

REVISÃO LITOESTRATIGRÁFICA 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

¹Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: gelson.fambrini@ufpe.br

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

RESUMO: No sul e sudeste do Brasil e no extremo sul do Uruguai ocorrem diversos depósitos sedimentares e vulcanogênicos posteriores ao Ciclo Brasileiro situados no intervalo Ediacarano-Eopaleozóico. 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 revisão litoestratigráfica 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 nos vales do arroio do Seival e do arroio Santa Bárbara, que compõem uma sucessão prográdante para arenitos tabulares rítmicos de águas rasas, sendo abundantes, em toda a unidade, evidências de ação de marés, designada como Formação Seival. 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 uma sucessão de ritmitos e arenitos tabulares com evidências de ação de marés em ambiente lagunar, 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. Um 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 a um 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 progrando sobre o conjunto.

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

ABSTRACT: In the south and southeastern Brazil and in the south of Uruguay post-Brasiliano Cycle sedimentary and volcanogenic deposits of the Ediacaran-Early Paleozoic occur. In the state of Rio Grande do Sul the best exposures of these cover crops out and are related to the Camaquã Supergroup. The supergroup 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, with a thickness of over 8,000m. The Santa Bárbara Group, crops out 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 make a revision in the lithostratigraphy 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 this unit 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 a 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. An important event of new configuration of the basin 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 the tectonic isolation of the Western Camaquã Sub-Basin occurred only at a late stage of the 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 apresentam diversas ocorrências de depósitos sedimentares e vulcanogênicos posteriores aos eventos orogênicos que resultaram na formação do Gondwana e anteriores ao estabelecimento das grandes bacias intracratônicas paleozóicas (Fig. 01). Tais ocorrências foram geradas em bacias associadas às falhas do embasamento de direções preferenciais ENE a NNE, sendo compostas por abundantes conglomerados e arenitos de ambientes continentais e costeiros, além de rochas vulcânicas associadas a granitos.

Essas bacias contêm o registro das etapas de estabilização 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. 02). 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, Frago-Cesar *et al.* 1984, 1985, Frago-Cesar 1991, Chemale Jr. *et al.* 1995, Gresse *et al.* 1996) e posteriormente interpretadas como bacias transcorrentes de fases tardias do evento colisional (Oliveira & Fernandes 1991, 1992, Brito Neves & Cordani 1991,

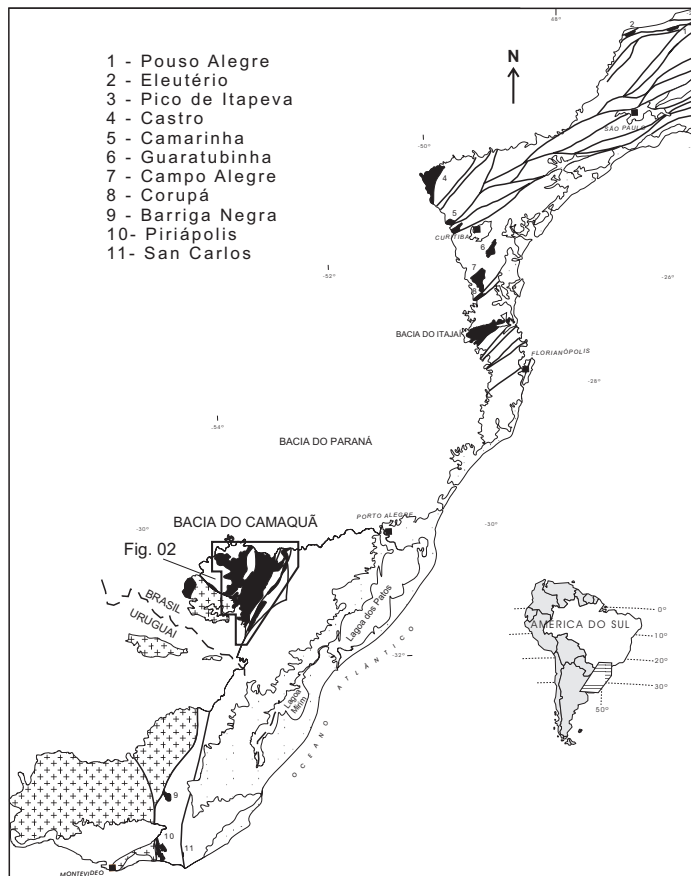


Figura 1 - Bacias sedimentares do intervalo Ediacarano-Eopaleozóico na porção sudeste da Plataforma Sul-Americana (Fambrini 2003).

As sucessões que preenchem a Bacia do Camaquã compõem o Supergrupo Camaquã (Ediacarano Eopaleozóico) no sentido de Fragozo-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 aflora em várias ocorrências, controladas por falhas de direção NNE que isolam três sub-bacias separadas pelos altos de Caçapava do Sul e da Serra das Encanta-

das: as sub-bacias Camaquã Ocidental, Central e Oriental (Fig. 02).

O Grupo Santa Bárbara aflora nas três sub-bacias, em ocorrências contínuas nas sub-bacias Camaquã Ocidental e Oriental e em janelas estruturais sob o Grupo Guaritas na Sub-Bacia Camaquã Central. Apresenta depósitos conglomeráticos de leques aluviais e deltaicos, arenitos e conglomerados de rios entrelaçados e arenitos e ritmitos de ambientes costeiros (Fambrini 2003).

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

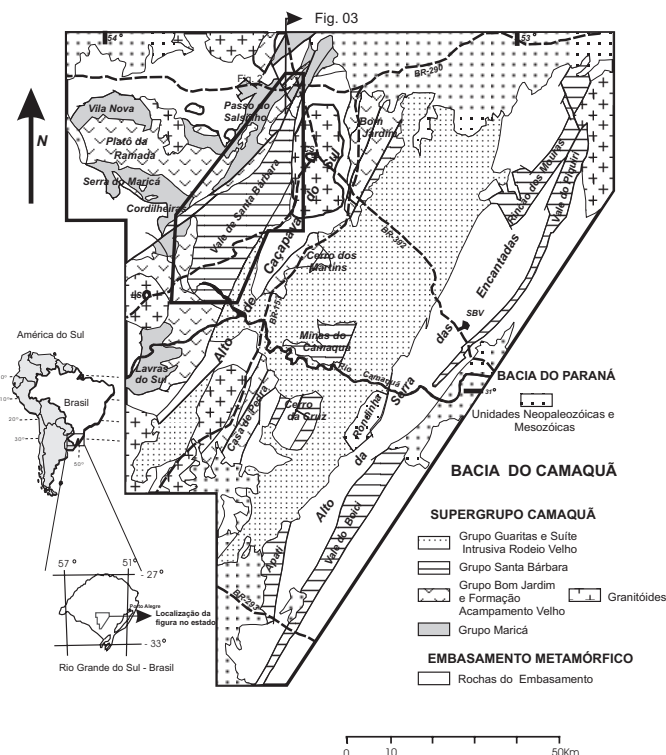


Figura 2 – Esboço geológico das unidades neoproterozóicas e eopaleozóicas do Rio Grande do Sul, com destaque para as unidades que constituem o Supergrupo Camaquã. Cidades: CS-Caçapava do Sul; LS-Lavras do Sul; SBV-Santana da Boa Vista (modificada de Fraquoso-Cesar et al. 2000^b).

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 6 etapas de campo, totalizando mais de 100 dias de trabalhos na área de estudos, além da interpretação de imagens de satélite TM LANSAT 5 e fotografias aéreas pancromáticas (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, 1981, 1985, 1992, 1996, 2000). Os dados coletados foram corrigidos de forma a se restabelecer a posição original de cada plano ou eixo antes da deformação e consequente inclinação das camadas.

