

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA DEPOSICIONAL E CONTEXTO  
TECTÔNICO DA FORMAÇÃO SERRA DO APERTADO (EOCAMBRIANO,  
GRUPO GUARITAS, RS) NA SERRA DA VARZINHA

Sheila Schuindt do Carmo

Orientador: Prof. Dr. Renato Paes de Almeida

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2010/44)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA DEPOSICIONAL E CONTEXTO  
TECTÔNICO DA FORMAÇÃO SERRA DO APERTADO (EOCAMBRIANO,  
GRUPO GUARITAS, RS) NA SERRA DA VARZINHA

*Sheila S. do Carmo*

Sheila Schuindt do Carmo



*Renato Paes de Almeida*

Orientador: Prof. Dr. Renato Paes de Almeida

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-2010/44)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900028377

SÃO PAULO  
2010

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus sem o qual não estaria aqui hoje.

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que fizeram parte da minha vida e me conduziram a esse momento.

Aos familiares, principalmente meus pais, Elias e Ila e meus irmãos: Elias, Fabiano, Michelle, Renata e Vanessa.

Agradeço também ao professor Renato Paes de Almeida e ao mestre André Marconato, Borboleta e Rejeito sem os quais esse trabalho não seria possível.

Aos amigos de uma vida: Darina, Elder, Mary, Buião e Bruna.

Aos amigos de agora que apesar de os conhecer a menos de cinco anos, ficarão guardados eternamente na memória e no coração. Estou me referindo a vocês todos: veteranos, bixos, funcionários (“presta atenção Marcião”) e a todas as pessoas da sensacional e maravilhosa turma de 2006!!!

Agora devo agradecer aqueles que fizeram com que cada dia desses últimos anos fossem especial: a você Denise que mais que uma amiga se tornou uma irmã, não vou abandonar seus xingos e abraços óóó amada mestra!!! A você Sherek, não vou esquecer dos dias de “Ser, vamo fuma”. A você Fabi, e seu “meuuuu to mal bebi demais”. A você, Pânico meu amigo e conselheiro. Ao grande trio Massa, Pink e Kabong, obrigada pela amizade e pelas risadas. A você Pinhãozinha, acho que no fundo você é a pessoa que melhor me compreende! A você Gargalo, agradeço as brigas e abraços! A você Paula, obrigada pelas noitadas. A você Sem Sal e Caramello agradeço a ajuda, as conversas, as bebedeiras e as risadas. E a você Miche, valeu pelos micos, músicas e brejas! E não posso me esquecer de vocês meus companheiros de CRUSP: Regis, Aline, Carlinha, Paty, Brão e Guiiiiiiiiiii.

Aos professores Bogica e Renato de Moraes que mais que mestres foram amigos.

E um agradecimento especial a você Rafa (ou como diria o Mário Vivi Anderson) que tem sido minha força, meu porto seguro, meu amor.

## RESUMO

O presente estudo compreende a elaboração de modelos de fácies específicos para as sucessões da Formação Serra do Apertado e Formação Pedra Pintada (Eocambriano do Rio Grande do Sul), que contêm depósitos aluviais anteriores à evolução de plantas terrestres, e o reconhecimento dos controles externos no empilhamento de grande escala dessas sucessões (principalmente climáticos e tectônicos), no contexto da passagem da fase sin-rift para a pós-rift da bacia Guaritas.

Os métodos empregados foram levantamentos estratigráficos, análise de fácies sedimentares e elementos arquiteturais, análises de proveniência e análises de paleocorrentes. As fácies reconhecidas, suas associações e a arquitetura deposicional dos afloramentos investigados permitem interpretar dois sistemas deposicionais, compostos por três associações de fácies.

Os depósitos da formação Pedra Pintada representam um sistema deposicional caracterizado pela interação eólico-fluvial, marcado pela intercalação de arenitos de dunas eólicas e arenitos conglomeráticos com predomínio de clastos angulosos de fontes próximas, correlacionáveis à Serra das Encantadas, depositados sob correntes fluviais.

As sucessões da Formação Serra do Apertado, por sua vez, apresentam depósitos exclusivamente fluviais de rios entrelaçados, com grande proporção de clastos arredondados correlacionáveis aos litotipos aflorantes a leste da Serra das Encantadas e, portanto mais distais em relação à bacia.

As informações sintetizadas acima sugerem que a superfície erosiva que separa os depósitos da Formação Pedra Pintada daqueles da Formação Serra do Apertado representa uma modificação expressiva de área-fonte e sistemas deposicionais, representando uma discordância regional relacionada ao fim da fase rift e início da pós-rift, com subsidência das ombreiras próximas.

## ABSTRACT

The present work comprehends the creation of facies models specifically for the successions of the Serra do Apertado and Pedra Pintada formations, which comprise pre-vegetation alluvial deposits, as well as the recognition of the external controls on the large-scale stacking patterns of the succession (mainly climatic and tectonic), in the context of the passage of the syn-rift to the post-rift stage of basin evolution.

Stratigraphic measurements and analyses of sedimentary facies, architectural elements, provenance and paleocurrents were the main methods applied in the study. The recognized facies, their association and the depositional architecture in the studied outcrops lead to the interpretation of two depositional environments, composed of three facies associations.

The deposits from the Pedra Pintada formation represent a depositional system characterized by the interaction between eolian and fluvial processes, marked by the intercalation of sandstones of eolian dunes and pebbly sandstones dominated by angular clasts from proximal sources, correlatable to the Encantadas ridge, deposited under the effect of fluvial currents.

On their turn, the successions from the Serra do Apertado formation represent exclusively deposits of braided rivers, with a great proportion of well rounded clasts which are correlatable to the lithologies cropping out to the East of the Encantadas ridge, and therefore more distal from the basin.

The above synthesized information suggest that the erosional surface that bounds the deposits of the Pedra Pintada Formation from those of the Serra do Apertado Formation represents an expressive change in the source areas and depositional systems, composing a regional unconformity related to the end of the rift stage and onset of the post rift stage of the basin, when near basin shoulder subsided.

# SUMÁRIO

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                                   | <b>1</b>  |
| 1.1. LOCALIZAÇÃO.....                                                                        | 1         |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                                     | <b>2</b>  |
| <b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>4. CONTEXTO GEOLÓGICO .....</b>                                                           | <b>3</b>  |
| 4.1. O GRUPO GUARITAS .....                                                                  | 4         |
| <b>5. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                                           | <b>6</b>  |
| 5.1. LEVANTAMENTOS ESTRATIGRÁFICOS .....                                                     | 7         |
| 5.2. ANÁLISE DE FÁCIES SEDIMENTARES E ELEMENTOS ARQUITETURAIS .....                          | 7         |
| 5.3. ANÁLISES DE PROVENIÊNCIA.....                                                           | 8         |
| 5.4. ANÁLISE DE PALEOCORRENTES .....                                                         | 10        |
| <b>6. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>                                               | <b>10</b> |
| 6.1. ESTABELECIMENTO DE MODELOS DE FÁCIES PARA SISTEMAS ALUVIAIS PRÉ-VEGETAÇÃO .....         | 11        |
| 6.2. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE TECTÔNICA SIN-SEDIMENTAR .....                              | 11        |
| 6.3. CARACTERIZAÇÃO DE CONTROLES CLIMÁTICOS NA ARQUITETURA DEPOSICIONAL .....                | 12        |
| <b>7. ATIVIDADES REALIZADAS.....</b>                                                         | <b>12</b> |
| <b>8. RESULTADOS OBTIDOS .....</b>                                                           | <b>13</b> |
| 8.1. RECONHECIMENTO DE UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS .....                                        | 13        |
| 8.2. FÁCIES SEDIMENTARES.....                                                                | 14        |
| 8.2.1 Associação de fácies fluviais de rios entrelaçados na Formação Pedra Pintada .....     | 15        |
| 8.2.2 Associação de fácies de campo de dunas eólicas na Formação Pedra Pintada .....         | 16        |
| 8.2.3 Associação de fácies fluviais de rios entrelaçados na Formação Serra do Apertado ..... | 18        |
| 8.3. EMPILHAMENTO VERTICAL.....                                                              | 20        |
| 8.4. ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA .....                                                           | 26        |
| 8.5. PALEOCORRENTES.....                                                                     | 30        |
| 8.6. ANÁLISE DE ELEMENTOS ARQUITETURAIS .....                                                | 32        |
| <b>9. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>                                      | <b>33</b> |
| 9.1 SISTEMAS DEPOSICIONAIS .....                                                             | 33        |
| 9.2 TECTÔNICA, CLIMA E SEDIMENTAÇÃO.....                                                     | 34        |
| <b>10. CONCLUSÕES .....</b>                                                                  | <b>34</b> |
| <b>11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                  | <b>36</b> |

## **1. Introdução**

Antes da evolução das plantas terrestres, no Eopaleozóico, os sistemas deposicionais subaéreos caracterizavam-se por grande sensibilidade a variações de precipitação pela ausência de solos bem desenvolvidos, que geram mecanismos de controle de vazão (Went, 2005). Nesse sentido, sistemas aluviais pré-vegetação eram semelhantes aos sistemas deposicionais atuais de climas áridos e semi-áridos, porém modelos de fácies específicos para esse tipo de sistema são necessários para a correta interpretação das relações entre clima e arquitetura deposicional. A caracterização e o desenvolvimento de modelos qualitativos para os sistemas deposicionais aluviais pré-vegetação encontram-se ainda em estágio embrionário (*e.g.*, Eriksson et al., 2005, 2006, Long; 2006), implicando em grandes dificuldades para se interpretar corretamente os controles alogênicos na arquitetura dos depósitos, pois a aplicação dos modelos desenvolvidos para sistemas recentes resultaria em equívocos pelo não reconhecimento de possíveis variações climáticas mascaradas pela falsa assinatura de aridez.

Sistemas deposicionais aluviais são muito sensíveis a variações nas taxas de subsidência e de aporte sedimentar, podendo registrar a evolução desses controles externos em modificações na arquitetura de seus depósitos (*e.g.*, Wright & Marriott 1993; Shanley & McCabe 1994). O presente trabalho apresenta estudos detalhados de arquitetura deposicional e proveniência de depósitos aluviais e eólicos do topo da Formação Pedra Pintada e da base da Formação Serra do Apertado (Eocambriano, Grupo Guaritas, RS) na Serra da Varzinha, em seções que registram a passagem de depósitos sin-rift para o estágio pós-rift da bacia (Almeida *et al.*, 2009). A evolução das características das áreas de captação de drenagem foi avaliada por análises de proveniência detrítica, de forma a se obter modelos integrados sobre as relações entre a configuração das bacias e de suas áreas-fonte, nos diferentes estágios de evolução da bacia estudados.

### **1.1. Localização**

A área de estudo está localizada na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, próximo à divisa dos municípios de Caçapava do Sul e Santana da Boa Vista. As principais rodovias que cortam a região são as BR-392 e BR-153. Na figura 1 podemos observar os principais acessos à área de estudo.

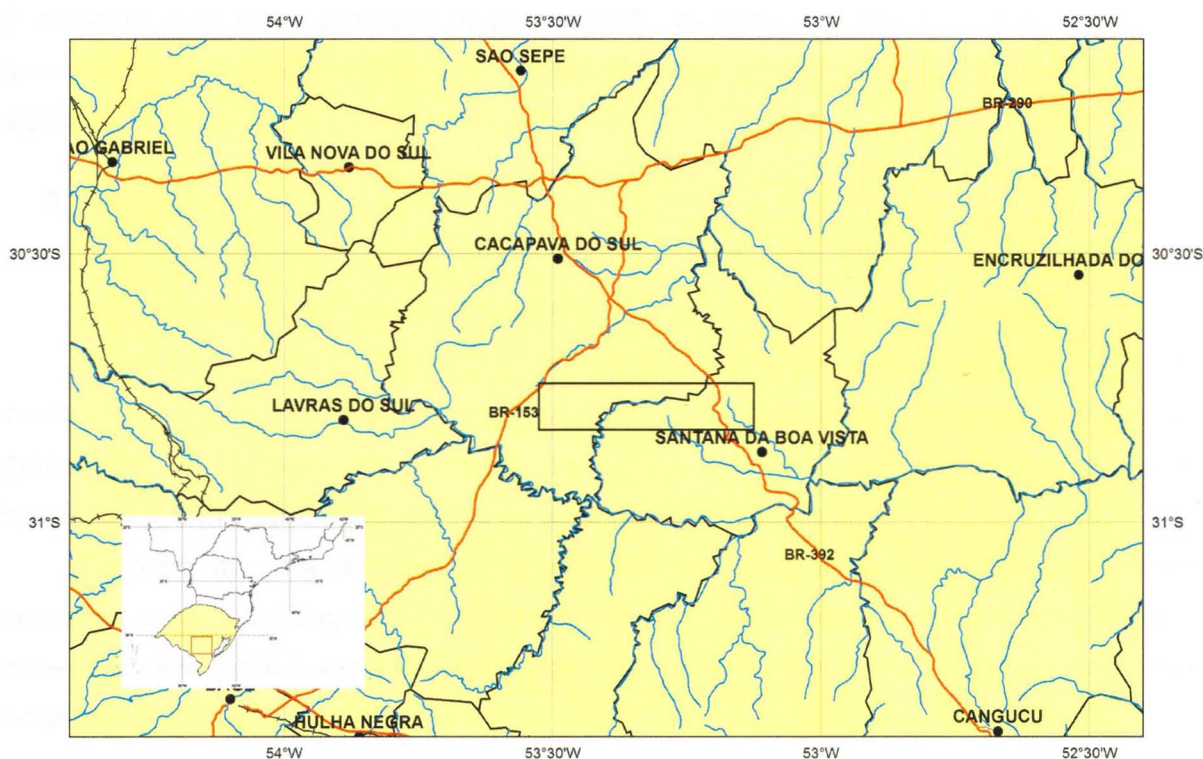


Figura 1 – Mapa com a localização, principais cidades e acessos da região estudada.

## 2. Objetivos

Dois aspectos fundamentais integram os objetivos do presente projeto: a elaboração de modelos de fácies específicos para as sucessões da Formação Serra do Apertado e Formação Pedra Pintada, que constituem depósitos aluviais anteriores à evolução de plantas terrestres, o reconhecimento dos controles externos no empilhamento de grande escala dessas sucessões (principalmente climáticos e tectônicos), no contexto da passagem da fase sin-rift para a pós-rift da bacia.

Para tanto, os objetivos do projeto são descritos abaixo:

- Descrever e interpretar as fácies sedimentares, associações de fácies e elementos arquiteturais (Miall, 1985) de exposições selecionadas da Formação Serra do Apertado e Formação Pedra Pintada.
- Elaborar modelos de fácies para os depósitos aluviais e os depósitos eólicos encontrados, considerando a distribuição tridimensional das fácies e das superfícies internas e limitantes de elementos arquiteturais. Interpretar os processos e a dinâmica dos sistemas aluviais responsáveis pelos produtos descritos.
- Reconhecer a variação estratigráfica da proveniência na unidade, através de técnicas de análise quantitativa de litotipos encontrados em seixos e interpretar a evolução dos altos

adjacentes à bacia.

-Estabelecer a evolução dos padrões de dispersão de sedimento (paleocorrentes) ao longo da evolução da unidade investigada e interpretar sua relação com a evolução dos altos adjacentes à bacia em função da evolução tectônica.

