau de arredondamento dos clastos e também por observar abundância de clastos de granitos caulinizados (foram encontrados somente nessa unidade), acreditamos que a origem desses litoclastos são de rochas pretéritas da própria Bacia do Camaquã.

Nessa formação analisamos apenas uma lâmina delgada (Fig. 31), correspondente a fácies arenito conglomerático das camadas intermediárias da unidade.

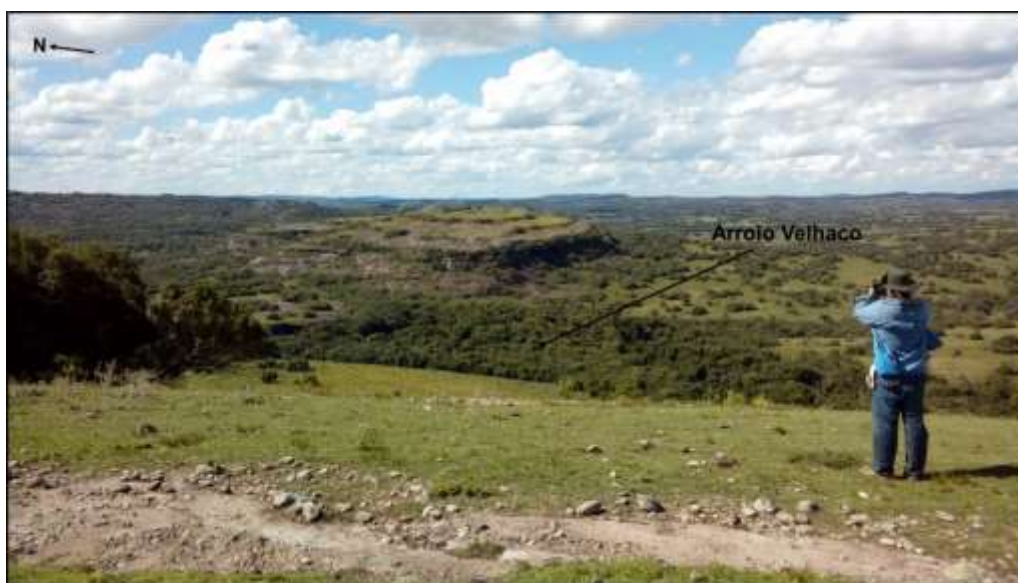
Seus aspectos composicionais são: fragmentos líticos, correspondendo a maior parte da composição da rocha (36%), derivados de rochas plutônica, metamórfica e sedimentar. Quartzo representa 24%, ocorrendo como: quartzo monocristalino com extinção ondulante e quartzo policristalino; feldspatos argilizados (18%); e minerais acessórios (muscovita, biotita, hematita, turmalina e zircão) correspondem a 10%.

Texturalmente, os grãos são predominantemente grossos, arredondados e com esfericidade moderada. Apresenta arcabouço suportado pelos grãos e compactação baixa a moderada, evidenciado pelos contatos pontuais e retilíneos dos grãos. A porosidade correspondendo a 12% no total, sendo predominantemente de origem intergranular e subordinadamente por dissolução de grãos. Matriz e cimentação (1) constituídos por óxidos de ferro e argilominerais. A cimentação ocorre impregnada na matriz, que tem a mesma composição, tornando-se difícil de separá-las.

Mesmo com a mudança gradativamente contínua entre as litologias das formações Serra do Apertado e a inferior Pedra Pintada, evidenciada pelos morros testemunhos. Estas unidades podem ser separadas com base em padrões litológicos, como demonstrado. Estruturalmente, o padrão horizontal, por vezes subhorizontal das

camadas, forma o aspecto tabuliforme do relevo, sendo mais um critério para separar essas unidades, já que as camadas da Formação Pedra Pintada possuem padrão inclinado a subhorizontal na Região do Corredor do Apertado.

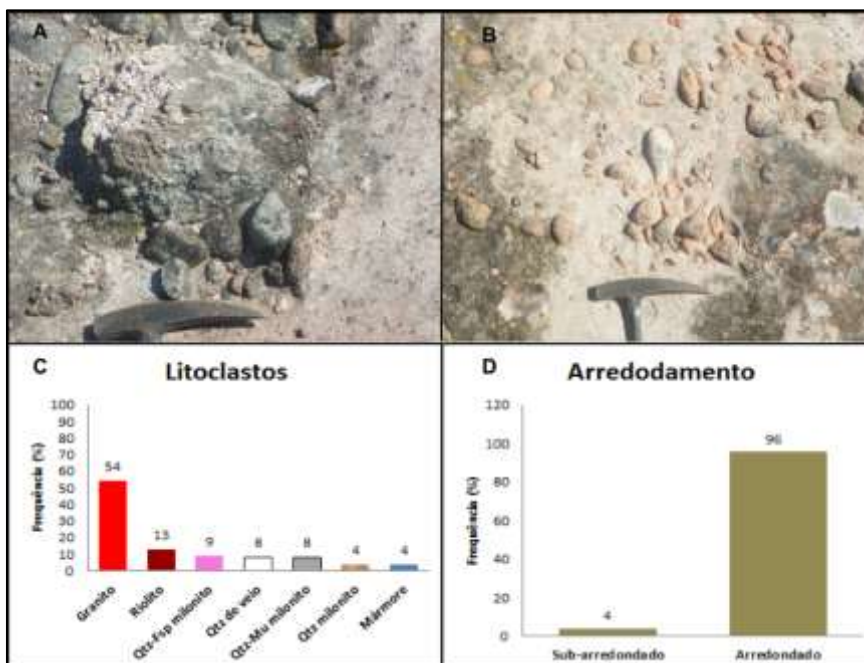
**Figura 26:** Vista do relevo tabuliforme sobressaindo após ao vale do Arroio Velhaco.



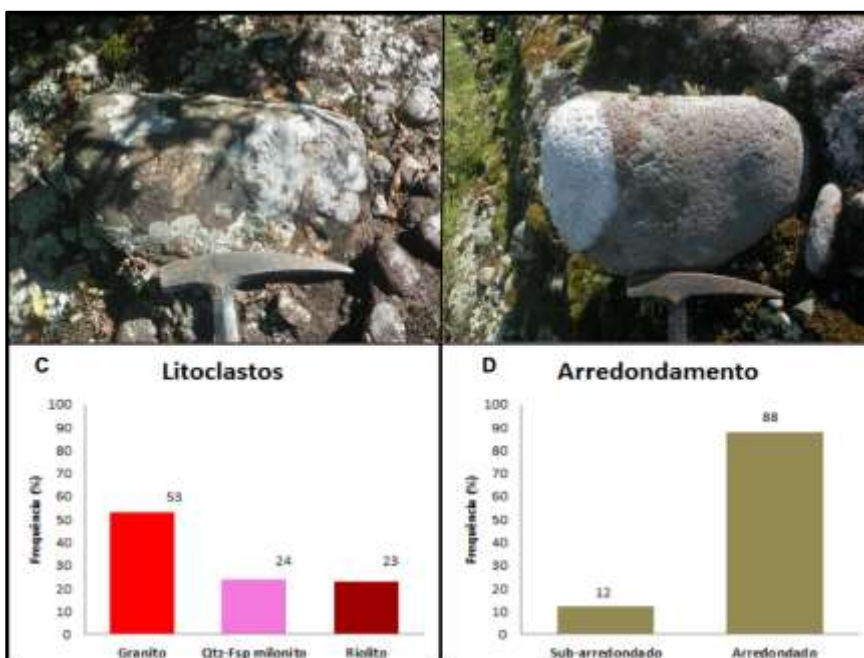
**Figura 227:** Afloramentos da Formação Serra do Apertado. A) arenito conglomerático das camadas basais; B) estratificação cruzada; C) conglomerado das camadas superiores; e D) matacão de granito.