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 100 clastos em cada estação de medidas, de acordo com a proposta de Fambrini (1998) e Fambrini *et al.* (1998), com apoio de estudo de seções delgadas. Os objetivos do procedimento foram a avaliação da contribuição das diversas áreas-fonte, cujas litologias foram identificadas em reconhecimentos regionais no embasamento, e a integração das informações resultantes com os dados de

paleocorrentes, delineando-se um 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 uma grande quantidade de termos litoestratigráficos que refletem diferentes interpretações de correlações regionais e relações de campo. A Tabela 01 resume as principais proposições estratigráficas formuladas para a Bacia do Camaquã.

O termo Formação Santa Bárbara foi introduzido por Robertson (1966) para definir arenitos e conglomerados aflorantes no vale homônimo, em importante contribuição publicada a partir de manuscrito de 1961. Essa proposta elevou a *Série de Camaquã* de Carvalho (1932) à categoria de grupo, individualizando as camadas inclinadas, denominadas de Formação Santa Bárbara, das camadas horizontais, chamadas de 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) e Tessari & Picada (1966), em relatórios referentes a trabalhos de mapeamento geológico em escala 1:250.000 do convênio DFPM/URGS, reconheceram ocorrências da Formação Santa Bárbara (*sensu* Robertson 1966) 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) e Tessari

Tabela 1 - Resumo das principais proposições estratigráficas formuladas para a Bacia do Camaquã (modificado de Almeida 2001 e Fambrini 2003).

Carvalho 1952	Leite et al. 1941	Robertson 1966 (manuscrito de 1961)	Ribeiro et al. 1966	Ribeiro e Lichtenberg 1978	Santos et al. 1978	Fragoso Cesar et al. 1985	Leite et al. 1990	Paim et al. 1992	Paim et al. 1995	Fragoso Cesar et al. 2000	Fragoso Cesar et al. 2003
Série Camaquã	Conglomerado Sinal	Conglomerado Cuiabá	Conglomerado Cuiabá	Conglomerado Cuiabá	Conglomerado Cuiabá	Formação Guaritas	Seqüência Volcano-Sedimentar IV	Seqüência IIIb	Alogrupo Camaquã	Gr. Guaritas	Sua formação Santa Fé
Efluxivos Andesíticos	Formação Santa Bárbara	Formação Santa Bárbara	Formação Santa Bárbara	Formação Santa Bárbara	Formação Santa Bárbara	Formação Acampamento Velho	Seqüência Volcano-Sedimentar III	Seqüência IIIa	Alogrupo Santa Bárbara	Gr. Guaritas	Gr. Guaritas
Série Camaquã Inclínada e Horizontal	Membro Andorô Mediano	Membro Andorô Mediano	Membro Andorô Mediano	Membro Andorô Mediano	Membro Andorô Mediano	Formação Acampamento Velho	Seqüência Volcano-Sedimentar II	Seqüência IIIc	Alogrupo Santa Bárbara	Gr. Guaritas	Gr. Guaritas
Emprego de Andorô e suas variações	Riolito Ramado	Riolito Ramado	Riolito Ramado	Riolito Ramado	Riolito Ramado	Formação Acampamento Velho	Seqüência Volcano-Sedimentar I	Seqüência IIIb	Alogrupo Santa Bárbara	Gr. Guaritas	Gr. Guaritas
Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá	Formação Maricá

& Picada (1966) tornaram-se amplamente aceitas, apesar das assumidas dificuldades decorrentes das semelhanças entre sucessões de níveis estratigráficos distintos.

Em 1970, Bocchi apresentou mapa geológico da Folha de Caçapava do Sul na escala 1:50.000, que engloba a Sub-Bacia Camaquã Ocidental, mas não individualizou internamente as unidades. O autor descreveu as variações faciológicas da Formação Santa Bárbara, mas não as representou em mapa geológico.

Fragoso-Cesar *et al.* (1984) 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 sistemáticos dos ambientes deposicionais do então denominado Grupo Camaquã (*sensu* Frago-Cesar *et al.* 1984, 1985) foram realizados por Lavina *et al.* (1985), nas regiões das atuais sub-bacias Camaquã Central e Oriental, e por Faccini *et al.* (1987), na Sub-Bacia Camaquã Central, sendo reconhecidos depósitos eólicos, de leques aluviais, de sistema fluvial entrelaçado, de leques costeiros, turbiditos e 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 princi-

pais sistemas deposicionais da bacia foram minuciosamente descritos e interpretados tratando-se do trabalho mais completo com enfoque regional na bacia.

Paim e colaboradores (*e.g.* Paim 1994, Paim *et al.* 1992, 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, de acordo com as proposições de Posamentier *et al.* (1988) e Van Wagoner *et al.* (1990).

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, segundo esta proposta, nas aloformações Acampamento Velho, Santa Fé, Serra dos Lanceiros e Pedra do Segredo.

A partir de 1995 passou-se a desenvolver um projeto de estudos sistemáticos da Bacia do Camaquã, baseado em mapeamento de semi-detalle de toda a bacia por pesquisadores e pós-graduandos do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (*e.g.* Fambrini *et al.* 1995, 1996^b, Frago-

Almeida (2001) realizou mapeamento em escala 1:50.000 da área-tipo do Grupo Santa Bárbara e propôs interpretações de sistemas deposicionais, uma coluna lito-

estratigráfica 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 (Figs. 03 e 04) 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.

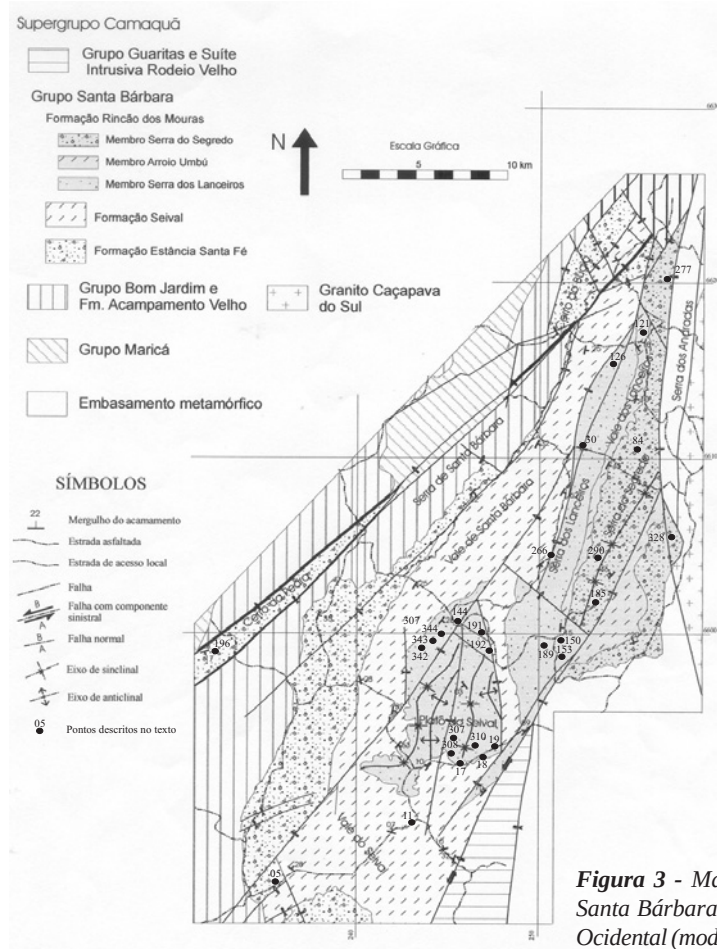
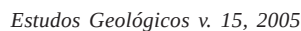


Figura 3 - Mapa geológico do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental (modificado de Almeida 2001).



