

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIA E
PALEOCORRENTES EM UMA SEÇÃO ENTRE LAVRAS DO
SUL E CAÇAPAVA DO SUL (RS) EM UNIDADES BASAIS DO
GRUPO CAMAQUÃ (NEOPROTEROZÓICO II – CAMBRIANO)
(TF/98-02)**

Ana Paula de Meireles Reis Pelosi

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar
Co-orientador- Gelson Luís Fambrini**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

**SÃO PAULO
1998**

TF
P392
APMR.a

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

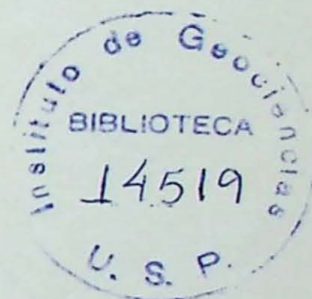
DEDALUS - Acervo - IGC



30900002924

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIA E
PALEOCORRENTES EM UMA SEÇÃO ENTRE LAVRAS DO
SUL E CAÇAPAVA DO SUL (RS) EM UNIDADES BASAIS DO
GRUPO CAMAQUÃ (NEOPROTEROZÓICO III – CAMBRIANO)
(TF/98-02)**

Ana Paula de Meireles Reis Pelosi



**Orientador: Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar
Co-orientador- Gelson Luís Fambrini**

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

**SÃO PAULO
1998**

1 F
P392
A7M7.a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIA E
PALEOCORRENTES EM UMA BACIA ENTRE LAVAS DO
SUL E CACAPAVA DO SUL (RS) EM UNIDADES BASAIS DO
GRUPO CAMAQUÃ (NEOPROTEROZOICO III - CAMBRIANO)
(TF198-02)

Ana Paula de Mello Reis Pelosi

Orientador: Prof. Dr. Antônio Romalino Santos Figueira César
Co-orientador: Gelson Luis Fambini

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

SÃO PAULO
1998



Vale do Paraíso, Caçapava do Sul (RS)

À memória do Prof. Armando M. Coimbra que abriu as portas do meu conhecimento em geologia sedimentar e me inspirou neste trabalho.

~ Resumo ~

A análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes do Grupo Camaquã na sub-bacia Santa Bárbara, ao longo da rodovia estadual RS-357, entre os municípios de Caçapava do Sul e Lavras do Sul (RS), permitiu a individualização de três unidades litoestratigráficas: formações Santa Fé, Mangueirão e Vargas, sendo que a primeira registra a deposição em sistemas de leques costeiros, a segunda um depósito marinho que inicia-se com turbiditos e termina com depósitos litorâneos, e a última marca depósitos de planície aluvial de canais entrelaçados, com áreas fonte situadas predominantemente a sul, compostas pelas coberturas vulcânicas e sedimentares, e embasamento metamórfico e granítico do Terreno Rio Vacacaí, com possível contribuição do Terreno Valentines.

ANÁLISE ANATOMOPATOLÓGICA DE FLORES, FRUTIFICAÇÃO E PALAECORRIDENTES EM UMA SEÇÃO ENTRE LAVRAS DO SUL E CACAPAVA DO SUL (RS) EM UNIDADES BASAS DO GRUPO CALAÇUA (NEOPROTEROZOICO) - CAMBRIANO

Autores: Paula de Menezes Paes Palma (TP) 88-03

Orientador: Arthur de Menezes Santos Fragoso Cesar

Co-orientador: Gabriel Luis Fambrini

Departamento de Geologia Geral (CCG) 40-05

~Agradecimentos~

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar, meu orientador, e aos colegas Gelson Luís Fambrini (Sapo) e Renato Paes de Almeida (Ninguém), pelo incentivo, dedicação e paciência durante este ano de trabalho, e pela grande amizade. Obrigada por tudo!!!!

Ao Prof. Dr. Rômulo Machado, meu orientador em iniciação científica, sou grata pela grande colaboração para a realização deste trabalho, e pela orientação e companheirismo durante a minha graduação, sempre me incentivando à produção científica.

Por último, gostaria de agradecer à colega, e grande amiga, Daniela G.G. Oliveira (Korega), que participou de umas das etapas de campo deste trabalho.

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIA E PALEOCORRENTES EM UMA SEÇÃO ENTRE LAVRAS DO SUL E CAÇAPAVA DO SUL (RS) EM UNIDADES BASAIS DO GRUPO CAMAQUÃ (NEOPROTEROZOICO III – CAMBRIANO)

Ana Paula de Meireles Reis Pelosi (TF/ 98-02)
Orientador: Antonio Romalino Santos Fragosos Cesar
Co-orientador Gelson Luís Fambrini
Departamento de Geologia Geral (DGG)- IGc- USP

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1- Introdução.....	pg-01
1.2-Objetivos.....	pg-01
1.3-Localização.....	pg-02
1.4-Etapas de trabalho e metodologia aplicada.....	pg-03

CAPÍTULO II - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1-Introdução.....	pg-07
2.2-Os terrenos do Escudo Gaúcho.....	pg-08
2.3- As coberturas do Escudo Gaúcho.....	pg-10
2.4-Evolução dos conhecimentos sobre as coberturas do Escudo Gaúcho.....	pg-12
2.5-O Grupo Camaquã.....	pg-15

CAPÍTULO III – GEOLOGIA LOCAL

3.1-A sub-bacia Santa Bárbara.....	pg-16
3.1.1- Interpretação dos produtos de tratamento digital de imagens de satélite da sub-bacia Santa Bárbara	pg-18
3.2-Resultados obtidos em campo.....	pg-19
3.2.1- Formação Santa Fé.....	pg-23
3.2.1.1- Análise das seções da Formação Santa Fé.....	pg-23
3.2.1.2- Análise de paleocorrentes da Formação Santa Fé.....	pg-28
3.2.1.3- Análise de proveniência da Formação Santa Fé.....	pg-29
3.2.1.4- Interpretações da Formação Santa Fé.....	pg-33
3.2.2- Formação Mangueirão.....	pg-34
3.2.2.1- Análise das seções da Formação Mangueirão.....	pg-34
3.2.2.2- Análise de paleocorrentes da Formação Mangueirão.....	pg-39
3.2.2.3- Análise de proveniência da Formação Mangueirão.....	pg-40
3.2.2.4- Interpretações da Formação Formação Mangueirão.....	pg-40
3.2.3- Formação Vargas.....	pg-41
3.2.3.1- Análise das seções da Formação Vargas.....	pg-41
3.2.3.2- Análise de paleocorrentes da Formação Vargas.....	pg-47
3.2.3.3- Análise de proveniência da Formação Vargas.....	pg-47
3.2.3.4- Interpretações da Formação Vargas.....	pg-48

CAPÍTULO IV- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	pg-49
--	-------

REFERÊNCIAS CITADAS

SINOPSE

No Estado da Bahia existem diversas e variadas ocorrências de depósitos sedimentares de origem sedimentar. Contudo, uma unidade dominante é observada no Rio Grande do Sul, onde ocorre a Formação de São Francisco (1967). A origem e a evolução da Formação de São Francisco são temas que têm sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

Adicionalmente, a origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

CAPÍTULO I

A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

~ introdução ~

SINOPSE

A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

Uma unidade sedimentar ocorre no Rio Grande do Sul, onde ocorre a Formação de São Francisco (1967). A origem e a evolução da Formação de São Francisco são temas que têm sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

Adicionalmente, a origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores. A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

SINOPSE

A origem da Formação de São Francisco é um tema que tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversos pesquisadores.

1.1 INTRODUÇÃO

No Sudeste Sul-Americano ocorrem diversas e estreitas ocorrências de depósitos sedimentares da transição Neoproterozóico-Cambriano, cuja unidade dominante é designada no Rio Grande do Sul como **Grupo Camaquã**. Desde o trabalho clássico de Almeida (1967) " Origem e Evolução da Plataforma Brasileira" tais seqüências sedimentares estariam relacionadas ao estágio "transicional" de regiões afetadas pela Orogenia Brasileira, e representariam depósitos de caráter "molássico". Tal classificação perdurou durante décadas, até o trabalho de Oliveira & Fernandes (1991).

Atualmente, estudos realizados sobre a organização tectônica do Escudo Gaúcho colocam os depósitos do Grupo Camaquã como remanescentes de uma ampla bacia que teria se compartimentado em sub-bacias durante sua evolução contínua sin-sedimentar, possivelmente sob um regime de afastamento (*pull-apart basin*) junto as zonas de cisalhamento responsáveis pela justaposição final de terrenos suspeitos (Fragoso Cesar & Machado, 1997). Desta forma a bacia original (Bacia do Camaquã) apresenta-se separada por altos do embasamento condicionados por lineamentos transcorrentes, sendo sua porção ocidental representada pela sub-bacia Santa Bárbara.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho proposto é o estudo da evolução sedimentar e tectônica da margem ocidental da Bacia Camaquã (sub-bacia Santa Bárbara), no trecho aflorante entre as cidades de Caçapava do Sul e Lavras do Sul (RS), através do levantamento de uma seção estratigráfica nos afloramentos da estrada que liga estas duas cidades, incluindo a realização de:

- Uma seção que compreende cerca de 20 Km da rodovia RS-357 entre os municípios de Caçapava do Sul e Lavras do Sul, com diversas exposições contínuas, algumas quilométricas, onde as inclinações das camadas expõem cerca de 2 km de espessura das unidades estudadas.
- Levantamento de fácies camada a camada, medindo espessuras dos tipos de rochas; identificação, descrição e análise de estruturas primárias e tectônicas; caracterização da proveniência e medidas de paleocorrentes
- Amostragem para petrografia
- Análise de produtos de Sensoriamento Remoto

-Análise da evolução paleogeográfica e tectônica do trecho investigado.

1.3 LOCALIZAÇÃO

A área estudada localiza-se na porção oeste do Escudo Gáucha no RS, mais precisamente na estrada que liga os municípios de Caçapava do Sul e Lavras do Sul (RS 357, ver figura 1). Esta via corta transversalmente a sub-bacia Santa Bárbara, permitindo o levantamento da seção litoestratigráfica mais representativa da sub-bacia em questão.

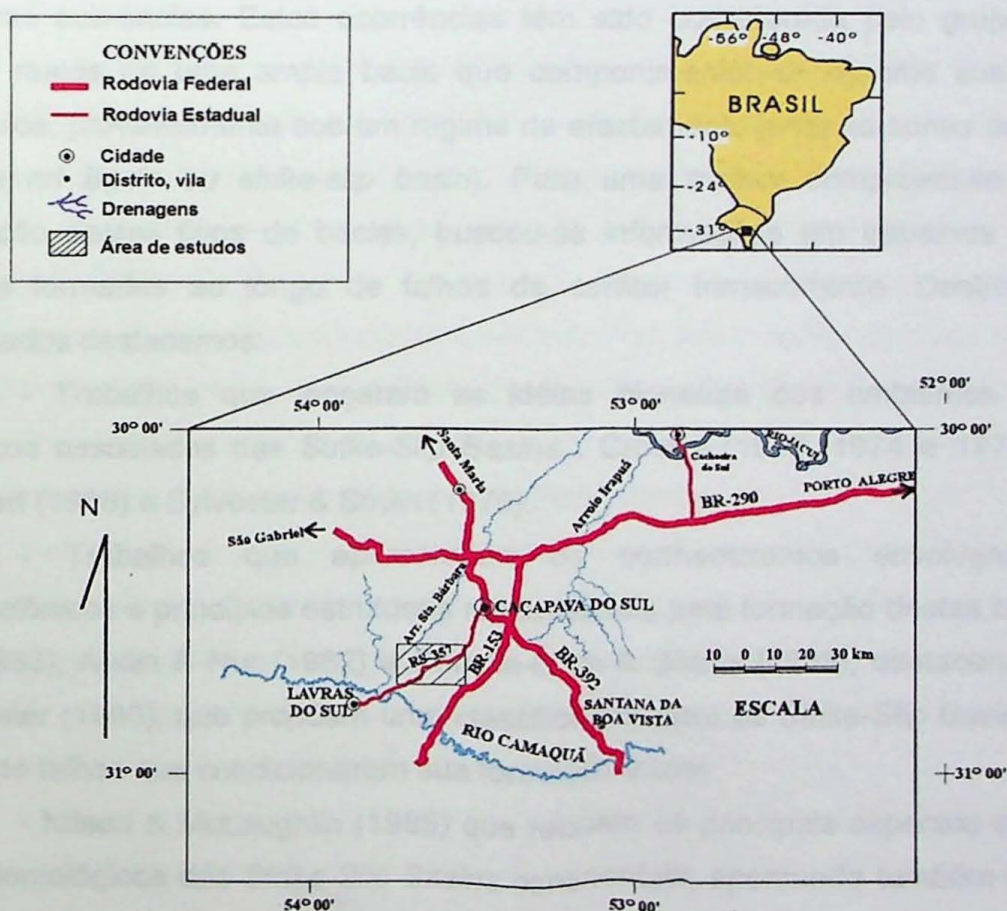


Figura 1- Localização da área de estudo e Principais vias de acesso

1.4 ETAPAS DE TRABALHO E METODOLOGIA APLICADA

Durante estes sete meses do projeto foram realizadas as seguintes etapas de trabalho, seguindo o cronograma inicialmente proposto:

-(1) Estudo crítico dos trabalhos prévios relacionados à evolução dos conhecimentos sobre o Escudo Gaúcho e suas coberturas, dando ênfase ao Grupo Camaquã. Após esta análise sucinta, e através de discussões com o grupo de pesquisa, elaborou-se um texto simplificado expondo os trabalhos mais importantes e contendo as principais informações e interpretações sobre o Escudo Gaúcho e suas coberturas.

-(2) Estudo bibliográfico de bacias análogas à do Camaquã.

Os depósitos do Grupo Camaquã encontram-se expostos no Escudo Gaúcho em diversas sub-bacias. Estas ocorrências têm sido considerada pelo grupo de pesquisa como restos de uma ampla bacia que compartimentou-se durante sua evolução sin-tectônica, provavelmente sob um regime de afastamento junto as zonas de cisalhamento (*pull-apart basin* ou *strike-slip basin*). Para uma melhor compreensão da gênese e evolução destes tipos de bacias, buscou-se informações em trabalhos realizados em bacias formadas ao longo de falhas de caráter transcorrente. Dentre os trabalhos abordados destacamos:

- Trabalhos que lançaram as idéias pioneiras dos ambientes formadores e esforços associados das *Strike-Slip Basins* : Crowell (1962, 1974 e 1979), Burchfiel & Stewart (1966) e Sylvester & Smith (1976).

- Trabalhos que aprimoraram os conhecimentos envolvendo ambientes geotectônicos e princípios estruturais responsáveis pela formação destas bacias: Mann *et al.* (1983), Aydin & Nur (1982) e Christie-Blick & Biddle (1985), destacando-se Nilsen & Sylvester (1995), que propõem uma classificação para as *Strike-Slip Basins* quanto aos tipos de falhas que condicionaram sua formação inicial.

- Nilsen & McLaughlin (1985) que reúnem os principais aspectos estratigráficos e sedimentológicos das *Strike-Slip Basins* continentais, apontando também as dificuldades de reconhecimento de antigas bacias formadas em regime de falhas transcorrentes.

- E por último, trabalhos específicos de bacias de *pull-apart* destacando: *Ridge Basin*, sul da Califórnia (Crowell & Link, 1982 e Crowell, 1982); Bacia do Mar Morto "*Dead Sea Basin*" localizada ao longo do limite transforme que separa a placa da África (ou

microplaca do Sinai) da Arábia (tenBrink & Ben-Avraham, 1989; Manspeizer, 1985; Morres & Twiss, 1995); e *Nonacho Basin* (Aspler & Donaldson, 1985) localizada no oeste do Escudo Canadense que se distingue das outras bacias que possuem idades cenozóicas, pois esta possui idade proterozóica. Este trabalho é importante para o presente projeto pois seus autores aplicam dados sedimentológicos e estratigráficos, evidências de migração de depocentros e áreas fontes e estudos de proveniência e paleocorrentes para concluir que a bacia desenvolveu-se e compartimentou-se sob um regime de transcorrência.

-(3) Tratamento digital de imagens de satélite.

Devido a suas características de clima e vegetação a região da sub-bacia Santa Bárbara se apresenta como uma excelente área para o desenvolvimento de técnicas de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto como ferramenta de auxílio a estudos geológicos.

Neste trabalho foi utilizada uma parte da imagem WRS 222/81 obtida pelo sensor TM-LANDSAT 5, contendo as bandas 2, 3, 4, 5 e 7, que compreende a região entre Caçapava do Sul e Lavras do Sul, incluindo toda a sub-bacia Santa Bárbara.

O objetivo foi a comparação entre as respostas obtidas através de técnicas de tratamento digital da imagem e os dados de campo levantados na seção, buscando o estabelecimento de possíveis correlações entre as informações texturais e espectrais da imagem e as litologias e feições descritas no campo. Tal procedimento visou a avaliação do potencial das técnicas de sensoriamento remoto como ferramenta de apoio ao mapeamento geológico na região em trabalhos futuros.

Para a observação de estruturas e localização dos pontos foi utilizada uma imagem da primeira principal componente (PC1) filtrada. Para a observação de possíveis correlações litológicas empregaram-se as composições falsa-cor das bandas 547 e 435, além de uma composição das principais componentes 1,2 e 4. A composição que apresentou melhores resultados foi o triplete 435.

Nas composições de bandas foi utilizada uma técnica de integração de dados valendo-se de transformação IHS (intensidade, matiz, saturação), de forma a adicionar a imagem PC1 filtrada rica em informações texturais às composições ricas em informações espectrais. O filtro empregado foi um filtro passa baixas tipo sharp (imagem original subtraída de uma imagem filtrada com passa altas).

-(4) Trabalhos de Campo.

Os trabalhos de campo foram realizados durante os meses de julho e setembro, no perfil perpendicular às estruturas ao longo da estrada RS-357, que liga as cidades de Caçapava do Sul e Lavras do Sul, cortando as unidades do Grupo Camaquã e unidades do embasamento associadas. Observando relações de contato e variações estratigráficas buscou-se, sempre que possível, correlacionar com unidades análogas dentro da sub-bacia Santa Bárbara e de outros locais de ocorrência do Grupo Camaquã, principalmente com unidades da região das Minas do Camaquã, estudada pelo co-orientador Gelson Luís Fambrini em sua Dissertação de Mestrado.

Após percorrer todo o perfil fez-se o levantamento detalhado das seções estratigráficas adaptadas a partir da sugestão de Selley (1970, 1978), buscando-se sempre a obtenção de dados de paleocorrentes e proveniência nos estratos e anotando-se o nível correspondente. Tentou-se sempre detalhar afloramentos chave para o entendimento da evolução das unidades litoestratigráficas que afloram no perfil, com ênfase para as transições entre as unidades do Grupo Camaquã. Durante o levantamento das seções efetuou-se as seguintes etapas:

- Medidas de espessuras camada a camada, descrevendo sempre a composição litológica, texturas, grau de seleção, estruturas sedimentares, proporção de clastos e matriz, formas e dimensões dos clastos, cor e procura de icnofósseis.

- Durante a análise estratigráfica de proveniência procurou-se seguir as técnicas desenvolvidas por Graham *et al.* (1986), Dickinson (1988), Miall (1990) e Fambrini (1998). A análise de proveniência foi acompanhada pela análise estratigráfica de fácies, através da estimativa visual da proporção dos constituintes maiores que 3 cm, identificação da litologia, medições das dimensões, do arredondamento e da forma dos clastos. Durante a análise de proveniência no arcabouço de conglomerados e arenitos conglomeráticos realizou-se a contagem, em porções selecionadas dos afloramentos, de cerca de 150 clastos.

- Estudo de paleocorrentes realizado concomitantemente à análise de proveniência, conforme os métodos de Miall (1974), Potter & Pettijohn (1977), Tucker (1989), Miall (1990), Coimbra *et al.* (1992), através de medições em: (1) estratos cruzados tabulares e/ou acanalados (em planta e/ou perfil); (2) marcas ou indicações de corrente como marcas de sola e lineações de corrente; (3) marcas onduladas por corrente; (4) imbricações de clastos segundo o caimento do plano **ab** (maior dimensão).

- Coleta de dados qualitativos e quantitativos de feições tectônicas rúpteis como

falhas e seu sentido de movimento sempre que possível.

- **(5)** Trabalhos finais de gabinete, incluindo:
 - Confeção das seções e perfis levantados em campo.
 - Elaboração de tabelas de proveniência de cada afloramento amostrado.
 - Confeção de diagramas de roseta (*rose diagrams*) para indicação de dispersão do padrão de paleocorrentes e seus respectivos vetores.
 - Integração de todos os dados obtidos nas etapas anteriores para a confecção do texto final.