### **3. Justificativa**

Dois aspectos justificam a escolha da área e do tema do presente projeto.

Do ponto de vista didático, as excelentes exposições da Formação Serra do Apertado na Serra da Varzinha apresentam condições ideais para o treinamento aprendido de técnicas de aquisição de dados e interpretação de fácies, sistemas deposicionais e evolução estratigráfica de sucessões sedimentares.

Do ponto de vista científico, estudos detalhados sobre a arquitetura deposicional de sucessões aluviais pré-vegetação constituem um tema de grande interesse. Desta forma, o presente projeto pode levar a resultados de relevância para a evolução do conhecimento científico.

### **4. Contexto Geológico**

As faixas de afloramentos pré-cambrianos do Uruguai e das regiões sul e sudeste do Brasil apresentam diversas ocorrências de depósitos sedimentares e vulcanogênicos posteriores aos eventos orogênicos que resultaram na formação do Supercontinente Gondwana e anteriores ao estabelecimento das grandes bacias intracratônicas fanerozóicas brasileiras. Essas ocorrências foram geradas em bacias tectônicas associadas à reativação das falhas de direção NE a NNE do embasamento, sendo compostas por abundantes conglomerados e arenitos de ambientes continentais e marinhos costeiros, além de rochas vulcânicas associadas a granitóides de afinidade alcalina.

Essas bacias contêm o registro das etapas de estabilização pós-orogênica e de eventos anorogênicos posteriores, e dentre elas a maior, mais completa e bem exposta é a Bacia Camaquã, na região centro-sul do Rio Grande do Sul. Nessa região, sobre rochas do Escudo Gaúcho, afloram espessas sucessões sedimentares siliciclásticas do fim do Neoproterozóico e do Eocambriano.

As unidades da Bacia Camaquã foram tradicionalmente consideradas como depósitos molássicos da Orogenia Brasileira (e.g., Almeida, 1967, 1969; Fragoso-Cesar, 1984; Fragoso-Cesar *et al.*, 1985; Fragoso-Cesar, 1991), porém os principais trabalhos recentes interpretam essas sucessões como bacias policíclicas caracterizadas por grábens em toda sua evolução ou em seus estágios finais. Alguns autores consideram a ocorrência de estágios de desenvolvimento de bacias transcorrentes tardi a pós-orogênicas para parte

do Supergrupo Camaquã (e.g., Oliveira & Fernandes, 1991, 1992; Machado & Sayeg, 1992), enquanto outros consideram o preenchimento desses grábens como representante de bacias distensionais tipo rift (e.g., Fragoso-Cesar *et al.*, 2000a,b; Janikian *et al.*, 2003; Fambrini, 2003; Almeida, 2005; Janikian *et al.*, 2008, Almeida *et al.*, 2009).

O Supergrupo Camaquã é composto pelas seguintes unidades, da base para o topo: Grupo Maricá (siliciclástica inferior), Grupo Bom Jardim (vulcânicas básicas e ácidas, depósitos siliciclásticos e vulcanoclásticos), Formação Acampamento Velho (vulcânicas e vulcanoclásticas ácidas), Grupo Santa Bárbara (siliciclástica) e Grupo Guaritas (siliciclástica sobre discordância angular). Cada uma dessas unidades deve representar um evento distinto de subsidência mecânica, como sugerem as grandes espessuras de cada sucessão, de até mais de 4000 metros, e as diferenças de distribuição espacial e área de ocorrência. O Supergrupo tem suas ocorrências controladas por falhas de direção NNE que isolam três sub-bacias separadas pelos altos de Caçapava do Sul e da Serra das Encantadas: as sub-bacias Camaquã Ocidental, Central e Oriental (figura 2).

Devido ao foco deste projeto, adiante será apresentada em detalhe a evolução dos conhecimentos sobre o Grupo Guaritas.

#### **4.1. O Grupo Guaritas**

Robertson (1966) definiu a Formação Guaritas na serra homônima, situada imediatamente a norte das Minas do Camaquã. Ribeiro & Lichtenberg (1978), retomando uma subdivisão informal de Ribeiro (1970), propuseram a formalização dos membros Guarda Velha, rudáceo, e Varzinha, arenitos e siltitos intercalados. Ribeiro *et al.* (1966) reconheceram como Formação Santa Bárbara arenitos com estratificação cruzada de grande porte encontrados no morro da Pedra Pintada e a leste das Minas do Camaquã. Posteriormente a unidade foi reconhecida como eólica pelos então professores do Curso de Pós-Graduação do IG-UFRGS Dr. Renato Rodolfo Andreis e Dr. Gerardo Bossi em 1979. Arenitos análogos foram mapeados e descritos por Becker & Fernandes (1982), e posteriormente reconhecidos e estudados em diversas outras exposições (e.g., Fragoso-Cesar, 1984; Fragoso-Cesar *et al.*, 1984, 1985; Lavina *et al.*, 1985; Faccini *et al.*, 1987). Independentemente da categoria estratigráfica adotada, a designação Pedra Pintada (Arenitos Pedra Pintada de Fragoso-Cesar (1991)) foi consagrada para referir-se a essa unidade (e.g., Paim *et al.*, 1995, 2002; Fragoso-Cesar *et al.*, 1999; Paim & Scherer, 2007; Almeida *et al.*, 2009). A espessura máxima do Grupo Guaritas foi estimada em torno de 800 m por Paim (1994), com base em seções geológicas. Lopes *et al.* (1999), considerando a sondagem CPQ-1-RS na região da Guarda Velha, estipulam que esta espessura é superior a 385 m, enquanto que Almeida *et al.* (2009) considera uma espessura superior a 1500 m para a unidade.

Interpretações de ambientes deposicionais para as unidades do Grupo Guaritas foram sugeridas por Robertson (1966), que reconheceu brechas de talus e conglomerados de leques aluviais (fanglomerados), enquanto que Ribeiro *et al.* (1966) foram os primeiros a reconhecer depósitos fluviais e de deltas lacustres, além dos leques aluviais. As fácies eólicas foram descritas por Becker & Fernandes (1982) e fácies marinhas costeiras por Faccini *et al.* (1987). Fragoso-Cesar (1984); Fragoso-Cesar *et al.* (1984, 1985) e Lavina *et al.* (1985) detalharam a interpretação dos ambientes deposicionais da unidade, caracterizando os depósitos de canais fluviais de rios entrelaçados, de planície eólica e de deltas lacustres da Formação Guaritas. Paim (1994) descartou a interpretação de ambiente costeiro de Faccini *et al.* (1987), considerando as mesmas fácies como de interdunas úmidas, e aprimorou os modelos de deposição aluvial e eólica, além de propor uma subdivisão da unidade com base na aloestratigrafia (Paim *et al.*, 1992; Paim, 1994; Paim *et al.*, 1995). Paim (1995) procurou reconstituir a paleogeografia da unidade com base nos depósitos aluviais e Paim (1996) abordou especificamente as fácies eólicas, enfatizando a presença de interdunas úmidas. De Ros *et al.* (1994) realizaram análise das condições de diagênese e compactação de arenitos da denominada Seqüência Guaritas, e deduziram um ambiente semi-árido de deposição.

Trabalhos sobre arquitetura deposicional das sucessões eólicas da Pedra Pintada seguiram-se à tese inédita de Paim (1994), destacando as interações eólico-fluviais (e.g., Paim *et al.*, 2002; Paim & Scherer, 2003, 2007; Scherer *et al.*, 2003; Teixeira *et al.*, 2004; Marconato, 2007). Almeida (2005) propôs uma nova subdivisão estratigráfica para a unidade, composta por seis formações: Guarda Velha, Varzinha, Pedra da Arara, Pedra Pintada, Pedra das Torrinhas (lateralmente correlata às três últimas) e Serra do Apertado. Essa nova divisão baseia-se no reconhecimento de superfícies regionais que refletem expressivas modificações paleogeográficas, permitindo a identificação de episódios distintos de sedimentação, relacionados à diferentes etapas da evolução da bacia. Segundo Almeida *et al.* (2009), a evolução do Grupo Guaritas foi fortemente controlada por eventos de reativação tectônica, que conduziram a influências externas importantes sobre a arquitetura deposicional das unidades estratigráficas da bacia, alternando eventos relacionados à captura de sistemas aluviais axiais e ao preenchimento da bacia por sistemas aluviais transversais.

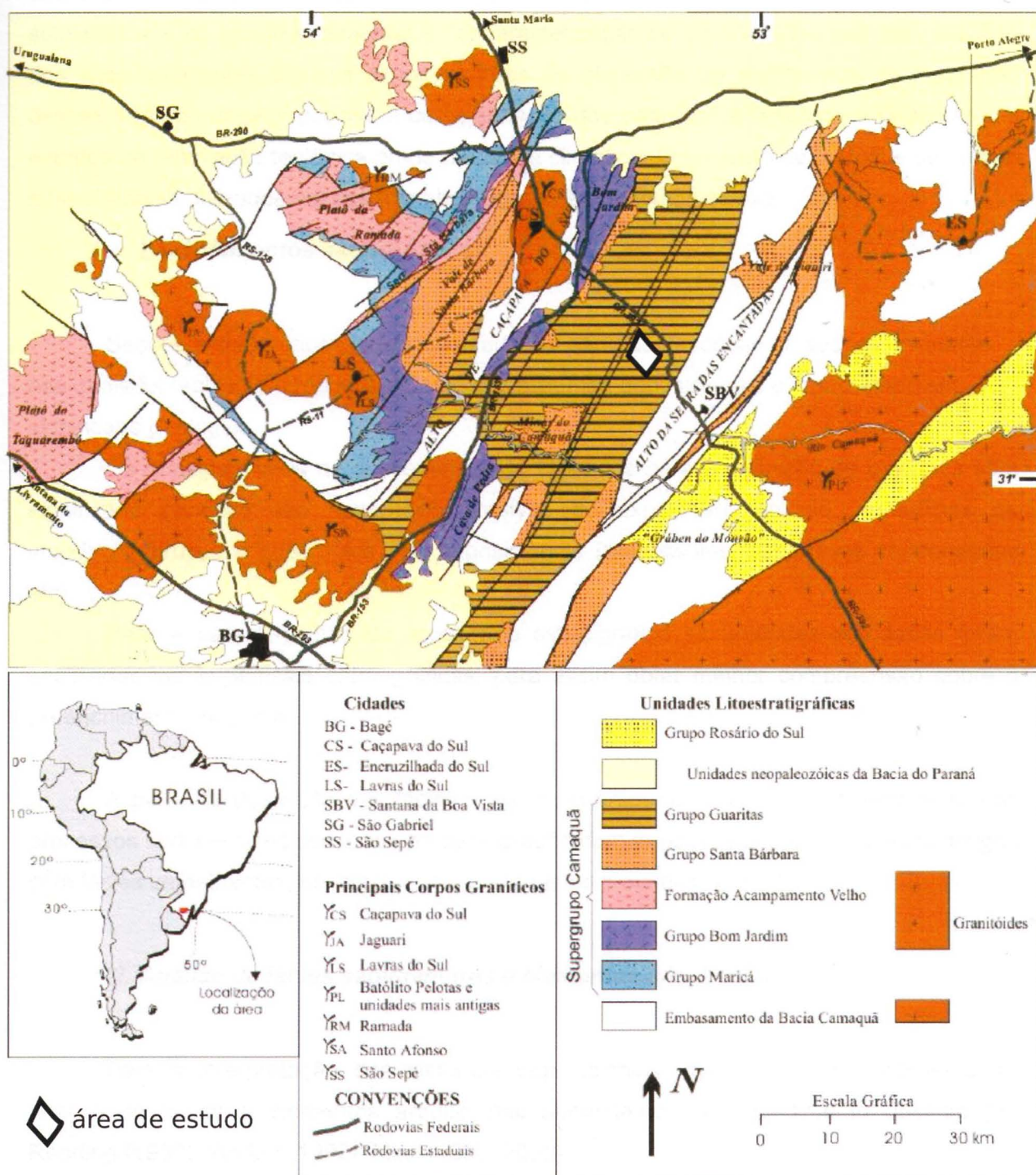


Figura 2 – Mapa geológico esquemático da Bacia Camaquã e áreas adjacentes. Modificado de Almeida (2005).

## 5. Materiais e Métodos

Para a realização dos objetivos propostos, três enfoques complementares foram utilizados: (i) caracterização da arquitetura dos depósitos aluviais da unidade investigada e de variações dessas características ao longo do tempo; (ii) reconhecimento de padrões de

empilhamento e de superfícies estratigráficas resultantes de variações nas taxas de subsidência e no aporte sedimentar e (iii) caracterização de modificações nas contribuições dos altos adjacentes à bacia e nos padrões de dispersão de sedimentos. A integração dessas três abordagens permite a caracterização dos padrões de resposta sedimentar aos eventos de reativação tectônica ou de mudança climática. O conjunto de métodos de campo e laboratoriais utilizados nessas três abordagens são descritos abaixo.

### **5.1. Levantamentos estratigráficos**

Seções estratigráficas foram levantadas, a partir da descrição de seções colunares nas quais foi realizado o reconhecimento dos sistemas deposicionais e interpretado seu significado geológico.

Os principais tipos de descontinuidade utilizados para a definição de unidades com significado genético são superfícies erosivas de expressão regional, superfícies de inundação brusca e superfícies não deposicionais (paleossolos, superfícies condensadas etc).

Para a caracterização do arcabouço estratigráfico as unidades estudadas foram separadas por superfícies estratigráficas, para assim obter melhor compreensão sobre o preenchimento da bacia.

A partir da descrição das fácies mais importantes foi realizada a interpretação dos processos sedimentares com base na comparação com depósitos atuais e depósitos antigos com fácies semelhantes, descritas e interpretadas com elementos confiáveis.

### **5.2. Análise de fácies sedimentares e elementos arquiteturais**

Para a interpretação dos sistemas deposicionais, adotou-se o procedimento da análise de fácies e elementos arquiteturais semelhante ao procedimento descrito por Reading (1986); Walker (1992); Miall (1990, 2000).

As associações de fácies estão representadas em seções colunares detalhadas e contínuas nas sucessões estudadas, acompanhadas de croquis para a caracterização da geometria dos corpos (elementos arquiteturais).

Através do estudo de ambientes deposicionais foi desenvolvida a análise de elementos arquiteturais, sendo este procedimento formalizado por Miall (1996) para o qual elemento arquitetural é: "(...) um componente de um sistema deposicional equivalente em tamanho ou menor do que o preenchimento de um canal [fluvial] e maior do que uma unidade de fácies individual, caracterizado por uma assembléia de fácies distintiva,

geometria interna, forma externa e, em alguns casos, variação vertical [de fácies]”.

A análise de elementos arquiteturais tem por base o reconhecimento de entidades compostas por uma ou mais fácies relacionadas geneticamente por um processo ou conjunto de processos deposicionais. Sendo assim, a delimitação e classificação dos elementos fundamentam-se em parte nas interpretações genéticas, possuindo sua denominação derivada de tais interpretações (e.g., elemento de planícies de inundação, elemento de canal fluvial). Apesar disso, elementos arquiteturais são corpos tridimensionais com limites definidos, delimitados por superfícies cuja hierarquia (expressão temporal) é superior àquela das superfícies contidas no elemento arquitetural.

