

ESTRATIGRAFIA E EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DO GRUPO SANTA BÁRBARA (EDIACARANO) NA SUB-BACIA CAMAQUÃ OCIDENTAL, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

GELSON LUÍS FAMBRINI¹, RENATO PAES DE ALMEIDA² &
ANTONIO ROMALINO SANTOS FRAGOSO-CESAR²

Resumo No Sul e Sudeste do Brasil e no extremo Sul do Uruguai, ocorrem diversos depósitos sedimentares e vulcanogênicos posteriores ao Ciclo Brasileiro. No Rio Grande do Sul encontram-se as melhores exposições destas ocorrências, englobadas no Supergrupo Camaquã. Esta unidade abrange (i) Grupo Maricá, (ii) Grupo Bom Jardim, (iii) Formação Acampamento Velho, (iv) Grupo Santa Bárbara, (v) Grupo Guaritas e (vi) Suíte Intrusiva Rodeio Velho, totalizando mais de 8000 metros de espessura. O Grupo Santa Bárbara aflora nas três sub-bacias que compõem o Supergrupo Camaquã, em ocorrências contínuas nas sub-bacias Camaquã Ocidental e Oriental e em janelas estruturais sob o Grupo Guaritas na Sub-Bacia Camaquã Central. A evolução estratigráfica e paleogeográfica da Sub-Bacia Camaquã Ocidental é o tema do presente artigo. As unidades aflorantes na Sub-Bacia Camaquã Ocidental compreendem, na base, conglomerados e arenitos fluviais associados a leques aluviais, que ocorrem no sopé da serra de Santa Bárbara e nas colinas a sul do vale do Seival, englobadas na Formação Estância Santa Fé. Sobre esta unidade ocorrem ritmitos psamo-pelíticos da Formação Seival, expostos nos vales do arroio do Seival e do arroio Santa Bárbara, que compõem sucessão progradante para arenitos tabulares rítmicos de águas rasas, sendo abundantes, em toda a unidade, evidências de ação de marés. Sobre esta formação ocorrem arenitos de rios entrelaçados com conglomerados associados da Formação Serra dos Lanceiros. Esta unidade fluvial é parcialmente interrompida, na porção norte da sub-bacia, por sucessão de ritmitos e arenitos tabulares lagunares com evidências de ação de marés, que afloram no vale do arroio dos Lanceiros (Formação Arroio Umbu). Os siltitos e arenitos lagunares são sobrepostos, no norte da área, por arenitos finos a médios de frente deltaica que representam a progradação do delta intra-estuarino. Sobre estes depósitos lagunares há nova progradação de arenitos fluviais seguidos por conglomerados de leques aluviais, na serra do Segredo, constituindo a Formação Pedra do Segredo. Evento importante de reestruturação da bacia, registrado na Formação Pedra do Segredo, ocorre associado à transgressão dos depósitos estuarinos sobre a planície aluvial, com o soerguimento do alto de Caçapava do Sul e individualização da Sub-Bacia Camaquã Ocidental, concomitantemente ao aumento das taxas de subsidência. A origem tectônica desse conjunto é evidenciada pela proveniência de clastos do alto de Caçapava do Sul e pela presença de fácies de leques deltaicos intercaladas às porções proximais do sistema lagunar e progradando sobre o conjunto.

Palavras-Chave: Grupo Santa Bárbara, Bacia do Camaquã, análise de fácies, estratigrafia, Ediacarano

Abstract *STRATIGRAPHY AND PALEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE SANTA BÁRBARA GROUP (EDIACARAN) IN THE WESTERN CAMAQUÃ SUB-BASIN, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.* In the south and southeastern Brazil and in the south of Uruguay post-Brasiliiano Cycle sedimentary and volcanogenic deposits of the Ediacaran-Early Paleozoic occur. In the state of Rio Grande do Sul the best exposures of these rock covers crop out and were related to the Camaquã Supergroup. The supergroup, with a thickness of over 8,000m, is formed by the following units, from base to top: (i) siliciclastic Maricá Group; (ii) volcano-sedimentary Bom Jardim Group; (iii) volcanic Acampamento Velho Formation; (iv) siliciclastic Santa Bárbara Group; (v) siliciclastic Guaritas Group; and (vi) Rodeio Velho intrusive suite. The Santa Bárbara Group occur in three sub-basins NNE-SSW oriented, named Western, Central and Eastern Camaquã respectively and separated by the Caçapava do Sul and Serra das Encantadas basement highs. This work aims to play a paleogeographic evolution of the Western Camaquã Sub-Basin. The sedimentary units of the Western Camaquã Sub-Basin comprise, at the base, conglomerates and sandstones with subordinate siltstones and fine-grained sandstones of the Estância Santa Fé Formation. These deposits are interpreted to be alluvial fans dominated by sheet-floods processes, and channel deposits in braided rivers. Above these rhythmites in the arroio Seival and arroio Santa Bárbara valleys occur, composing a progradational succession to shallow water tabular sandstones, with evidence of tide action, named Seival Formation. This unit is covered by braided rivers sandstones and subordinate conglomerates of the Serra dos Lanceiros Formation. The fluvial succession is interrupted by succession of lagoonal rhythmites and fine-sandstones with evidence of tide action comprising the Arroio Umbu Formation. Lagoonal siltstones and sandstones were overlaid by delta-front fine-to-medium sandstones representing the progradation of estuarine delta. Over the lagoonal deposits new progradation of fluvial sandstones followed by alluvial fans conglomerates occur, comprising the Pedra do Segredo Formation. Important event of reorganization is registered in the Pedra do Segredo Formation through the uplift of the Caçapava do Sul High. The contribution of detritus by the basement high of the Caçapava do Sul and the presence of alluvial fans suggest that tectonic isolation of the Western Camaquã Sub-Basin occurred only at late stages of evolution of the group, by the progradation of alluvial facies over the lagoonal and estuarine environments.

Keywords: Santa Bárbara group, Camaquã Basin, facies analysis, stratigraphy, Ediacaran

INTRODUÇÃO As faixas de afloramentos pré-cambrianos do Uruguai e das regiões Sul e Sudeste do Brasil notabilizam-se por várias ocorrências de rochas sedimentares e vulcanogênicas posteriores aos eventos orogênicos que originaram o Supercontinente Gondwana e anteriores à instalação das grandes bacias intracratô-

nicas paleozóicas. Tais ocorrências desenvolveram-se em bacias associadas às falhas de direção ENE a NNE do embasamento e caracterizam-se por profusos conglomerados e arenitos continentais e costeiros, além de rochas vulcânicas associadas a granitos.

Essas bacias apresentam o registro das etapas de estabiliza-

1 - Depto. de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 50.740-530, Recife, PE. PRH-26 (ANP/FINEP/UFPE). E-mail: gelson.fambrini@ufpe.br

2 - Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental (GSA), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. E-mail: rpalmeid@usp.br, romalino@usp.br

ção do Gondwana, e dentre elas a maior e mais completa é a Bacia do Camaquã, na região centro-sul do Rio Grande do Sul (Fig. 01). Nessa região afloram espessas sucessões sedimentares siliciclásticas do Ediacarano e do Eopaleozóico, tradicionalmente consideradas como depósitos de bacias relacionadas à orogênia brasileira (Almeida 1967, 1969, Fragoso-Cesar et al. 1984, 1985, Fragoso-Cesar 1991, Gresse et al. 1996, Paim et al. 2000), depois interpretadas como bacias transcorrentes de fases tardias do evento colisional (Oliveira & Fernandes 1991, Fernandes et al. 1992, Machado & Sayeg 1992) ou como bacias distensionais tipo rifte sem vínculo claro com a orogênie brasileira (Fragoso-Cesar et al. 2000, 2001^{a, b}, 2002, 2003, Fambrini et al. 2001, Fambrini 2003, Janikian et al. 2003, Fambrini et al. 2005).

As sucessões que preenchem a Bacia do Camaquã compõem o Supergrupo Camaquã (Ediacarano a Eopaleozóico) no sentido de Fragoso-Cesar et al. (2003), que abrange o Grupo Maricá,

Grupo Bom Jardim, Formação Acampamento Velho, Grupo Santa Bárbara, Grupo Guaritas e Suíte Intrusiva Rodeio Velho, totalizando mais de 8000 metros de espessura. O supergrupo possui várias ocorrências limitadas por falhas de direção NNE, que isolam três sub-bacias separadas pelos altos de Caçapava do Sul e da Serra das Encantadas: sub-bacias Camaquã Ocidental, Central e Oriental (Fig. 01). O Grupo Santa Bárbara aflora nas três sub-bacias, em ocorrências contínuas nas sub-bacias Camaquã Ocidental e Oriental, e sob o Grupo Guaritas na Sub-Bacia Camaquã Central.

O presente trabalho apresenta os resultados de levantamentos sedimentológicos e estratigráficos, análises de fácies e sistemas deposicionais realizados na área-tipo do Grupo Santa Bárbara, Sub-Bacia Camaquã Ocidental, que resultaram em proposta litoestratigráfica e na reconstituição da paleogeografia da unidade.

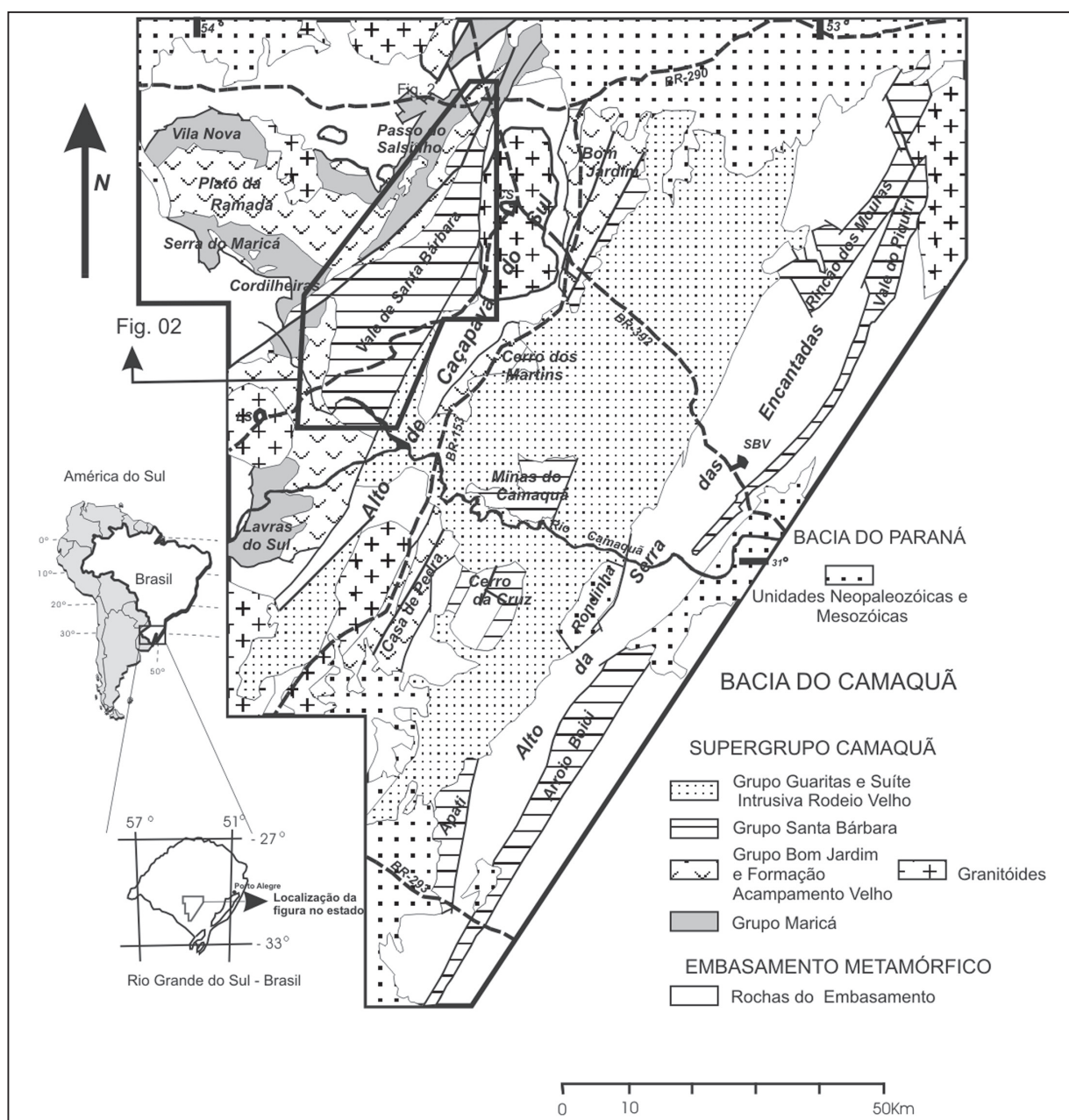


Figura 01- Esboço geológico das unidades neoproterozóicas e eopaleozóicas do Rio Grande do Sul, com destaque para as unidades que constituem o Supergrupo Camaquã. Cidades: CS-Caçapava do Sul; LS-Lavras do Sul; SBV-Santana da Boa Vista (modificado de Fragoso-Cesar et al. 2000).