CAPÍTULO II

~ contexto geológico regional ~

CAPÍTULO II

~ contexto geológico regional ~

2.1 INTRODUÇÃO

Segundo Fragoso Cesar *et al.* (1998) as áreas précambrianas a sul do Cráton São Francisco e suas faixas marginais são extremamente complexas, onde grandes zonas de cisalhamento transpressivo interdigitam fragmentos crustais de incertas procedências e distintas evoluções paleogeográficas. Baseado nisto, os autores vêm aplicando o conceito de terrenos suspeitos (*sensu* Coney *et al.*, 1980; Howell, 1993, *apud* Fragoso Cesar *et al.*, 1998), onde uma vez determinado um cráton e suas margens passivas dobradas e empurradas (Placa Sanfranciscana *sensu* Alkmin *et al.*, 1993, *apud* Fragoso Cesar *et al.*, 1998) todos os fragmentos crustais isolados deste referencial são, até que prova em contrário, suspeitos.

Dentro desta linha inovadora do contexto geotectônico do sudeste da Placa Sul-Americana o Escudo Gaúcho é composto por: "Terrenos Antigos" (fragmentos de crosta antiga com mais de 2.0Ga) exemplificados pelos terrenos Rio de La Plata e Valentines; "Terrenos Metassedimentares" (<1.7Ga), representados no escudo pelos terrenos Serra das Encantadas, Lavalleya, Serra dos Pereira e Rocha; "Terreno Metavulcanogênico" (~0.8Ga) representado pelo Terreno Cerro da Árvore; "Terrenos Compostos", que no Escudo Gaúcho aparecem na forma de escamas de ofiolitos, metavulcanogênicas e ortognaisses do Terreno Rio Vacacaí; e " Terrenos Graníticos" representado pelo Terreno Pelotas (ver figura 2.1).

As estreitas ocorrências de depósitos sedimentares formados na transição Neoproterozóico-Cambriano representadas pelas bacias do Camaquã (RS) e Itajaí (SC) localizam-se, preferencialmente, ao longo dos limites destes terrenos, e possuem evoluções sin-tectônicas condicionadas às reativações de zonas de cisalhamento de direção NE-SW (Oliveira & Fernandes, 1991; Sayeg *et al.*, 1992). Devido à relação entre os depósitos e a estruturação em terrenos do Escudo Gaúcho segue abaixo uma breve discussão sobre seus terrenos, seguida por uma síntese sobre suas coberturas, dando ênfase ao Grupo Camaquã.

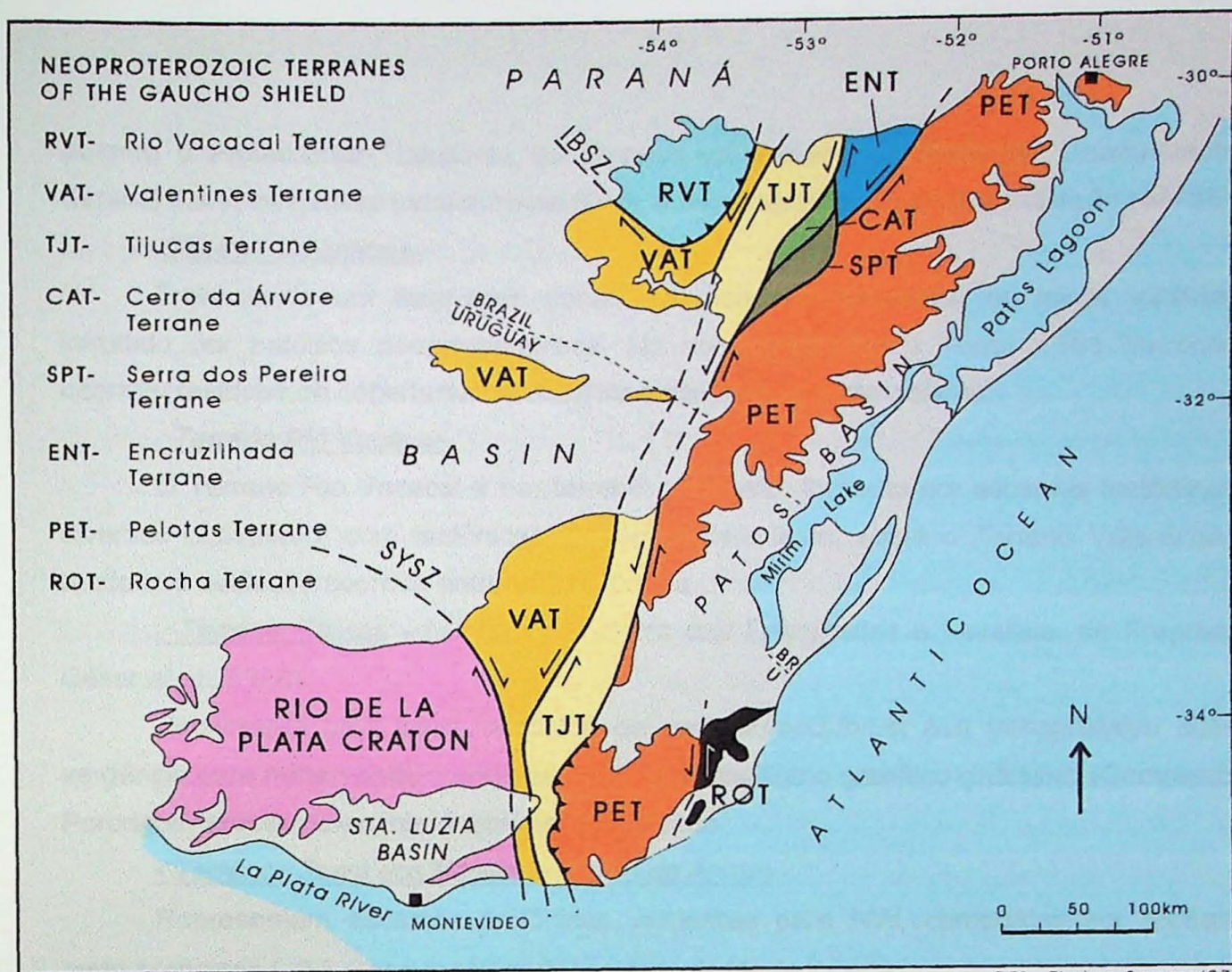


Figura 2.1 - Mapa tectônico esquemático do Escudo Gaúcho no RS e no Uruguai com destaque para seus terrenos e área cratônica adjacente. IBSZ- Zona de Cisalhamento de Ibaré- SYSZ Zona de Cisalhamento Sarandí del Yí. (Fragoso Cesar & Machado, 1997).

2.2 OS TERRENOS DO ESCUDO GAÚCHO

A distribuição do Grupo Camaquã é condicionada pela atividade sin-sedimentar dos limites inter-terrenos onde as unidades destes serviram de área fonte para as unidades do Grupo Camaquã. Devido à importância destes como provedores de carga clástica segue abaixo uma breve descrição sobre os terrenos do Escudo Gaúcho e seu referencial, Cratão Rio de La Plata, de acordo com Fragoso Cesar & Machado (1997):

-Cratão Rio de La Plata- (ou terreno cratônico Rio de La Plata de Fragoso Cesar et al., 1998)

Esse terreno é composto por uma associação tipo granito-*greenstone* afetados por enxames de diques máficos toleíticos de idades 1.8Ga, não sofrendo atividade tectônica

durante o Proterozóico. Limita-se do Terreno Valentines pela Zona de Cisalhamento Sarandi del Yi de caráter transcorrente dúctil, e movimentação dextral, de direção NW-SE

-Terreno Valentines-

Trata-se de um fragmento continental com embasamento de idade >2.0Ga, intrudido por batólitos neoproterozóicos. No seu limite com o Terreno Rio Vacacai, ocorrem resíduos de coberturas carbonáticas-siliclásticas proterozóicas.

- Terreno Rio Vacacai-

O Terreno Rio Vacacai é um terreno composto, formado por escamas tectônicas diversas obductado, com tectônicas vergentes para leste, sobre o Terreno Valentines, tendo sua evolução ocorrida entre 900 e 700 Ma.

- Terreno Tijucas - (ou terrenos Serra das Encantadas e Lavalleja, de Fragozo Cesar *et al.*, 1998)

Representa uma lasca tectônica de um *fold-and-thrust belt* transpressivo com vergência para norte, onde o embasamento pré- brasileiro granítico-gnáissico (Complexo Porongos) apresenta-se intensamente milonitizado

- Terrenos Serra dos Pereira e Cerro da Árvore -

Representam escamas tectônicas vergentes para NW, compostas por rochas metavulcânicas (~0,8 Ga) e metassedimentares de idade incerta.

- Terreno Encruzilhada do Sul -

Possui um embasamento de alto grau metamórfico, ainda não datado, composto por paragneisses e um grande corpo anortosítico (Anortosito Capivarita), afetado por ortogneisses e granitóides diversos do fim do Neoproterozóico, possivelmente correlatos aos do Terreno Pelotas.

-Terreno Pelotas-

Trata-se de um terreno essencialmente granítico, constituído pelo Complexo Granítico-Gnáissico Pinheiro Machado, com idades Rb/Sr em torno de 800Ma; leucogranitos peraluminosos com idades Rb/Sr em torno 680 Ma; um batólito granítico multi-intrusivo associado a enxames de diques riolíticos de estruturação segundo NW-SE e NE-SW, com idades Rb/Sr e U/Pb situadas entre 640-550 Ma; e pequenos corpos de granitos alcalinos pós-tectônicos.

-Terreno Rocha-

É representado por uma seqüência clástica marinha rasa fracamente metamorizada e deformada com vergência para SE, afetada por um batólito granítico (Batólito Santa Tereza), correlato aos granitos tardios que afetaram o Terreno Pelotas.

Considerando que destes terrenos aqueles que possivelmente constituíram áreas fontes para a seqüência estudada foram os terrenos Rio Vacacai e Valentines, faremos uma breve exposição de seus principais tipos litológicos.

O Terreno Rio Vacacai é composto por: (1) rochas metamórficas de baixo grau, serpentinitos, anfíbolitos, metavulcanogênicas e gnáissica orto e paraderivadas; (2) cobertura sedimentar com ritmitos, arenitos arcoseanos e conglomerados do Grupo Maricá; (3) rochas vulcânicas intermediárias e ácidas do Grupo Crespos; e (4) rochas graníticas diversas, localmente com textura rapakivi (Granito Lavras do Sul).

O Terreno Valentines é composto por: (1) rochas metamórficas de alto grau, granulitos, gnaisses e, localmente, pequenos corpos de anortositos e *bif's*; (2) rochas graníticas diversas, compondo batólitos, incluindo corpos com textura rapakivi; (3) rochas meta-calcáreas e siliciclasticas de baixo grau (e.g. calcáreo de Bagé).

2.3 AS COBERTURAS DO ESCUDO GAÚCHO

Uma vez definidos os Terrenos do Escudo Gaúcho, os componentes do grupo de pesquisa que nos orienta individualizam suas coberturas sedimentares e vulcânicas em quatro grandes unidades separadas por inconformidades regionais : Grupo Maricá, Grupo Crespos, Grupo Camaquã e Grupo Guaritas(Ver figura 2.2).

A evolução destas coberturas está intimamente associada aos arranjos tectônicos dos terrenos que compõem o escudo, conforme apontado anteriormente, sendo que o Grupo Camaquã é a primeira unidade que cobre todos os terrenos do Escudo Gaúcho.

Até o momento sabe-se que o Grupo Maricá aparentemente restringe-se ao Terreno Rio Vacacai, enquanto que as vulcânicas do Grupo Crespos parecem ter afetado os terrenos Valentines e Rio Vacacai, isto é, nas épocas de suas evoluções esses terrenos já estavam tectonicamente unidos entre si, porém ainda não justapostos aos demais. A evolução do Grupo Camaquã foi concomitante à justaposição tectônica desses terrenos.

O Grupo Guaritas foi posterior à colagem tectônica, segundo a nova proposta da equipe de pesquisa, possivelmente representaria o primeiro evento deposicional da Bacia do Paraná

Figura 2.2 – Mapa de delimitação das coberturas do Escudo Gaúcho, no Rio Grande do Sul.

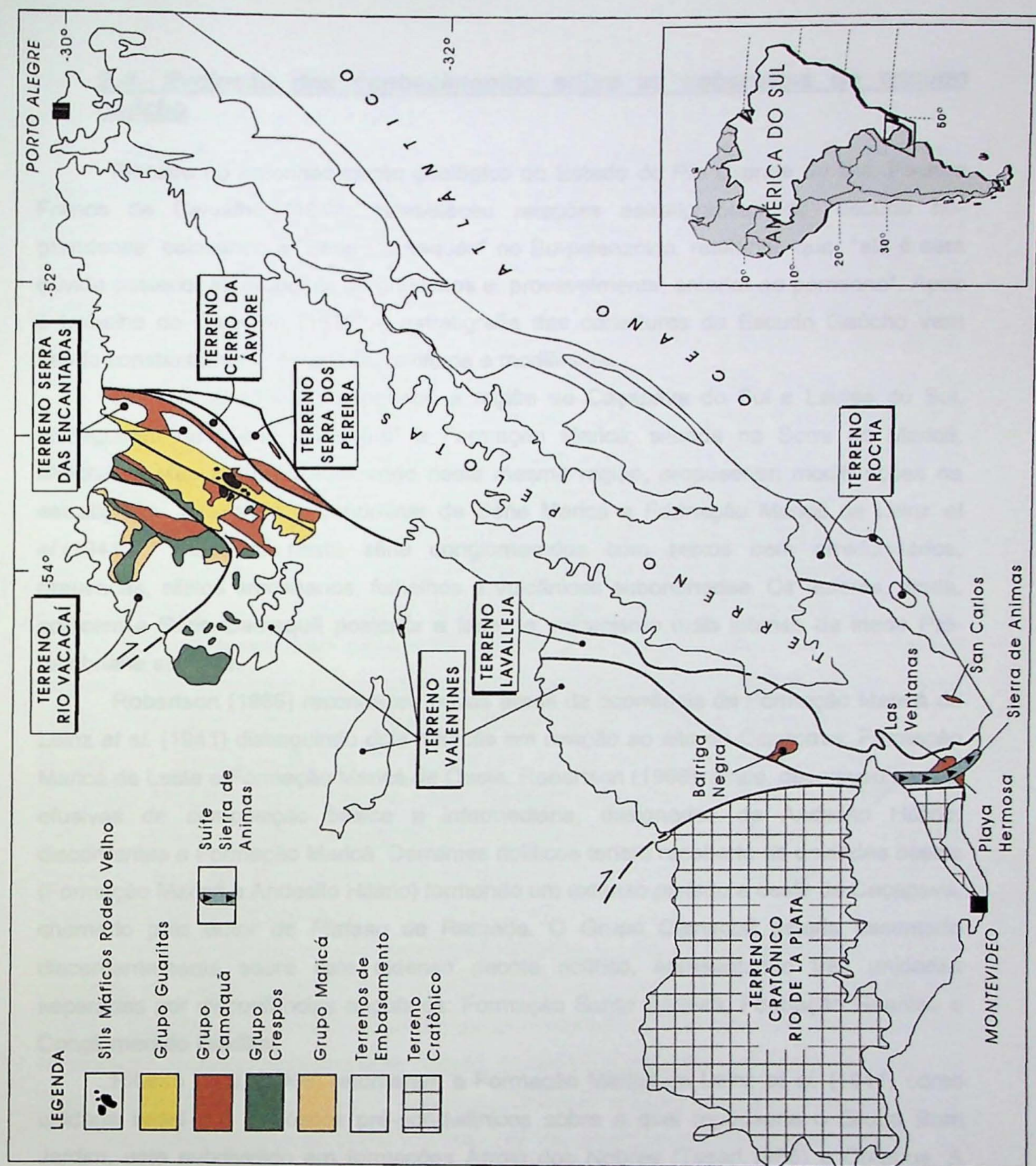


Figura 2.2 – Mapa de distribuição das coberturas do Escudo Gaúcho no Rio Grande do Sul e Uruguai.

2.4- Evolução dos conhecimentos sobre as coberturas do escudo gaúcho

Pioneiro no reconhecimento geológico do Estado do Rio Grande do Sul, Paulino Franco de Carvalho (1932) estabeleceu relações estratigráficas do “escudo rio-grandense” colocando a “Série Camaquan” no Eo-paleozóico, relatando que “ela é sem dúvida posterior as erupções de andesitos e, provavelmente, anterior ao permiano”. Após o trabalho de Carvalho (1932) a estratigrafia das coberturas do Escudo Gaúcho vem sendo constantemente estudada, revisada e modificada.

Leinz *et al.* (1941), mapeando a região de Caçapava do Sul e Lavras do Sul, distinguiram da “Série Camaquã” a Formação Maricá, situada na Serra do Maricá. Melcher & Mau (1960), trabalhando nesta mesma região, propuseram modificações na estratigrafia passando a denominar de Série Maricá a Formação Maricá de Leinz *et al.* (1941). Incluíram nesta série conglomerados com seixos bem arredondados, grauvas, siltitos arcoseanos, folhelhos e vulcânicas subordinadas. Os autores, ainda, colocam a Série Camaquã posterior a fase de vulcanismo mais intenso de idade Pré-cambriana superior.

Robertson (1966) reconheceu novas áreas de ocorrência da Formação Maricá de Leinz *et al.* (1941) distinguindo dois maricás em relação ao alto de Caçapava: Formação Maricá de Leste e Formação Maricá de Oeste. Robertson (1966), ainda, descreveu rochas efusivas de composição básica a intermediária, designadas de Andesito Hilário, discordantes a Formação Maricá. Derrames riolíticos teriam recoberto as unidades basais (Formação Maricá e Andesito Hilário) formando um extenso *plateau* a oeste de Caçapava, chamado pelo autor de *Plateau* de Ramada. O Grupo Camaquã estaria assentado discordantemente sobre este extenso pacote riolítico, apresentando três unidades separadas por discordâncias angulares: Formação Santa Bárbara, Formação Guaritas e Conglomerado Coxilha.

Ribeiro *et al.* (1966) retomaram a Formação Maricá de Leinz *et al.* (1941) como unidade basal dos depósitos pré-gondwânicos sobre a qual repousaria o Grupo Bom Jardim, este subdividido em formações Arroio dos Nobres (Tesari, 1965) e Crespos. A Formação Arroio dos Nobres seria composta por ritmitos psamo-pelíticos do Membro Mangueirão, e arenitos e conglomerados do Membro Vargas. A Formação Crespos incluiria o Andesito Hilário e Riolito Ramada de Robertson (1966), respectivamente denominados neste trabalho de membros Hilário e Acampamento Velho. O Grupo

Camaquã (incluindo as formações Santa Bárbara e Guaritas de Robertson, 1966) estaria assentado sobre o Grupo Bom Jardim.

Efetuada uma nova divisão litoestratigráfica nas coberturas do "Escudo Sul-Riograndense", Santos *et al.* (1978) redefiniram as formações Maricá e Crespos de Ribeiro *et al.* (1966), respectivamente, em formações Pessegueiro (seqüência com predomínio de rochas sedimentares) e Cerro dos Martins (seqüência vulcano-sedimentar). O Membro Acampamento Velho de Ribeiro *et al.* (1966) passou a grau de formação, incluindo rochas de natureza vulcânica e granitos associados (Granito de São Sepé, Ramada e Cerro da Cria). Estas três seqüências fariam parte do Grupo Maricá. Os autores ainda descreveram dois sistemas principais de falhas, um com direção N20-30E e outro N50-60W que segundo eles corresponderiam a reativações de antigos lineamentos tectônicos do embasamento.

Fragoso Cesar *et al.* (1984) classificaram a Bacia de Camaquã como uma antefossa molássica que teria se desenvolvido na zona marginal do orógeno (Cinturão Dom Feliciano) durante as fases tardias e finais do Ciclo Brasileiro (Vendiano-Ordoviciano). Informalmente separaram a bacia em "molasses precoces" e "molasses tardias". A Molasse Precoce corresponderia a Formação Maricá fácies leste de Robertson (1966), Formação Arroio do Nobres por Ribeiro *et al.* (1966) e Formação Cerro dos Martins, de Santos *et al.* (1978). A Molasse Tardia estaria representada pelo Grupo Camaquã (incluindo as formações Santa Bárbara e Guaritas de Robertson, 1966). No trabalho voltam a definição original de Carvalho(1932) entendendo que "o conjunto molásico deve ser englobado em uma única unidade estratigráfica maior", o Grupo Camaquã ("Série Camaquan").

Promovendo uma revisão estratigráfica das molassas do Ciclo Brasileiro, Fragoso Cesar *et al.* (1985) dividiram o Grupo Camaquã nas formações Maricá, Acampamento Velho e Guaritas. A Formação Maricá representaria a "molassa precoce", informalmente descrita no trabalho anteriormente citado, incluindo a esta os membros Mangueirão, Vargas, Pessegueiro e Hilário. A Formação Guaritas corresponderia à "molassa tardia" composta pelas seguintes sub-unidades: (1) associações de arenitos e ruditos, (2) arenitos com estratificações cruzadas de grande porte, (3) associações de arenitos e pelitos e, (4) Membro Rodeio Velho composto por derrames andesíticos.