Nessa sub-bacia (Fig. 03), o Supergrupo Camaquã apresenta inclinação tectônica 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 (*sensu* Pelosi & Frago-Cesar 2003), 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) subaéreas (*e.g.* Lima & Nardi 1998, Wildner *et al.* 2002, Janikian *et al.* 2003), por vezes subaquáticas (Fambrini *et al.* 1996^a, 1999), do Grupo Bom Jardim (*sensu* Janikian

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 03.

Formação Estância Santa Fé

A primeira unidade do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental, Formação Estância Santa Fé, é composta por conglomerados e arenitos de ambientes aluviais, além de uma sucessão de siltitos e arenitos finos interpretada por Almeida (2001) e Almeida *et al.* (2001) como uma incursão marinha (Fig. 05). 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 ba-

Tabela 2 - Síntese da litoestratigrafia do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental (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 de ambiente lagunar.
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 granodrecrescentes de arenitos com estratificação cruzada e películas de argila passando a ritmos 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 uma incursão marinha.

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 (Justo & Almeida 2004) (Fig. 05 e Tabela 02). As seqüências estratigráficas desta sub-bacia, individualizadas por Almeida (2001), não serão aqui tratadas. A correlação destas unidades com aquelas encontradas nas demais sub-bacias está sendo realizada por Fambrini *et al.* (em prep.), adiante discutida, sendo a presente proposta de subdivisão na área-tipo da unidade (vale dos arroios Santa Bárbara e Seival) um primeiro passo em direção à formalização da litoestratigrafia de toda a unidade.

sal 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 uma 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 já havia sido referenciada por Paim *et al.* (1995) para a definição da Aloformação Santa Fé. No entanto, a denominação Santa Fé foi avaliada como inconveniente, pois já havia sido utilizada por Dardenne *et al.* (1990) e, mais tarde, 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).



Figura 5 - Coluna litoestratigráfica composta do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental e comparação com as seqüências estratigráficas e interpretações de ambientes deposicionais (modificada de Almeida 2001).

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. 05). Assim, esta unidade apresenta na porção inferior (i) depósitos de leques aluviais constituídos por conglomerados estratificados em camadas tabulares, associados a conglomerados com estratificação cruzada acanalada, na porção intermediária (ii) depósitos costeiros compostos por siltitos e arenitos finos de grande extensão lateral, interpretados como decorrentes de um evento de inundação por transgressão marinha e, na porção superior, (iii) depósitos fluviais de rios entrelaçados.

Depósitos de leques aluviais e de rios entrelaçados de alta energia

A porção inferior da Formação Estância Santa Fé, com até 400 metros de espessura, caracteriza-se pelo predomínio de conglomerados estratificados (fácies **Ce**) (Tabela 03), dispostos em camadas tabulares com estratificação plano-paralela associados a arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada tabular (fácies **Acg**) e lentes de conglomerados maciços (**Cm**) sustentados por arcabouço (Fig. 06). Além dos conglomerados, ocorrem raras intercalações métricas de siltitos e arenitos finos laminados (fácies **Sl**).

Tabela 3 - 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 detriticos de diversos tamanhos, restritos a afloramentos isolados.	Depósitos de fluxo de detritos, associados a leques aluviais proximais.
Cm	Conglomerados maciços	Conglomerados maciços monomíticos, sustentados por arcabouço constituído por clastos predominantemente da granulometria matacão ($d_{mix} = 1m$).	Depósitos de 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.	Depósitos de 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.	Depósitos de 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.	Depósitos de correntes de turbidez subaquáticas,
Ap	Arenitos com estratificação plano-paralela	Arenitos arcoseanos micáceos organizados em camadas tabulares de espessura decimétrica, com estratificação plano-paralela.	Depósitos de 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 <i>foresets</i> .	Depósitos de 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.	Depósitos de 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 localmente laminações cavalgantes associadas a marcas onduladas simétricas com base erosiva e dessemelhança estrutural nos estratos.	Estruturas de correntes subaquáticas. Quando cavalgantes indicam ação conjunta de processos de tração e decantação. As de base reta, assimétricas e uniaxiais 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, amarronzados, 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, conforme a proporção das granulometrias.
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 nova retomada da atividade da corrente, por vezes gerando fragmentação de camadas argilosas anteriores e formação de intraclastos. Caracterizam barras de sub-maré.
SI	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.	Depósitos de correntes subaquáticas predominantemente de regime de fluxo inferior.

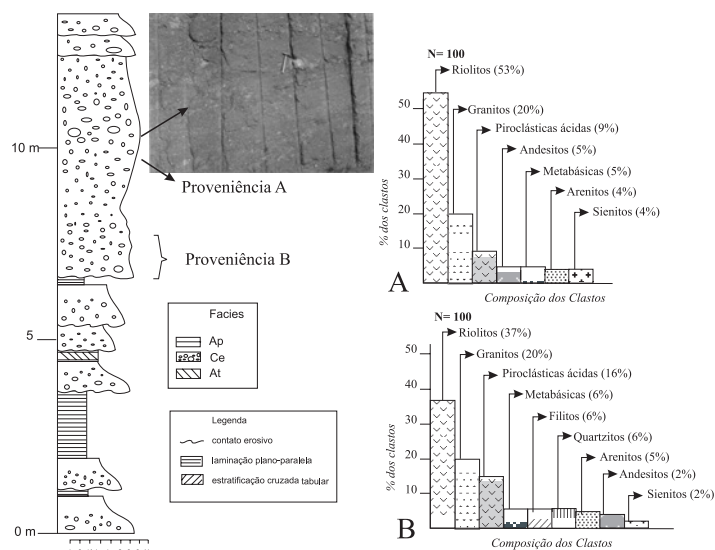


Figura 6 - Seção colunar dos conglomerados da Formação Estância Santa Fé em corte da rodovia RS-357 com foto de detalhe dos conglomerados estratificados (fácies Ce) e histogramas de proveniência (A e B). Local SB-05.

Nas porções inferiores da unidade, 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 ($\phi_{\text{máx.}} = 25 \text{ cm}$), por vezes alcançando o tamanho de matacão (Fig. 07A), 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, típicos de fluxo de detritos de caráter proximal (*debris flow*) com pouca matriz (*sensu* Shultz 1984). A presença de depósitos de fluxo de detritos implica em ambiente de clima árido a semi-árido, conforme diversos trabalhos da literatura (Davis 1930, Blissenbach 1954, Bluck 1964, Bull 1964, Hooke 1967, Bull 1972, 1977, Nilsen

1982, Shultz 1984, Blair 1987, Miall 1992, Blair & McPherson 1992, 1994, Miall 1996, Blair 1999, entre outros).

Acima dessa sucessão inferior, passa a predominar a fácies de conglomerados estratificados (fácies **Ce**). Esta fácies ocorre freqüentemente em ciclos granodecrescentes decimétricos a métricos, que por vezes terminam com a fácies **Ap**, perfazendo camadas tabulares de grande continuidade lateral. Os conglomerados polimíticos a oligomíticos da fácies **Ce** (Fig. 07B) são organizados, dispostos em camadas tabulares decimétricas (20-40 cm), sustentados por arcabouço composto por seixos a calhaus subarredondados a arredondados ($f_{\text{máx.}} = 18 \text{ cm}$), com gradação normal dos clastos no seu interior. A fácies **Ap** congrega arenitos médios a grossos mal selecionados com estratificação plano-paralela bastante conspícua, sendo por vezes conglomeráticos ou apenas com seixos esparsos.

Os conglomerados 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 pelos clastos, com imbricação de seixos. Os clastos possuem dimensões de 3 a 15 cm, com extremo de 20 cm, e textura de subangulosa a arredondada. Também se intercalam com arenitos com estratificação cruzada acanalada (fácies **Aa**) que mostram macroformas de acreção frontal e de preenchimento de grandes canais. As camadas são lenticulares e comumente com estratificação deformada por fluidificação. Este conjunto aflora na região do Cerro da Pedra (Fig. 07).