A análise de elementos arquiteturais é de grande utilidade para a interpretação de sistemas deposicionais, pois permite o reconhecimento de geometrias e a caracterização de processos não identificados pela simples análise de fácies em perfis verticais.

### **5.3. Análises de proveniência**

Análises de proveniência foram realizadas nas sucessões sedimentares para o reconhecimento das áreas-fonte e para inferências quanto à atividade tectônica atuante na geração destes depósitos. Com este enfoque o método de análise quantitativa da proveniência de seixos, foi aplicado, em busca da identificação das áreas-fonte e de sua variação temporal e espacial.

A coleta de dados de proveniência macroscópica em campo foi acompanhada por levantamentos estratigráficos de detalhe, pela aquisição de dados de paleocorrentes e pela descrição e interpretação dos sistemas deposicionais, permitindo o reconhecimento de eventuais alterações nos padrões de proveniência em função de modificações nos sistemas deposicionais, mesmo dentro de uma mesma unidade.

Desta forma, a caracterização da evolução da proveniência das unidades investigadas permitiu o reconhecimento de modificações na proporção entre as contribuições das diferentes fontes do embasamento. A integração dos resultados ao arcabouço estratigráfico (incluindo a caracterização das superfícies estratigráficas resultantes de atividade tectônica) e aos dados de paleocorrentes permitiu a caracterização detalhada da evolução dos padrões de transporte sedimentar em função de eventos de reativação tectônica durante a deposição das unidades.

Além da identificação das áreas-fonte, a comparação entre os litotipos aflorantes hoje nessas áreas e aqueles encontrados como seixos pode levar a importantes inferências sobre a história de denudação dos altos, com o reconhecimento de unidades possivelmente não mais aflorantes.

A análise de proveniência de clastos foi realizada em conglomerados e arenitos

conglomeráticos através do reconhecimento dos litotipos presentes na fração maior que 1 cm e contagem de aproximadamente 300 clastos em um total de cinco estações de medidas. O objetivo do procedimento é a avaliação da contribuição das diversas áreas-fonte, cujas litologias são identificadas em reconhecimentos regionais no embasamento delineando-se um quadro paleogeográfico de transporte sedimentar e evolução dos altos adjacentes à bacia. Para tanto foi realizada medições dos eixos: maior (X) e eixo menor (Y), além de determinação de um parâmetro de arredondamento.

Foram consideradas quatro formas para os clastos: angulosa, sub-angulosa, arredondada e sub-arredondada. Esse procedimento foi adotado de forma a se considerar a proporção em área de cada litologia, obtendo-se um dado mais representativo da proporção de fontes do que a simples contagem de frequência, que leva a desvios pela tendência de concentração de determinados litotipos em frações granulométricas específicas.

Para o cálculo das áreas considerou-se para a forma angulosa a área de um retângulo (A); para a forma arredondado considerou-se a fórmula do cálculo de área de uma elipse (R); para a forma sub-angulosa foi feita uma média ponderada das fórmulas de cálculo de área de uma elipse e de um retângulo sendo utilizada peso 1 para a fórmula da área da elipse e peso 2 para a fórmula da área do retângulo, sendo assim a fórmula para o cálculo da área da forma sub-angulosa (SA) é:

$$SA = \frac{2A+R}{3}$$

Para o cálculo da área da forma sub-arredondada (SR) também foi feita uma média ponderada entre as formas arredondada e angulosa sendo considerado peso 2 para a área da elipse e peso 1 para a área do retângulo, sendo assim:

$$SR = \frac{2R+A}{3}$$

Os dados da contagem foram lançados em planilha eletrônica a partir da qual calculou-se as áreas de cada clasto. Os valores das áreas foram transformados em porcentagem e lançados em histogramas que apresentam os litotipos encontrados e sua porcentagem em área para cada estação de contagem.

Os dados de proveniência de clastos de cada estação de medidas serão apresentados mais adiante em gráficos do tipo histograma, elaborados através do estabelecimento de categorias que agrupam os principais litotipos presentes nos seixos. Comparações entre diversas estações de medidas foram realizadas através de métodos de análise multi-variada de proveniência (e.g., Figueiredo, 2008), permitindo a avaliação da variação espacial e da evolução temporal das áreas-fonte.

#### **5.4. Análise de paleocorrentes**

Um dos principais elementos, derivados de trabalhos de campo, para a caracterização da paleogeografia de bacias sedimentares é a análise de paleocorrentes. Esse tipo de análise baseia-se no reconhecimento e na medição sistemática de estruturas sedimentares que refletem as condições hidrodinâmicas ou aerodinâmicas em que foram geradas, de forma a se reconstituir a direção e, muitas vezes, o sentido da corrente responsável pelo depósito. Obtendo-se medidas suficientes para cada unidade estudada e conhecendo-se seus respectivos ambientes deposicionais pode-se chegar a um modelo de transporte sedimentar na bacia, de fundamental importância para as reconstituições paleogeográficas.

Para o estudo de paleocorrentes em depósitos aluviais e eólicos, as principais estruturas indicadoras do sentido de transporte, e por isso as mais frequentemente medidas são estratificações cruzadas em arenitos. A interpretação do paleofluxo relacionado a tais estruturas considera que o transporte foi paralelo ao maior mergulho do plano frontal de estratificações cruzadas tabulares e tangenciais e paralelos ao mergulho do eixo de estratificações cruzadas acanaladas.

No presente projeto, foram preferencialmente utilizadas medidas de estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, a partir do sentido do mergulho dos estratos, além de medidas de marcas onduladas assimétricas e laminações cruzadas, perpendiculares à crista e com rumo no sentido de caimento do flanco curto, de acordo com Potter & Pettijohn (1977); Miall (1974, 1990); Graham (1988); Tucker (1989).

Um total de 112 medidas de paleocorrentes foram coletadas com o uso de bússola do tipo *Brunton* e lançadas em gráficos do tipo roseta através do programa *Stereo32*.

#### **6. Forma de análise dos resultados**

Os métodos de campo e laboratoriais acima descritos foram integrados para a obtenção dos objetivos pretendidos. Dois aspectos fundamentais integram esses objetivos: a elaboração de modelos de fácies para depósitos eólicos, além de modelos específicos para sucessões aluviais anteriores à evolução de plantas terrestres e o reconhecimento da resposta dessas sucessões a controles externos (principalmente climáticos e tectônicos) durante sua evolução.

## **6.1. Estabelecimento de modelos de fácies para sistemas aluviais pré-vegetação**

As descrições e interpretações detalhadas de fácies sedimentares, sucessões de fácies e elementos arquiteturais foram utilizadas para elaborar modelos de fácies específicos para os depósitos encontrados, que posteriormente foram comparados com os modelos vigentes para sucessões posteriores à evolução das plantas terrestres. Os modelos de fácies foram elaborados com base nos conceitos propostos por Walker (1992, 2006), incorporando as principais características observadas e os processos interpretados para cada sub-ambiente dos diferentes tipos de sistemas encontrados.

## **6.2. Caracterização da atividade tectônica sin-sedimentar**

Podem-se relacionar eventos de reativação de falhas de borda em rifts ao desenvolvimento de superfícies estratigráficas decorrentes de aumento na taxa de subsidência da bacia, com menor *bypass* de sedimento e maior retenção da fração fina em planícies aluviais. Discordâncias intraformacionais podem decorrer de eventos de inversão, causados por tectonismo com campo de tensões diferente daquele da tectônica formadora da bacia. Já discordâncias de abrangência local, presentes apenas em determinadas áreas da bacia, podem resultar de modificações na posição da falha mestra ou de basculamento de blocos por falhas rotacionais mesmo durante a tectônica formadora. Assim, levantamentos estratigráficos de detalhe associados ao mapeamento das principais superfícies estratigráficas reconhecidas são boas ferramentas para o reconhecimento indireto de eventos de ativação tectônica.

Além da caracterização dos efeitos da tectônica sin-sedimentar no desenvolvimento de superfícies estratigráficas e padrões de empilhamento, duas outras linhas de investigação podem ser integradas para a reconstituição da evolução tectono-sedimentar de uma bacia: estudos da evolução dos padrões de transporte sedimentar através de análises de paleocorrentes e estudos da evolução das áreas-fonte com base em dados de proveniência sedimentar.

Eventos de reativação tectônica durante o desenvolvimento de uma bacia sedimentar resultam em modificações no arranjo dos altos estruturais no entorno da bacia, promovendo alterações nas bacias hidrográficas que alimentam os sistemas deposicionais. Essas alterações modificam expressivamente as características da arquitetura deposicional de bacias tipo rift (Gawthorpe & Leeder, 2000), podendo ser reconhecidas pela modificação dos padrões de paleocorrentes (com alterações na contribuição relativa de sistemas axiais e transversais) e por modificações na proveniência dos depósitos. Desta forma, a caracterização da evolução estratigráfica de proveniências e paleocorrentes podem indicar

eventos de reativação e levar à interpretação da evolução dos altos adjacentes à bacia.

### **6.3. Caracterização de controles climáticos na arquitetura deposicional**

Modificações no estilo de canais fluviais não relacionáveis a variações nas taxas de geração de espaço de acomodação podem refletir controles climáticos. Outros critérios de distinção entre controles tectônicos e climáticos são relacionados à diagênese precoce dos depósitos, com desenvolvimento de solos de climas áridos, já documentados para alguns intervalos do Grupo Guaritas (De Ros *et al.*, 1994). A identificação de tais feições e o reconhecimento do intervalo estratigráfico e das características dos depósitos aluviais relacionados pode levar a modelos de resposta dos sistemas aluviais pré-vegetação a variações climáticas.

## **7. Atividades Realizadas**

Foram realizados trabalhos de campo sistemáticos em duas etapas, cada uma com cerca de seis dias de duração (de 06 a 12/04/2010 e de 11 a 17/10/2010). Durante os trabalhos de campo foram levantadas um total de quatro seções colunares denominadas respectivamente de SF-01, SF-02, SF-03 e SF-04. As seções colunares estão acompanhadas por descrições de fácies sedimentares e associações de fácies.

Para a análise de elementos arquiteturais, um fotomosaico foi obtido.

Nas etapas de campo foram coletados dados de proveniência macroscópica, através da contagem de seixos, em um total de seis estações de contagem, com uma média de 308 seixos para cada estação. Também foram coletados dados de paleocorrentes, em um total de 112 medidas, em estratificações cruzadas de depósitos aluviais (Formação Serra do Apertado e Pedra Pintada) e eólicos (Formação Pedra Pintada).

Após as etapas de campo, foram realizados tratamentos gráficos de seções colunares, fotomosaicos e mapas, assim como tratamentos estatísticos dos dados de proveniência macroscópica e paleocorrentes.

Durante a execução da monografia foram encontradas dificuldades referentes a acessos para as áreas de interesse durante as etapas de campo.

O cronograma de execução do projeto consta da figura 3.

| Atividades                                                 | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N |
|------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Levantamentos bibliográficos                               | X | X | X | X | X | X |   |   |   |   |
| Aquisição de dados em campo                                |   |   | X |   |   |   |   |   | X |   |
| Elaboração de seções colunares                             |   |   |   | X | X | X |   |   | X | X |
| Tratamento de dados de proveniência macroscópica           |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X |
| Elaboração de modelos de fácies e arquitetura deposicional |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X |
| Integração e interpretação dos resultados                  |   |   |   |   |   | X | X | X | X | X |
| Elaboração da monografia                                   |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

Figura 3 – Cronograma de atividades realizadas.

## 8. Resultados Obtidos

### 8.1. Reconhecimento de unidades estratigráficas

No presente trabalho identificou-se três associações de fácies, sendo duas pertencentes a Formação Pedra Pintada e uma pertencente a Formação Serra do Apertado. As duas associações

encontradas na Formação Pedra Pintada foram interpretadas respectivamente como depósitos fluviais de rios entrelaçados e depósitos de campo de dunas eólicas. A associação encontrada na Formação Serra do Apertado foi interpretada com depósitos fluviais de rios entrelaçados.

A descrição e interpretação de novos afloramentos levaram à revisão da distribuição das unidades com relação ao mapa apresentado por Almeida (2005), sendo reconhecidas novas áreas de ocorrência da Formação Serra do Apertado nos pontos onde foram levantadas as seções SF-03 e Sf-04 (figura 4).

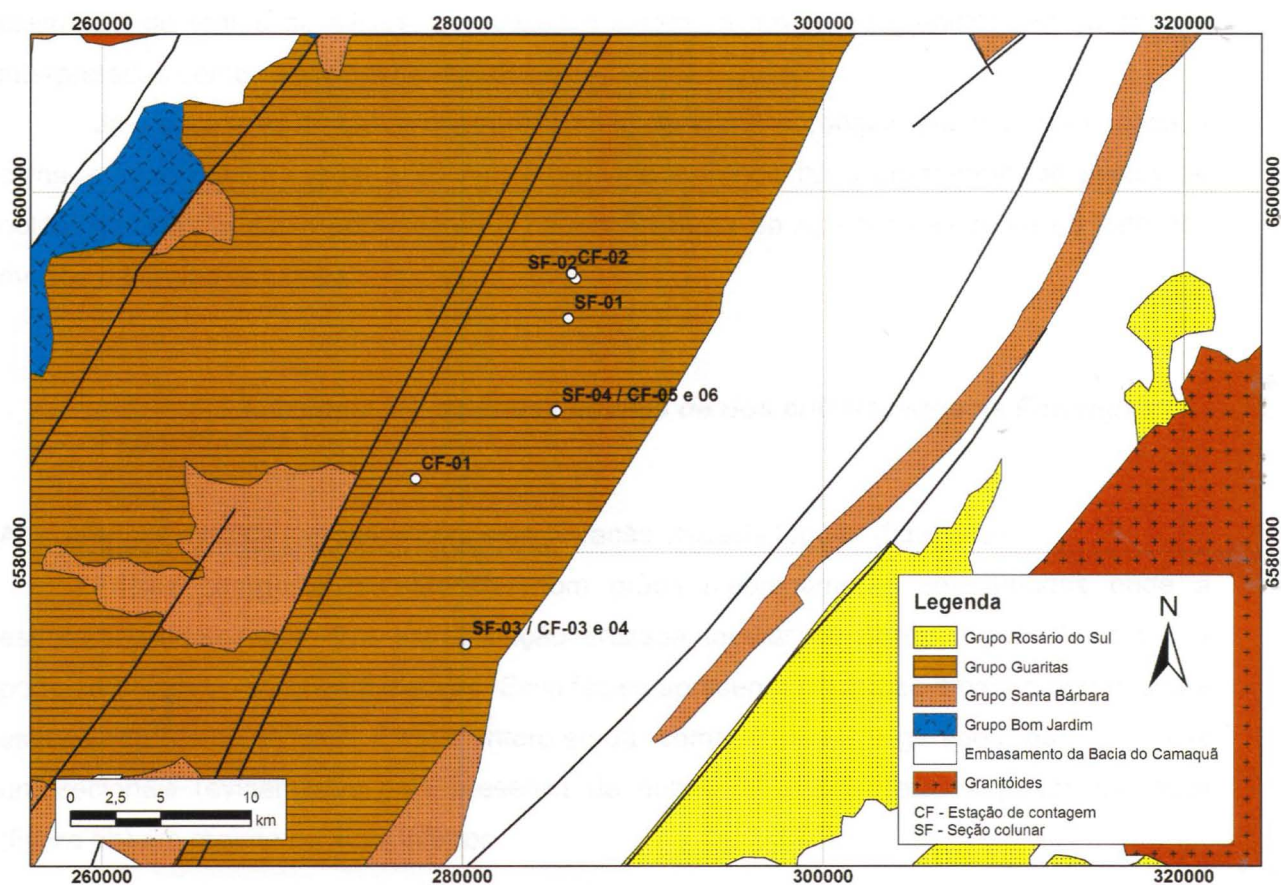


Figura 4 - Mapa Geológico da área de estudo com a localização das seções colunares e estações de contagem

## 8.2. Fácies Sedimentares

As três associações reconhecidas em campo são agora apresentadas.