Lavina *et al.* (1985) estudando os depósitos clásticos da Bacia do Camaquã forneceram elementos fundamentais para a elaboração do melhor quadro paleogeográfico da região, separando a bacia em duas grandes seqüências, inferior e superior. A

Seqüência Inferior (Formação Maricá *sensu* Frago Cesar *et al.*, 1985) apresentando em sua borda leste ruditos que propagam para oeste para depósitos marinhos, tempestitos e turbiditos, relacionados à evolução de leque costeiros. A Seqüência Superior (Formação Guaritas *sensu* Frago Cesar *et al.*, 1985) envolveria depósitos continentais incluindo fácies de planícies aluviais de canais entrelaçados, deltas lacustres e planícies eólicas.

Mapeando regiões próximas a Caçapava do Sul, Leites *et al.* (1990) estabeleceram quatro seqüências vulcano-sedimentares: Seqüência Vulcano-Sedimentar 1 de idade proterozóica superior correspondente às formações Maricá (Ribeiro *et al.*, 1966) e Pessegueiro (Santos *et al.*, 1978); Seqüência Vulcano-Sedimentar 2 também de idade proterozóica superior (Membro Hilário *sensu* Ribeiro *et al.*, 1966); Seqüência Vulcanogênica 3 de idade cambriana, equivalente ao Membro Acampamento Velho de Ribeiro *et al.* (1966) e; Seqüência Vulcano-Sedimentar 4 (ordoviciano) correspondente à Formação Guaritas de Lavina *et al.* (1985).

Oliveira & Fernandes (1991) admitiram uma origem transcorrente sinistral (*strike-slip basin*) à calha sedimentar do Vale do Piquiri, localidade tipo da Formação Arroio dos Nobre de Ribeiro *et al.* (1966).

Paim *et al.* (1992), com base nos conceitos de Sloss (1969) e Galloway (1989) separaram três seqüências sedimentares, apontando diversos episódios deposicionais que caracterizaram a evolução paleogeográfica da Bacia do Camaquã, optando por uma descrição única dos sistemas deposicionais (sistemas aluviais, deltaicos e desérticos) independente de seu posicionamento estratigráfico.

A descrição e caracterização de assembléias de icnofósseis encontrados por Netto *et al.* (1992), nas regiões das Minas do Camaquã e Vale de Santa Bárbara, colocam os depósitos do Grupo Camaquã na transição Neoproterozóico-Cambriano.

Paim *et al.* (1995), utilizando o conceito de alostratigrafia introduzido por Paim (1994), distinguiram em mapa unidades estratigráficas delimitadas entre si por descontinuidades, dividindo o que foi chamado por eles de "Alosupergrupo Camaquã" em "alogrupos" Maricá, Bom Jardim, Santa Bárbara e Guaritas.

Fambrini (1998), estudando a região das Minas do Camaquã, utilizou análises de proveniência e paleocorrentes associadas à análise litofaciológica, contribuindo para a elaboração das mais completas seções estratigráficas das unidades do Grupo Camaquã. O autor separou sua área de estudo em três conjuntos de associações de fácies: conjunto inferior formado por ritmitos psamo-pelíticos relacionados a depósitos de turbiditos, tempestitos e inunditos; conjunto médio constituído por depósitos rudáceos de *fan deltas*;

conjunto superior transicional (marinho a flúvio-deltáico). Estes três conjuntos são correlacionados pelo autor, respectivamente, às formações Mangueirão, Vargas e João Dias .

2.5 O GRUPO CAMAQUÃ

O Grupo Camaquã tem sido considerado como uma das mais completas e bem expostas seqüências sedimentares da transição Neoproterozóico-Cambriano, com uma icnofauna (Netto *et al.*, 1992) que reflete sub-ambientes de águas rasas e moderada energia, possivelmente um corpo d'água restrito sob influência de marés e contribuição deltaica.

As ocorrências do Grupo Camaquã, de acordo com Fragoso Cesar & Machado (1997), situam-se nos limites entre os terrenos Rio Vacacai, Valentines, Serra das Encantadas, Serra dos Perreiras, Cerro da Árvore e Pelotas, tendo sua evolução relacionada à instalação e reativação de zonas de cisalhamento de direção NE-SW .

O Grupo Camaquã apresenta-se na forma de sub-bacias (ver figura 2.2), que seriam restos de uma ampla bacia que compartimentou-se durante e após a colagem final dos terrenos suspeitos. A margem ocidental é representada pelas sub-bacias Santa Bárbara, Mangueirão e Passo do Tigre; a margem oriental pelas sub-bacias Rincão dos Mouras, Vale do Piquiri e Arroio Boici; e os restos de sua porção central seriam representados pelas sub-bacias Minas do Camaquã, Cerro da Angélica, Casa de Pedra, Arroio Rondina e Arroio Apati.

Conforme vem sendo redefinido pela equipe que nos orienta, o Grupo Camaquã compreende as exposições anteriormente relacionadas à Formação Arroio dos Nobres, incluindo os membros Mangueirão e Vargas (*sensu* Ribeiro *et al.*, 1966), e unidades da Formação Santa Bárbara (*sensu* Robertson, 1966).

O Grupo Camaquã, segundo a atual concepção do grupo de pesquisa, é formado pelas seguintes unidades: (i) Formação Santa Fé, constituída por leques conglomeráticos costeiros; (ii) Formação Mangueirão, composta por ritmitos psamo-pelíticos (turbiditos, tempestitos e inunditos) e arenitos costeiros; (iii) Formação Vargas, representada por conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos de leques aluviais e costeiros; e (iv) Formação João Dias, aparentemente restrita à região das Minas do Camaquã, formada por arenitos e ritmitos de ambiente marinho raso e deltaico.

3.1 A SUB- BACIA SANTA BÁRBARA

Dentre as exposições dos depósitos do Grupo Camaquã no Rio Grande do Sul aquela da sub-bacia Santa Bárbara é a maior. Localiza-se na porção noroeste do Escudo Gaúcho, mais precisamente a oeste do município de Caçapava do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 400 km², sendo a única que ocorre exclusivamente sobre o Terreno Rio Vacacaí (ver figura 3.1).

A borda oeste da sub-bacia é limitada pela Serra de Santa Bárbara, composta pelas rochas vulcânicas do Grupo Crespos. A leste o limite se faz por zonas de cisalhamento que colocam os depósitos de topo do Grupo Camaquã em contato com o embasamento exposto do alto de Caçapava do Sul (ver figura 3.1).

O pioneiro na descrição geológica da sub-bacia Santa Bárbara foi Carvalho (1932), tendo sido o primeiro a referir-se aos *"conglomerados com mais de cem metros de espessura"* e aos *"arenitos com palhetas de mica brilhantes na costa do Seival"* (córrego que corta a sub-bacia Santa Bárbara). Leinz *et al.* (1941), Robertson (1966), Ribeiro *et al.* (1966), Leites *et al.* (1990), e Paim *et al.* (1995) contribuíram para a evolução dos conhecimentos do Grupo Camaquã tomando como base as exposições da sub-bacia Santa Bárbara, entre outras. Robertson (1966), ao estudar esta sub-bacia reuniu todos seus depósitos na unidade que designou como Formação Santa Bárbara. Paim *et al.* (1995), utilizando o conceito de aloestratigrafia, separaram estes mesmos depósitos nas aloformações Santa Fé, Lanceiros e Segredo.

Todos os trabalhos acima citados foram de grande importância para o desenvolvimento do conhecimento da geologia das coberturas do Escudo Gaúcho, principalmente a do Grupo Camaquã, porém freqüentemente sem muita preocupação com o rigor na nomenclatura das unidades. Desta forma, como visto no capítulo anterior, não existe um consenso quanto à estratigrafia das coberturas do escudo, o que dificulta muito o desenvolvimento dos trabalhos na região.

Atualmente o grupo de pesquisa que nos orienta vem propondo uma nova estratigrafia para os depósitos do Grupo Camaquã, conforme exposto anteriormente. Logicamente ainda não se trata de uma proposta definitiva, mas de uma tentativa que reflete o conhecimento até agora acumulado por este grupo.

Seguindo esta proposta, a sub-bacia Santa Bárbara é composta na base pela Formação Santa Fé, que ocupa uma estreita faixa no limite oeste da sub-bacia

acompanhando a Serra de Santa Bárbara; Formação Mangueirão, que se estende por toda a porção central da sub-bacia; e Formação Vargas, que ocorre em sua borda leste. Ainda não foram descritos depósitos correlatos à Formação João Dias nesta sub-bacia, sendo sua ocorrência, até o momento, observada somente na região das Minas do Camaquã.

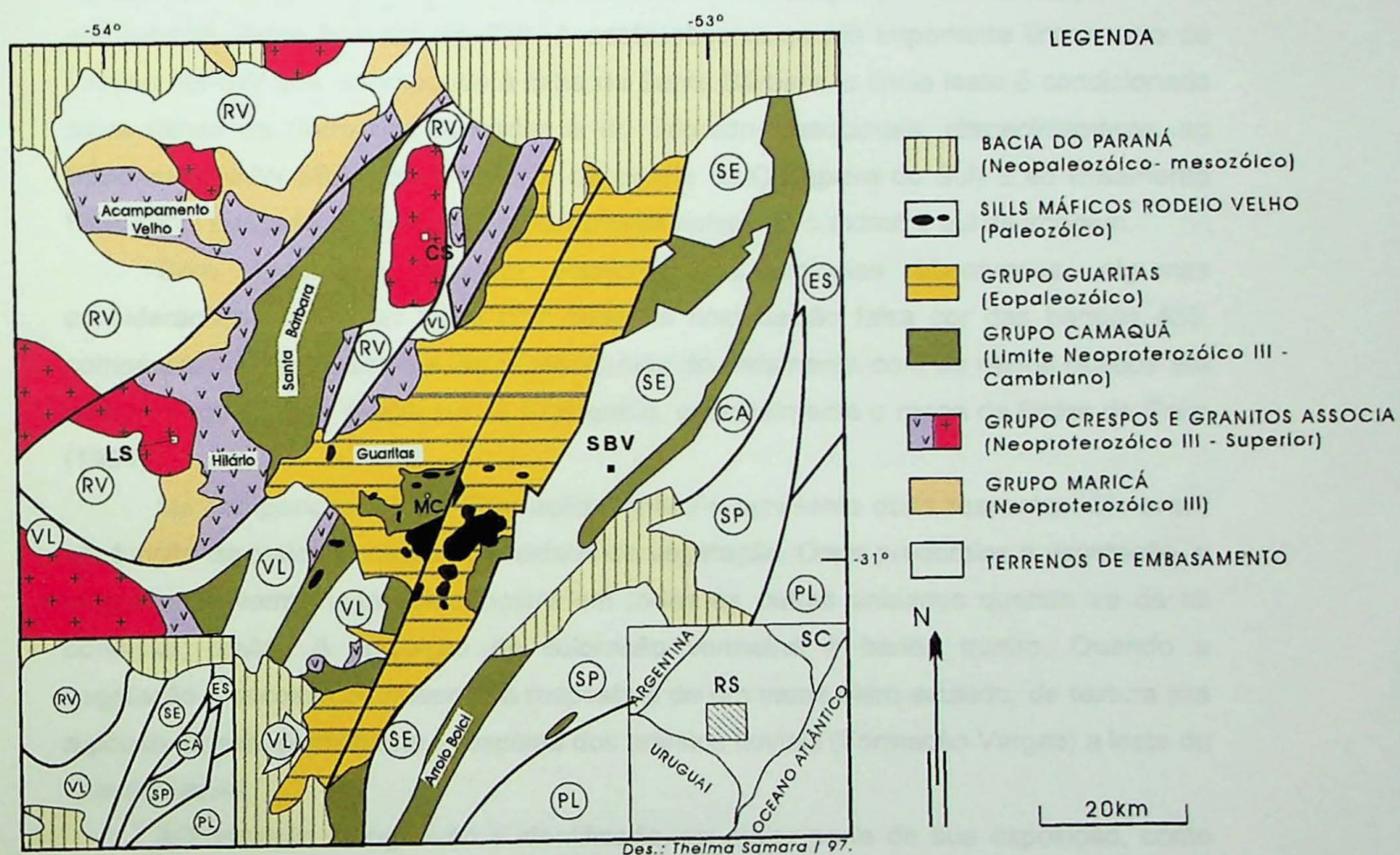


Figura 3.1- Esquema geológico do Escudo Gaúcho no Rio Grande do Sul, destacando seus depósitos de cobertura. Cidades: LS- Lavras do Sul; CS- Caçapava do Sul; SBV- Santana da Boa Vista. Terrenos : RV- Rio Vacacaí; VL- Valentines; SE- Serra das Encantadas; SP- Serra dos Pereiras; CA- Cerro da Arvore; ES- Encruzilhada do Sul; PL- Pelotas.

3.1.1 Interpretação dos produtos de tratamento digital de imagens de satélite da sub-bacia Santa Bárbara:

Dentre os produtos obtidos através do tratamento digital de imagens de satélite TM-LANDSAT, destacam-se a imagem da primeira principal componente, e a composição falsa cor das bandas 4, 3 e 5 (fig. 3.2 e 3.3).

A imagem da primeira principal componente se revelou extremamente útil na identificação das principais estruturas presentes, com destaque para as falhas que limitam a sub-bacia Santa Bárbara (fig 3.2). A oeste observa-se um importante lineamento de direção NE-SW que corresponde à falha de Santa Bárbara, o limite leste é condicionado pelas falhas da Serra dos Andradas e do Segredo, associadas, respectivamente, ao lineamento NNW-SSE (pouco a oeste da cidade de Caçapava do Sul) e ao lineamento NNE-SSW truncado pelo primeiro e claramente visível até o extremo sul da imagem.

Com relação à resposta espectral das litologias observadas, algumas considerações podem ser feitas com base na composição falsa cor das bandas 435, comparando-se as texturas e cores resultantes do tratamento com os dados obtidos em campo e com mapas existentes na bibliografia, principalmente o mapa de fácies de Paim (1994).

Na composição 435, a Formação Santa Fé apresenta duas respostas diferentes em função da maior ou menor quantidade de vegetação. Onde predomina a vegetação, a resposta é avermelhada como ocorre em todas as outras unidades quando se dá tal condição, devido à atribuição da coloração vermelha à banda quatro. Quando a vegetação é escassa ou ausente, a resposta é de um verde claro azulado, de textura lisa a pouco rugosa, semelhante à resposta dos arenitos fluviais (Formação Vargas) a leste do vale do Seival.

A Formação Mangueirão é identificada, na maior parte de sua exposição, como textura lisa em tons verde claro e rosa, com ou sem cultura agrícola (tons de verde intenso), entre as serras de Santa Bárbara, a oeste, e do Seival, dos Lanceiros e do Segredo a leste, além de ocorrência, provavelmente deslocada por falha, a leste da serra do Segredo, em local chamado Paraíso. Na seção levantada, os ritmitos da Formação Mangueirão aflorantes na subida da serra do Seival mostram resposta semelhante aos arenitos fluviais sobrejacentes que sustentam o relevo, demonstrando que a relação da

resposta espectral com as litologias não se dá diretamente, mas sim através das formas de relevo e da cobertura vegetal que estas condicionam.

Os arenitos fluviais da Formação Vargas apresentam textura pouco rugosa e coloração verde azulada, condicionando um platô elevado. A região da serra do Segredo e da serra dos Lanceiros, que segundo os mapas consultados expõem conglomerados (correlacionáveis também à Formação Vargas), e cujo relevo apresenta destacados morros escarpados, tabulares ou em torre, praticamente sem vegetação no topo, se mostra-se na imagem com coloração tendendo ao roxo e textura pouco a muito rugosa.

De forma geral, as respostas estão relacionadas a padrões de relevo que, por sua vez, condicionam fortemente os tipos de vegetação presentes. Devido à ausência de solo desenvolvido (com exceção dos aluviais e hidromórficos das baixadas), muitos pixels apresentam grandes proporções de rocha exposta. Nestas condições, o tipo de rocha exposta parece ter alguma influência na resposta espectral, como constatado pela diferença de cores entre os conglomerados da serra do Segredo e os arenitos do alto da serra do Seival.

3.2 RESULTADOS OBTIDOS NO TRECHO ESTUDADO

No extremo sudoeste da seção estudada, a unidade basal do Grupo Camaquã (Formação Santa Fé) ocorre em contato com tufos e brechas da Formação Acampamento Velho. Devido à ausência de exposições favoráveis, não foi possível caracterizar o tipo de

- contato. No extremo nordeste da seção, a unidade superior (Formação Vargas) limita-se por falha com o embasamento metamórfico do alto de Caçapava do Sul, ali representado por filonitos de protólito pelítico, localmente preservando estrutura primária (laminação plano-paralela) em *pods* centimétricos (ver fig.3.4).



Escala aproximada 1:243.000

Figura 3.2- Imagem PC1 apresentando os padrões texturais e os principais lineamentos.



Escala aproximada 1:256.000

Figura 3.3- Triplete falsa-cor com a combinação das bandas 435

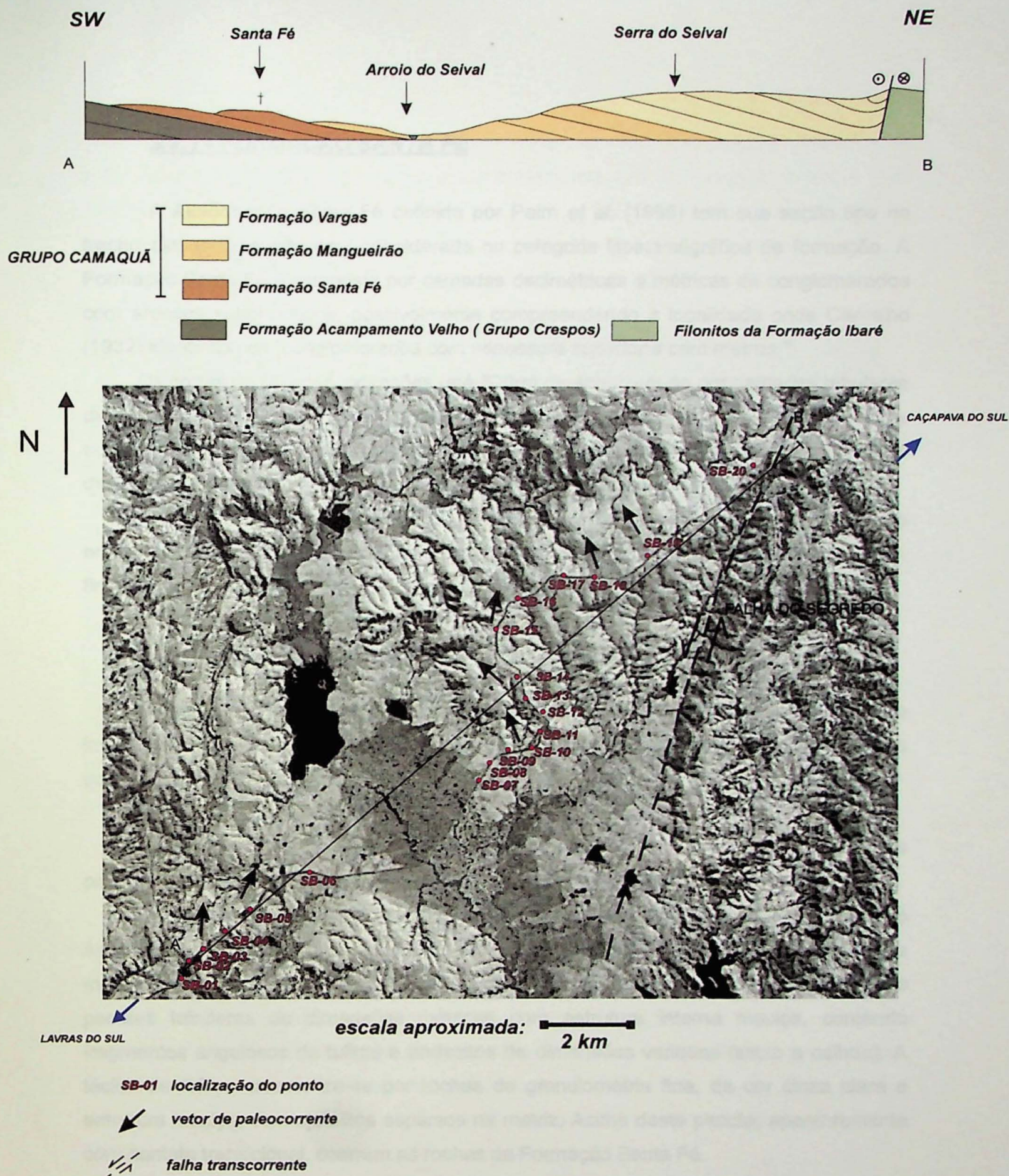


Figura 3.4 – Imagem de localização da estrada e dos ponto onde foram levantadas as seções. Ver localização da área em estudo na figura 3.2.