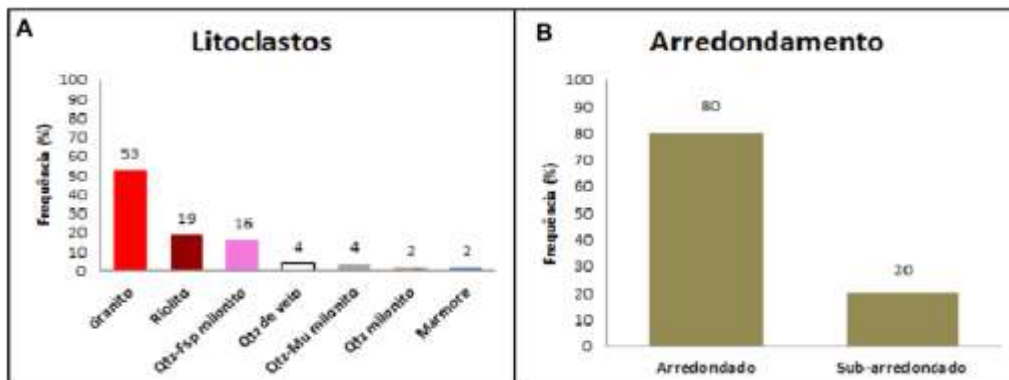
**Figura 28:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) calhau de granito caulinizado; B) seixos de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



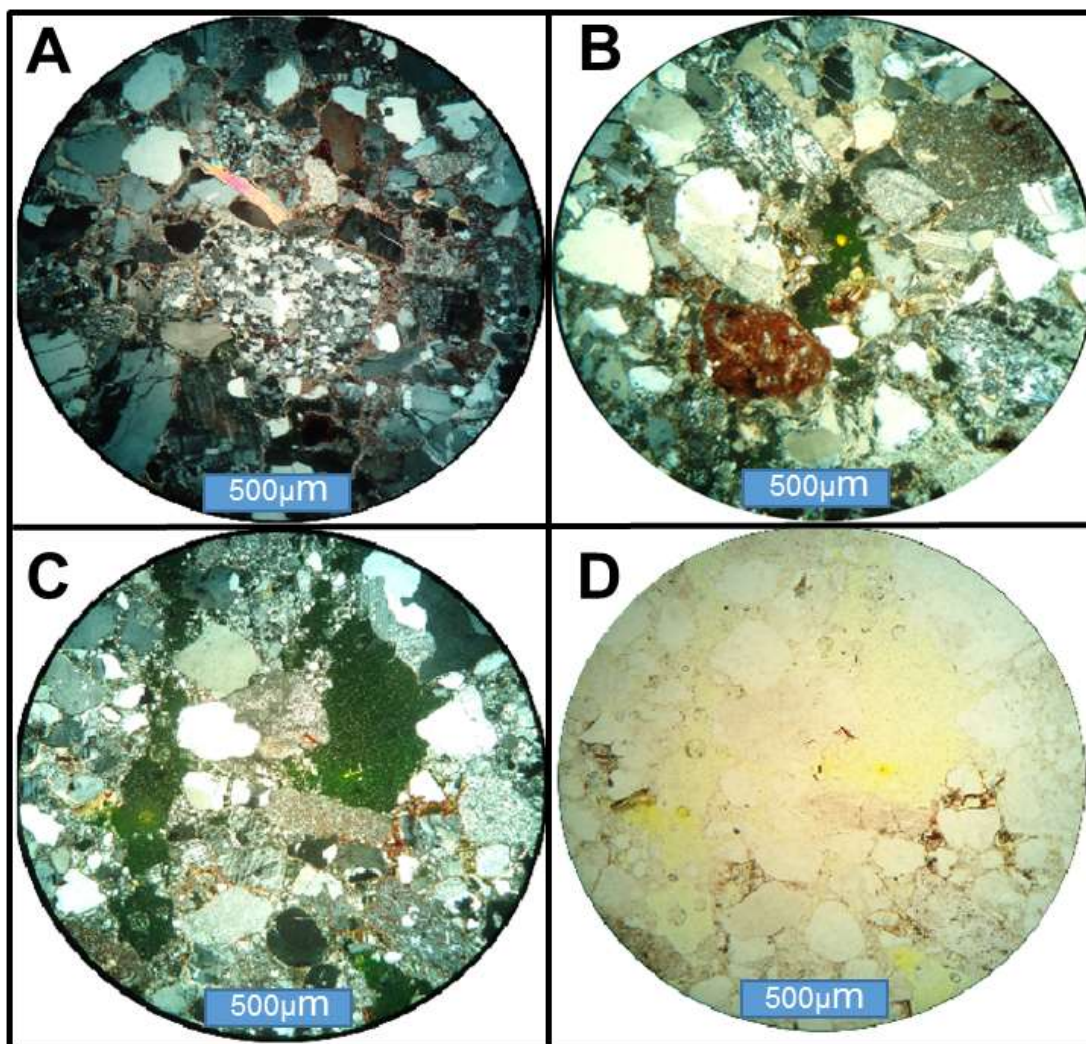
**Figura 29:** Fotos e gráficos de distribuição de frequência. A) matacão de riolito; B) matacão de granito; C) composição dos litoclastos; e D) grau de arredondamento.



**Figura 30:** Gráficos de distribuição de frequência acumulada da Formação Serra do Apertado. A) composição dos litoclastos e D) grau de arredondamento.



**Figura 31:** Microfotografias com aumento de 5x de arenito conglomerático da Formação Serra do Apertado (lâmina-06.). A) no centro da imagem, quartzo policristalino e muscovita; B) porosidade destacada pela cor verde ao centro, fragmentos líticos e quartzo plutônico; C) porosidade e feldspatos argilizados; e D) mesma imagem que a anterior. Microfotos usando Nicóis Cruzados (A, B e C), usando Nicóis Paralelos (D).



#### 4.7 MAGMATISMO RODEIO VELHO

Na área de estudo foi observado a ocorrência de vários afloramentos de extensão descontínua e alinhados na direção NE-SW, de *sills* associadas ao magmatismo Rodeio Velho.

Estas soleiras (Fig. 32) possuem espessuras métricas a decamétricas, forma tabular e estreita lateralmente. Sendo que, a oeste do Arroio Velhaco encontram-se concordantemente intercaladas nas camadas basais e superiores da Formação Pedra Pintada e a leste do Cerro Ouro, posicionam-se entre o contato das formações Seival e Pedra Pintada.

**Figura 32:** Afloramento em drenagem, contato entre arenito da Formação Pedra Pintada e andesito do magmatismo Rodeio Velho. Ponto-lâmina-11. O traço em vermelho destaca o contato dessas litologias.



São caracterizadas na área de estudo por andesitos maciços e vesiculares (Fig. 33) apresentando estruturas de fluxo de lava horizontal (Eckert 1971).

No entanto, foi constatado em campo, que a estrutura de fluxo de lava trata-se de peperito, onde camadas de sedimentos inconsolidados foram engolfadas pela intrusão rasa, preservando o acamamento sedimentar (Fig. 34). Segundo Jerram e Petford (2014) este tipo de rocha é formada na base de fluxos de lava que escoaram

sobre e/ou onde as intrusões ocorreram em sedimentos inconsolidados. De acordo com White *et al.* (2000), a maior parte dessas rochas são desenvolvidas ao longo das margens de intrusões em sedimentos úmidos não consolidados.

**Figura 33:** Exposições do Magmatismo Rodeio Velho. A) afloramento em cascalheira. Rocha maciça e afanítica. B) afloramento tipo campo de matacões. C) realce das vesículas. D) afloramento em drenagem, Ponto lâmina-05. E) andesito. As linhas em preto marca a camada de sedimento inconsolidado. Ponto lâmina-05.



Peperitos são comumente associados a ambientes marinhos (Goto & McPhie 1996), ambientes lacustres (Khalaf *et al.* 2015; Martin & Nemeth 2007) e ambientes eólicos (Petry *et al.* 2007).

Geralmente, este termo é aplicado às rochas formadas pela interação de lava com sedimentos úmidos e inconsolidados, sendo que as principais evidências são a presença de vesículas, sedimentos preenchendo vesículas, fragmentação, fluidização e fraturas, tanto nos clastos de rocha vulcânica ou sedimentar, incluindo deformação das estruturas sedimentares. Nota-se na imagem adiante, a estrutura do acamamento



sedimentar está preservada no afloramento. As demais estruturas de interação lava e sedimento inconsolidado como ocorre no Passo do Moinho e Arroio Carajá (Petry 2006), com exceção das vesículas e de sedimentos preenchendo estas, não foram observadas em campo.

**Figura 34:** Acamamento sedimentar preservado em andesito. Ponto lâmina-05.

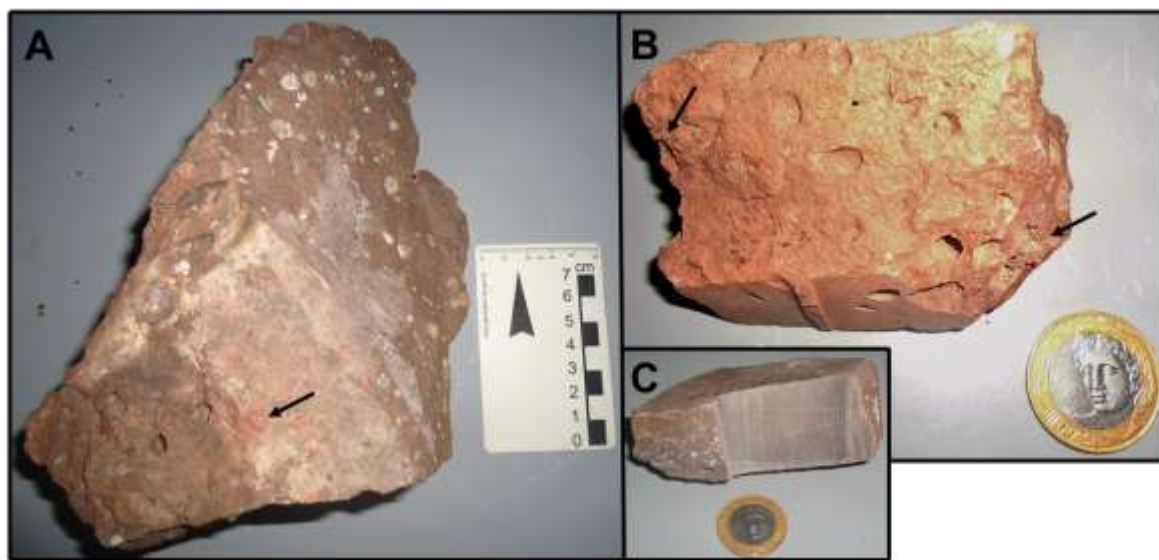


A maioria das exposições ocorrem em mata fechada e a descontinuidade dos afloramentos dificulta o reconhecimento da dimensão desses maciços rochosos. Para definir o tamanho dessas soleiras em mapa, observamos as faixas alinhadas de mata densa pelas imagens aéreas e correlacionamos com os pontos obtidos em campo. A descontinuidade dessas exposições, também serviu como uns dos critérios para definir esses corpos como soleiras.