MÉTODOS O estudo da área-tipo do Grupo Santa Bárbara baseou-se no mapeamento geológico 1:50.000 da unidade na Sub-Bacia Camaquã Ocidental, fundamentado na descrição detalhada de mais de 360 afloramentos em seis etapas de campo, além da interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas (escala 1:25.000).

Os trabalhos de mapeamento foram acompanhados por levantamentos estratigráficos de detalhe, análises de fácies sedimentares, paleocorrentes, proveniência de conglomerados e petrografia. A interpretação dos sistemas deposicionais, baseada no método descrito por Walker (1992) e Reading (1996), o reconhecimento dos padrões de empilhamento e a caracterização das principais unidades litoestratigráficas levaram à proposição da evolução estratigráfica do Grupo Santa Bárbara aqui apresentada.

A análise de paleocorrentes baseou-se na medição sistemática de estruturas sedimentares indicadoras de paleofluxo, principalmente estratificações cruzadas acanaladas e tabulares conforme trabalhos de Miall (1974, 1996, 2000). Os dados coletados foram corrigidos de forma a se restabelecer a posição original de cada plano ou eixo antes da deformação e conseqüente basculamento das camadas.

A análise de proveniência de clastos foi realizada em conglomerados e arenitos conglomeráticos através do reconhecimento e contagem, até um total de aproximadamente 100 clastos por estação de medidas, dos litotipos presentes na fração granulométrica maior que 1 cm, de acordo com a proposta de Fambrini (1998) e Fambrini *et al.* (1998). Os objetivos do procedimento foram avaliar a contribuição das diversas áreas-fontes, identificadas em reconhecimentos regionais no embasamento, e integrar as informações obtidas com os dados de paleocorrentes, delineando-se quadro paleogeográfico de transporte sedimentar e evolução dos altos adjacentes à bacia.

TRABALHOS ANTERIORES A geologia das coberturas sedimentares e vulcânicas pré-permianas da porção centro-sul do Rio Grande do Sul tem sido estudada por diversos autores desde os trabalhos pioneiros de Carvalho (1929, 1932). Nestes mais de setenta anos, diversas propostas estratigráficas foram elaboradas, muitas vezes com visões distintas e idéias conflitantes, resultando em grande quantidade de termos litoestratigráficos que refletem diferentes interpretações de correlações regionais e relações de campo.

O termo Formação Santa Bárbara foi introduzido por Robertson (1966) em contribuição publicada a partir de manuscrito de 1961. Essa proposta elevou a *Série de Camaquan* de Car-

valho (1932) à categoria de grupo, individualizando as camadas inclinadas, denominadas de Formação Santa Bárbara, das camadas horizontais, chamadas Formação Guaritas, separadas por discordância angular. Robertson (1966) também incluiu no Grupo Camaquã uma unidade de conglomerados sobreposta à Formação Guaritas, denominada de Conglomerado Coxilha.

Ribeiro *et al.* (1966), em relatórios referentes a trabalhos de mapeamento geológico em escala 1:250.000, reconheceram ocorrências da Formação Santa Bárbara na Sub-bacia Camaquã Ocidental e propuseram a designação Grupo Bom Jardim para as sucessões vulcânicas e vulcano-sedimentares sotopostas a essa unidade. Correlações estratigráficas entre as diferentes sub-bacias sugeridas por Ribeiro *et al.* (1966) tornaram-se amplamente aceitas, apesar das assumidas dificuldades decorrentes das semelhanças entre sucessões de níveis estratigráficos distintos.

Fragoso-Cesar *et al.* (1984, 1985) propuseram a inclusão de todas as unidades não metamórficas do Neoproterozóico e Eopaleozóico no Grupo Camaquã, considerado como o registro sedimentar de eventos da Orogenia Brasileira.

Os primeiros estudos detalhados dos sistemas deposicionais do então denominado Grupo Camaquã (*sensu* Fragoso-Cesar *et al.* 1984, 1985) foram realizados por Lavina *et al.* (1985) nas regiões das atuais sub-bacias Camaquã Central e Oriental, sendo reconhecidos sistemas eólicos, de leques aluviais, fluvial entrelaçado, de leques costeiros, de turbiditos e de tempestitos.

Excelente trabalho a respeito dos sistemas deposicionais da Bacia do Camaquã e, em particular a Sub-Bacia Camaquã Ocidental, é o de Paim (1994). Neste, os principais sistemas deposicionais da bacia foram minuciosamente descritos e interpretados, tratando-se do primeiro trabalho detalhado com enfoque regional na bacia.

Paim e colaboradores (*e.g.* Paim *et al.* 1995, Paim *et al.* 2000) aplicaram os conceitos da estratigrafia de seqüências e da aloestratigrafia às coberturas da região. A divisão das unidades baseou-se no reconhecimento de superfícies com significado cronológico, principalmente discordâncias erosivas, superfícies de inundação e intervalos vulcânicos, com a formalização de unidades aloestratigráficas.

Paim *et al.* (2000) consideraram uma unidade maior, designada Alosupergrupo Camaquã, constituída pelos alogrupos Maricá, Bom Jardim, Santa Bárbara e Guaritas. O Alogrupo Santa Bárbara foi dividido nas aloformações Acampamento Velho, Santa Fé, Serra dos Lanceiros e Pedra do Segredo.

A partir de 1995, passou-se a desenvolver projeto de estudos sistemáticos da Bacia do Camaquã, baseado em mapeamento de semi-detalle de toda a bacia por pesquisadores e pós-graduandos

Tabela 01 - Litoestratigrafia do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental conforme Justo & Almeida (2004).

Unidade	Descrição e Interpretação
Formação Pedra do Segredo	Arenitos e arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada e conglomerados com estratificação plano-paralela de rios entrelaçados, passando a conglomerados maciços de leques aluviais proximais.
Formação Arroio Umbu	Camadas métricas de siltitos arenosos com laminação cruzada cavalgante e acamadamento heterolítico intercalados a arenitos com estratificação plano-paralela e estratificação cruzada, interpretados como depósitos lagunares.
Formação Serra dos Lanceiros	Arenitos com estratificação cruzada acanalada e conglomerados sustentados pelos clastos, geralmente imbricados, de sistemas de rios entrelaçados.
Formação Seival	Arenitos finos micáceos e siltitos em intercalações rítmicas e ciclos granodecrescentes de arenitos com estratificação cruzada e películas de argila passando a ritmitos arenosos com acamadamento heterolítico. Depósitos marinhos rasos com ação de marés.
Formação Estância Santa Fé	Conglomerados estratificados e arenitos com estratificação cruzada acanalada de sistemas fluviais de rios entrelaçados pouco canalizados e siltitos e arenitos finos interpretados como incursão marinha.

do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (e.g. Fambrini *et al.* 1996, Fragoso-Cesar *et al.* 2000, 2001^{a, b}, 2002, 2003). Os resultados obtidos incluem revisão e formalização da litoestratigrafia da Bacia do Camaquã, que diverge das propostas de Ribeiro *et al.* (1966) e Paim *et al.* (1995, 2000) principalmente no que se refere às correlações entre as sub-bacias. Tal proposta, contida em Fragoso-Cesar *et al.* (2003), eleva o Grupo Camaquã à categoria de supergrupo, composto pelos grupos Maricá e Bom Jardim, Formação Acampamento Velho, grupos Santa Bárbara e Guaritas e Suíte Intrusiva Rodeio Velho.

Almeida (2001) realizou mapeamento em escala 1:50.000 da área-tipo do Grupo Santa Bárbara e propôs interpretações de sistemas deposicionais, coluna litoestratigráfica informal, além de tecer considerações sobre os controles externos na formação das seqüências deposicionais.

O GRUPO SANTA BÁRBARA NA SUB-BACIA CAMAQUÃ OCIDENTAL

A Sub-Bacia Camaquã Ocidental (Fig. 02) é separada da Sub-Bacia Camaquã Central pelo alto de Caçapava do Sul, onde afloram rochas metassedimentares e metavulcanoclásticas neoproterozóicas do Terreno Rio Vacacaí (Fragoso-Cesar 1991) e granitóides do Maciço de Caçapava do Sul. Na sua borda oeste, a sub-bacia ocorre sobre rochas gnáissico-graníticas e metamórficas, também do Terreno Rio Vacacaí.

Nessa sub-bacia, o Supergrupo Camaquã apresenta basculamento das camadas predominantemente para leste e, em menor medida, para norte, com as unidades mais antigas aflorando a oeste e a sul. O Grupo Maricá, que aparentemente aflora apenas na Sub-Bacia Camaquã Ocidental, apresenta duas grandes exposições, uma no noroeste e outra no sudoeste da sub-bacia. Na porção sudoeste essa formação mostra-se cortada por diques correlacionáveis ao *stock* granítico de Lavras do Sul, e é sobreposta por sucessões vulcano-sedimentares e vulcânicas (predominantemente andesitos) do Grupo Bom Jardim (*sensu* Janikian *et al.* 2003). Na porção central, deixa de aflorar sob o Platô da Ramada, onde é recoberta por derrames riolíticos e piroclásticas ácidas da Formação Acampamento Velho. Na porção noroeste aflora sob rochas sedimentares do Grupo Bom Jardim.

Acima das rochas sedimentares do Grupo Bom Jardim destacam-se riolitos correlacionáveis aos do Platô da Ramada (Wildner *et al.* 1994) que sustentam o relevo da serra de Santa Bárbara e do Cerro do Bugio. No extremo norte da sub-bacia, novos derrames andesíticos recobrem as vulcânicas ácidas.

O Grupo Santa Bárbara apresenta contatos predominantemente tectônicos com as unidades inferiores; apenas localmente possui contatos erosivos com os andesitos do Grupo Bom Jardim (no limite sudoeste da unidade) e vulcânicas ácidas da Formação Acampamento Velho (na borda oeste).

No extremo sul da área, o Grupo Santa Bárbara é recoberto por conglomerados do Grupo Guaritas em inconformidade angular e, na borda sudeste, apresenta justaposição tectônica com arenitos eólicos deste grupo que recobrem o alto de Caçapava do Sul.

As unidades do Supergrupo Camaquã aflorantes na porção leste da Sub-Bacia Camaquã Ocidental e suas relações com o embasamento adjacente são representados na Figura 02.

LITOESTRATIGRAFIA DO GRUPO SANTA BÁRBARA NA SUB-BACIA CAMAQUÃ OCIDENTAL

O Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental pode ser subdividido em cinco unidades litoestratigráficas (Fig. 02 e Tabela 02). A correlação destas unidades com aquelas encontradas nas demais sub-bacias foi realizada por Fambrini (2003), sendo a presente proposta de subdivisão na área-tipo da unidade (vale

dos arroios Santa Bárbara e Seival) primeiro passo em direção à formalização da litoestratigrafia de toda a unidade.

Formação Estância Santa Fé A Formação Estância Santa Fé compõe-se de conglomerados e arenitos aluviais, além de intervalo de siltitos e arenitos finos interpretado como registro de incursão marinha (Fig. 03). Essa unidade aflora na serra de Santa Bárbara, no flanco leste do Cerro do Bugio, nas colinas a sul do Vale do Seival e na faixa de morros do Cerro da Pedra. Possui grande espessura (até 1200 metros), e talvez não represente realmente a unidade basal do grupo, e sim depósitos de borda, havendo unidades inferiores no centro da bacia não aflorantes. A localidade-tipo —Estância Santa Fé— corresponde à sede de antiga estância localizada à margem da rodovia RS-357 (~km 38) que liga as cidades de Caçapava do Sul e Lavras do Sul. Esta localidade foi utilizada por Paim *et al.* (1995) para definir a Aloformação Santa Fé. No entanto, a denominação Santa Fé mostrou-se imprópria, pois foi formalizada por Campos & Dardenne (1994) para o Grupo Santa Fé do Neopaleozóico da Bacia Sanfranciscana, invalidando assim seu emprego, de acordo com as normas do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri *et al.* 1986).