Figura 7 - Conglomerados da Formação Estância Santa Fé na região do Cerro da Pedra, Sub-Bacia Camaquã Ocidental. Local SB-196. A: Fácies de conglomerados maciços com destaque para matacão de aproximadamente 1 m, B: conglomerados estratificados (fácies Ce).

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

bolsões conglomeráticos interpretados como barras longitudinais com predomínio 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 as fácies de fluxo canalizado descritas acima, segundo as propostas de Blair & McPherson (1994) e Miall (1996).

A associação das fácies e as geometrias sugerem um predomínio 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. Essa interpretação é compatível com sistemas de leques aluviais (*sensu* Hooke 1967, 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 riolitos, piroclásticas ácidas, andesitos, *lapilli* tufitos, ignimbritos, brecha piroclástica) relacionadas à denudação da Formação Acampamento Velho e do Grupo Bom Jardim (Fig. 06A, B).

Nestes depósitos foram medidos 64 planos de estratificações cruzadas acanaladas e, subordinadamente, tabulares, distribuídos em 3 estações de medidas (Fig. 08). Os principais sentidos de paleocorrentes são para norte e leste, caracterizando um aporte provavelmente axial desses leques em relação à orientação principal NNE da bacia.

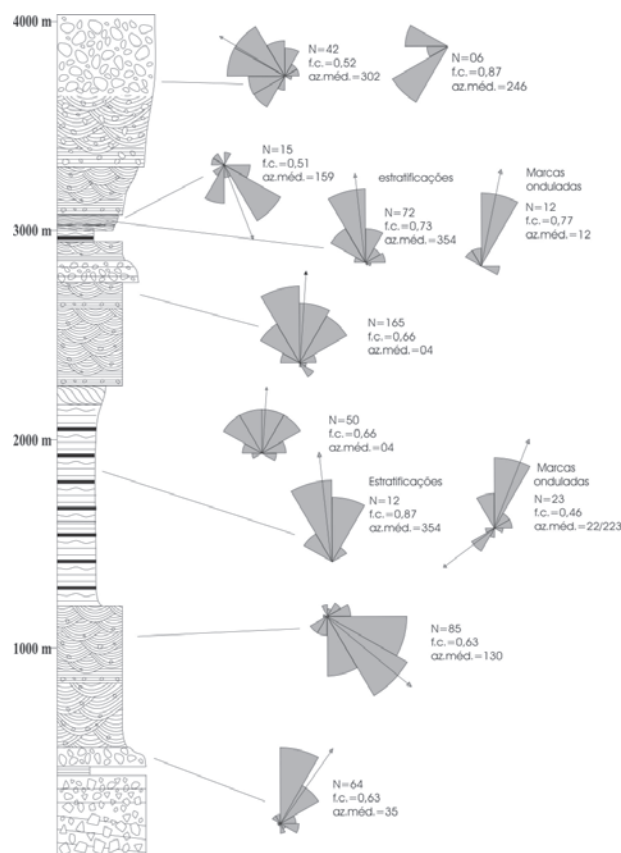


Figura 8 - Evolução das paleocorrentes com a estratigrafia do Grupo Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental. N=número de medidas, f.c.= fator de consistência, az. méd.= azimute do vetor médio. Modificada de Almeida (2001).

Depósitos litorâneos

A porção central da Formação Estância Santa Fé corresponde a uma sucessão com aproximadamente 40 m de espessura de siltitos laminados arenosos (fácies **SI**) e arenitos finos micáceos heterolíticos (fácies **H**), com raras intercalações de arenitos com estratificações cruzadas tabulares (fácies **At**). A fácies **SI** compõe-se de siltitos laminados arenosos muito micáceos e, subordinadamente, arenitos finos a muito finos, igualmente micáceos, com laminação plano-paralela, dispostos em camadas geralmente tabulares, e raramente lenticulares de espessura centimétrica a decimétrica. A fácies **H** é constituída por arenitos com mar-

cas onduladas dispostos em camadas centimétricas com siltitos argilosos depositados nas calhas das marcas onduladas, com variação da proporção entre os níveis arenosos, cujos topos apresentam contornos ondulados, e das camadas ou lentes de finos de calha. A fácies **At** compreende arenitos médios a grossos feldspáticos, mal selecionados, com estratificações cruzadas tabulares de médio ângulo e pequeno e médio porte. Esta sucessão pode ser acompanhada por vários quilômetros, interpretada como decorrente de um 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 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 possuem dimensões de 3 a 15 cm, com extremo de 20 cm, e textura de subangulosa a arredondada, predominantemente de esfericidade média.

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 em um padrão de drenagem distributário (Blair & McPherson 1994, Blair 1999). A análise de paleocorrentes desses depósitos evidencia consistência e baixa variância das medidas em cada estação investigada, com uma grande disparidade de direções entre as estações, mas com uma direção preferencial de paleoflu-

xo 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 2 estações de medidas (Fig. 08). Os principais sentidos de paleocorrentes são para E/SE, caracterizando um provável aporte transversal desses depósitos em relação à orientação principal 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. 03) 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 dessa unidade apresenta amplo predomínio 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, interpretados como depósitos de planície de marés por Fambrini *et al.* (1996^b) 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 siltosos micáceos, laminados predominantemente (fácies **SI**), e localmente 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. 09), bem como com as fácies **Ao**, **H**, **Ac**, **Am**, e **At** (vide Tabela 03).

Estes depósitos são interpretados como deposição em zonas de máxima concentração de material em suspensão em

ambiente estuarino (*maximum turbidity zone*) ou em áreas de águas relativamente profundas em ambientes 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 **Am**, **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.

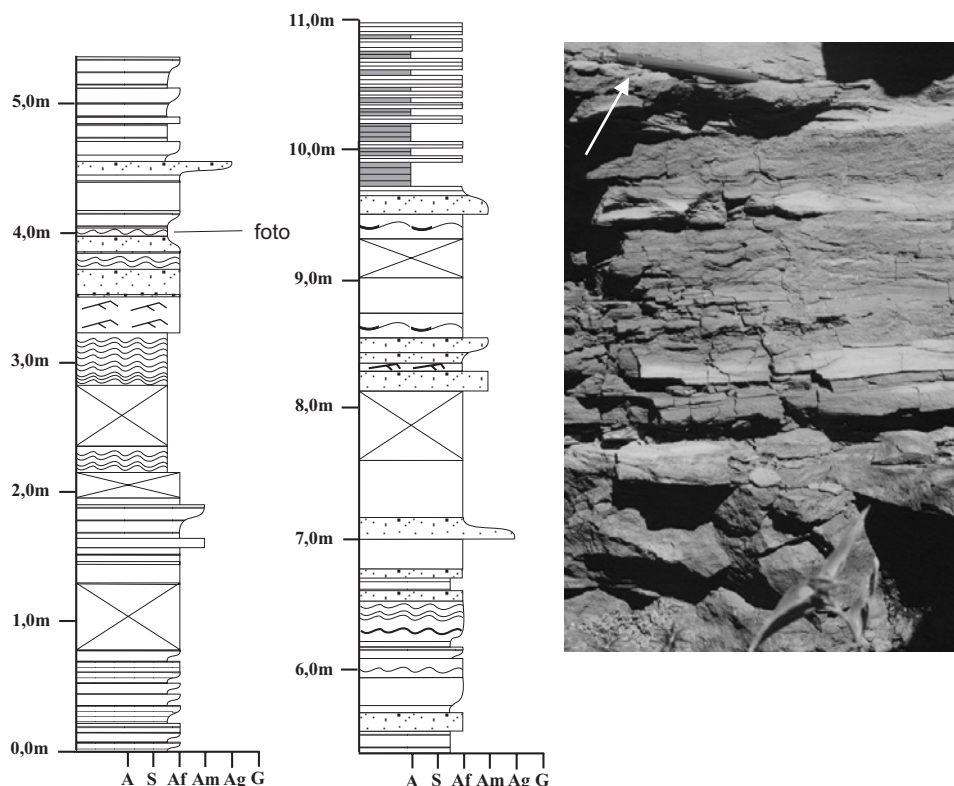


Figura 9 - Seção colunar de detalhe dos depósitos de baía estuarina com influência de ação de marés da Formação Seival com foto de detalhe dos arenitos siltosos. Seta para escala. Legenda vide Fig. 10. Local SB-162. Modificada de Almeida (2001).

