

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE
SUCESSÕES VULCANO-SEDIMENTARES DO
TERRENO RIO VACAÍ (NEOPROTEROZÓICO)
NA PORÇÃO SETENTRIONAL DA REGIÃO DE
CAÇAPAVA DO SUL, RIO GRANDE DO SUL.**

Chahrazéd Layaun Morenghi

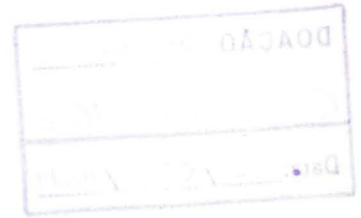
Orientador: Prof. Dr. Ian McReath
Co-Orientador: MsC. Liliane Janikian

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2003/17)

SÃO PAULO
2003

TF
M843
CL.c

**Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências**



**CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE SUCESSÕES
VULCANO-SEDIMENTARES DO TERRENO RIO VACACAÍ
(NEOPROTEROZÓICO) NA PORÇÃO SETENTRIONAL DA REGIÃO
DE CAÇAPAVA DO SUL, RIO GRANDE DO SUL**

Chahrazéd Layaun Morenghi



orientador: Prof. Dr. Ian McReath
co-orientadora: MsC. Liliane Janikian

Ian McReath
Liliane Janikian

**Monografia de Trabalho de Formatura
TF-2003/17**

São Paulo
2003

DOAÇÃO Seção _____
Civilduação-IGIC
Data: 06/05/2004

CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE SUCESSÕES
VULCANO-SEDIMENTARES DO TERRENO RIO VACAÍ
(NEOPROTEROZOICO) NA PORÇÃO SETENTRIONAL DA REGIÃO
DE CAÇAPAVA DO SUL, RIO GRANDE DO SUL



Christened Layun Mengini

orientador: Prof. Dr. Ian McRae
co-orientador: Msc. Lílian Janina

Monografia de Trabalho de Formatura
TF-2003/12

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900014575

**CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE
SUCESSÕES VULCANO-SEDIMENTARES DO
TERRENO RIO VACAÍ (NEOPROTEROZÓICO)
NA PORÇÃO SETENTRIONAL DA REGIÃO DE
CAÇAPAVA DO SUL, RIO GRANDE DO SUL**

CHAHRAZED LAYAUN MORENGHI



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ian McReath

Prof. Dr. Daniel Atencio

Prof. Dr. Gergely Andres Julio Szabó

São Paulo

2003

Viajar! Perder países!
Ser outro constantemente,
Por a alma não ter raízes
De viver de ver somente!

Não pertencer nem a mim!
Ir em frente, ir a seguir
A ausência de ter um fim,
E da ânsia de o conseguir!

Viajar assim é viagem.
Mas faço-o sem ter de meu
Mais do que o sonho da passagem.
O resto é só terra e céu.

Fernando Pessoa
(Antologia Poética, 1994)

Agradecimentos

Este trabalho de formatura só pode ser realizado e concluído graças ao inestimável auxílio de maravilhosos companheiros, os quais procuro citar neste humilde agradecimento.

Agradeço à minha mais antiga e fiel parceira, minha mãe Luiza, que sempre me incentivou a seguir com coragem por qualquer caminho.

À minha querida amiga e co-orientadora Liliane Janikian, pela inesgotável paciência e carinho que demonstrou em cada momento deste trabalho, estando sempre disposta a ajudar e esclarecer as minhas inúmeras dúvidas. Sem você jamais teria conseguido.

Ao meu orientador, Prof.Dr. Ian Mac Reath, pelas discussões e opiniões compartilhadas, e pela meticulosa revisão do texto e abstract.

Ao honorável Prof. Dr. José Moacyr Vianna Coutinho, meu mestre, o qual me auxiliou infindadas vezes, nas análises petrográficas, mostrando-se sempre atencioso, gentil, humilde e disposto a sanar minhas dúvidas, por mais impertinentes que fossem.

Aos professores e amigos Antonio Romalino Fragoso Cesar e Renato Paes de Almeida, e aos outros membros do GETEG Ana Paula Pelosi, Gelson Luis Fambrini, por terem me apresentado a maravilhosa geologia da Bacia do Camaquã.

Aos moradores, agregados e hóspedes da Panapia, que dividem ou já dividiram comigo o mesmo teto, Delano, Saguí, Cofrinho, Jonas e Vagina.

Às minhas eternas companheiras de campo Sabugueira e Pinguim, por termos dividido tantas coisas de forma tão fraternal, obrigada meninas.

Agradeço a turma de 99, com os quais passei estes últimos cinco anos. E à todas as pessoas, com as quais pude viajar e conhecer outras realidades.

Gostaria ainda de agradecer às muitas amizades feitas no decorrer destes seis anos. Os momentos divididos estarão sempre marcados.

Resumo

Na porção centro-sul do Rio Grande do Sul afloram rochas pré-cambrianas e eopaleozóicas que constituem o chamado Escudo Gaúcho ou Sul-riograndense. A evolução desse embasamento da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul é marcada pelo evento orogênico Brasileiro, que gerou metamorfismo de baixo grau, afetando sucessões supra-crustais e vulcano-sedimentares, anteriores a 600 Ma. Após esse evento metamórfico, a região apresentou o desenvolvimento de bacias sedimentares, reunidas no Supergrupo Camaquã (Neoproterozóico III-Eopaleozóico) geradas em ambientes distensivos, possivelmente desvinculados dos eventos da Orogênese Brasileira.

As unidades do embasamento que afloram na porção NW do Escudo Gaúcho são englobadas no Terreno Rio Vacacaí (definido por Fragoso-Cesar 1991) ou Bloco São Gabriel (de Babinsky *et al.* 1996), constituindo-se de rochas metassedimentares, pertencentes à Formação Ibaré, rochas metavulcano-sedimentares foliadas, da Formação Campestre, e metagrauvas da Formação Arroio das Pedras.

O presente Trabalho de Formatura compreendeu o levantamento geológico e estratigráfico de unidades metavulcano-sedimentares não foliadas que afloram a NE do município de Caçapava do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul, pertencentes ao Terreno Rio Vacacaí.

A realização de perfis geológicos, seguida pela descrição dos litotipos, o levantamento de seções colunares, auxiliados por análises de fácies e análises microscópicas de amostras representativas das fácies mais relevantes identificadas em afloramento, possibilitou a classificação dos litotipos estudados e inferências sobre proveniência e metamorfismo destas unidades. Estes estudos permitiram ainda a redefinição estratigráfica destas sucessões metavulcano-sedimentares, englobando-as na Formação Arroio das Pedras.

Abstract

In the central southern part of Rio Grande do Sul state, Pré Cambrian and Eopaleozoic rocks crop out. These rocks form the Gaúcho or Sul-riograndense Shield. The evolution of this basement of the Paraná Basin in Rio Grande do Sul is marked by the Brazilian orogenic event, which generated low grade metamorphism. This metamorphism affected the supracrustal and volcano-sedimentary rocks formed before 600 m.y. After this metamorphic event, the region underwent the development of sedimentary basins, which together constitute the Camaquã Supergroup (Neoproterozoic III – Eopaleozoic), which were generated during extension, probably the extension is disentailed from the Brazilian Orogenic event.

The units of the basement which crop out in the NW area of the Gaúcho Shield are grouped in the Rio Vacacaí terrane (defined by Fragozo Cesar 1991) or São Gabriel block (Babinsky *et al.* 1996). These units consist of metasedimentary rocks, belonging to the Ibaré Formation, metavolcanic sedimentary rocks of the Campestre Formation, and meta-greywackes of Arroio das Pedras Formation.

The present graduation monograph, involves the recognition geological features of the unfoliated metavolcano sedimentary units, which crop out in the northeast of Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. These rocks form part of the Rio Vacacaí terrane.

The techniques applied, such construction of columnar sections, supported by facies analysis, geological profiles, description of the observed lithotypes, as well as microscopic analysis of the most representative samples of the facies identified at the outcrops, permitted classification of the rocks, and inferences about provenience and metamorphism. This study made possible the redefinition of stratigraphic metavolcano-sedimentary successions, of the Arroio das Pedras Formation.

Sumário

I. Introdução.....	1
II. Metas e Objetivos.....	2
III. Revisão Bibliográfica	
<i>III.1. Trabalhos Prévios.....</i>	<i>4</i>
<i>III.2. Definição de Fácies Sedimentares Adotada para o Trabalho.....</i>	<i>5</i>
<i>III.3. Breve Definição e Classificação de Turbiditos.....</i>	<i>6</i>
IV. Materiais e Métodos.....	8
V. Desenvolvimento do Trabalho.....	9
VI. Resultados Obtidos	13
<i>VI.1. A Formação Arroio das Pedras na Área de Pesquisa.....</i>	<i>13</i>
<i>VI.2. Análise de Fácies, Associações de Fácies e Interpretação dos Ambientes Depositionais.....</i>	<i>14</i>
<i>VI.3. Análise Petrográfica e de Proveniência.....</i>	<i>25</i>
VI. Considerações Finais.....	37
ReferênciaBibliográficas.....	38

I. Introdução

O presente Trabalho de Formatura compreendeu o estudo de unidades metavulcano-sedimentares não foliadas que afloram na porção nordeste da Folha Passo do Salsinho (Folha SH.22-Y-A-I-4, escala 1:50.000), localizada na região setentrional do município de Caçapava do Sul, no estado do Rio Grande do Sul (Fig. 01), pertencentes ao Terreno Rio Vacacaí

A área estudada apresenta rochas vulcano-sedimentares de baixo a muito baixo grau metamórfico, possivelmente de idade Neoproterozóica, localmente imbricada com outros litotipos do Terreno Rio Vacacaí, particularmente com pequenas escamas ofiolíticas (Fragoso-Cesar & Soliani Jr. 1984, Fragoso-Cesar 1991).

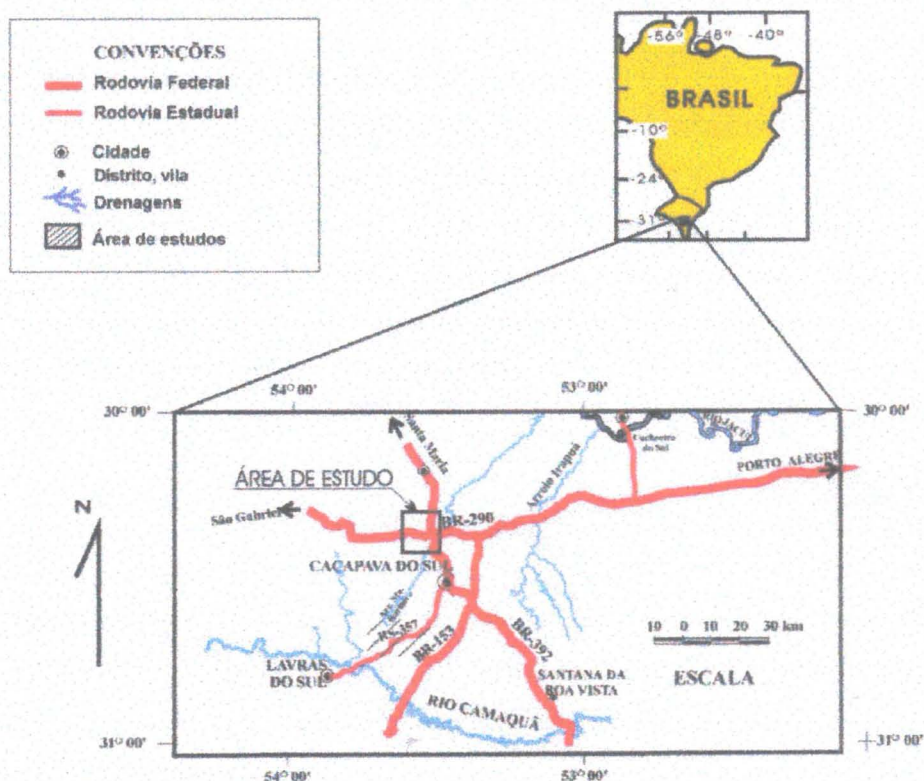


Figura 01: Mapa de localização da área estudada

As rochas aflorantes na área de estudo, inicialmente consideradas como pertencentes ao embasamento metamórfico do Escudo Gaúcho (e.g. por Ribeiro 1970, Bitencourt 1983, Drummond & Mossmann 1985, Santos *et al.* 1989 e Fragoso-Cesar 1991), foram posteriormente englobadas na Sequência Vulcano-Sedimentar II por Porcher *et al.* (1995), correspondente ao Grupo Bom Jardim, que constitui uma unidade vulcano-sedimentar não metamorfizada do Supergrupo Camaquã. Em essência, as exposições descritas por Porcher *et al.* (1995) são os mesmos afloramentos que Ribeiro (1970) correlacionou às supracrustais metamórficas, designando-as como “Vacacaí não xistoso”.

Essa falta de consenso sobre o posicionamento estratigráfico da unidade pesquisada tornaram necessários trabalhos de detalhe nesta região, que constitui peça-chave para o reconhecimento do posicionamento estratigráfico desta unidade, além de fornecer elementos para a compreensão da evolução do Embasamento Gaúcho e suas coberturas sedimentares.

A distinção entre as sucessões de origem sedimentar e vulcanogênica do Terreno Rio Vacacaí com outras relacionadas a eventos extensionais do Neoproterozóico III (Grupo Bom Jardim, Supergrupo Camaquã) é de extrema importância para a compreensão do contexto geotectônico do Escudo Gaúcho, pois erros de mapeamento e interpretação destes depósitos podem levar a correlações equivocadas de unidades do embasamento metamórfico com rochas da Bacia Camaquã.

A hipótese de trabalho adotada no presente projeto admitiu que tais sucessões são de fato correlacionáveis ao embasamento metamórfico da Bacia Camaquã (Fig. 02), como proposto por Ribeiro (1970).

Dentro desse contexto, a pouca intensidade do metamorfismo, que foi a característica geradora da controvérsia sobre sua posição estratigráfica, favoreceu a aplicação de técnicas de análise de fácies sedimentares para a reconstituição dos paleoambientes deposicionais.

Convém relatar que nos trabalhos de campo realizados em janeiro e setembro deste ano não foram encontrados elementos que favoreçam a inclusão das sucessões da área no Grupo Bom Jardim, sendo mais provável a hipótese de que se trata de uma unidade vulcano-sedimentar do embasamento (equivalente ao "Vacacaí não xistoso" de Ribeiro 1970).

II. Metas e Objetivos

Os principais objetivos do projeto constituíram-se na descrição detalhada das sucessões metavulcano-sedimentares aflorantes a norte da cidade de Caçapava do Sul e a interpretação da paleogeografia da unidade, com importantes implicações para a compreensão do paleoambiente e proveniência da unidade estudada.

Secundariamente procurou-se estabelecer critérios de distinção entre estas sucessões e aquelas vulcano-sedimentares do Grupo Bom Jardim, frequentemente confundidas em trabalhos de mapeamento na área.

O objetivo do projeto incluiu também o treinamento da aluna em técnicas de campo, com o levantamento de perfis e seções geológicas, análise de fácies sedimentares, interpretação de processos de transporte e deposição, interpretação de paleoambientes deposicionais e análise petrográfica de rochas metassedimentares e metaígneas. Em etapa de gabinete, realizou-se pesquisa bibliográfica que auxiliou na compreensão da área em foco. Nesta etapa foram ainda realizadas a interpretação e integração dos dados coletados.