A Formação Estância Santa Fé pode ser separada em três porções estratigraficamente distintas que refletem o padrão de preenchimento da Sub-Bacia Camaquã Ocidental durante a evolução sedimentar da unidade (Fig. 02). Assim, esta unidade apresenta na porção inferior: (i) depósitos de leques aluviais constituídos por conglomerados estratificados, associados a arenitos e conglomerados fluviais; na porção intermediária (ii) depósitos costeiros compostos por siltitos e arenitos finos; na porção superior, (iii) depósitos fluviais de rios entrelaçados.

Depósitos de leques aluviais e de rios entrelaçados proximais A porção inferior da Formação Estância Santa Fé, com até 400 metros de espessura, caracteriza-se pelo predomínio de conglomerados estratificados (fácies Ce), dispostos em camadas tabulares com estratificação plano-paralela associados a arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular (fácies Acg) e conglomerados maciços (Cm) sustentados por arcabouço. Além dos conglomerados, ocorrem raras intercalações métricas de siltitos e arenitos finos laminados (fácies Sl).

Nestas porções, notadamente em exposições junto à serra de Santa Bárbara, destacam-se conglomerados oligomíticos a monomíticos maciços (fácies Cm), desorganizados, com camadas pouco evidentes, sustentados por clastos arredondados da granulometria seixo a calhau grande ($\phi_{\text{máx}} = 25$ cm), envoltos por arenitos grossos a muito grossos, arcoseanos, mal selecionados, com grânulos esparsos, predominantemente de riolitos, ignimbritos e riolitos fluidais relacionados à Formação Acampamento Velho, além de andesitos associados ao Grupo Bom Jardim. As características do depósito sugerem mecanismos de fluxo gravitacional de sedimentos, do tipo fluxo de detritos de caráter proximal (*debris-flow*) com pouca matriz (*sensu* Shultz 1984).

Acima dessa sucessão inferior, passa a predominar a fácies de conglomerados estratificados (fácies Ce) (Fig. 04). Esta fácies ocorre em ciclos granodécrescentes decimétricos a métricos, que por vezes terminam com arenitos médios a grossos mal selecionados com estratificação plano-paralela conspícua, por vezes conglomeráticos ou com seixos esparsos com estratificação plano-paralela (fácies Ap), perfazendo camadas tabulares de grande continuidade lateral. Os conglomerados polimíticos a oligomíticos da fácies Ce são organizados, dispostos em camadas tabulares decimétricas (40-60 cm), sustentados por arcabouço composto por seixos a calhaus subangulosos a arredondados dimensões de 6 a 25 cm, com extremo de 1 m, (Fig. 05), com gradação normal dos clastos no seu interior. Os conglomerados

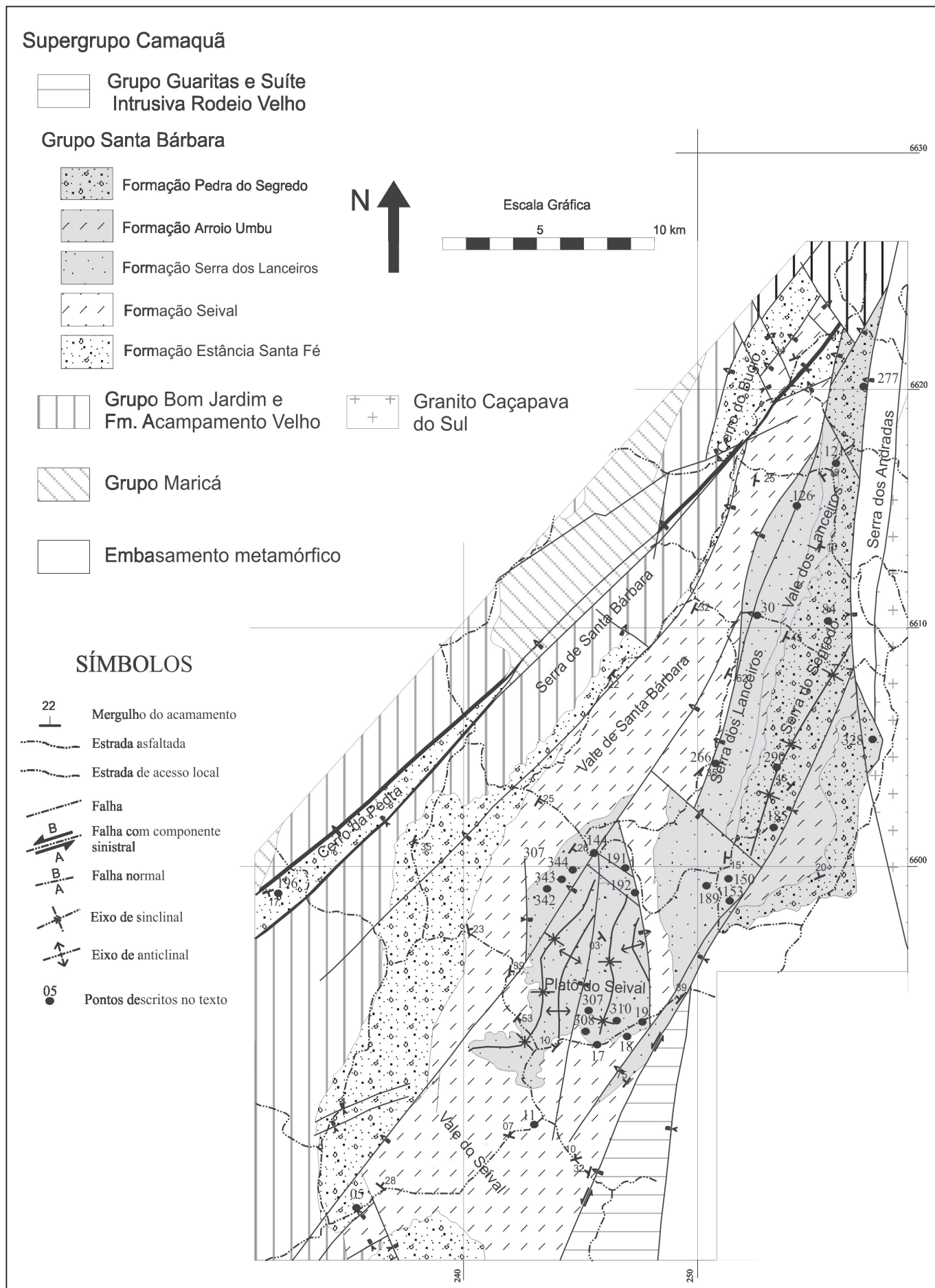


Figura 02- Mapa geológico do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental (modificado de Almeida 2001).

Tabela 02 - Resumo das fácies sedimentares do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental

Código	Fácies	Descrição	Interpretação
Cma	Conglomerados maciços de matriz argilosa	Conglomerados monomíticos matriz-suportados com matriz argilosa e fragmentos de diversos tamanhos, restritos a afloramentos isolados.	Fluxo de detritos, associados a leques aluviais proximais.
Cm	Conglomerados maciços	Conglomerados maciços monomíticos, sustentados por arcabouço constituído por clastos predominantemente da granulometria matacão ($\phi_{m\acute{a}x.} = 1m$).	Fluxo de detritos de porções proximais de leques aluviais com pouca matriz.
Ce	Conglomerados com estratificação plano-paralela	Conglomerados organizados em camadas tabulares métricas, sustentados pelo arcabouço ou por matriz arcoseana de granulometria de areia grossa, mal selecionada, com estratificação plano-paralela.	Fluxo não canalizado do tipo enchente em lençol de fácies de leques aluviais.
Acg	Arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular	Arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular de médio porte e feições métricas de corte e preenchimento. Geralmente sustentados por matriz arcoseana, mas com ocorrência de bolsões métricos de clastos imbricados, de granulometria seixo a calhau.	Barras longitudinais de sistemas fluviais de rios entrelaçados de granulometria grossa associados a leques aluviais
Am	Arenitos médios a finos maciços	Arenitos médios a finos maciços, bem litificados, sem estruturas aparentes, camadas individuais normalmente decimétricas tabulares de grande continuidade lateral.	Correntes de turbidez,
Ap	Arenitos com estratificação plano-paralela	Arenitos arcoseanos micáceos organizados em camadas tabulares de espessura decimétrica, com estratificação plano-paralela.	Fluxo laminar superior, associado a diversos processos de acordo com a associação em que se inserem.
Aa	Arenitos grossos a médios com estratificação cruzada acanalada	Arenitos arcoseanos e arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada de pequeno e médio porte, por vezes com concentração de clastos nos estratos frontais.	Dunas subaquáticas em canais fluviais entrelaçados e canais estuarinos meandantes, ou de campos de dunas costeiras.
At	Arenitos com estratificações cruzadas tabulares	Arenitos médios a grossos feldspáticos, mal selecionados, com estratificações cruzadas tabulares de médio ângulo e pequeno e médio porte.	Barras longitudinais de rios entrelaçados, no caso da associação com Aa, e barras de maré, no caso da associação com Ath.
Acc	Arenitos finos e médios com laminação cruzada de corrente	Arenitos finos a médios, micáceos, com laminações cruzadas, por vezes cavalgantes, em camadas de centimétricas a decimétricas. Ocorrem marcas onduladas simétricas com base erosiva e dessemelhança estrutural nos estratos.	Correntes subaquáticas. Quando cavalgantes indicam ação conjunta de processos de tração e decantação. As de base reta, assimétricas e uni a bidirecionais sugerem derivação de correntes de turbidez ou lobos de suspensão deltaicos, as de base escavada e pluridirecionais de fluxo oscilatório ou combinado, sob ação de ondas.
Ao	Arenitos finos com marcas onduladas	Arenitos finos, micáceos, acastanhados, com preservação da forma de marcas onduladas geralmente assimétricas no topo das camadas.	Correntes subaquáticas, na maioria dos casos de pouca profundidade.
H	Arenitos e siltitos heterolíticos	Arenitos ricos em marcas onduladas dispostos em camadas centimétricas com siltitos argilosos depositados nas calhas das marcas onduladas, de topos ondulados.	Alternância de processos de tração e decantação em ambientes de planícies de maré, arenosa, mista ou argilosa.
Ath	Arenitos finos com estratificação cruzada tangencial e lâminas heterolíticas argilosas	Arenitos finos com estratificações cruzadas tangenciais de pequeno e raramente médio porte, com profusão de intercalações de lâminas argilosas e freqüente presença de intraclastos argilosos nos <i>foresets</i> . Camadas decimétricas descontínuas, mas com limites bem definidos tendendo a tabulares.	Variação de energia de correntes, com freqüente interrupção da corrente geradora da barra arenosa e deposição de argila por decantação seguida por retomada da atividade da corrente, por vezes gerando fragmentação de camadas argilosas anteriores e formação de intraclastos. Caracterizam barras de sub-maré.
Sl	Siltitos e arenitos finos laminados	Siltitos e arenitos finos a muito finos, muito micáceos, com laminação plano-paralela, em camadas geralmente tabulares, e raramente lenticulares, de espessura centimétrica a decimétrica.	Correntes subaquáticas predominantemente de regime de fluxo inferior.

da fácies Ce associam-se a arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular de médio porte (fácies Acg), geralmente sustentados por matriz arcoseana, mas com ocorrência de bolsões métricos de conglomerados sustentados pelo arcabouço, com imbricação de seixos. Também se intercalam com arenitos lenticulares com estratificação cruzada acanalada (fácies Aa), comumente com estratificação deformada por fluidificação.

Esta associação de fácies é interpretada como depósitos de correntes fluviais de alta energia, sendo as camadas, lentas e bol-

sões conglomeráticos interpretados como barras predominantemente longitudinais com preponderância de carga de fundo, e a fácies Aa como dunas subaquáticas, enquanto que a fácies Ce, intercalada com arenitos da fácies Ap conglomeráticos, dispostos em camadas decimétricas a métricas de geometria tabular, são interpretados como pulsos de depósitos tipo enchente em lençol (*sheet-flood*) intercalados às fácies de fluxo canalizado descritas acima.