Macroscopicamente (Fig. 35), são rochas de coloração mesocrática e de textura afanítica, contendo vesículas e amígdalas de até 3 cm, arredondadas ou em

forma de *pipes*. Preenchidas por sedimentos inconsolidados, calcita, quartzo e óxidos de ferro.

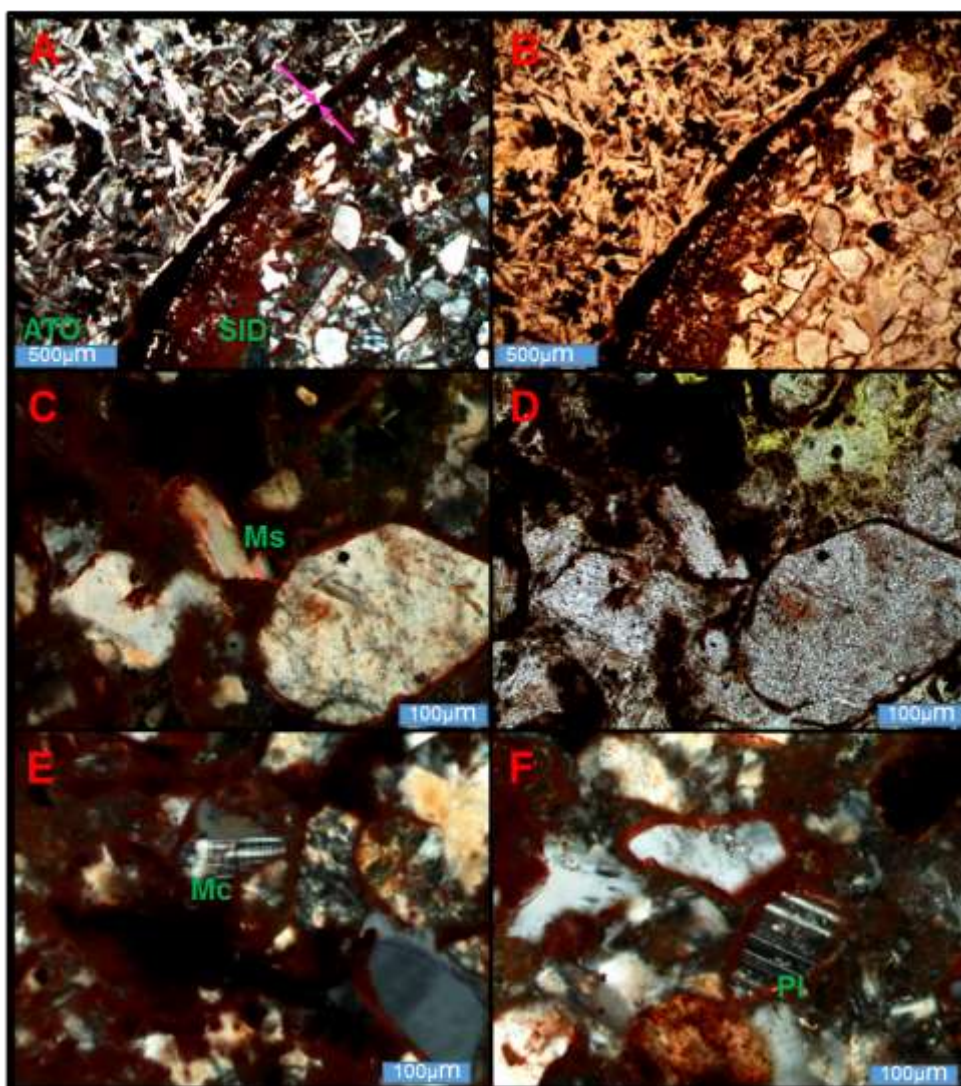
**Figura 35:** Amostras de mão das rochas do magmatismo Rodeio Velho. A) andesito maciço com amígdalas preenchidas por calcita e sedimento. Ponto lâmina-23; B) andesito maciço com vesículas e amígdalas com sedimento. Ponto da lâmina-02; C) andesito maciço com cristais de calcita preenchendo veios. As setas marcam as amígdalas preenchidas por sedimento inconsolidado.



Microscopicamente (Figs. 36 e 37), tratam-se de rochas hipocristalinas e porfíricas, com textura pilotaxítica, composta por fenocristais euédricos e subédricos de plagioclásio com hábito ripiforme e germinação polissintética. Ocorrendo as vezes parcialmente alterados para argilominerais (caulim?). A matriz é de granulação fina (exceto na lâmina 11), composta por plagioclásio e piroxênio, opacos como mineral acessório e minerais oriundos de substituição. Apresenta, também, minerais secundários preenchendo veios e cavidades, sendo esses de quartzo, calcita e óxido de ferro. Na lâmina 23, o quartzo antecede a calcita e o óxido de ferro é posterior a calcita. A interação de sedimento inconsolidado e magma foi confirmada na lâmina 02, observando a presença de sedimento em uma amígdala. No qual, em sua borda, ocorre um anel que mostra a mistura de material ígneo e sedimentar. Neste sedimento, nota-se a presença de quartzo, plagioclásio, microclínio e muscovita, com dimensões de areia média. Essas características são comuns em arenitos da Formação Pedra Pintada. Nas lâminas (05 e 23) não foi observado sedimento em amígdalas com ocorre em amostra de mão.

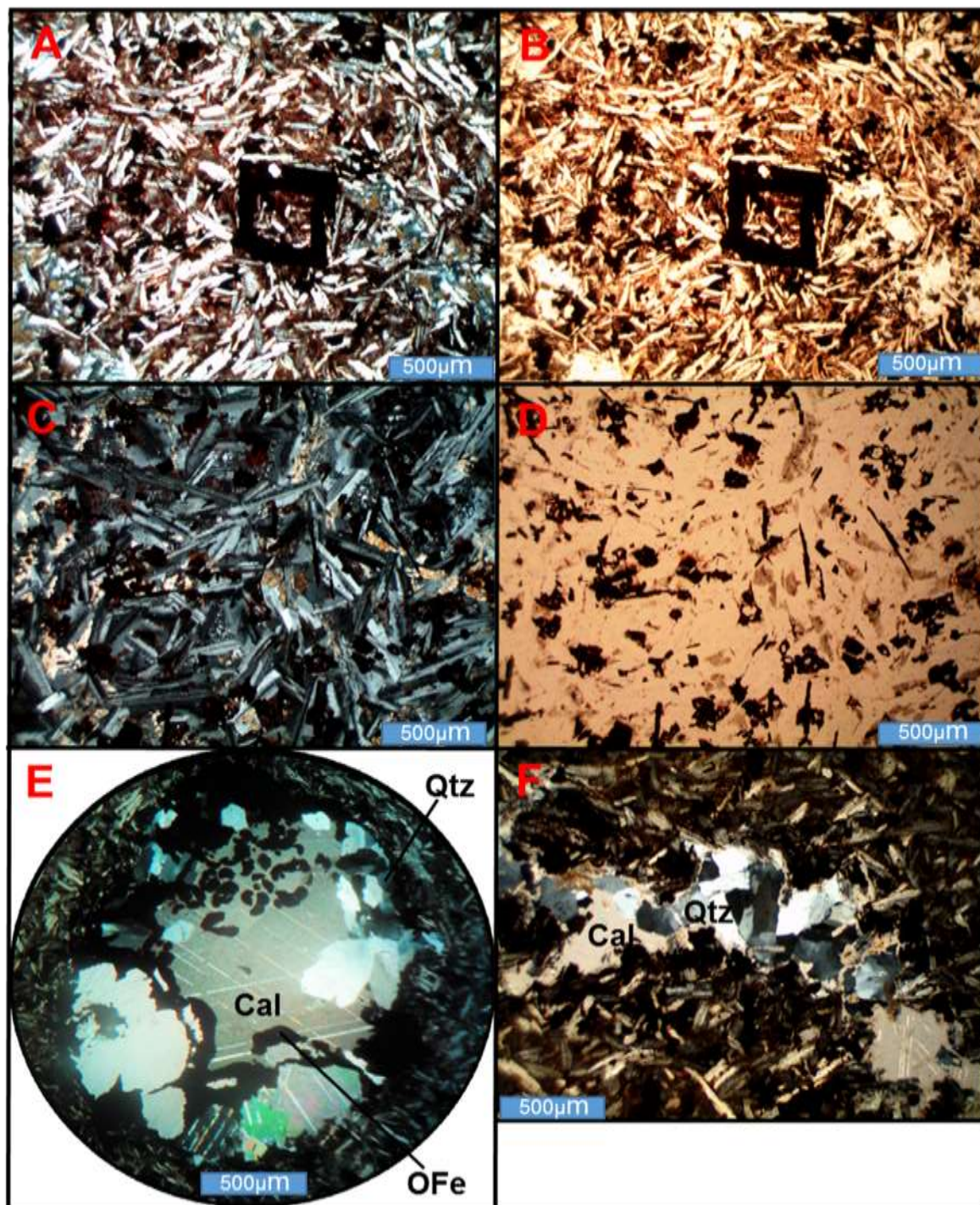
No total foram analisadas 4 lâminas delgadas dessa unidade, com a composição determinada pela estimativa por campo de visada. Os resultados são apresentados em quadro (Fig. 38). Quanta a classificação, consideramos como melafiros *sensu* Carvalho (1932) de composição basáltica alcalina de acordo com Almeida *et al.* (2012).