As fácies interpretadas como depósitos fluviais de rios entrelaçados, na Formação Pedra Pintada, é composta por arenitos arcosianos que apresentam baixa maturidade mineralógica e granulométrica além de baixo grau de seleção granulométrica, com a ocorrência de seixos (eixo maior máximo igual a 4,5 cm) angulosos de diversas litologias além da ocorrência de grânulos, localmente apresenta porções micáceas além de lentes de siltito.

A segunda associação de fácies encontrada na Formação Pedra Pintada, e interpretada como depósitos de campo de dunas eólicas, refere-se a arenitos arcosianos de granulação fina à média com laminação *pin-stripe*. Apesar de ser interpretado como depósito de campo de dunas eólicas, apresenta baixo grau de maturidade textural e mineralógico o que não é muito comum para depósitos eólicos. Observou-se também a

existência de lentes de siltitos, por vezes gretados, e lentes de grânulos em sucessões interpretadas como depósitos de interdunas.

Já a sucessão de fácies com predomínio de arenitos conglomeráticos, com seixos e calhaus (eixo máximo igual a 20 cm) arredondados onde há o predomínio de seixos de riolito, foi descrita como pertencente à Formação Serra do Apertado aflorante no topo dos morros da região estudada.

### **8.2.1 Associação de fácies fluviais de rios entrelaçados na Formação Pedra Pintada**

**At** – Arenitos médios a grossos com estratificação cruzada tabular (figura 5a).

Fácies composta por arenitos com grãos medianamente selecionados onde a estrutura predominante é a estratificação cruzada tabular de baixo ângulo. Localmente pode-se observar porções micáceas. Essa fácies apresenta coloração amarelo-alaranjada e espessuras centimétricas. Fácies interpretada como depósitos gerados por correntes unidirecionais (evidenciado pela presença de dunas de cristas retas a pouco sinuosas (figura 5b) em regime de fluxo inferior.

**Aa** – Arenitos grossos a médios com estratificação cruzada acanalada (figura 5c).

Fácies composta por arenitos, onde os grãos são medianamente selecionados e a estrutura predominante é a estratificação cruzada acanalada. Podem ocorrer intraclastos de argila e intercalações decimétricas a centimétricas de siltitos e argilitos (Fácies **SI**). Aparece com coloração amarelo-alaranjada e possui espessuras métricas a centimétricas. Fácies interpretada como depósitos de dunas subaquáticas geradas em regime de fluxo inferior, através do fluxo de correntes unidirecionais.

**Aas** – Arenitos grossos a médios com estratificação cruzada acanalada com grânulos e/ou seixos angulosos esparsos (figura 5d).

Fácies composta por arenitos conglomeráticos com seixos muito angulosos, de no máximo 4,5 cm, onde os grãos são medianamente selecionados e a estrutura predominante é a estratificação cruzada acanalada. Há presença de intraclastos de argila concentrados predominantemente no topo das seções levantadas. Apresenta coloração amarelo-alaranjada e espessuras métricas com grande continuidade lateral. São interpretadas como depósitos de dunas subaquáticas em regime fluvial, gerados por correntes unidirecionais em regime de fluxo inferior.

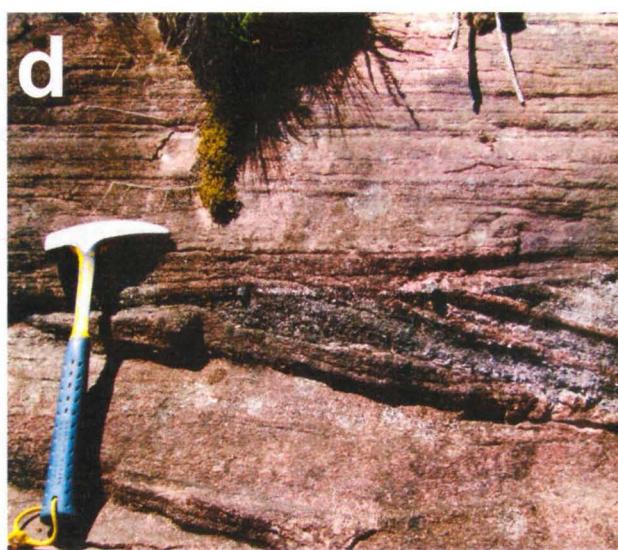


Figura 5 – Fotos encontradas na associação de fácies de rios entrelaçados descritas na Fm. Pedra Pintada: **a** – Fácies **At**; **b** – Fácies **At** mostrando marcas onduladas, onde há cristas sinuosas (lado esquerdo) passando para cristas retas (lado direito); **c** – Fácies **Aa**; **d** – Fácies **Aas**, com destaque para o contato superior e inferior com a fácies **Aag**.

### 8.2.2 Associação de fácies de campo de dunas eólicas na Formação Pedra Pintada

**Aag** – Arenitos médios com estratificação cruzada acanalada de grande porte (figura 6a).

Fácies composta por arenitos arcosianos finos a médios onde a estrutura predominante é a estratificação cruzada acanalada de grande porte. Possui grãos medianamente selecionados e arredondados além de laminação *pin-stripe*. Apresenta séries centimétricas a métricas (séries com mais de 5 metros) e coloração creme a rosa.

Fácies interpretada como depósitos de migração de dunas eólicas, onde a feição

mais característica é a laminação *pin-stripe*, gerada pela alteração diferencial dos depósitos, devido a intercalação de depósitos de queda de grãos (*grain fall*) e de fluxo de grãos (*grain flow*).

**Aml** – Arenitos médios a finos laminados de interdunas (figura 6b).

Fácies composta por arenitos finos onde a estrutura predominante é a laminação plano-paralela, em séries de espessuras centimétricas e extensão lateral métrica.

Localmente pode-se observar lentes centimétricas de grânulos e lentes centimétricas de siltito gretado (**Pg**), além da presença de intraclastos de argila (figura 6c).

Aparece com coloração creme a rosa.

Fácies interpretada como depósitos de interdunas, onde há predomínio de deposição por queda de grãos além de retrabalhamento por correntes trativas em enchentes fluviais. Onde há lentes de grânulos e seixos interpreta-se como eventos de deflação eólica.

**Atp** – Arenitos médios com estratificação cruzada tabular e laminação *pin-stripe*.

Fácies composta por arenitos médios, medianamente selecionados com laminação *pin-stripe*. Apresenta espessuras centimétricas e coloração creme a rosa.

Fácies interpretada como depósitos de migração de dunas eólicas, onde a estratificação cruzada tabular ocorre devido a preservação parcial da base da duna eólica.

**SI** – Siltitos laminados (figura 6d).

Fácies composta por siltitos e argilitos micáceos onde a estrutura predominante é a laminação plano-paralela.

Aparece com coloração amarronzada com espessuras decimétricas a centimétricas em camadas com grande extensão lateral.

**Pg** – Siltitos e argilitos com gretas de contração (figura 6e).

Fácies composta por siltitos e argilitos micáceos com gretas de contração preenchidas por areia.

Aparece com coloração cinza-amarronzado com espessuras decimétricas a centimétricas (no máximo 3 cm) e com pouca continuidade lateral. Em geral é observado no topo da fácies **Aml**.

Fácies interpretada como eventos de exposição subaérea, de depósitos de decantação em interdunas inundadas, onde devido à exposição há gretação e posterior preenchimento das fendas por areia que sofreu transporte eólico.

### **8.2.3 Associação de fácies fluviais de rios entrelaçados na Formação Serra do Apertado**

**Ce** – Conglomerado estratificado (figura 7).

Fácies composta por conglomerado com matriz arenosa mal selecionada onde há estrutura interna (estratificação cruzada acanalada). Possui clastos arredondados (eixo maior máximo igual a 20 cm).

Fácies interpretada como depósitos gerados por correntes subaquáticas em rios entrelaçados.

**Aas** - Arenitos grossos a médios com estratificação cruzada acanalada com grânulos e/ou seixos arredondados esparsos.

Fácies composta por arenitos conglomeráticos com seixos muito arredondados, de até 20cm, onde os grãos são medianamente selecionados e a estrutura predominante é a estratificação cruzada acanalada. Apresenta coloração amarelo-alaranjada e espessuras métricas com grande continuidade lateral. São interpretadas como depósitos de dunas subaquáticas em regime fluvial, gerados por correntes unidirecionais em regime de fluxo inferior.

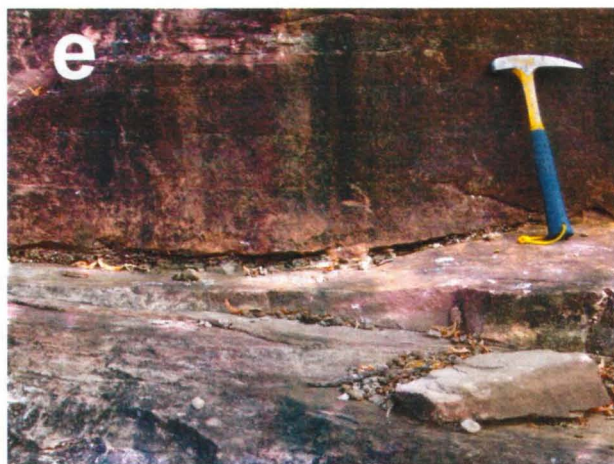
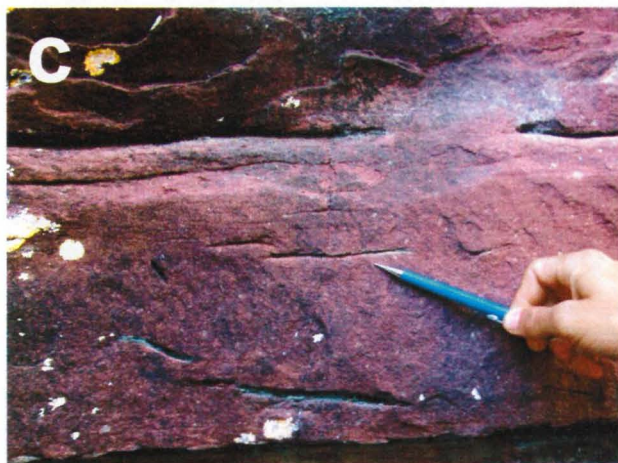


Figura 6 – Fotos de fácies encontradas na associação de fácies de campos de dunas eólicas na Fm. Pedra Pintada: **a** – Fácies **Aag** mostrando sets de estratificação cruzada acanalada de grande porte; **b** – Fácies **Aml**; **c** – Fácies **Aml** com destaque para os intraclastos de argila; **d** – Fácies **SI**; e Fácies **Pg**.



Figura 7 – Foto representativa da fácies **Ce**, onde pode-se notar clastos predominantemente arredondados característicos da Fm. Serra do Apertado.

### 8.3. Empilhamento vertical

Foi realizado o levantamento de 4 seções colunares, denominadas respectivamente de SF-01 (figura 8), SF-02 (figura 9), SF-03 (figura 10) e SF-04 (figura 11). Sendo suas coordenadas UTM: 285886/6592967, 286267/6595181, 280212/6574898 e 285207/6587840.

A seção SF-02 tem sua base 10 metros abaixo da cota do topo da seção SF-01, além disso, estão localizadas em morros adjacentes sendo assim, as duas seções podem ser interpretadas como complementares.

Em todas as seções podemos observar fácies eólicas marcadas por possíveis eventos de enchente, evidenciados pela presença de grânulos principalmente nas regiões de interdunas (figura 12).

Na seção SF-01 foi levantado um croqui (figura 12) onde pode-se observar depósitos de interdunas que passam lateralmente para depósitos eólicos em um mesmo festão, indicando claramente a contemporaneidade da migração de dunas eólicas e da inundação de interdunas.

Nas seções SF-03 (figura 10) e SF-04 (figura 11) pode-se observar arenitos conglomeráticos com seixos angulosos localizados dentro da Formação Pedra Pintada.

Essas fácies aparecem intercaladas com depósitos de dunas eólicas (figura 13) sendo interpretadas como depósitos fluviais de rios entrelaçados, indicando interação eólico-fluvial durante a deposição da Formação Pedra Pintada.

Com exceção da seção SF-01 todas as seções apresentam a transição entre a Formação Pedra Pintada e a Formação Serra do Apertado, sendo o contato observado nas seções SF-02 e SF-03 e caracterizado como um contato erosivo.

Os depósitos descritos na Formação Serra do Apertado são arenitos conglomeráticos com seixos arredondados e interpretados como depósitos fluviais de rios entrelaçados.

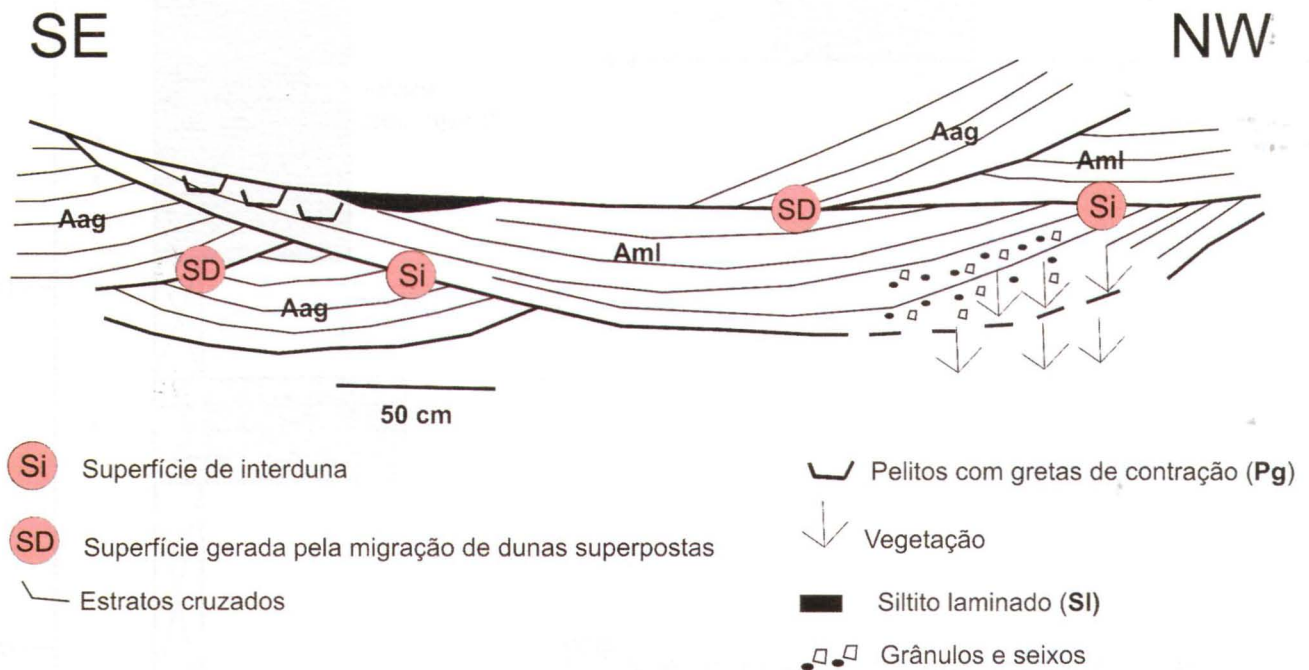


Figura 12 – Croqui esquemático localizado na seção SF-01 onde observa-se o contato e a continuidade lateral entre as fácies **Aml** e **Aag**. A superfície Si refere-se a uma superfície de interduna e a superfície SD a superfície gerada pela migração de dunas superpostas.