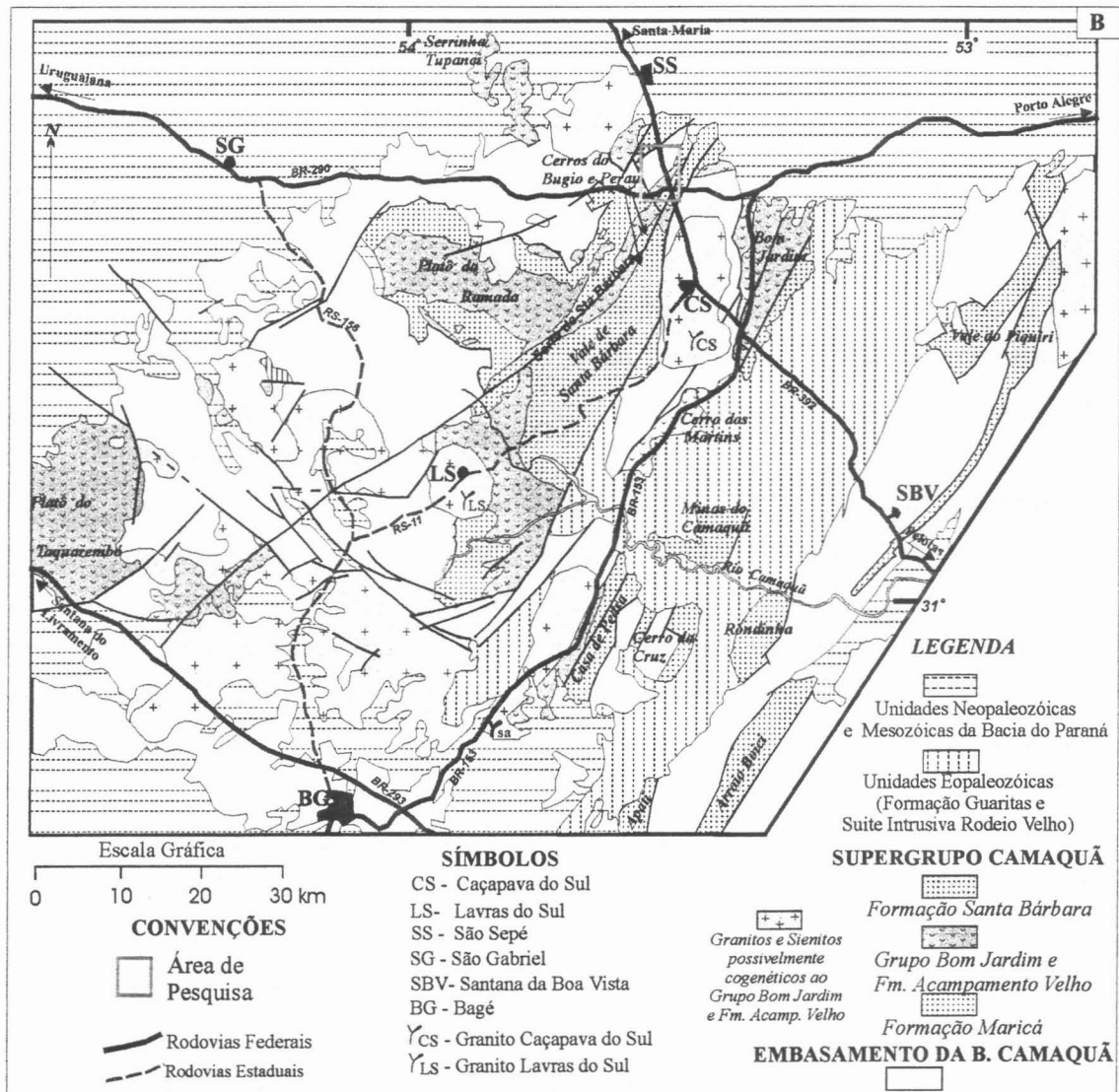
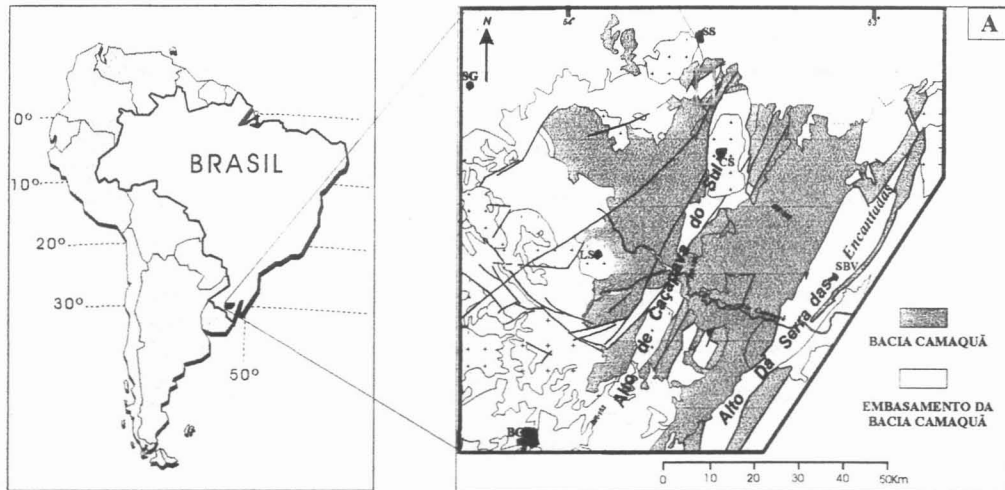


Figura 02: Figura ilustrativa da Bacia Camaquã (A); Figura das coberturas sedimentares, vulcânicas e vulcano-sedimentares do Supergrupo Camaquã na porção centro-sul do Rio Grande do Sul (1B). Modificado de Santos *et al.* (1989) e Frago-Cesar *et al.* (2000)

III. Revisão Bibliográfica

III.1. Trabalhos Prévios

A primeira descrição da geologia do Pré-Cambriano no Rio Grande do Sul foi feita pelo pioneiro Paulino Franco de Carvalho (1932), o qual separou em duas grandes unidades as rochas metamórficas. As primeiras, de idade “Arqueozóica”, constituem o “fundamento ou complexo cristalino” (“o gneiss”, “o micaxisto”, “o granito”, “o sienito”, “o calcáreo dolomítico” e outros, pg. 14 de Carvalho 1932). A segunda, do “Algonquiano”, foi subdividida em duas unidades: a Série dos Porongos (quartzitos, xistos micáceos e calcáreos), situada na região oriental do embasamento pré-cambriano, e, na ocidental, as “Formações Metamórficas das Cabeceiras do Vacacaí”, constituídas por duas unidades da categoria de formação: “Camadas de Palmas” e os “Filitos da Estação de Ibaré”.

No Mapa Geológico da região Caçapava do Sul - Lavras do Sul, de 1941, Leinz, Barbosa & Teixeira mantiveram a divisão de Carvalho (1932). Neste levantamento consideraram como Algonquiano a Série Porongos, constituída por um complexo de xistos metamórficos, calcáreos, quartzitos, com intrusões de granitos posteriores, referindo-se aos granitos Caçapava e Lavras (de idade ~590 M.a., segundo Remus *et al.* 2000).

Em 1962, Goni *et al.*, substituíram o termo Série Porongos por Grupo Porongos, no qual incluíram as formações Vacacaí e Cerro do Ouro, compostas, respectivamente, por rochas metamórficas de baixo grau e rochas magnesianas silicatadas. Por outro lado, as formações Cerro Mantiqueira (básicas e ultrabásicas) e Formação Cambaí (gnaisses e migmatitos) representariam unidades de idade pré-cambrianas, inferior e médio, do Escudo Sul-Rio -Grandense. Estas rochas constituiriam os terrenos pré-cambrianos da região.

Ribeiro *et al.* (1966), revendo a proposta estratigráfica de Goñi *et al.* (1962), não constataram nenhuma inconformidade entre as rochas metamórficas de baixo e alto grau, redefinindo o Grupo Porongos como composto pelas formações Cambaí (gnaisses e migmatitos), Vacacaí (metassedimentos), e Cerro Mantiqueiras (metaultrabásicas). Nas regiões consideradas nestes trabalhos, a Formação Vacacaí equivale, em parte, à “Filitos de Ibaré” definidos por Carvalho (1932).

Em 1970, Ribeiro descreveu arcóseos constituídos por fragmentos detríticos angulosos de vidros e de piroxênio na região delimitada a norte de Caçapava do Sul —que compreende a área da pesquisa— e englobou estes litotipos no denominado “Vacacaí não xistoso”.

Ribeiro & Fantinel (1978), aplicando princípios da tectônica de placas reuniram estas unidades na então designada Zona Oeste do Escudo Sul-riograndense, relacionada à evolução de complexo de subducção e estruturas associadas, apontando, prioritariamente à ocorrência de um oceano Pré-Cambriano a ocidente.

Fragoso-Cesar (1980), comparando as estruturas e litologias da Zona Oeste com as descritas na bibliografia internacional, redefiniu esta como um possível *greenstone belt*, posteriormente designado como Terreno Granito-*Greenstone* do Rio Vacacaí por Fragoso-Cesar e Soliani Jr.(1984).

Surgiu, na década de 1980, uma tendência de compartimentar as unidades anteriormente

designadas como formações Vacacaí e Cerro Mantiqueira, ou terreno *granito-greenstone*, em complexos metamórficos. É neste contexto que Bitencourt (1983) denomina de Complexo Passo Feio a associação metavulcano-sedimentar e a sucessão vulcanoclástica —unidade da atual pesquisa— que circundam o Granito Caçapava do Sul. A seqüência vulcanoclástica de condições anquimetamórficas, corresponde à associação não xistosa da Formação Vacacaí mapeada por Ribeiro (1970) e individualizada com a denominação de Formação Arroio das Pedras por geólogos da DOCEGEO (1977) ou Seqüência Arroio das Pedras por Santos *et al.* (1989).

Drummond e Mossmann (1985- *apud* Fragoso-Cesar 1991) descreveram esta unidade como anquimetamórfica, composta por rochas vulcanoclásticas, grauvacas e arcóseos, com subordinada participação de tufos básicos a intermediários, basaltos e formações ferríferas bandadas (BIFs).

Fragoso-Cesar (1991) correlacionou a ao “Vacacaí não xistoso” de Ribeiro (1970) e à parte do Complexo Passo Feio (de Bitencourt 1983), considerando que os depósitos aflorantes nesta região teriam sido gerados em porções distais de uma bacia de ante arco. Segundo Fragoso-Cesar (1991), esta bacia de ante arco estaria relacionada a um arco de ilha intraoceânico, que identificou a partir das associações ofiolíticas e gnaisses (Gnaisses Cambaí) calci-alcalininos de baixo K₂O. Sua idade neoproterozóica já havia sido descoberta por Soliani Jr. (1986), posteriormente corroborada nos trabalhos geocronológicos de Machado *et al.* (1988), Chemale Jr. *et al.* (1994), Babinski *et al.* (1996) etc.

Todos os trabalhos realizados até então consideravam as rochas anquimetamórficas da região aqui investigada —Formação Vacacaí não xistoso ou Formação Arroio das Pedras— como pertencentes ao embasamento metamórfico. No entanto, em 1995, Porcher e colaboradores englobaram estas na Seqüência Vulcano-Sedimentar II, pertencente à cobertura vulcano-sedimentar do Grupo Bom Jardim (fim do Neoproterozóico III) de Ribeiro *et al.* (1966), e descreveram rochas vulcânicas de composição intermediária e vulcanoclásticas (tufos verdes). Em essência, as exposições descritas por Porcher *et al.* (1995) correspondem aos mesmos afloramentos que Ribeiro (1970) designou como “Vacacaí não xistoso” e os geólogos da DOCEGEO como Formação Arroio das Pedras, conceito aqui recuperado.

III.2. Definição de Fácies Sedimentares Adotada para o Trabalho

O uso do termo “fácies” foi introduzido por Gressly em 1938 (*apud* Reading 1986), que utilizou para relatar a soma total de aspectos litológicos e paleontológicos de uma unidade estratigráfica.

Características de sedimentos recentes, quando combinadas, podem ser relacionadas com rochas sedimentares antigas. Deste agrupamento podem ser obtidos modelos que caracterizam ambientes sedimentares particulares (Walker, 1992).

Segundo Walker (1992), fácies é definida como um corpo de rocha caracterizado por uma combinação de aspectos estruturais, litológicos e biológicos que melhor ressalte as particularidades do corpo em relação às rochas acima, abaixo e adjacentes.

Reading (1986) definiu fácies como, um corpo de rocha que pode ser definido com base em cor,

composição, textura, estruturas sedimentares e fósseis. Segundo o autor, o conceito de fácies pode ser utilizado em escalas diversas, tanto de forma descritiva como interpretativa. A classificação e metodologia muda de acordo com o objetivo do trabalho, como exemplo, para escalas regionais e podemos utilizar o termo fácies tanto para ambientes sedimentares como tectônicos.

Desta forma, o conceito de fácies adotado para o presente trabalho resume aqueles propostos por Walker (1992) e Reading (1986), tendo-se considerado predominantemente os aspectos físicos das camadas sedimentares (como granulometria, estrutura, cor, espessura, geometria, dentre outros) para as descrições de fácies durante os trabalhos de campo.

Após a descrição e análise das fácies, estas receberam um código, de forma semelhante ao que Miall (1990) fez com as fácies descritas para sistemas aluviais e fluviais.

Posteriormente, as fácies foram agrupadas em associações de fácies para a interpretação do tipo de depósito e dos processos e ambientes de sedimentação, baseando-se em artigos especializados, conforme já descrito anteriormente.

III.3. Breve Definição e Classificação de Turbiditos

O conceito de corrente de turbidez foi introduzido na literatura geológica por Kuenen e Migliorini em 1950. Segundo Walker (1992), "*Turbiditos são definidos como depósitos de correntes de turbidez, sendo geralmente considerados como depósitos de águas profundas. O processo de correntes de turbidez pode ocorrer a qualquer profundidade, mas para os depósitos serem preservados como turbiditos não devem ser retrabalhados por outros tipos de processos. Isto implica que, estes devem localizar-se abaixo do nível de tempestade a no mínimo 250-300 m de profundidade*".

Para Walker (1992), o estudo sistemático dos processos de correntes de densidade e dos depósitos antigos a elas associados, iniciados a partir da década de 50 com os trabalhos de Kuenen e Migliorini (1950), permitiu o reconhecimento de um conjunto de feições características de depósitos turbidíticos, associando-se pacotes com uma sucessão prevista de litotipos e estruturas a eventos individuais de deposição por correntes de turbidez. Estes pacotes são tipicamente associações granodecrescentes de arenitos, siltitos e folhelhos, por vezes com níveis conglomeráticos na base, e apresentam as seguintes feições características:

- 1-Os arenitos e folhelhos são monotonamente intercamadados através de sucessões decamétricas até hectamétricas ciclicamente repetidas;
- 2-As camadas tendem a ter base plana e reta, sem indícios de erosão das camadas subjacentes;
- 3-As bases das camadas possuem marcas de solas abundantes, predominantemente turboglifos;
- 4-Entre as camadas de arenito a granulometria normalmente decresce em direção ao topo da camada. O horizonte inferior A normalmente não possui estrutura e grada ascendente para o horizonte B arenoso com laminação plano-paralela. O horizonte B grada para o horizonte C que possui laminação cruzada cavalgante. Ambos os horizontes B e C podem também conter laminação convoluta. O horizonte C é sobreposto pelo horizonte D siltico e argiloso com laminação plano-paralela. O horizonte superior E, é pelítico e geralmente depositado pela acumulação lenta da lama

suspensa após a passagem da corrente turbidítica (deposição hemipelágica). Esse agrupamento de estruturas e litologias sedimentares foi publicado primeiramente por Bouma (1962) e é conhecido como a "Seqüência de Bouma".

Walker (1992) considera que, em pequenas extensões, o modelo de Bouma encaixa-se muito bem. Por outro lado, quando a corrente turbidítica torna-se lenta (como em áreas mais distais à fonte), o modelo prediz que as camadas iniciam-se nos horizontes B ou C (Fig. 03). Desta forma, o autor propõe uma classificação para os depósitos turbidíticos, considerando uma subdivisão em cinco principais associações de fácies, resumidas na tabela a seguir.

Tabela 01: Classificação de Turbiditos proposta por Walker (1992)

<i>Classificação</i>	<i>Características dos Depósitos</i>
<i>Turbiditos Clássicos (Classical Turbidites)</i>	Esta associação de fácies é caracterizada pela alternância monótona de arenitos tabulares e lamitos intercamadados. É subdividida ainda em dois tipos principais: <u>turbiditos de camadas finas (thin bedded)</u> , termo utilizado para camadas decimétricas ou mais delgadas e turbiditos de camadas grossas (<i>thick bedded</i>), que indica camadas de mais de um metro de espessura.
<i>Arenitos maciços (Massive Sandstones)</i>	Há uma graduação nas fácies de um turbidito clássico com camadas espessas para arenitos maciços. Nos arenitos maciços, há evidências de erosão do substrato, e as camadas estão normalmente associadas a canais com muitos metros de profundidade. O aspecto monótono dos intercamadamentos de arenitos e folhelhos característico dos turbiditos clássicos é perdido. Podem ter espessuras variando de 50 cm a muitos metros, normalmente o único horizonte da Série de Bouma presente é o A. A presença de acamamento gradacional é sutil ou ausente.
<i>Arenitos seixoso (Pebbly Sandstones)</i>	As camadas nesta associação de fácies tendem a ser bem gradadas. Estratificações internas são pouco abundantes e consistem preferencialmente em estratificações horizontais brutas e grosseiras, ou muito menos comum em estratificações cruzadas plano-tabulares. Nenhum modelo foi proposto para esta associação de fácies. As camadas de arenitos seixosos são normalmente acanaladas e lateralmente descontínuas, e intercamadamentos com pelitos são bastante incomuns.
<i>Conglomerados (Conglomerates)</i>	São volumetricamente menos abundantes em águas profundas do que as outras fácies, mas quando ocorrem, são importante indicio de sedimentação nestes ambientes. Uma das principais feições apresentadas é o imbricamento de clastos, que é representado por clastos cujo eixo longo posiciona-se paralelo ao fluxo.
<i>Lamitos seixosos (Pebbly Mudstones, Debris Flows, Slumps and Slides):</i>	Lamitos seixosos (Crowell, 1957), consiste em seixos e clastos de arenito e lamito, dispersos em uma matriz silto-argilosa. Uma provável origem para tal textura é a rápida deposição de areia e pedregulho no topo de lamitos muito aquosos e inconsolidados (o peso dos seixos causa a saída da água e a mistura dos mesmos com a lama). Outra hipótese de origem, para estes depósitos é serem formados por "debris flows", fluxo de lama capaz de suportar e transportar clastos grossos.