As associações de fácies e as geometrias sugerem predomi-

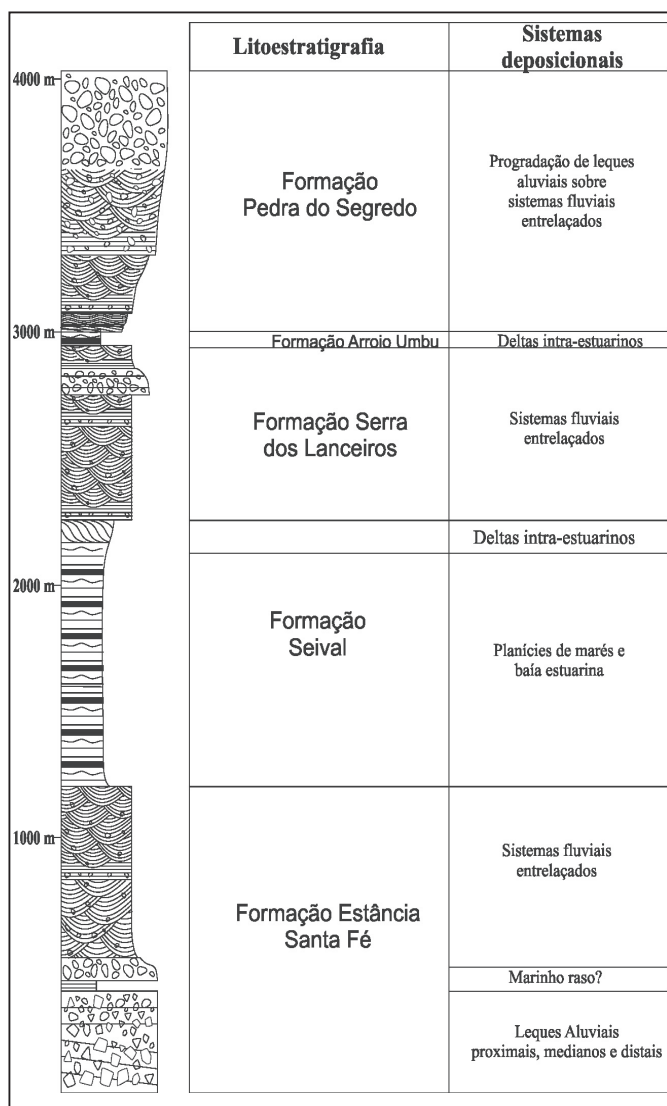


Figura 03- Coluna litoestratigráfica composta do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental e interpretações de sistemas deposicionais (modificada de Almeida 2001)

nio de fluxo desconfinado tipo enchentes em lençol. Subordinadamente ocorrem depósitos de correntes fluviais, provavelmente depositados em canais rasos e largos e/ou de grande migração lateral, não sendo reconhecíveis os canais em escala de afloramento, e depósitos de fluxo de detritos. Essa interpretação é compatível com sistemas de leques aluviais (*sensu* Nilsen 1982, Blair & McPherson 1994, Blair 1999) retrabalhados no topo e em posição distal por sistemas fluviais de rios entrelaçados conglomeráticos rasos (*sensu* Miall 1985, 1996). Esta interpretação já havia sido feita com pequenas diferenças por Paim (1994), Paim *et al.* (2000) e Almeida (2001), aqui corroborada.

A análise de proveniência realizada nestas fácies rudáceas evidencia predominância de clastos de rochas vulcânicas (fragmentos de riolito porfírico, riolito fino, quartzo, lapilli tufito, ignimbrito, brecha piroclástica) relacionadas à denudação da Formação Acampamento Velho e do Grupo Bom Jardim.

Nestes depósitos foram medidos 64 planos de estratificação cruzada acanalada e, subordinadamente, tabular, distribuídos em três estações de medidas (Fig. 06). Os principais sentidos de paleocorrentes são para norte e leste, caracterizando aporte provavelmente axial desses leques em relação à orientação principal NNE da bacia

Depósitos litorâneos A porção central da Formação Estância Santa Fé apresenta sucessão de aproximadamente 40 m de espessura de siltitos arenosos e arenitos finos micáceos heterolíticos (fácies H), com raras intercalações da fácies Am e At. Esta sucessão pode ser acompanhada por vários quilômetros, interpretada como decorrente de evento de inundação por transgressão marinha e limitada no topo por contato brusco com conglomerados fluviais.

Depósitos de rios entrelaçados A porção superior da Formação Estância Santa Fé, com mais de 700 m de espessura, caracteriza-se por granodecrescência de conglomerados estratificados passando a arenitos grossos a médios interpretados como originados em planícies fluviais entrelaçadas distais, seguindo proposições anteriores (Paim 1994, Paim *et al.* 2000, Almeida 2001).

A fácies dominante destes depósitos é a de arenitos com estratificações cruzadas acanaladas (fácies Aa). Esta fácies caracteriza-se por arenitos arcoseanos e arenitos conglomeráticos com má seleção granulométrica e mineralógica e com abundantes estratificações cruzadas acanaladas de pequeno e médio porte, algumas vezes com concentração de clastos rudáceos nos estratos frontais (*foresets*). Subordinadamente associa-se com as fácies Acg e At. Lentes arenosas intercaladas e feições métricas de corte e preenchimento são comuns. Os clastos rudáceos possuem dimensões de 3 a 15 cm, com extremo de 20 cm, e textura de subangulosa a arredondada.

As características apontadas acima permitem, de acordo com Miall (1981, 1985, 1992, 1996, 2000) e Blair & McPherson (1994), considerar esses depósitos como de rios entrelaçados arenosos distais dominados por processos de enchentes em lençol, em presença de fluxo desconfinado, interpretação corroborada pela ausência tanto de grandes canais como de planícies de inundação.

A interpretação de leques aluviais dominados por processos tipo enchentes em lençol implica padrão de drenagem distributário (Blair & McPherson 1994, Blair 1999). A análise de paleocorrentes desses depósitos evidencia baixa consistência e variância das medidas em cada estação investigada, com grande disparidade de direções entre as estações, todavia com direção preferencial de paleofluxo em cada posição do sistema deposicional. O caráter distributário desses depósitos é também inferido por feições reconhecidas nas fotografias aéreas, com pequenas discordâncias angulares interpretadas como resultantes da coalescência lateral de leques aluviais.

Nestes depósitos foram medidos 85 planos de estratificação cruzada acanalada e, subordinadamente, tabular, distribuídos em duas estações de medidas (Fig. 06). Os principais sentidos de paleocorrentes são para E/SE, caracterizando aporte provavelmente transversal desses depósitos em relação à orientação NNE da bacia.

Formação Seival Acima da Formação Estância Santa Fé, em contato relativamente brusco, ocorrem arenitos finos a médios, micáceos, em camadas decimétricas a métricas, intercalados a siltitos arenosos de forma rítmica, e raros argilitos. A Formação Seival aflora no vale do Seival, nas escarpas da serra do Seival e no vale do Arroio Santa Bárbara (Fig. 02) de onde foi retirada a designação por Carvalho (1929, 1932) em referência ao “arenito com palhetas de micas brilhantes na costa do Seival”. Esta unidade pode ser dividida em duas sucessões com relação aos sistemas deposicionais predominantes. A sucessão inferior apresenta domínio de ritmitos formados por intercalações de arenitos finos e siltitos, com freqüente laminação cruzada cavalgante (*climbing ripples*) e acamadamento heterolítico associados a depósitos de baía estuarina. A sucessão superior apresenta ciclos métricos granodecrescentes de arenitos médios a finos passando a ritmitos,

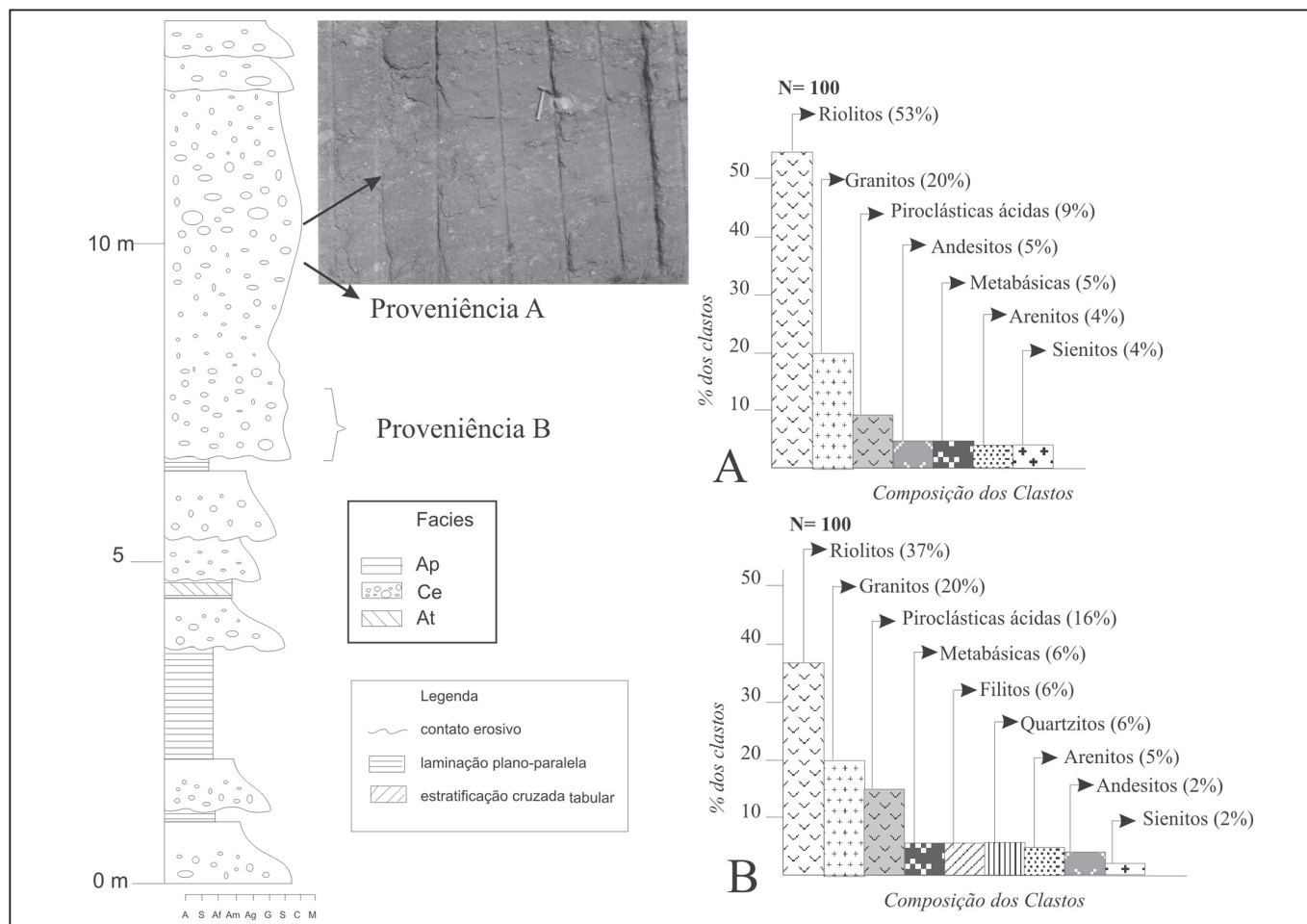


Figura 04- Seção colunar dos conglomerados da Formação Estância Santa Fé em corte da rodovia RS-357 com foto de detalhe dos conglomerados estratificados (fácies Ce).

interpretados como depósitos de planície de marés por Fambrini et al. (1996) e Almeida (2001), aqui corroborados. Paim (1994) e Paim et al. (2000) interpretaram estas duas sucessões como depósitos lacustres e de deltas lacustres, respectivamente.

Depósitos de baía estuarina Estes depósitos envolvem camadas tabulares métricas a decimétricas e lateralmente contínuas de ritmitos finos, formados por intercalações de siltitos arenosos e arenitos finos silteosos micáceos, laminados (fácies SI), e localmente camadas de arenitos com lâminas argilosas nos estratos frontais de barras de areia grossa (*tidal bundles*) da fácies Ath caracterizada por evidências de estagnação periódica da corrente sob influência de marés (Fig. 07), bem como arenitos com marcas onduladas (fácies Ao), ritmitos heterolíticos (fácies H), arenitos com *climbing-ripples* (fácies Ac), maciços (fácies Am) e com estratificação cruzada tabular (fácies At).

Estes depósitos são interpretados como deposição em zonas de máxima concentração de material em suspensão em sistema estuarino (*maximum turbidity zone*) ou em áreas de águas relativamente profundas em sistemas lagunares (Dalrymple et al. 1992). Zonas de concentração de material de suspensão ocorrem em estuários devido ao aprisionamento do material fino pela oposição de correntes com direções distintas (de marés e fluviais) na região intermediária do estuário. A presença de arenitos com estruturas trativas (das fácies At e Ac) relaciona-se ao retrabalhamento dos depósitos estuarinos por marés (barras de sub-maré) ou devido ao rompimento da porção superior de

ilhas-barreira em eventos de tempestades (*washover*), com o transporte de material arenoso para dentro da laguna e deposição na forma de leques.