Depósitos de planícies de marés

Os depósitos de planícies de marés compreendem ciclos métricos granodecrescentes de arenitos passando a ritmitos formados por arenitos e siltitos intercalados em pacotes tabulares (Fig. 10). Estes ciclos iniciam-se com arenitos médios a finos que exibem boa seleção, de aspecto maciço (fácies **Am**) ou com estra-

tificação cruzada tabular tangencial na base com freqüentes superfícies de reativação e lâminas argilosas intercaladas configurando *tidal bundles* (Fig. 11) (fácies **Ath**), e mais raramente fácies **At** ou **Aa** (vide Tabela 03). Estas fácies gradam para ritmitos arenosos com acamadamento heterolítico tipo *flaser* e *wavy* (fácies **H**), com laminação cruzada cavalgante (fá-

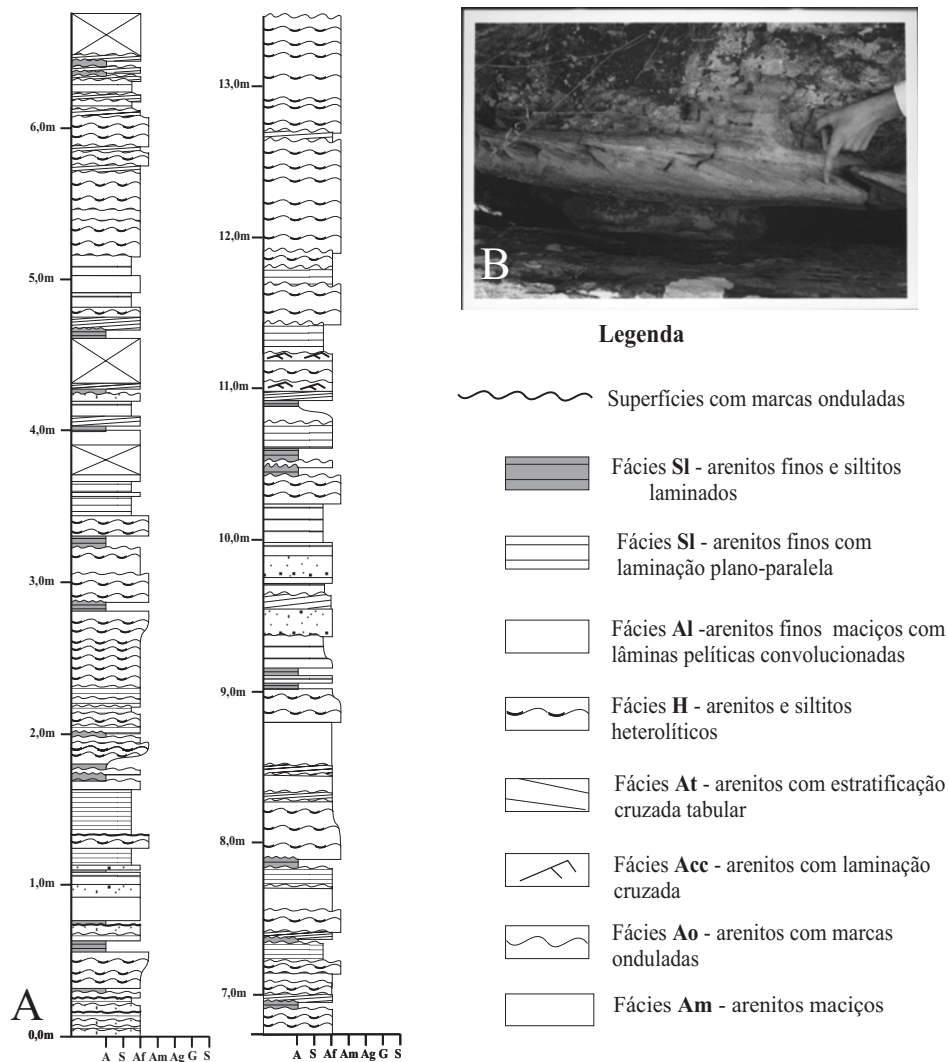


Figura 10 - A: Seção colunar de detalhe dos depósitos de planície de marés da Formação Seival. B: Foto de detalhe da fácies **At**. Local SB-11. Modificada de Almeida(2001).

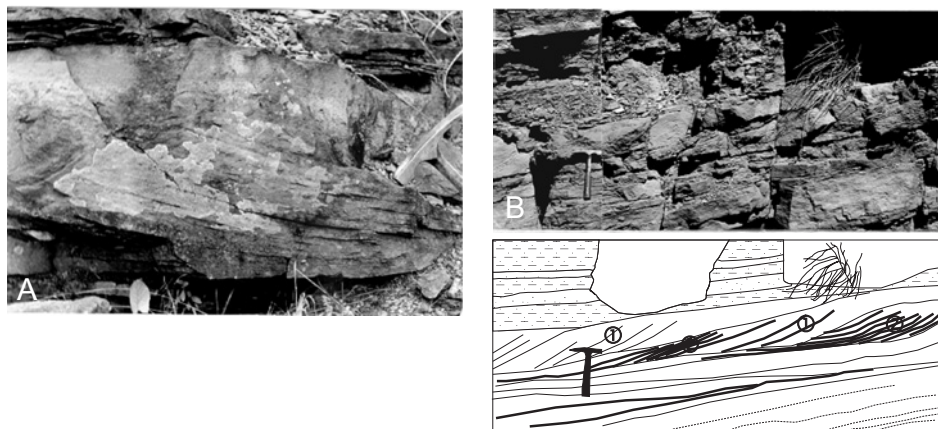


Figura 11 - Arenitos com estratificação cruzada e películas de argila nos estratos frontais (fácies Ath). A: detalhe das películas argilosas nos estratos, B: estratificações cruzadas tangenciais com superfícies de reativação e ciclicidade no espaçamento das películas de argila podendo tratar-se de ciclos de sizígia (1) e quadratura (2). Parcialmente modificada de Almeida (2001).

cies **Ac**), com marcas onduladas (fácies **Ao**) e com gretas de contração (Fig. 12). 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-

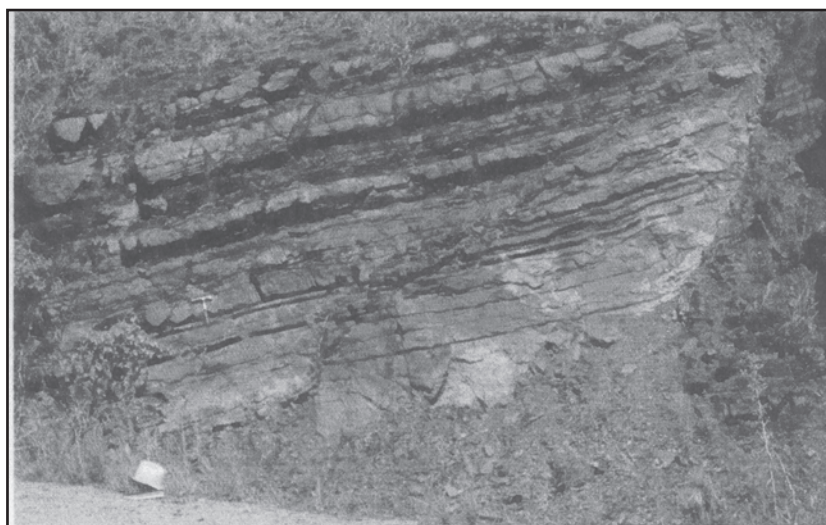


Figura 12 – Intercalações de arenitos finos e siltitos com gretas de contração na camada onde o cabo de martelo de escala se encontra. Formação Seival. Local SB-11.