3.2.1 - FORMAÇÃO SANTA FÉ

A Aloformação Santa Fé definida por Paim *et al.* (1995) tem sua seção tipo no trecho estudado, sendo aqui considerada na categoria litoestratigráfica de formação. A Formação Santa Fé é composta por camadas decimétricas a métricas de conglomerados com arenitos subordinados, possivelmente compreendendo a localidade onde Carvalho (1932) identificou os “conglomerados com espessura superior a cem metros”.

Os cortes de grandes extensões (até 300m) caracterizam-se por camadas tabulares de dimensões variadas que mergulham moderadamente para NE. Todos os afloramentos apresentam-se afetados por falhas normais de rejeito pequeno (centimétrico localmente decimétricos) com direções preferenciais para NW (N10-40W) e mergulhos para NE.

Abaixo faremos uma breve discussão das seções levantadas descrevendo as principais fácies encontradas, seguida pela análise de proveniência e paleocorrentes, finalizando com as principais interpretações desta unidade no trecho investigado.

3.2.1.1 Análise das seções da Formação Santa Fé

Neste item apresentaremos as seções levantadas da Formação Santa Fé, sendo importante ressaltar que, além das texturas e estruturas, as mesmas trazem indicações sobre proveniência.

Seção SB-03- Figura 3.6

Esta seção representa a porção basal da Formação Santa Fé, sobreposta às rochas piroclásticas de composição riolítica da Formação Acampamento Velho.

Os primeiros seis metros são representados por duas fácies distintas da Formação Acampamento Velho, (1) fácies de brechas vulcânicas maciças e (2) fácies de tufitos maciços com ejetólitos (ver fig. 3.5). A fácies de brechas vulcânicas apresenta-se em pacotes tabulares de dimensões métricas com estrutura interna maciça, contendo fragmentos angulosos de tufitos e andesitos de dimensões variadas (seixo a calhau). A fácies de tufitos caracteriza-se por rochas de granulometria fina, de cor cinza clara e estrutura maciça, com ejetólitos esparsos na matriz. Acima deste pacote, aparentemente com contato transicional, ocorrem as rochas da Formação Santa Fé.

As rochas da Formação Santa Fé são caracterizadas por três fácies distintas na seção: (1) fácies de conglomerados sustentados pelos arcabouço, com clastos de seixo e calhau, estruturado em camadas granodecrescentes, possuindo fragmentos angulosos a

sub-arredondados; (2) fácies de conglomerados maciços com clastos variáveis de grânulos a matacões, sub-angulosos a sub-arredondados; e (3) fácies de arenitos finos com laminação plano paralela.



Figura 3.5- Foto da fácies de tufitos maciços com ejetólito.

Seção SB-04- Figura 3.7

Esta seção foi obtida na porção intermediária da Formação Santa Fé, podendo ser dividida em quatro fácies: (1) fácies de conglomerados granodecrescentes contendo seixos e calhaus; (2) fácies de conglomerados maciços, de grânulo a matacão; (3) fácies de arenitos finos com laminação plano-paralela; e (4) fácies de arenitos grossos com estratificação cruzada tabular de médio porte e baixo ângulo.

Na porção superior da figura 3.7 o perfil apresenta falhas normais de direções NW e NNW, com mergulhos variando de 65° a sub-verticais.

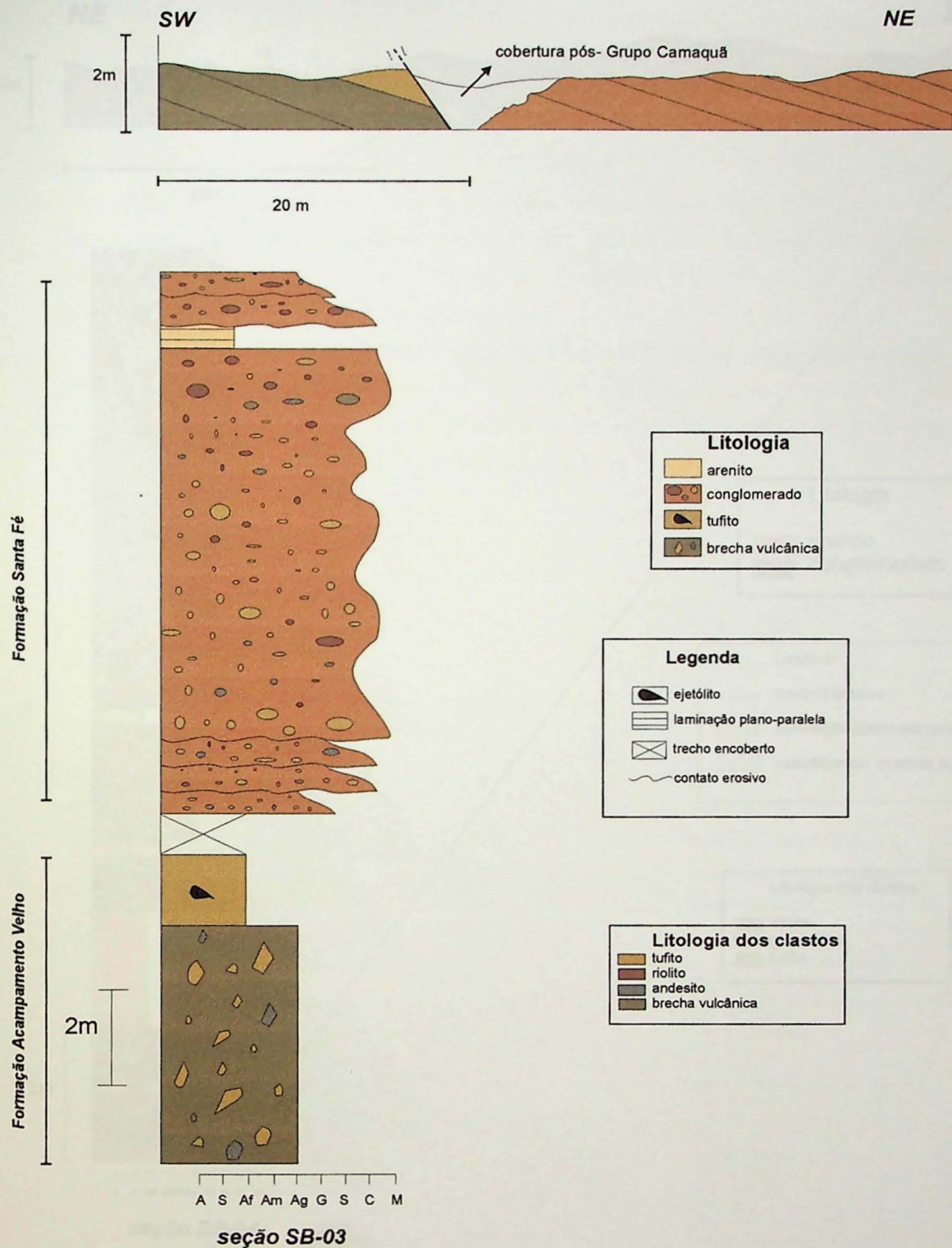


Figura 3.6- Seção levantada no ponto SB-03. No perfil nota-se que a passagem de Formação Acampamento Velho para a Formação Santa Fé é encoberta por depósitos posteriores ao Grupo Camaquã.

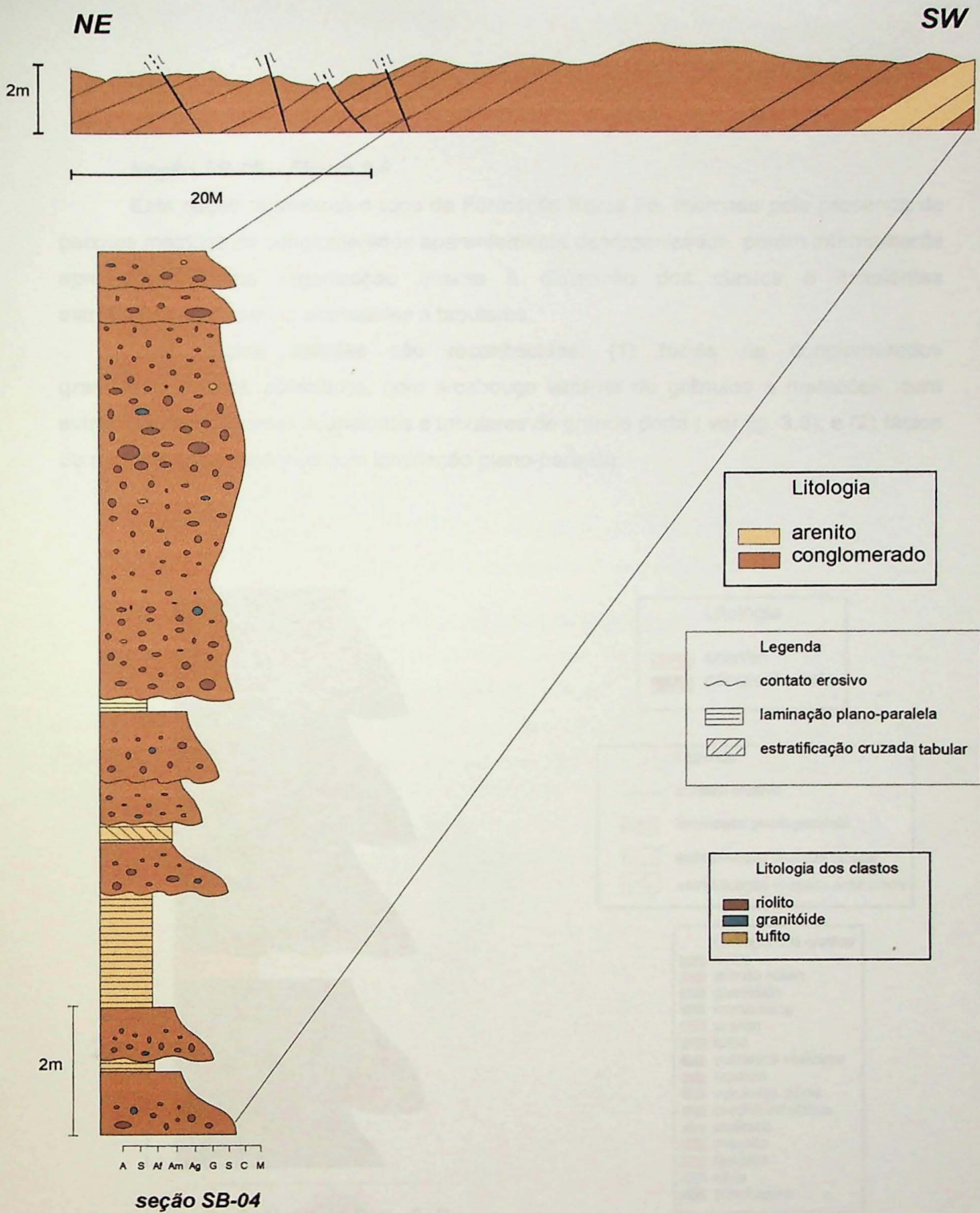


Figura 3.7- Seção levantada no ponto SB-04, representa a porção intermediária da Formação Santa Fé

Seção SB-05 – Figura 3.8

Esta seção representa o topo da Formação Santa Fé, marcado pela presença de pacotes métricos de conglomerados aparentemente desorganizados, porém internamente apresentando uma organização quanto à dimensão dos clastos e incipientes estratificações cruzadas acanaladas e tabulares.

Duas fácies distintas são reconhecidas: (1) fácies de conglomerados granodecrescentes, polimíticos, com arcabouço variável de grânulos a matacões, com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de grande porte (ver fig. 3.9); e (2) fácies de arenitos finos micáceos com laminação plano-paralela.

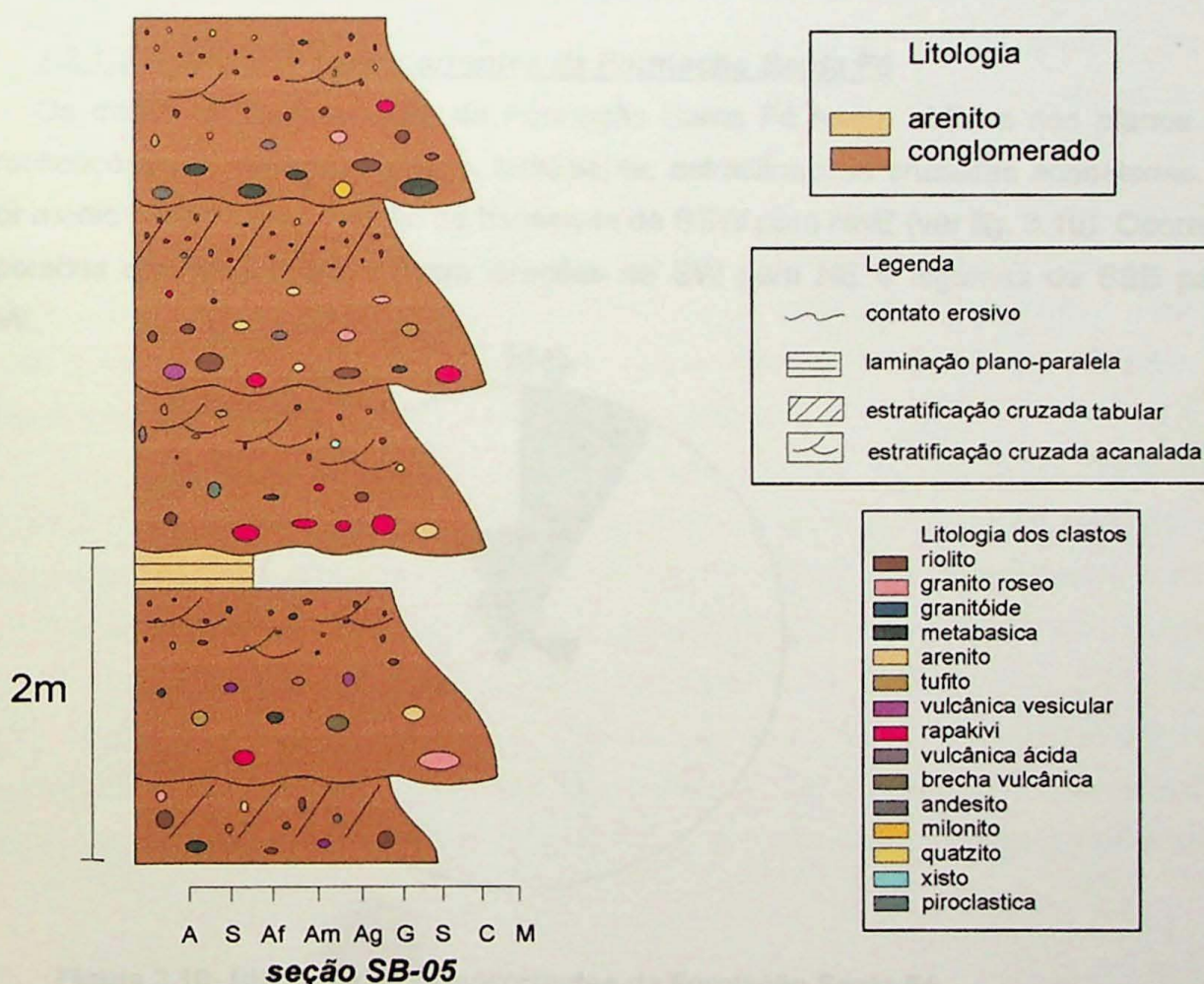


Figura 3.8- Seção de topo da Formação Santa Fé, levantada no ponto SB-05.



Figura 3.9- Conglomerados polimíticos do topo da Formação Santa Fé

3.2.1.2 Análise de paleocorrentes da Formação Santa Fé

Os dados de paleocorrente da Formação Santa Fé foram obtidos nos planos de estratificações cruzadas tabulares e, localmente, estratificações cruzadas acanaladas. O vetor médio obtido indica direção de transporte de SSW para NNE (ver fig. 3.10). Ocorrem dispersões que localmente indicam direções de SW para NE e algumas de SSE para NNW.

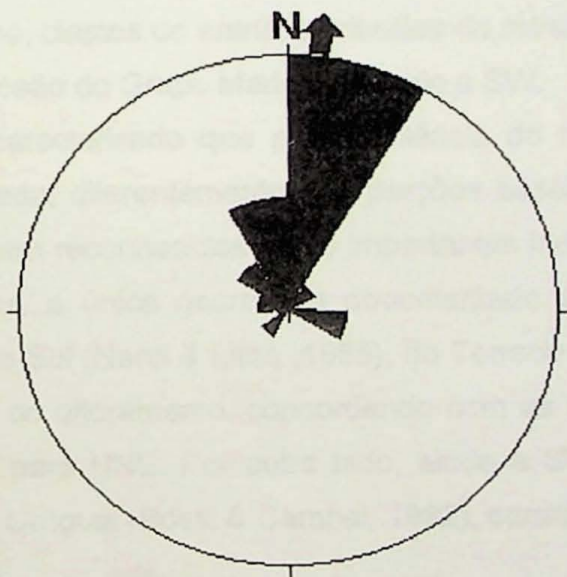


Figura 3.10- Diagrama de paleocorrentes da Formação Santa Fé.

3.2.1.3 Análise de proveniência da Formação Santa Fé

A análise de proveniência foi realizada concomitantemente à análise de fácies e ao levantamento das seções. Para uma melhor representatividade estatística foram escolhidos três pontos por afloramento nos quais efetuou-se a contagem dos clastos.

A base da formação (gráficos da figura 3.11) contém predominantemente fragmentos angulosos a sub-arredondados de tufitos (gráfico A e B figura 3.11), e em menor proporção, fragmentos de andesitos, de brechas vulcânicas e de riolitos, sendo que estes últimos apresentam-se em maiores porcentagens nas porções superiores do corte (ver gráfico C, na figura 3.11).

A porção intermediária (gráficos da figura 3.12) é marcada por apresentar essencialmente clastos de riolitos, apenas localmente de granitóides e de tufitos.

No topo (gráficos da figura 3.13), a composição dos clastos aponta, além da grande contribuição de áreas fontes de origem vulcânica, a presença, em proporções menores, de rochas de natureza intrusiva, rochas metamórficas e até sedimentares. Desta forma, predominam riolitos, andesitos, rochas vulcânicas vesiculares e vulcânicas ácidas e básicas; ocorrendo também granitóides e granitos róseos, que locamente possuem textura rapakivi; rochas de regiões metamórficas como metabasitos, quartzitos, milonitos e xistos; e por último, clastos de arenitos oriundos do retrabalhamento da própria unidade, ou derivados da erosão do Grupo Maricá, exposto a SW.

Fica assim caracterizado que a proveniência do topo da Formação Santa Fé é bastante diversificada, diferentemente das porções basais. Os clastos de granitos com textura rapakivi foram reconhecidos como importantes indicadores de área fonte pois, no Rio Grande do Sul, a única ocorrência documentada é de uma fácies do Complexo Granítico Lavras do Sul (Nardi & Lima, 1985), do Terreno Rio Vacacai situado a cerca de 15 km a sudoeste do afloramento, concordando com as medidas de paleocorrentes que apontam de SSW para NNE. Por outro lado, ainda a SW, ocorrem grandes corpos de granito rapakivi no Uruguai (Bossi & Campal, 1992), constituintes do Terreno Valentines.