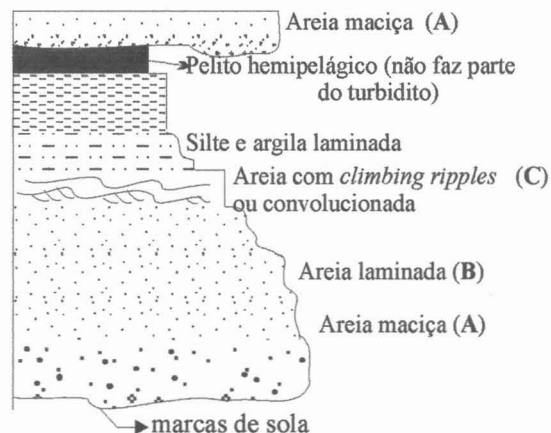


Figura 03: Seqüência de Bouma (extraído de Walker 1992)

IV. Materiais e Métodos

O trabalho de formatura teve como principais enfoques a atividade de campo, seguido de tratamento dos dados obtidos.

A atividade de campo foi dividida em duas fases, a primeira com duração de doze dias, teve início no dia 07/01/03 e término em 19/01/03. A segunda fase foi realizada em setembro do dia 04 ao dia 08. Estas atividades constituíram-se das seguintes etapas:

- (I) Levantamento de perfis geológicos e seções colunares: foram realizados levantamentos de perfis geológicos da área de pesquisa, principalmente ao longo da rodovia federal BR 392 e estradas vicinais, que apresentam excelentes exposições de seus litotipos. Estes levantamentos foram acompanhados por elaboração detalhada de seções colunares e análise de fácies, além de coleta de amostras de rochas sedimentares e vulcânicas mais significativas para as análises petrográficas.
- (II) Descrição e análise de fácies: as descrições de fácies das sucessões estudadas foram realizadas nos trabalhos de campo, levando em consideração a composição da rocha, granulação e seleção granulométrica, estruturas sedimentares e geometria das camadas de acordo com propostas de Walker (1992) e Reading (1986).
- (III) Coleta de amostras: foram amostrados os litotipos de maior relevância na área de estudos, de forma representativa.

O trabalho de gabinete contou com as seguintes atividades:

- (i) Revisão bibliográfica e cartográfica;
- (ii) Preparação de lâminas e análise petrográfica, para a obtenção de classificação litológica (com a observação de texturas, maturidade mineralógica e textural), bem como o grau metamórfico;
- (iii) Análise de proveniência: esta metodologia foi enfaticamente aplicada em seções delgadas de meta-arenitos tentando separar fontes siliciclásticas, oriundas de regiões continentais, de fontes vulcanogênicas, possivelmente representando o arco vulcânico do Terreno Rio Vacacaí.
- (iv) Classificação de fácies e interpretação dos processos e tipos de depósitos com base em modelos publicados (*e.g.* Reading 1986, 1996; Walker & James 1992).
- (v) Interpretação do paleoambiente deposicional, foi baseada na comparação entre as fácies e associações de fácies descritas e nos modelos de fácies análogos publicados em revistas especializadas e livros-texto (*e.g.* Reading 1986, 1996; Walker & James 1992).
- (vi) Representação gráfica das seções levantadas.
- (vii) Interpretação do paleoambiente.

V. Desenvolvimento do Trabalho

A área escolhida para o projeto apresenta cerca de 60 km², localizada na cidade de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. Este Trabalho de Formatura esteve vinculado a um conjunto de pesquisas sobre o embasamento e as coberturas do Escudo Gaúcho, coordenado pelo Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso-Cesar (processo FAPESP 00/07510-4).

As atividades desenvolvidas neste projeto de formatura consistiram de trabalhos de campo e de gabinete, sumarizados na tabela 02.

Durante a primeira etapa de campo foram descritos 58 afloramentos (vide mapa de pontos – Fig. 04 – e tabela de pontos – Tabela 03) e coletadas 65 amostras para análises e classificações petrográficas dos termos sedimentares e vulcânicos. Dois afloramentos apresentaram condições propícias para o levantamento de seções de detalhe nesta primeira etapa.

Na segunda etapa de campo, foram descritos 28 pontos (Fig. 04). Nesta etapa foram coletadas 26 amostras para as análises petrográficas. Esta etapa foi bastante relevante para o avanço e evolução do trabalho, pois possibilitou a execução de um perfil geológico perpendicular ao acamamento local, informação que permitiu estabelecer topo e base das camadas, assim como a espessura aproximada da unidade no local. Também foi possível o levantamento de uma seção colunar e coleta de amostras das fácies sedimentares e vulcânicas para a posterior comparação com outras fácies encontradas na área de estudo.

O baixo grau metamórfico das rochas possibilitou o reconhecimento das estruturas primárias sedimentares e análise de fácies, utilizada na interpretação dos processos de sedimentação.

Nos trabalhos de gabinete foram preparados mapas e perfis geológicos, na escala de 1:50.000, onde foram locados 86 pontos, estando a maior parte destes pontos na porção setentrional da Folha Passo do Salsinho.

Também foram elaborados diagramas de seções colunares, apresentando os diversos tipos de fácies observadas no campo, com respectivas interpretação dos processos sedimentares. O agrupamento das fácies em associações de fácies foi utilizado na interpretação dos ambientes deposicionais, baseando-se nas bibliografias adequadas ao tema.

A análise petrográfica envolveu a caracterização microscópica das fácies estudadas, tendo-se levantado a proveniência das fácies sedimentares, para o reconhecimento das áreas-fonte, bem como a classificação das rochas vulcânicas e a identificação do grau metamórfico.

Tabela 02: Principais atividades realizadas durante o desenvolvimento do trabalho

	1º sem/2003				2º sem/2003			
Revisão bibliográfica e cartográfica	■	■	■	■	■	■	■	■
Trabalhos de campo	■					■		
Análises micropetrográficas		■	■	■	■		■	
Tratamento dos dados de campo e gabinete		■	■	■	■		■	■
Elaboração do texto do trabalho de formatura				■	■		■	■

FIGURA 04: Mapa de Pontos

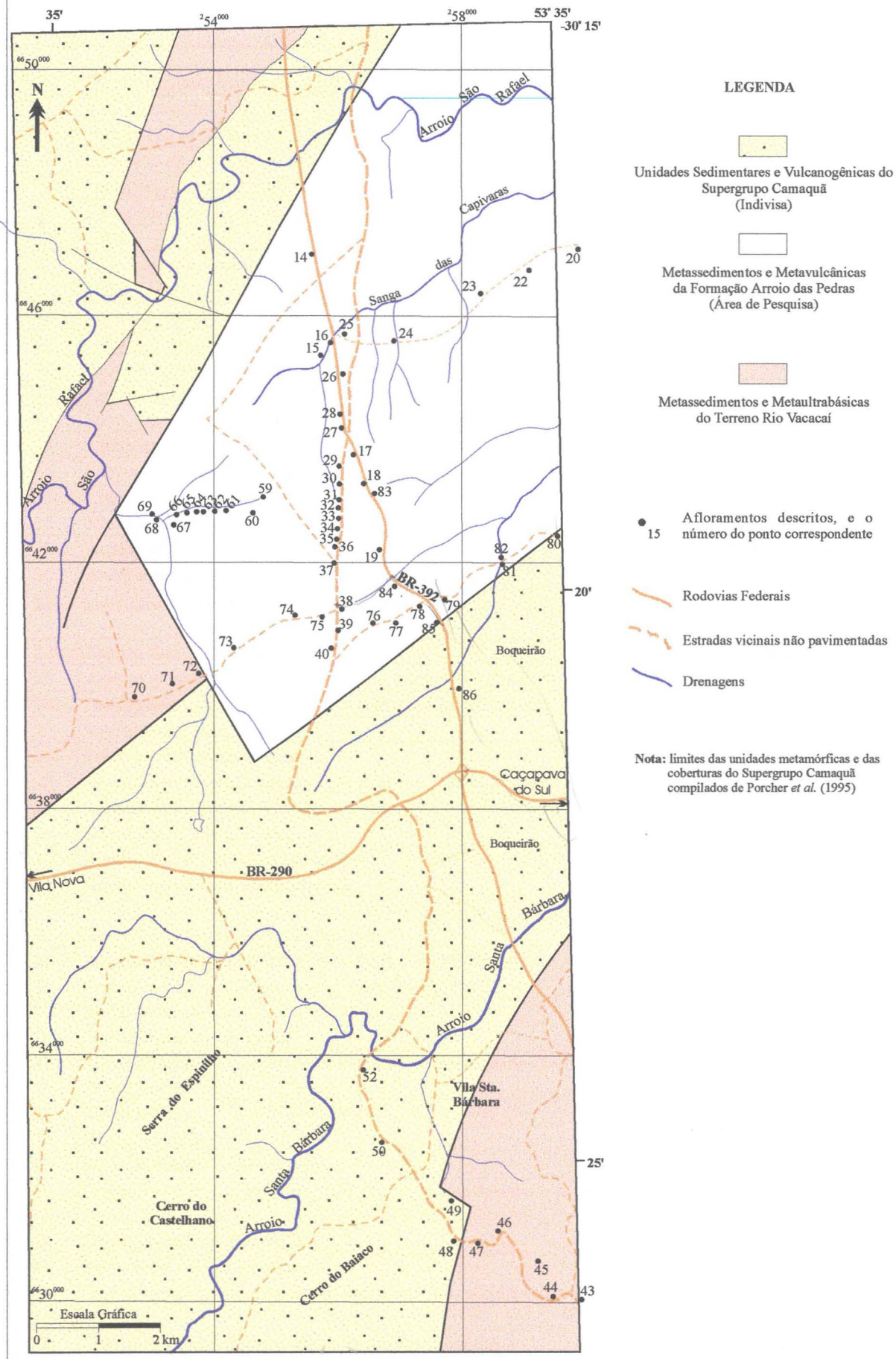


Tabela 03: Descrição de pontos

Ponto	Litologias	Acamamento (Rumo de mergulho)
1	Siltito laminado-Vulcânica e Subvulcânica interm/básica	
2	Siltito laminado-Vulcânica e Subvulcânica interm/básica	342/70
3	Vulcânica interm/básica	
4	Alteração de rocha de coloração ocre	
5	Feldspato quartzo clorita xisto	286/60-293/65-295/45
6	Feldspato quartzo clorita xisto com porfiroclastos de	286/45
7	Filito	
8	Filito bastante alterado	275/40
9	Filito	
10	Filito em contato com material quartzoso	
11	Filito	280/52
12	Ardósia bastante injetada por sílica	285/50
13	Ardósia em contato com vulcânica interm/básica	300/35
14	Siltito laminado - Pelito maciço - Vulcânica interm/básica	118/70
15	Siltito laminado	105/80
16	Subvulcânica interm/básica	
17	Arenito fino maciço	
18	Siltito laminado	96/68 - 95/70
19	Argilito maciço - Siltito laminado	120/48 - 125/45
20	Arenito grosso com grânulos - Arenito médio-fino	304/72
21	Subvulcânica interm/básica - Arenito médio	140/48 - 132/45 -150/55
22	Arenito fino - Siltito laminado	128/38
23	Arenito grosso com grânulos - Arenito médio-fino com pirita	100/65 - 86/40 - 92/40
24	Arenito fino - Arenito grosso com grânulos - Siltito maciço	127/85
25	Subvulcânica interm/básica	
26	Subvulcânica interm/básica	
27	Arenito fino - Arenito grosso com grânulos - Siltito maciço	
28	Arenito fino - Subvulcânica interm/básica	
29	Subvulcânica interm/básica	
30	Arenito fino-médio, com intraclastos	112/72
31	Arenito fino-médio, níveis siltosos	122/70 - 132/65 - 133/60
32	Arenito fino-médio, níveis siltosos finos	110/60
33	Arenito fino-médio, níveis siltosos finos com intraclastos	
34	Arenito médio com intraclastos - Subvulcânica interm.	112/45
35	Siltito laminado	105/60
36	Subvulcânica interm/básica	
37	Arenito fino-médio, níveis siltosos finos com intraclastos - Subvulcânica interm/básica	140/50 - 102/60
38	Siltito maciço	
39	Siltito laminado	120/50
40	Siltito laminado - Arenito maciço	
41	Gnaiss tonalítico com níveis anfibolíticos - Álcali-feldspato granito	
42	Gnaiss tonalítico milonitizado	
43	Talco xisto - Gnaiss tonalítico	
44	Gnaiss tonalítico com níveis anfibolíticos - Álcali-feldspato granito	
45	Gnaiss tonalítico milonitizado com níveis anfibolíticos	

Ponto	Litologias	Acamamento (Rumo de mergulho)
46	Anfibolito	
47	Gnaiss tonalítico milonitizado com níveis anfibolíticos	
48	Contato erosivo - Gnaiss tonalítico, Brecha sedimentar	304/40
49	Andesito subvulcânico	
50	Andesito subvulcânico	
51	Andesito subvulcânico	
52	Andesito subvulcânico	
53	Siltito laminado - Arenito fino micáceo	103/80
54	Arenito fino micáceo	226/78
55	Quartzito micáceo dobrado	
56	Muscovita-Quartzo xisto	
57	Siltito laminado	280/25
58	Conglomerado arcoseano	
59	Arenito médio-grosso, com intraclastos - Arenito fino laminado, com níveis siltosos	138/67 - 150/50
60	Siltito laminado	112/45
61	Arenito laminado	112/70
62	Siltito laminado convolucionado	116/75 - 111/70 - 108/78
63	Arenito fino - Siltito laminado convolucionado	108/75 - 112/70
64	Subvulcânica interm/básica	
65	Arenito fino - Siltito laminado	
66	Arenito laminado	
67	Subvulcânica interm/básica	
68	Subvulcânica interm/básica	
69	Subvulcânica interm/básica	
70	Sericita-Quartzo xisto	202/30 - 229/38 - 242/35
71	Sericita-Quartzo xisto	240/28 - 252/33
72	Siltito maciço	
73	Arenito fino-médio maciço - Siltito laminado	350/35 - 358/35
74	Arenito fino-médio maciço - Siltito laminado - Subvulcânica interm/básica	120/30
75	Subvulcânica interm/básica - Arenito médio	
76	Subvulcânica interm/básica - Siltito maciço	
77	Siltito maciço - Subvulcânica interm/básica	
78	Siltito maciço - Subvulcânica interm/básica	95/70 - 152/35
79	Siltito laminado	138/30
80	Arenito médio-grosso arcoseano (Fm. Maricá)	
81	Subvulcânica interm/básica	
82	Subvulcânica interm/básica	
83	Arenito médio-grosso, com intraclastos - Arenito fino laminado, com níveis siltosos	
84	Arenito médio-grosso, com intraclastos - Arenito fino laminado, frequentes níveis siltosos	
85	Arenito fino maciço ocre	
86	Arenito fino maciço ocre - Siltito laminado - Riolito intrusivo	

VI. Resultados Obtidos e Interpretação dos Resultados

O principal resultado obtido no presente trabalho foi o reconhecimento e classificação dos litotipos aflorantes na área de estudo, englobados na Formação Arroio das Pedras (denominados inicialmente por geólogos da DOCEGEO 1977 – *apud* Porcher *et al.* 1995). Estes trabalhos possibilitaram ainda a elucidação do problema de correlação estratigráfica e, por consequência, a uma redefinição da Formação Arroio das Pedras.

Desta forma, foram obtidos um conjunto de dados que inclui seções colunares, descrições de fácies sedimentares e análises petrográficas dos litotipos mais representativos da Formação Arroio das Pedras. O tratamento destes dados e sua integração possibilitou a interpretação dos tipos de depósitos aflorantes na área-de estudo, que permitiu a reconstituição dos paleoambientes deposicionais da unidade e sua evolução ao longo da coluna estratigráfica.

Também foram realizadas análises de proveniência, obtidas a partir da petrografia sedimentar das fácies areníticas. Estas análises elucidaram o caráter das áreas-fonte, contribuindo para a compreensão do contexto geotectônico da unidade.

VI.1. A Formação Arroio das Pedras na Área de Pesquisa

Na área de pesquisa, a Formação Arroio das Pedras é composta predominantemente por rochas detríticas e subordinadas rochas vulcânicas intercaladas. As rochas sedimentares apresentam camadas com direção principal NE/SW e mergulho para SE, variando de 30° a 80°, por vezes rotacionadas quando próximas a falhas.

As rochas detríticas constituem-se de camadas, com espessuras centimétricas a métricas e geometria tabular, de arenitos finos a médios maciços e laminados e de siltitos laminados e maciços. Cada uma destas camadas foram individualizadas como fácies e agrupadas em associações faciológicas, que encontram-se representadas pelas seções colunares levantadas durante os trabalhos de campo.

As associações de fácies, detalhadas a seguir, se assemelham às descritas por Walker (1992) para depósitos de corrente de turbidez. As associações de fácies encontradas são caracterizadas pela alternância monótona de camadas de arenitos e siltitos tabulares, classificadas como turbiditos de camadas finas (*thin bedded*) e turbiditos de camadas grossas (*thick bedded*). As primeiras são caracterizadas por intercalações de camadas centimétricas a decimétricas de arenitos finos e siltitos e, a segunda, constitui-se de camadas decimétricas a métricas de arenitos finos a médios. Ocorrem ainda associações de fácies com predomínio de arenitos médios maciços, classificados como turbiditos do tipo *massive sandstones*.