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 aumento da espessura da lâmina d'água e influência de marés, de acordo com critérios de Dalrymple (1992). Por vezes estes depósitos estão associados a 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 um sistema estuarino com influência de marés. Duas estações de medidas de paleocorrentes (Fig. 08) indicam paleofluxo preferencial para norte.

A presença de camadas arenosas sobrepondo-se aos ritmitos acima descrita induziu Paim (1994) a interpretar esta sucessão como depósitos de deltas lacustres caracterizados por progradação. Entretanto, as evidências aqui apresentadas sugerem comportamento distinto para esta sucessão. Sistemas deltaicos caracterizam-se por granocrescência dos sedimentos pela diminuição constante da lâmina d'água e, conseqüentemente, incremento da capacidade de transporte. Este fato não se observa nesta sucessão já que esta unidade caracteriza-se por freqüentes exposições subaéreas denotadas por gretas de contração em praticamente todas as exposições. Adicionalmente, o conjunto de estruturas sedimentares e fácies favorecem a interpretação de ambiente de planície de marés para esta sucessão, tal como sugerido preliminarmente por Fambrini *et al.* (1996^b) e Almeida (2001).

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 se dá por discordância erosiva.

Depósitos de rios entrelaçados

Os depósitos fluviais da Formação 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 e desprovidos de grandes espessuras da fácies **Ap**. Em todo o pacote dessa unidade predominam amplamente depósitos de dunas subaquosas 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. 13). Ocorre também uma camada métrica a decamétrica de conglomerados (fácies **Ce** e **Acg**), lateralmente contínua próxima ao topo da unidade, demonstrando uma modificação das características do sistema fluvial.

Nestes depósitos foram medidos 227 planos de estratificação cruzada acanalada, subordinadamente tabulares, distribuídos em 9 estações (*vide* Fig. 14). A análise de paleocorrentes caracterizou um padrão muito consistente de transporte para norte (axial), com variância compatível com a interpretação de um sistema deposicional de rios entrelaçados.

Histogramas de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos fluviais apontam para uma derivação mista, com composição claramente polimítica (Fig. 15).

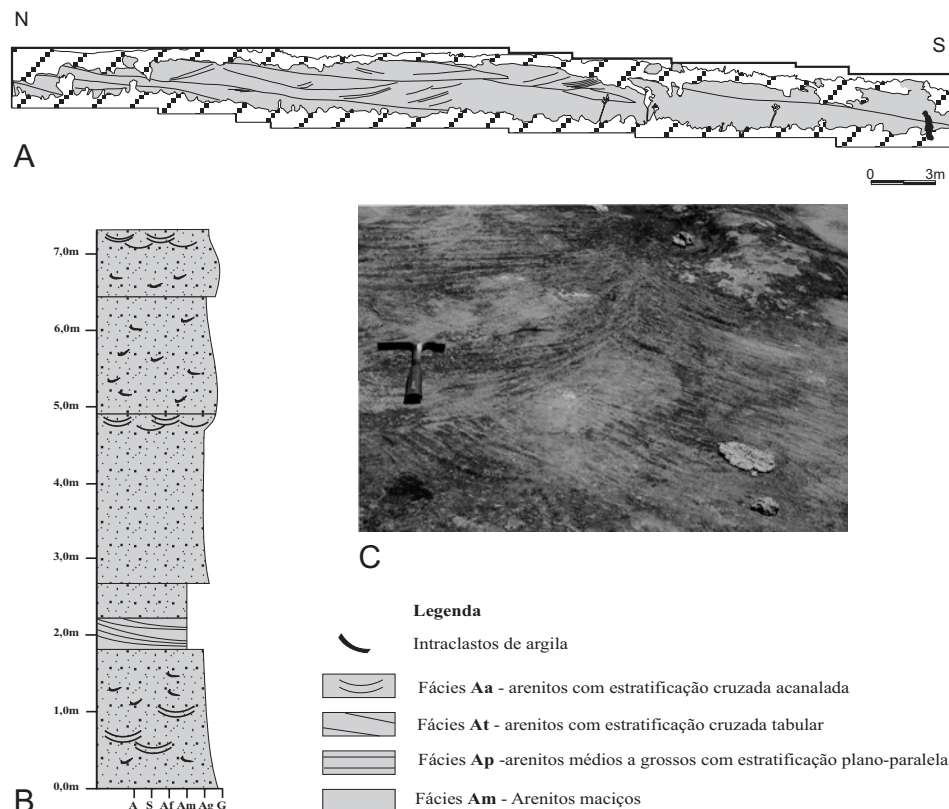


Figura 13 - Afloramento dos depósitos de rios entrelaçados da Formação Serra dos Lanceiros. A: croqui do corte da rodovia estadual RS-357 com ênfase nas estratificações cruzadas acanaladas em corte transversal, local SB-17, B: seção colunar de detalhe da toda a exposição de A, local SB-17, C: estratificações cruzadas acanaladas compondo festões em exposição nas proximidades de A.

Formação Arroio Umbu

Sobre a Formação Serra dos Lanceiros encerra-se uma unidade caracterizada por granocrescência ascendente de siltitos e arenitos finos, de ambiente de baía estuarina, para arenitos de frente deltaica de *bayhead delta* reunida na 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-parallel e rara estratificação cru-

zada acanalada. São abundantes as camadas heterolíticas (Fig. 16) (fácies **H**). Os arenitos da fácies **H** são ricos em marcas onduladas assimétricas e dispostos em camadas centimétricas com siltitos argilosos depositados nas calhas das marcas onduladas. A variação da proporção entre os níveis arenosos, cujos topos apresentam contornos ondulados, e das camadas ou lentes de finos de calha proporciona o reconhecimento de três tipos de estratificação. Em um primeiro caso as camadas arenosas predominam, fazendo com que os depósitos de finos fiquem isolados entre si em lentes cen-