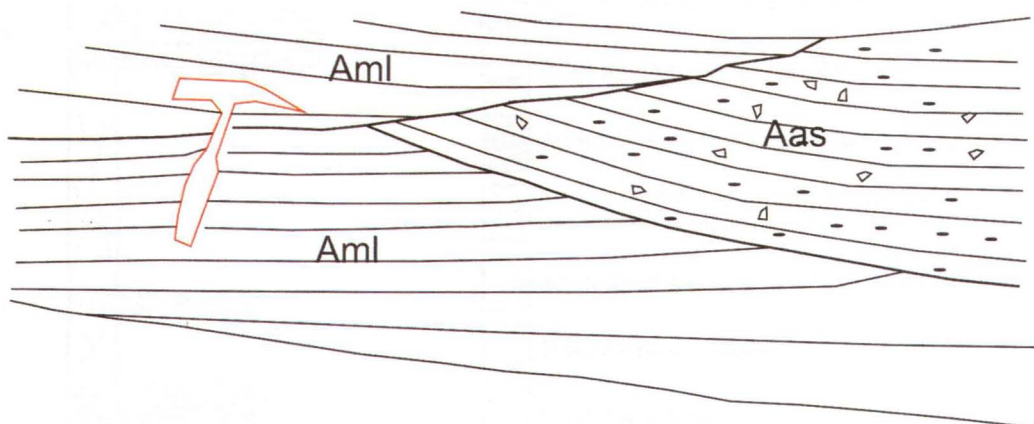


Figura 13 – Croqui mostrando a fácies **Aas** da associação de rios entrelaçados em contato erosivo com a fácies **Aml** de campo de dunas eólicas na Formação Pedra Pintada.

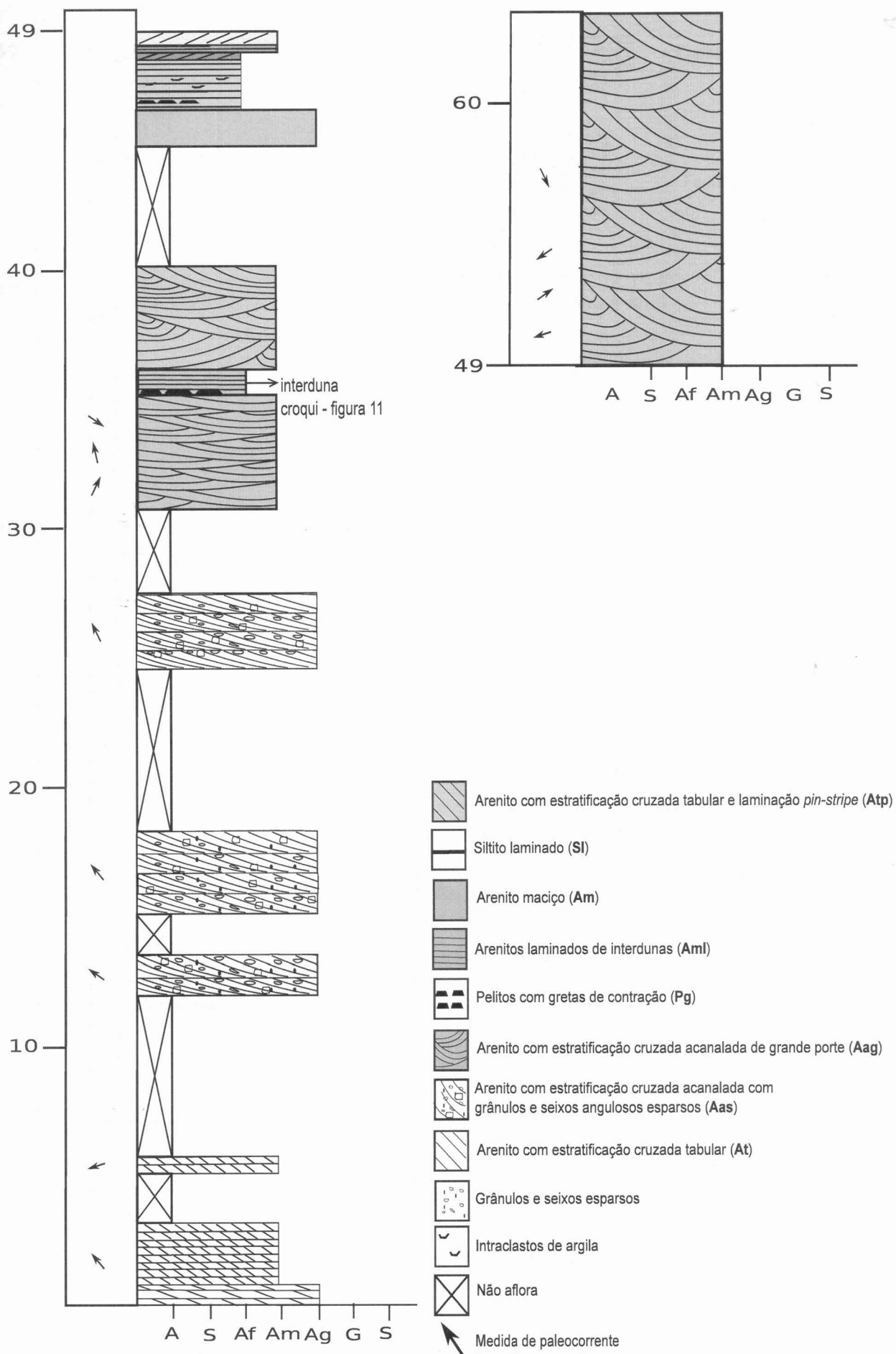


Figura 8 - Seção coluna SF-01 onde pode-se observar as duas associações de fácies descritas na Formação Pedra Pintada.

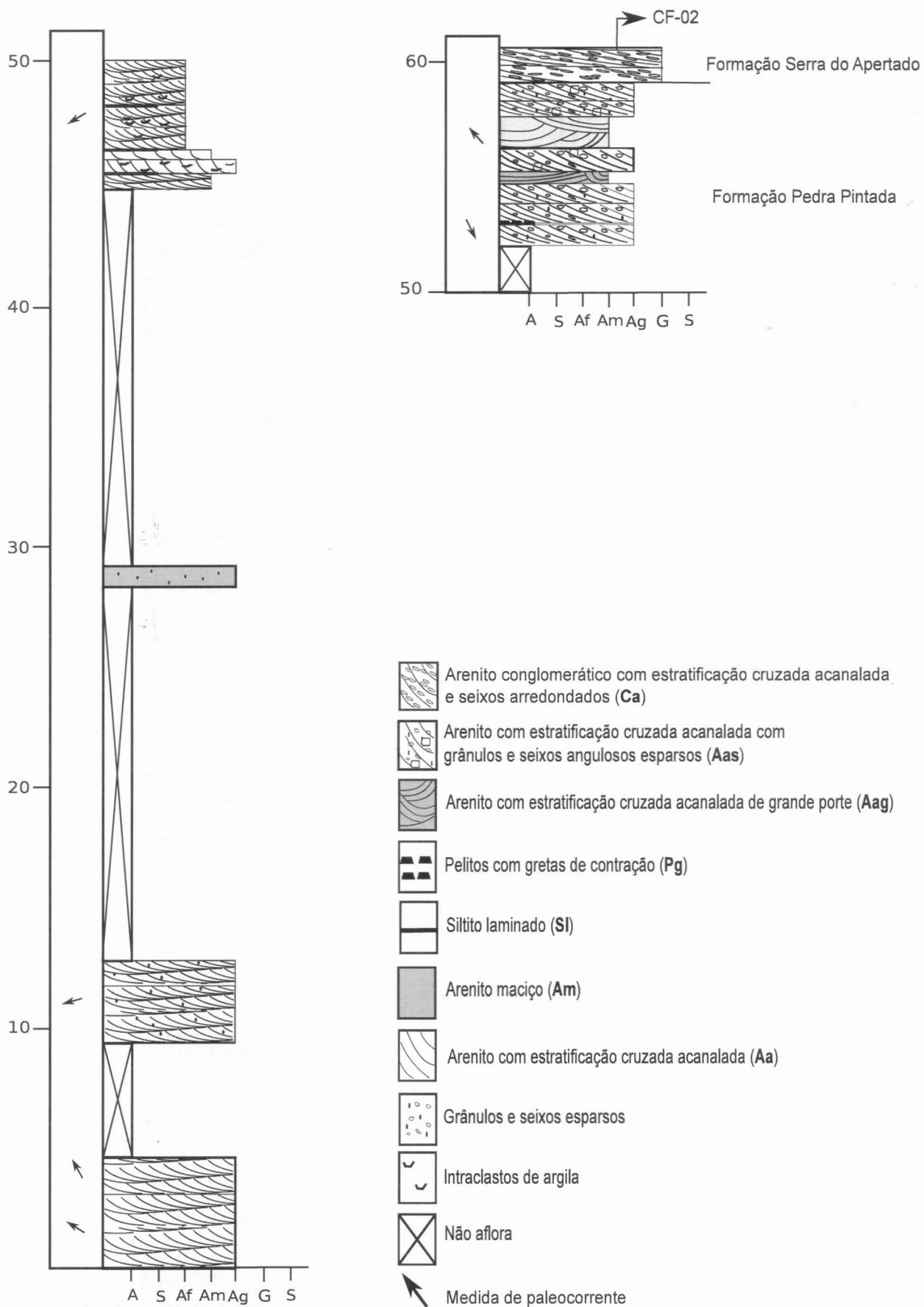


Figura 9 - Seção colunar SF-02, mostrando as associações de fácies descritas na Fm. Pedra Pintada e Fm. Serra do Apertado. Nesta seção pode-se observar o contato entre duas associações de fácies de rios entrelaçados uma localizada na Fm. Pedra Pintada e outra na Fm. Serra do Apertado.

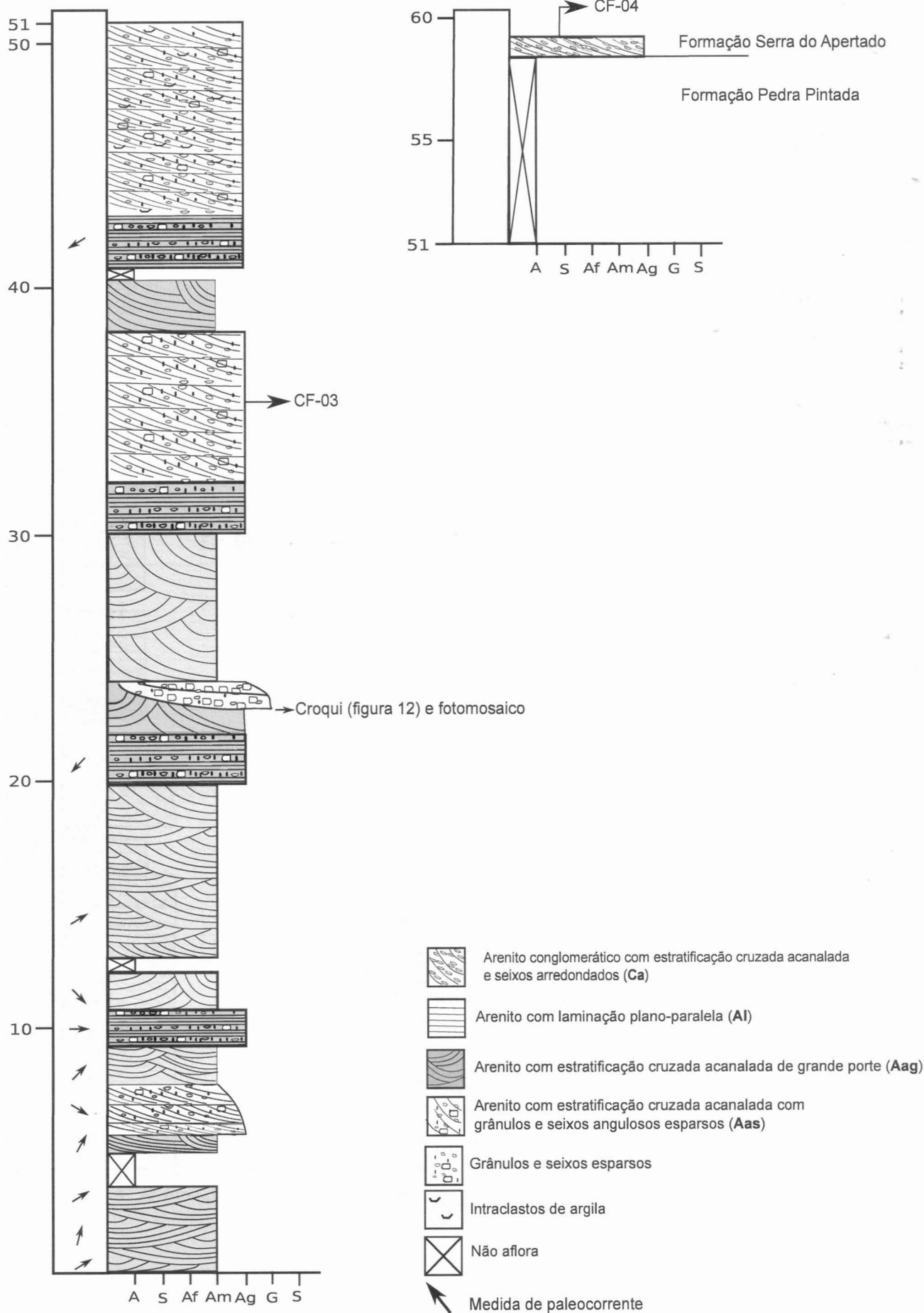


Figura 10 - Seção colunar SF-03 nesta seção há predominio das fácies da associação de campos de dunas eólicas intercaladas com fácies da associação de rios entrelaçados da Fm. Pedra Pintada. No topo aparece a Fm. Serra do Apertado.