**Figura 36:** Microfotografias de amostra de peperito (lâmina-02). A) borda da amígdala mostrando o anel com mistura de material ígneo e sedimentar, destacada pelas setas na microfoto. Grãos de quartzo no sedimento; B) igual a microfoto A, porém em Nicóis Paralelos; C) mica no sedimento; D) mica no sedimento; E) microclínio no sedimento; e F) plagioclásio no sedimento. Microfotos (A e B) com aumento de 5x, as restantes com aumento de 10x. Usando Nicóis Paralelos microfoto (B), as demais em Nicóis Cruzados. (ATO) andesito, (SID) sedimento inconsolidado, (Ms) muscovita, (Mc) microclínio (Pl) plagioclásio.



**Figura 37:** Microfotografias com aumento de 5x, de amostras do magmatismo Rodeio Velho. A) lâmina-05, mostrando matriz composta por plagioclásios, opacos e óxidos de ferro. Nicóis Cruzados; B) mesma microfotografia que a anterior, mas em Nicóis Paralelos; C) lâmina-11, Cristais de plagioclásios com tamanho

médio, calcita e opacos. Nicóis Cruzados; D) igual a microfotografia C, mas em Nicóis Paralelos; E) lâmina-23, amígdala, preenchida por quartzo, calcita e óxido de ferro. Nicóis Cruzados; e F) lâmina-23, Matriz composta por plagioclásios, opacos e óxidos de ferro. Quartzo e calcita preenchendo veio. Nicóis Cruzados. (Cal) calcita, (Qtz) quartzo, (OFe) óxido de ferro.



**Figura 38:** Quadro mostrando a composição das lâminas analisadas.

Minerais/Amostras	Lâmina-02	Lâmina-05	Lâmina-11	Lâmina-23
Plagioclásio	60	63	60	50
Piroxênio	12	17	15	8
Opacos	5	3	4	4
Quartzo			7	10
Calcita			10	13
Óxido de Ferro	18	17	4	15
Sedimento Inconsolidado	5			
<b>Total (%)</b>	100	100	100	100

A interação vulcânica-sedimentar que ocorre na região do Corredor do Apertado, demonstra relação com sedimentos inconsolidados *úmidos*, refutando a origem eólica dos arenitos da Formação Pedra Pintada. Por último, destacamos que a hipótese das rochas andesíticas do Rodeio Velho serem intrusões a sul do Rio Camaquã já tinha sido notado por Tessari & Giffoni (1970):

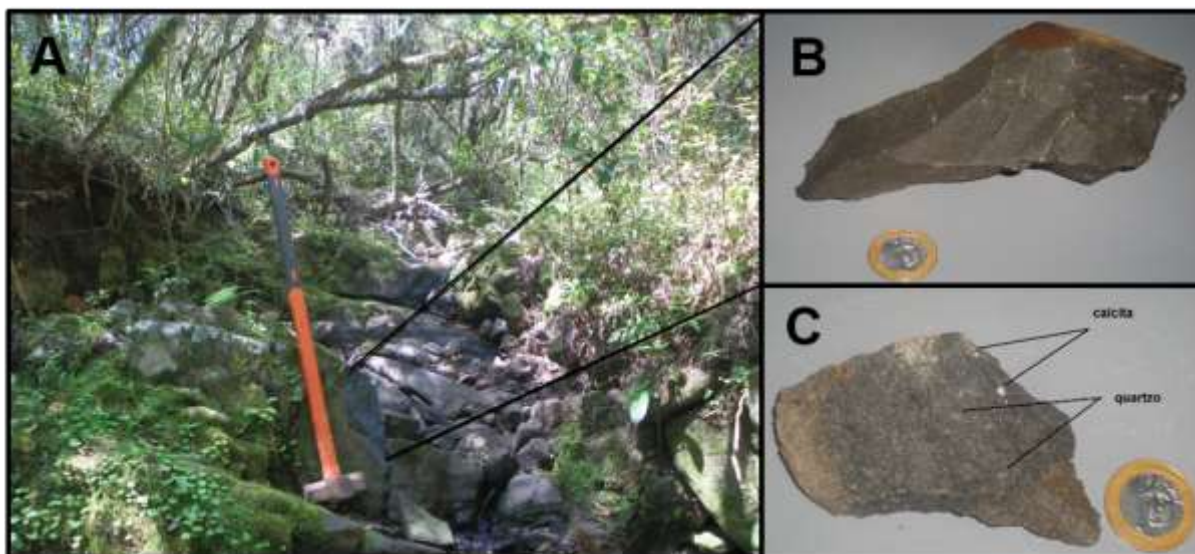
Deve-se ainda particularizar (*sic*) a existência de rochas andesíticas do Membro Rodeio Velho, intercaladas nos sedimentos da Formação Santa Bárbara. Estes corpos andesíticos, tabulares ou lenticulares, são predominantemente derrames, havendo, contudo, ocorrências do tipo **sill** e **dique** (TESSARI & GIFFONI, 1970, p. 42, grifo nosso).

#### 4.8 FORMAÇÃO SERRA GERAL

No Mapa Geológico do Corredor do Apertado, foram cartografados dois corpos em forma de diques da Formação Serra Geral. Estes diques, posicionados com o maior eixo na orientação WNW-ESE, afloram tanto a sul quanto a nordeste do Cerro das Figueiras. Cortando as rochas das formações Seival e Pedra Pintada.

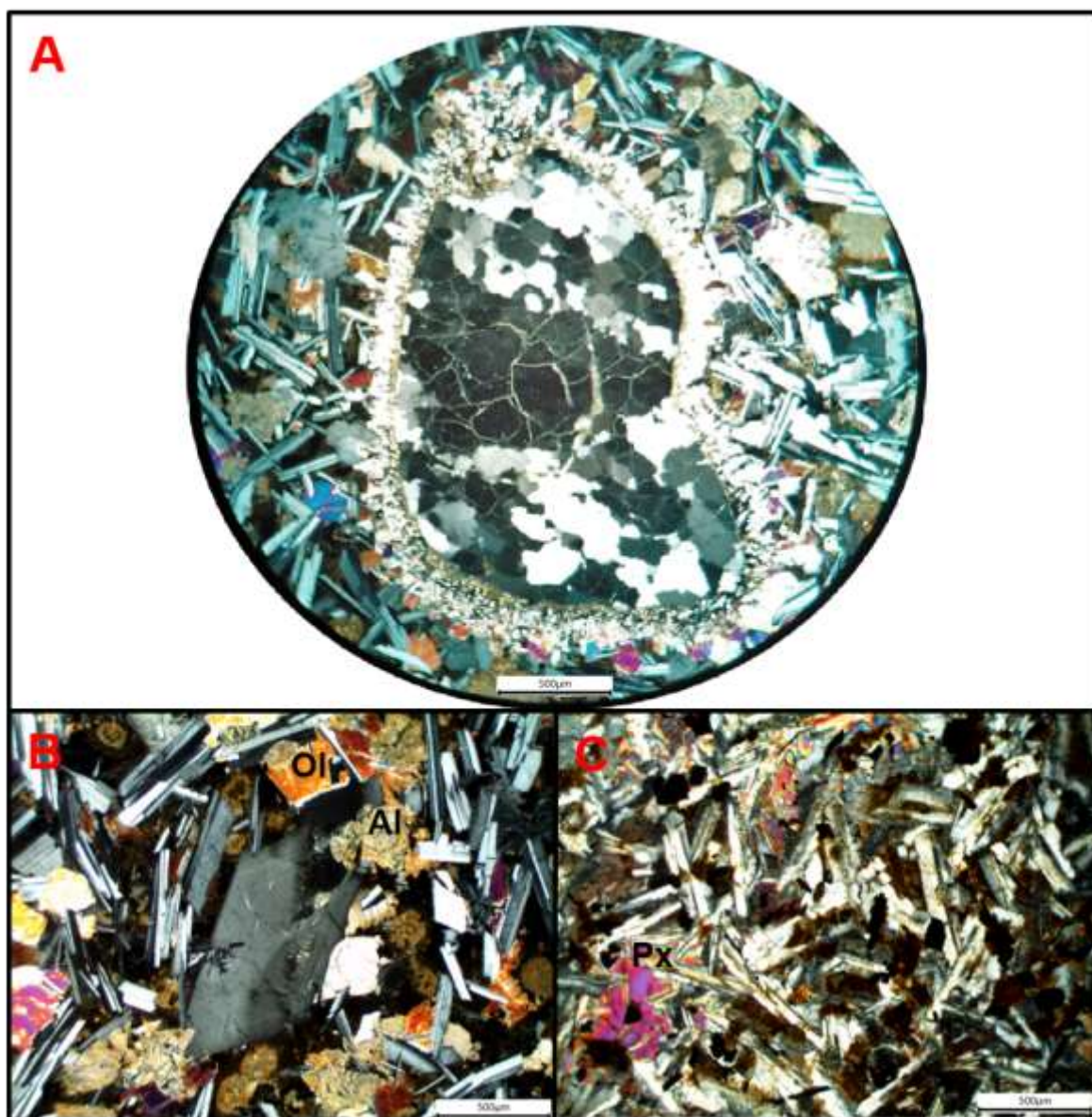
Macroscopicamente (Fig. 39), trata-se de uma rocha melanocrática, de textura afanítica e maciça, contendo cristais equigranulares e vesículas de até 0,5 cm, preenchidas por quartzo e calcita.