As rochas vulcânicas e subvulcânicas da área de pesquisa apresentam como minerais essenciais plagioclásio, anfíbólio e clinopiroxênio, ocorrendo como secundários clorita, epidoto, quartzo e

opacos. A classificação dos litotipos vulcânicos foi feita estimando-se qualitativamente as proporções dos principais minerais félsicos presentes na rocha e de acordo com as proporções estimadas estas se situam, no diagrama QAPF, no campo dos basaltos e andesitos (Fig. 05).

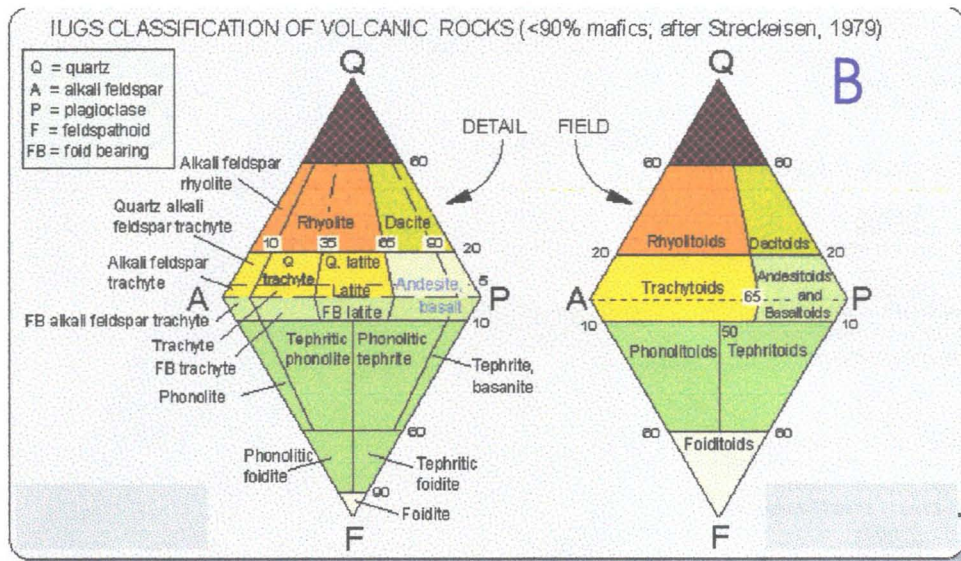


Figura 05: Classificação petrográfica de rochas vulcânicas baseada na proporção de minerais félsicos (Streckeisen 1979)

VI.2. Análise de Fácies, Associações de Fácies e Interpretação dos Ambientes Depositionais

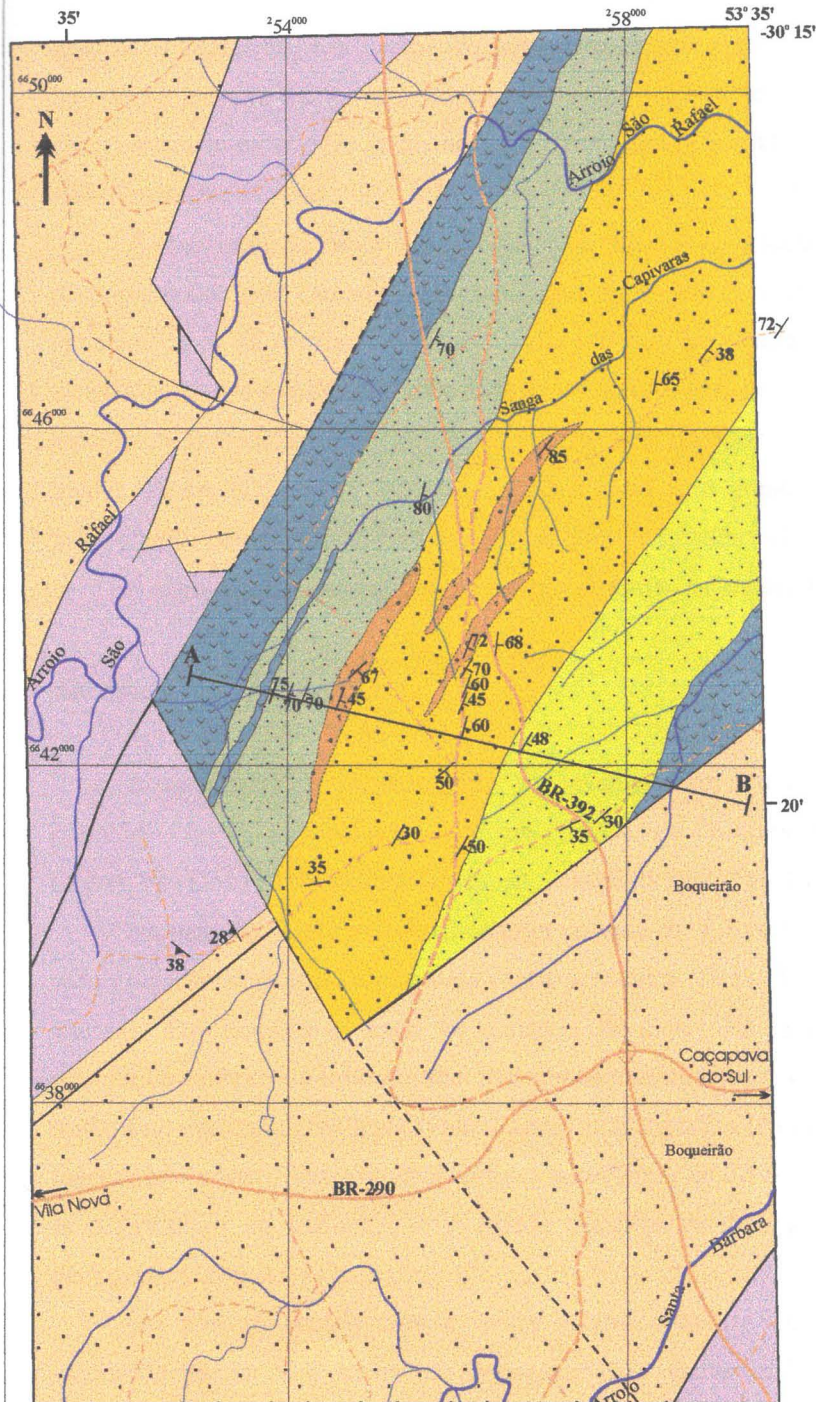
As descrições de fácies foram realizadas durante os trabalhos de campo, principalmente nos afloramentos que apresentavam exposições favoráveis para o levantamento de seções de detalhe, sendo posteriormente agrupadas em associações de fácies para posterior interpretação dos tipos de depósitos aflorantes na área de pesquisa. Nos afloramentos que não apresentavam exposições satisfatórias também foram descritas as fácies para posteriores correlações.

Foram individualizadas três associações de fácies, representadas pelas seções colunares levantadas nos afloramentos 14, 37 e 83. Estas associações de fácies foram individualizadas em função de seu posicionamento estratigráfico, denominadas informalmente como associação de fácies inferior, intermediária e superior e encontram-se representadas no mapa geológico (Fig. 06) e no perfil geológico (Fig. 07).

As fácies encontradas em campo foram descritas e receberam um código, de forma análoga à proposta de Miall (1978, 1996) para depósitos de sistemas aluviais e fluviais, no qual a primeira letra (maiúscula) corresponde a granulometria e a segunda e/ou terceira letra (minúscula) representam a estrutura observada, como por exemplo, **Ac** -arenito com estratificação cruzada. A descrição e caracterização das fácies diagnosticadas nas seções permitiu o agrupamento destas fácies em associações de fácies.

A associação de fácies inferior pode ser estudada no ponto 14, ocorrendo neste local como uma sucessão de 16,5 metros. Nesta associação foram identificadas quatro fácies, constituídas por rocha vulcânica fanerítica fina esverdeada (fácies **Ff**) com porções porfiríticas (fácies **P**), siltito arenoso laminado de tonalidade verde (fácies **Sl**) e pelito maciço (fácies **Pm**).

FIGURA 06: Mapa Geológico



LEGENDA

SUPERGRUPO CAMAQUÃ

Unidades Sedimentares e Vulcanogênicas do Supergrupo Camaquã (Indivisa)

FORMAÇÃO ARROIO DAS PEDRAS

Rochas Metavulcânicas Superior

Associação de Fácies Superior:
Turbiditos Clássicos de Camadas Espessas de Arenitos Maciços

Associação de Fácies Intermediária:
Turbiditos Clássicos de Camadas Espessas e de Arenitos Maciços, com Turbiditos de preenchimento de canais submarinos

Associação de Fácies Inferior:
Depósitos de Fundo Marinho e Rochas Metavulcânicas

SUPRACRUSTAIS VACAÍ

Metassedimentos e Metultrabásicas do Terreno Rio Vacacaí

CONVENÇÕES

35 Atitude média da camadas

38 Foliação Metamórfica

Rodovias Federais

Estradas vicinais não pavimentadas

Drenagens

Nota: limites das unidades metamórficas e das coberturas do Supergrupo Camaquã compilados de Porcher *et al.* (1995)

PERFIL A-B



FIGURA 07: Perfil Geológico



A associação de fácies Intermediária, levantada no ponto 37, aflora em uma exposição de 41,5 metros de espessura, e é constituída por quatro fácies: arenito fino laminado (fácies **Al**) e níveis de laminação cruzada (fácies **Ac**); siltito arenoso laminado (fácies **Sl**) e camadas heterolíticas (fácies **H**) composta de intercalações de níveis milimétricos das fácies **Al** e **Sl**; arenito médio a fino maciço muito silicificado (fácies **Am**).

A associação de fácies superior, representada por uma seção levantada no ponto 83, é constituída principalmente por camadas de granulação fina que ocorrem em uma sucessão com espessura aproximada de 45 metros. Nesta associação puderam ser separadas quatro fácies sedimentares, citadas de acordo com o predomínio de ocorrência, tendo-se observado com abundância arenito fino maciço localmente laminado (fácies **Am1**); siltito laminado que por vezes intercala-se com níveis de arenito médio (fácies **Sl**); arenito médio a grosso maciço com grânulos esparsos (fácies **Am**) e, de forma subordinada, ocorre arenito fino com laminações onduladas e climbing ripples no topo (fácies **Ac**).

A seguir, estas associações são melhor descritas e caracterizadas.

Associação de Fácies Inferior

A associação de fácies inferior foi levantada em um corte da BR 392 e correspondente ao ponto 14 (Fig. 08). É constituída por um conjunto de litotipos bastante distintos incluindo rochas de origem vulcânica e sedimentar. O depósito apresenta aproximadamente 18 metros de espessura.

Na base da seção encontramos uma camada de 4,5 metros de rocha fanerítica fina (fácies **Ff**) com gradação interna do corpo para rocha porfírica (fácies **P**) de mesma composição, parcialmente alterada. Em amostra de mão os minerais da fácies **Ff** aparecem equidimensionais com hábito prismático, cor preta e brilho vítreo. A rocha apresenta textura granular hipidiomórfica, sendo a porção muito fina indistinta com lupa, (vide descrição petrográfica lâmina 14c). A porção porfírica apresenta fenocristais máficos bastante idiomórficos que variam de 2 a 4 cm de hábito prismático assemelhando-se a piroxênio ou anfibólio, com matriz afanítica de coloração verde acinzentada (ver descrição petrográfica lâmina 14a).

Em contato brusco com a rocha vulcânica ocorre uma camada de siltito laminado, com geometria tabular e 1 metro de espessura. Esta fácies pode ser vista em detalhe na descrição petrográfica da lâmina 14e (item VI.3). O siltito transiciona para camada de argilito maciço, tabular, de 4,5 metros. Esta porção foi muito percolada por veios de quartzo. Finalmente nos últimos 5,5 m, em contato transicional, volta a ocorrer o siltito laminado.

Esta primeira associação de fácies apresenta o predomínio de fácies indicativas de processos de decantação, sendo interpretado que o depósito foi gerado em ambientes de águas profundas, sem atividades de processos de correntes de turbidez neste afloramento.

Por outro lado, fácies indicativas de processos turbidíticos foram observadas nestas sucessões basais, em perfil geológico levantado na área, de direção WNW-ESE (Fig. 07). Estas fácies são representadas por camadas centimétricas a decimétricas de arenitos finos a muito finos laminados

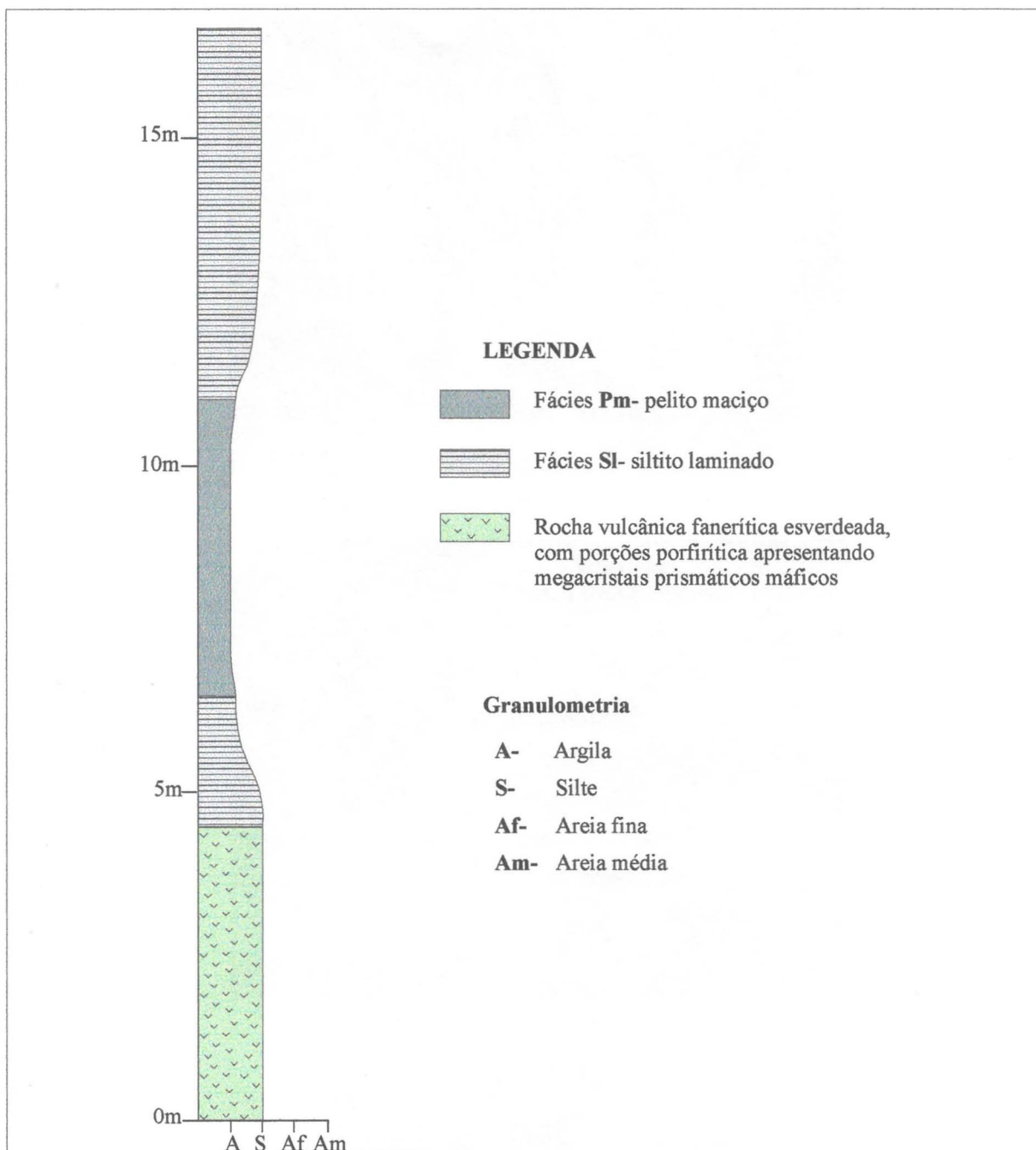


Figura 08: Seção de detalhe do ponto 54 -Associação de Fácies Inferior

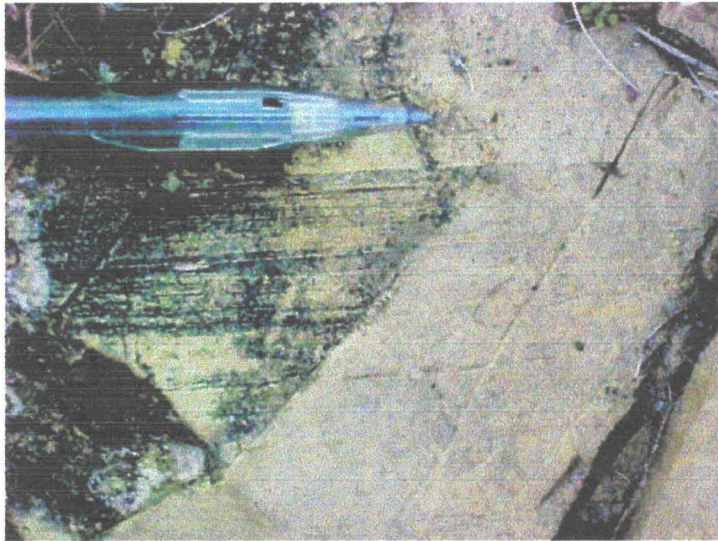


Figura 09: Fácies de arenito fino laminado



Figura 10: Fácies de arenito fino com marcas onduladas

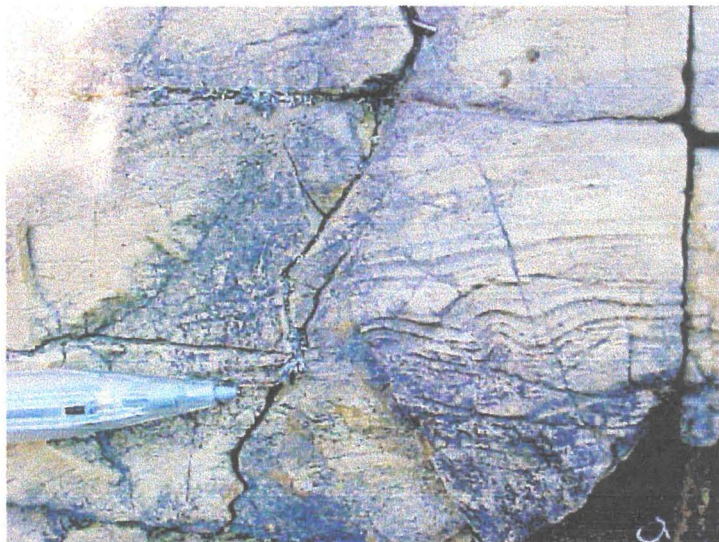


Figura 11: Fácies de arenito fino convolucionado

(Fig. 09) e com marcas onduladas (Fig. 10), por vezes apresentando camadas centimétricas de arenito siltoso convolucionado (Fig. 11), o que possivelmente represente processos de *slump*. Estas fácies encontram-se intercaladas à camadas decimétricas de argilitos maciços, gerados por processos de decantação.