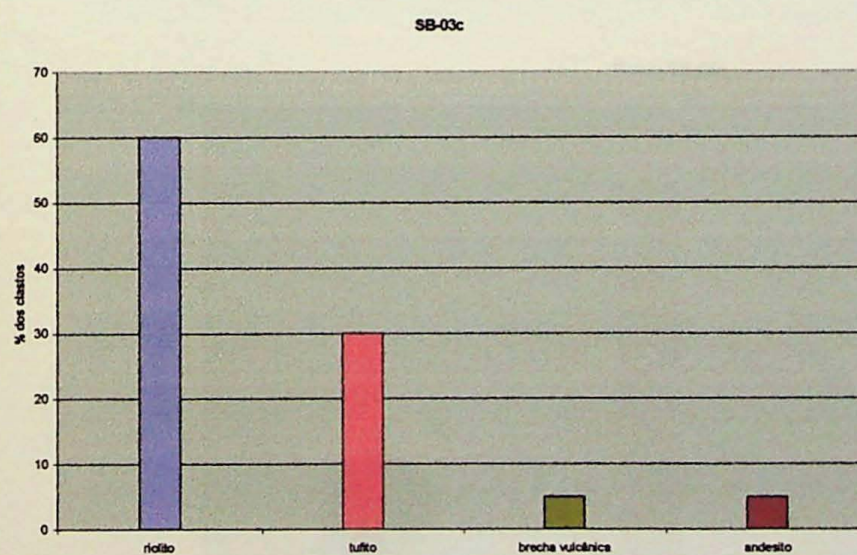
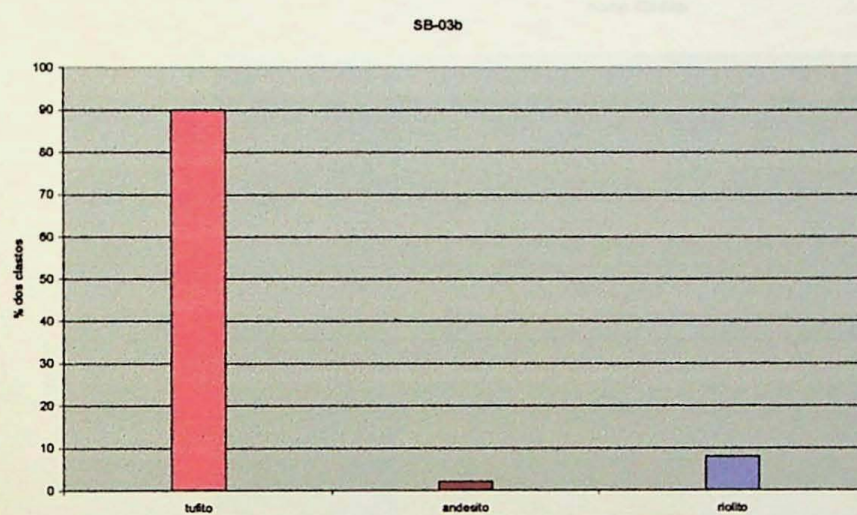
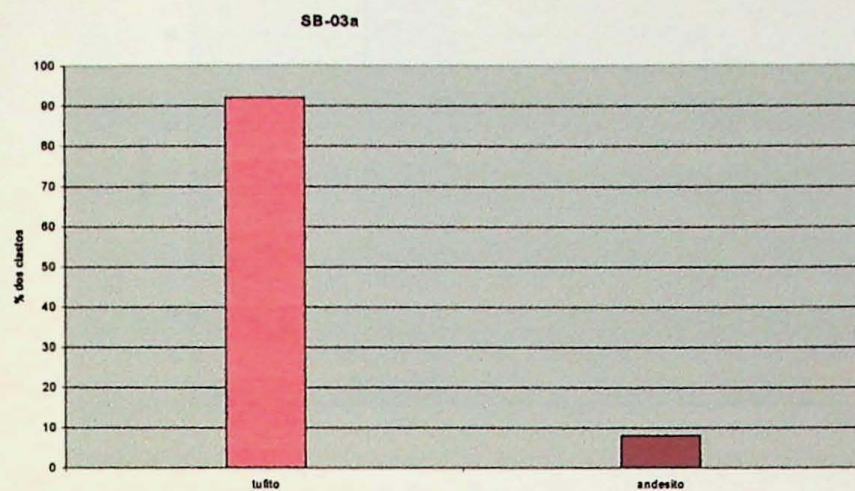


Figura 3.11 - Gráficos de proveniência da porção basal da Formação Santa Fé (n° de clastos- 150, obtidos ao longo do ponto SB-03).

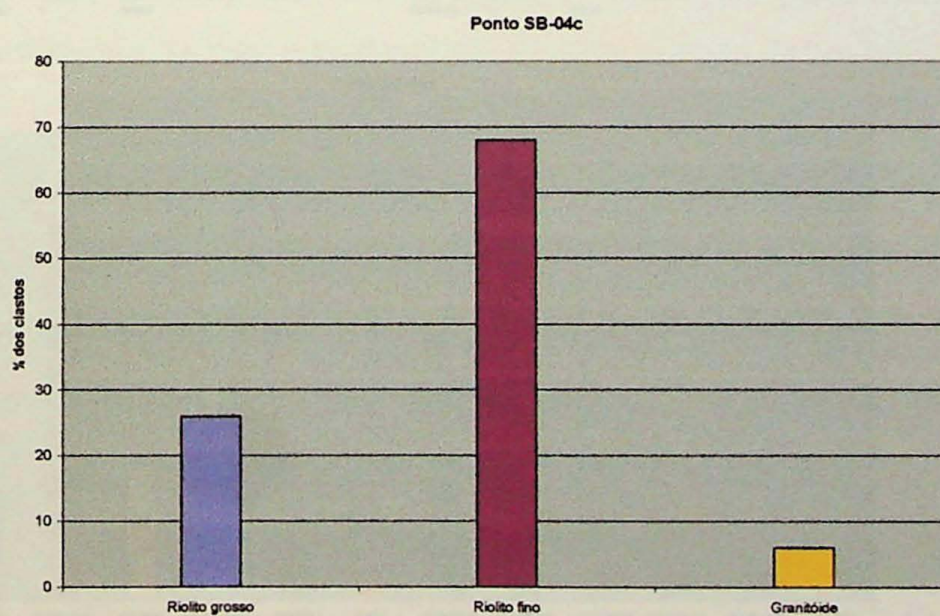
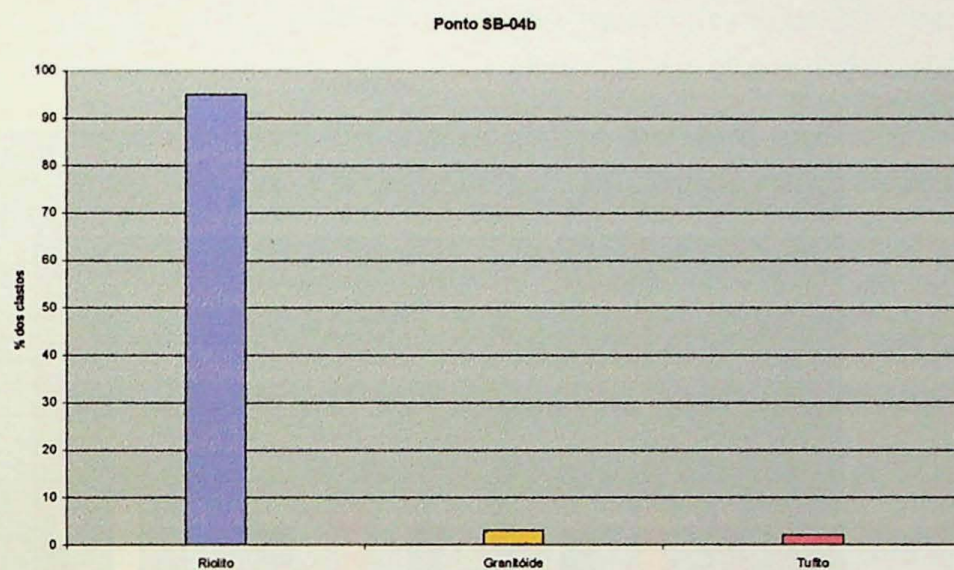
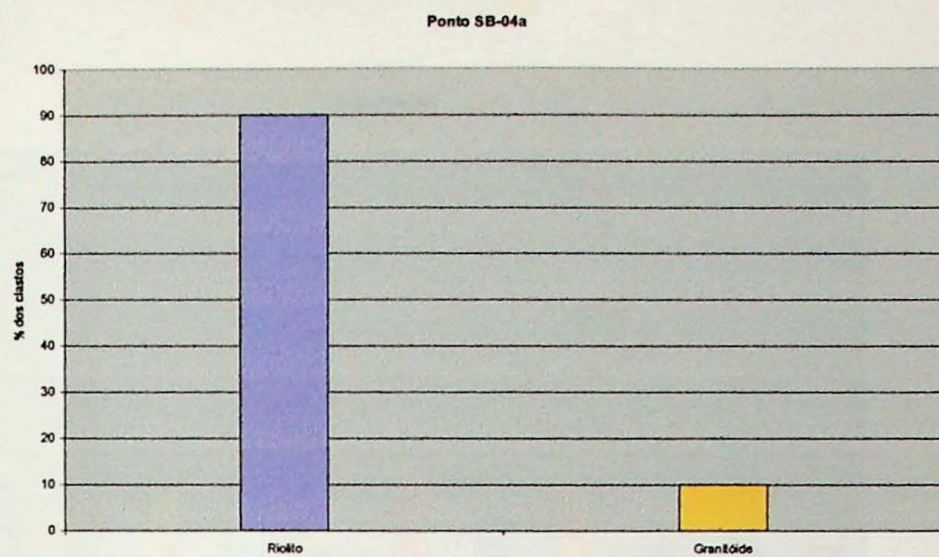


Figura 3.12 – Gráficos de proveniência da porção intermediária da Formação Santa Fé (n° de clastos – 150, no ponto SB-04)

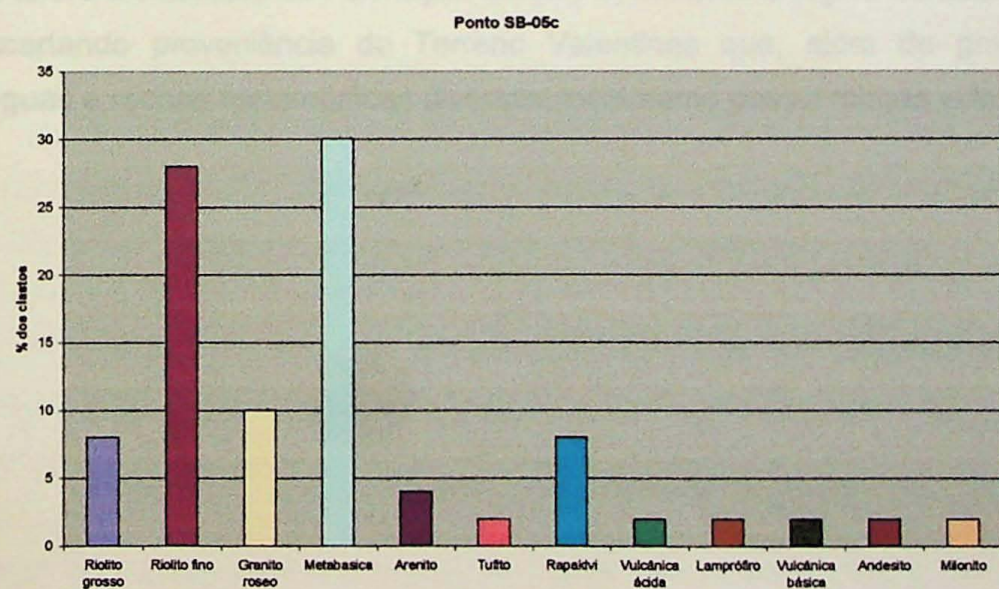
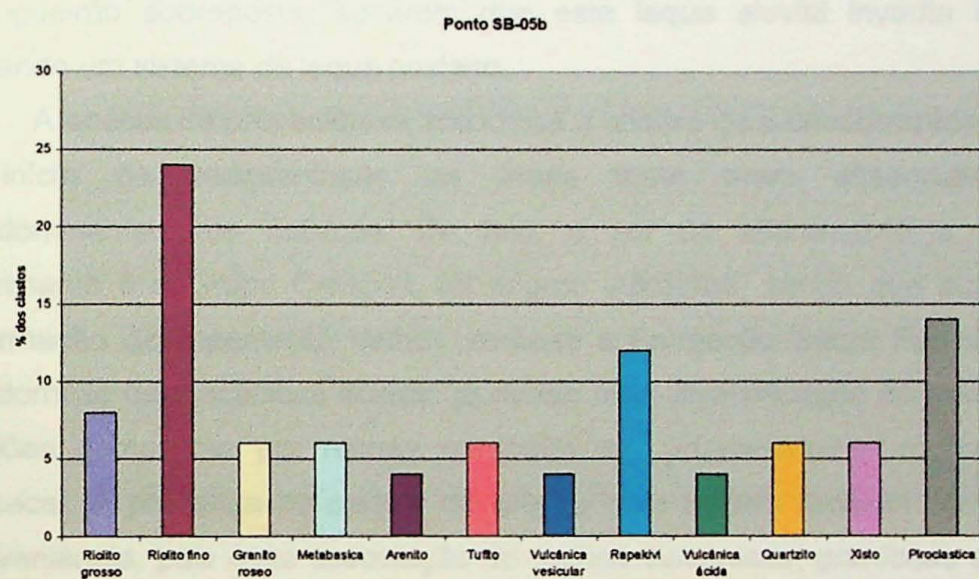
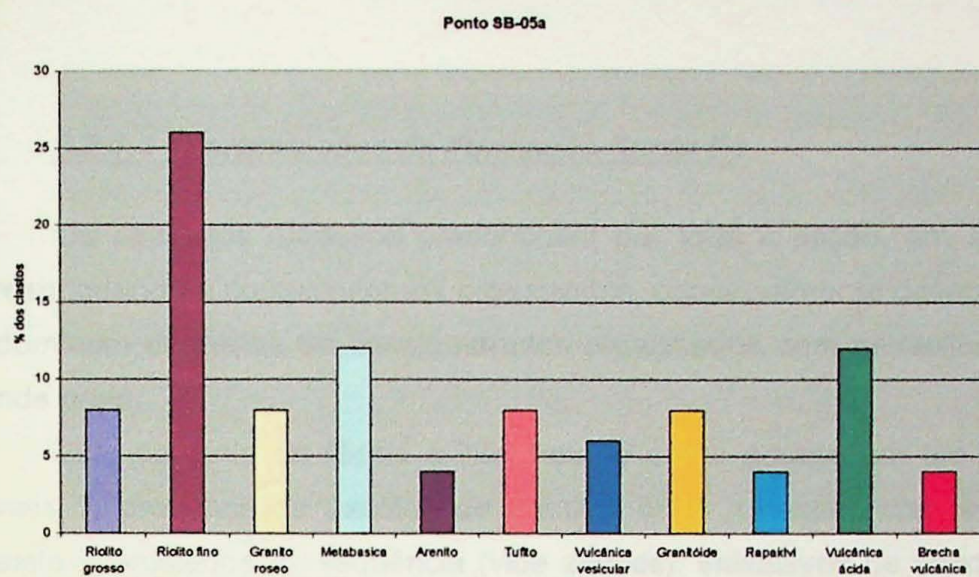


Figura 3.13 – Gráficos de proveniência do topo da Formação Santa Fé (n° de clastos-150, obtidos no ponto SB-05).

3.2.1.4 Interpretações da Formação Santa Fé

Os depósitos rudáceos predominam por toda a seção, em sua grande maioria correspondendo a conglomerados organizados, ocasionalmente desorganizados. No topo predominam depósitos de conglomerados organizados com estratificações cruzadas de grande porte.

Este conjunto de fácies é interpretado como gerado em um sistema de leques aluviais. A presença de pacotes de arenitos finos micáceos com estratificação plano-paralela intercalados na seqüência (vide seções), indicativos de condições subaquosas, aliada à passagem aparentemente transicional para os turbiditos da Formação Mangueirão sobreposta, sugerem que este leque aluvial invadia um corpo aquoso, gerando um sistema de leque costeiro.

A análise de proveniência associada à análise de paleocorrentes indica que durante o início da sedimentação as áreas fonte eram essencialmente vulcânicas, predominantemente riolíticas. De fato, a sul do afloramento a unidade geológica dominante é o Grupo Crespos, de origem vulcânica, sendo que sua unidade superior (Formação Acampamento Velho), embasa a Formação Santa Fé. No topo, ainda com predomínio de vulcânicas ácidas, já ocorre uma diversificação de áreas fonte, tais como regiões compostas por rochas metamórficas, provavelmente rochas do Terreno Rio Vacacaí. A presença de clastos de granito com textura rapakivi completa o quadro de proveniência, pois essa associação de rochas vulcânicas, graníticas e metamórficas é a que aflora a sudoeste da Formação Santa Fé, em toda a região de Lavras do Sul, não se descartando proveniência do Terreno Valentines que, além de granito rapakivi (no Uruguai) e rochas metamórficas diversas, localmente possui rochas vulcânicas.

3.2.2. FORMAÇÃO MANGUEIRÃO

A Formação Mangueirão, uma redefinição do Membro Mangueirão (Bocchi *et al.* 1966, *apud* Ribeiro *et al.*, 1966) de acordo com o grupo de pesquisa que nos orienta (e.g. Fambrini, 1998), corresponde aos “arenitos com palhetas brilhantes de mica das costas do Seival” citados por Carvalho (1932) ao tratar da região aqui estudada. Esta formação, na região, é composta por duas fácies, uma basal, marinha, dominada por turbiditos psamo-pelíticos, e outra superior, litorânea, constituída por ritmitos e arenitos.

O contato com a Formação Santa Fé não pôde ser observado na estrada, porém acredita-se que seja transicional pois não ocorrem falhas ou superfícies erosivas entre os pontos SB-5 e SB-6 onde se inicia as exposições da Formação Mangueirão (ver perfil da figura 3.4).

A unidade inferior da Formação Mangueirão é composta por ritmitos psamo-pelíticos, com níveis decimétricos de arenitos maciços granodecrescentes, passando para níveis centimétricos de arenitos finos, até níveis centimétricos de siltitos com laminação plano-paralela.

No topo transicionam para depósitos litorâneos (unidade superior), também formados por ritmitos psamo-pelíticos, porém com predomínio de arenitos e com abundantes indicações de águas rasas e exposições sub-aéreas.

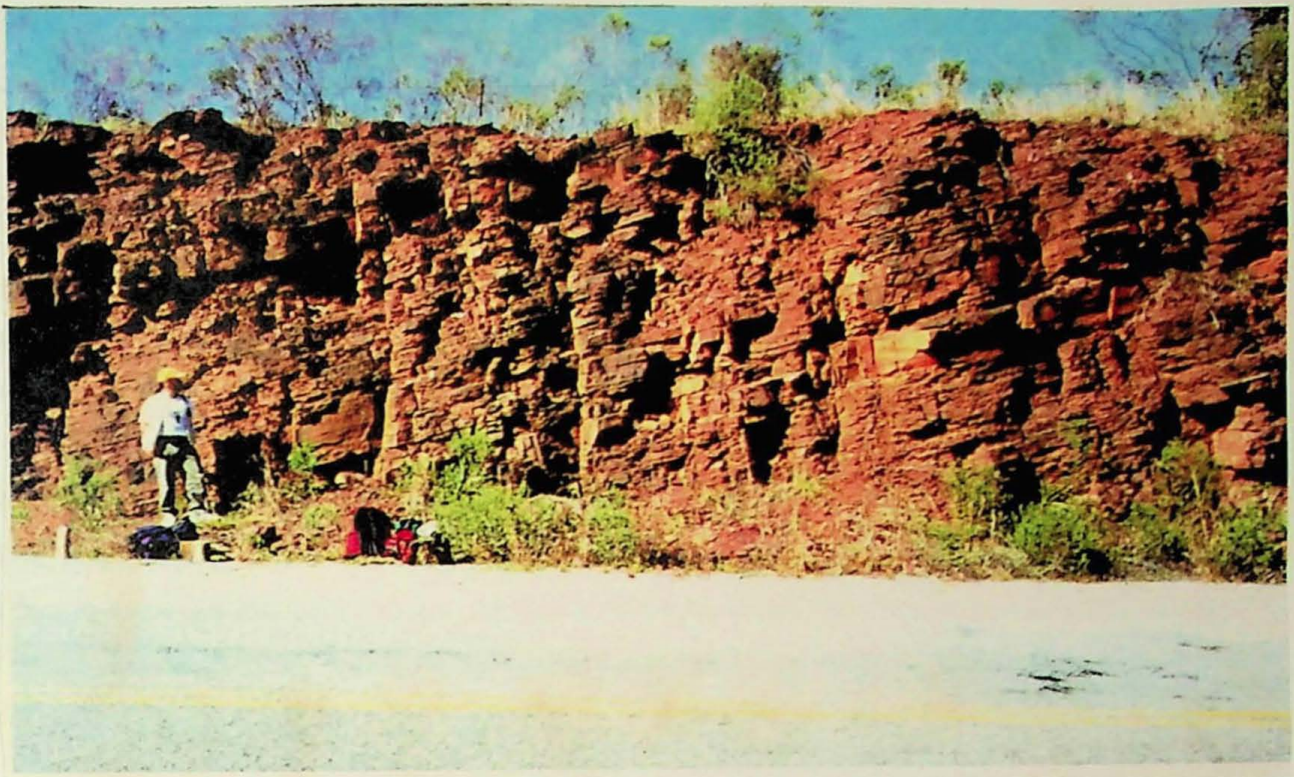
Em ambas as unidades, inferior e superior, as camadas são tabulares (ver foto na figura 3.14) com mergulhos variando de E para NE expostas em cortes de até 200 metros. Não foram observadas estruturas tectônicas neste trecho do perfil.

3.2.2.1 Análise das seções da Formação Mangueirão

Quatro seções de detalhe foram levantadas nesta unidade. A primeira seção (SB-07) representa os depósitos da unidade inferior da Formação Mangueirão, as três últimas (SB-09, 11a e 11b) apresentam os depósitos da unidade superior.