**Figura 39:** Formação Serra Geral. A) afloramento em drenagem. Ponto lâmina-03; B) amostra de mão do Ponto lâmina-03; e C) amostra de mão do Ponto lâmina-22, com amígdalas preenchidas por quartzo e calcita.



Foram analisadas duas lâminas delgadas dessa formação (Fig. 40), sendo uma de cada dique encontrado: a lâmina 03, apresenta granulação fina e textura ofítica, caracterizada pelas inclusões de cristais euédricos e subédricos de plagioclásio em forma de ripas, nos cristais anédricos de piroxênio. Através de estimativa visual por campos, obteve-se os seguintes resultado composicional: plagioclásio 60% (provavelmente labradorita); piroxênio (25%), olivina (10%) e opacos como acessórios 5% (provavelmente magnetita). Na lâmina 22, a granulação é média e observa-se cristais euédricos e subédricos de plagioclásios ripiformes e zonado, piroxênios, olivinas, minerais de alteração (argilominerais) e secundários preenchendo as vesículas. A estimativa visual por campos mostrou a seguinte composição: plagioclásio (50%) (identificado como labradorita (An 58) pelo método Michael Lévy), piroxênio (20%), olivina (15%), quartzo secundário (6%), argilominerais (4%), calcita secundária (3%) e opacos como acessórios (2%) provavelmente magnetita. Portanto, ambos os diques foram classificados como olivina-diabásio.

**Figura 40:** Microfotografias da Formação Serra Geral. Nicóis Cruzados com aumento de 5x. A) lâmina-22, amígdala preenchida por quartzo e, com a borda marcada por argilominerais. Em volta observa-se plagioclásio; piroxênios e olivina; B) lâmina-22, plagioclásio zonado, olivina e argilominerais; e C) lâmina-03, matriz composta por plagioclásios, piroxênio e opacos. Nicóis. (Ol) olivina, (Al) argilominerais e (Px) piroxênio.



#### 4.9 DESCRIÇÃO DO ARCABOUÇO ESTRUTURAL

Falhas com movimento de bloco relativo (Falha do Espinilho, Eckert, 1971) com direção NE-SW e falhas com movimentos de blocos para NW-SE, foram observadas em campo. Estrias no plano de falha apresentando direção NW-SE e degraus que evidenciam o movimento sinistral (Fig. 41). A amostra (lâmina-21) nota-se detritos na

fração areia orientados em duas direções diferentes e uma linha de fragmentos de rocha triturados que separa esses grãos orientados de forma distinta. Essa linha tem a mesma direção das estrias no plano de falha do afloramento.

**Figura 41:** Microfotos A) Nicóis Cruzados e B) Nicóis Paralelos e com aumento de 5x. Ponto lâmina 21 mostrando fragmentos de rocha triturados. As setas mostram o sentido do movimento; e C) foto do afloramento com seta mostrando o degrau no plano de falha.





## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O trabalho de campo realizado no do Corredor do Apertado identificou que as litologias sedimentares da região tiveram uma forte contribuição de rochas graníticas na composição, apresentando similaridade entre elas. Texturalmente e estruturalmente apresentaram diferenças que possibilitam identificá-las de acordo com as bases litoestratigráficas testadas (Ramgrab & Wildner 2000; Fragoso-Cesar *et al.* 2003; Fambrini 2003; e Almeida *et al.* 2009). Os estudos de campo possibilitaram também mapear pela primeira vez a Formação Acampamento Velho na região do Corredor do Apertado e ainda reconhecer processos de interação vulcânica-sedimentar. As análises petrográficas foram extremamente importantes, pois confirmaram as relações de campo observadas. Assim, mostramos que o mapeamento de detalhe, com estudo macro dos afloramentos, estruturas locais e petrografia microscópica fornecem respostas a problemas estratigráficos pontuais.

## 6 REFERÊNCIAS

---

ALMEIDA, F. F. M. **Diferenciação tectônica da plataforma brasileira**. In: Congresso Brasileiro de Geologia. p. 29-46, 1969.

ALMEIDA, D. 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*. v. único, p. 73-130, 2012.

Almeida, D. del P.; Zeffass, H.; Basei, M.; Petry, K. & Gomes, C. **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*, Vol.5, No3, pp. 721-733, ISSN 1342-937X, 2002.

ALMEIDA, R. P. 2. **Tectônica e sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano: exemplos do Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental)**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 203, 2005

ALMEIDA, R. P. et al. **Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: The Guaritas Rift, Early Cambrian, Southern Brazil**. *Sedimentary Geology*, v. 217, n. 1-4, p. 30-51, 2009.

CARVALHO, Paulino Franco. **Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul**. *Bol. Inst. Geol. Min. do Brasil*, Rio de Janeiro 66: p. 1 – 72, 1932.

DICKINSON, W.R. **Interpreting Detrital Modes of Greywacke and Arkose**. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.40, n.2, p. 695-707. 1970.

CHEMALE JR, F. et al **Stratigraphy and Tectonism of Precambrian to Early Paleozoic Units**. *XVIII Acta Geologica Leopoldensia*, 42, 5-117, 1995.

CHEMALE Jr., F. **Evolução geológica do Escudo Sul-rio-grandense**, in: Holz, M., De Ros, L.F. (Eds), *Geologia do RS*. CIGO/UFRGS, Porto Alegre, pp. 13-52, 2000.

ECKRT, Roque Mauro. **Projeto Cobre-RS**. Folha Geológica das Palmas, escala 1:50.000. Porto Alegre: CPRM, 1971.

FAMBRINI, G. L. **O Grupo Santa Bárbara (Neoproterozóico III) da Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 2003.

FRAGOSO-CESA, A. R. S. **Tectônica de placas no ciclo brasileiro: as orogenias dos cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1991.

FRAGOSO-CESA, 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., 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*, 31(2): 155-162, 2001.

FRAGOSO-CESA, 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.

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

GOTO, Y.; MCPHIE, J. **A Miocene basanite peperitic dyke at Stanley, northwestern Tasmania, Australia**. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 74, n. 1-2, p. 111-120, 1996.

Hartmann, L.A., Silva, L.C. da, Remus, M.V.D., Leite, A.D. and Philipp, R.P. **Evolução geotectônica do sul do Brasil e Uruguai entre 3,3 Ga e 470 Ma (Ext. Abst.)**. In: Congresso Uruguayo de Geologia, 1, Punta del Este, Uruguay, pp. 277-284.1998.

HARTMANN, L.A. et al. **Detrital Zircon U-Pb Age Data and Precambrian Provenance of the Paleozoic Guaritas Formation, Southern Brazilian Shield.** International Geology Review 50, 364-374, 2008.

Janikian, L. et al. **The continental record of Ediacaran volcano-sedimentary successions in southern Brazil and their global implications.** Terra Nova, (20), 259-266, 2008.

JERRAM, Dougal; PETFORD, Nick. **Descrição de Rochas Ígneas-: Guia Geológico de Campo.** Bookman Editora, 2014.

KHALAF, E.A., A. ABDEL MOTELIB, M.S. HAMMED & A.H. EL MANAWI. **Volcano-sedimentary characteristics in the Abu Treifiya Basin, Cairo-Suez District, Egypt: Example of dynamics and fluidization over sedimentary and volcanoclastic beds by emplacement of syn-volcanic basaltic rocks.** J. of Volcanology and Geothermal Research, 292, 1-28, 2015.

