

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES,
PROVENIÊNCIA E PALEOCORRENTES DA
FORMAÇÃO PEDRA PINTADA (EOPALEOZÓICO)
NA LOCALIDADE TIPO, REGIÃO DAS
MINAS DO CAMAQUÃ, RS.**

Marina Pacheco de Siqueira Brito

Orientador: Prof. Dr. Antonio Romalino S. F. Cesar

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2000/17)

TF
B862
MPS.a

SÃO PAULO
2000

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIA E
PALEOCORRENTES DA FORMAÇÃO PEDRA PINTADA
(EOPALEOZÓICO) NA LOCALIDADE TIPO, REGIÃO DAS MINAS
DO CAMAQUÃ, RS**

MARINA PACHECO SIQUEIRA BRITO



DISCIPLINA 0440500 - TRABALHO DE FORMATURA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Romalino S. Fragoso Cesar Romalino Fragoso Cesar

Prof. Dr. Paulo César Fonseca Giannini Paulo

Prof. Dr. Mario Luis Assine Mario Luis Assine

SÃO PAULO
2000

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AGRADECIMENTOS

GSA – Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental.

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIAS E
PALEOCORRENTES DA FORMAÇÃO PEDRA PINTADA (EOPALEOZOÍCO)
NA SUA LOCALIDADE TIPO, REGIÃO DAS MINAS DO CAMAQUÃ, RS.**



Marina Pacheco de Siqueira Brito – TF 2000/17

Orientador: Prof. Dr. Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragozo Cesar

Novembro/2000

DEDALUS - Acervo - IGC



30900006059

TF
B862
MPS. a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DOAÇÃO Comissão...
do Trabalho de Formatura
Data: 07 / 02 / 01

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DE FÁCIES, PROVENIÊNCIAS E
PALEOCORRENTES DA FORMAÇÃO PEDRA PINTADA (EOPALEOZOICO)
NA SUA LOCALIDADE TIPO, REGIÃO DAS MINAS DO CAMAQUÃ, RS.



Marina Pacheco de Silveira Brito - TF 200017

Orientador: Prof. Dr. Antônio Romão Santos Fraga Cesar

Novembro 2000

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer pessoas especiais que colaboraram muito para a realização deste trabalho de formatura.

Em especial, a equipe orientadora, Grupo de Estudos Geotectônicos do Escudo Gaúcho – GETEG; Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar, meu orientador; Renato Paes de Almeida (Ninguém) pela grande ajuda e paciência durante todos os momentos; Ana Paula Pelosi (Nem); Gelson Luís Fambrini (Sapo) e Liliane Janikian (Lili) por toda a ajuda e orientação.

Agradeço, também, Annamaria Rizzo (Magüi) pela amizade e companheirismo durante todo este período, aos meus pais e meu irmão por toda a confiança, carinho e amizade.

RESUMO

A Formação Pedro Pertusa é composta por unidades sedimentares de idade aproximada 470 Ma, ocorrendo na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul (RS), particularmente no região das Minas do Carvão, onde há depósito de areias arenosas, blocos de basalto, conglomerados e paleosolitos.

Esta Formação integra estratigraficamente entre o Grupo Camaquã (Neoproterozóico III - Cambriano Inferior) e a Formação Quilômetro (Ordoviciano Superior), sendo fluviada por correntes laterais sobre os aflitos da Serra Pelada Velha (470 Ma).

No núcleo do estudo foram caracterizadas 5 unidades de litos (AF-I a AF-V), AF-I - conglomerados maciços (Cm), estratigraficamente intercalados com rochas de lavas basálticas (Lb) e síltos laminados (Sl), interpretados como depósitos proximais de deltas aluviais; AF-II - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-III - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-IV - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-V - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M).

**Este trabalho foi financiado pelo processo FAPESP 98/04510-1
"Estudo Litoestratigráfico e Estrutural do Grupo Camaquã
(Neoproterozóico III- Cambriano) no Rio Grande do Sul e Uruguai"**

estratificação maciça (M) e conglomerados maciços (Cm), interpretados como depósitos de deltas aluviais; AF-V - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-VI - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-VII - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-VIII - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-IX - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M); AF-X - conglomerados de conchas (Cc) e síltos (Sl) com areias finas (Af) e com estratificação maciça (M).

As paleocorrentes evidenciadas a partir das Formações Pedro Pertusa indicam direção de transcorrer para SW, enquanto o paleocorrente sobre o núcleo central para NW. O resultado das análises das rochas das unidades sedimentares sugerem uma paleocorrente com direção aproximadamente NW-SE, original e secundária de todos. As análises de sedimentação caracterizadas a importância da Serra das Encantadas como área-fonte, evidenciando a importância e contribuição de outras regiões do subcontinente.

RESUMO

A Formação Pedra Pintada é composta por unidades siliciclásticas de idade eopaleozóica (□ 470 Ma) ocorrendo na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul (RS), particularmente na região das Minas do Camaquã, onde foi objeto de análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes.

Esta formação situa-se estratigraficamente entre o Grupo Camaquã (Neoproterozóico III – Cambriano Inferior) e a Formação Guaritas (Ordoviciano Superior?), sendo intrudida por corpos tabulares subconcordantes da Suíte Rodeio Velho (470 Ma).

Na região de estudo foram caracterizadas 6 associações de fácies (AF-I a AF-VI): AF-I – conglomerados maciços (Cm), subordinadamente intercalados com níveis de arenitos maciços (Am) e siltitos laminados (Sl), interpretados como leques proximais de deltas lacustres; AF-II – intercalações de conglomerados estratificados (Ce) com arenitos maciços (Am) e com estratificação plano-paralela (Ap), interpretados como depósitos aluviais dominados por enchentes de lençol (*Sheet-flood*); AF-III – intercalação de arenitos sigmoidais (As) com arenitos com *climbing ripples* (Ac) e pelitos laminados (Al), interpretados como depósitos de frente deltaica dominada por rios; AF-IV – arenitos com estratificação cruzada acanalada (Aa) e conglomerados estratificados (Ce), interpretados como depósitos de rios entrelaçados; AF-V – arenitos com estratificação cruzada de grande porte (Agp), interpretadas como dunas eólicas; e AF-VI arenitos com estratificação plano-paralela (Ap), arenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo (Ai) e arenitos com marcas onduladas (Ao), interpretada como depósitos de ambiente marinho praial.

As paleocorrentes aluviais e deltaicas da Formação Pedra Pintada indicaram sentido de transporte para SW, enquanto o paleofluxo eólico indicou sentido para NNE. O resultado das análises das cristas das marcas onduladas sugeriram uma paleocosta com direção aproximadamente WNW-ESE, ortogonal a estrutura da bacia. As análises de proveniência caracterizaram a importância da Serra das Encantadas como área-fonte, sendo muito subordinada a contribuição de outras regiões do embasamento.

ABSTRACT

The Pedra Pintada Formation is composed of siliciclastic successions of Early Paleozoic age and occurs in the south-central portion of the state of Rio Grande do Sul (RS), covering proterozoic metamorphic and plutonic rocks of the so called Gaúcho Shield.

This formation also lies above sedimentary rocks of the Camaquã Group (Neoproterozoic to Cambrian) through an angular unconformity, is intruded by the Rodeio Velho Suite and covered through erosional unconformity by the Guaritas Formation.

The present work has characterized 6 facies associations interpreted as: (AF-I) lacustrine fan delta deposits; (AF-II) sheet-flood dominated alluvial deposits (AF-II); (AF-III) fluvial dominated delta front deposits; (AF-IV) braided river deposits; (AF-V) aeolian dune field with wadis; (AF-VI) wave dominated marine foreshore deposits.

The alluvial and deltaic paleocurrents indicate a net transport towards SW, while the aeolian paleoflux was directed to NNE. Wave-ripple measurements suggest an coastline of approximately WNW-ESE direction, orthogonal to the basin's structure.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Considerações Iniciais..	01
1.2 Objetivos.....	01
1.3 Justificativa.....	02
1.4 Desenvolvimento do Trabalho.....	03
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	04
2.1 Descrição dos Principais Métodos Utilizados.....	04
2.1.1 Análise de Fácies Sedimentares.....	04
2.1.2 Análise de Proveniência.....	04
2.1.3 Estudos de Paleocorrentes.....	05
3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	05
3.1 Evolução dos Conhecimentos das Unidades do Final do Neoproterozóico e início do Paleozóico no Rio Grande do Sul.....	06
3.2 Geologia Regional.....	08
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	10
4.1 Análise de Fácies Sedimentares.....	10
4.1.1 Fácies Sedimentares da Formação Pedra Pintada.....	10
4.1.2 Associação de Fácies da Formação Pedra Pintada.....	12
4.2 Análise de Paleocorrentes.....	14
4.3 Análise de Proveniência.....	15
5. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	17
5.1 Ambientes Depositionais.....	17
5.2 Paleocorrentes.....	18
5.3 Proveniência.....	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Unidades sedimentares e vulcânicas do Escudo Gaúcho no sul do Brasil.

Figura 02 – Mapa Geológico da Região das Minas do Camaquã

Figura 03– Mapa de Pontos da Área de Estudo

Figura 04 – Seção Geológica da Formação Pedra Pintada em sua localidade tipo

Figura 05 – Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies I

Figura 06 – Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies II.

Figura 07 – Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies III

Figura 08 – Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies III

Figura 08 – Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies III

Figura 09 – Diagramas de roseta apresentando os padrões de paleofluxo e respectivos vetores médios

Figura 10 – Gráficos representando o resultado das análises de proveniência

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 01 – Fotomosaico representativo da associação de fácies II (AF-II) da Formação Pedra Pintada.

Foto 02 – Fotomosaico representativo da associação de fácies III (AF-III) da Formação Pedra Pintada

Foto 03 – Fotomosaico referente à associação de fácies de depósito fluvial de rios entrelaçados da Formação Pedra Pintada (AF-IV)

Foto 04 – Fotomosaico referente à fácies Agp (dunas Barcanas) pertencente à associação de fácies AF-V da Formação Pedra Pintada

Foto 05 – Arenitos finos com marcas onduladas (fácies Ao) da associação de fácies VI da Formação Pedra Pintada

Foto 06 – Amostra de rocha com icnofósseis da fácies Ao

ANEXOS

Anexo 1 – Propostas estratigráficas para as coberturas do neoproterozóico-III e Paleozóico inferior no Rio Grande do Sul

1.INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O presente trabalho visa o entendimento, através da aplicação de técnicas de análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes, da evolução sedimentar da Formação Pedra Pintada na sua localidade-tipo, região das Minas do Camaquã. (Figura 01).

A Formação Pedra Pintada é composta por rochas siliciclásticas de idade eopaleozóica, aflorando na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul (RS), em uma depressão estrutural alongada na direção NNE-SSW, entre os altos de embasamento pré-cambriano, de Caçapava do Sul e da Serra das Encantadas. (Fragoso Cesar, *et al.* 2000). Estratigraficamente, a Formação Pedra Pintada encontra-se sobreposta por discordância angular aos sedimentos do Grupo Camaquã e sotoposta por discordância erosiva aos depósitos da Formação Guaritas, sendo intrudida por rochas máficas tabulares subconcordantes da Suíte Rodeio Velho (Fig. 02) (Fragoso Cesar *et al.*, 1998, 1999), datada pelo método U-Pb em cerca de 470 Ma (Hartmann *et al.* 1998).

1.2 Objetivos

O estudo da evolução sedimentar da Formação Pedra Pintada realizou-se através do levantamento de um perfil regional com cerca de 20 Km de extensão (Figura 04), onde reconheceram-se as principais fácies e suas associações, selecionando-se afloramentos chaves para confecção de seções colunares, e análise de suas fácies, paleocorrentes e proveniência.

Entre os objetivos do trabalho destacam-se:

- reconhecimento e caracterização dos ambientes de sedimentação;
- estabelecimento da evolução sedimentar através da coluna estratigráfica;
- determinação das áreas fontes através da análise de proveniência;
- caracterização dos padrões de transporte sedimentar, através das análises de paleocorrentes;