Depósitos de planícies de marés Os depósitos de planícies de marés compreendem ciclos métricos granodrecrescentes de arenitos passando a ritmitos formados por arenitos e siltitos intercalados em pacotes tabulares (Fig. 08). Estes ciclos iniciam-se com arenitos médios a finos com boa seleção, de aspecto maciço (fácies Am) ou com estratificação cruzada tabular tangencial na base com frequentes superfícies de reativação e lâminas argilosas intercaladas configurando *tidal bundles* (Fig. 09) (fácies Ath), e mais raramente fácies At ou Aa. Estas fácies gradam para ritmitos arenosos com acamadamento heterolítico tipo *flaser* e *wavy* (fácies H), com laminação cruzada cavalgante (fácies Ac), com marcas onduladas (fácies Ao) e com gretas de contração (Fig. 10). A porção inicial dos depósitos de planície de marés apresenta espesso empilhamento com padrão agradacional. As fácies de arenitos foram interpretadas como depósitos de barras de sub-maré, e as fácies H, Ac e Ao como depósitos de intermaré.

Na parte superior destes depósitos há o predomínio das fácies Am, Ac e At, com algumas superfícies de reativação e ocorrência de lâminas argilosas nos estratos frontais das estratificações em ciclos granocrescentes, por vezes associadas a arenitos grossos com grânulos, refletindo a progradação de deltas flúvio-estuarinos (*bayhead deltas*) sobre as fácies mais distais. Essa associação é interpretada como resultado de brusca desaceleração de correntes fluviais em sua desembocadura, em decorrência de au-

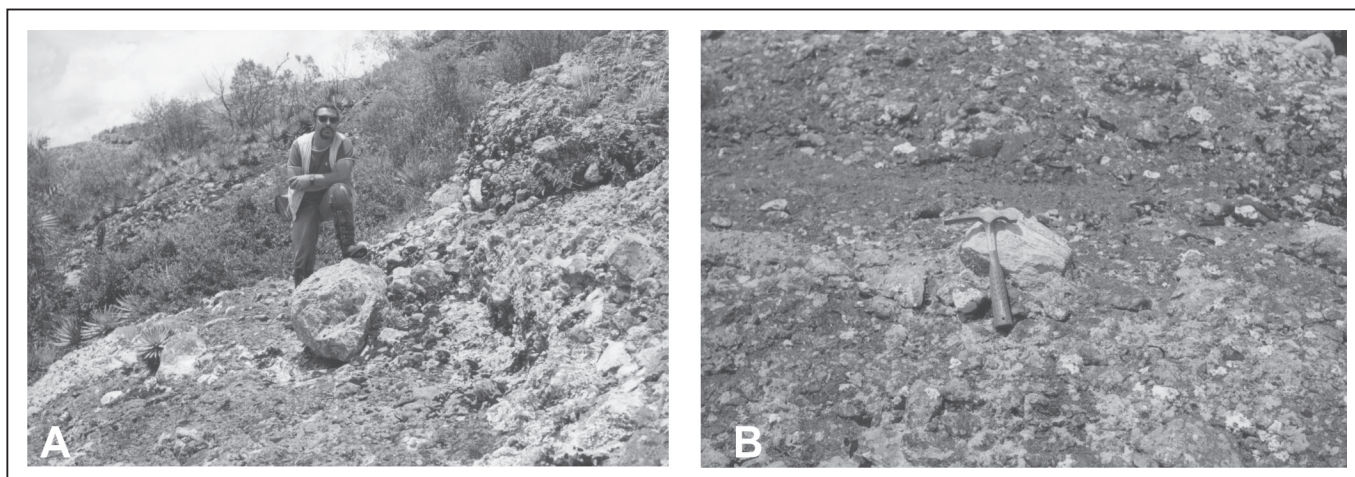


Figura 05- Conglomerados da Formação Estância Santa Fé na região do Cerro da Pedra, Sub-Bacia Camaquã Ocidental. A: Fácies de conglomerados maciços com destaque para matacão de aproximadamente 1 m, B: Conglomerados estratificados (fácies Ce).

mento da espessura da lâmina de água e influência de marés, de acordo com critérios de Dalrymple (1992). Por vezes esta associação possui camadas de arenitos grossos estratificados e arenitos com grânulos (fácies Ap, At), indicando o aporte de material fluvial mais grosso por variação de descarga ou outro processo autocíclico na desembocadura de rios em sistema estuarino com influência de marés. Duas estações de medidas de paleocorrentes (Fig. 06) indicam paleofluxo preferencial para norte.

Formação Serra dos Lanceiros Essa unidade aflora na serra dos Lanceiros (de onde foi retirada a denominação por Paim *et al.* 1995) e no Platô do Seival onde, assim como a Formação Seival, é limitada a leste pela falha de Santa Bárbara, sendo justaposta a rochas metamórficas de baixo grau do alto de Caçapava do Sul e a arenitos eólicos do Grupo Guaritas. O limite inferior com a Formação Seival dá-se por discordância erosiva.

Depósitos de rios entrelaçados Os depósitos fluviais do Membro Serra dos Lanceiros apresentam características semelhantes às dos depósitos equivalentes do topo da Formação Estância Santa Fé, sendo, no entanto, predominantemente areníticos (fácies Aa e At), dispostos em espessos pacotes homogêneos da fácies Ap. Em todo o pacote dessa unidade predominam amplamente depósitos de dunas subaquáticas superpostas, compreendendo as fácies Aa e At em camadas lenticulares a tabulares. Uma das particularidades da fácies Aa destes depósitos é a presença de raros bolsões conglomeráticos. As principais formas de leito correspondem às dunas com cristas sinuosas (fácies Aa) de pequeno porte (Fig. 11). Ocorre também camada métrica a decamétrica de conglomerados (fácies Ce e Acg), lateralmente contínua próxima ao topo da unidade, demonstrando modificação das características do sistema fluvial.

Nestes depósitos foram medidos 227 planos de estratificação cruzada acanalada, subordinadamente tabulares, distribuídos em nove estações (*vide* Fig. 12). A análise de paleocorrentes caracterizou padrão muito consistente de transporte para norte (axial às bordas da bacia), com variância compatível com a interpretação de sistema deposicional de rios entrelaçados.

Histogramas de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos fluviais apontam para derivação mista, com composição claramente polimítica (Fig. 13).

Formação Arroio Umbu Sobre a Formação Serra dos Lanceiros, encerra-se unidade caracterizada por granocrescên-

cia ascendente de siltitos e arenitos finos, de baía estuarina, para arenitos de frente deltaica de *bayhead delta*, denominada Formação Arroio Umbu.

Os siltitos e arenitos finos da porção inicial organizam-se em camadas tabulares a lenticulares, com intercalações de siltitos laminados, localmente com gretas de contração, em camadas decimétricas a métricas e arenitos médios a grossos com estratificação plano-paralela e rara estratificação cruzada acanalada. São abundantes as camadas heterolíticas (Fig. 14) (fácies H). Os arenitos da fácies H são dispostos em camadas centimétricas (ricas em marcas onduladas assimétricas) com siltitos argilosos depositados nas calhas. A variação da proporção entre os níveis arenosos, com topo ondulado, e das camadas ou lentes de finos de calha proporciona o reconhecimento de três tipos de estratificação. No primeiro caso as camadas arenosas predominam, fazendo com que os depósitos de finos fiquem isolados entre si em lentes centimétricas. No segundo caso ocorrem proporções aproximadamente iguais de arenitos e pelitos, resultando em padrão ondulado. No terceiro caso predominam os finos, resultando em isolamento das marcas onduladas arenosas. Destes três tipos de estratificação heterolítica, o mais comum na sub-bacia é o segundo. O predomínio de fácies de decantação e as evidências de ação de marés sugerem sistema lagunar para esses depósitos.

Os siltitos e arenitos lagunares são sobrepostos, no norte da área, por arenitos finos a médios de frente deltaica que representam a progradação do delta intra-estuarino. Conglomerados de leques deltaicos ocorrem associados diretamente aos estratos estuarinos ao longo da borda leste da bacia, sugerindo soerguimento de alto.

Formação Pedra do Segredo A Formação Pedra do Segredo aflora na serra do Segredo e em pequenas escarpas na borda leste do vale do Arroio dos Lanceiros (Fig. 02). Esta denominação foi originalmente empregada como Aloformação Pedra do Segredo por Paim *et al.* (1995, 2000) e aqui adotada. Inicia-se com arenitos finos e médios com estratificações cruzadas tabulares e tangenciais em corpos de geometria lobada interpretados como fácies de frente deltaica de deltas intra-estuarinos progradaçãoais.

Sobre os arenitos de frente deltaica, ocorrem depósitos aluviais com granocrescência de arenitos conglomeráticos a conglomerados fluviais e de leques aluviais. Esta porção superior inclui arenitos com estratificação cruzada acanalada (fácies Aa) e seixos esparsos, conglomerados arenosos com estratificação

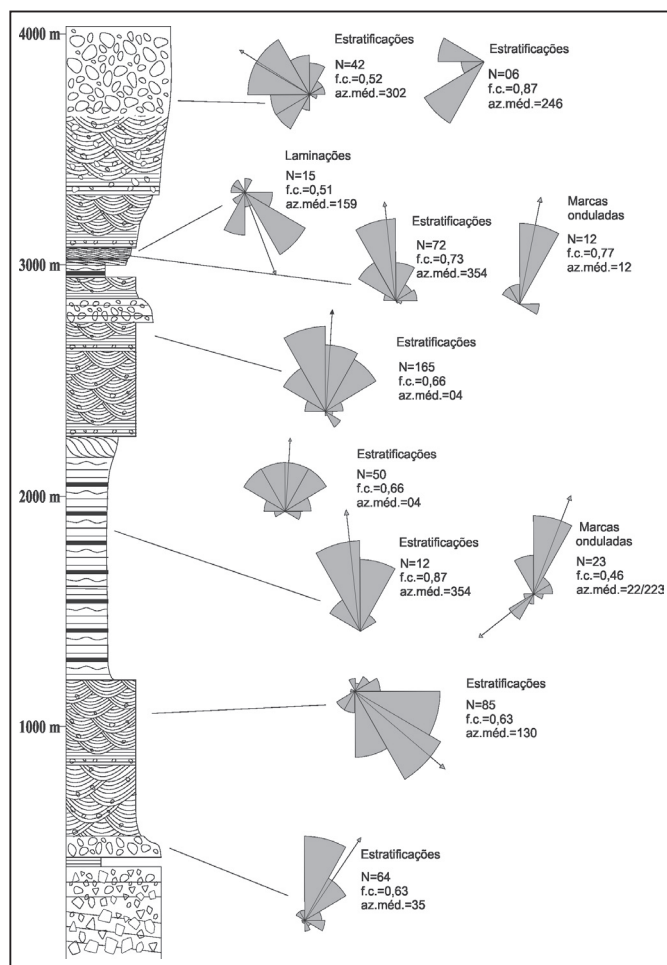


Figura 06- Evolução das paleocorrentes com a estratigrafia do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental. N=número de medidas, f.c.= fator de consistência, az. méd.= azimute do vetor médio.

cruzada acanalada e com estratificação plano-paralela (fácies Ap) e, nas proximidades da borda da bacia, conglomerados maciços com pouca matriz contendo matações de mais de um metro de diâmetro de litologias graníticas.

Depósitos aluviais A porção superior da Formação Pedra do Segredo apresenta, na base, arenitos conglomeráticos com predomínio das fácies Aa, At com seixos esparsos e Ce, que passam, em direção ao topo, para conglomerados das fácies Ce, Acg e Cm. Os arenitos conglomeráticos apresentam predomínio de formas de leito arenosas, com ocorrência restrita de conglomerados lenticulares métricos e espessuras decimétricas da fácies Ce. Mais uma vez não são reconhecidas geometrias canalizadas importantes.

Os conglomerados sustentados por clastos (fácies Ce e Cm) ocorrem no topo da unidade e nas regiões proximais em relação às falhas limitantes da bacia, caracterizados por camadas tabulares a, por vezes, lenticulares, com espessuras decimétricas a raramente métricas e dezenas de metros de extensão e, restritos aos limites da bacia, espessos conglomerados tabulares de base erosiva (fácies Cm e Cma) com blocos de até um metro de diâmetro.

A presença de fácies de fluxo de detritos na porção conglomerática superior caracteriza sistema de leques aluviais (*sensu* Blair & McPherson 1994 e Blair 1999), podendo a porção inferior arenítica ser relacionada a regiões distais desses mesmos leques, nas quais predomina transporte fluvial em planície aluvial

de rios entrelaçados.

Assim os depósitos aluviais da Formação Pedra do Segredo são interpretados como produtos de fácies proximais de leques aluviais sobre planícies de rios entrelaçados distais, evidenciando importante influência tectônica na sedimentação.

Paleocorrentes foram analisadas principalmente nas fácies de arenitos fluviais do topo da Formação Pedra do Segredo, caracterizando transporte predominantemente transversal à bacia, com aporte sedimentar derivado da denudação do alto de Caçapava do Sul, com fluxo para nordeste (Fig. 06).

A análise de proveniência do arcabouço dos conglomerados de leques aluviais da Formação Pedra do Segredo indicam derivação mista, com composição claramente polimítica. Já esta análise realizada em depósitos de leques deltaicos e aluviais do trato de mar alto desta seqüência propiciou fonte de composição mono a oligomítica (Fig. 15).

CORRELAÇÃO COM A FORMAÇÃO RINCÃO DOS MOURAS

As formações Serra dos Lanceiros, Arroio Umbu e Pedra do Segredo são correlatas à Formação Rincão dos Mouras da Sub-Bacia Camaquã Oriental. A denominação deve-se ao chamado Rincão dos Mouras, série de colinas (coxilhas) na Sub-Bacia Camaquã Oriental onde excelentes exposições da unidade ocorrem. A Formação Rincão dos Mouras foi definida por Fambrini (2003) e Fambrini *et al.* (2005) para reunir sucessões de depósitos sobretudo continentais aluviais que marcam a divisão do Grupo Santa Bárbara em sub-bacias separadas por altos do embasamento.

TECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO

De acordo com Almeida (2001), o principal evento modificador da paleogeografia da Sub-Bacia Camaquã Ocidental foi possivelmente o soerguimento do alto de Caçapava do Sul que culminou com o isolamento da bacia, perfazendo importante controle tectônico sobre o preenchimento da Formação Rincão dos Mouras. Dessa forma, as formações Estância Santa Fé e Seival depositaram-se durante período de continuidade com as demais sub-bacias, como atestam as inferências de proveniência e o posicionamento de fácies distais em contato tectônico direto com rochas do alto de Caçapava do Sul.

O preenchimento da sub-bacia inicia-se com a deposição de sistemas de leques aluviais e sistemas fluviais entrelaçados da Formação Estância Santa Fé, com provável origem em bacias de drenagem no bloco abatido de *hemigraben*. O caráter marginal dos depósitos de leques aluviais é atestado pelos padrões de transporte transversais à bacia, ou seja, para sudeste, ao passo que os depósitos de e sistemas fluviais entrelaçados apresentaram padrão de dispersão axial (Fig. 06). Interdigitações de sedimentos de planícies de mar e baía estuarina marcam eventos transgressivos em ciclos de maior frequência dentro do preenchimento sedimentar.

A transgressão marinha possibilitou o desenvolvimento de grande estuário com influência de marés, caracterizado por rápida retrogradação que posicionou a região em ambiente de baía estuarina com predomínio de decantação, seguido por gradual progradação e agradação de depósitos de planícies de maré e barras de sub-maré (formas de leito de canal de maré) da Formação Seival.

Evento erosivo resultante de aporte mais intenso de sedimentos para a bacia promoveu a instalação de planície aluvial de rios entrelaçados com transporte para norte, caracterizando sistemas axiais de dispersão de paleocorrentes, da Formação Serra dos Lanceiros. Este maior aporte de depósitos aluviais associa-se a soerguimento mais efetivo das áreas-fontes com a conseqüente colmatação da bacia ou ao rebaixamento do nível relativo do mar.

Importante evento de reestruturação da bacia ocorre associado à transgressão de novos depósitos estuarinos sobre a planície aluvial englobados na Formação Arroio Umbu, com o soerguimento do alto de Caçapava do Sul e a individualização da Sub-Bacia Camaquã Ocidental (Almeida 2001), concomitantemente ao aumento das taxas de subsidência. A origem tectônica desse conjunto é evidenciada pela proveniência de clastos do alto de Caçapava do Sul e pela presença de fácies de leques deltaicos intercaladas às porções proximais do sistema lagunar e progredando sobre o conjunto. Outro elemento digno de nota da presença de clastos do alto de Caçapava do Sul diz respeito ao caráter das falhas que propiciaram o alçamento deste alto. Conforme discutido em Fragoso-Cesar *et al.* (2000), Almeida (2001) e Fambrini (2003), as análises de proveniência indicaram que as áreas-fonte dos sedimentos do Grupo Santa Bárbara encontram-se sempre adjacentes aos depósitos que contém clastos derivados destas áreas, sugerindo desta feita o caráter normal das falhas responsáveis pelo soerguimento do alto de Caçapava do Sul, em oposição a modelos que defendem movimentação transcorrente destas falhas (*e.g.* Oliveira & Fernandes 1991).

A progradação de sistema de delta intra-estuarino caracteriza-se pela deposição de um sistema fluvial de rios entrelaçados com proveniência e paleocorrentes derivadas do alto recém-soerguido, sobre o qual progredam leques aluviais proximais da

Formação Pedra do Segredo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS O Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental teve sua evolução marcada essencialmente por variações do nível de base relativo, identificadas em ciclos retrogradacionais, agradacionais e progredacionais, bem como pelo controle tectônico na sedimentação.

A caracterização destes padrões de preenchimento poderá servir como elemento de correlação entre as diversas ocorrências do Grupo Santa Bárbara. Estudos detalhados visando à caracterização das superfícies transgressivas, de inundação máxima e erosivas são sugeridos para o refinamento das correlações.

A subdivisão litoestratigráfica do Grupo Santa Bárbara em sua área-tipo, na Sub-Bacia Camaquã Ocidental, aqui proposta, reflete a variação tectônica e dos sistemas deposicionais ao longo da evolução da bacia.

Importante evento de soerguimento do alto de Caçapava do Sul está registrado nos depósitos da Formação Pedra do Segredo, o que possibilitou a individualização da Sub-Bacia Camaquã Ocidental. Este fato implica na reestruturação da sub-bacia e permite tecer correlações tectono-estratigráficas com as demais sub-bacias (*e.g.* Sub-Bacia Camaquã Oriental, regiões do Vale do Piquiri e do Vale do Boici).

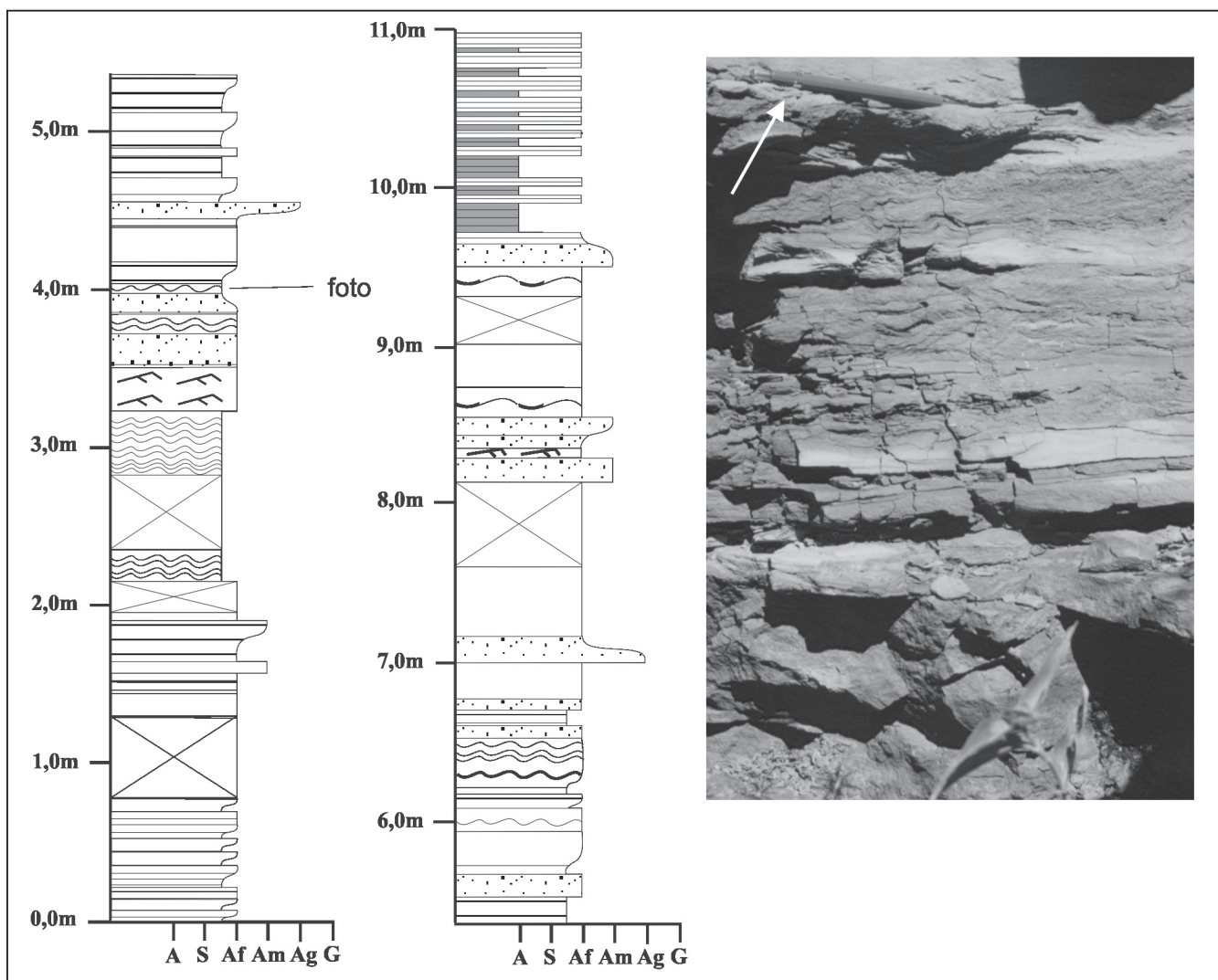


Figura 07- Seção colunar de detalhe dos depósitos de baía estuarina com influência de ação de marés da Formação Seival. Foto de detalhe dos arenitos siltosos. Legenda vide Fig. 08. Ponto Santa Bárbara-162. Modificada de Almeida (2001).

Agradecimentos Este trabalho foi elaborado com auxílio financeiro da FAPESP (Processos 93/03228-7, 98/04510-1 e 00/07510-4), a quem agradecemos o apoio e as bolsas concedidas (98/03682-3 G.L.Fambrini e 98/11544-0 R.P.Almeida). Agradecemos também ao núcleo da CPRM/RS pela cessão de fotografias aéreas e mapas, e aos professores e colegas geólogos

que participaram dos trabalhos de campo e contribuíram para a execução do trabalho: Dra. Liliane Janikian, Dra. Ana Paula M. R. Pelosi, Prof. Dr. Claudio Riccomini, Prof. Dr. Rômulo Machado, Prof. Dr. Afonso C. R. Nogueira, Ana Paula Justo, Marina P. Siqueira Brito e Artur Jarbas Cardoso da Silva. Aos revisores anônimos e aos editores da RBG pelas sugestões feitas.