Seção SB-07- Figura 3.14

Foram identificadas cinco fácies sedimentares no levantamento da seção da unidade inferior da Formação Mangueirão, estruturada como ritmitos: (1) fácies de arenitos granodecrescentes com grânulos e areia grossa na base; (2) fácies de arenitos finos com laminação plano-paralela; (3) fácies de arenitos finos com *climbing ripples* e/ou marcas onduladas assimétricas; (4) fácies de siltitos laminados; e (5) fácies de arenitos médios com estratificação plano-paralela.



FOTO

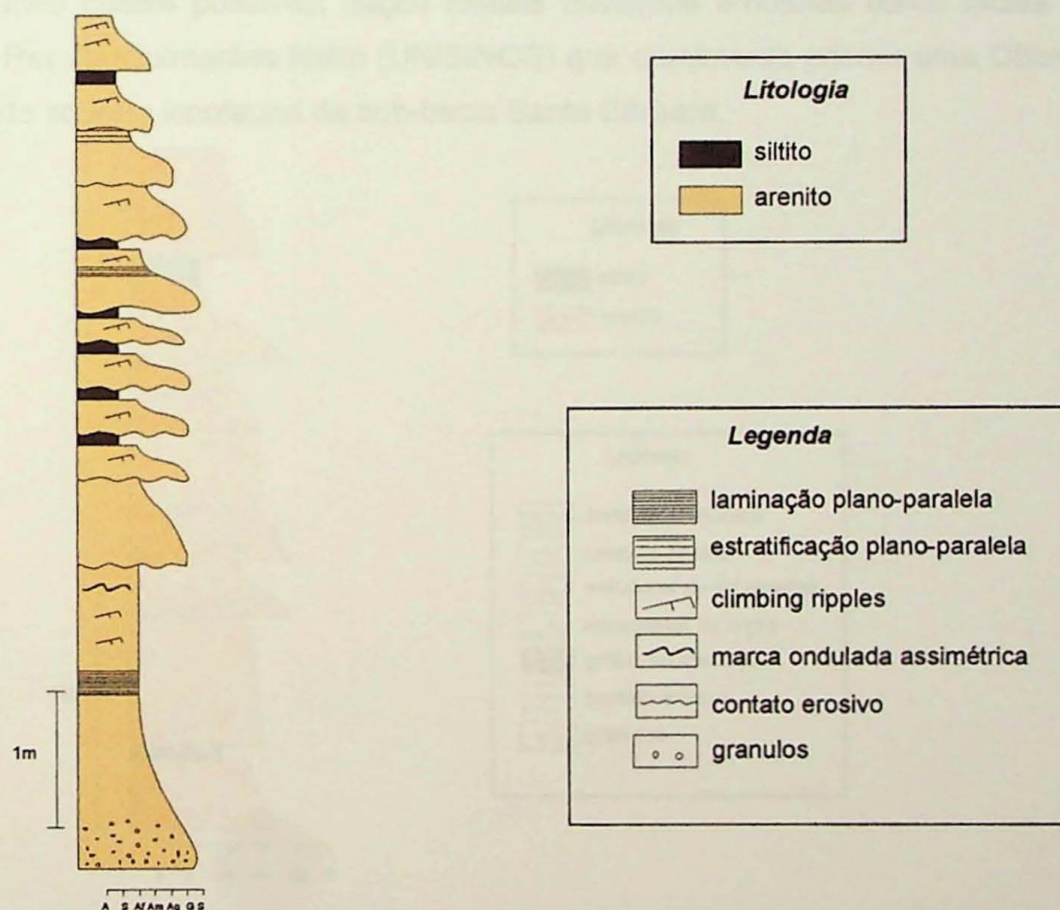


Figura 3.14- Seção da unidade inferior da Formação Mangueirão (ponto SB-07). A foto apresenta uma vista geral dos depósitos da Formação Mangueirão, notar a tabularidade das camadas

Seção SB-09 – Figura 3.15

Esta seção representa o início da unidade superior da Formação Mangueirão marcada pelo aumento das espessuras das camadas decimétricas de arenitos, a diminuição da presença de níveis pelíticos e a presença de gretas de contração.

Seis fácies foram separadas nesta seção: (1) fácies de arenitos médios maciços; (2) fácies de arenitos gradando de areia grossa e grânulo para areia média no topo, com *climbing ripples*; (3) fácies de arenitos médios e finos com *climbing ripples* e estruturas de sobrecarga; (4) fácies de arenitos médios e finos com laminações cruzadas tabulares; (5) fácies de arenitos com intraclastos de argila e *climbing ripples*; e (6) fácies de siltitos laminados.

Neste ponto foram encontrados possíveis icnofósseis nas fácies de arenitos médios e finos com *climbing ripples* e estruturas de sobrecarga. Devido à dificuldade na caracterização destes possíveis traços fósseis enviamos amostras desta fácies para a Prof. Dra. Renata Guimarães Netto (UNISINOS) que atualmente orienta uma Dissertação de Mestrado sobre a icnofauna da sub-bacia Santa Bárbara.

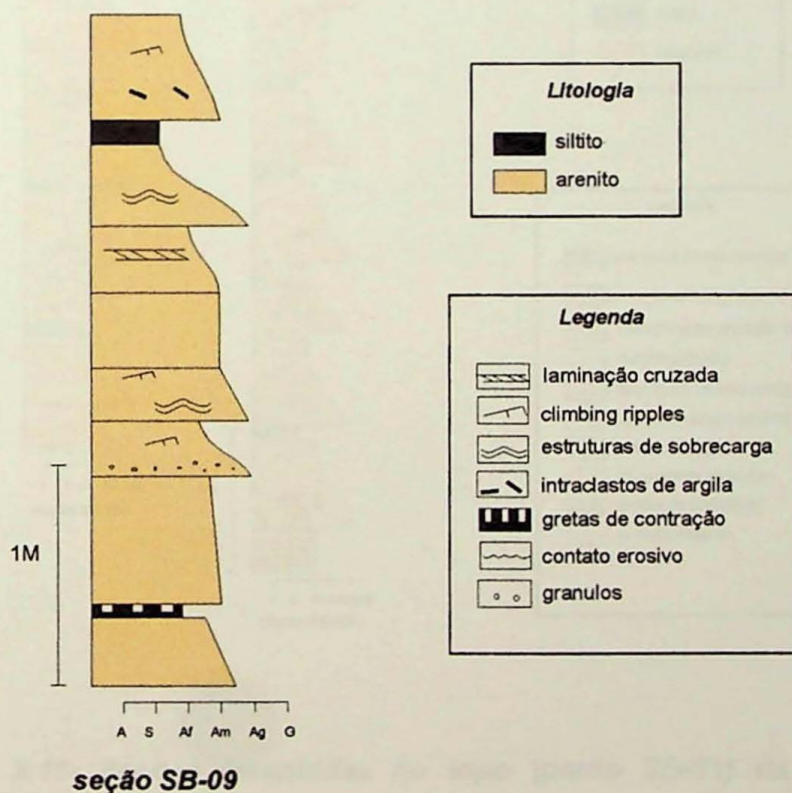


Figura 3.15 – Seção da porção basal da unidade superior da Formação Mangueirão

Seções SB-11a e b- Figura 3.16

Estas seções representam o topo da unidades superior da Formação Mangueirão, sendo caracterizada pela presença de estruturas de sobrecarga em quase todos os níveis (ver foto fig. 3.17).

Nas seções levantadas no ponto SB-11 foram descritas 11 fácies: (1) fácies de arenitos granodecrescentes; (2) fácies de arenitos médios e finos com laminação plano-paralela; (3) fácies de arenitos grossos a finos com *climbing ripples* e estruturas de sobrecarga; (4) fácies de arenitos com intraclastos de argila e *climbing ripples*; (5) fácies de arenitos finos com estratificação plano-paralela; (6) fácies de arenitos finos com marcas onduladas simétricas; (7) fácies de arenitos médios com estratificações cruzadas tabulares; e (8) fácies de siltitos laminados.

A secção 11b é marcada pela presença de vários níveis com gretas de contração indicando níveis que sofreram exposições sub-aéreas (ver foto fig. 3.17).

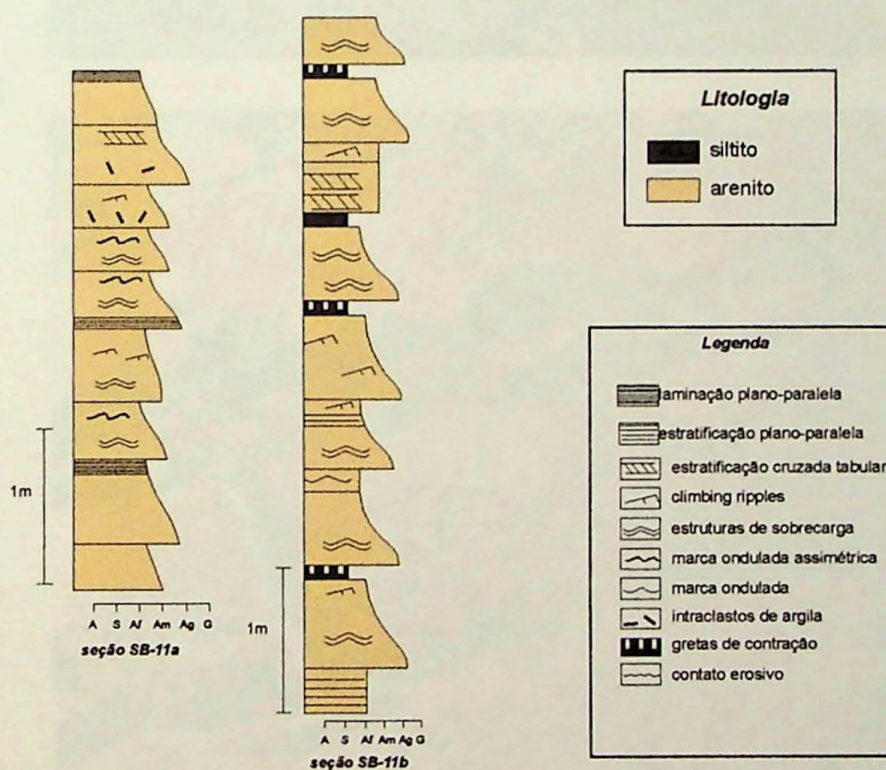
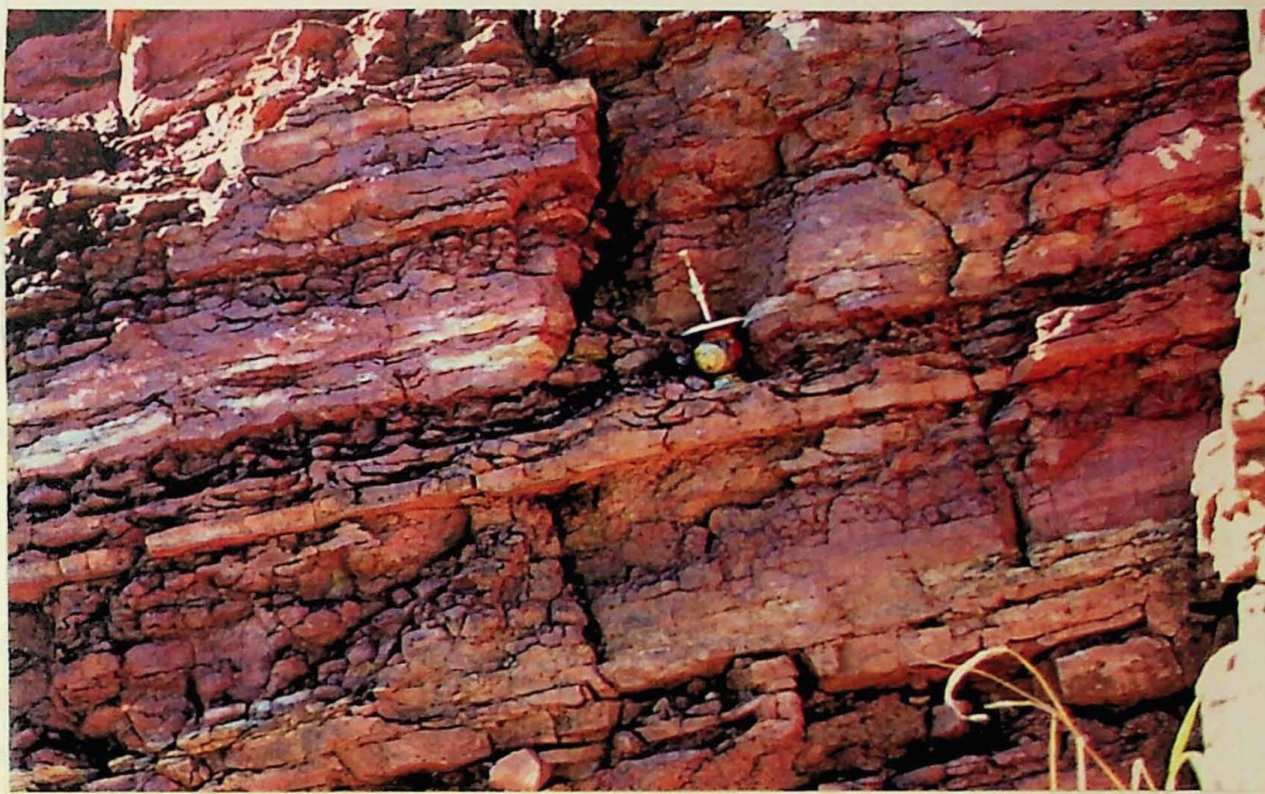


Figura 3.16- Seções levantadas no topo (ponto SB-11) da unidade superior da Formação Mangueirão.



A



B

Figura 3.17- A- estruturas de sobrecarga em todos os níveis do corte, notar que aparecem logo abaixo da escala. B- gretas de contração lixiviadas pela erosão.

3.2.2.2 Análise de paleocorrentes da Formação Mangueirão

Os dados obtidos de paleocorrentes da Formação Mangueirão foram medidos em planos de estratificações cruzadas tabulares, *climbing ripples*, marcas ondulada assimétrica e lineações de corrente. Embora a lineação de corrente indique apenas a direção, é importante ressaltar que ela fornece uma direção bastante precisa que, aliada a outras estruturas indicadoras de sentido, melhora a qualidade das medidas de paleocorrentes no conjunto.

O vetor médio das paleocorrentes indica um sentido de transporte de SSE para NNW (ver roseta na figura 3.18). Salienta-se que quase todas as medidas foram extraídas da unidade superior, sendo que foram obtidas apenas duas medidas em *climbing ripples* da unidade inferior.

O tratamento estatístico foi realizado com base apenas nas medidas de estratificações cruzadas tabulares, sendo as demais medidas consideradas como auxiliares e, de forma geral, concordam com as conclusões da fig 3.18.

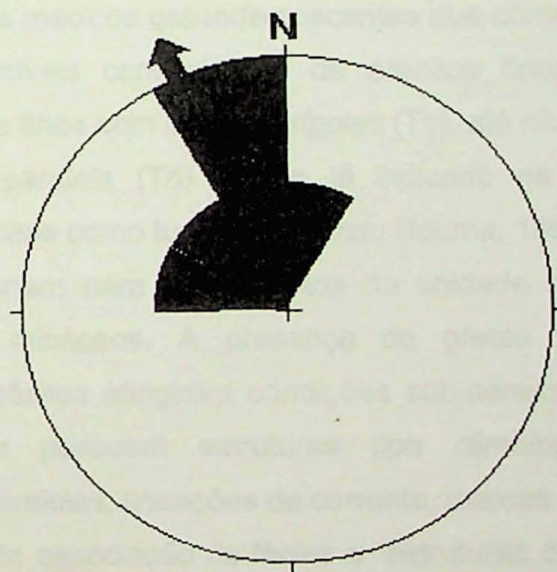


Figura 3.18- Diagrama de paleocorrentes da Formação Mangueirão.

3.2.2.3 Análise de proveniência da Formação Mangueirão

A análise de proveniência desta unidade foi dificultada pela granulometria de seus depósitos exigindo análises petrográficas.

Foram analisadas duas lâminas petrográficas desta unidade, cujos arcabouço revela um predomínio de quartzo monocristalino, provavelmente de origem ígnea; proporções menores de quartzo policristalino, provavelmente metamórfico; plagioclásio (cuja determinação foi dificultada pela granulometria); e grande quantidade de micas, com o predomínio de muscovita e alguma biotita, orientadas segundo a laminação e exibindo alteração intempérica talvez anterior à deposição. Foi constatada a presença de glauconita, aparentemente detrítica, porém pouco alterada, sugerindo uma origem intrabacinal e pouco transporte.

3.2.2.4 Interpretação da Formação Mangueirão

A Formação Mangueirão no trecho estudado foi dividida em duas unidades, inferior e superior. Conforme apresentamos na seção SB-07 (figura 3.14) a unidade inferior da Formação Mangueirão é composta por ritmitos psamo-pelíticos micáceos, com níveis decimétricos de arenitos maciços granodecrescentes que contêm grânulos e areia grossa (Ta), passando para níveis centimétricos de arenitos finos com laminações plano-paralelas (Tb) e arenitos finos com *climbing ripples* (Tc), até níveis centimétricos de siltitos com laminação plano-paralela (Td). Como já indicado na própria descrição acima, interpretamos estes ritmitos como turbiditos (*sensu* Bouma, 1962).

No topo transicionam para os depósitos da unidade superior onde se nota que predominam arenitos micáceos. A presença de gretas de contração indica que ocasionalmente os depósitos atingiram condições sub-aéreas. Ainda nesta unidade, as camadas de arenitos possuem estruturas tipo *climbing ripples*, laminações e estratificações plano-plaralelas, lineações de corrente, marcas onduladas e estratificações cruzadas tabulares. Esta associação de fácies e estruturas da unidade superior indicam que a sedimentação ocorreu em um corpo aquoso, marinho raso (presença de icnofósseis descritos por Netto *et al.* 1992) ocasionalmente expondo seus níveis pelíticos (gretas de ressecção), transicionando para ambientes subaéreos representados por níveis de arenitos com estratificação cruzada tabular que interpretamos como fluviais. Estas associações de fácies intercaladas apontam para ambientes litorâneos.

3.2.3 FORMAÇÃO VARGAS

A Formação Vargas abrange os depósitos rudáceos descritos por Ribeiro *et al.* (1966) como Membro Vargas da Formação Arroio dos Nobres, posteriormente redefinido na categoria de formação por Ribeiro & Lichtenberg (1978). Segundo a nova proposta do grupo de pesquisa que nos orienta, a Formação Vargas compreende conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos de leques aluviais e costeiros, tendo sua seção tipo na sub-bacia Vale do Piquiri. Fambrini (1998) separa esta unidade, na região das Minas do Camaquã, em três associações de fácies que representariam depósitos de *fan deltas*. Os dados de paleocorrentes e proveniência obtidos por aquele autor, indicam áreas fontes localizadas a S e SW representadas, respectivamente, pelos terrenos Valentines e Serra das Encantadas.

Na seção levantada neste trabalho, a Formação Vargas compreende depósitos continentais de arenitos fluviais com níveis de arenitos conglomeráticos subordinados. Os estratos possuem formas lenticularizadas chegando, ocasionalmente, a formar canais de espessuras métricas.

A passagem da Formação Mangueirão para esta unidade é transicional, na estrada aflora entre os pontos SB-11 e SB-13. A transição se faz pela escassez de fácies pelíticas e pela ocorrência de feições que apontam para ambiente fluvial (estratificações plano-paralelas, estratificações cruzadas tabulares e acanaladas, geometria lenticular das camadas e presença de pequenos canais preenchidos).

As unidades do Grupo Camaquã deixam de aflorar, no trecho investigado, quando nos aproximamos do Alto de Caçapava, onde as camadas da Formação Vargas mudam completamente de direção e tornam-se verticalizadas. Neste trecho (ver perfil e imagem da figura 3.4) as camadas desta unidade são afetadas por uma dobra de arrasto causada por uma falha transcorrente de movimentação sinistral. Esta falha (Falha do Segredo) seria a responsável pela individualização da sub-bacia Santa Bárbara em relação às outras exposições da Bacia Camaquã.

3.2.3.1 Análise das seções da Formação Vargas

Foram levantadas cinco seções desta formação sendo que a primeira delas (seção SB-12, figura 3.19) representa a transição entre as formações Mangueirão e Vargas.

Seção SB-12 – Figura 3.19

Esta seção é caracterizada pelas seguintes fácies: (1) fácies de arenitos granodecrescentes com estruturas de sobrecarga; (2) fácies de arenitos médios maciços; (3) fácies de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada; (4) fácies de arenitos médios com estratificação cruzada tabular; e (5) fácies de arenitos médios com estratificação plano-paralela com intraclastos de argila.