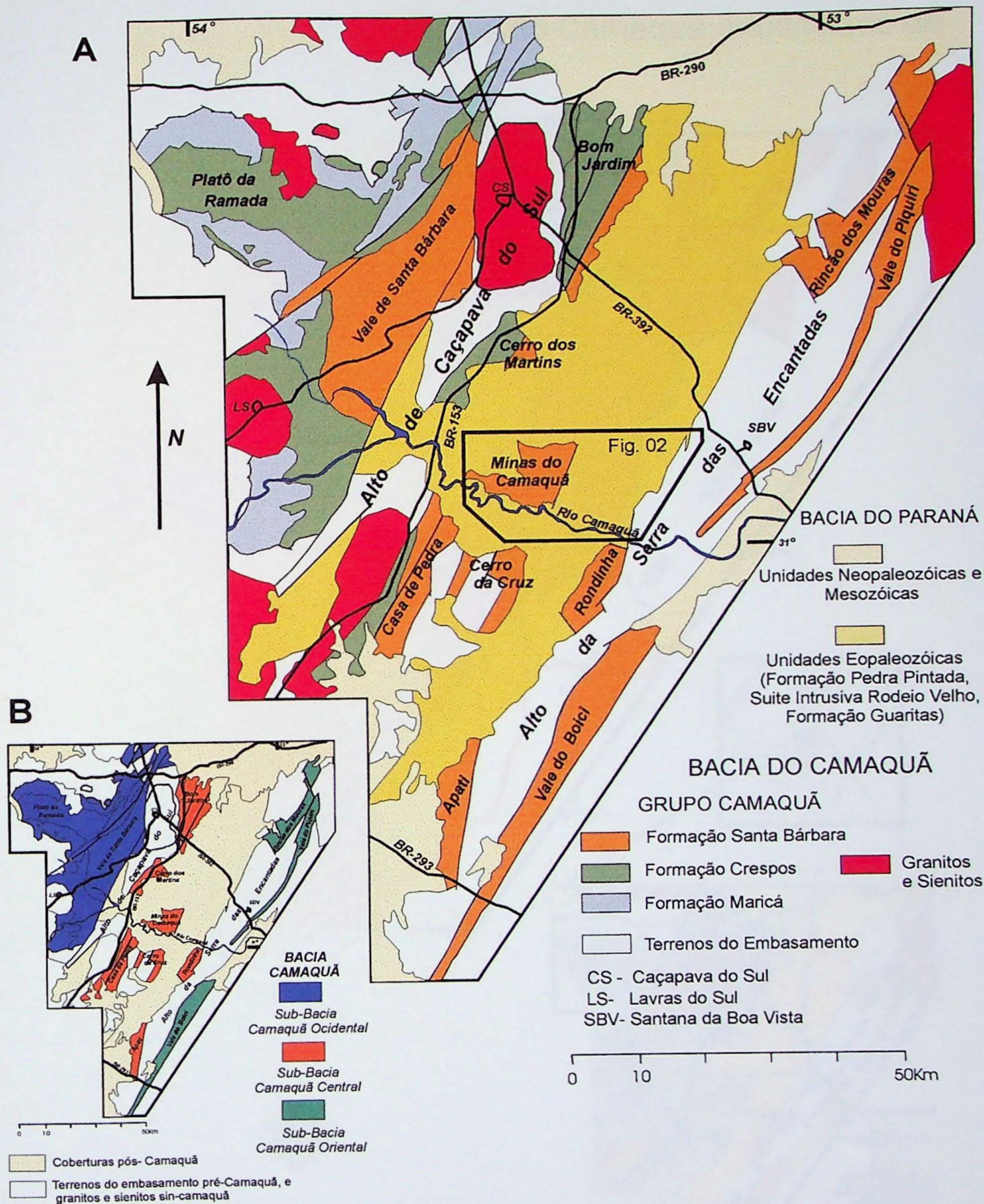


Figura 01- Unidades sedimentares e vulcânicas do Escudo Gaúcho no sul do Brasil. A - Mapa geológico esquemático da região de Lavras do Sul (LS), Caçapava do Sul (CS) e Santana da Boa Vista (SBV) no estado do Rio Grande do Sul, mostrando as sub-bacias que compõem a Bacia do Camaquã. *fonte: Fragoso Cesar et al. (2000^b)*

Figura 02- Mapa Geológico da Sub-Bacia Camaquã Central e da Bacia do Paraná na Região das Minas do Camaquã (modificado de SilvaFilho 1997 e Fambrini 1998).

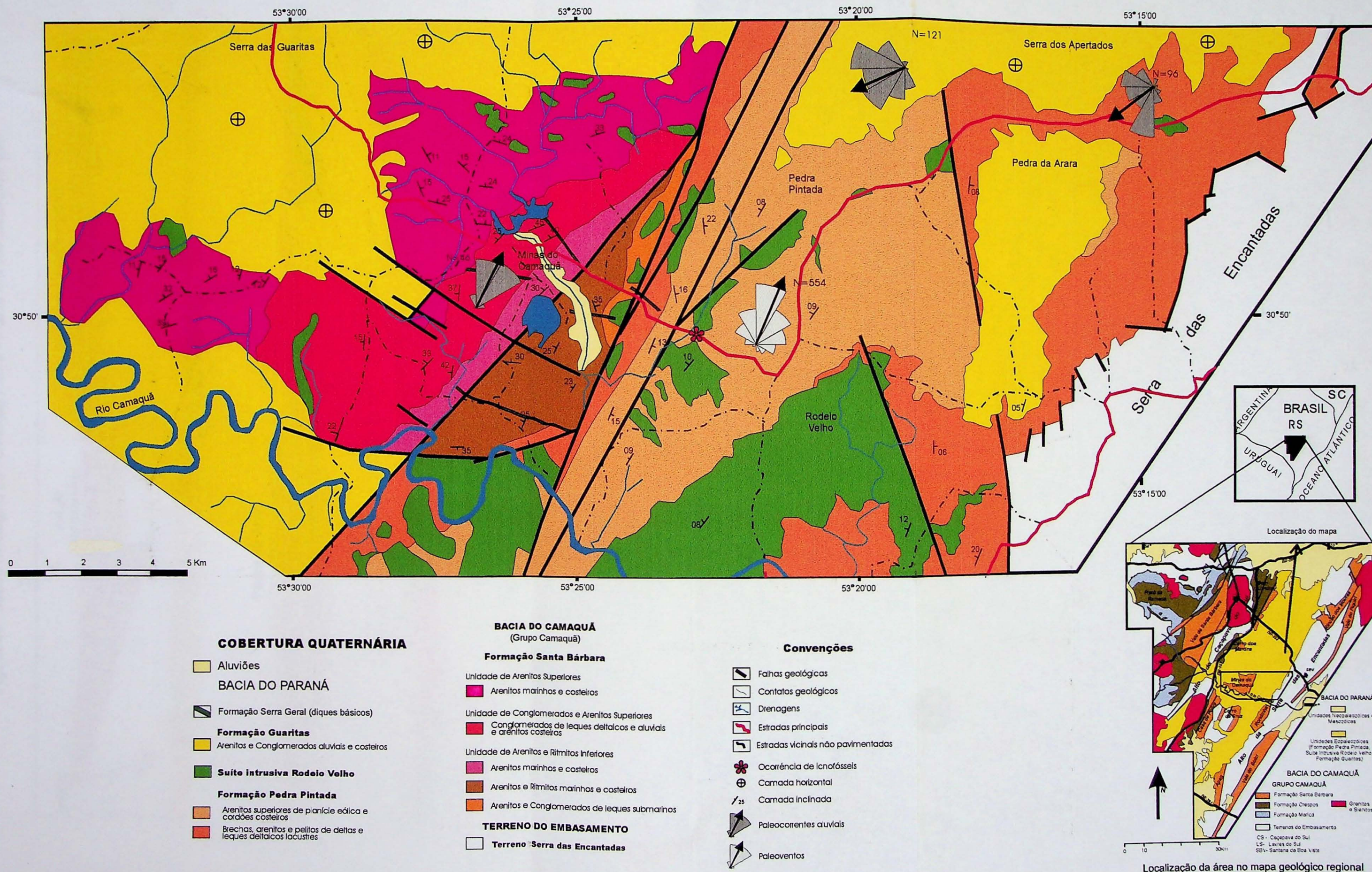
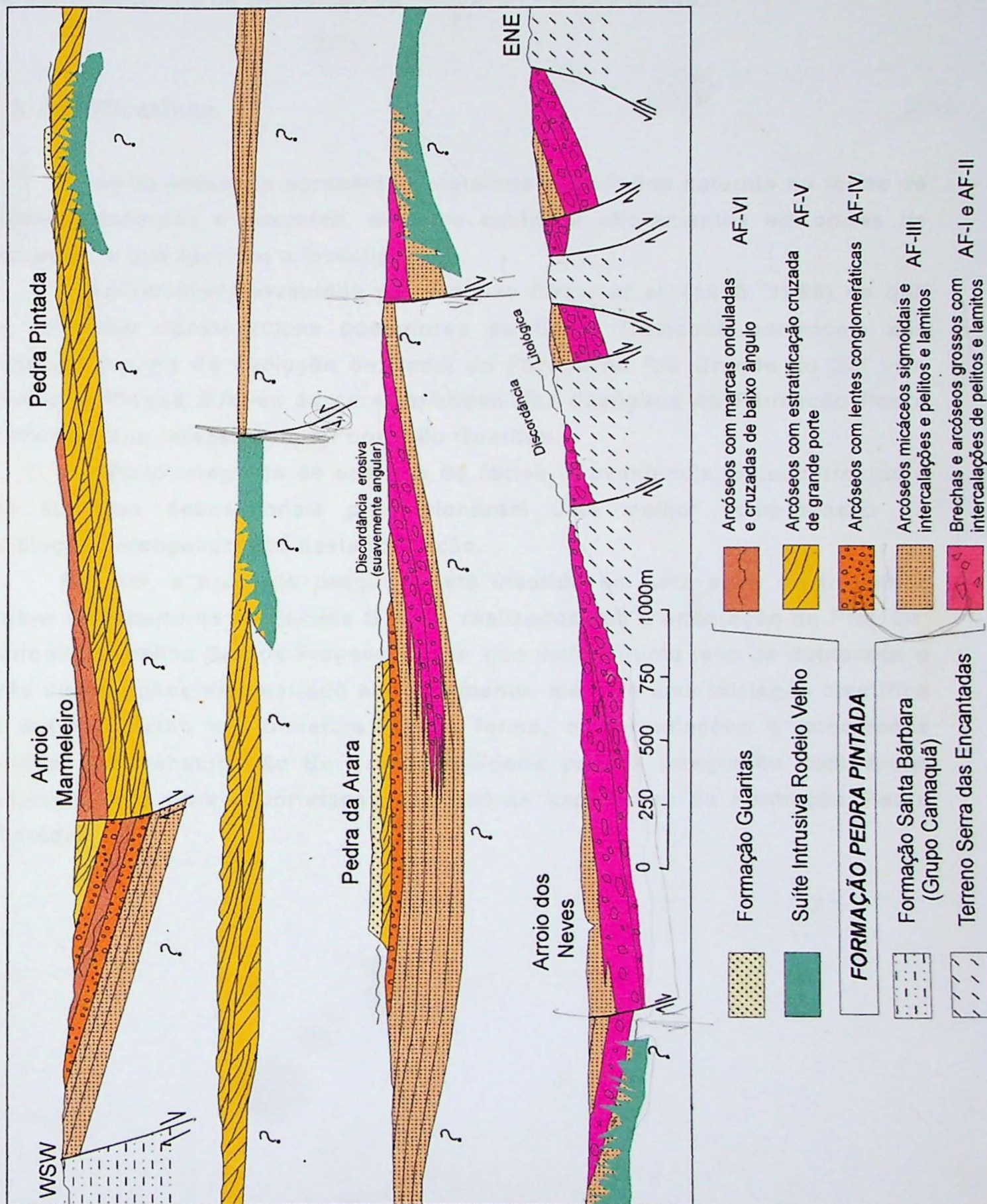


Figura 04 - Seção Geológica da Formação Pedra Pintada em sua localidade tipo.



- integração de todas as informações compondo o quadro paleogeográfico da bacia ao tempo da deposição da Formação Pedra Pintada.

1.3 Justificativas

A região estudada apresenta excelentes exposições naturais na forma de lajedos, escarpas e morrotes, além de extensos afloramentos em cortes de estradas, o que facilitou a investigação.

A possibilidade levantada por Fragoso Cesar *et al.* (1998, 1999) de que as unidades eopaleozóicas posteriores ao Grupo Camaquã pertencem aos estágios iniciais da evolução da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul vem sendo verificada através da caracterização dos depósitos da Formação Pedra Pintada e sua relação com a Formação Guaritas.

O estudo integrado de análises de fácies, proveniência, paleocorrentes e de sistemas deposicionais proporcionaram uma melhor compreensão da evolução paleogeográfica desta formação.

Por fim, a presente pesquisa está inserida em uma série de trabalhos sobre as coberturas do Escudo Gaúcho realizados sob a orientação do Prof. Dr. Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar, que incluem uma tese de doutorado e três dissertações de mestrado em andamento, além de uma iniciação científica e outro trabalho de formatura. Desta forma, as informações e conclusões obtidas no trabalho são de grande utilidade para a integração com áreas adjacentes, e para a correlação com outras exposições da Formação Pedra Pintada.

1.4. Desenvolvimento do Trabalho

Etapas de trabalho durante o ano letivo	FEV	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Estudo crítico dos trabalhos anteriores da região a ser estudada, levantamento bibliográfico.										
Aquisição de mapas e preparação do material de campo.										
Etapa de campo de 08 dias.										
Preparação e entrega do Relatório de Progresso.										
Tratamento de dados, análise microscópica, confecção de mapas, figuras e seções.										
Preparação do texto final.										
Entrega do texto final, apresentação oral e defesa.										

A maior dificuldade encontrada para a realização deste trabalho ocorreu devido à greve do Instituto de Geociências (26/04 a 05/06/2000) que provocou uma modificação na estrutura do cronograma proposto, principalmente na data da segunda etapa do trabalho de campo, que estava prevista para a primeira quinzena de julho e passou para a primeira quinzena de setembro. Esta mudança causou a restrição do tempo para o tratamento dos dados adquiridos nesta etapa de campo prejudicando, assim, o andamento da pesquisa.

Na segunda etapa de campo foi realizada uma seção auxiliar na qual foram identificados novos ambientes deposicionais, modificando as interpretações preliminares. Esta nova interpretação exigiu um exame mais detalhado da primeira seção levantada e uma modificação do enfoque apresentado no relatório de progresso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Descrição dos Principais Métodos Utilizados

Para a execução do trabalho foram realizadas as seguintes etapas: (1) revisão bibliográfica e cartográfica, (2) trabalhos de campo e (3) trabalhos de laboratório e gabinete.

As revisões bibliográfica e cartográfica visaram a familiarização com os principais trabalhos sobre a região investigada. Durante os trabalhos de campo foi realizado um perfil regional perpendicular às estruturas principais com coletas de dados qualitativos e quantitativos de detalhe, através da utilização de técnica de análise de fácies, sistemas deposicionais, paleocorrentes e proveniência.

2.1.1 Análise de fácies sedimentares

A análise de fácies é realizada para fornecer uma interpretação ambiental de um grupo de rochas sedimentares baseando-se no estudo e interpretação de texturas, estruturas sedimentares, assembléias de fósseis e associações litológicas em escala de afloramentos, testemunhos de sondagem ou segmentos de uma bacia. (Miall, 1990). As fácies podem ser agrupadas em associações de fácies, características de ambientes deposicionais específicos.

Para esta análise, durante os trabalhos de campo no perfil regional foram efetuados levantamentos de seções colunares em afloramentos selecionados, observando a geometria, espessuras, texturas, granulometria e estruturas sedimentares das camadas a fim de obter subsídios à interpretação dos ambientes sedimentares de deposição.