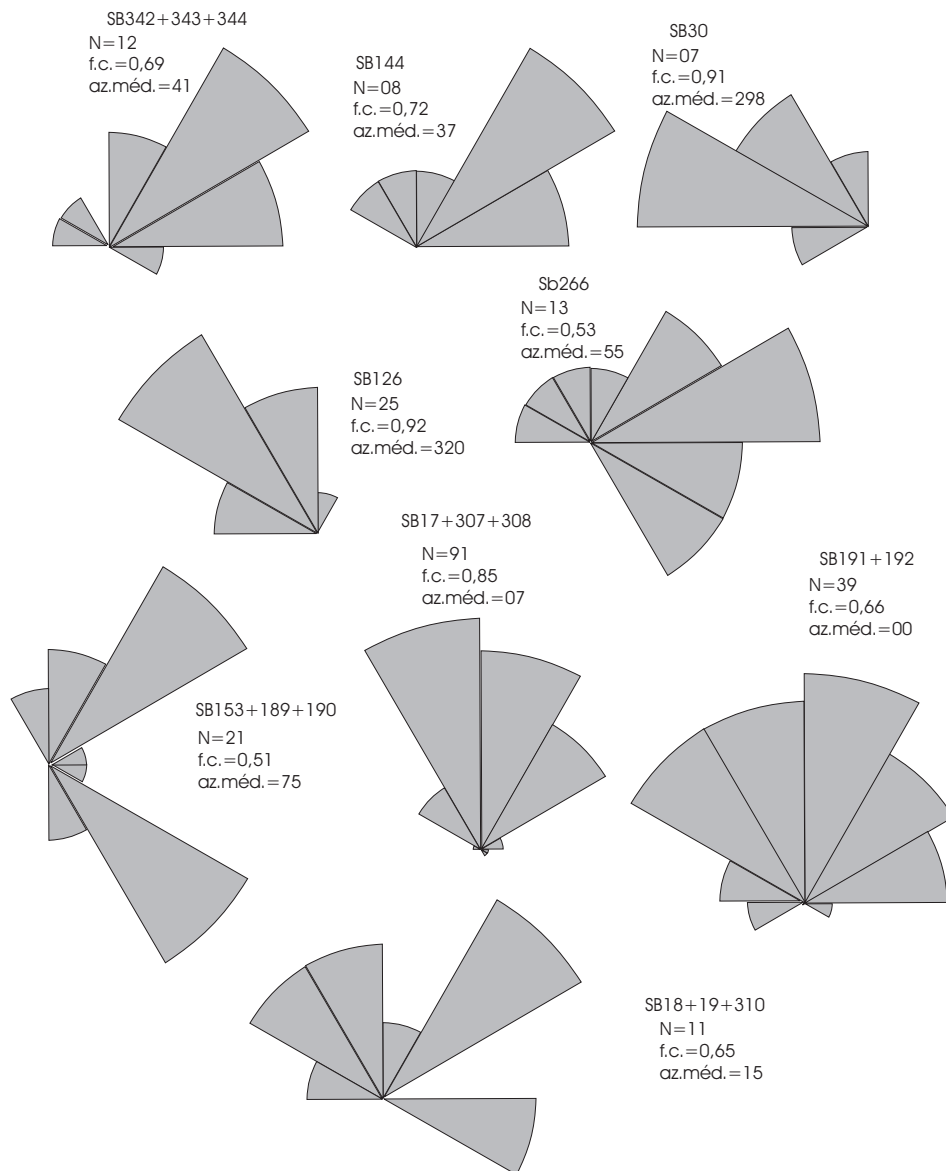


Figura 14 - Paleocorrentes aluviais da Formação Serra dos Lanceiros tomadas em estratificações cruzadas acanaladas e tabulares. N=número de medidas, f.c.= fator de consistência, az. méd.= azimuth do vetor médio. Modificada de Almeida(2001)

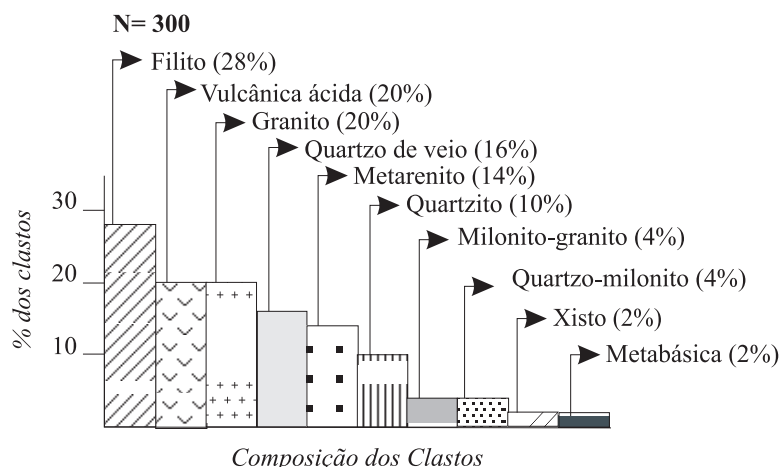


Figura 15 - Histograma de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos fluviais da Formação Serra dos Lanceiros.

timétricas. No segundo caso ocorrem proporções aproximadamente iguais de arenitos e pelitos, resultando em um 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 ambiente 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 o soerguimento de um alto na região.

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. 03). Esta denominação foi originalmente empregada como Aloforma-

ção Pedra do Segredo por Paim *et al.* (1995, 2000) e aqui adotada (*vide* Tabela 01). 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 progradacionais.

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

Depósitos aluviais

A Formação Pedra do Segredo apresenta um pacote inicial de arenitos conglomeráticos com predomínio das fácies **Aa**, **At** com seixos esparsos e **Ce**, que passa em direção ao topo para conglomerados com as fácies **Ce**, **Acg** e **Cm**. Os arenitos conglo-

meráticos apresentam o 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 pacotes de 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 ambiente 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 a progradação 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. 08).

A análise de proveniência do arcabouço dos conglomerados fluviais da Formação Pedra do Segredo indicam uma derivação mista, com composição claramente polimítica (Fig. 17A), com destaque para clastos do alto de Caçapava do Sul (xistos, filitos, granitos foliados e isótopos). Já esta análise realizada em conglomerados de depósitos de leques aluviais proximais propiciou fonte de composição mono a oligomítica (Fig. 17B). Esta composição relaciona-se claramente à presença de rochas do alto de Caçapava do Sul (granitos foliados e isótopos), adjacente aos depósitos de leques aluviais.

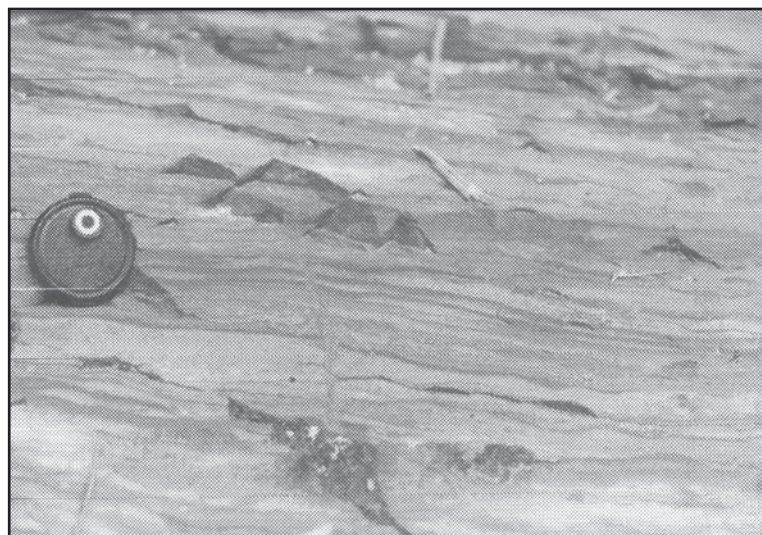


Figura 16 - Fácies heterolíticas da Formação Arroio Umbu. Local SB-221.

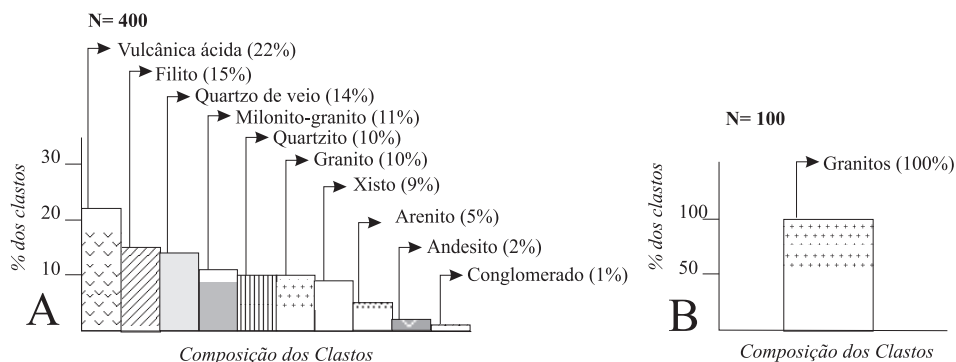


Figura 17 - Histogramas de proveniência do arcabouço dos conglomerados e arenitos conglomeráticos da Formação Pedra do Segredo. A: Locais SB-277/185/84, B: Local SB-328.