Desta forma, esta associação de fácies pode ser classificada como Depósitos de Fundo de Bacia associados a turbiditos clássicos de camadas finas, seguindo critérios de Walker (1992).

Cabe ressaltar que a presente associação de fácies demonstra e reforça a íntima relação de ocorrência de atividades vulcânicas concomitantes à sedimentação.

Associação de Fácies Intermediária

Em estrada de terra próximo à Fazenda São Rafael, ocorre excelente exposição de depósito sedimentar rítmico, com espessura aflorante de aproximadamente 50 m, localizada no mapa de pontos como ponto 37 (Fig. 04). Nesta localidade afloram sucessivas camadas com geometria tabular, coloração verde acinzentada, e espessuras que variam de centimétricas a métricas. Esta sucessão representa a associação de fácies intermediária, ilustrada na Fig. 12.

As fácies observadas nesta associação de fácies contituem-se predominantemente de arenito fino maciço (fácies **Am**), arenito fino laminado (fácies **Al**), arenito fino com laminação cruzada (fácies **Ac**), além de camadas centimétricas de siltito laminado (fácies **Sl**) e camadas heterolíticas (fácies **H**).

Nos primeiros 6 metros, a seção constitui-se de camadas tabulares decimétricas a métricas, compostas de camadas de arenito fino laminado (fácies **Al**) intercaladas com camadas de arenito muito fino com laminação cruzada (fácies **Ac**), que comumente transicionam para camadas decimétricas de siltito laminado (**Sl**). Estas fácies foram interpretadas como tendo sido geradas por correntes de turbidez de baixa densidade em continua desaceleração (fácies **Al** transicionando para fácies **Ac**) passando para processos de decantação de material em suspensão (fácies **Sl**).

Nos 20 metros seguintes, ocorrem camadas tabulares decimétricas de arenito fino a médio maciço, muito silicificado (fácies **Am**) que comumente transicionam para camadas heterolíticas (fácies **H**) ou, subordinadamente, camadas de **Al** e **Ac**.

Este segundo padrão de empilhamento sugere fluxos gravitacionais de maior densidade (representada pela fácies **Am**) em relação à fácies **Al**, transicionando para processos de fluxos turbidíticos de menor densidade e para processos de decantação (fácies **H**). Cabe ressaltar que a fácies **Am** comumente apresenta base erosiva, sugerindo diversos pulsos de correntes de turbidez.

Para o topo deste trecho de 20m, as fácies **Am** diminuem de espessura e transicionam diretamente para camadas mais espessas, e frequentes, de siltito laminado (fácies **Sl**). Este padrão sugere uma retomada dos processos de decantação neste trecho da seção.

Nos últimos 12,5 metros da seção levantada, os processos gerados por correntes de turbidez voltam a prevalecer, sendo observados predomínio da fácies **Am**, transicionando para as fácies **Al** e **Ac**.

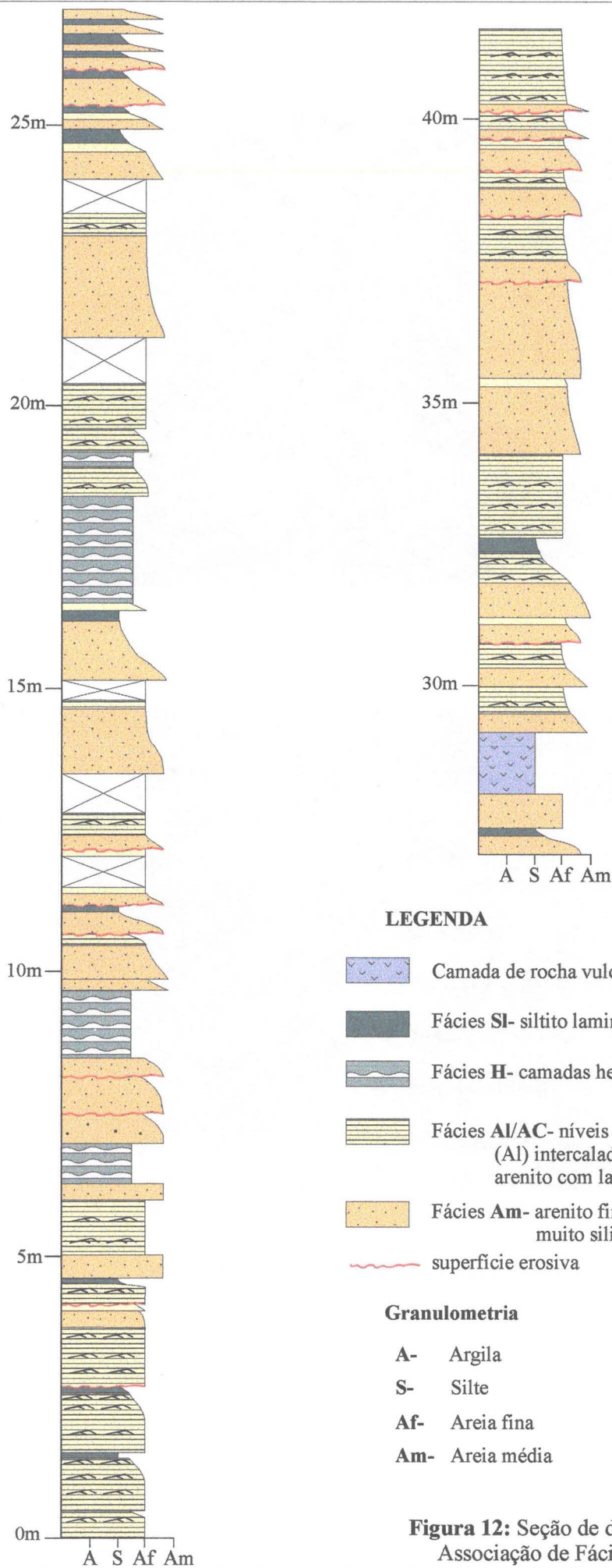


Figura 12: Seção de detalhe do ponto 37
Associação de Fácies Intermediária



Figuras 13A e 13B: Fácies de arenito grosso maciço, com fragmentos líticos de siltito laminado

As fácies acima descritas, aliadas às estruturas apresentadas e geometrias tabulares permitem interpretar sua sedimentação predominantemente por correntes de fluxos turbidíticos, alternados por processos de decantação do material em suspensão, possivelmente associados à corrente.

Seguindo critérios de Walker (1992), o padrão de empilhamento das fácies acima descritas permite classificar este depósito como uma associação de dois tipos de depósitos turbidíticos: (i) turbiditos clássicos de camadas espessas, com camadas acima de 1m de espessura; e (ii) turbiditos de arenitos maciços que constitui-se de arenitos com estrutura maciça, de base erosiva, em camadas amalgamadas de espessuras acima de 50cm.

Evidências de atividades vulcânicas concomitantes à sedimentação são sugeridas pela ocorrência de uma camada de 1 metro de rocha vulcânica afanítica, esverdeada.

A associação de fácies intermediária, levantada ao longo da seção geológica, apresenta granodecrescência ascendente para o topo, sendo observado nas partes basais desta sucessão camadas tabulares (decimétricas a métricas) amalgamadas de arenito médio a grosso, maciço, com intraclastos centimétricos angulosos de pelito laminado (aflorantes no ponto 59 e ilustrados nas Figs. 13A e 13B), constituindo uma brecha sedimentar que erode camadas pelíticas sotopostas. Esta fácies, de granulometria grossa, é classificada como turbiditos de arenitos maciços e, possivelmente, represente camadas associadas a canais submarinos, considerando que estes depósitos não apresentam continuidade lateral e que, comumente, este tipo de depósito ocorre neste ambiente (segundo Walker 1992).

Análises petrográficas foram realizadas nas fácies **H** e **Am**, descritas no item VI.3.

Associação de Fácies Superior

A associação de fácies superior é encontrada em excelente exposição ao longo da BR 392 próximo ao cruzamento com estrada de Terra. Neste local foi observado um espesso depósito rítmico de aproximadamente 45m (Fig. 14), representada pela seção colunar levantada no ponto 83 (Fig. 04).

Neste local afloram aproximadamente 70 metros da seqüência, no entanto foi levantada seção nos 42,5 metros mais contínuos e menos fraturados (Fig. 15).

Este depósito é formado por camadas de geometria tabular de espessura decimétrica a métrica de arenito fino, siltito e arenito médio a grosso.

Foram individualizadas quatro fácies constituídas de arenito fino maciço localmente laminado (fácies **AmI**), siltito laminado com intercalações locais de níveis de arenito médio (fácies **SI**), arenito médio a grosso maciço com grânulos e intraclastos de pelito esparsos (**Am**) e arenito fino laminado com *climbing ripples* no topo (**Ac**).

Nos 2,20 metros iniciais, a seção é constituída por camadas tabulares de siltito laminado (fácies **SI**) com espessura decimétrica, intercalada por delgados níveis (~3mm de espessura) de arenito médio. O predomínio de camadas de granulação siltica indica a ação de processos de decantação. Nos 5,80 metros seguintes há um espessamento das porções de arenito, que atingem até 3 cm e conseqüente adelgaçamento das camadas de siltito. Desta forma, interpreta-se para estes primeiros 8 metros um

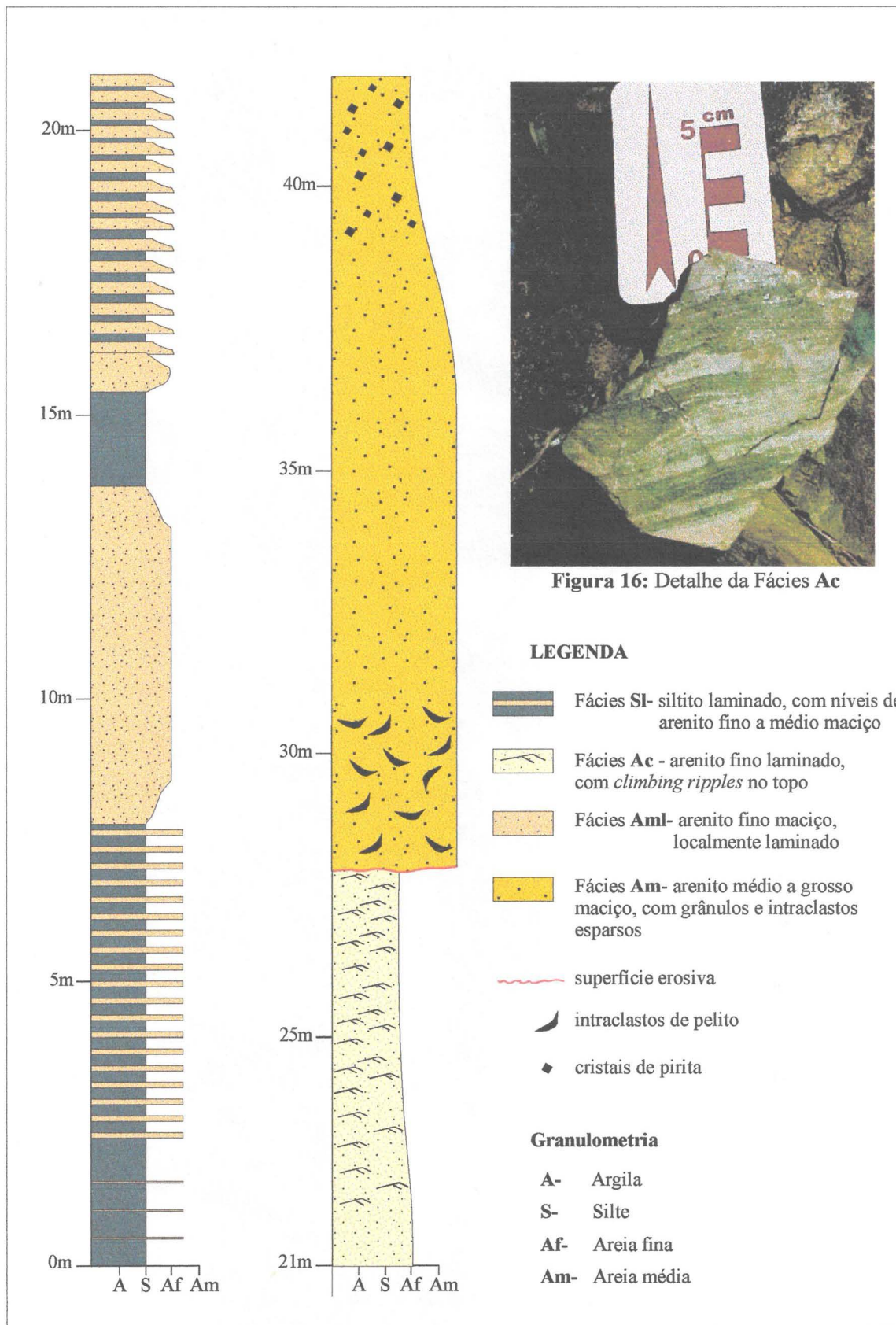


Figura 14: Seção de detalhe do ponto 83 - Associação de Fácies Superior



Figura 15: Afloramento do ponto 83 - Associação de Fácies Superior

predomínio de deposição de material em suspensão.

Nos 6 metros seguintes, predomina arenito fino maciço, com laminação localizada (fácies **Aml**), sendo a porção de estrutura maciça interpretada como tendo sido gerada por processos de turbidez. Já a ocorrência de arenito muito fino, laminado, que ocorre próximo ao topo deste trecho, representa uma desaceleração do fluxo de turbidez, que culmina com a camada de 1,70 metros de siltito laminado (fácies **Sl**), indicativo de processos de decantação. O mesmo padrão deposicional é observado nos próximos 5,50 metros da seção levantada, ocorrendo porém extrema diminuição das espessuras das camadas das fácies acima descritas, com *sets* decimétricos (até 20cm) de arenito muito fino com estrutura laminada transicionando para *sets* (até 10cm) de siltito laminado.

Os 7 metros adiante é composto por arenito fino maciço, na base, que transiciona em direção ao topo para arenito muito fino com laminação ondulada e *climbing ripples* (Fig. 16 - fácies **Ac**), o que sugere a continuidade da desaceleração dos processos gravitacionais envolvidos.

No topo da seção levantada é observado, com contato erosivo com a fácies **Ac** sotoposta, uma espessa camada de arenito médio a grosso com grânulos esparsos e intraclastos de pelito, que transiciona verticalmente para arenito médio a fino. Os intraclastos apresentam até 1cm de diâmetro, e estão concentrados nos primeiros 5 metros. Já os grânulos, de até 0,5mm, distribuem-se ao longo dos 14 metros desta porção de topo.

Foi constatada a presença de sulfeto de ferro ao longo de toda a seção, porém notou-se o aumento crescente deste mineral nas porções superiores desta seção. O sulfeto apresenta feições como idiomorfismo, faces bem formadas e hábito cúbico, características que indicam origem diagenética. Em campo o mineral foi classificado como FeS₂ pirita, devido a coloração amarelo prata, distinta da pirrotita que apresenta coloração bronze.