2.1.2. Análise de Proveniência

A análise estratigráfica de proveniência foi desenvolvida segundo os seguintes critérios:

- Identificação e reconhecimento de fácies por meio da geometria, espessura e litologia dos litotipos;
- Identificação da litologia, dimensões, forma e arredondamento dos clastos maiores que 1,0 cm.

Esta análise foi efetuada concomitantemente aos levantamentos das seções colunares e consistiu na contagem de aproximadamente 100 clastos por afloramento no arcabouço de conglomerados e arenitos conglomeráticos, podendo estender-se por porções selecionadas em afloramentos, ou mesmo com a correlação de afloramentos quando não foi possível concluir a contagem em um único.

2.1.3. Estudos de Paleocorrentes

O estudo das paleocorrentes foi baseado nos métodos aplicados por Fambrini (1998) que consistem na obtenção de medidas em estruturas como: (1) estratificações cruzadas, (2) variações de fácies e de granulometria e (3) imbricações de clastos. Ressalta-se, porém, a maior confiabilidade estatística dos dados adquiridos em estratificações cruzadas. De acordo com o autor supracitado, para a obtenção de boas indicações de paleofluxo é necessária uma população média de 25 medidas com extremos entre 7 e 30. No presente trabalho utilizamos populações de medida superiores ao sugerido na bibliografia, explorando a quantidade e qualidade de estruturas mensuráveis expostas.

Durante os trabalhos de campo foram obtidas medidas de paleocorrentes em estratificações cruzadas tangenciais de pequeno a médio porte nos arenitos com geometria sigmoidal, em estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte nos arenitos característicos de ambiente fluvial de rios entrelaçados e em estratificações cruzadas de grande porte nos arenitos de caráter eólico. Foram, também, obtidas medidas da direção das cristas de marcas onduladas de arenitos finos a médios, para determinar a linha de paleocosta. Os dados foram processados por métodos estatísticos a fim de determinar o vetor médio.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

3.1. Evolução dos Conhecimentos das Unidades do Final do Neoproterozóico e início do Paleozóico no Rio Grande do Sul

Carvalho (1932), discutindo as relações estratigráficas da então definida Série Camaquan, concluiu que estas (...) " parecem colocar a série no eopaleozóico (...) sem dúvida, posterior às erupções de andesitos e, provavelmente, anterior ao permiano", reunindo as unidades sedimentares que cobrem rochas vulcânicas antigas e são recobertas pelos depósitos da glaciação neopaleozóica. Leinz *et al.* (1941) mantiveram este conceito, distinguindo, no entanto, dois "Camaquãs", o "Camaquã inclinado" e o "Camaquã horizontal", definiram, também, uma nova unidade, anterior às vulcânicas e em discordância litológica sobre o embasamento granítico-metamórfico, designando-a de Formação Maricá. Goñi *et al.* (1962) redefiniram o "Camaquã inclinado" como Formação Camaquã, o "Camaquã horizontal" com Formação Guaritas e a Formação Maricá como Grupo Maricá, incluindo no topo deste as rochas vulcânicas. J. Robertson, geólogo do convênio DNPM/USGS, em manuscrito de 1961 parcialmente publicado em 1966 (*apud* Ribeiro *et al.* 1966), revisou a estratigrafia destas coberturas, organizando-as nas seguintes unidades, da base para o topo: (i) Formação Maricá, (ii) Andesito Hilário, (iii) Riolito Ramada, (iv) Grupo Camaquã constituído pelas formações Santa Bárbara e Guaritas e pelo Conglomerado Coxilha. Esta revisão influenciou todos os trabalhos posteriores realizados nestas coberturas.

Os mapeamentos intensivos do início dos anos 60, pelo convênio DNPM/CPRM/UFRGS, culminaram com a publicação das quadriculas de Caçapava do Sul (Ribeiro *et al.*, 1966) e Encruzilhada do Sul (Tessari & Picada, 1966) na escala 1:250.000, cuja proposta estratigráfica pouco modificava a de Robertson (1966), exceto pela definição do Grupo Bom Jardim, interposto entre a formação Maricá e o Grupo Camaquã, e constituído pela Formação Arroio dos Nobres, sedimentar, composta pelos membros Mangueirão e Vargas, e Formação Crespos, vulcânica, contendo os membros Hilário e Acampamento Velho (o termo Ramada foi preterido porque Leinz *et al.*, 1941, já haviam empregado esta designação para um corpo granítico do platô homônimo).

Trabalhos de um dos coordenadores rediscutiram a hierarquia do Grupo Bom Jardim, mapeando a localidade tipo e concluindo que as unidades vulcânicas e sedimentares se intercalavam ao longo de toda coluna, inviabilizando a categoria de grupo para a unidade (Ribeiro, 1970); posteriormente, redimindo este conceito, redefiniram-no como representado pelas formações Maricá, Vargas, Hilário e Acampamento Velho (Ribeiro & Fantinel, 1978).

No último trabalho de mapeamento intensivo deste período, Santos *et al.* (1978) apresentaram uma nova proposta estratigráfica para as unidades anteriores ao Grupo Camaquã, recuperando o conceito de Grupo Maricá sensu Goñi *et al.* (1962) com as formações Pessegueiro (Maricá sensu Leinz *et al.* 1941), Cerro dos Martins (membros Arroio dos Nobres e Hilário) e Acampamento Velho.

O consenso nas propostas deste período foi o conceito Grupo Camaquã e a dissensão a estratigrafia das rochas vulcânicas e sedimentares sotopostas. No período seguinte, ainda em plena efervescência, o conceito Grupo Camaquã foi expandido, incluindo também estas unidades mais antigas (e.g. Fragoso Cesar *et al.* 1985; Lavina *et al.* 1985; Paim *et al.* 1986; Faccini *et al.* 1987). Trabalhos da presente década têm redefinido a categoria formal, como exemplificado pelo Supergrupo Camaquã (Beckel 1990, 1992), ou a conceitual, como visto no Alosupergrupo Camaquã (Paim 1994; Paim *et al.* 1995), mas sempre mantendo todas suas unidades em uma única maior, designada Camaquã.

Estudos recentes nestas coberturas (e.g. Fragoso Cesar *et al.* 1998, 1999, 2000), reinterpretando o significado das discordâncias regionais e da distinção paleogeográfica e tectônica das unidades interpostas, concluem ser inadequado reuni-las todas em uma única unidade maior, pois estas representam depósitos de duas bacias distintas, embora geograficamente superpostas: uma ligada aos eventos terminais do Tectonismo Brasileiro durante o fim do Neoproterozóico e início do Cambriano, a Bacia do Camaquã, e outra registrando a evolução cratônica eopaleozóica na Bacia do Paraná, da então formada Placa Gondwana. Desta forma, o conceito Grupo Camaquã volta a ser restringido, excluindo agora, no entanto, as unidades sub-horizontais superiores (Camaquã horizontal sensu Leinz *et al.* 1941 ou Formação Guaritas sensu Robertson 1966). De acordo com estes trabalhos, a Bacia do Camaquã é preenchida por uma espessa (>6 km) unidade siliciclástica –Grupo Camaquã–

com vulcanismo em seu nível intermediário, deformada e preservada em sub-bacias. Recobrando parte destas sub-bacias por discordância angular regional ocorrem duas unidades sub-horizontais siliciclásticas da Bacia do Paraná, com espessuras de várias centenas de metros: uma unidade basal –Formação Pedra Pintada– afetada por intrusões máficas da Suíte Rodeio Velho, e outra superior, –Formação Guaritas–, posterior ao evento ígneo e separada da formação anterior por discordância erosiva regional, suavemente angular.

Uma síntese das principais propostas estratigráficas é apresentada no Anexo 01 em anexo.

3.2. Geologia Regional

A Formação Pedra Pintada aflora na porção centro-sul do Rio Grande do Sul, em meio a uma faixa de afloramentos de rochas do embasamento pré-cambriano comumente denominada Escudo Sul-riograndense ou Escudo Gaúcho. Esta unidade ocorre em uma bacia limitada por falhamentos normais de direção NNE com aproximadamente 120 km de extensão por 50 km de largura.

O embasamento da Formação Pedra Pintada é composto por rochas pré-cambrianas do Escudo Gaúcho, representadas, na região de estudo (Figura 02), pelas rochas miloníticas da Serra das Encantadas. Esta estrutura, assim como outras do escudo, possuem direção NNE-SSW, reativada para a formação da bacia (*rift*) desta unidade.

Na região das Minas do Camaquã, além dos milonitos da Serra das Encantadas também afloram sucessões do Grupo Camaquã, uma unidade sedimentar deformada anterior a Formação Pedra Pintada. Este grupo é composto por três unidades: as formações Maricá, Crespos e Santa Bárbara, que representam, segundo Fragozo Cesar *et al.* (2000), o preenchimento de bacias extensionais tipo *rift* sem relação direta com os eventos orogênicos neoproterozóicos.

A Formação Maricá constitui-se de rochas siliciclásticas de ambientes aluviais e marinhos costeiros, com o predomínio de arenitos e arenitos conglomeráticos fluviais, arenitos tabulares e ritmitos arenosos marinhos de face litorânea dominada por ondas e de turbiditos distais. Apesar de seus

clastos apresentarem grande quantidade de rochas vulcânicas, predominantemente ácidas, não há registro de atividade vulcânica concomitante à deposição desta formação.

A Formação Crespos corresponde ao registro de atividade vulcânica durante a evolução da Bacia Camaquã. Anteriormente esta unidade era separada nos membros Hilário (derrames e intrusões de andesitos) e Acampamento Velho (riolitos vulcânicos e intrusivos). Atualmente, trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nas regiões de Bom Jardim e Santa Bárbara pela equipe orientadora, demonstram a ocorrência de rochas sedimentares vulcanoderivadas correspondentes aos intervalos dos eventos vulcânicos.

Associados à Formação Crespos, com possível caráter comagmático às vulcânicas, ocorrem corpos granitóides de afinidade alcalina (eg. Granitos Caçapava do Sul, Lavras do Sul, São Sepé e Ramada).

A Formação Santa Bárbara, representante na área de estudo (Figura 02), constitui-se de rochas siliciclásticas de ambientes continental e marinho raso. As litofácies predominantes desta formação consistem em: conglomerados maciços e estratificados; ritmitos arenosos tabulares com onda e/ou laminação cruzada por onda e laminação cruzada *hummocky*; arenitos arcoseanos com estratificação cruzada acanalada; ritmitos finos com gretas de contração e estratificação heterolítica; e turbititos clássicos.

A Formação Pedra Pintada recobre as unidades do Grupo Camaquã por discordância angular regional, e é recoberta por discordância erosiva pela Formação Guaritas, composta por conglomerados de ambientes fluviais de rios entrelaçados e arenitos marinhos costeiros de idade supostamente ordovicianá superior.

A discordância erosiva da base da Formação Guaritas também limita uma suíte de rochas intrusivas máficas, que inclui abundantes corpos intrusivos rasos na Formação Pedra Pintada, denominada Suíte Intrusiva Rodeio Velho (Fragoso Cesar *et al.* 1999). A datação radiométrica U/Pb em zircão dessa unidade forneceu um valor de ~470 Ma (Hartmann *et al.* 1998), representando uma idade mínima para a Formação Pedra Pintada.

4. Resultados Obtidos

Durante os trabalhos de campo foi realizada uma seção geológica (Figura 03 e 04) ao longo da estrada de terra que liga a localidade das Minas do Camaquã com a BR 392. Após o levantamento desta seção geológica foram realizados os trabalhos de detalhe incluindo as análises de fácies, proveniência e paleocorrentes, cujo os resultados obtidos encontram-se sintetizados nos itens apresentados abaixo.

4.1 Analise de fácies sedimentares

4.1.1. Fácies Sedimentares da Formação Pedra Pintada

Durante o levantamento da seção geológica na localidade tipo da Formação Pedra Pintada foram registradas as seguintes fácies sedimentares.

Código	Fácies	Descrição	Interpretação e Processo Depositional
Cm	Conglomerados maciços, sustentados pelo arcabouço. A fração granulométrica varia de grânulos a matações.	Pacotes centimétricos a métricos de conglomerados com geometria tabular ou lenticular e estrutura maciça.	Depósitos de fluxo de grãos (no caso de leques deltaicos proximais) e de correntes aquosas de alta energia (em depósitos fluviais)
Ce	Conglomerados estratificados sustentados pelo arcabouço ou por matriz arenosa.	Conglomerados organizados em camadas tabulares decimétricas a métricas, com pulsos de granulometria granocrescente e granodecrescente. Matriz composta por areia grossa e grânulos.	Depósito de fluxo aquoso de alta energia.
Am	Arenitos grossos e médios maciços.	Arenitos sem estruturas aparentes, localmente com grânulos e seixos. Apresentam-se em camadas decimétricas e raramente métricas.	Depósitos de fluxo de grão e produtos de liquefação de arenitos com outras estruturas.
Ap	Arenitos médios a grossos com estratificação plano-paralela.	Arenitos dispostos em camadas geralmente tabulares de espessuras decimétricas. É freqüente a presença de lineação primária de corrente.	Depósito de fluxo laminar superior, associado a diversos processos conforme a associação de fácies que se encontram.