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

LOCZY, L. e LADEIRA, E., A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica.** São Paulo: Editora Blucher, 1976.

MARTIN, U. & NEMETH, K. **Blocky versus fluidal peperites textures developed in volcanic conduits, vents and crater lakes of phreatomagmatic volcanoes in Mio/Pliocene volcanic fields of Western Hungary.** J. Volcanology and Geothermal Research, 159, 164-178 2007.

Matté, v.; Sommer, c. a.; Lima, e. f.; Saldanha, d. I; Pinheiro-Sommer, j. a.; Liz, j. d. **Rochas dioríticas do platô da ramada, Rio Grande do Sul, e sua relação com o vulcanismo alcalino da Formação Acampamento Velho, neoproterozoico do Escudo Sul-Rio-grandense.** Revista Brasileira de Geociências, v. 42, p. 343-362, 2012.

RAMGRAB, G. E.; WILDNER. W. **Projeto Pedro Osório.** Folha Pedro Osório SH. 22-Y-C, mapa geológico, escala 1:250.000. Porto Alegre: CPRM, 2000.

Remus, M. D. V.; Hartmann, L. A; McNaughton, M. J.; 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, p. 83, 1999.

Remus, M.V.D. et al. The link **Between Hydrothermal Epigenetic Copper Mineralization and the Caçapava Granite of Brasiliano Cycle in Southern Brazil**. Journal of South American Earth Sciences 13, 191-216, 2000.

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. & FANTINEL, L. **Associações petrotectônicas do Escudo Sul-riograndense: I -Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Rio Grande do Sul**. Inheringia Série Geológica 5, 19–54, 1978.

Ribeiro, M. & Teixeira, C. **Datações de rochas do Rio Grande do Sul e sua influência nos conceitos estratigráficos e geotectônicos locais**. Inheringia, Série Geológica, Vol. 3, pp. 109-120, ISSN 0073-4705, 1970.

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.

Oliveira, J. M. M. T. & Fernandes, L. A. D. **Estágios finais da deformação do Cinturão Dom Feliciano: tectônica e sedimentação da Formação Arroio dos Nobres**. Simpósio Nacional Estudos Tectônicos, 3, 1-4, 1991.

PAIM P. S. G., LOPES R. C., CHEMALE JR F. **Aloestratigrafia, Sistemas Depositionais e Evolução Paleogeografica da Bacia do Camaquã Vendiano Superior/Ordoviciano Inferior do Rs**. In: SBG, Simp. Sul-Bras. Geol., 6, Porto Alegre. Bol. de Res. Exp., p. 39-50, 1995.

PAIM, P. S. G., CHEMALE, F. & LOPES, R. C. **A Bacia do Camaquã**. In: M. Holz & L. F. De Ros (Eds) Geologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 231-274, 2000.

PAIM, P. S. G.; JUNIOR, CHEMALE, F; WILDNER, W. **Estágios evolutivos da Bacia do Camaquã (RS)**. Ciência e Natura, v. 36, n. 3, p. 183-193, 2014.

PETRY, K. **Feições de interação vulcano-sedimentares: seu uso como indicadores de contemporaneidade no magmatismo Rodeio Velho (meso-ordoviciano) e no vulcanismo Serra Geral (cretáceo inferior).** 2006.

PETRY, K.; JERRAM, D.A.; ALMEIDA, D. del P.M. de; ZERFAZZ, H. **Volcanic-sedimentary features in the Serra Geral Fm., Paraná Basin, southern Brazil: Examples of dynamic lava-sediment interactions in an arid setting.** *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 159, p. 313-325, 2007.

PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. and Siever, R. **Sand and Sandstone;** *Springer-Verlag*, 618 páginas, 1972.

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

Sommer, C. A, et al. **Potassic and low- and high-Ti mildly alkaline volcanism in the Neoproterozoic Ramada Plateau, southernmost Brazil.** *Journal of South American Earth Sciences* 18 (3), 237-254, 2005.

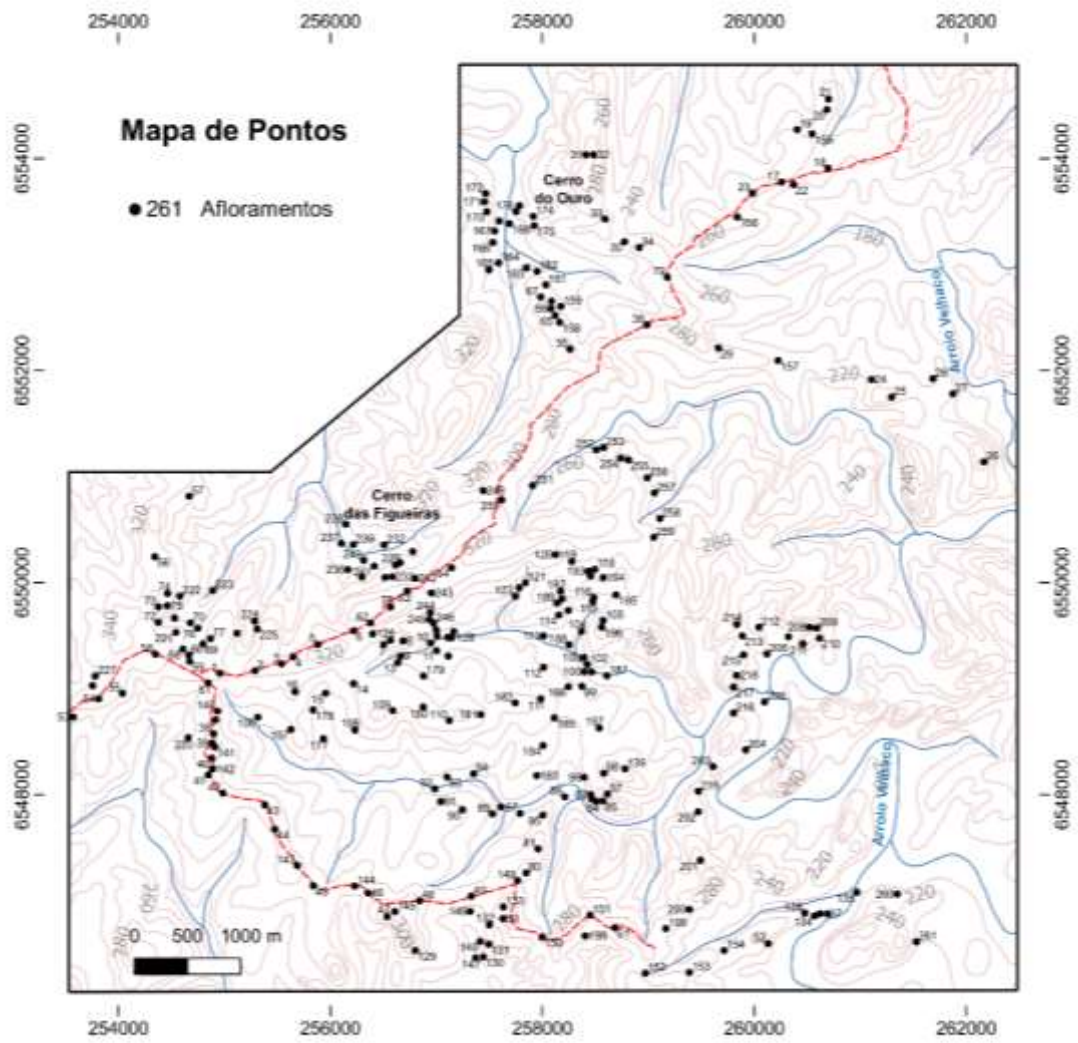
STRECKEISEN, A. **Subcommision on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions.** *Neves Jahrbuch für Mineralogie, IUGS*, v.143, p. 1-14, 1979.

TESSARI, R. I.; GIFFONI, L. E. **Geologia da região de Piratini, Pinheiro Machado e Bagé, Rio Grande do Sul.** *Bol. Div. Geol., Rio de Janeiro: DNPM*, nº 246, 1970.