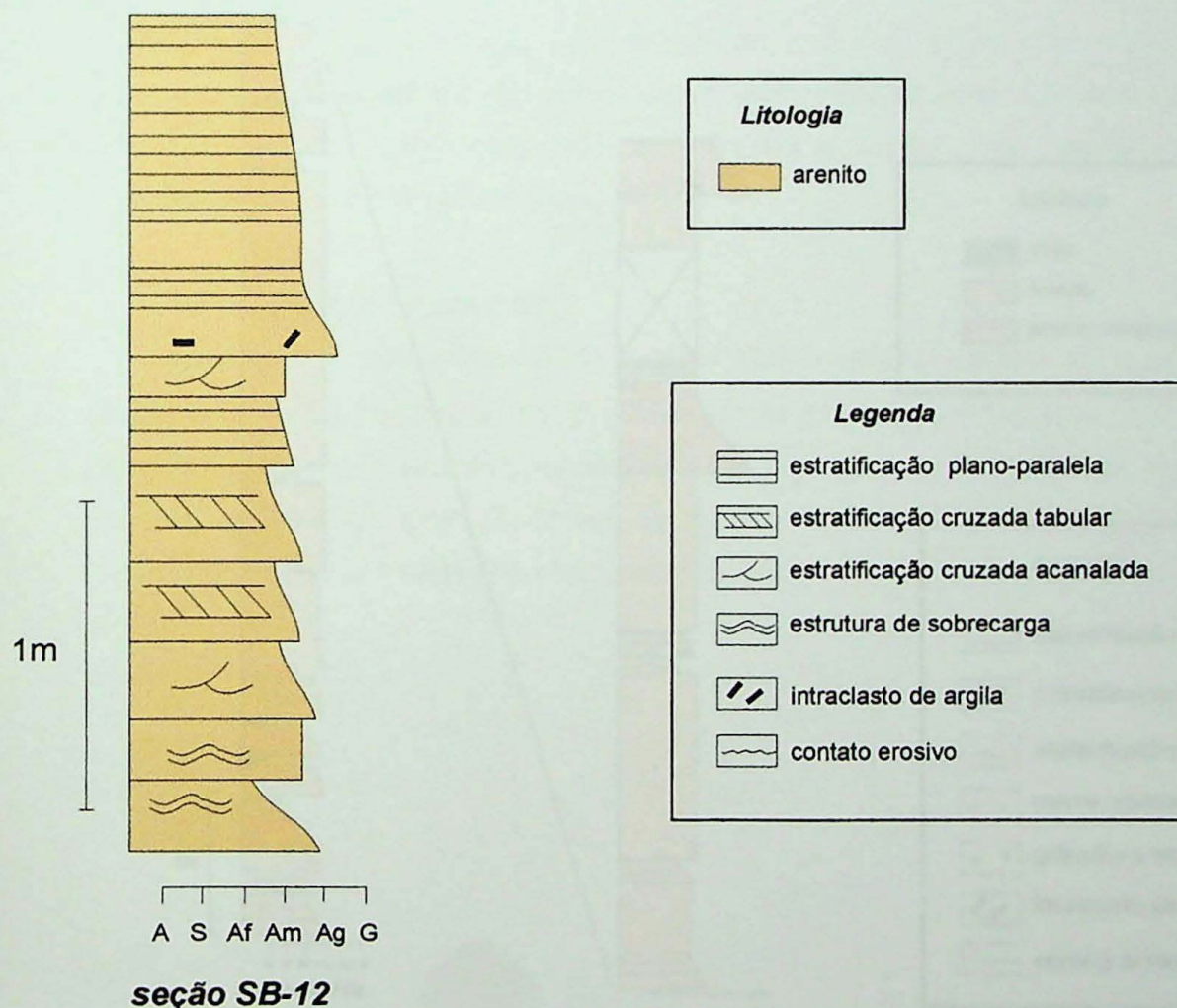


Figura 3.19- Porção basal da Formação Vargas, levantada no ponto SB-12

Seção SB-14- Figura 3.20

As camadas do ponto SB-14 encontram-se afetadas por falhas normais e inversas (NE-SW), de rejeito pequeno e idade incerta.

A seção é composta por sete fácies distintas: (1) fácies de arenitos granodecrescentes; (2) fácies de arenitos médios a finos com marcas onduladas simétricas; (3) fácies de arenitos com estratificação cruzada acanalada; (4) fácies de arenitos médios maciços; (5) fácies de arenitos médios com estratificação plano-paralela com intraclastos de argila; (6) fácies de arenitos conglomeráticos granodecrescentes com grânulos e seixos; e (7) fácies de siltitos laminados.

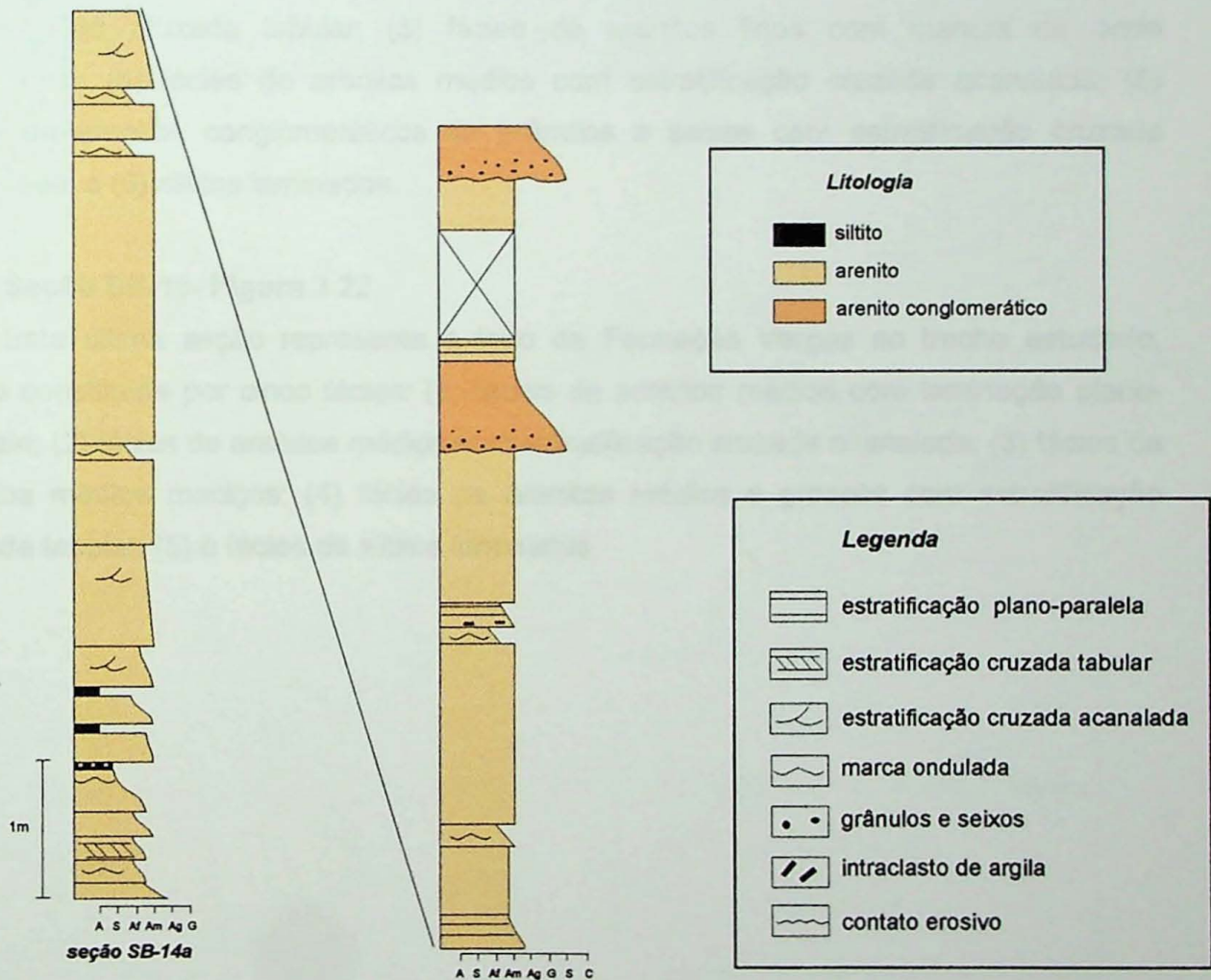


Figura 3.20- Seção levantada no ponto SB-14.

Seção SB-17- Figura 3.21

As camadas de arenitos do ponto SB-17 assumem formas lenticularizadas (ver foto da figura 3.21), localmente constituem paleocanais, com níveis de fragmentos grossos (grânulos e seixos) na base.

Duas fácies são reconhecidas nesta seção: (1) fácies de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada e (2) fácies de arenitos conglomeráticos (seixos e grânulos) com estratificações cruzadas acanaladas.

Seção SB-18 – Figura 3.22

A seção do ponto SB-18 apresenta as seguintes fácies: (1) fácies de arenitos conglomeráticos com grânulos e seixos; (2) fácies de arenitos grossos a médios com estratificação cruzada tabular; (3) fácies de arenitos finos com marcas de onda assimétrica; (4) fácies de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada; (5) fácies de arenitos conglomeráticos de grânulos e seixos com estratificação cruzada acanalada; e (6) siltitos laminados.

Seção SB-19- Figura 3.22

Esta última seção representa o topo da Formação Vargas no trecho estudado, sendo constituída por cinco fácies: (1) fácies de arenitos médios com laminação plano-paralela; (2) fácies de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada; (3) fácies de arenitos médios maciços; (4) fácies de arenitos médios e grossos com estratificação cruzada tabular; (5) e fácies de siltitos laminados.



foto

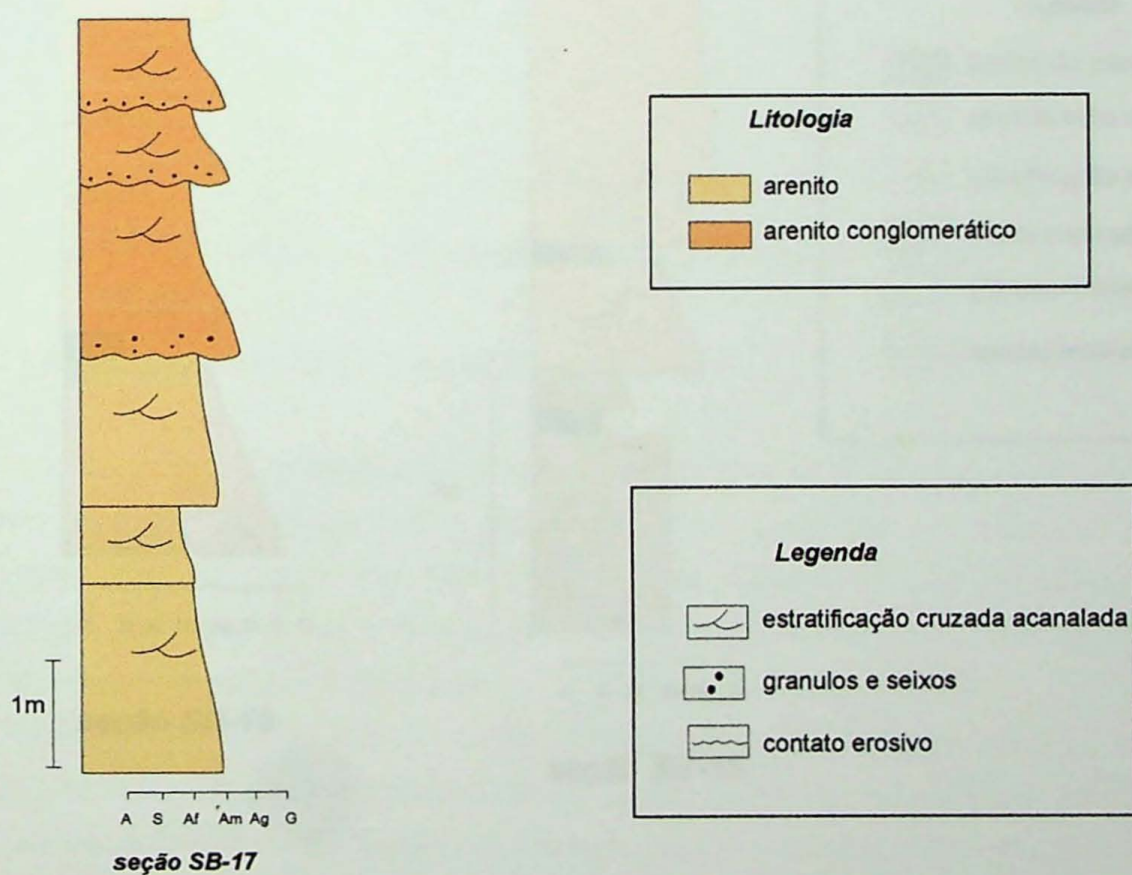


Figura 3.21- Na foto temos a vista geral do afloramento (SB-17) ao qual foi levantada a seção ao lado, notar a forma lenticular das camadas, que localmente constituem paleocanais.

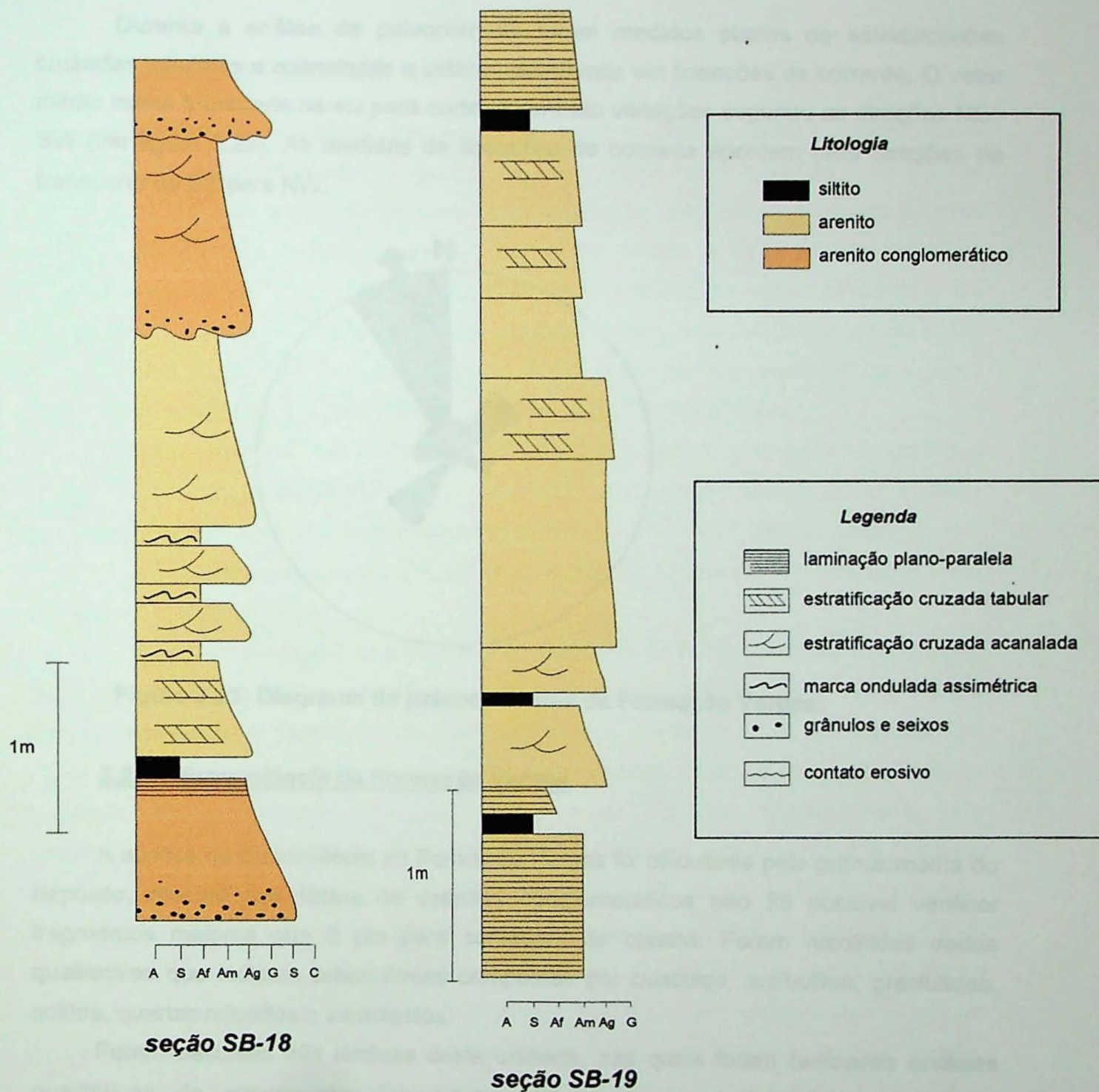


Figura 3.22- Seções de topo da Formação Vargas, levantadas nos pontos SB- 18 e 19.

3.2.3.2 Análise de paleocorrentes da Formação Vargas

Durante a análise de paleocorrente foram medidos planos de estratificações cruzadas tabulares e acanaladas e vetores direcionais em lineações de corrente. O vetor médio indica transporte de sul para norte, ocorrendo variações segundo as direções NE–SW (ver figura 3.23). As medidas de lineações de corrente apontam para direções de transporte de SE para NW.

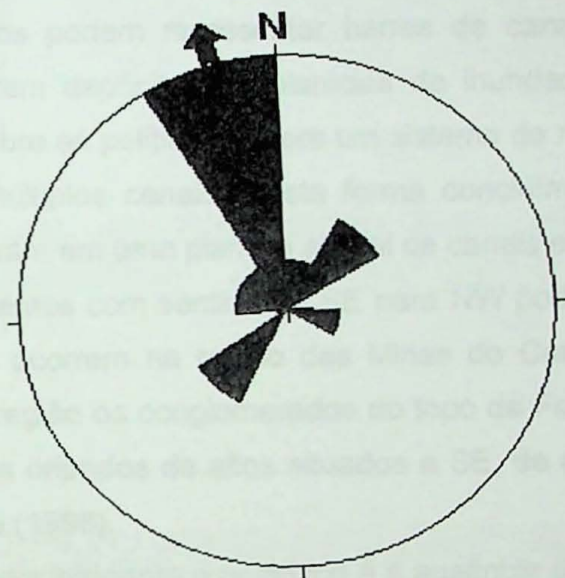


Figura 3.23- Diagrama de paleocorrentes da Formação Vargas.

3.2.3.3 Proveniência da Formação Vargas

A análise de proveniência da Formação Vargas foi dificultada pela granulometria do depósito, mesmo nas fácies de arenitos conglomeráticos não foi possível verificar fragmentos maiores que 3 cm para contagem de clastos. Foram recolhidos dados qualitativos que indicam áreas fontes compostas por quartzitos, anfibolitos, granitóides, riolitos, quartzo milonitos e intraclastos.

Foram descritas três lâminas desta unidade, nas quais foram realizadas análises qualitativas da composição dos clastos. Observou-se o predomínio de quartzo policristalino, provavelmente de origem metamórfica, ocorrendo também grãos de quartzo monocristalino (tipo plutônico) e deformado, possivelmente milonítico. Os feldspatos são abundantes, ocorrendo plagioclásio, microclínio e ortoclásio. Destaca-se a presença de fragmentos líticos de andesito e, subordinadamente, rochas granitóides e quartzitos.

Ocorrem também biotitas e muscovitas, além grande quantidade de opacos e pequenas proporções de zircão e alguma glauconita detrítica.

3.2.3.4 Interpretações da Formação Vargas

O predomínio de arenitos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas e estratificações plano-paralelas, a geometria dos corpos e a presença de canais preenchidos indicam origem fluvial para estes depósitos. Os níveis conglomeráticos e arenitos estratificados podem representar barras de canais, e os níveis de siltitos e arenitos finos sugerem depósitos de planícies de inundação. O amplo predomínio de fácies psamíticas sobre as pelíticas sugere um sistema de rios entrelaçados, assim como as evidências de múltiplos canais. Desta forma concluímos que provavelmente estes depósitos se originaram em uma planície aluvial de canais entrelaçados.

As paleocorrentes com sentido de SE para NW podem indicar a participação dos leques aluviais que ocorrem na região das Minas do Camaquã situada a SE da área estudada. Naquela região os conglomerados do topo da Formação Vargas estruturam-se como leques aluviais oriundos de altos situados a SE, de acordo com as paleocorrentes obtidas por Fambrini (1998).