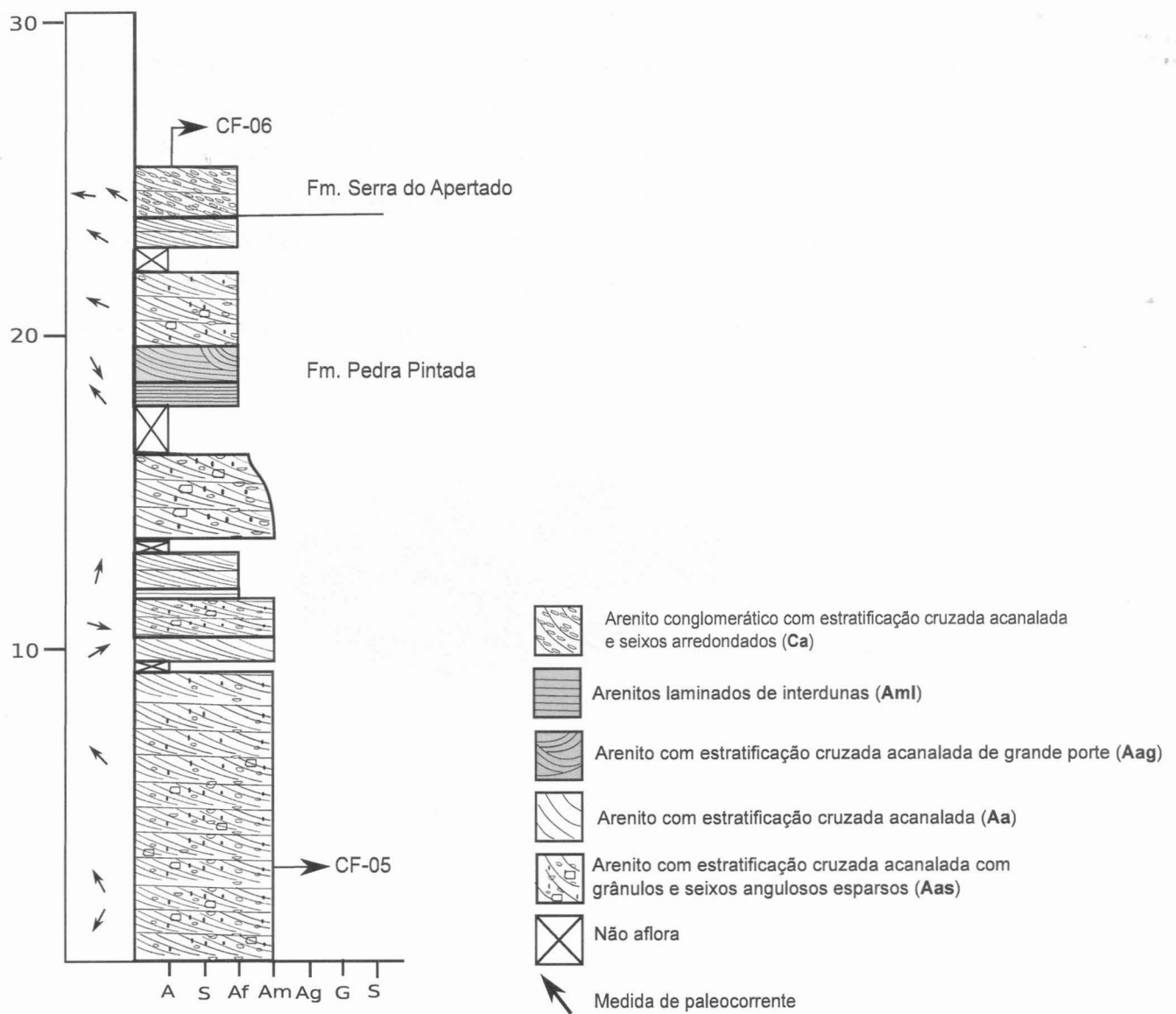


Figura 11 - Seção colunar SF-04 onde pode-se observar o contato entre a Fm. Pedra Pintada e a Fm. Serra do Apertado.

#### 8.4. Análise de proveniência

Contagens macroscópicas de clastos foram realizadas em um total de seis estações de contagem denominadas respectivamente de CF-01 (UTM: 277398/658406), CF-02 (UTM: 286072/6595480), CF-03 (UTM: 280212/6574898), CF-04 (UTM: 280212/6574898), CF-05 e CF-06 totalizando 1850 seixos.

Das estações de contagem quatro foram realizadas na Formação Serra do Apertado (CF-01, CF-02, CF-04 e CF-06) e duas na Formação Pedra Pintada (CF-03 e CF-05).

Os dados da contagem foram lançados em planilha eletrônica a partir da qual se calculou as áreas de cada clasto. Os valores das áreas foram transformados em porcentagem e lançados em gráficos onde há os litotipos encontrados e sua porcentagem em área para cada estação de contagem.

Na associação de fácies de rios entrelaçados descrita na Formação Pedra Pintada as principais litologias encontradas foram quartzo-milonito, quartzo de veio e granito milonítico. Nas figuras 14 e 15 pode-se notar evidente predomínio do litotipos quartzo-milonito (proporções acima de 70%) além da presença pouco expressiva dos litotipo filito (3-2%), álcali granito (1-7%), quartzo de veio (7-11%) e granito milonítico (4-14%).

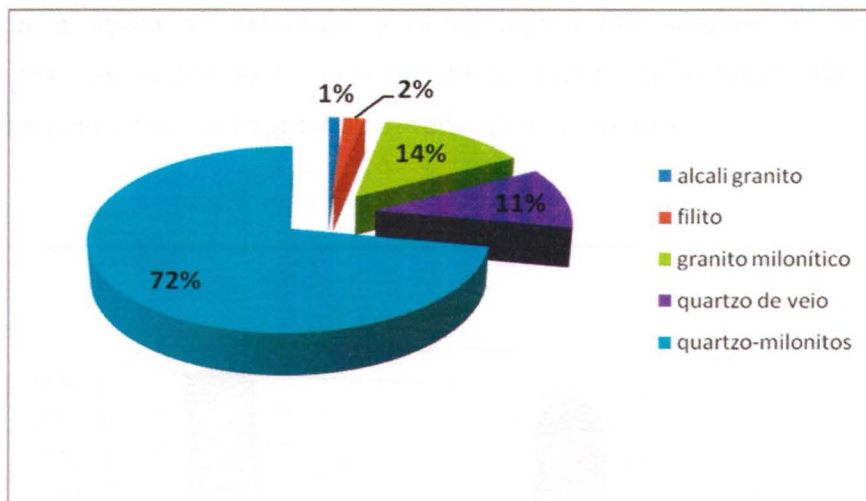


Figura 14 – Estação de contagem CF-03.

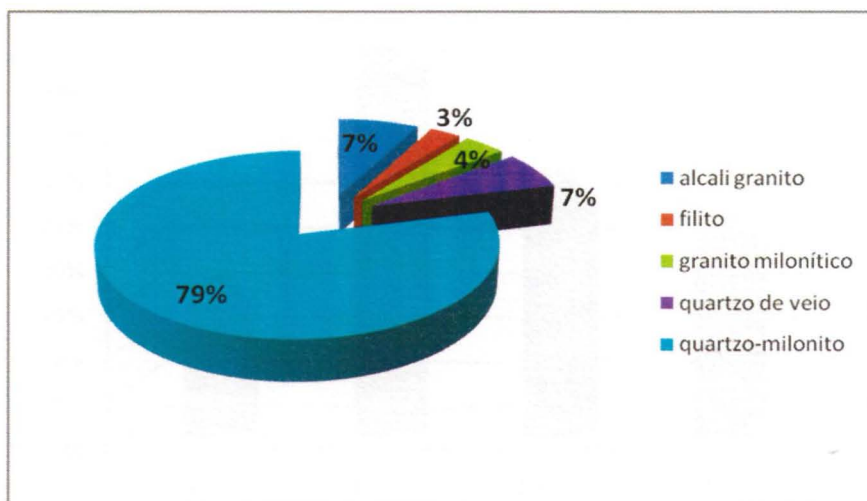


Figura 15 – Estação de contagem CF-05

Deve-se ressaltar que os clastos computados na Formação Pedra Pintada são predominantemente angulosos ao contrário dos presentes na Formação Serra do Apertado que são predominantemente arredondados, tal fato é de fundamental importância, pois serve como fator de distinção entre as associações de fácies de rios entrelaçados descritas nas duas formações. A figura 16 mostra a porcentagem das classes de arredondamento encontradas nos clastos das duas estações de contagem da Formação Pedra Pintada, onde se pode observar nítido predomínio da fragmentos angulosos (A=46%) e subangulosos (AS=38%). Já a figura 17 refere-se à porcentagem das classes de arredondamento encontradas nos clastos das quatro estações de contagem da Formação Serra do Apertado onde há predomínio nítido de fragmentos arredondados (R=40%).

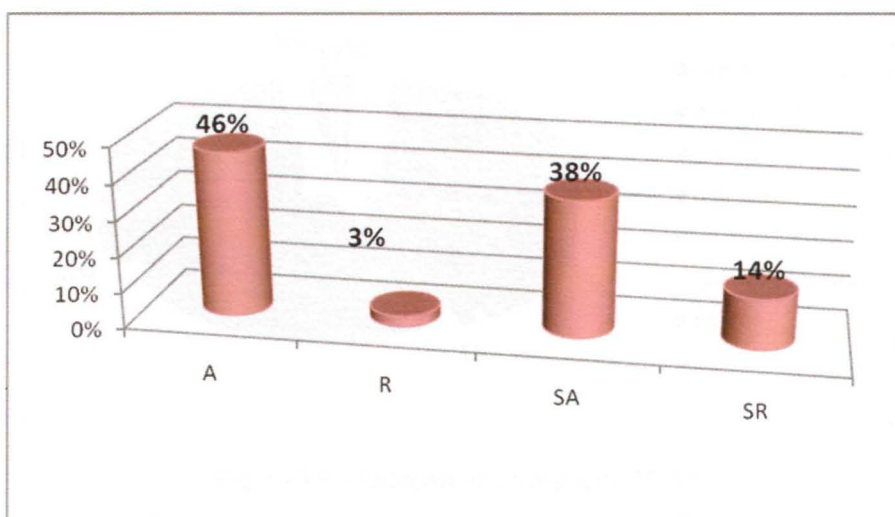


Figura 16 – Gráfico com a porcentagem das classes de arredondamento descritas na Formação Pedra Pintada. A=anguloso; R=arredondado; AS=sub-anguloso e SR=sub-arredondado.

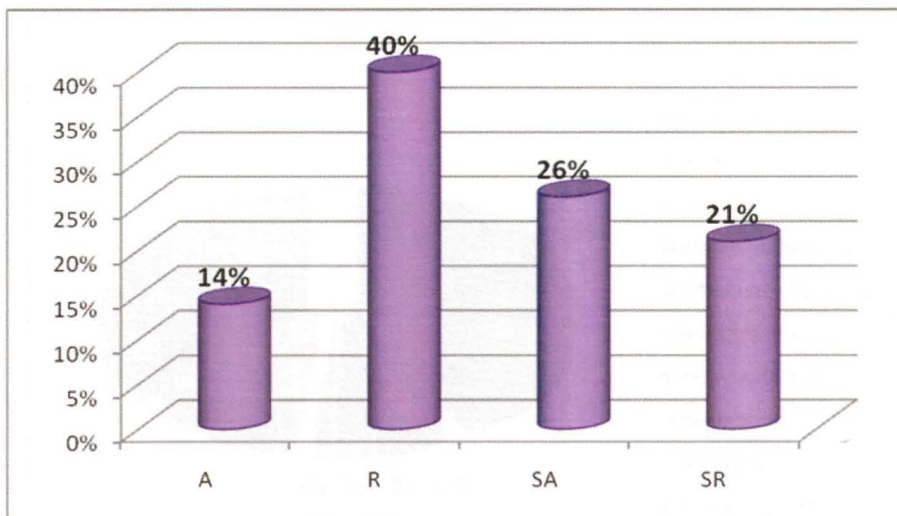


Figura 17 – Gráfico com a porcentagem das classes de arredondamento descritas na Formação Serra do Apertado. A=anguloso; R=arredondado; AS=sub-anguloso e SR=sub-arredondado.

A associação de fácies de rios entrelaçados descrita na Formação Serra do Apertado, apresenta seixos predominantemente arredondados e maior variabilidade litológica que a encontrada na Formação Pedra Pintada.

As estações de contagem CF-01 (figura 18) e CF-02 (figura 19) foram realizadas em pontos próximos e apresentam predomínio dos litotipos granito, riolito e quartzo leitoso. Já as estações de contagem CF-04 (figura 20) e CF-06 (figura 21) apresentam nítido predomínio do litotipo riolito (27-44%). Além da presença expressiva de álcali granito e quartzo-milonito.