Código	Fácies	Descrição	Interpretação e Processo Depositional
Aa	Arenitos grossos a médios com estratificação cruzada acanalada.	Arenitos arcoseanos grossos a médios, por vezes conglomeráticos, com má seleção granulométrica e estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte, algumas vezes com concentração de clastos nos <i>foresets</i> .	Depósitos de dunas subaquáticas.
Ac	Arenitos finos a médios com laminação cruzada cavalgante (<i>climbing ripples</i>)	Arenitos arcoseanos, micáceos, com laminações cruzadas cavalgantes em camadas centimétricas a decimétricas.	Depósitos de correntes aquosas em regime de fluxo inferior.
As	Arenitos médios a finos sigmoidais.	Arenitos em camadas de geometria sigmoidal, com estrutura maciça ou, mais frequentemente, estratificação cruzada tangencial (2D) de pequeno a médio porte, podendo conter clastos esparsos.	Depósitos de barras de desembocadura de distributários deltaicos.
Agp	Arenitos médios a finos com estratificação cruzada de grande porte	Arenitos médios com estratificação cruzada de grande porte com abundantes truncamentos de alto ângulo.	Depósitos de migração de dunas eólicas.
Ao	Arenitos finos com marcas onduladas.	Arenitos finos, arcoseanos por vezes micáceos, com presença de marcas onduladas geralmente assimétricas no topo das camadas.	Correntes subaquáticas de regime de fluxo inferior e pouca profundidade.
Ai	Arenitos médios a finos com estratificação inclinada de baixo ângulo	Arenitos médios com boa seleção granulométrica dispostos em camadas decimétricas com variação do ângulo de inclinação, porém sempre com mesmo sentido de mergulho. Frequentemente ocorre lineação primária de corrente.	Depósitos de barras de antepraia, gerados por processos de espraiamento de ondas (<i>swash</i>), resultando em estratificação com inclinação em direção ao mar.
SI	Arenitos finos e siltitos laminados.	Arenitos finos a muito finos e siltitos, muitas vezes micáceos, cuja estrutura principal é laminação plano-paralela. Ocorrem em camadas geralmente tabulares, e raramente lenticulares com espessuras centimétricas a decimétricas.	Depósitos de correntes subaquáticas de regime de fluxo inferior.
PI	Pelitos com laminação plano-paralela, localmente maciços.	Camadas de siltitos com laminação plano-paralela. Subordinadamente ocorrem camadas de argilitos e de siltitos maciços. A espessura das camadas varia de centimétrica a métrica.	Depósitos de decantação de material em suspensão.

4.1.2. Associações de Fácies da Formação Pedra Pintada.

Segue abaixo as descrições das associações de fácies sedimentares encontradas na seção geológica levantada da Formação Pedra Pintada, na região das Minas do Camaquã (Figura 04):

Associação de Fácies I (AF-I)

A Associação de Fácies Sedimentares I (AF-I) está representada na seção colunar de detalhe da Figura 05. Esta associação é caracterizada por intercalações das fácies Cm, Am e Sl. A fácies Cm apresenta-se como corpos tabulares de espessuras decimétricas a métricas de conglomerados maciços sustentados pelo arcabouço, com fragmentos angulosos (“brechas de talus”) e fração granulométrica do arcabouço variando de seixo a matacão. Estes conglomerados intercalam-se com arenitos maciços grossos a médios, localmente com grânulos, com espessuras decimétricas e geometria lenticular caracterizado pela fácies Am. A fácies Sl é representada por camadas centimétricas, também com geometria lenticular, de siltitos e arenitos finos.

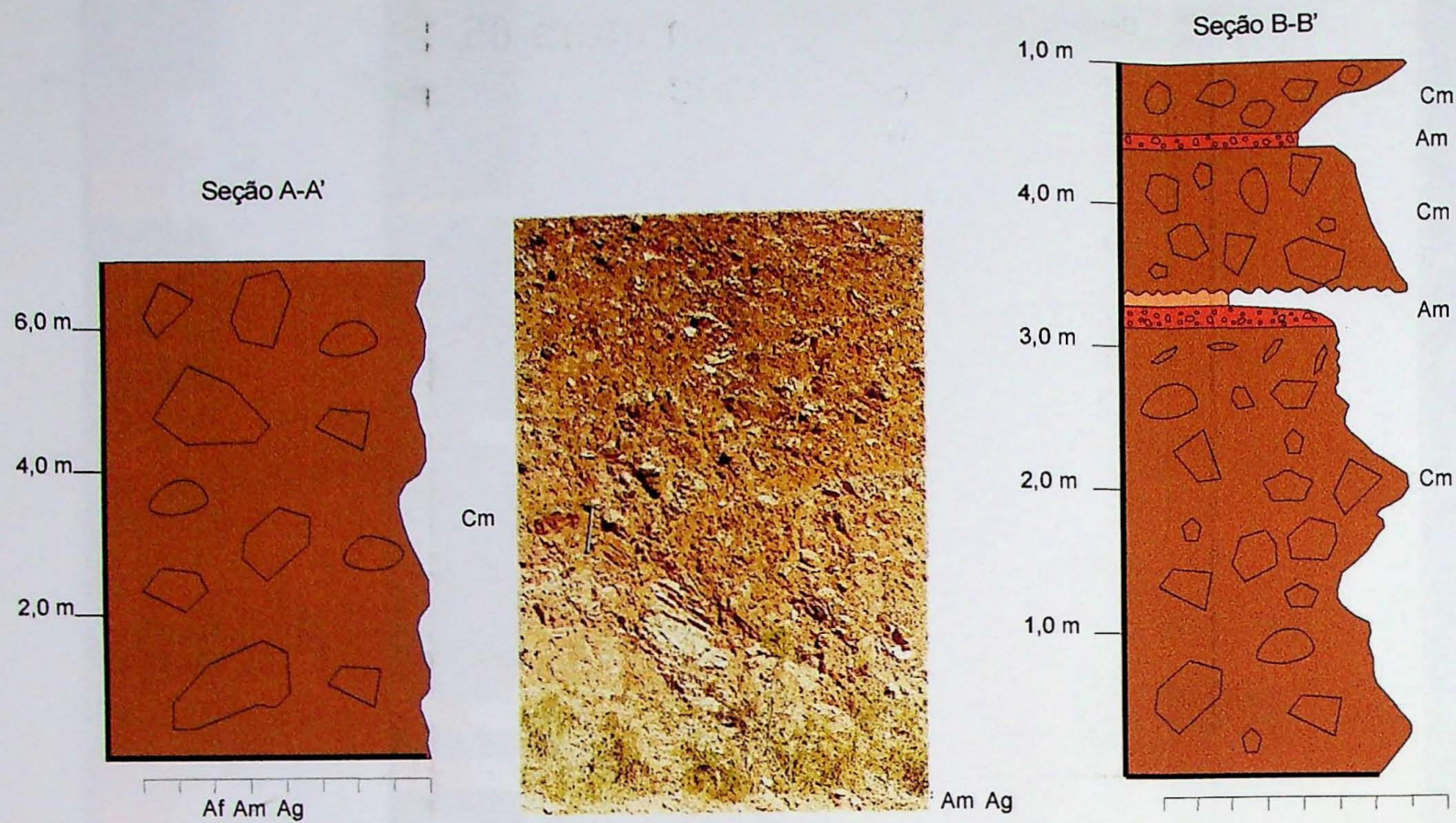
Esta associação ocorre nas porções inferiores e proximais à borda da bacia e é interpretada como depósitos de fluxo de massa, do tipo fluxo de grãos, entrando num corpo d’água caracterizado pelos finos de decantação, indicando ambiente de leques deltaicos lacustres.

Associação de Fácies II (AF-II)




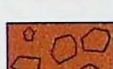
A Associação de fácies sedimentares II - AF-II - é caracterizada pela intercalação de conglomerados estratificados (Ce), arenitos maciços (Am) e arenitos com estratificação plano-paralela (Ap). Os conglomerados estratificados são sustentados pelo arcabouço, com fração granulométrica variando de grânulos a seixos, e espessuras decimétricas a métricas; os arenitos médios possuem estrutura maciça (fácies Am) ou estratificação plano-paralela (fácies Ap), localmente contendo grânulos. Os corpos de arenitos (Am e Ap) possuem espessuras centimétricas a decimétricas e geometria tabular.

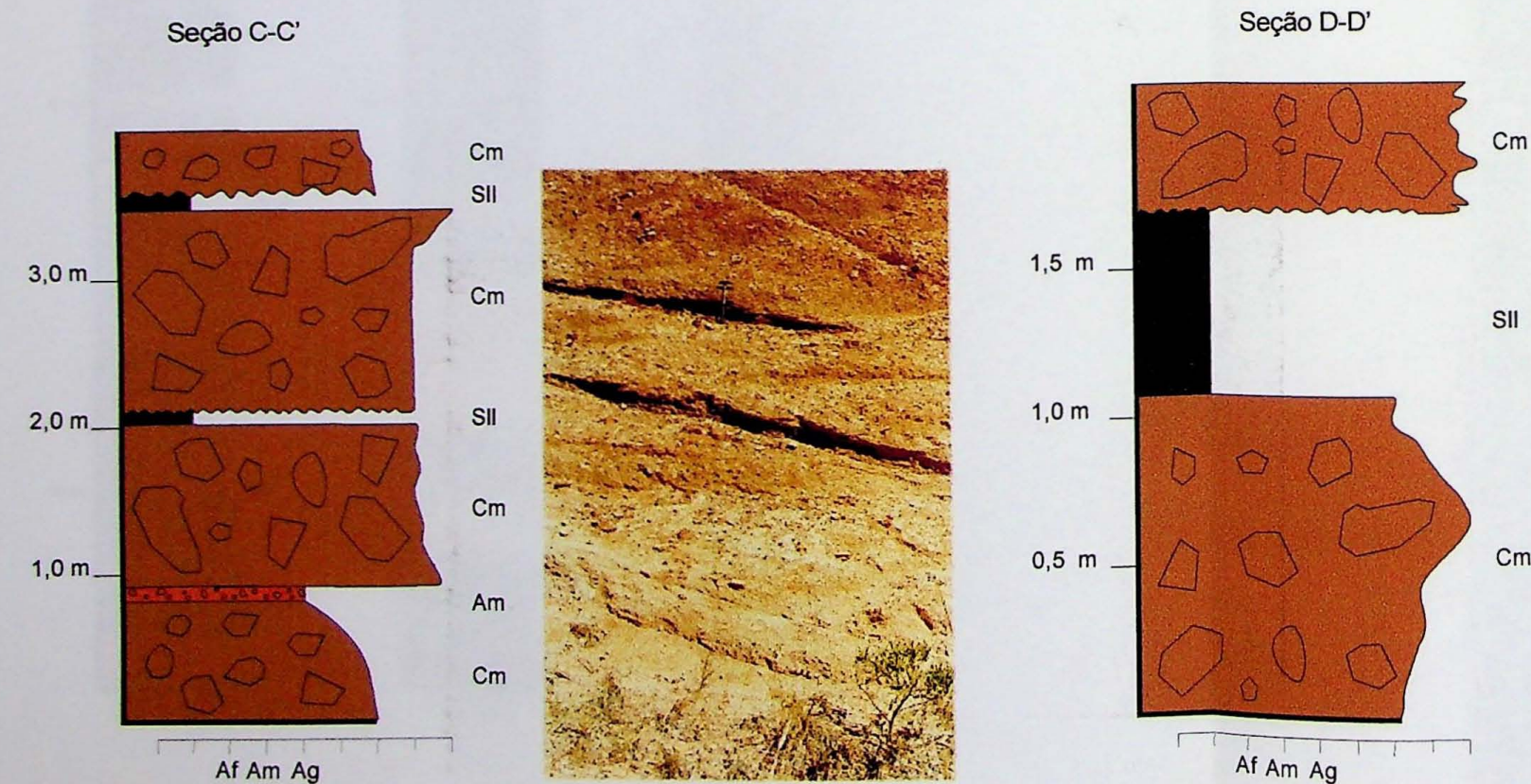
Esta associação indica depósito de fluxo desconfinado de alta energia, possivelmente do tipo enchente de lençol, em ambiente deposicional aluvial relacionado à Associação de Fácies I. Associação representada pela seção de detalhe da Figura 06 e Fotomosaico 01.

Figura 05 Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies I (AF-I)



Litologia

	Siltito intercalado com areia fina
	Arenito médio
	Arenito grosso com grânulos
	Brecha



Textura

	Matacão
	Calhau
	Seixo
	Grânulo
Ag	Areia grossa
Am	Areia média
Af	Areia fina
	Silte
	Argila

Figura 06: Seção colunar de detalhe representando a Associação de Fácies II (AF-II)

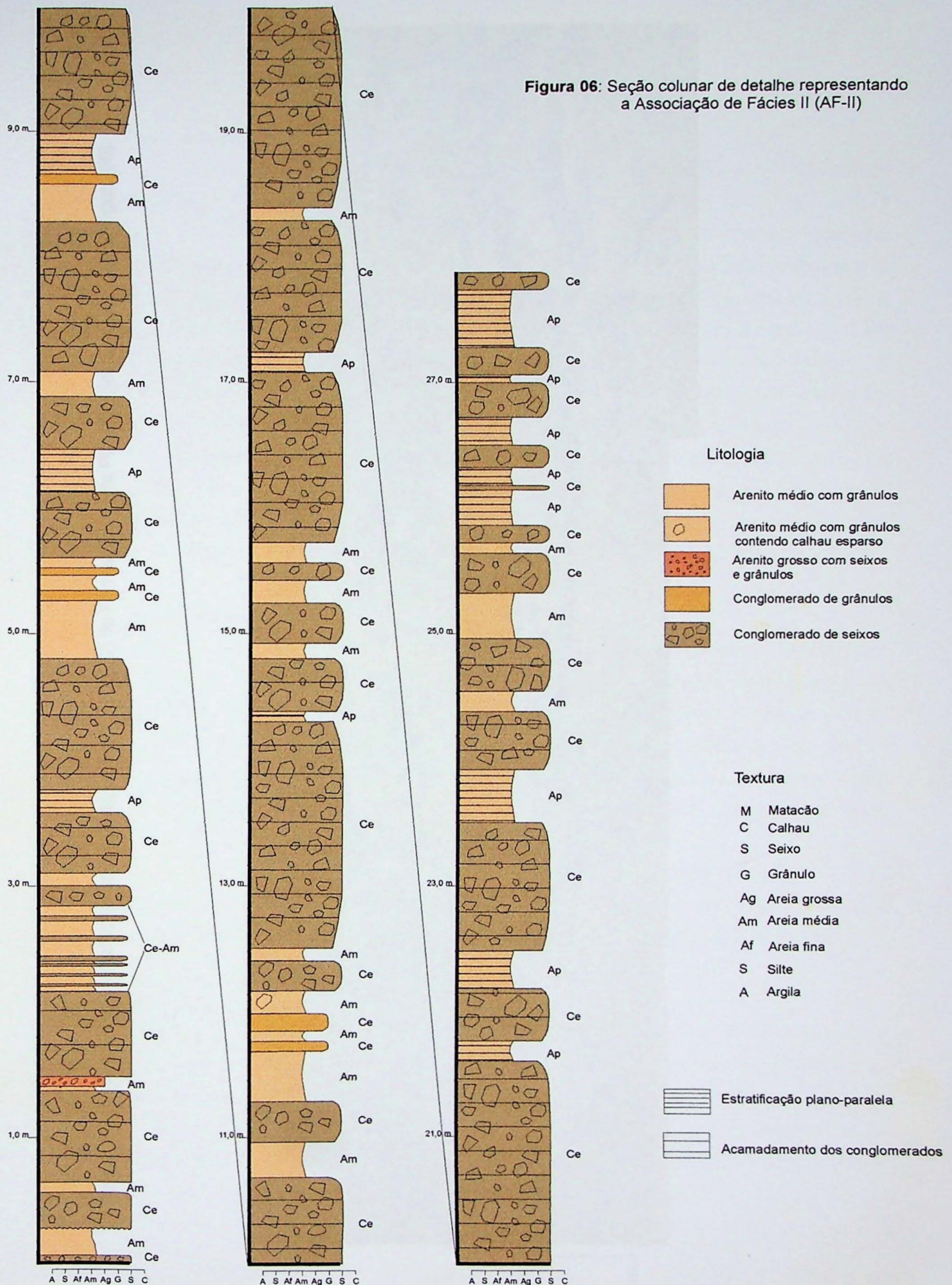


Foto 01: Fotomosaico representativo da associação de fácies II (AF-II) da Formação Pedra Pintada. (relaciona-se com a Figura 06)