O aspecto mais intrigante e polêmico é a ausência de níveis de conglomerados ao longo dos 10 Km de seção estudada. Conforme discutido anteriormente, a Formação Vargas representaria depósitos de leques costeiros, caracterizados por pacotes de ortoconglomerados e paraconglomerados, com arenitos subordinados. No trecho estudado foram descritos essencialmente arenitos fluviais, diferentemente das ocorrências mais conhecidas da Formação Vargas (vales do Piquiri e Boici e Mina do Camaquã), nas quais predominam conglomerados. Por outro lado, o ambiente continental sugerido pelos depósitos desta unidade (arenitos fluviais), nos fez interpretá-los como pertencentes à Formação Vargas. Se esta hipótese for correta, a seção levantada corresponderia a depósitos de porções distais dos leques aluviais. Mesmo se tratando de uma interpretação coerente dentro da estratigrafia proposta pelo grupo que nos orienta, não se descarta a hipótese desta unidade constituir um membro superior da Formação Mangueirão, dado que o contato basal se dá de forma transicional. Neste caso, estes arenitos poderiam representar uma planície deltaica de canais entrelaçados, progradando sobre o corpo aquoso da Formação Mangueirão, talvez sem relação com o evento gerador dos leques aluviais das ocorrências da Formação Vargas a leste.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seção nascente da sub-bacia Santa Bárbara possui a individualização de três unidades litológicas: Arenas de Lagoa Calçada (1); Formação Santa Fé (2) e Formação Mangueirão (3), esta última subdividida em duas sub-unidades, uma basal mais pelítica e outra apical, mais arenosa. A Formação Vargem, caracterizada por arenitos localmente conglomeráticos.

A Formação Santa Fé é formada por pedregos de conglomerados, localmente com fragmentos de conchas e tubos, são predominantemente para 1940 que incluem fragmentos de conchas de bivalves, caracóis e outros moluscos, de uma predominância fósilica.

CAPÍTULO IV

~ considerações finais ~

A região de Santa Fé é formada por pedregos de conglomerados, localmente com fragmentos de conchas e tubos, são predominantemente para 1940 que incluem fragmentos de conchas de bivalves, caracóis e outros moluscos, de uma predominância fósilica.

A Formação Mangueirão é composta de uma unidade inferior por arenitos pelíticos, passando para pedregos de arenitos com níveis pelíticos intercalados na porção superior. A unidade inferior apresenta níveis decimétricos de arenitos finos, grossos e médios, passando para níveis centímetros de finos e médios, são níveis centimétricos de pelitos com laminação plano-paralela, caracterizados por areolitas irregulares formadas por aglomeração de tubos, por pedregos de bivalves completos de bivalves tipo *Equus*. São também caracterizados por a presença de níveis de arenitos de média e alta argila de estrutura que incluem fragmentos de bivalves e outros moluscos sub-basais (quais de laminação). A unidade superior, com finos de argila fina e espessura média, apresenta níveis de arenitos com areolitas tipo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seção realizada na sub-bacia Santa Bárbara permitiu a individualização de três unidades litoestratigráficas do Grupo Camaquã : (1) Formação Santa Fé, rudítica e basal; (2) Formação Mangueirão, constituída por ritmitos psamo-pelíticos divisíveis em duas sub-unidades, uma basal mais pelítica e outra superior, mais arenítica e; (3) Formação Vargas, composta por arenitos localmente conglomeráticos.

A **Formação Santa Fé** é formada por pacotes de conglomerados, localmente com estratos cruzados acanalados e tabulares, com paleocorrentes para NNE que indicam transporte de carga clástica de SSW, quanto a proveniência, na base predominam tufitos, andesitos e riolitos, na porção intermediária ocorrem essencialmente clastos de riolitos, e no topo riolitos, andesitos, rochas vulcânicas vesiculares, vulcânicas ácidas e básicas, granitóides, granitos róseos (localmente possuem textura rapakivi), metabasitos, quartzitos, milonitos, xistos e clastos de arenitos. Nas unidades superiores ocorrem intercalações de arenitos micáceos com estratificação plano-paralela, bastante tabulares e semelhantes aos da Formação Mangueirão, sugerindo uma transição entre estas duas unidades. As associações de texturas e estruturas sugerem que esta formação depositou-se em ambiente de leque costeiro, durante soerguimento de áreas fontes a S-SW. A análise estratigráfica de proveniência indica inversão estratigráfica de área fonte, iniciando pela erosão da cobertura vulcânica e chegando à erosão do embasamento metamórfico e granítico, com se evidencia pelo aumento progressivo da diversidade dos clastos para o topo. A região de área fonte deve ter sido predominantemente as unidades que constituem o Terreno Rio Vacacai a sudoeste da sub-bacia, não se descartando contribuição do Terreno Valentines que também situa-se a sul e sudoeste.

A **Formação Mangueirão** é composta, na sua porção inferior, por ritmitos psamo-pelíticos, passando para pacotes de arenitos com níveis pelíticos subordinados na porção superior. A unidade inferior apresenta níveis decimétricos de arenitos maciços granodecrescentes, passando para níveis centimétricos de arenitos finos, até níveis centimétricos de siltitos com laminação plano-paralela, interpretados como depósitos marinhos formados por correntes de turbidez, por possuírem seqüências completas de turbiditos tipo Bouma. Esta unidade transiciona para a superior através do incremento de níveis de arenito e pelo surgimento de estruturas que indicam condições de águas rasas e exposições sub-áereas (gretas de contração). A unidade superior, além das fácies de águas rasa e exposição solar, apresenta fácies de arenitos com estruturas tipo

14519

estratificação cruzada tabulare, *climbing ripples*, laminações e estratificações plano-paralelas, lineações de corrente, marcas onduladas e estruturas de sobrecarga. A petrografia pouco contribuiu para análise de proveniência, porém as medidas de paleocorrentes sugerem que a fonte situava-se a S-SE. Desta maneira, a Formação Mangueirão inicia por turbiditos que aparentemente transicionam dos leques costeiros da Formação Santa Fé, preenchendo um corpo marinho relativamente profundo, fora da ação de ondas, que passa para depósitos litorâneos, recobertos pela Formação Vargas.

A **Formação Vargas** na seção estudada é composta por arenitos com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, estratificações plano-paralelas, e arenitos conglomeráticos maciços. A análise de proveniência indica áreas fontes compostas por rochas metamórficas (quartzitos, anfibolitos, granitóides e quartzo milonitos) e vulcânicas (riolitos e andesitos), localizadas a S-SE conforme os valores obtidos de paleocorrentes. Estes depósitos teriam se formado em ambientes de planícies aluviais de canais entrelaçados, possivelmente ligados a porções distais de leques aluviais.

A confiabilidade das medidas de paleocorrentes está diretamente relacionada à estruturação pré-tectônica da rocha onde ela foi obtida. Tentamos no presente trabalho corrigir o basculamento das camadas na tentativa de colocá-las na posição original. As evidências de importante atividade tectônica transcorrente sinistral afetando os depósitos da bacia trazem a possibilidade de rotação anti-horária de blocos devido a cisalhamento simples, o que implicaria em uma situação na qual as paleocorrentes originais não poderiam ser restituídas com os dados disponíveis. De qualquer forma, mesmo que a proveniência se situasse mais a oeste, e não a sul como sugerido pelas medidas de paleocorrentes, ainda assim as áreas fonte não se alterariam, pois o Terreno Rio Vacacaí ocorre tanto a sul como a oeste, e o Terreno Valentines situa-se a sudoeste.

5. REFERÊNCIAS CITADAS

- FLINEIVA, F. F. M. (1967) Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim de Divisão de Geologia e Minas* DNPM, n. 241, p. 1-55.
- ASPLER, L. B., DONALDSON, J. A. - 1965 - The Alameda Beds (early Paleozoic) in central Tennessee, Canada: Sedimentation and Paleontology in a Crisis - 5th Boring Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 57, p.183-210.
- AYOUB, A., NJR, A. - 1982 - Evolution of post-salt basins and their associated hydrocarbons - *Journal V. 1* p. 91-105.
- BALCH, J. CARRAL, N. (1952) Magmatismo y sedimentos terciarios durante el Jurásico Inferior en Uruguay. In: MARCO GUTIERREZ, J. C., SAAYEDRA, J., VILLANO, J. (eds.) *Paleozoico Inferior de Sudamérica*. Montevideo, Uruguay: pp. 243-255.
- BOLAND, J. W. (1952) *Sedimentology of some Tertiary basins*. Amsterdam, Elsevier, 195p.
- BURROUGHS, B. C., STEWART, J. W. - 1965 - The great salt of the oil and gas fields of Death Valley, California. *Geological Society of America Bulletin*, v. 77, p. 439-447.
- CARVALHO, P. F. - 1975 - *Geologia da Bacia de São Paulo*. São Paulo, São Paulo, 1975. 190 p.
- CHRISTIE-BUCK, J. - 1965 - *The geology of the oil and gas fields of the San Joaquin Basin, California*. San Francisco, California: Pacific Publication 77, p. 1-100.
- CORDEA, A. M., FERREIRA, J. - 1975 - *Geologia da Bacia de São Paulo*. São Paulo, São Paulo, 1975. 190 p.
- CROWELL, J. C. - 1962 - Unconformities along the San Andreas Fault, California. *Geological Society of America Bulletin*, v. 73, p. 111-116.
- CROWELL, J. C. - 1974 - Sedimentation along the San Andreas Fault, California. In: GALT, R. H., JR., & SHARP, R. H. - *Nuclear and Atomic Geophysics and Geochemistry*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 57, p. 127-133.
- CROWELL, J. C. - 1975 - The San Andreas Fault system through time. *Journal of Geological Society*, London, v. 132, p. 273-281.
- CROWELL, J. C. - 1980 - The geology of the San Joaquin Basin, California. In: GALT, R. H., JR., & SHARP, R. H. - *Nuclear and Atomic Geophysics and Geochemistry*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 57, p. 134-142.

~ REFERÊNCIAS CITADAS ~

5- REFERÊNCIAS CITADAS

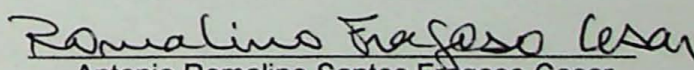
- ALMEIDA, F. F. M. (1967) Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM*, n. 241, p.1-36.
- ASPLER, L. B.; DONALDSON, J. A. - 1985 - The Nonacho Basin (Early Proterozoic), northwest territories, Canada; Sedimentation and Deformation in a Strike - Slip Setting. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 37, p.193-210
- AYDIN, A.; NUR, A. - 1982 - Evolution of pull-apart basins and their scale independence: *Tectonics*, V. 1, p. 91-105.
- BOSSI, J.; CAMPAL, N. (1992) Magmatismo y tectónica transcurrente durante el Paleozoico Inferior en Uruguay. In: MARCO GUTIERREZ, J.G.; SAAVEDRA, J.; RÁBANO, I. (eds.). *Paleozóico Inferior de Ibero- America*. Madrid, Universidad de Extremadura, p. 343-356.
- BOUMA, A.H. (1962) *Sedimentology of some flysch deposits*. Amsterdam, Elsevier. 168p.
- BURCHFIEL, B. C.; STEWART, J. H. - 1966 - "Pull-apart" origin of the central segment of Death Valley, California. *Geological Society of America Bulletin*, v.77, p.439-441.
- CARVALHO, P.F. - 1932 - Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul, *Bol. Inst. Geol. Min. Bras.*, Rio de Janeiro, **66**:1-72.
- CHRISTIE-BLICK, N.; BIDDLE, K. T. -1985- Deformation and basin formation along strike-slip faults: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 37, p.1-34.
- COIMBRA, A.M.; FERNANDES, L.A.; MORAES, M.C. & MELO, M.S. -1992- Métodos de estudos de litologias e paleocorrentes de cascalhos em terraços do baixo Ribeira do Iguape (SP). *An. Acad. Bras. Ci.*, **64** (3): 253-267.
- CROWELL, J.C. - 1962- Displacement along the San Andreas fault, California: *Geological Society of America Special Paper* N. 71, 61p.
- CROWELL, J.C. -1974 - Sedimentation along the San Andreas fault, California, in Dott, R. H., Jr., & Shaver, R. H.- Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* N 19, p 292-303.
- CROWELL, J. C. -1979- The San Andreas fault system through time: *Journal of Geological Society of London*, v. 136, p. 293-302.
- CROWELL, J. C. -1982- The tectonics of Ridge Basin, southern California. IN: Crowell, J. C. & Link, M. H, 1982, Geologic History of Ridge Basin, Southern California: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section*, p.25-42.

- CROWELL, J. C.; LINK, M. H. -1982- Geologic History of Ridge Basin, Southern California: *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section*, 304p.
- DICKINSON, W. R. -1988- Provenance and Sediment Dispersal in Relation to Paleotectonics and Paleogeography of Sedimentary Basins, In: KLEINSPEHN, K.L. & PAOLA, C. (eds.) -1988- *New Perspectives in Basin Analysis*, pp. 3-25.
- FAMBRINI, G.L. (1998) O Grupo Camaquã (transição Proterozóico-Cambriano) na região das Minas do Camaquã (RS): análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes. Dissertação de Mestrado, IG-USP.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; FACCINI, U.F.; PAIM, P.S.G.; LAVINA, E.L. & ALTAMIRANO, J.A.F. -1985- Revisão na Estratigrafia das Molassas do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul. In: SIMP. SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2, *Anais....*, Florianópolis, 1985, pp. 477-491.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; LAVINA, E.L.; PAIM, P.S.G. & FACCINI, U.F. -1984- A Antefossa Molássica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, *Anais....*, vol. 7, p. 3272-3283.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; MACHADO, R. -1997- Neoproterozoic terranes of the Gaúcho Shield (southern Brazil and Uruguay). In: SOUTH AMERICAN SIMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, *Extended Abstracts...*, Campos do Jordão, SP, 65-67.
- FRAGOSO CESAR, A. R. S.; MACHADO, R.; PHILLIP, R. P.; MELLO, F. M.; ENDO, I.; NUMMER, A. R.; PRECIOZZI, F. P.; FAMBRINI, G. L.; SAYEG, H. S.- 1998 - Terrenos Suspeitos a sul da Placa Sanfranciscana (Se da Plataforma Sul-Americana). IN: II Congresso Uruguayo de Geologia, Punta del Este, 1998, Uruguay.
- GRAHAM, S.A.; TOLSON, R.B.; DECELLES, R.V.; INGERSOLL, R.V.; BARGAR, E.; CALDWELL, M.; CAVAZZA, W.; EDWARDS, D.P.; FOLLO, M.F.; HANDSCHY, J.F.; LEMKE, L.; MOXON, I.; RICE, R.; SMITH, G.A. & WHITE, J. -1986- Provenance modelling as a technique for analysing source terrane evolution and controls on foreland sedimentation. In: *Foreland Basins* (Eds. P.A. ALLEN & P. HOMEWOOD). *Spec. Publs. int. Ass. Sediment.*, 8: 425-436.
- LAVINA, E.L.; FACCINI, U.F.; PAIM, P.S.G. & FRAGOSO CESAR, A.R.S. -1985- Ambientes de Sedimentação da Bacia do Camaquã, Eo-Paleozóico do Rio Grande do Sul. *Acta Geol. Leop.*, 21 (9):185-227.
- LEINZ, V.; BARBOSA, A.F.; TEIXEIRA, G.A. -1941- Mapa Geológico Cacapava-Lavras, *Bol. Div. Prod. Min. Secr. Agric. Ind. e Com.*, 90:1-39, Porto Alegre, RS.
- LEITES, S.R.; LOPES, R.C.; WILDNER, W.; PORCHER, C.A. & SANDER, A. -1990- Divisão litofaciológica da Bacia do Camaquã na Folha Passo do Salsinho, Caçapava do Sul -RS, e sua interpretação paleoambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, *Anais....* Natal, SBG, vol.1, p. 300-312.
- MANN, P., HEMPTON, M. R., BRADLEY D. C., BURKE K.-1983- Development of pull-apart basins: *Journal of Geology*, v. 91, p.529-554.

- MANSPEIZER, W. - 1985 - The Dead Sea Rift: Impact of climate and tectonism on pleistocene and holocene sedimentation. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 37, p.143-158.
- MELCHER, G.C.; MAU, H. - 1960 - Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **32**:(2), Rio de Janeiro, RJ.
- MIALL, A.D. -1974- Palaeocurrent analysis of alluvial sediments: a discussion of directional variance and vector magnitude. *Jour. Sedim. Petrol.*, **44**(4):1174-1185.
- MIALL, A.D. -1990- *Principles of sedimentary basin analysis*. 2nd ed., New York, Springer-Verlag, 668 p.
- MOORES, E. M.; TWISS, R. T. - 1995 - *Tectonics*. W. H Freeman Company, New York, 415p.
- NARDI, L. S. V.; LIMA, E. F. (1985) A associação Shoshonítica de Lavras do Sul, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, v.15 n.2, p. 139-146.
- NETTO, R.G.; PAIM, P.S.G.; ROSA, C.L.M. -1992- Registro Preliminar da ocorrência de traços fósseis em sedimentos das Bacias do Camaquã e Santa Bárbara. In: WORKSHOP SOBRE AS BACIAS MOLÁSSICAS BRASILEIRAS, 1. São Leopoldo, RS. 1992. *Bol. Res. Exp....*, São Leopoldo, SBG/UNISINOS,90-96.
- NILSEN, T. H. ; MCLAUGHLIN, R. J. -1985- Comparison of tectonic framework and depositional patterns of the Hornelen Strike-Slip Basin of Norway and the Ridge and Little Sulphur Creek strike-slip basins of California. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 37, p 79-103.
- NILSEN , T. H.; SYLVESTER, A. G. - 1995- Strike-Slip Basins. IN: Busby, C. J. & Ingersoll, R. V. - *Tectonics of Sedimentary Basins*, Blackwell Science. P 425-457.
- OLIVEIRA, J.M.M.T. & FERNANDES, L.A.D., -1991- Estágios finais da evolução do Cinturão Dom Feliciano: Tectônica e sedimentação da Formação Arroio dos Nobres. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3. *Bol. Res. Ext....*, Rio Claro, SP. pp58-59.
- PAIM, P.S.G.; FACCINI, U. F.; NETTO, R.G.; NOWATZKI, C.H. -1992- Estratigrafia de seqüências e sistemas deposicionais das bacias do Camaquã e Santa Bárbara, Eopaleozóico do RS (Brasil). Universidad Nacional de Tucumán, *Serie Correlación Geologica*, **9**: 41-45.
- PAIM, P.S.G.; LOPES, R.C.; CHEMALE Jr., F. -1995- Aloestratigrafia, sistemas deposicionais e evolução paleogeográfica da Bacia do Camaquã -Vendiano Superior/ Ordoviciano Inferior do RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 6/ ENCONTRO GEOLOGIA DO CONE SUL,1, Porto Alegre, *Bol. Res. Exp....*, SBG. Núcleo RS, p. 39-50.
- POTTER, P.E. & PETTIJOHN, F.J -1977- *Paleocurrents and basin analysis*. 2nd ed., Springer-Verlag, New York, 425 p.

- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P.R.; FIGUEIREDO FILHO, P.M.; TESSARI, R.I. -1966- Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul. Rio Grande do Sul. *Bol. Div. Fom. Prosp. Min. Brasil*, Rio de Janeiro, **127**, pp. 1-232.
- RIBEIRO, M.; LITCHTEMBERG, E. (1978) Síntese da geologia do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. *Anais....* Recife, SBG, v. 6, p.2451-2463.
- ROBERTSON, J. F. -1966- Revision of Stratigraphy and nomenclature of rock units in Caçapava Lavras Region. *Notas e Estudos*, IG-UFRGS, Porto Alegre, **1** (2), pp. 41-54.
- SANTOS, E. L.; BECKEL, J.; MACEDO, P.M.; GONZALEZ FILHO, F.; CHABAM, N. - 1978- Divisão Litoestratigráfica do Eo- Cambriano e Pré- Cambriano Superior do Escudo Sul- Riograndense. IN: Congresso Brasileiro de Geologia, 30. *Anais*, v.2, p.670-684.
- SAYEG, H.S.; FAMBRINI, G.L.; MACHADO, R. & FRAGOSO CESAR, A.R.S. -1992- Evolução brasileira da bacia transcorrente do Arroio Boici, RS. In: WORKSHOP SOBRE AS BACIAS MOLÁSSICAS BRASILIANAS, 1. São Leopoldo, RS. 1992. *Bol. Res. Exp....*, São Leopoldo, SBG/UNISINOS 129-132.
- SELLEY, R. C.- 1970- Ancient sedimentary environments, a brief survey. London Chapman and Hall.
- SYLVESTER, A. G. & SMITH, R. R. - 1976- Tectonic transpression and basement-controlled deformation in San Andreas fault zone, Salton Trough, California. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v.60, p 2081-2102.
- TENBRINK, U. S. & BEN-AVRAHAM, Z. -1989- The anatomy of a pull-apart basin: seismic reflection observation of Dead Sea Basin: *Tectonics*, v.8 p. 333-350.
- TUCKER, M. -1989- *The field description of sedimentary rocks*. Geol. Soc. London, Handbook Series, p. 91-97.


Ana Paula de Meireles Reis Pelosi


Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar