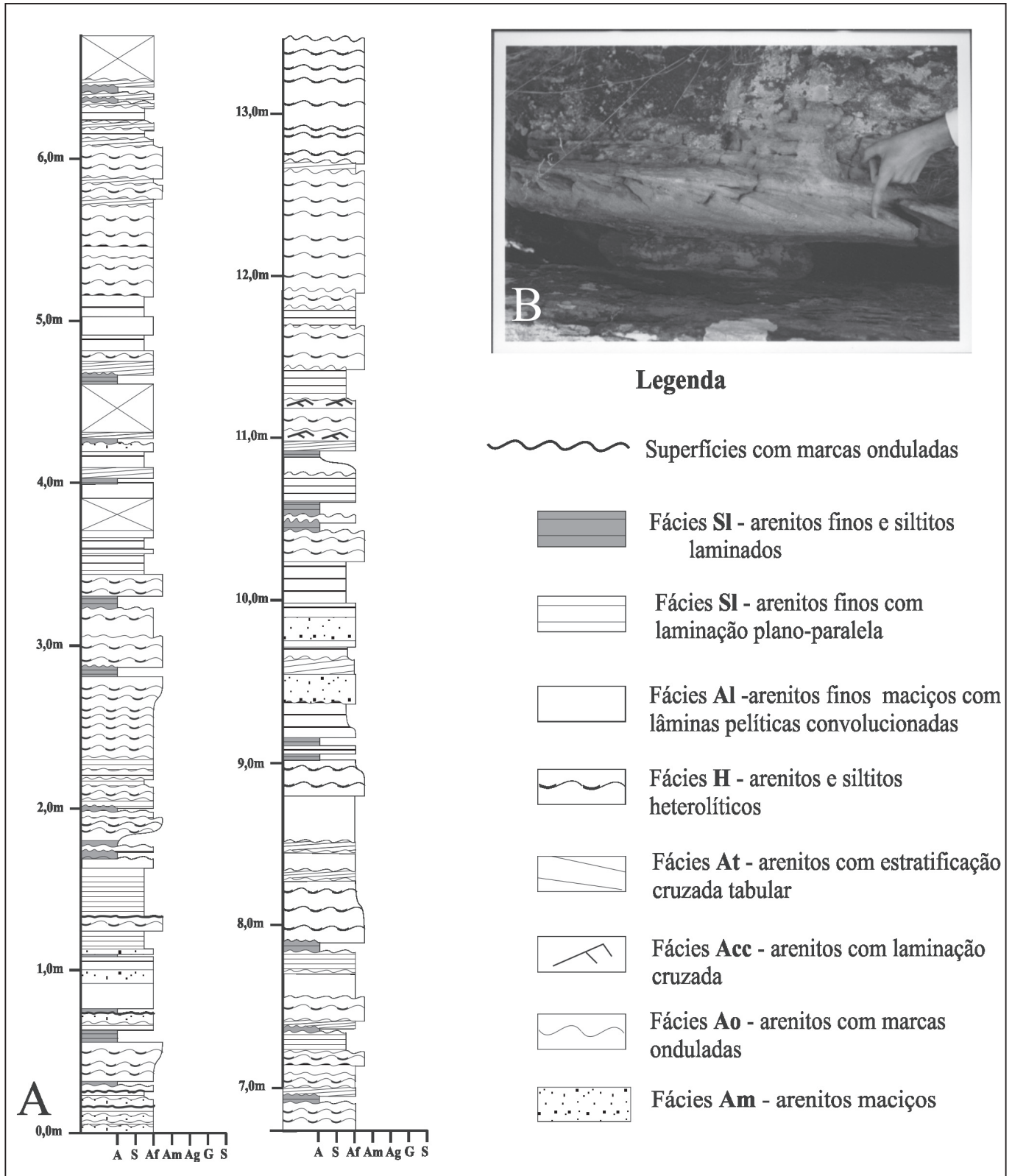


Figura 08- Seção colunar de detalhe dos depósitos de planície de marés da Formação Seival. Foto de detalhe da fácies At. Ponto SB-11. Modificada de Almeida (2001).

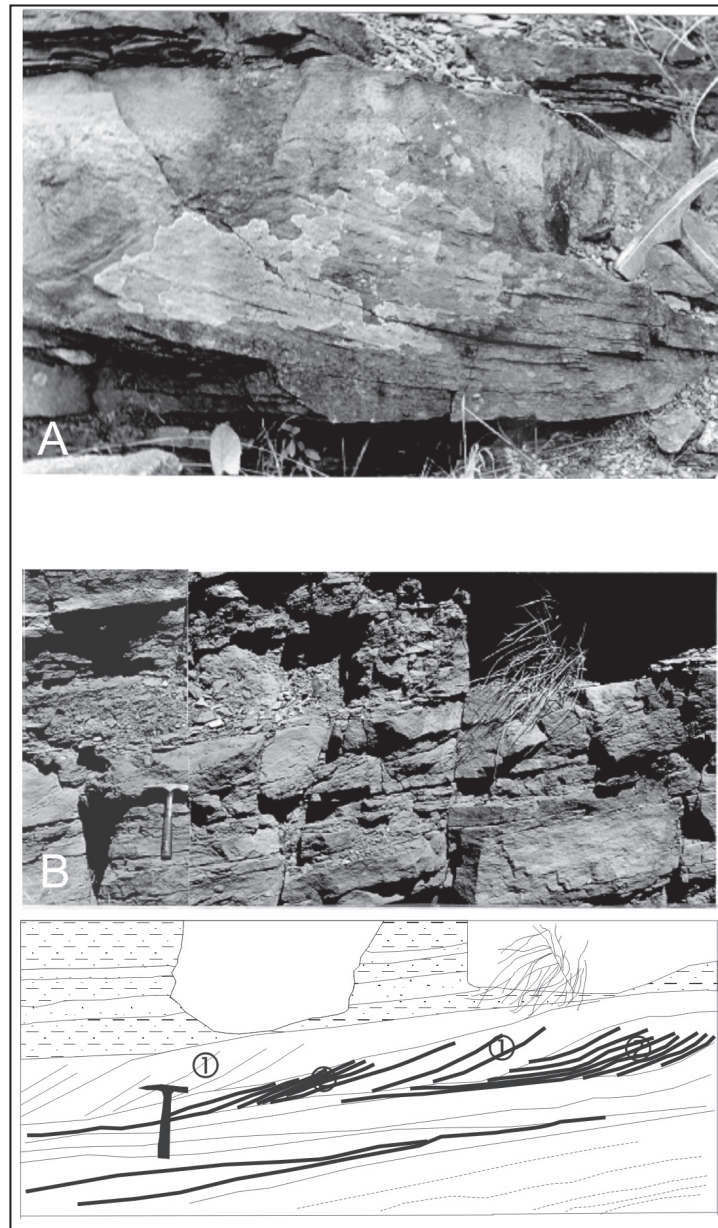


Figura 09 - Arenitos com estratificação cruzada e películas de argila nos estratos frontais (fácies Ath). A: detalhe das películas argilosas nos estratos, B: estratificações cruzadas tangenciais com superfícies de reativação e ciclicidade no espaçamento das películas de argila podendo tratar-se de ciclos de sizigia (1) e quadratura (2). Modificada de Almeida (2001).

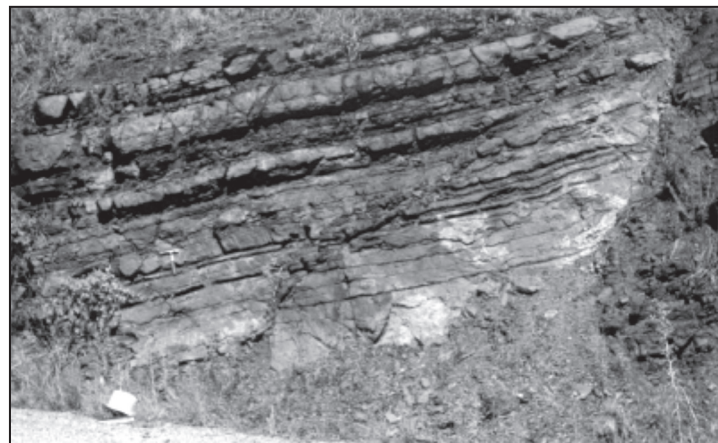


Figura 10 - Intercalações de arenitos finos e siltitos com gretas de contração na camada onde o cabo de martelo de escala se encontra.

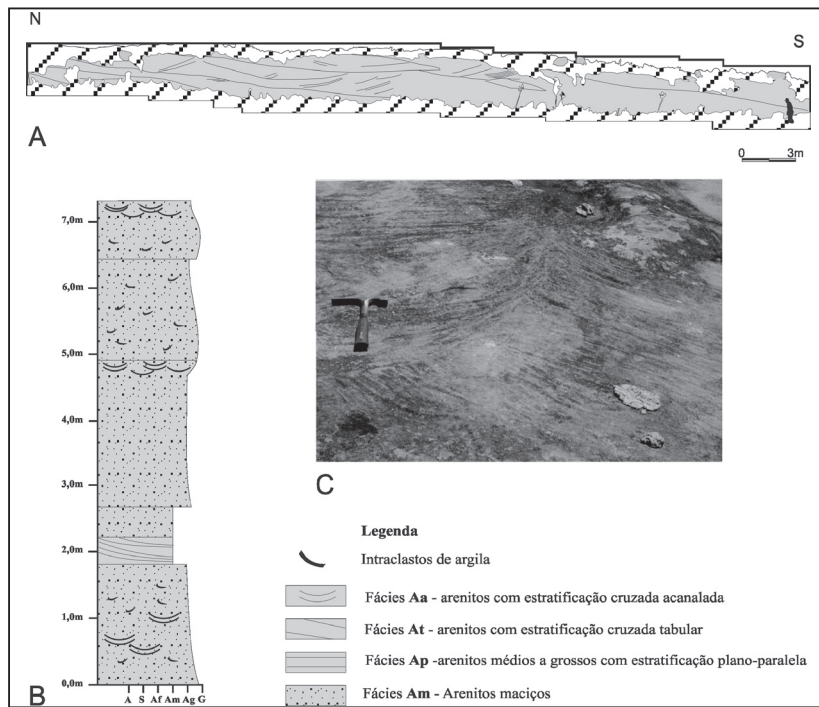


Figura 11- Afloramento dos depósitos de rios entrelaçados do Membro Serra dos Lanceiros. A: croqui do corte da rodovia estadual RS-357 com ênfase nas estratificações cruzadas acanaladas em corte transversal, local SB-17, B: seção colunar de detalhe da toda a exposição de A, local SB-17, C: estratificações cruzadas acanaladas compoendo festões em exposição nas proximidades de A.

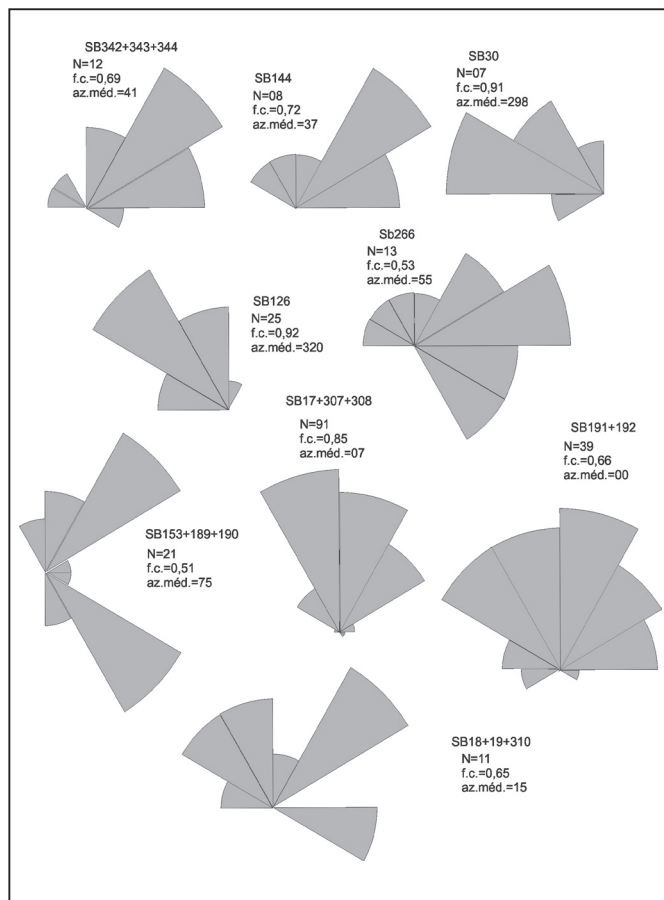


Figura 12- Paleocorrentes aluviais do Membro Serra dos Lanceiros tomadas em estratificações cruzadas acanaladas e tabulares. N=número de medidas, f.c.= fator de consistência, az. méd.= azimuth do vetor médio.

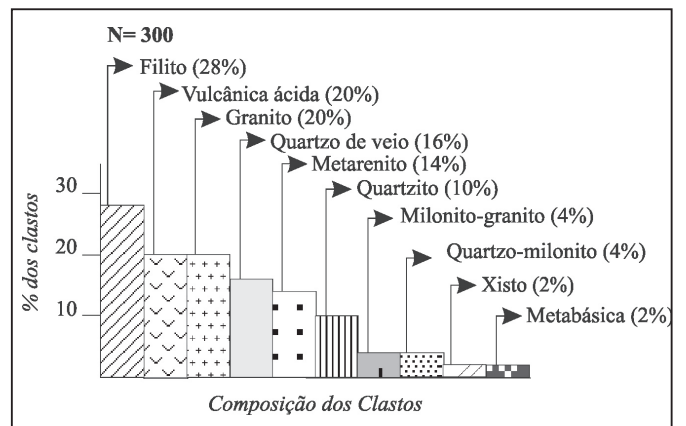


Figura 13- Histograma de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos fluviais do Membro Serra dos Lanceiros.

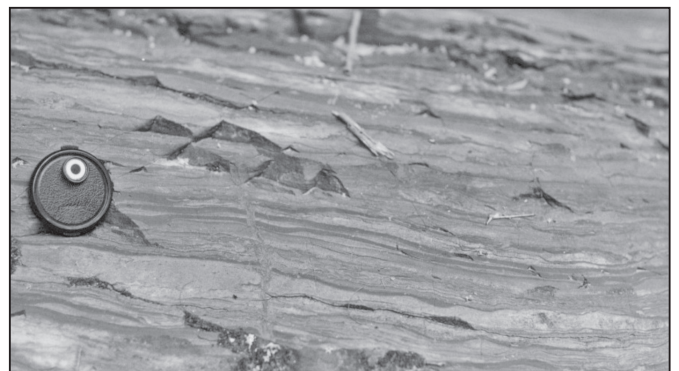


Figura 14 - Fácies heterolíticas do Membro Arroio Umbu.