Desta forma, este depósito pode ser classificado prioritariamente como turbiditos clássicos de camadas espessas, e turbiditos de arenitos maciços subordinados.

VI.3. Análise Petrográfica e de Proveniência

A descrição petrográfica foi realizada no laboratório de microscopia ótica da graduação do IGC-USP - sala 108. O microscópio utilizado foi um Olympus Bx40. Para auxiliar a identificação e classificação dos minerais foi consultado o livro “Optical Determination of Rock-Forming Minerals”, W. E. Tröger.

Para a elaboração de seções delgadas foram selecionadas rochas representativas, pouco alteradas, que apresentam relevância para a compreensão e reconhecimento da área de estudo, assim optou-se por descrever as lâminas de rochas encontradas nas seções colunares e algumas outras de pontos-chave.

Lâminas da Associação de Fácies Inferior

As seções delgadas abaixo descritas foram coletadas no ponto 14, no qual foi levantada a seção colunar representativa desta associação de fácies. Como já citado, trata-se de uma exposição em que ocorrem rochas vulcânicas e sedimentares. As lâminas aqui descritas serão relacionadas às fácies descritas previamente.

Seção delgada 14 c

A lâmina 14 c corresponde à fácies fanerítica fina da rocha vulcânica (fácies Ff). A composição original aproximada da rocha é de cristais de anfibólio (25%), plagioclásio em ripas (40%), quartzo (15%). Como minerais secundários ocorrem carbonato (10%), epidoto (10%), clorita (<5%) e possível apatita.

A rocha apresenta estrutura maciça e textura granular hipidiomórfica. Os minerais subédricos estão em grande parte, já substituídos por minerais secundários, porém com o hábito original parcialmente preservado estes são aqui referidos como pseudomorfos. Nota-se ainda a presença de restos de minerais primários intactos apenas nos núcleos de pseudomorfos.

Os pseudomorfos de plagioclásio ocorrem idiomórficos com hábito ripiforme, e estão sendo substituídos por agregados de epidoto, que mostram baixa cor de interferência e aspecto sujo com polarizadores descruzados.

O anfibólio ocorre raramente em forma de cristais prismáticos, sendo que a maior parte ocorre na forma de cristais alongados (aciculares), por vezes organizados em feixes de agulhas.

Os cristais de quartzo são xenomórficos e não foi possível definir a origem primária ou secundária deste mineral, que aparentemente ocorre associado a carbonatos e epidoto, ocupando interstícios e as vezes engloba minerais previamente formados.

Provavelmente esta rocha foi submetida a um hidrotermalismo que poderia representar o início de um metamorfismo.

Seção delgada 14 a.

Porção porfírica associada ao litotipo acima descrito, esta rocha apresenta textura porfírica cumulática com estrutura maciça (fácies P). Observa-se fenocristais idiomórficos de piroxênio que variam de 3,2mm a 1,3cm, estando estes com as bordas substituídas por minerais secundários e, no núcleo, é possível reconhecer restos do mineral original (Fig. 17). A porção mais fina é constituída por minerais secundários como epidoto, actinolita, quartzo, clorita e carbonato.

Os pseudomorfos de piroxênio guardam feições como geminação dos cristais e hábito prismático. No entanto só é possível encontrar o mineral primário preservado com forte relevo, alta cor de interferência, extinção inclinada e clivagem proeminente, características do piroxênio, no núcleo. As bordas destes fenocristais foram substituídas por anfibólios com pleocroísmo incolor a verde claro, 2v~60.

Ocorrem cristais de forma navicular a losangos, totalmente alterados para clorita magnesiana e leucoxênio, sendo provavelmente a composição original destes minerais de olivina.

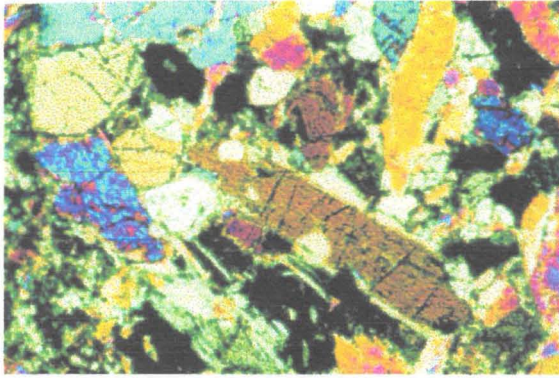
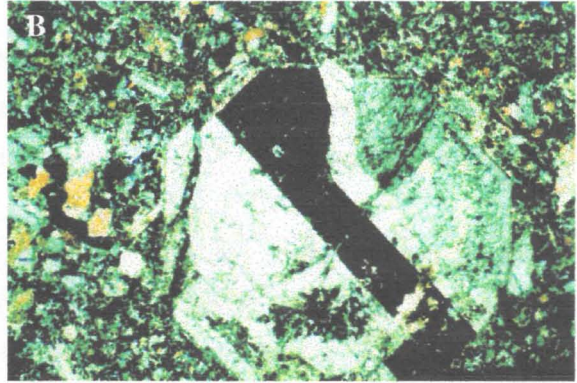
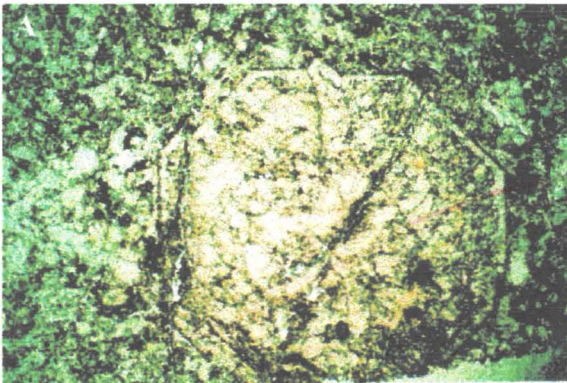
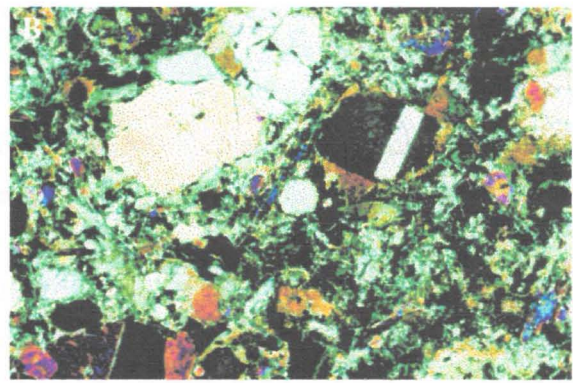
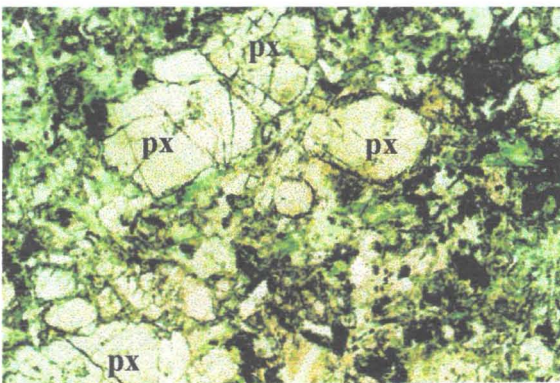


Figura 17: cristais de piroxênio com bordas de reação substituídas por anfibólio.
Aumento 2,5 vezes, com polarizadores cruzados.



Figuras 18A e 18B: cristal de piroxênio idiomórfico em corte basal, com geminação.
Aumento 2,5 vezes, com polarizadores descruzados (Fig. A) e cruzados (Fig. B)



Figuras 19A e 19B: cristais de piroxênio (px) com bordas substituídas por anfibólio,
em meio à matriz cloritizada e epidotizada. Aumento 5 vezes, com polarizadores
descruzados (Fig. A) e cruzados (Fig. B)

Na porção externa aos cristais acima citados, ocorre epidoto, carbonato, clorita de magnésio, actinolita, agulhas de apatita e quartzo.

A clorita magnésiana (clinocloro) é incolor com a luz emitida, com polarizadores cruzados apresenta cor marrom clara anômala.

A actinolita apresenta hábito fibroso e acicular, quando paralelo ao eixo C, com pleocroísmo fraco, incolor a verde claro.

Trata-se de uma rocha rica em cálcio, ferro e magnésio, pois grande parte dos minerais secundários, como epidoto, actinolita e clorita, têm estes elementos em sua composição.

Seções delgadas correspondentes aos pontos 64, 67 e 69

A seguir serão relatadas as observações mais relevantes feitas em relação a este grupo de lâminas que corresponde à fácies porfírica das rochas vulcânicas aflorantes nos seguintes pontos 64, 67 e 69 (fácies P), sendo estes litotipos correlacionados às rochas vulcânicas porfíricas aflorantes no ponto 14.

Na seção delgada 64, são notados fenocristais de clinopiroxênio, idiomórficos de até 3mm, parte destes estão intactos apresentando feições típicas deste grupo de inossilatos como planos de clivagem a 90 graus, extinção inclinada, cores de interferência de segunda ordem e geminação interna (Figs. 18A e 18B).

Na lâmina da rocha do ponto 67, são observados fenocristais de piroxênio de aproximadamente 2mm, estes se encontram distribuídos caoticamente em meio a uma matriz de textura granular hipidiomórfica. Os cristais de piroxênio estão envoltos por bordas formadas por anfibólio, estas coroas de reação provavelmente foram geradas pelo metamorfismo de baixa intensidade (Fig. 19A e 19B).

A composição original da rocha do ponto 69 foi totalmente obliterada pelo metamorfismo de baixo grau ao qual a rocha foi submetida. Desta forma, podem ser observados em seção delgada somente pseudomorfos de anfibólio sendo substituídos por clorita e epidoto (Figs. 20A e 20B), além de cristais xenomórficos de epidoto e clorita (Fig. 21) em uma matriz sericitizada.

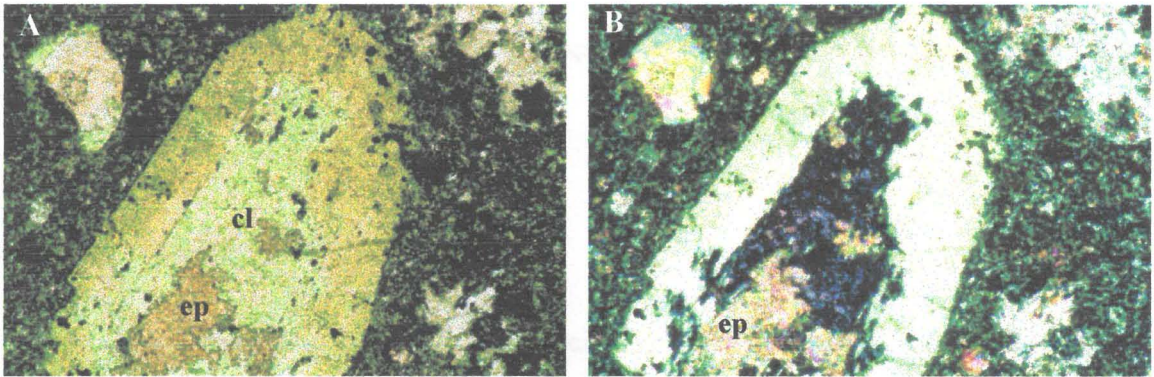
Seção delgada 14e, 14f

A rocha apresenta textura clástica, com ritmicidade em níveis de espessura ~2,0mm, constituída de clastos com granulometria fina, intercalados por níveis de espessuras ~1,5 a 0,5mm, de material muito fino (fácies S1).

Nos níveis de granulometria muito fina (0,005-0,015mm), é difícil a identificação de minerais, mas é possível certificar-se da extrema escassez de quartzo e presença de máficos (possível epidoto), devido à abundância de minerais de alta birrefringência e opacos.

Nas porções mais grossas do silte, os fragmentos variam de 0,03 a 0,01mm, quase todos já substituídos por filossilicato e carbonato.

Observa-se pseudomorfos de minerais com forma prismática (anfíbólio? piroxênio?), ripas que se assemelham a forma do plagioclásio. Também foram identificados restos de fragmentos líticos de rocha vulcânica aparentemente intermediária. Como minerais secundários aparecem: (i) clorita de Fe,



Figuras 20A e 20B: cristal de anfibólio, com núcleo substituído por clorita (cl) e epidoto (ep). Aumento 5 vezes, com polarizadores descruzados (Fig. A) e cruzados (Fig. B)

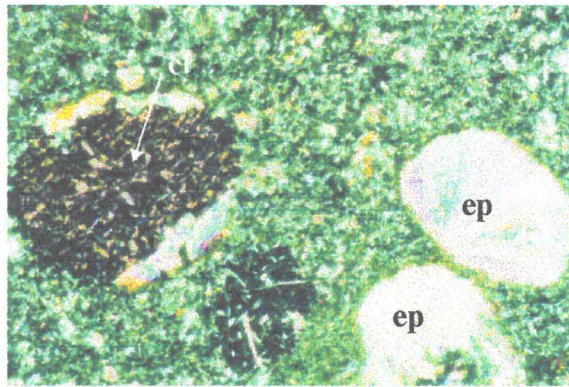
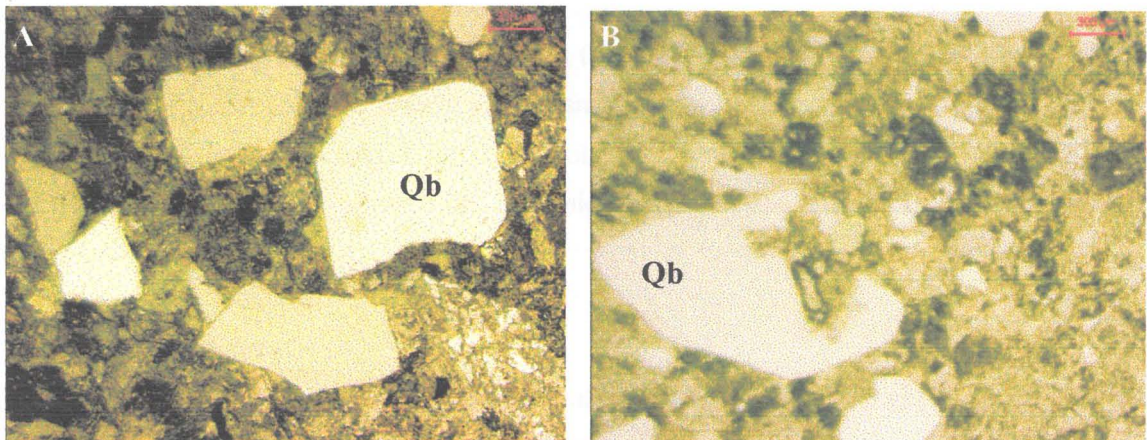


Figura 21: cristais xenomórficos substituídos por clorita (cl) e por epidoto radiado (ep), em meio à matriz cloritizada e sericitizada. Aumento 5 vezes, com polarizadores cruzados.



Figuras 22A e 22B: fragmentos de quartzo de alta temperatura (Quartzo Beta - Qb), apresentando golfo (figura B). Polarizadores paralelos.

com pleocroísmo verde claro e cor de interferência azul anômala; (ii) muscovita muito fina, com hábito lamelar; (iii) leucoxênio, pseudomorfo granular extremamente fino de rutilo ou ilmenita e (iv) opacos. Além da muscovitização e carbonatação a rocha apresenta fraturas preenchidas por quartzo em linhas diagonais ao acamadamento.

Lâminas da Associação de Fácies Intermediária

As rochas identificadas e agrupadas na associação de fácies Intermediária ocorrem na BR 392 e correspondem ao ponto 37. A granulometria predominante deste afloramento é arenito, com variação granulométrica de fino a médio e, subordinadamente, silte.

As descrições abaixo seguem o código das fácies correspondentes, utilizado na caracterização da associação de fácies Intermediária.

Seção delgada 37 (fácies Am)

A rocha apresenta textura fina com estrutura maciça, inteiramente constituída por fragmentos angulosos a subangulosos, com esfericidade moderada, e baixa seleção granulométrica. A composição primária da rocha é de cristais de feldspato (50%), quartzo bipiramidado (30%), anfibólio (10%) e fragmentos líticos (10%).

Os feldspatos aparentam ser plagioclásio, principalmente os fragmentos maiores. Os grãos menores encontram-se totalmente sericitizados, mostrando idiomorfismo, e substituindo possivelmente grãos de plagioclásio.

Os grãos de quartzo são idiomórficos, constituindo um polimorfo de alta temperatura (quartzo B), o que sugere proveniência de rocha vulcânica intermediária.

Nos fragmentos de anfibólio é possível ver a forma de losango característica, planos de clivagem a 120 graus, nos cortes basais, e o forte pleocroísmo que varia de verde a verde oliva escuro. Estas feições podem indicar fonte vulcânica para o anfibólio.

Os fragmentos líticos apresentam proveniência de rochas vulcânicas, provavelmente de composições intermediárias.

Seção delgada 37 (fácies H)

Níveis de granulação muito fina maciços transicionam para níveis de granulação fina a média laminados, intercalados por porções milimétricas argilosas.