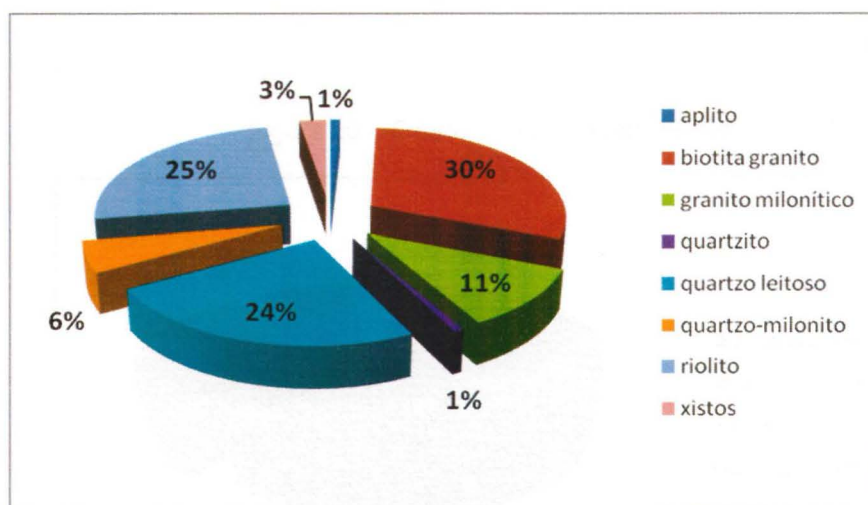


Figura 18 – Estação de contagem CF-01

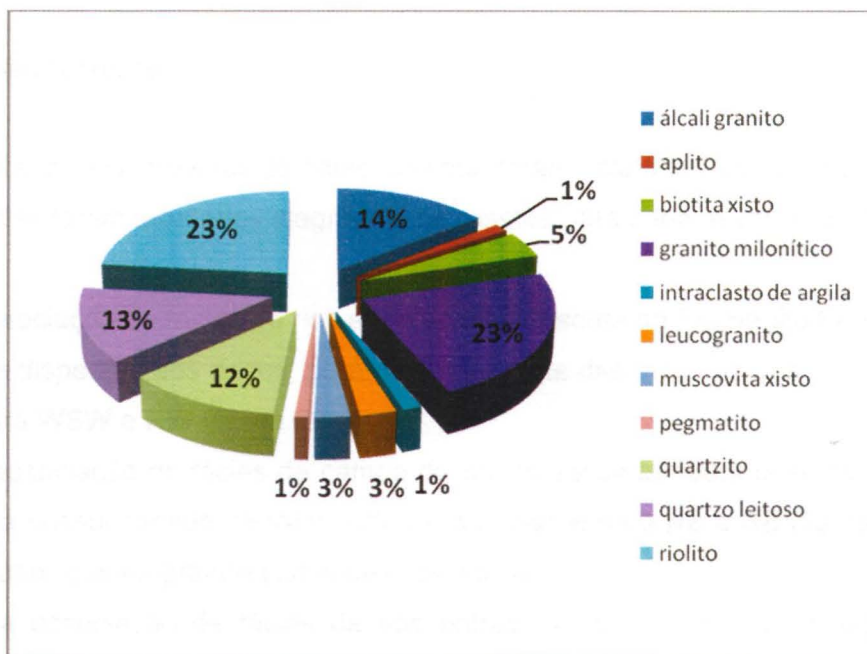


Figura 19 – Estação de contagem CF-02

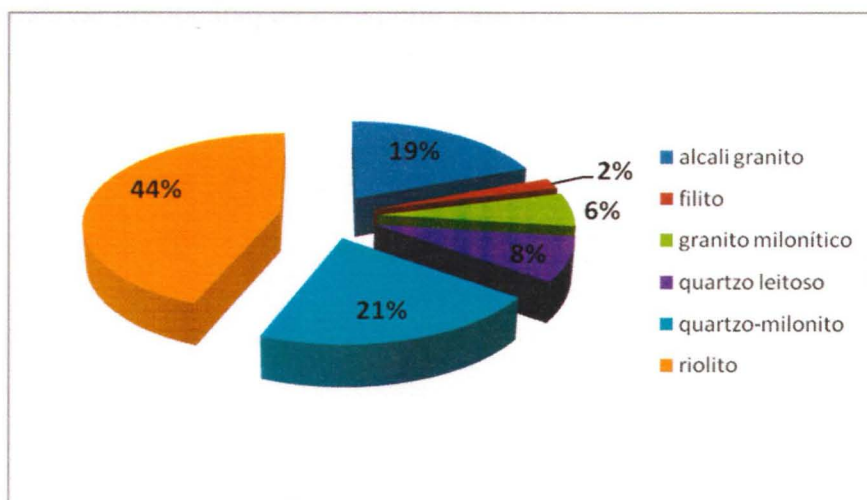


Figura 20 – Estação de contagem CF-04

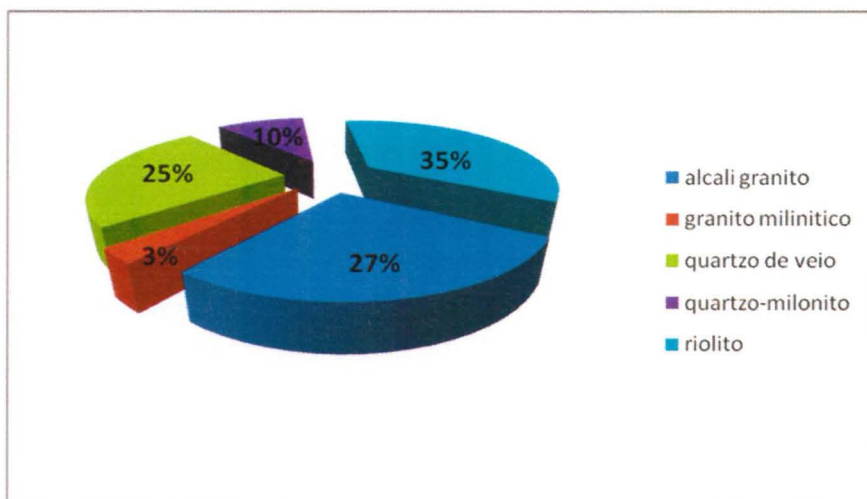


Figura 21 – Estação de contagem CF-06

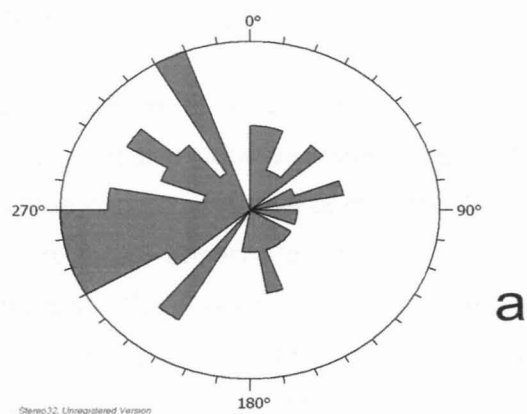
### 8.5. Paleocorrentes

Um total de 112 medidas de paleocorrente foram coletadas em campo. A partir dessas medidas foram montados diagramas de rosetas para cada associação de fácies descrita.

Na associação de fácies de rios entrelaçados descrita na Formação Pedra Pintada houve grande dispersão dos dados, porém a maior parte das medidas possui sentido de transporte para **WSW** e **NW** (figura 22a).

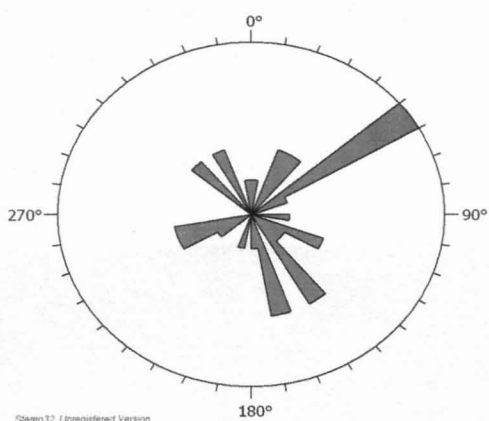
Já a associação de fácies de campo de dunas eólica também descrita na Formação Pedra Pintada possui sentido de transporte predominante para **NE** e **SE** (figura 22b), porém deve-se ressaltar que há grande dispersão dos dados.

Para a associação de fácies de rios entrelaçados descrita na formação Serra do Apertado houve pouca dispersão dos dados, o que pode ser observado na figura 22c, além disso, pode-se observar predomínio do transporte para **NW**.



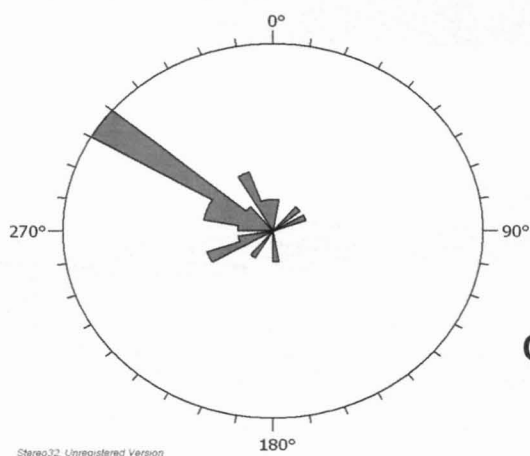
N=54

a



N=34

b



N=24

c

Figura 22 – Diagramas de roseta de cada uma das três associações de fácies descritas, onde N é o número de medidas: a – roseta de paleocorrentes da associação de fácies de rios entrelaçados da Formação Pedra Pintada; b – associação de fácies de campos de dunas eólicas da Formação Pedra Pintada; c – associação de fácies de rios entrelaçados da Formação Serra do Apertado.

## 8.6. Análise de elementos arquiteturais

Para a análise de elementos arquiteturais um fotomosaico foi levantado (figura 23) na seção SF-03. Neste fotomosaico pode-se observar o contato entre a associação de fácies de rios entrelaçados e de campo de dunas eólicas localizadas na Formação Pedra Pintada.

Duas superfícies foram observadas (figura 23), sendo designadas respectivamente de superfície de interduna (Si) e superfície de inundação (In). A superfície Si refere-se à deposição de sets de fácies de interdunas úmidas, dispostas em lentes de alguns metros de espessura sobre depósitos de séries fluviais ou depósitos com estratificação cruzada acanalada de grande porte resultantes da migração de dunas barcanas ou cristas barcanóides. Já a superfície In refere-se a canais fluviais com espessura métrica e grande continuidade lateral, sendo constituídos por fácies com estratificações cruzadas acanaladas concordantes com a base erosiva do canal, sendo interpretada como a passagem de rios entrelaçados sobre os depósitos fluviais.

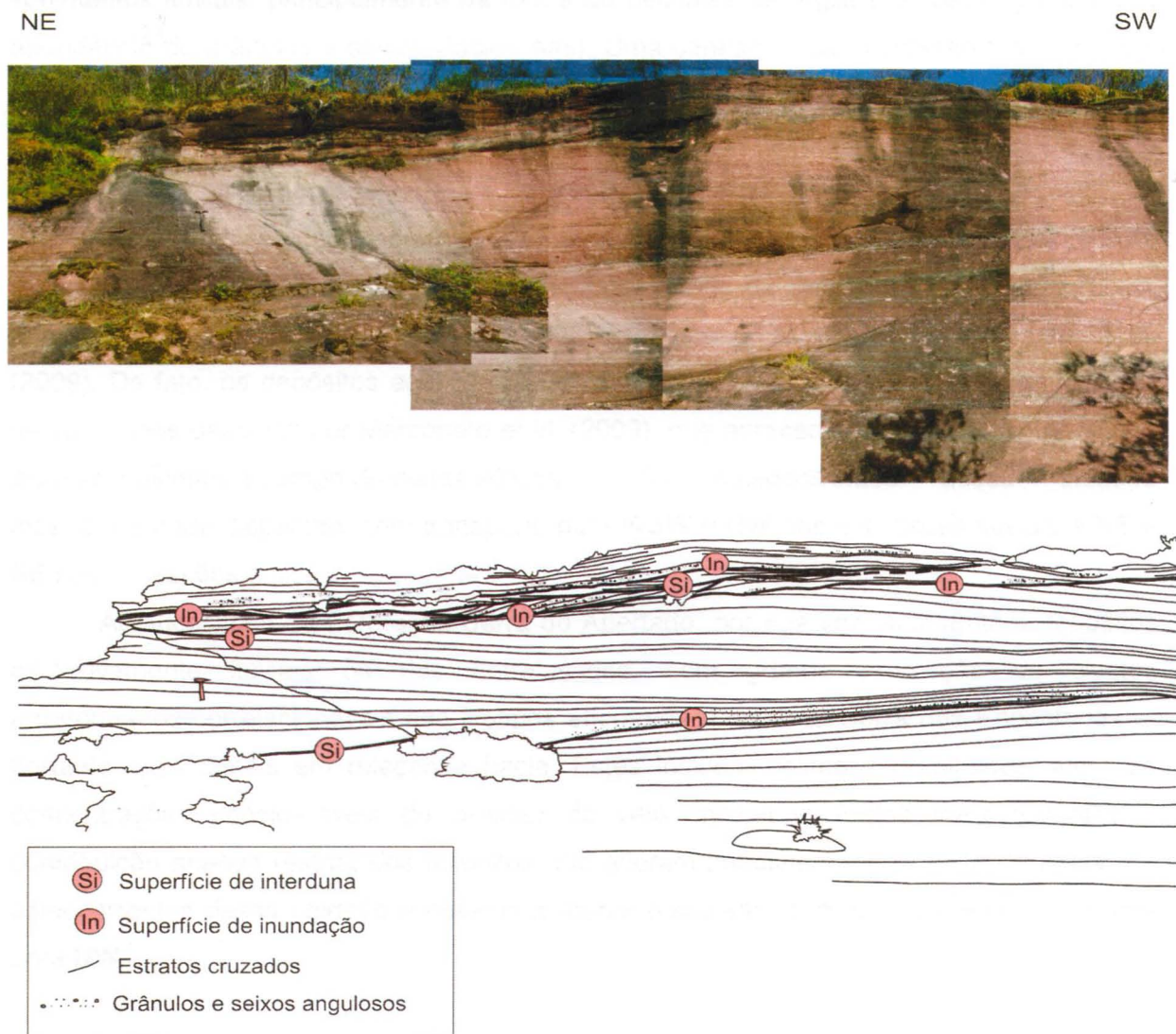


Figura 23 – Fotomosaico panorâmico, que destaca a relação entre os depósitos de interduna e os depósitos de rios entrelaçados, com representação das principais superfícies deposicionais e limitantes. Fotomosaico localizado na seção SF-03.

## 9. Interpretação e discussão dos resultados

### 9.1 Sistemas deposicionais

As fácies reconhecidas, suas associações e a arquitetura deposicional dos afloramentos investigados permitem interpretar dois sistemas deposicionais, separados por uma superfície erosiva regional.

Os depósitos da formação Pedra Pintada representam um sistema deposicional caracterizado pela interação eólico-fluvial, marcado pela intercalação de arenitos conglomeráticos depositados sob correntes unidirecionais (fácies **At**, **Aa** e **Aas**) e arenitos de dunas eólicas. Além da intercalação em sucessões verticais, evidenciada principalmente nas seções colunares SF-01, SF-03 E SF-04, a interação do sistema fluvial com depósitos eólicos é evidenciada por fácies de interdunas inundadas e evidências de aporte de sedimentos fluviais, principalmente na forma de películas de argila (por vezes gretadas) e abundância de grânulos e seixos (fácies **Aas**). Uma característica interessante da unidade, evidenciada em um dos croquis levantados (figura 12), é a presença de depósitos de interdunas que passam lateralmente para depósitos eólicos em um mesmo festão, indicando claramente a contemporaneidade da migração de dunas eólicas e da inundação de interdunas. As fácies conglomeráticas da Formação Pedra Pintada apresentam alto teor de litoclastos angulosos correlacionáveis ao litotipos do Alto da Serra das Encantadas, como anteriormente observado por Almeida (2005), Almeida et al. (2009) e Marconato et al. (2009). De fato, os depósitos aqui analisados devem representar fácies distais em relação às sucessões descritas por Marconato et al. (2009), que apresentam interação entre leques aluviais proximais e campo de dunas eólicas. As paleocorrentes dessa unidade mostram grande dispersão, com transporte para **WSW** e **NW** nas sucessões fluviais e **NE** e **SE** nas sucessões eólicas.

As sucessões da Formação Serra do Apertado, por sua vez, apresentam depósitos exclusivamente fluviais de rios entrelaçados, com grande proporção de clastos arredondados correlacionáveis aos litotipos aflorantes a leste da Serra das Encantadas e, portanto mais distais em relação à bacia. Estes incluem riolitos e granitóides, além de concentrações consideráveis de quartzo de veio, indicando fontes mais distantes e contribuição apenas restrita dos milonitos que afloram imediatamente a leste da bacia. As paleocorrentes dessa unidade apresentam menor dispersão, com transporte predominante para **NW**.

## 9.2 Tectônica, clima e sedimentação

As informações sintetizadas acima sugerem que a superfície erosiva que separa os depósitos da Formação Pedra Pintada daqueles da Formação Serra do Apertado representa uma modificação expressiva de área-fonte e sistemas deposicionais. A contribuição de fontes próximas, correlacionáveis à Serra das Encantadas, sugere que durante a deposição da Formação Pedra Pintada, a falha de borda que limita a bacia a oeste esteve ativa, corroborando a interpretação de Almeida et al. (2009). Por outro lado, a proveniência da base da Formação Serra do Apertado é marcada por fontes mais distantes, sugerindo que o Alto da Serra das Encantadas entrou em subsidência e foi recoberto pela bacia nessa época. Essa subsidência de ombreiras é característica da fase de subsidência térmica, ou pós-rift, em oposição à fase de subsidência mecânica ou sin-rift, quando há atividade da falha de borda, como no caso da Formação Pedra Pintada. Essa passagem envolve diminuição das taxas de subsidência (e.g. Prosser et al. 1993), que pode ter relação com a modificação dos sistemas deposicionais, sendo a preservação de depósitos eólicos condicionada por rápida subida do nível de base por alta taxa de subsidência (Mountney, 2006).