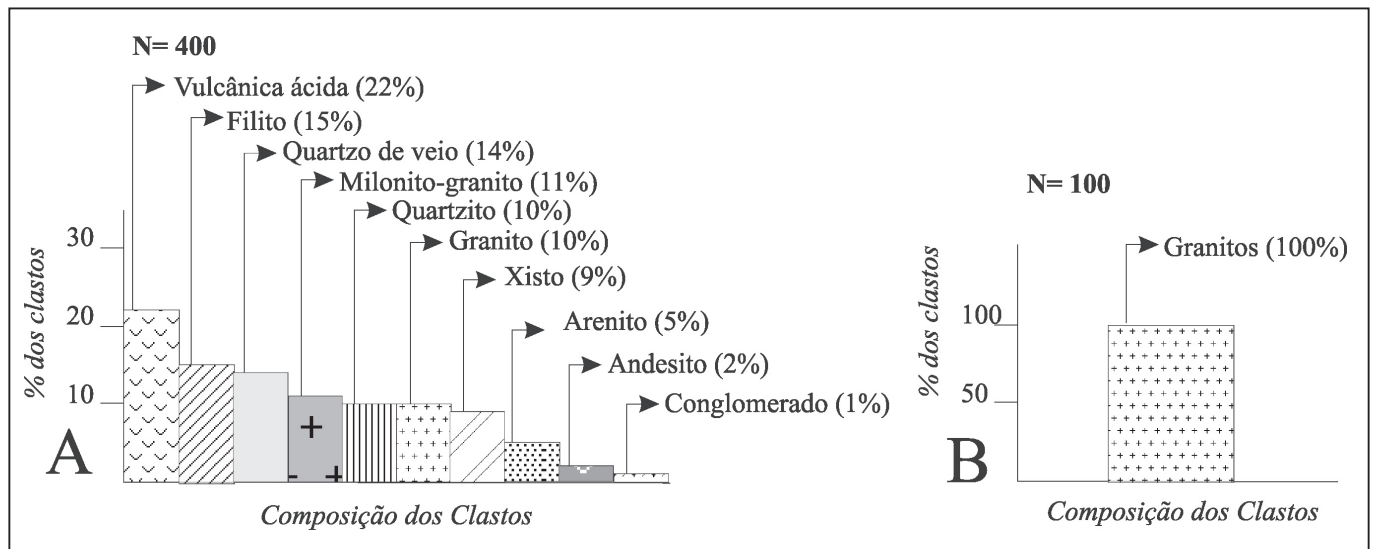


Figura 15 - Histogramas de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos da Formação Pedra do Segredo. A: Locais SB-277/185/84, B: Local SB-328 (modificado de Almeida 2001).

Referências

- Almeida F.F.M. 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro. Bol. Div. Geol. Min. DNPM*, v. 241, 36 p.
- Almeida F.F.M. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 23, Salvador, BA, *Anais*, v.1, p. 29-46.
- Almeida R.P. 2001. *Evolução Tectono-sedimentar da Formação Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental*. Dissertação de Mestrado, IGc-USP, São Paulo, 161 p.
- Blair T.C. 1999. Cause of dominance by sheet-flood vs. debris-flow processes on two adjoining alluvial fans, Death Valley, California, *Sedimentology*, **46**(6):1015-1028.
- Blair T.C. & McPherson J.G. 1994. Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes and facies assemblages. *J. Sed. Petrol.*, **64**(3):450-489.
- Campos J.E.G. & Dardenne M.A. 1994. A glaciação neopaleozóica na porção meridional da Bacia Sanfranciscana. *Rev. Bras. Geoc.*, **24**(2):65-76.
- Carvalho P.F. 1929. *Reconhecimento geológico efetuado no município de Caçapava, Rio Grande do Sul, Brasil*. Rel. Annual Dir., Ano 1928, *Bol. Inst. Geol. Min. Bras.*, Boletim **66**, p. 41-55.
- Carvalho P.F. 1932. Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul. *Bol. Inst. Geol. Min. Bras.*, **66**:1-72.
- Dalrymple R.W. 1992. Tidal depositional systems. *In: R.G. Walker & N.P. James (eds.) Facies Models: Response to Sea-level Change*, Geol. Assoc. Canada. p. 195-218.
- Dalrymple R.W., Zaitlin B.A., Boyd R. 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *J. Sed. Petrol.*, **62**:1130-1146.
- Fambrini G.L. 1998. *O Grupo Camaquã (Transição Proterozóico-Fanerozóico) na região das Minas do Camaquã, RS: análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes*. Dissertação de Mestrado, IGc-USP, 182 p.
- Fambrini G.L. 2003. *O Grupo Santa Bárbara (Neoproterozóico III) a norte do rio Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil*. Tese de Doutorado, IGc-USP, São Paulo, 293 p.
- Fambrini, G.L., Janikian, L., Almeida R.P., Fragoso-Cesar, A.R.S. 2005. O Grupo Santa Bárbara (Ediacarano) na Sub-Bacia Camaquã Central, RS: estratigrafia e sistemas deposicionais. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**(2):227-238.
- Fambrini G.L., Fragoso-Cesar A.R.S., Riccomini C., Janikian L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R. 2001. Tectônica extensional sin-deposicional na Formação Santa Bárbara, Bacia do Camaquã, RS (Neoproterozóico III-Cambriano Inferior). *In: SBG/ABGP, Simp.Nac. Estudos Tectônicos*, 8, Recife, PE, 2001, *Anais*, p.149-150.
- Fambrini G.L., Fragoso-Cesar A.R.S., Silva Filho W.F., Teixeira G., Sayeg H.S., Machado R. 1998. Análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes do Grupo Camaquã (transição Proterozóico-Cambriano) na Mina Uruguai e suas implicações na evolução tectono-sedimentar da Bacia do Camaquã, RS. *Bol. IG-USP, Série Científica*, **29**:39-69.
- Fambrini G.L., Saes G.S., Fragoso-Cesar A.R.S., Silva Filho W.F., Sayeg H.S., Teixeira G., Machado R., McReath I., Ribeiro de Almeida T.I., Phillip R.P. 1996. Sistemas costeiros da Formação Santa Bárbara, Bacia do Camaquã, RS (transição Proterozóico-Fanerozóico): registro preliminar da sedimentação em ambiente de águas rasas dominado por ondas. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 39, *Bol. Res. Exp.*, v. 2, p. 204-206.
- Fernandes L.A.D., Tommasi A., Porcher C.C. 1992. Deformation patterns in the southern Brazilian branch of the Pan-African Dom Feliciano Belt: a reappraisal. *J. South Am. Earth Sci.*, **5**(1):77-96.
- Fragoso-Cesar A.R.S. 1991. *Tectônica de Placas no Ciclo Brasileiro: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado, IGc-USP, São Paulo, 366 p.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Lavina E.L., Paim P.S.G., Faccini U.F. 1984. A Antefossa molássica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo do Rio Grande do Sul. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 33, Rio de Janeiro, RJ, *Anais*, v.7, p. 3272-3283.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Almeida R.P., Fambrini G.L., Pelosi A.P.M.R., Janikian L. 2003. A Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de rifts do Neoproterozóico III-Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. *In: SBG, Enc. Estrat. RS – Escudos e Bacias*, 1, *Anais*, p. 139-144.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Janikian L., Fambrini G.L. 2002. Grupo Camaquã (Neoproterozóico III-Eopaleozóico): a cobertura anorogênica do Escudo Gaúcho no Rio Grande do Sul. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa, PB, *Anais*, p. 307.
- 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: SBG, Simp. Sul-Bras. Geol.*, 2, Florianópolis, SC, *Anais*, v. 1:477-491.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini G.L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Janikian, L., Nogueira A.C.R., Riccomini C. 2001. As coberturas do Escudo Gaúcho no Rio Grande do Sul: revisão e síntese. *In: Cong. Latinoamericano, 11 & Congreso Uruguayo de Geología*, 3, Montevideo, *Anais*, CDRom.

- Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini G.L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Janikian L., Riccomini C., Machado R., Nogueira A.C.R., Saes G.S. 2000. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, **30**(3):438-441.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini G.L., Riccomini C., Janikian L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R., Machado R. 2001. Estruturas induzidas por abalos sísmicos na Formação Santa Bárbara (Neoproterozóico III Eocambriano), Bacia do Camaquã, RS: o exemplo do Passo da Capela. *Rev. Bras. Geoc.*, **31**(2):155-162.
- Gresse P.G., Chemale Jr. F., Silva L.C., Walraven F., Hartmann L.A. 1996. Late- to post-orogenic basins of the Pan-African-Brasiliano collision orogen in southern Africa and southern Brazil. *Basin Res.*, **8**(2):157-171.
- Janikian L., Almeida R.P., Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini, G.L. 2003. Redefinição do Grupo Bom Jardim (Neoproterozóico III) em sua área-tipo: litoestratigrafia, evolução paleoambiental e contexto tectônico. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(4):349-362.
- Justo A.P. & Almeida R.P. 2004. Controles tectônicos e influência do soerguimento do Alto de Caçapava do Sul na sedimentação do Grupo Santa Bárbara (Eopaleozóico, Bacia do Camaquã). In: Cong. Bras. Geol., 42, Araxá, MG, *Anais*. v. S02. p. 348.
- 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. Leopoldensia*, **21**(9):185-227.
- Machado R. & Sayeg H.S. 1992. Aplicação da análise geométrica e cinemática nos falhamentos que condicionaram a bacia molássica do Arroio Boici, RS. In: SBG/UNISINOS, Workshop bacias molássicas brasileiras, 1, São Leopoldo, RS. *Bol. Res. Exp.*, p. 73-76.
- Miall A.D. 1974. Palaeocurrent analysis of alluvial sediments: a discussion of directional variance and vector magnitude. *Journal of Sedimentary Petrology* **44**(4):1174-1185.
- Miall A.D. 1981. *Analysis of fluvial depositional systems*. AAPG Educational Course Note Series, p. 1-75. (American Association of petroleum Geologists Special Publication 20).
- Miall A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.*, **22**:261-308.
- Miall A.D. 1992. Alluvial deposits. In: R.G. Walker & N.P. James (eds.) *Facies models. Response to sea level changes*. Geol. Assoc. Canada, p. 119-142.
- Miall A.D. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer, Berlin, 582 p.
- Miall A.D. 2000. *Principles of sedimentary basin analysis*. 3rd ed., Springer-Verlag, New York, 616 p.
- Nilsen T.H. 1982. Alluvial fans. In: P.A. Scholle & D. Spearing (eds.) *Sandstone Depositional Environments*. Tulsa, AAPG, p. 2-84. (American Association of petroleum Geologists Memoir 31).
- 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: SBG Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 3, Rio Claro, SP. *Boletim de Resumos Extensos*, 58-59.
- 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.
- Paim P.S.G., Chemale Jr. F., Lopes R.C. 2000. A Bacia do Camaquã. In: M. Holtz & L. F. de Ros (eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*. 1ª ed., Porto Alegre, Editora da UFRGS, p. 231-274.
- 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: SBG, Simp. Sul-Bras. Geol., 6 & Enc. Geol. Cone Sul, 1, Porto Alegre, RS. *Bol. Res. Exp.*, p. 39-50.
- Petri S., Coimbra A.M., Amaral G., Ojeda y Ojeda H., Fúlfaro V.J., Ponçano W.L. 1986. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, **16**(4):370-415.
- Reading H.G. 1996. *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. Blackwell Science, 668 p.
- Ribeiro M., Bocchi P. R., Figueiredo Filho P. M., Tessari R.I. 1966. *Geologia da Quadricula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, Boletim n. 127, 232 p.
- Robertson J.F. 1966. Revision of stratigraphy and nomenclature of rock units in Caçapava-Lavras Region. *Notas e Estudos*, **1**(2):41-54.
- Schultz A.W. 1984. Subaerial debris-flow deposition in the Upper Paleozoic Cutler Formation, western Colorado. *J. Sed. Petrol.*, **54**(5):759-772.
- Walker R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: R.G. Walker & N.P. James (eds) *Facies Models - Response to Sea-level Change*. Geol. Assoc. Canada Geotext 1, p.1-14.
- Wildner W., Sander A., Loper R.C. 1994. Estudo petrológico e litoquímico de uma parcela do vulcanismo ácido cambriano do Rio Grande do Sul – Formação Acampamento Velho. *Pesquisas*, **21**(1):47-57.

Manuscrito A1468

Aprovado em 08 de novembro de 2006