Associação de Fácies III (AF-III)

A terceira associação AF-III é representada por intercalações das fácies de arenitos sigmoidais (As), arenitos com *climbbing ripples* (Ac) e pelitos laminados (Pl). Os corpos de arenitos com estratificação cruzada sigmoidal (fácies As) possuem granulometria média a fina, espessuras decimétricas a métricas e geometria lenticular, freqüentemente encontram-se associados a arenitos micáceos com *climbing ripples* (fácies Ac). Intercalam-se com níveis milimétricos a decimétricos de pelitos laminados, ocasionalmente com gretas de contração e diques clásticos. Ocasionalmente ocorrem camadas lenticulares de arenitos conglomeráticos com clastos variando de grânulos a seixos.

Esta associação pode ser interpretada como depósitos de lobos de suspensão em frente deltaica de deltas lacustres dominados por rios, provavelmente alimentados por bacias de drenagem de menor energia do que aquelas representadas pela AF-I. (Figuras 07 e 08, Fotomosaico 02).

Associação de Fácies Sedimentar IV (AF-IV)

A AF-IV é caracterizada pelas fácies de arenitos grossos a médios, ocasionalmente contendo lentes conglomeráticas, com grande quantidade de estratificações cruzadas acanaladas (fácies Aa) de pequeno a médio porte. Uma segunda fácies é representada por bolsões lenticulares de conglomerados estratificados (Ce). A geometria dos corpos arenosos é tabular a lenticular, com freqüentes feições de corte e preenchimento e pequenos canais de base erosiva.

Esta associação pode ser interpretada como depósitos fluviais de rios entrelaçados, possivelmente associados às porções distais dos sistemas aluviais de maior energia (AF-II). A Foto 03 é ilustrativa desta associação.

Associação de Fácies Sedimentar V (AF-V)

Esta associação é composta predominantemente por camadas métricas a decamétricas de arenitos médios a finos, bem selecionados, com estratificações cruzadas de grande a médio porte, freqüentemente cortadas em alto ângulo (fácies Agp), tangencias na base. Ocorrem também arenitos com estratificação plano-paralela (fácies Ap), comumente conglomeráticos, intercalados à fácies Agp em camadas decimétricas a centimétricas, e arenitos com marcas onduladas de corrente (Ao).

Figura 07: Seção colunar de detalhe representativa da Associação de Fácies III (AF-III)

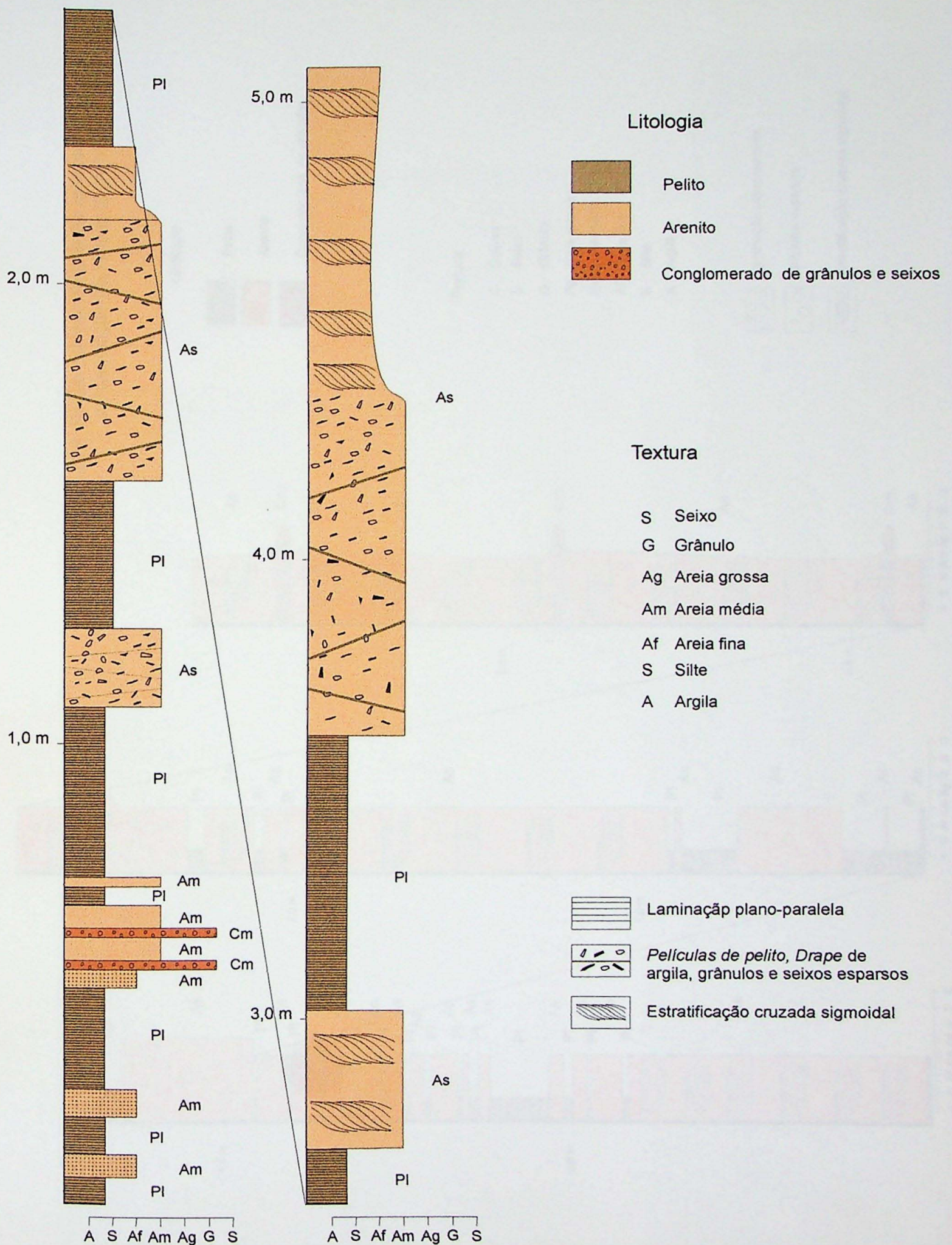


Figura 08: Seção colunar de detalhe representando a Associação de Fácies III (AF-III)

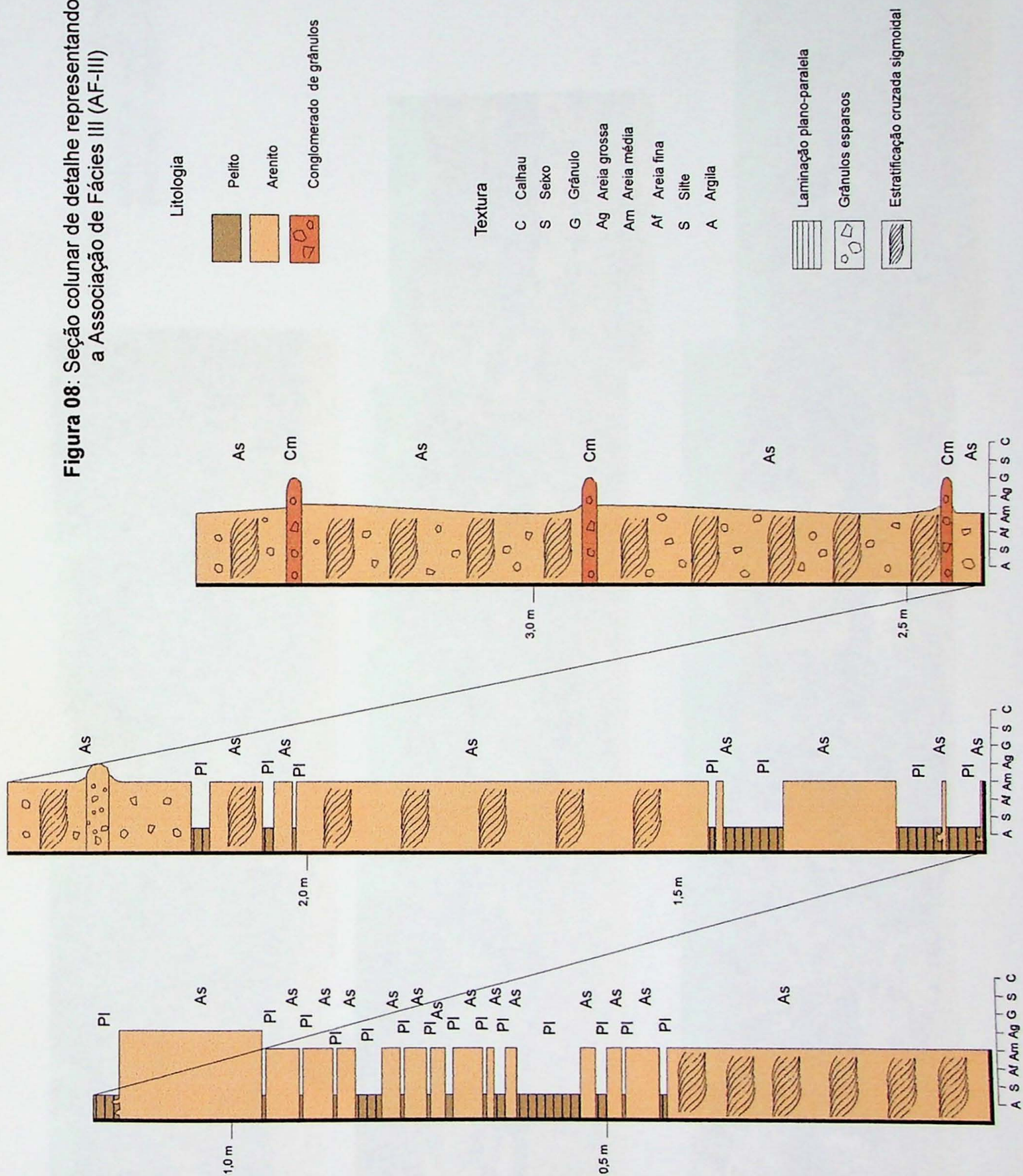


Foto 02: Fotomosaico representativo da
associação de fácies III da
Formação Pedra Pintada.



Foto 03: Fotomosaico referente à associação de fácies de depósito fluvial de rios entrelaçados da Formação Pedra Pintada (AF-IV).



As grandes camadas da fácies Agp (Fotomosaico 04) são interpretadas como depósitos de migração de dunas eólicas, possivelmente barcanas (ver item 4.2.), associadas a depósitos de correntes aquosas efêmeras de alta energia (*wadis*) preservados nas áreas de interdunas e representados pelas fácies Ap e Ao.

Associação de Fácies Sedimentar VI (AF-VI)

A AF-VI é composta por arenitos finos a médios com estratificação plano-paralela e lineação primária de corrente (*parting lineation*) (fácies Ap) associados a arenitos com estratificação inclinada de baixo ângulo tipo *swash* (fácies Ai). Ocorrem, também, arenitos finos com marcas onduladas (fácies Ao) (Foto 05) localmente com pavimento bioturbado (Fotos 06a e 06b), contendo abundantes icnofósseis descritos por Netto *et al.* (1992).

Esta associação de fácies representa um ambiente marinho raso, praiial, com estruturas características de antepraia dominada por ondas.

4.2. Análise de Paleocorrentes

O estudo de paleocorrentes realizado no decorrer do trabalho consistiu na obtenção de medidas em: (1) estratificações cruzadas tangenciais da fácies de lobos sigmoidais de suspensão deltaica; (2) estratificações cruzadas de grande a médio porte e alto ângulo da fácies de campos de dunas eólicas da Formação Pedra Pintada e; (3) estratificações cruzadas acanaladas de fácies aluviais da Formação Guaritas. Foram, também, obtidas medidas da cristas de marcas onduladas de ambientes marinhos rasos da Formação Pedra Pintada a fim de determinar a linha da paleocosta.

Os dados de paleocorrentes adquiridos foram processados por métodos estatísticos para a obtenção do vetor médio. Os resultados estão representados em diagramas tipo roseta (Figura 09).