Possíveis controles climáticos na modificação dos sistemas deposicionais são de difícil reconhecimento, dada a semelhança entre sistemas fluviais pré-vegetação e sistemas áridos atuais (e.g. Davies & Gibling, 2010), que mascaram as influências de variação climática.

## 10. Conclusões

No presente estudo, foram analisadas exposições selecionadas representativas da passagem do topo da Formação Pedra Pintada para a Formação Serra do Apertado (Grupo Guaritas, Cambriano, RS) com o intuito de caracterizar as transformações de proveniência, sistemas deposicionais e transporte sedimentar relacionadas à passagem da fase rift para a pós-rift da bacia.

Foram levantadas 4 seções colunares, obtidos 112 medidas de paleocorrentes, 1 fotomosaico, 2 croquis esquemáticos e realizada contagem macroscópica de clastos em 6 estações de contagem.

Uma discordância erosiva marca o contato entre as sucessões da Formação Pedra Pintada daquelas da Formação Serra do Apertado representando uma modificação expressiva de área-fonte e sistemas deposicionais.

Com relação à proveniência, uma marcante diferença pode ser notada nos depósitos de rios entrelaçados da Formação Pedra Pintada e da Formação Serra do Apertado. Na Fm.

Pedra Pintada os clastos são angulosos e predomina o litotipo quartzo-milonito enquanto que na Fm. Serra do Apertado os clastos são mais arredondados, há maior variabilidade litológica e predomina litotipos como granito e riolito.

Com relação às paleocorrentes, houve muita dispersão dos dados, entretanto, pode-se concluir que a Formação Pedra Pintada apresenta transporte para **WSW** e **NW** nas sucessões fluviais e **NE** e **SE** nas sucessões eólicas enquanto a Formação Serra do Apertado apresenta transporte predominante para **NW**.

Foram identificadas 10 fácies sedimentares de 3 associações. A Formação Pedra Pintada apresenta associação de fácies de campos de dunas eólicas evidenciada principalmente pela presença de estratificações cruzadas de grande porte e laminações *pin-stripe* e sucessões com laminações plano-paralelas interpretadas como depósitos de interdunas, mostrando tratar-se de um depósito eólico úmido. Apresenta também associação de fácies de rios entrelaçados evidenciada por arenitos conglomeráticos com seixos angulosos e estratificações cruzadas acanaladas.

A Formação Serra do Apertado apresenta associação de fácies de rios entrelaçados marcada pela presença de arenitos conglomeráticos com clastos predominantemente arredondados e estratificações cruzadas acanaladas.

Com base nas informações descritas acima pode-se concluir que há uma superfície erosiva que separa os depósitos da Formação Pedra Pintada daqueles da Formação Serra do Apertado sendo esta superfície representativa de uma modificação expressiva de área-fonte e sistemas deposicionais. Além disso, a análise de proveniência sugere que durante a deposição da Formação Pedra Pintada, a falha de borda que limita a bacia a oeste esteve ativa e que durante a deposição da Formação Serra do Apertado o Alto da Serra das Encantadas entrou em subsidência e foi recoberto pela bacia.

Possíveis controles climáticos na modificação dos sistemas deposicionais são de difícil reconhecimento.

## 11. Referências Bibliográficas

- Almeida F.F.M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM*, **241**:1-36, 1-36.
- Almeida F.F.M. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador, *Anais*, **1**:29-46.
- Almeida R.P. 2005. Tectônica e sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano: exemplos do Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental). *Tese de doutoramento, Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo*, 203p.
- Almeida R.P., Janikian L., Fragoso-César A.R.S. & Marconato A. 2009. Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: The Guarites Rift, Earth Cambrian, Southern Brazil. *Sedimentary Geology*, **217**:31-41.
- Becker R. & Fernandes L.A.D. 1982. Caracterização faciológica de uma sequência vulcano-sedimentar eo-Paleozóica na Foha Passo do Tigre RS. *Acta Geologica Leopoldensia*, **6**:287-322.
- Davies N.S. & Gibling M.R. 2010. Cambrian to Devonian evolution of alluvial systems: The sedimentological impact of the earliest land plants. *Earth-Science Reviews*, **98**: 171-200
- De Ros L.F., Morad S. & Paim P.S.G. 1994. The role of detrital composition and climate on the diagenetic evolution of continental molasses: evidence from the Cambro-Ordovician guaritas sequence, southern Brazil. *Sedimentary Geology*, **92**:197-228.
- Eriksson P.G., Catuneanu O., Sarkar S. & Tirsgaard H. 2005. Patterns of sedimentation in the Precambrian. *Sedimentary Geology*, **176**:17-42.
- Eriksson P.G., Bumby A.J., Brümer J.J. & Neut M. 2006. Precambrian fluvial deposits: Enigmatic paleohydrological data from the c. 2-19 Ga Waterberg Group, South Africa. *Sedimentary Geology*, **190**:25-46.
- Faccini U.F., Paim P.S.G & Fragoso-César A.R.S. 1987. Análise faciológica das molassas brasileiras na região das Minas do Camaquã, Eo-paleozóico do RS. In: *III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, SBG, Curitiba, PR, Atas*, vol.1, pp. 75-91.
- Fambrini G.L. 2003. O Grupo Santa Bárbara (Neoproterozóico III) da Bacia do Camaquã Rio Grande do Sul. *Tese de Doutorado, Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP*, 246p.
- Fragoso-César A.R.S. 1984. Evolução paleoambiental e tectônica da Bacia do Camaquã: uma introdução. *Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 105p.
- Fragoso-César A.R.S. 1991. Tectônica de Placas no Ciclo Brasileiro: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul. *Tese de Doutorado Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP*, 366p.
- Fragoso-César 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: *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Rio de Janeiro, RJ, Anais*, vol. 7, pp. 3272-3283.
- Fragoso-César 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: *II Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, SBG, Florianópolis, Anais*, pp. 477-491.
- Fragoso-César A.R.S., Siva Filho W.F., Fambrini G.L., Machado R., Riccomini C., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R. & Janikian L. 1999. Significado tectônico da magmatismo Rodeio Velho no rift Guaritas (Eopaleozóico do Rio Grande do Sul, Brasil). In: *I Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, SBG, Gramado, RS, Boletim de Resumos*, p. 16.

- Fragoso-César A.R.S., Fambrini G.L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Janikian L., Nogueira A.C.R., Riccomini C. & Machado R. 2000a. The Neoproterozoic and Eopaleozoic Sucessions of the Rio Grande do Sul state, southern Brazil: Superposed Basins of the end of the Brazilides Tectonics and birth of intracratonic Paraná Basin. In: *International Geological Congress, Rio de Janeiro, Brazil, nº 31 in Abstracts (CDROM)*.
- Fragoso-César A.R.S., Fambrini G.L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., cc Riccomini C. & Machado R., Nogueira A.C.R. & Saes G.S. 2000b. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**:438-441.
- Gawthorpe R.L. & Leeder M.R. 2000. Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins. *Basin Research*, **12**:195-218.
- Graham J. 1988. Collection and analysis of field data. In: Tucker M. (ed.) *Techniques in sedimentology*. Blackwell Scientific Publications. p. 5-62.
- Janikian L., Almeida R.P., Fragoso-César A.R.S. & Fambrini G.L. 2003. Redefinição do Grupo Bom Jardim (Neoproterozóico III) em sua área tipo: litoestratigrafia, paleogeografia e significado tectônico das sucessões vulcano-sedimentares do Supergrupo Camaquã, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, **33**:349-362.
- Janikian L., Almeida R.P., Trindade R.I.F., Fragoso-César A.R.S., D'Agrella-Filho M.S., Dantas E.L. & Tohver E. 2008. The continental records of Ediacarn volcano-sedimentary successions in southern Brazil and their global implications. *Terra Nova*, **20**:259-266.
- Lavina E.L., Faccini U.F., Paim P.S.G. & Fragoso-César A.R.S. 1985. Ambientes de sedimentação da Bacia do Camaquã, Eo-paleozóico do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, **21**:185-227.
- Long D.G.F. 2006. Architecture of pre-vegetation sandy-braided perennial and ephemeral river deposits in the Paleoproterozoic Athabasca Group, northern Saskatchewan, Canada as indicators of Precambrian fluvial style. *Sedimentary Geology*, **190**:71-95.
- Lopes R.C., Wider W., Sander A. & Camazzato E. 1999. Alogrupo Guaritas: sapectos gerais e considerações sobre o posicionamento do vulcanismo Rodeio Velho (encerramento do Ciclo Brasileiro ou instalação da Bacia do Paraná?). In: *I Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, SBG, Gramado RS, Boletim de Resumos*, p. 17.
- Machado R. & Sayes H.S. 1992. Aplicação da análise geométrica e cinemática nos falhamentos que condicionaram a bacia molássica do Arroio Boici, RS. In: *I Workshop Sobre as Bacias Molássicas Brasileiras, SBG/UNISINOS, São Leopoldo, RS, Boletim de Resumos Expandidos*, pp. 73-76.
- Marconato A. 2007. Interações entre paleossistemas deposicionais aluviais e eólicos na Formação Pedra das Torrinhas (Grupo Guaritas, Cambriano-RS): arquitetura deposicional e modelamento análogo de reservatórios de água e hidrocarbonetos. *Monografia de trabalho de formatura, IGC-USP, São Paulo*.
- Marconato A. 2009. A influência da evolução de altos estruturais em sucessões aluviais: exemplo do Ediacarano e do Cambriano da Bacia Camaquã (RS). Dissertação de mestrado, *Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo*, 71p.
- Miall A.D. 1974. Paleocurrent anlysis of aluvial sediments: a discussion of directional variance and vector magnitude. *Journal of sedimentology*, **46**:1174-1185.
- Miall A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fuvial deposits. *Earth Sciences Reviews*, **22**:261-308.
- Miall A.D. 1990. Principles of sedimentary basin analysis. *Springer-Verlag*, New York, 2 ed., 668 pp.
- Miall A.D. 1996. The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology. *Springer*. Berlim, 852 pp.
- Miall A.D. 2000. Principles of sedimentary basin analysis. *Springer-Verlag*, New York, 3 ed., 616 pp.

- Mountney, N. P. 2006. Eolian facies models. In: Posamentier, H. W. & Walker, R. G. (ed.) *Facies Models Revisited* *SEPM*, 23-83.
- 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, SBG, Rio Claro, SP, Boletim de Resumos Extensos*, pp. 58-59.
- Oliveira J.M.M.T. & Fernandes L. 1992. Bacias molássicas brasileiras, mito ou realidade? In: *I Workshop Sobre as Bacias Molássicas Brasileiras, SBG/UNISINOS, São Leopoldo, RS, Boletim de resumos Expandidos*, pp. 97-105.
- Paim P., 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 I Encontro Geologia do Cone Sul, SBG/Núcleo RS, Porto Alegre, RS, Boletim de Resumos Expandidos*, pp. 39-50.
- Paim P. S & Sherer C.M. 2007. High-resolution stratigraphy and depositional model of windand water-laid deposits in the ordovician Guaritas rift (Southernmost Brazil). *Sedimentary Geology*, **202**:776-795.
- Paim P.S.G. 1994. Depositional Systems and Paleogeographical Evolution of the Camaquã and Santa Bárbara Basins, Brazil. *Tese de Doutorado*, Oxford, 277p.
- Paim P.S.G. 1995. Fluvial paleogeography of the Guaritas depositional sequence of southern Brazil. In: A.G. Plint (Ed.), *Sedimentary Facies Analysis, International Association of Sedimentologists Special Publication*, vol. 22, pp. 3-16.
- Paim P.S.G. 1996. O sistema deserto úmido Pedra Pintada (cambro-ordoviciano do RS). In: *XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Salvador, BA, Boletim de Resumos Expandidos*, vol. 2, pp. 207-209.
- Paim P.S.G., Faccini U.F., Netto R.G. & Nowatzki C.H. 1992. Estratigrafia de sequências e sistemas de posicionais da Bacia do Camaquã e Santa Bárbara, Eopaleozóico do RS (Brasil). *Serie Correlación Geologica – Universidad Nacional Tucumán*, **9**:41-45.
- Paim P.S.G., Chemale Jr. F. & Lopes R.C. 2002. A Bacia do Camaquã. In: M. Holtz & L.F. DeRos (Eds.), *Geologia do Rio Grande do Sul, CIGO/UFRGS*, pp. 231-274.
- Potter P.E. & Pettijohn F.J. 1977. Paleocurrents and basin analysis. *Spring-Verlag*, New York, 2 ed., 425 pp.
- Prosser S. 1993. Rift-related linked depositional systems and their seismic expression. *Geological Society. Special Publication* **71**:35-66.
- Reading H.G. 1986. Facies. In: H.G. Reading (Ed.), *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell, Oxford, 2 ed., pp. 4-19.
- Ribeiro M. & Lichtenberg E. 1978. Síntese da Geologia do Rio Grande do Sul. In: *XXX Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Recife, PE, Anais*, vol. 6, pp. 2451-2463.
- Ribeiro M., Bocchi P.R., Figueiredo Filho P.M. & Tessari R.I. 1966. Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. *Boletim* 127, DNPM/DFPM, Rio de Janeiro, RJ, 232 p.
- Ribeiro M. 1970. Geologia da Folha de Bom Jardim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM*, Rio de Janeiro, n. 247, p. 1-142.
- Robertson J.F. 1966. Revision os Stratigraphy and nomenclature of rock units in Caçapava-Lavras Region. *Notas e Estudos, IG-UFRGS*, **1**:41-54.
- Scherer C.M.S., Paim P.S.G. & Melo M.A. 2003. Estratigrafia de alta resolução em sucessões fluvio-eólicas: o exemplo do Alogrupo Guaritas (Bacia do Camaquã) na localidade da Pedra Pintada, Rio Grande do Sul, Brasil. In: *I Encontro sobre a estratigrafia do Rio Grande do Sul: Escudo e Bacias*, Porto Alegre, RS, Anais, pp. 99-103.

- Shanley K.W. & McCabe P.J. 1994. Perspectives on the sequences stratigraphy of continental strata. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **78**:544-568.
- Teixeira A.L., Gaucher C., Paim P.S.G., Fonseca M.M., Parente C.V., Silva Filho W.F. & Almeida A.R. 2004. *Bacias do Estágio da Transição da Plataforma Sul-Americana*. In: V. Mantesso Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro & B.B. Brito Neves (Eds.), *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beca, pp. 487-537.
- Tucker M. 1989. The field description of sedimentary rocks. Handbook Series, Geological Society of London.
- Walker R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: R.G. Walker & N.P. James (Eds.), *Facies Models and Response to Sea-level Change*, Geological Association of Canada, Geotext 1, pp. 1-14.
- Walker R.G. 2006. Facies model revisited, SEPM, cap. *Facies models revisited: Introduction*. pp. 1-18.
- Went D.J. 2005. Pre-vegetation alluvial fan facies and processes: an example from the Cambro-Ordovician Rozel Conglomerate Formation, Jersey, Channel Islands. *Sedimentology*, 52:693-713.
- Wright V.P. & Marriott S.B. 1993. The sequence stratigraphy of fluvial depositional systems: the role of floodplain sediment storage. *Sedimentary Geology*, **86**:203-210.