Os fragmentos são angulosos a subangulosos, com esfericidade moderada a baixa, mal selecionados mineral e texturalmente. Observa-se sutil orientação dos grãos paralela à laminação da rocha.

A fração síltica contém grãos formados essencialmente por feldspatos, especialmente plagioclásio, que encontram-se parcialmente sericitizados (pós deposição). Alguns grãos encontram-se

epidotizados e/ou calcitizados que podem estar substituindo minerais máficos. Cristais de quartzo não foram observados. Ocorrem ainda nesta porção como pesados, zircão e opaco (pirita?).

A fração argilosa está cimentando os grãos sílticos ou compondo inteiramente camadas “argilosas”, o componente de fração argilosa não parece ser argilomineral. Talvez possam ser, feldspatos na fração argila, compactados ou, talvez, sílica microcristalina tipo “chert”.

Seções delgadas correspondentes à fácies Am da Associação de Fácies Intermediária

As lâminas descritas abaixo, foram agrupadas em conjunto devido a semelhança textural e composicional e representam as fácies Am (arenito médio a grosso maciço) descritos na associação de fácies intermediária. Estas lâminas foram descritas separadamente para melhor comparação de sua proveniência.

Seção delgada pontos 17, 24 e 26 (fácies Am)

As seções delgadas aqui descritas correspondem à fácies de camadas de arenito médio a grosso, maciço (fácies Am), comumente com intraclastos de pelitos de até 8 cm de comprimento, com boas exposições nos pontos 17, 24 e 26 (Fig. 22). A escolha desta fácies para análise petrográfica foi realizada em função da boa perspectiva de se obter a proveniência dos clastos para inferência das rochas-fonte.

Em lâmina observou-se que a rocha apresenta clastos de granulometria fina a média, maciça, com aproximadamente 100% de fragmentos, não tendo sido reconhecida matriz.

Os fragmentos variam de angulosos a subangulosos, com esfericidade moderada a baixa, e pobre seleção granulométrica e mineralógica. Não foi observada nenhuma orientação dos grãos, sendo a disposição dos mesmos caótica.

Ocorrem fragmentos originais de feldspato (60%), quartzo bipiramidado (quartzo $\beta=20\%$), anfibólio (10%), fragmentos líticos de vulcânicas (10%), podendo haver ainda piroxênio e opacos.

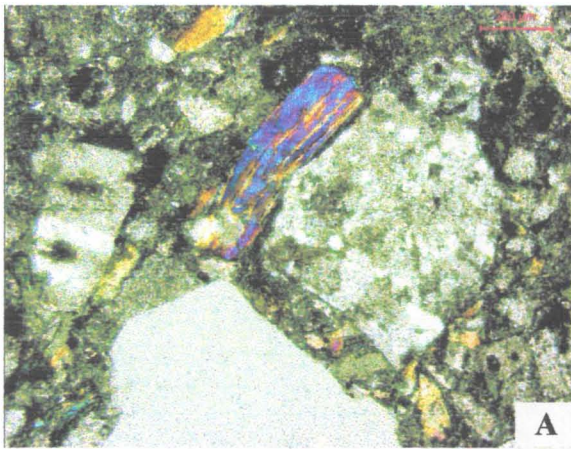
O idiomorfismo de quartzo beta é nítido em alguns grãos, ressaltando sua origem vulcânica (Figs. 23A e 23B).

O feldspato apesar de sericitizado apresenta idiomorfismo, forte característica de plagioclásio.

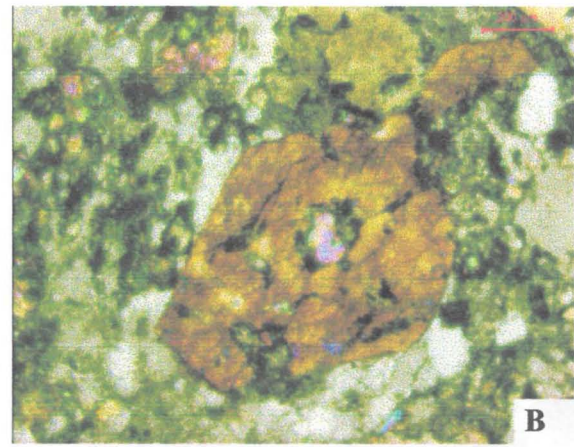
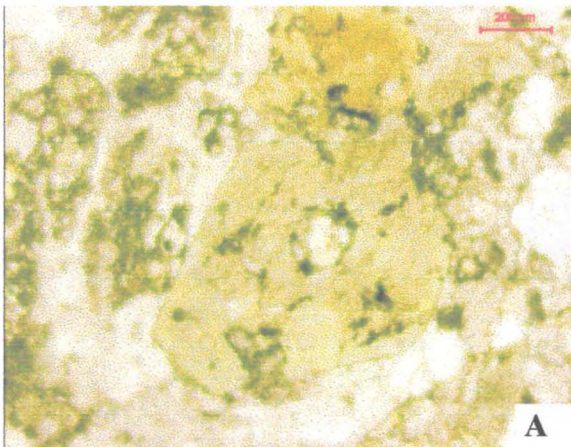
Os clastos de anfibólio apresentam-se idiomórficos, de cor parda, com proeminente clivagem e aproximadamente 10 graus de extinção (Figs. 24A e 24B). A característica clástica dos fragmentos de anfibólios são observadas quando encontram-se em contato com outros clastos (Figs. 25A e 25B).

Os fragmentos líticos observados aparentemente são de cherts, rochas vulcânicas intermediárias (Fig. 26), pelito (Fig. 27) e outros não identificáveis.

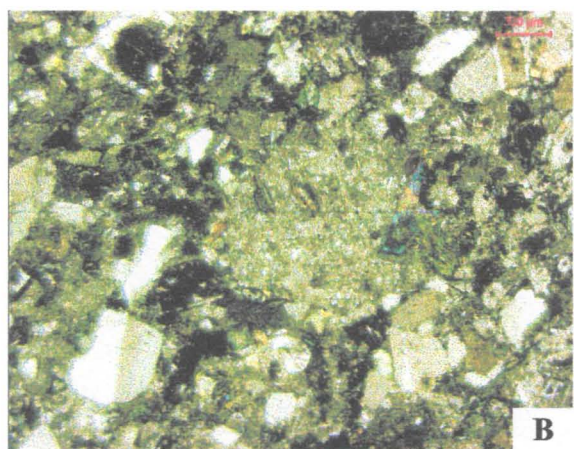
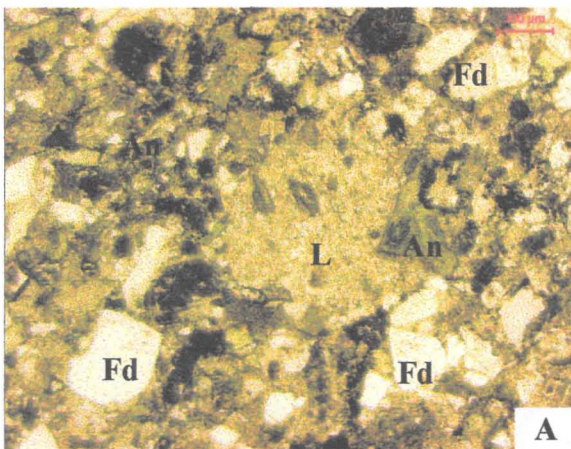
A rocha certamente sofreu propilitização, estando grande parte dos minerais máficos (como anfibólio, piroxênio) substituídos por minerais secundários (como clorita e epidoto). Os fragmentos de feldspatos encontram-se por vezes quase irreconhecíveis dado o forte desenvolvimento de sericita. Além destas alterações a rocha sofreu carbonatação.



Figuras 23A e 23B: fragmento de litoclasto de vulcânica em contato com clasto de anfibólio. Polarizadores cruzados (A) e paralelos (B).



Figuras 24A e 24B: fragmento de anfibólio. Polarizadores paralelos (A) e cruzados (B).



Figuras 25A e 25B: fragmentos de litoclasto vulcânico (L) e de feldspatos (Fd) e de anfibólios (An). Polarizadores paralelos (figura A) e cruzados (figura B)

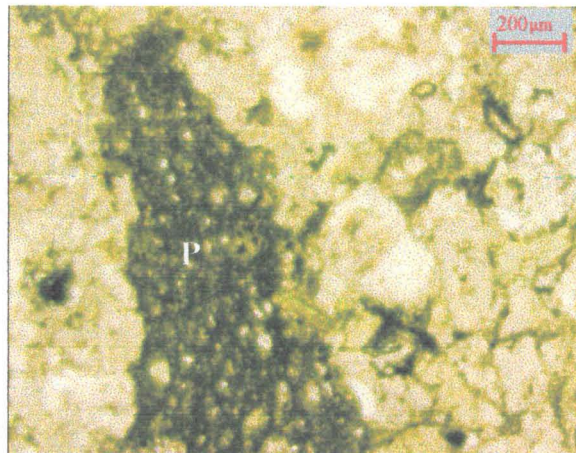
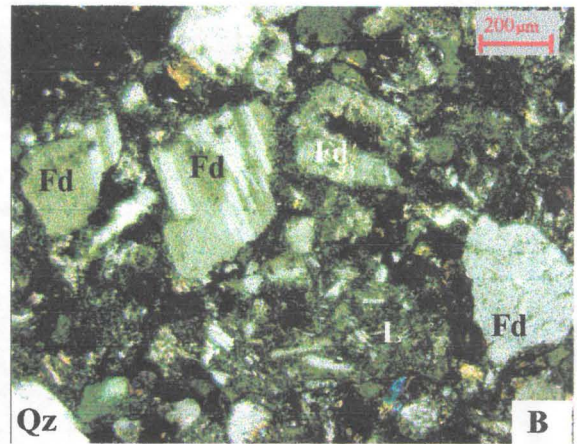
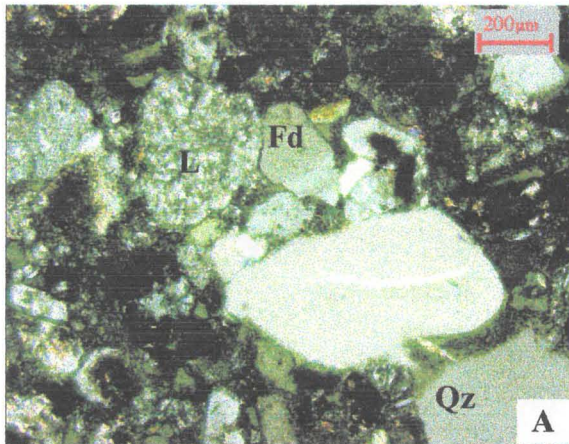
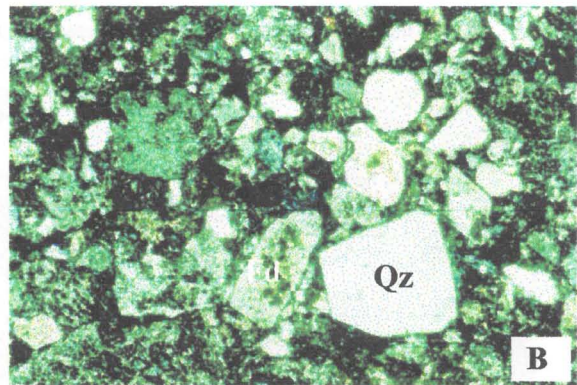
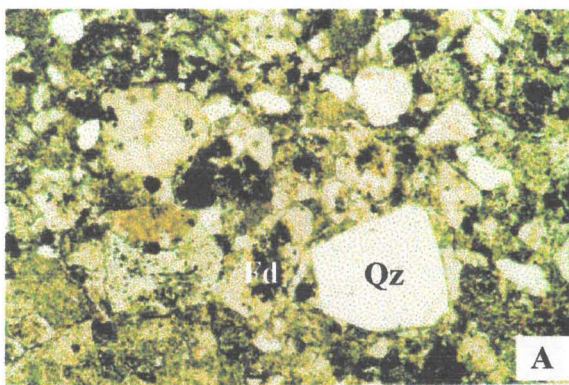


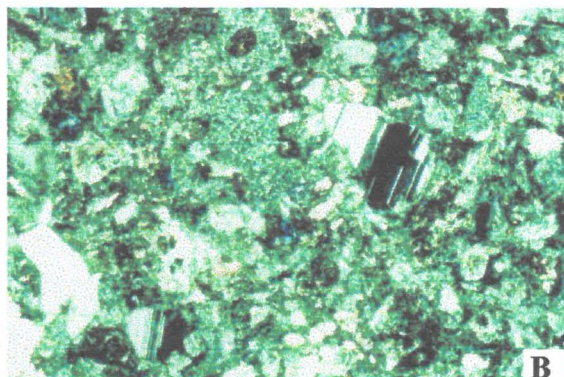
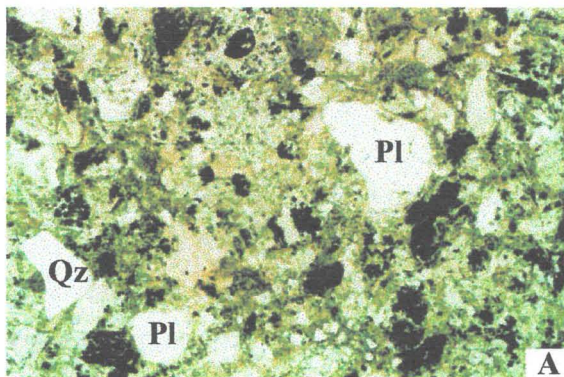
Figura 26: fragmento de pelito (P), constituindo pseudomatriz. Polarizadores paralelos



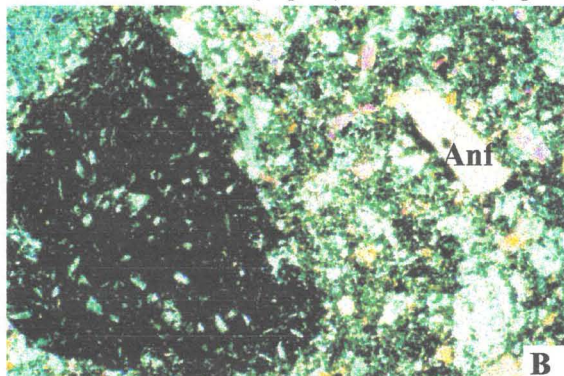
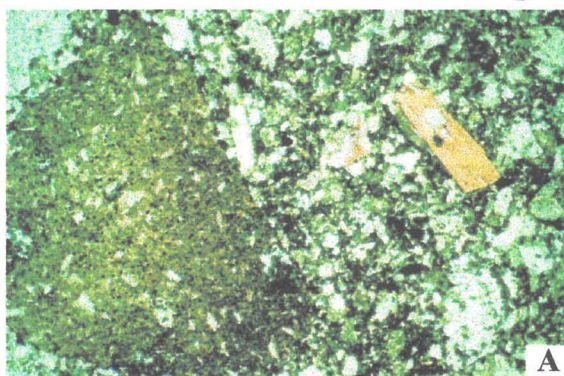
Figuras 27A e 27B: fragmentos de litoclasto vulcânico (L) e de feldspatos (Fd) e de quartzo (Qz). Polarizadores cruzados.



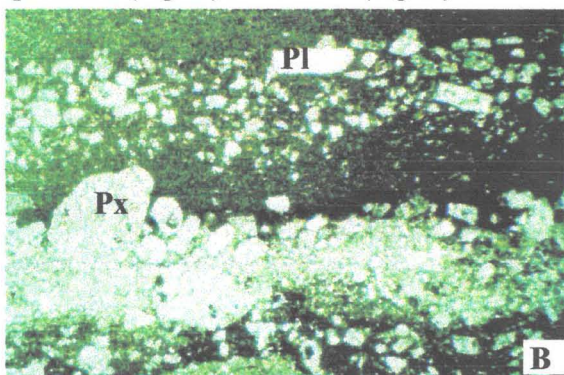
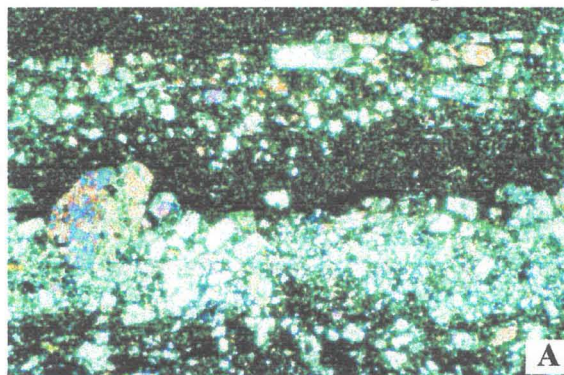
Figuras 28A e 28B: fragmentos de quartzo euédrico vulcânico (Qz) e ripa de feldspato sericitizado (Fd). Aumento 5 vezes. Polarizadores paralelos (Fig. A) e cruzados (Fig. B).