As medidas obtidas indicaram sentido de transporte aluvial das formações Pedra Pintada (Figura 09.1.) e Guaritas (Figura 09.2.) semelhantes, com vetor médio de transporte para SW. Esta semelhança entre as duas unidades, que representam episódios distintos de deposição separados por uma discordância erosiva regional, pode ser interpretada como decorrente de um mesmo controle

Foto 04: Fotomosaico referente à fácies Agp (dunas barcanas) pertencente a associação de fácies AF-V da Formação Pedra Pintada.

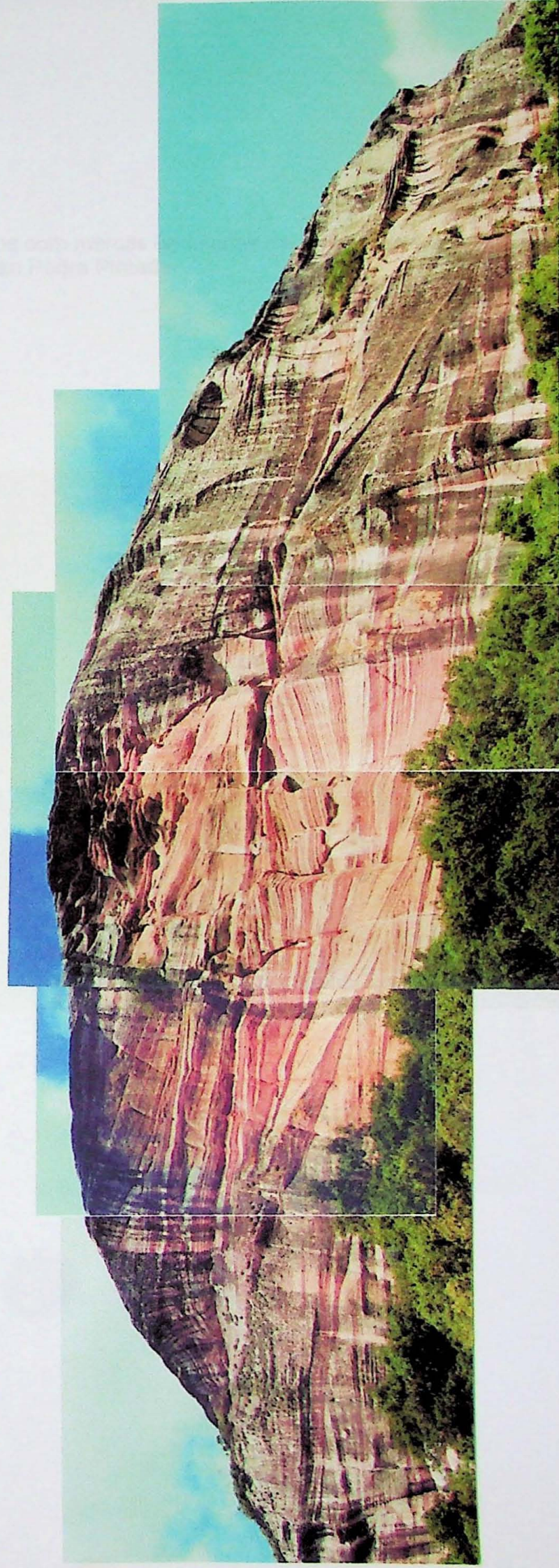


Foto 05: Arenitos finos com marcas onduladas (fácies Ao) da associação de fácies VI da Formação Pedra Pintada.



Foto 06



Foto 06a



Foto 06: Amostra de rocha com icnofósseis da fácies marinha costeira da Formação Pedra Pintada.

Foto 06a: Detalhe da foto 04.

estrutural. A borda da bacia de deposição da Formação Pedra Pintada é representada por escarpas de falhas a Leste. Os depósitos da Formação Guaritãs, mais maduros composicionalmente, podem ter sofrido a influência, em menor escala, do mesmo controle estrutural, reativado em um segundo evento de subsidência.

As medidas de paleofluxo da fácies eólica da Formação Pedra Pintada (Figura 09.3.) indicam paleoventos para NNE. A morfologia das estratificações cruzadas e a dispersão das paleocorrentes sugerem que estes depósitos sejam de dunas barcanas.

O resultado das medidas de cristas de marcas onduladas dos depósitos marinhos (Figura 09.4.) sugere uma paleocosta com direção WNW-ESE, separando planícies costeiras com campos de dunas eólicas a Nordeste, com paleoventos preferencialmente do mar para a terra, de um ambiente marinho a Sudoeste.

4.3. Análise de Proveniência

Durante as etapas de campo, concomitante ao levantamento das seções estratigráficas de detalhe e à obtenção das medidas de paleocorrentes, foram realizadas análises de proveniência em frações maiores que grânulo através da contagem sistemática de aproximadamente 100 clastos (podendo variar o número de clastos de acordo com a abundância dos mesmos em cada afloramento), analisando suas litologias, grau de arredondamento, esfericidade e dimensões.

Os resultados das análises estão representados em gráficos (Figura 11), divididos por estações, sendo uma estação referente a fácies fluvial da Formação Guaritãs e quatro estações referentes a Formação Pedra Pintada, representativas das associações AF-I, AF-II, AF-III e AF-IV descritas acima.

Na estação referente à associação AF-I da Formação Pedra Pintada, que caracteriza a parte proximal do leque deltaico (*fan-delta*), a litologia mais abundante é sericita-quartzo milonito (45%), sucedida por quartzo-sericita milonito (27%) e sericita-feldspato-quartzo milonitos (21%); quartzos leitosos ou quartzos de veios aparecem em menor quantidade (7%) (Figura 10.1.). A maior parte dos clastos são angulosos, com baixa esfericidade e a fração granulométrica varia de grânulo a matacão.

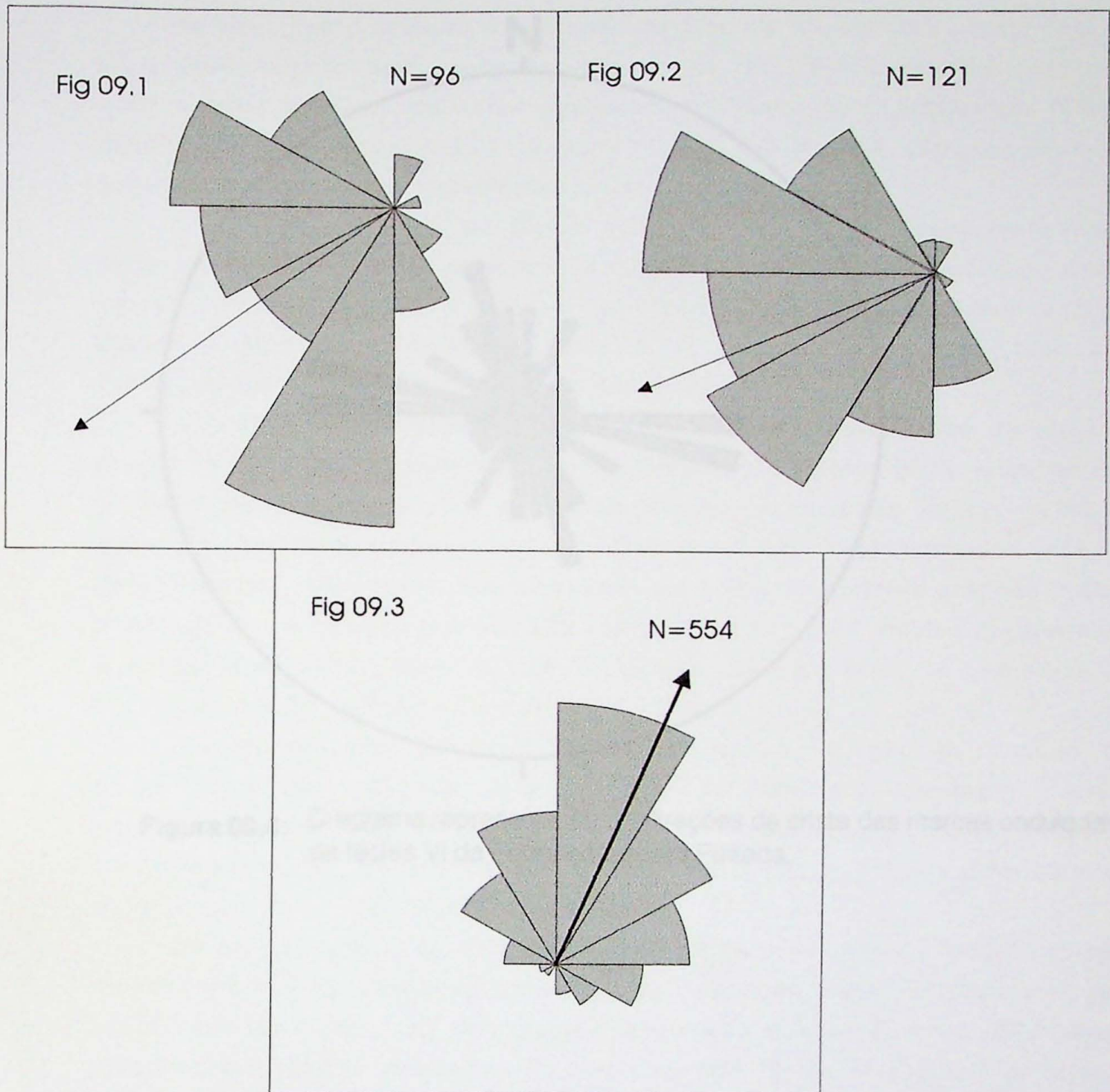


Figura 09 - Diagramas de roseta apresentando os padrões de paleofluxos e respectivos vetores médios. **Fig 09.1)** Paleocorrentes da fácies aluvial da Fm. Pedra Pintada; **Fig 09.2)** Paleocorrentes da fácies fluvial de rios entrelaçados da Fm. Guaritas; **Fig 09.3)** Paleoventos dos campos de dunas da Fm. Pedra Pintada.

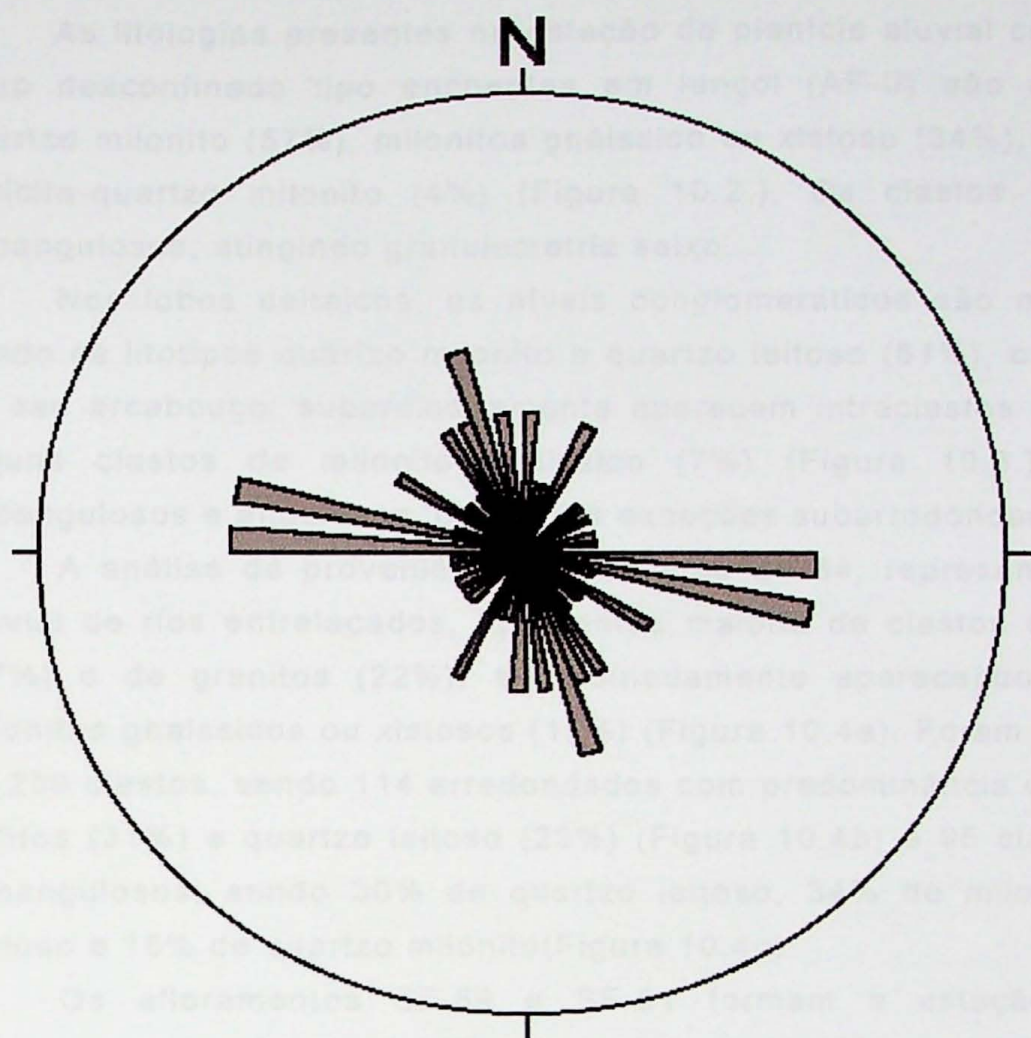


Figura 09.4: Diagrama representando as direções de crista das marcas onduladas da fácies VI da Formação Pedra Pintada.

As litologias presentes na estação de planície aluvial com predomínio de fluxo desconfinado tipo enchentes em lençol (AF-II) são quartzo leitoso e quartzo milonito (57%), milonitos gnáissico ou xistoso (34%), mármore (5%) e sericita-quartzo milonito (4%) (Figura 10.2.). Os clastos são angulosos a subangulosos, atingindo granulometria seixo.