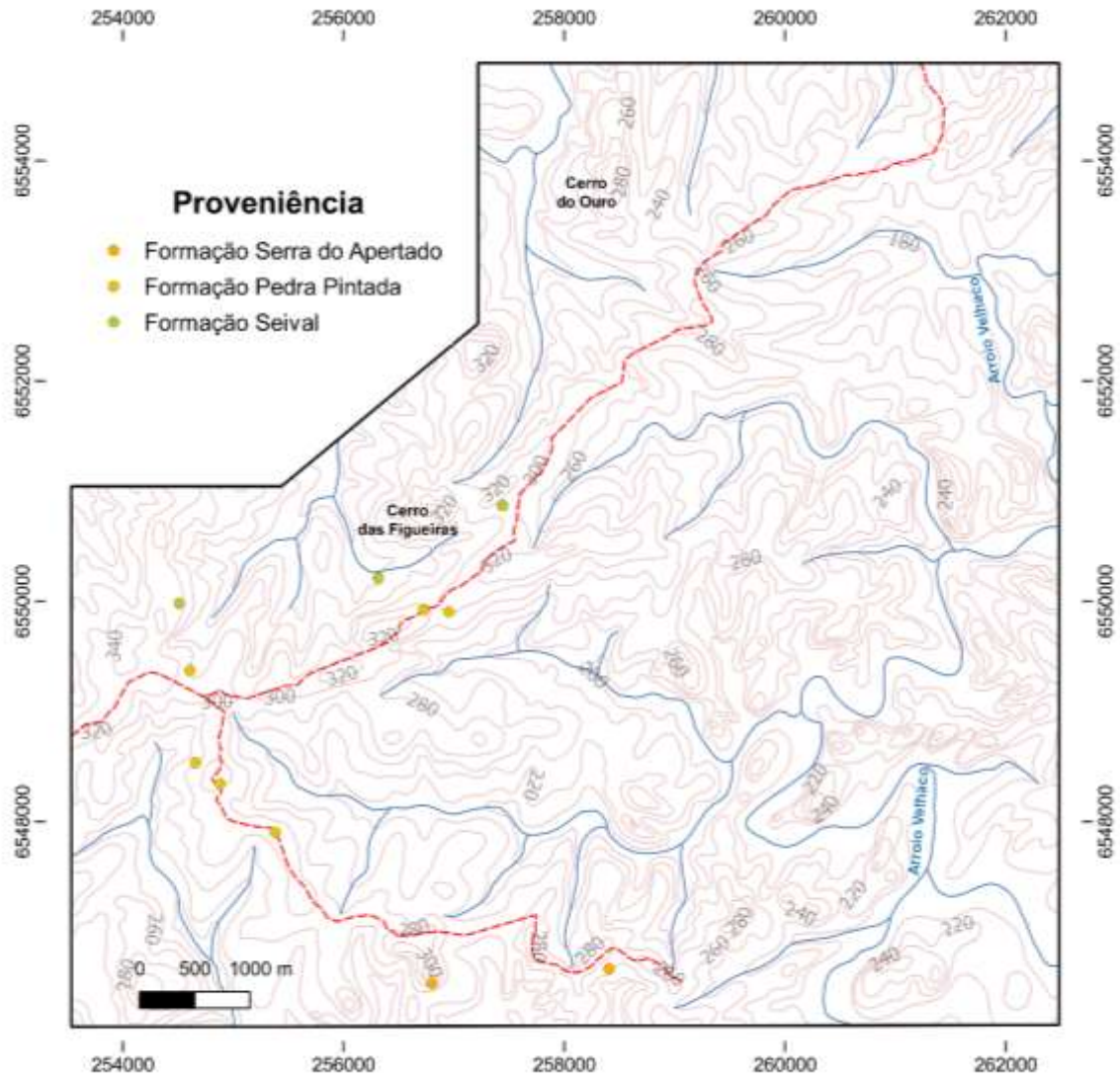
WHITE, J.D.L.; McPHIE, J.; SKILLING, I.P. **Peperite: a useful genetic term.** *Bulletin of Volcanology*, v. 62, p. 65-66, 2000.

WENTWORTH, C.K. **A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments.** *Journal of Sedimentary Petrology*, v.30, p.377-392, 1922.