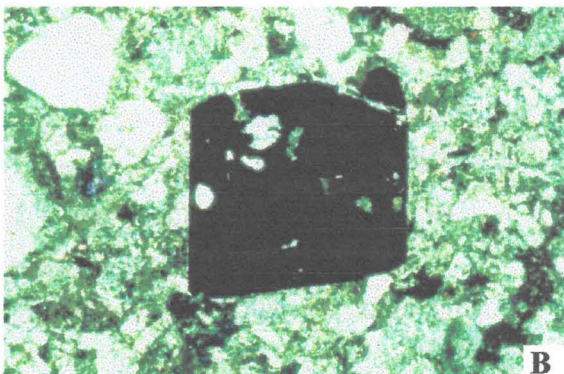
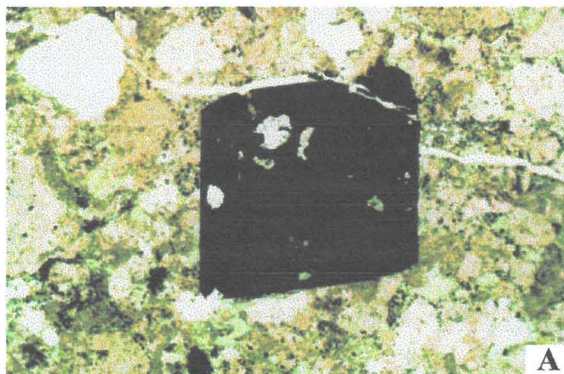
Figuras 29A e 29B: Fragmentos de plagioclásio (Pl) e quartzo angulosos (Qz), em meio à matriz sericitizada. Aumento 5 vezes, com polarizadores descruzados (Fig. A) e cruzados (Fig. B)



Figuras 30A e 30B: Fragmento lítico de rocha vulcânica básica, e cristal de anfíbólio (Anf). Aumento 2,5 vezes, com polarizadores paralelos (Fig. A) e cruzados (Fig. B)



Figuras 31A e 31B: Níveis de granulação de arenito fino com cristas de plagioclásio (Pl) e piroxênio (Px) detriticos, parcialmente alterados, intercalados com níveis de granulação síltica e pelítica. Aumento 2,5 vezes, com polarizadores cruzados (Fig. A) e paralelos (Fig. B)



Figuras 32A e 32B: Cristas de pirita poiquilítica com inclusões de quartzo e feldspato. Aumento 5 vezes, com polarizadores paralelos (Fig. A) e cruzados (Fig. B)

A análise de proveniência dos fragmentos descritos nestas seções delgadas (Figs. 23A, 28A e 28B) permite inferir que a rocha provém de área fonte vulcânica ácida a intermediária (provável dacito, quartzo andesito, andesito).

Seção delgada pontos 23, 24, 30 e 34 (Fácies Am)

As lâminas aqui agrupadas correspondem à fácies de camadas de arenito médio a grosso, maciço (fácies Am) que ocorrem na associação de fácies intermediária. Abaixo serão descritas de forma sucinta as feições vistas em análise petrográfica. Estas rochas assim como as descritas anteriormente, foram selecionadas devido a boa perspectiva de se obter a proveniência dos fragmentos.

Rocha constituída por fragmentos finos a médio mal selecionados granulométrica e mineralógicamente, com arredondamento e esfericidade moderada a baixa. O contato entre os grãos é retilíneo.

Os fragmentos perfazem 90% da rocha, sendo os 10% restantes constituídos por feldspato sericitizado em fração muito fina. A composição original da rocha é de quartzo bipiramidado (~20% - Fig. 29A e 29B), feldspato (~55% - Figs. 30A e 30B), anfibólio (~10%), fragmentos líticos de vulcânica intermediária a básica (~10% - Figs. 31A e 31B) e opacos (~5%). Como minerais secundários, ocorre clorita e epidoto substituindo parcialmente a matriz ou os cristais de anfibólio.

Os cristais de quartzo apresentam-se bastante preservados com aspecto limpo e extinção reta. Estes minerais estão bem formados com faces definidas, feição indicativa de origem vulcânica, no entanto são raramente vistos inteiros, no geral estão ausentes vértices e algumas das fácies.

O feldspato ocorre em cristais com hábito tabular, feição característica de plagioclásios, frequentemente este mineral encontra-se alterado para sericita e ou leucoxênio, o que lhe abastece de um aspecto sujo. Quando encontrado intacto apresenta geminação, que possibilita a aquisição do teor de Anortita. Os teores permitem classificar o plagioclásio como Andesina-Labradorita.

Os fragmentos líticos atingem até 3mm de diâmetro, e apresentam composições que variam de intermediária a básica.

Os cristais de anfibólio ocorrem com hábito prismático, apresentam cores de interferência de segunda ordem e em cortes basais observa-se os planos de clivagem.

Lâminas da Associação de Fácies Superior

Foram realizadas análises petrográficas nos litotipos referentes à Associação de Fácies Superior, descritos na seção colunar levantada no ponto 83, ao longo da BR-392. O trecho levantado é constituído principalmente por sedimentos de fração arenito fino-médio (Fácies **Aml**) e siltito laminado (Fácies **Sl**), bem como arenito grosso com grânulos esparsos (Fácies **Am**).

As seções delgadas complementam as feições observadas macroscopicamente e revelam características microscópicas de grande relevância, tendo sido descritas de acordo com as fácies diagnosticadas nesta sucessão.

Seção delgada 83B (Fácies Sl e Aml)

Conforme descrito na Associação de Fácies Superior, na parte basal da seção colunar levantada no ponto 83, tem-se intercalações de níveis de siltito laminado e de arenito fino a médio maciço, localmente laminado. Em seção delgada, observou-se estas mesmas relações, ocorrendo níveis de siltito laminado (Fácies Sl) alternando-se a delgados e subordinados níveis de arenito fino médio (fácies Aml). A estrutura laminada é gerada pela diferença granulométrica destes níveis.

Na fração arenito fino a médio, observou-se fragmentos angulosos a subangulosos, com esfericidade moderada a baixa, o contato entre os grãos é retilíneo. Estes fragmentos são constituídos de cristais de quartzo bipiramidado, com extinção reta.

Observou-se, ainda neste níveis, a ocorrência de prováveis pseudomorfos de plagioclásio, caracterizados por hábito prismático substituído por sericita, além de grãos xenomórficos substituídos por epidoto e leucoxênio, que sugerem anfibólio originalmente. Frequentemente é notada a presença de pirita, encontrando-se por vezes englobando feldspato e quartzo.

Seções delgadas 83C - (Fácies Aml) – 83F (Fácies Aml com pirita)

A seção delgada 83C corresponde à Fácies Aml (arenito fino a médio, maciço e localmente laminado) descrito macroscopicamente na seção colunar desta associação de fácies. Em análise microscópica, porém, diagnosticou-se que a laminação também ocorria em função da concentração de distintas granulometria em níveis, como na lâmina 83B. Aqui porém, a composição dos níveis difere entre intercalações de argilito com níveis de arenito fino composto por fragmentos extremamente idiomórficos de ~2,00mm.

Os níveis areníticos são constituídos essencialmente por três tipos de minerais: feldspato de hábito ripiforme, parcialmente substituído por sericita, além de piroxênio e anfibólio, inossilicatos que ocorrem idiomórficos com hábito prismático e, por vezes, substituídos por minerais secundários como epidoto e leucoxênio (Fig 31A e 31B).

Notou-se a presença de grãos xenomórficos totalmente substituídos, os quais não puderam ser classificados, em função de sua elevada alteração intempérica.

Na segunda lâmina (83F) foi observado que o arenito fino apresenta-se essencialmente composto por grãos de feldspato, apresentando alteração avançada para sericita, sendo apenas reconhecidos pelo hábito tabular preservado.

Subordinadamente ocorre clorita intersticial. Este filossilicato apresenta pleocroísmo fraco de incolor a verde claro e, com polarizadores cruzados, apresenta birrefringência extremamente baixa, que lhe confere cores anômalas.

O quartzo perfaz apenas 3% da rocha e apresenta-se euédrico, porém quebrado. Estes fragmentos estão composicionalmente bastante intactos ocorrendo limpos, com extinção reta.

Nesta lâmina observa-se a ocorrência de pirita poiquilítica, que se desenvolve englobando outros minerais previamente existentes, ressaltando a origem diagenética deste mineral (Fig.32A e 32B).

VI. Considerações Finais

As pesquisas na porção NE da Folha Passo do Salsinho (SH.22-Y-A-I-4), possibilitaram o reconhecimento e caracterização de rochas metavulcano-sedimentares da Formação Arroio das Pedras (DOCEGEO, em 1977 – *apud* Porcher *et al.* 1995).

Os estudos realizados no presente trabalho permitiram caracterizar a Formação Arroio das Pedras como sendo constituída por litotipos sedimentares e vulcânicos, de coloração predominantemente verde-acinzentada, estando preservadas as estruturas sedimentares primárias da rocha, sem qualquer xistosidade. Esta unidade constitui-se de arenitos finos a médios, siltitos e rochas vulcânicas, submetidos a um grau metamórfico incipiente à fácies xisto verde, não apresentando qualquer evidência de proveniência continental.

O levantamento geológico realizado nestes depósitos vulcano-sedimentares, auxiliado pelas análises de fácies e associações de fácies, possibilitaram identificar três tipos de unidades, denominadas informalmente como Associação de Fácies Inferior, Intermediária e Superior.

A Associação de Fácies Inferior constitui-se de rochas vulcânicas recobertas por depósitos gerados em fundo de bacia, diagnosticado pelo predomínio de fácies oriundas de processos de decantação de material em suspensão.

A Associação de Fácies Intermediária marca uma mudança paleoambiental da bacia, com a sedimentação de depósitos gerados por processos de correntes de turbidez em franjas de leques submarinos distais, bem como em canais submarinos, representados pelas fácies de granulação mais grossa. Estes turbiditos possivelmente indicam uma regressão marinha com conseqüente recuo da linha de costa, sendo os canais submarinos interpretados como dutos alimentadores de detritos.

Por fim, a Associação de Fácies Superior constitui-se de fácies geradas por correntes gravitacionais de menor densidade (em relação aos depósitos turbidíticos da Associação de Fácies Intermediária), além de fácies geradas por decantação de material em suspensão, o que sugere um paleoambiente de franjas de leques distais. Por outro lado, a ocorrência de espessos pacotes (acima de 14m) de arenito médio a grosso maciço, possivelmente indique condições mais rasas para a bacia como, por exemplo, um ambiente deltaico.

A proveniência, realizada pela análise petrográfica nos termos sedimentares, mostrou uma área-fonte quase que exclusivamente de rochas vulcânicas intermediárias (provável andesito, quartzo andesito e dacito), dada pela grande quantidade fragmentos de feldspato, quartzo bipiramidado (quartzo β), anfibólio, fragmentos líticos de vulcânicas e, subordinadamente, de pelitos.

Desta forma, a correlação desta unidade com o Grupo Bom Jardim (proposto por Porcher *et al.* 1995) é inadequada, considerando-se que há grande contribuição de fragmentos continentais neste grupo (segundo Janikian em preparação).

Pelos motivos acima retomou-se, neste trabalho, a denominação original de Formação Arroio das Pedras (DOCEGEO 1977), constituída por depósitos vulcano-sedimentares provenientes possivelmente de um arco de ilha, que foram gerados em uma bacia de ante-arco (conforme proposto

preliminarmente por Fragoso-Cesar 1991). Estes dados permitem individualizar esta unidade das demais unidades que compõem o terreno Rio Vacacaí que, além desta unidade constituem-se de rochas sedimentares metamórficas fortemente foliadas, com proveniência de fontes continentais, ou constituem-se de metaultrabásicas de fundo oceânico (segundo Fragoso-Cesar 1991).

Referências Bibliográficas

- Babinski M., Chemale Jr. F., Hartmann L.A., Van Schmus W.R., Silva L.C. 1996. Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. *Geology* 24(5):439-442.
- Bitencourt M.F.R. 1983. Metamorfitos da Região Caçapava do Sul, RS – Geologia e Relações com o Corpo Granítico. In: Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, 1, Porto Alegre, *Atas*. Porto Alegre, SBG. p. 37-49
- Bouma A.H. 1962. Sedimentology of some flysch deposits: Amsterdam, Elsevier, 168p.
- Carvalho P.F. 1932. Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul, *Boletim do Instituto Geológico e Mineralógico Brasileiro*, Rio de Janeiro, 66:1-72.
- Chemale Jr. F., Hartmann L.A., Babinsky M., Wildner W., Van Schmus W.R. 1994. Evolução tectônica do Bloco São Gabriel, RS. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 38. Balneário Camboriú. *Boletim de Resumos Expandidos*. 1:232-233.
- Crowell J.C. 1957. Origin of pebbly mudstones. *Geological Society of America Bulletin*. 68:993-1009.
- DOCEGEO 1977. *Mapa geológico da região de Caçapava do Sul, RS*. In: Projeto Caçapava – PE14; mapa integrado 1:100.000 (inédito).
- Drummond D. & Mossman R. 1985. Nota sobre a geologia e prospecção preliminares da região de Rincão-Faxinal, Caçapava do Sul. An. Simp. Sul-brasil. Geol., 2. Florianópolis. 1:46-52.
- Fragoso-Cesar A.R.S. 1980. O Cráton Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, *Anais*, 5:2879-2892.
- Fragoso-Cesar A.R.S. 1991. *Tectônica de Placas no Ciclo Brasileiro: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul*, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 366 p.
- Fragoso-Cesar A.R.S. & Soliani Jr., E. 1984. Compartimentação Tectônica do Cráton Rio de La Plata. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, *Anais*, 5:2426-2434.
- Goñi J.C., Goso H., Issler R.S. 1962. Estratigrafia e Geologia Econômica do Pré-Cambriano e Eo-Paleozóico Uruguaio e Sul-Rio-Grandense. *Avulso da Escola de Geologia*, Universidade do RGS, Porto Alegre, v. 3, p. 1-105.
- Gressly A. (1938) Observations géologiques sur le Jura Soleurois. *Neue Denkschr.allg. schweiz, Ges. ges. Naturw.*, 2, 1-112.211
- Janikian L. em preparação. Reconstituição Paleogeográfica e seqüências deposicionais do Grupo Bom Jardim e Formação Acampamento Velho (Neoproterozóico III) no Rio Grande do Sul. *Tese de Doutorado*– Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. (em preparação).
- Kuenen B.C. & Migliorini C.I. 1950. Turbidity currents as a cause of graded bedding: *Journal of Geology*, 58: 91-127.
- Leinz V., Barbosa A.F., Teixeira G.A. 1941. Mapa Geológico Caçapava-Lavras. *Boletim da Divisão de Produção Mineral da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comercio*, Porto Alegre, RS, v. 90: 1-39.

- Machado N., Koppe J.C., Hartmann L.A. 1988. Upper Proterozoic zircon age from the Bossorooca Complex, RS. International Conference on Geochemistry and Evolution of Continental Crust, *Abstracts*, Poços de Caldas, Brasil. p. 305.
- Miall A.D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided-rivers deposits: a summary. In: A.D. Miall (ed) *Fluvial Sedimentology*. Calgary, Canadian Society of Petroleum Geologists, 597-604. (Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir n° 5).
- Miall A.D. 1990. *Principles of sedimentary basin analysis*. 2nd ed., New York, Springer-Verlag, 668 p.
- Miall A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. 582p.
- Porcher C.A., Leites S.R., Ramgrab G.E., Camozzato E. 1995. 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 – Brasília: CPRM. 372p.
- Reading H.G. 1986. Facies. In: H.G. Reading (ed.) 1986. *Sedimentary Environments and Facies 2nd edition*. 4-19.
- Reading H.G. 1996. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 688p.
- Remus M.V.D., Hartmann L.A., McNaughton N.J., Groves D.I., Reishl J.L. 2000. A distal magmatic-hydrothermal origin for the Camaquã Cu (Au-Ag) and Santa Maria Pb-Zn (Cu-Ag) deposits, southern Brazil. *Gondwana Research*, 3(2):155-174.
- Ribeiro M. 1970. Geologia da Folha de Bom Jardim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM*, Rio de Janeiro, 247, p. 1-142.
- Ribeiro M., Bocchi P. R., Figueiredo Filho P. M., Tessari R.I. 1966. *Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 232 p. (Boletim 127).
- Ribeiro M. & Fantinel L.M. 1978. Associações petrotectônicas do Escudo Sul-Riograndense: I Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. *Ihneringia*, Série Geologia, Porto Alegre, 5:19-54.
- Santos E.L., Ramgrab G.E., Maciel L.A., Mosmann R. 1989. Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul (1:1.000.000) e parte do Escudo Sul-Rio-Grandense (1:600.000). DNPM, Porto Alegre.
- Soliani Jr. E. 1986. *Os dados geocronológicos do Escudo Sul-Riograndense e suas implicações de ordem geotectônica*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese de Doutorado, 425 p.
- Streckeisen A. 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: recommendations and suggestions of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*. 7:331-335.
- Tröger W.E. 1979. Optical determination of rock-forming minerals. Part 1 determinative tables.
- Walker R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: Walker R.G. & James N.P. (eds): *Facies Models and Response to Sea-level Change* 1-14. Geological Association of Canada Geotext 1.
- Walker R.G., James N.P. 1992. *Facies Models and Response to Sea-level Change* 1-14. Geological Association of Canada Geotext 1.