Nos lobos deltaicos, os níveis conglomeráticos são menos freqüentes, sendo os litotipos quartzo milonito e quartzo leitoso (61%), os mais freqüentes no seu arcabouço; subordinadamente aparecem intraclastos de argila (32%) e alguns clastos de milonito gnáissico (7%) (Figura 10.3.). Os grãos são subangulosos e angulosos, com raras exceções subarredondados.

A análise de proveniência da estação SF-64, representativa de planície aluvial de rios entrelaçados, apresentou maioria de clastos de quartzo leitoso (37%) e de granitos (22%), subordinadamente aparecendo riolitos (17%) e milonitos gnáissicos ou xistosos (15%) (Figura 10.4a). Foram contados um total de 209 clastos, sendo 114 arredondados com predominância de granitos (38%), riolitos (31%) e quartzo leitoso (23%) (Figura 10.4b) e 95 clastos angulosos a subangulosos, sendo 30% de quartzo leitoso, 34% de milonito gnáissico ou xistoso e 15% de quartzo milonito (Figura 10.4c).

Os afloramentos SF-59 e SF-61 formam a estação de análise de proveniência representativa da fácies fluvial da Formação Guaritas e a maior parte dos clastos são de leucogranitos (45%), vulcânicas ácidas (26%) e, subordinadamente, clastos de quartzo leitoso (16%) e granito milonítico ou quartzo milonito (13%) (Figura 10.5.).

De acordo com o resultados das análises de proveniência descritos pode-se concluir que os depósitos proximais da Formação Pedra Pintada possuem predomínio de clastos, na sua maioria angulosos a subangulosos, de quartzo milonitos e milonitos gnáissicos ou xistosos. Nas fácies de planície deltaica e planície aluvial distal predominam clastos com maior arredondamento de quartzo leitoso, granitos e riolitos. Essa variação provavelmente decorre de transporte mais prolongado nas fácies distais, aumentando a maturidade tanto composicional quanto textural.

Figura 10.: Gráficos representando o resultado das análises de proveniência.

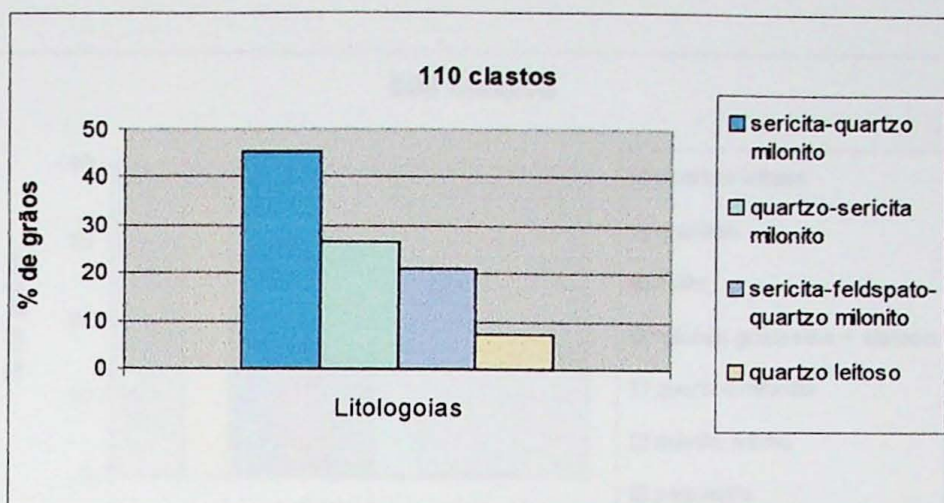


Figura 10.1: Gráfico de proveniência referente à AF-I, da Formação Pedra Pintada

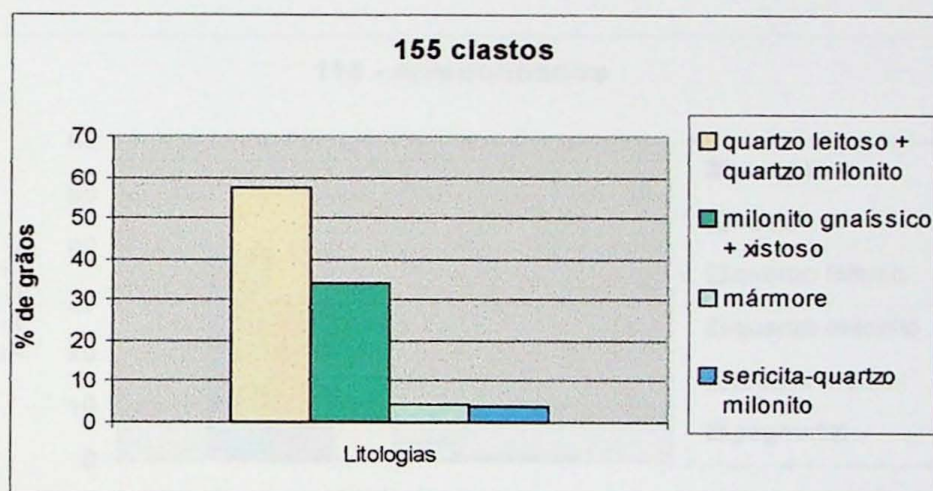


Figura 10.2.: Gráfico de proveniência referente à AF-II, da Formação Pedra Pintada.

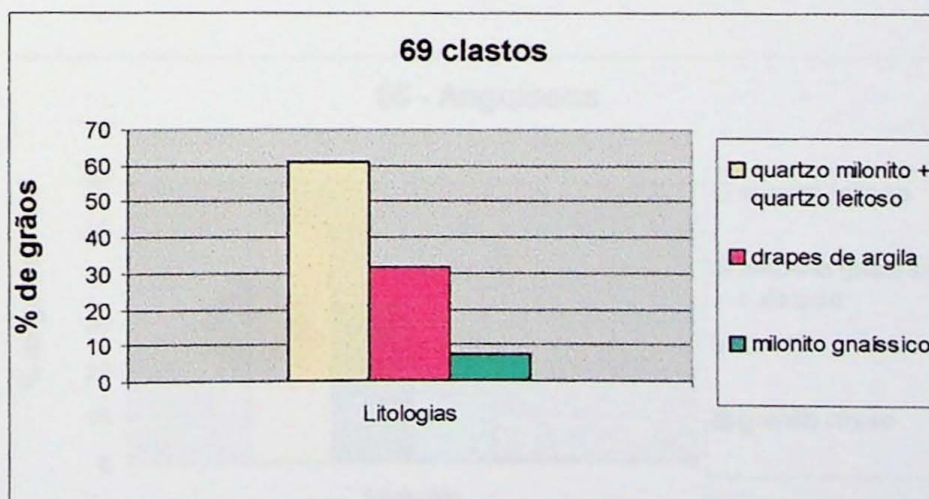


Figura 10.3.: Gráfico de proveniência referente à AF-III, da Formação Pedra Pintada.

Figura 10.4: Gráficos representando o resultado das análises de proveniência referentes à associação AF-IV da Formação Pedra Pintada .

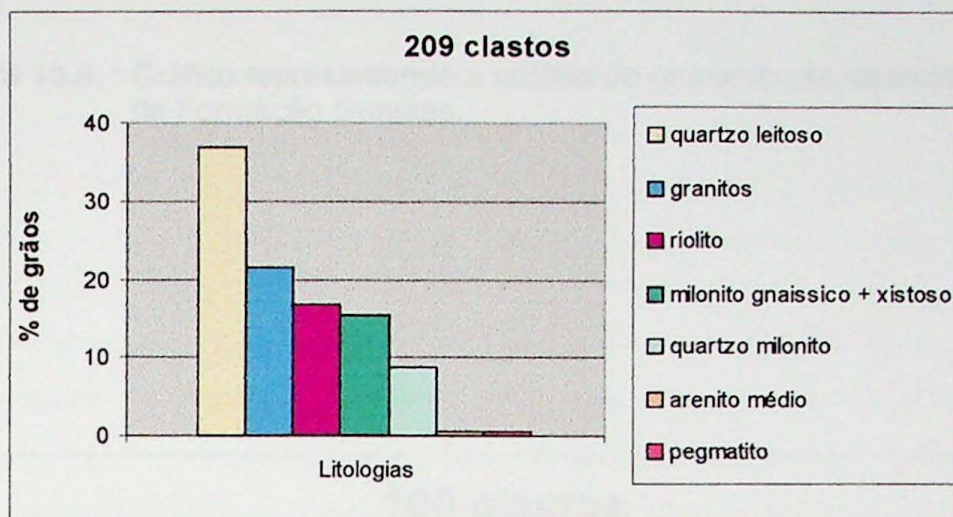


Figura 10.4a: Gráfico de proveniência AF-IV total.

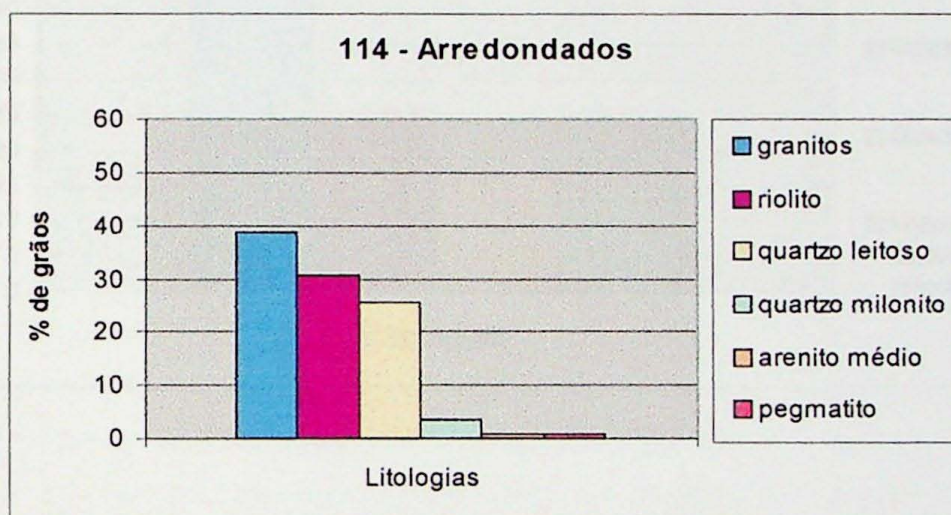


Figura 10.4b: Gráfico de proveniência AF-IV - clastos arredondados.

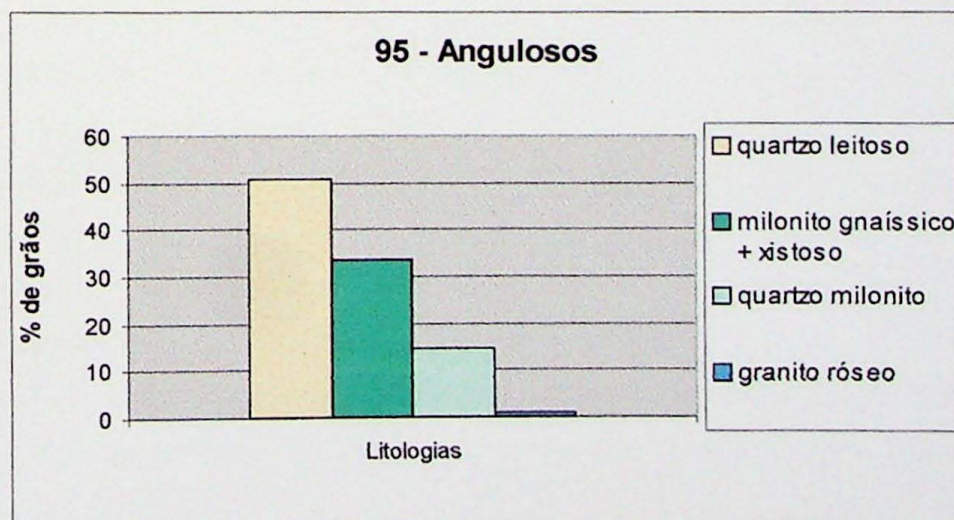
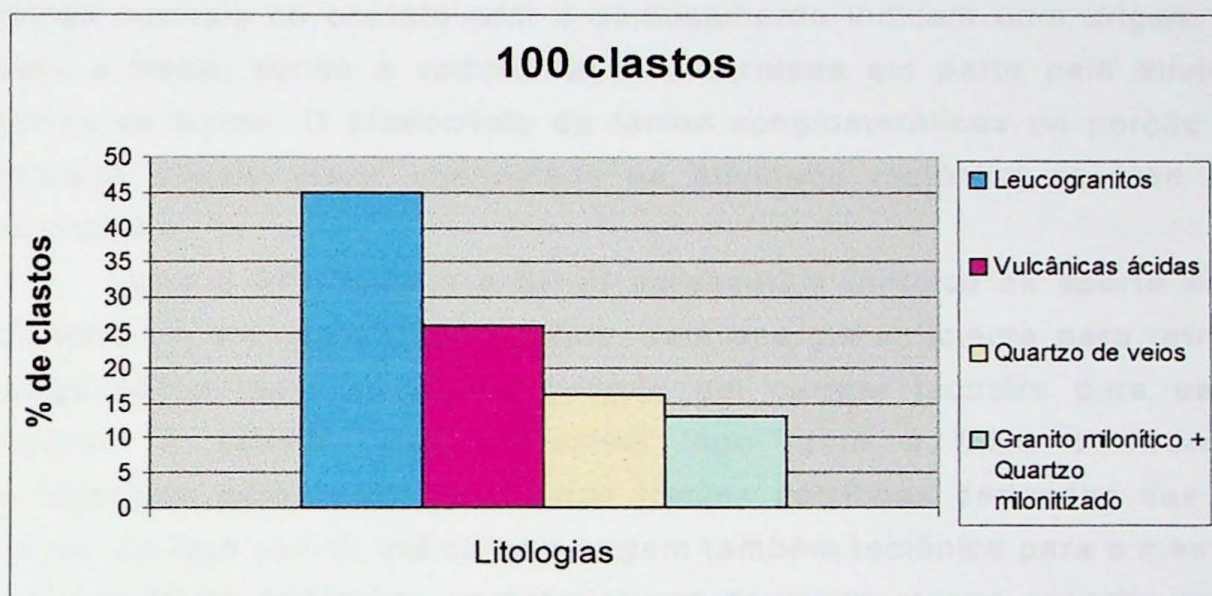


Figura 10.4c: Gráfico de proveniência AF-IV - clastos angulosos.