## APÊNDICE A

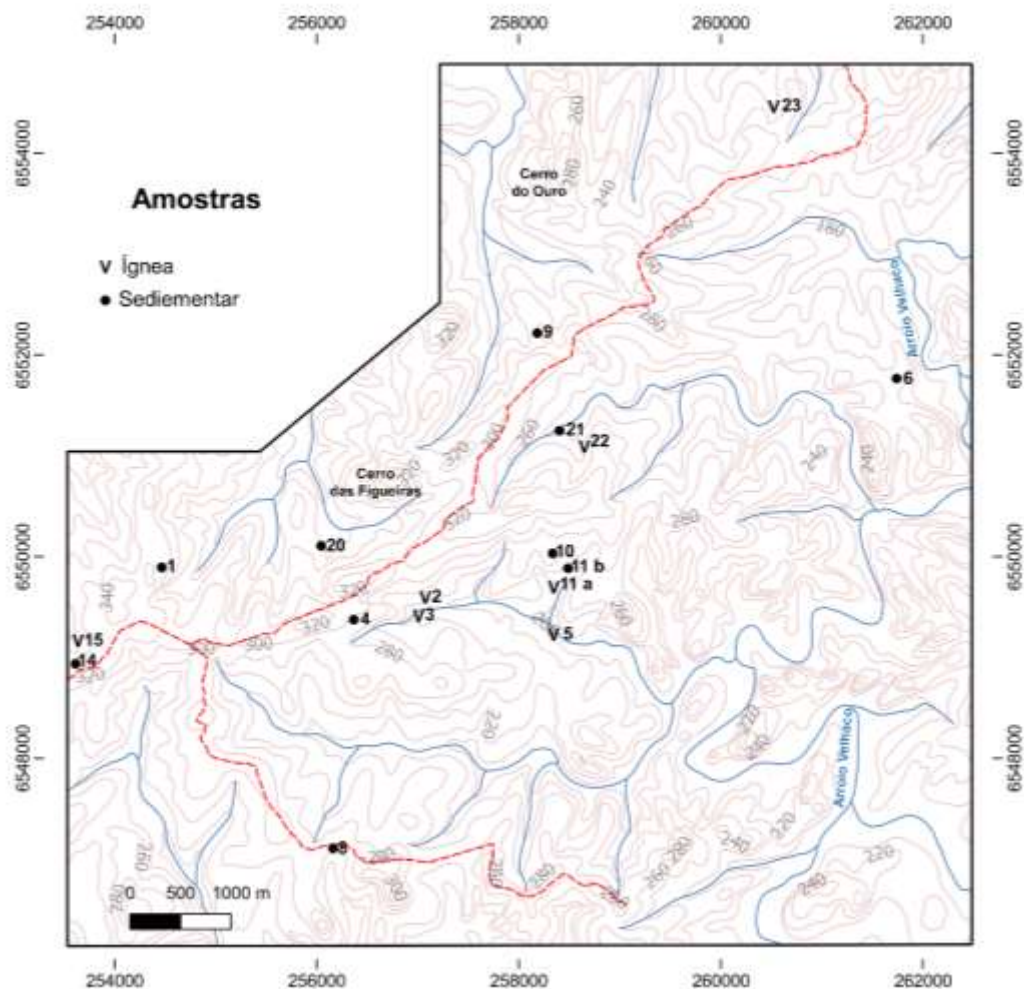


## APÊNDICE B





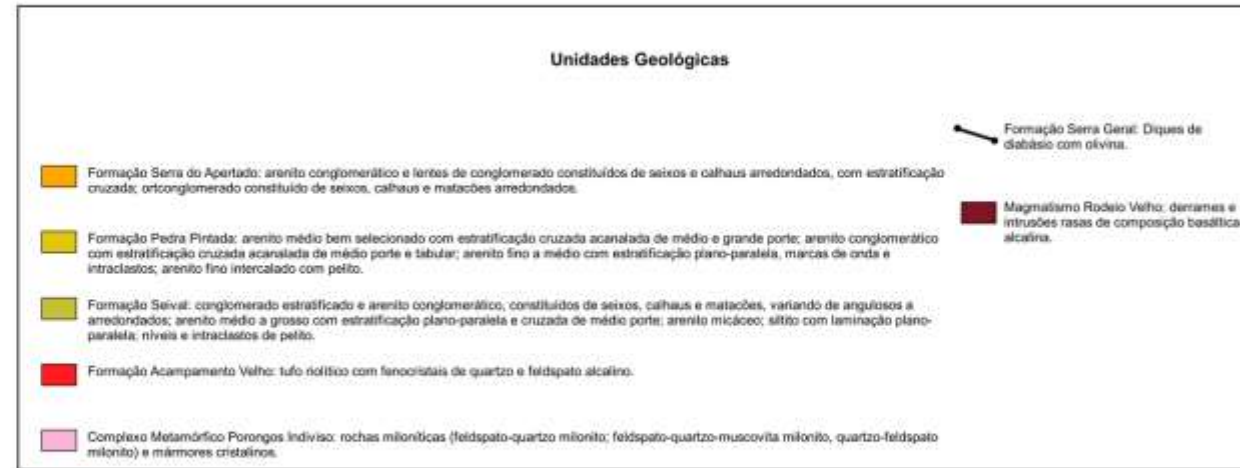
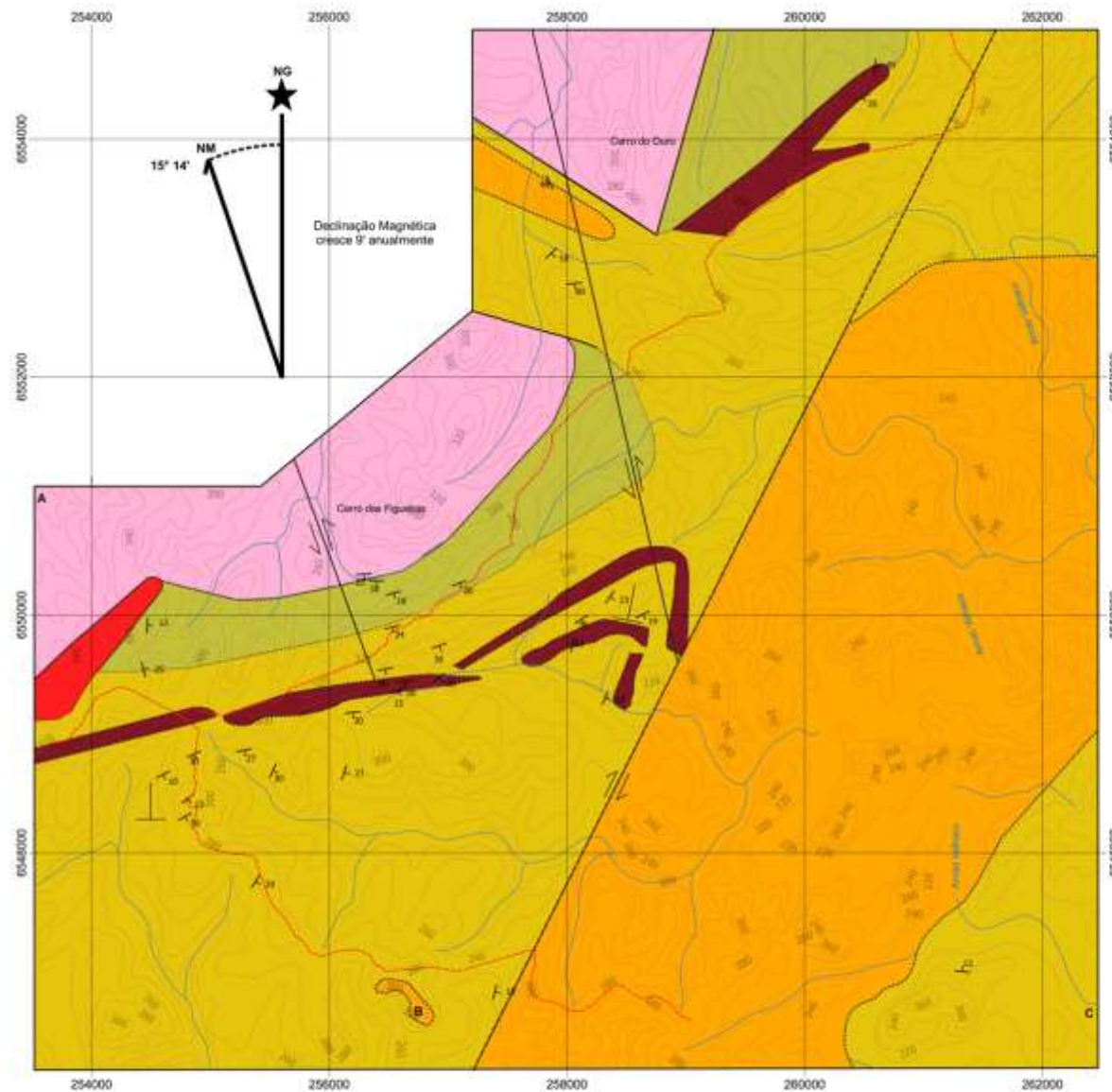
## APÊNDICE C



Amostras	Coordenadas		Litologia	Unidade
Lâmina-04	256491	6549451	Arenito arcossiano	Pedra Pintada
Lâmina-23	260673	6554498	Basalto	Rodeio Velho
Lâmina-06	261860	6551818	Arenito conglomerático	Serra do Apertado
Lâmina-01	258248	6552240	Arenito Conglomerático	Seival
Lâmina-09	254450	6549934	Arenito conglomerático	Seival
Lâmina-05	258410	6549264	Basalto	Rodeio Velho
Lâmina-11a	258462	6549858	Basalto	Rodeio Velho
Lâmina-11b	258472	6549895	Arenito arcossiano	Pedra Pintada
Lâmina-10	258442	6550099	Arenito arcossiano	Pedra Pintada
Lâmina-03	257093	6549521	Diabásio	Serra Geral
Lâmina-02	257151	6549575	Basalto (peperito)	Rodeio Velho
Lâmina-08	256216	6547173	Arenito arcossiano	Pedra Pintada
Lâmina-15	253768	6549155	Tufo	Acampamento Velho
Lâmina-14	253743	6549064	Arenito arcossiano	Pedra Pintada
Lâmina-20	256152	6550160	Siltito	Seival
Lâmina-22	258497	6551290	Diabásio	Serra Geral
Lâmina-21	258728	6551212	Arenito arcossiano	Seival

APÊNDICE D

MAPA GEOLÓGICO DO CORREDOR DO APERTADO



Convenções Geológicas

- Acumadamento sedimentar
- Movimento relativo de blocos falhados
- Falha Transcorrente
- Contato por falha
- Contato litológico
- Seção colunar Rincão da Cadeira
- Seção colunar Dobra do Cachimbo

ESCALA - 1:25.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)  
 DATUM HORIZONTAL: WGS 84

Autores:  
 João Iggo Barbosa Fróis (graduando em geologia)  
 Profª. Geólg. Della Del Pilar M. de Almeida (orientadora)

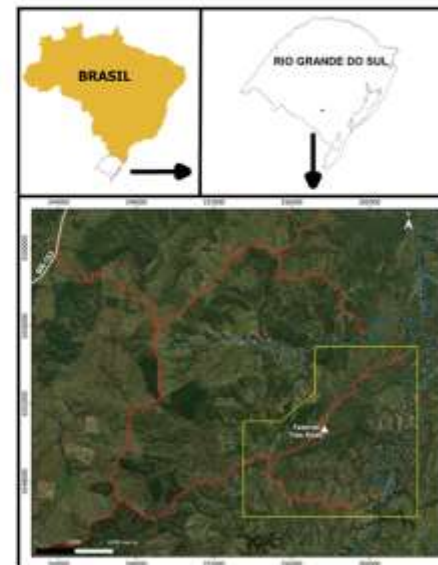
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA (UNIPAMPA)

Mapa gerado durante a conclusão de curso

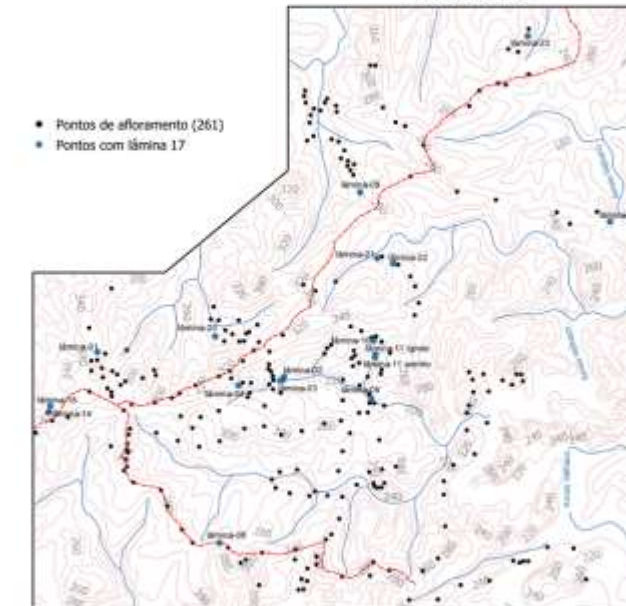
Convenções Cartográficas

- Curso de água perene
- Curva de nível
- Estradas vicinais

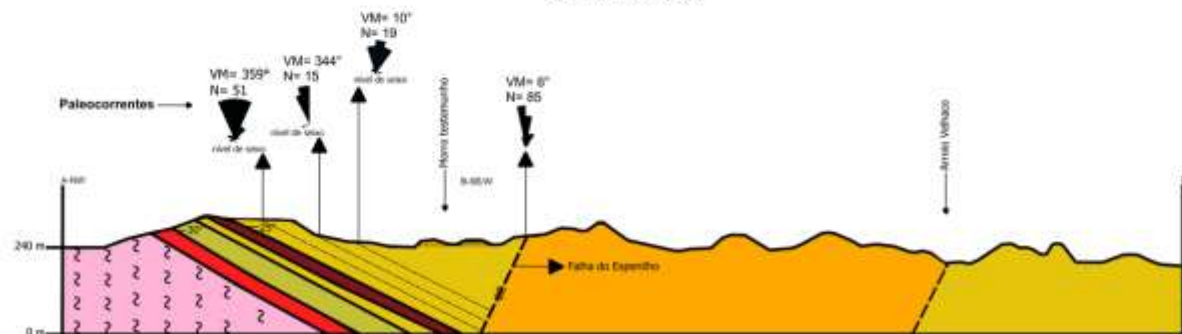
SITUAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



MAPA DE PONTOS



Perfil do Tio Zorico



Perfil esquemático sem eixos vertical  
 Escala Horizontal: 1:25.000

Observação: Mapa produzido na folha A1 e reduzido para A3.