Figura 10.5. : Gráfico representando a análise de proveniência referente a fácies fluvial da Formação Guaritas.



5. Interpretação dos Resultados

5.1 Ambientes Deposicionais

A partir das interpretações obtidas através da análise de fácies e ambientes deposicionais pode-se elaborar um quadro geral da paleogeografia da Formação Pedra Pintada.

A presença da AF-I nas proximidades do limite de ocorrência da unidade, caracterizada como de ambiente de leques deltaicos, e o reconhecimento de falhas normais no contato com o embasamento indicam uma origem tectônica para a bacia, sendo a sedimentação controlada em parte pela atividade das falhas de borda. O predomínio de fácies conglomeráticas na porção basal da unidade sugere maior intensidade da atividade tectônica na fase inicial da deposição.

Tanto a AF-I quanto a AF-III apresentam indícios de aporte sedimentar clástico em um corpo d'água calmo, sem energia suficiente para retrabalhar a carga sedimentar detrítica, sugerindo um caráter lacustre para esse corpo aquoso. A posição desse possível lago junto à falha de borda, como evidenciado pelo aporte direto das franjas detríticas derivadas das escarpas dentro do lago (AF-I), indica uma origem também tectônica para o mesmo.

A AF-III apresenta características de muito menor energia que a AF-I, podendo refletir tanto uma diminuição da atividade tectônica quanto um aporte a partir de bacias de drenagem derivadas de relevos menos proeminentes; como no caso de uma origem nos altos do bloco abatido de um hemigraben.

A AF-II e a AF-IV apresentam origem provavelmente associada, refletindo diferentes processos de deposição em sistemas aluviais de alta energia - enchentes em lençol (fluxo desconfinado) e canais rasos de rios entrelaçados, respectivamente. A AF-II predomina na porção inferior da unidade, provavelmente compondo cunhas detríticas interdigitadas com depósitos lacustres e deltaicos, e refletindo fácies subaéreas resultantes da progradação de deltas de granulometria grossa (AF-I). A AF-IV parece estar associada ao preenchimento final do corpo d'água, com o desenvolvimento de planícies aluviais distais na região anteriormente inundada.

A AF-V predomina no topo da unidade, e sua caracterização como um campo de dunas eólicas costeiras implica na relação com o evento de elevação

do nível do mar e transgressão representado pela AF-VI. Esse evento, portanto, caracteriza uma alteração importante na paleogeografia da unidade.

5.2 Paleocorrentes

As medidas de paleocorrentes dos depósitos aluviais, obtidas preferencialmente nas associações de fácies II e IV, assim como aquelas obtidas em barras de desembocadura da AF-III, indicam sistematicamente transporte sedimentar para SW. Esse sentido, interpretado de acordo com a disposição das falhas de borda, sugere um padrão de transporte aluvial axial nesta parte da bacia.

As medidas de paleofluxo eólico resultaram em um vetor médio para NNE, interpretado como a direção local de ventos originados no mar e canalizados pela forma da bacia. As medidas de cristas de marcas onduladas das fácies de antepraia são consistentes com as interpretações dos padrões de transporte aluvial e eólico, pois indicam uma direção de paleocosta aproximadamente WNW-ESE, perpendicular à estruturação da bacia.

5.3 Proveniência

As análises de proveniência revelaram dois padrões distintos. Os depósitos proximais em relação às falhas de borda são ricos em litoclastos de rochas do Alto da Serra das Encantadas, predominantemente quartzo milonitos e sericita-quartzo milonitos. Já os depósitos mais distais, de planícies aluviais de rios entrelaçados e barras de desembocadura de deltas dominados por rios, apresentam abundância de rochas de maior estabilidade mineralógica, principalmente entre os mais arredondados, refletindo retrabalhamento, provavelmente policíclico, de fontes distantes, o que sugere uma ampla bacia de drenagem.

A imaturidade mineralógica constatada mesmo nas fácies distais (há amplo predomínio de arcóseos e arcóseos líticos) sugere condições de altas taxas de deposição e climas relativamente secos, hipótese corroborada pela presença de fácies eólicas.

6. Considerações Finais

A Formação Pedra Pintada foi depositada em uma bacia extensional de direção NNE-SSW com largura de aproximadamente 50 Km que registra um complexo costeiro, formado por depósitos de leques aluviais, leques deltaicos rasos, depósitos eólicos de dunas barcanas e depósitos de ambiente marinho raso.

A presença de leques aluviais e deltaicos proximais atestam a atuação de falhas normais de borda em contexto de relevo acentuado. Estes passam para depósitos deltaicos indicativos de uma tectônica menos ativa associados a relevo menos proeminente. As medidas de paleocorrentes aluviais e deltaicas indicam transporte sedimentar para SW. A instalação de campos de dunas eólicas com direção de paleovento para NNE relaciona-se com a elevação do nível do mar e conseqüente transgressão representada pelos depósitos marinhos rasos situados a sul da região. A análise das fácies e, principalmente, das medidas de paleocorrentes permitiram reconstruir a linha de paleocosta de direção WNW-ESE, ou seja, perpendicular à estruturação da bacia.

A imaturidade mineralógica dos sedimentos da Formação Pedra Pintada, com predomínio de arcóseos e arcóseos líticos mesmo nas fácies distais, juntamente com a presença de fácies eólicas, sugerem condições de elevadas taxas de deposição e climas relativamente secos.

Devido à idade dos depósitos (possivelmente Ordoviciano Inferior considerando a idade da suíte ígnea intrusiva) e ao caráter claramente anorogênico da tectônica extensional formadora da Formação Pedra Pintada, esta unidade deve refletir processos de deposição sob condições cratônicas na placa gondwânica, talvez relacionados à origem da Bacia do Paraná.

7. Referências Bibliográficas

- BECKEL, J. -1990- *Metalogenia del Cu, Pb y Zn en la Cuenca de Camaquã, durante el ciclo Orogénico Brasileiro, RS (Brasil)*. Salamanca, 275 p. (Tese de Doutorado) - Universidade de Salamanca.
- BECKEL, J. -1992- Evolução geotectônica da Bacia do Camaquã, RS: proposta de classificação dentro de um conceito mobilista. In: WORKSHOP SOBRE AS BACIAS MOLÁSSICAS BRASILIANAS, 1. São Leopoldo. 1992. *Boletim de Resumos Expandidos*. São Leopoldo, SBG/UNISINOS, p.1-5.
- CARVALHO, P.F. - 1932 - Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul, Bol. Inst. Geol. Min. Bras., Rio de Janeiro, 66:1-72.
- FACCINI, U.F.; PAIM, P.S.G. ; FRAGOSO CESAR, A.R.S. -1987- Análise faciológica das molassas brasileiras na região das Minas do Camaquã, Eo-paleozóico do RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, Atas..., SBG, v. 1, p. 75-91.
- FAMBRINI, G.L. -1998- *O Grupo Camaquã (Transição Proterozóico-Fanerozóico) na região das Minas do Camaquã, RS: Análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes*. São Paulo, 182p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao IGc-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.; FAMBRINI, G.L. ; PAES DE ALMEIDA, R.; PELOSI, A.P.M.R.; JANIKIAN, L.; RICCOMINI, C.; MACHADO, R.; NOGUEIRA, A.C.R. & SAES, G.S. (2000) The Neoproterozoic and Paleozoic successions of the Rio Grande do Sul State, southern Brazil: Superposed Basins of the end of the Brazilides Tectonics and the Birth of the Intracratonic Paraná Basin - Revista Brasileira de Geociências – Brazilian Contributions to 31st International Geological Congress, Brasil 2000.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; SILVA FILHO, W.F.; FAMBRINI, G.L.; MACHADO, R.; RICCOMINI, C.; PAES DE ALMEIDA, R.; PELOSI, A.P.M.R., JANIKIAN, L. (1999). Significado tectônico do magmatismo Rodeio Velho no rift Guaritas (Eopaleozóico do Rio Grande do Sul, Brasil) – In: Simp. sobre Vulcanismo e Ambientes Associados – Gramado, RS.

- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; SILVA FILHO, W.F.; SAYEG, H.S.; FAMBRINI, G.L.; SAES, G.S.; MACHADO, R. & RIBEIRO ALMEIDA, T.I. (1998) O Grupo Guaritas (Eopaleozóico do Rio grande do Sul): testemunho da primeiro evento deposicional da Bacia do Paraná?. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(3): 690.
- GOÑI, J.C.; GOSO, H. ; ISSLER, R.S. -1962- Estratigrafia e Geologia Economica do Pre-Cambriano e Eo-Paleozoico Uruguaio e Sul-Rio-Grandense. *Avulso da Esc. Geol.*, UFRGS, 3, 1-105, Porto Alegre, RS.
- HARTMANN L.A., SILVA L.C., REMUS M.V.D., LEITE J.A.D., PHILIPP R.P. -1998- Evolução geotectônica do sul do Brasil e Uruguai entre 3,3 Ga e 470 Ma. In: CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA, 2., Punta del Leste, 1998. *Actas*, Punta del Este, SUG/Facultad de Ciencias, 277-281.
- 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 Caçapava-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, pp. 300-312.
- MELCHER, G. C. & MAU, H. -1960- Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. *An. Acad. Bras. Ciências*, 32 (2), Rio de Janeiro, RJ, pp. 43-50.
- MIALL, A.D. -1990- Principles of sedimentary basin analysis. 2nd ed., New York, Springer-Verlag, 668 p.
- 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 BRASILIANAS, 1. São Leopoldo, RS. 1992. *Bol. Res. Exp.*..., São Leopoldo, SBG/UNISINOS, 90-96.
- PAIM, P.S.G. -1994- *Depositional Systems and Paleogeographical Evolution of the Camaquã and Santa Bárbara Basins, Brazil*. Phil. Doctor Thesis, Oxford. v.I, 277 p. (inérito).

- PAIM, P.S.G.; FACCINI, U.F.; FRAGOSO CESAR, A.R.S. ; LAVINA, E.L. -1986- Modelo submarino para a Formação Maricá no Vale do Piquiri (RS): Liques Submarinos X "Debris Apron". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, *Anais...*, Goiânia, GO.
- 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.
- RIBEIRO, M. ; FANTINEL, L.M. -1978- Associações petrotectônicas do Escudo Sul-Riograndense: I Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. *Inheringia*, Série Geologia, Porto Alegre, 5, p. 19-54.
- RIBEIRO, M. -1970- Geologia da Folha de Bom Jardim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Bol. Div. Miner.*, Rio de Janeiro, n. 247, p. 1-142.
- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P.R.; FIGUEIREDO FILHO, P.M. & TESSARI, R.I. -1966- Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul. Rio Grande do Sul. Bol. Div. Fom. Prosp. Min. Brasil, Rio de Janeiro, 127, pp. 1-232.
- 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.; GONZALES FILHO, F.; CHABAM, M. -1978- Divisão litoestratigráfica do Eo-Cambriano-Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG, v. 2, p. 670-684.
- SILVA FILHO, W.F. da -1997- *A Formação Guaritas na porção centro-sudeste da Bacia do Camaquã-RS*. São Paulo, 121 p. (Dissertação de Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- TESSARI, R.I.; PICADA, R.S. -1966- Geologia da Quadrícula Encruzilhada do Sul, Brasil, Rio de Janeiro, *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral do Departamento Nacional da Produção Mineral*, Rio de Janeiro, RJ, n. 124, p. 1-122.

Carvalho (1932)	Leinz <i>et al.</i> (1941)	Melcher & Mau (1960)	Goñi <i>et al.</i> (1962)	Robertson (1966)	Ribeiro <i>et al.</i> (1966)	Ribeiro & Fatinel (1978)	Santos <i>et al.</i> (1978)
Série Camaquã	Camaquã Horizontal	Série Camaquã	Formação Guaritas	Cong. Coxilha	Cong. Coxilha	Formação Guaritas	Formação Guaritas
	Camaquã Inclinado		Formação Camaquã	Fm. Guaritas	Fm. Guaritas	Formação Santa Bárbara	Formação Santa Bárbara
Erupções de Andesitos e Tufos Vulcânicos	Efusivas ácidas e andesíticas	Série Vulcânica	Grupo Maricá	Riolito Ramada	Fm. Crespos	Fm. Acampamento Velho	Fm. Acampamento Velho
				Andesito Hilário	Fm. Arroio dos Nobres	Fm. Hilário	Fm. Cerro dos Martins
	Formação Maricá	Série Maricá	Seqüência Sedimentar	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Pessegueiro

Fragoso Cesar <i>et al.</i> (1985)		Leites <i>et al.</i> (1990)		Beckel (1990)		Paim <i>et al.</i> (1995)			Fragoso Cesar <i>et al.</i> (2000b)	
Grupo Camaquã	Formação Guaritas	Seqüência Vulcão-Sedimentar IV		Superggrupo Camaquã	Formação Santa Bárbara		Alogrupo	Aloformação	Formação Guaritas	
							Guaritas	Varzinha		
								Pedra Pintada	Formação Pedra Pintada	
								Segredo		
								Lanceiros		
								Santa Fé		
								Ac. Velho		
	Fm. Acampamento Velho	Seqüência Vulcão-Sedimentar III			Fm Crespos		Santa Bárbara		Formação Santa Bárbara	
	Formação Maricá	Seqüência Vulcão-Sedimentar II					Bom Jardim		Formação Crespos	
		Seqüência Vulcão-Sedimentar I			Formação Maricá		Maricá		Formação Maricá	
					Fm. Arroio dos Nobres					

Contatos
 - - - - - não indicado ——— discordância angular
 transicional ——— discordância erosiva

Anexo 01 - Propostas estratigráficas para as coberturas do neoproterozóico III e paleozóico inferior no Rio Grande do Sul (adaptada de Paim, *et al.*, 1995).