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 se deve 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 o soerguimento do alto de Caçapava do Sul que culminou com o isolamento da bacia, perfazendo importante controle tectônico sobre o preenchimento das formações Serra dos Lanceiros, Arroio Umbu e Pedra do Segredo, correlatas à Formação Rincão dos Mouras. Dessa forma, as formações Estância Santa Fé e Seival depositaram-se durante um período de continuidade entre 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 um *hemigraben*. O caráter marginal dos depósitos de leques aluviais é atestado pelo conjunto de fácies e 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. 08). Interdi-gitações de sedimentos de planícies de maré e baía estuarina marcam eventos transgressivos em ciclos de maior frequência dentro do preenchimento sedimentar.

Uma transgressão marinha possibilitou o desenvolvimento de um grande estuário, caracterizado por rápida retrogradação que posicionou a região em um 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), representados pela Formação Seival.

Um evento erosivo resultante de um aporte mais intenso de sedimentos para a bacia promoveu a instalação de uma 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 um soerguimento mais efetivo das áreas-fontes com a consequente colmatação da bacia ou ao rebaixamento do nível relativo do mar.

Um importante evento de reestruturação da bacia ocorre associado à transgressão de novos depósitos estuarinos sobre a planície aluvial reunidos na Formação Arroio Umbu, com o posterior soerguimento do alto de Caçapava do Sul e a individualização da Sub-Bacia Camaquã Ocidental (Almeida 2001), concomitantemente a um aumento das taxas de subsidência, refletido na Formação Pedra do Segredo. A origem tectônica deste conjunto é evidenciada pela proveniência de clastos do alto de Caçapava do Sul (Justo & Almeida 2004) e pela presença de fácies de leques aluviais proximais intercaladas às porções proximais do sistema lagunar e progradando 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^b), 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).

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 re-

trogradacionais, agradacionais e progradaçãoais, 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 a 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 ambientes 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 em uma 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).

Agradecimentos

Este trabalho foi elaborado com auxílio financeiro da FAPESP —Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processos 93/03228-7, 98/04510-1, 98/11544-0, 98/03682-3, 99/00878-7 e 00/07510-4), a quem agradecemos o apoio. À Prefeitura Municipal de Caçapava do Sul, na pessoa do secretário Ibuçara Rosa de Miranda, e ao Centro Avançado da UNISINOS, pelo apoio logístico. Ao núcleo da CPRM/RS pela cessão de fotografias aéreas e mapas. 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. Ao Prof. Dr. Paulo S. G. Paim (UNISINOS/RS) pelas inestimáveis sugestões formuladas a uma versão prévia do trabalho. Por fim, ao editor Prof. Dr. Gorki Mariano pela paciência e auxílio nas etapas de finalização do artigo.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM*, **241**:1-36.
- Almeida, F.F.M. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: SBG XXIII Cong. Bras. Geol., Salvador, BA, *Anais*, **1**:29-46.
- Almeida, R.P. 2001. *Evolução Tectono-sedimentar da Formação Santa Bárbara na Sub-Bacia Camaquã Ocidental*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 161 p.
- Almeida, R.P., Fambrini, G.L., Fragoso-Cesar, A.R.S. 2001. Litoestratigrafia e seqüências deposicionais da Formação Santa Bárbara (Neoproterozóico III – Eopaleozóico) em sua área-tipo: Sub-Bacia Camaquã Ocidental, Rio Grande do Sul, Brasil. In: XI Cong. Latinoamericano / III Cong. Uruguayo de Geología, Montevideo, 2001 (CDRom).
- Blair, T.C. 1987. *Sedimentary processes, vertical stratification sequences, and geomorphology of the Roaring River alluvial fan, Rocky Mountain National Park, Colorado*. *Journal of Sedimentary Petrology*, **57**(1):1-18.
- 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. 1992. *The Troilheim alluvial fan and facies model revisited*. *Geological Society of America Bulletin*, **104**:762-769.
- 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*. *Journal of Sedimentary Petrology*, Section A, **64**(3):450-489.
- Blissenbach, E. 1954. *Geology of alluvial fans in semi-arid regions*. *Geological Society of America Bulletin*, **65**(2):175-190.
- Bluck, B.J. 1964. *Sedimentation of an alluvial fan in southern Nevada*. *Journal of Sedimentary Petrology*, **34**:395-400.
- Bocchi, P.R. 1970. Geologia da Folha de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia Brasil, DNPM*, **245**, p. 1-83.
- Brito Neves, B.B. & Cordani, U.G. 1991. *Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic*. *Precambrian Research*, **53**:23-40.
- Bull, W.B. 1964. *Alluvial fans and near-surface subsidence in Western Fresno County, California*. U.S.G.S. Professional Paper 437A, 70 p.
- Bull, W.B. 1972. Recognition of alluvial-fan deposit in the stratigraphic record. In: Rigby, J.K. & Hamblin, W.K. (eds.) *Recognition of Ancient Sedimentary Environments*. Tulsa, SEPM, p. 63-83 (Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication, 16).
- Bull, W.B. 1977. *The alluvial-fan environment*. *Progress in Physical Geography*, **1**:222-270.
- Campos, J.E.G. & Dardenne, M.A. 1994. *A glaciação neopaleozóica na porção meridional da Bacia Sanfranciscana*. *Revista Brasileira de Geociências*, **24**(2):65-76.
- Carvalho, P.F. 1929. Reconhecimento geológico efetuado no município de Caçapava, Rio Grande do Sul, Brasil. Relatório Annual da Diretoria, Ano 1928, *Bol. Inst. Geol. Min. Bras.*, **66**, Rio de Janeiro, pp. 41-55.
- Carvalho, P.F. 1932. Reconhecimento Geológico no Estado do Rio Grande do Sul, *Bo-*

- letim do Instituto Geológico e Mineralógico Brasileiro, Rio de Janeiro, **66**:1-72.
- Chemale Jr., F., Gresse, P.G., Silva, L.C., Walraven, F., Hartmann, L.A. 1995. Bacias tardi- a pós-orogênicas do orógeno colisional Pan-Africano-Brasiliano no sul da África e sul do Brasil. In: SBG VI Simp. Sul-Bras. Geol. / I Encontro Geol. Cone Sul, Porto Alegre, RS, *Boletim de Resumos Expandidos*, p. 14-19.
- Dalrymple, R.W. 1992. *Tidal depositional systems*. In: Walker, R.G. & James, N.P. (eds.). *Facies Models: Response to Sea-level Change*, Geol. Ass. Can., Waterloo, Ontario, p. 195-218.
- Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A., Boyd, R. 1992. *Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications*. *Journal of Sedimentary Petrology*, **62**:1130-1146.
- Dardenne, M.A., Gonzaga, G.M., Campos, J.E.G. 1990. *Descoberta de pavimentos estriados de origem glacial sobre os arcóseos da Formação Três Marias na região de Santa Fé de Minas, MG*. *Revista da Escola de Minas*, **4**(4):65-66.
- Davis, W.M. 1930. *Rock floors in arid and humid climates*. *Journal of Geology*, **38**:1-27.
- Faccini U.F., Paim P.S.G., Fragoso-Cesar A.R.S. 1987. Análise faciológica das molassas brasileiras na região das Minas do Camaquã, Eo-paleozóico do RS. In: SBG III Simp. Sul-Bras. Geol., Curitiba, PR, *Atas*, **1**:75-91.
- Fambrini, G.L. 1998. *O Grupo Camaquã (Transição Proterozóico-Fanerozóico) na região das Minas do Camaquã, RS: análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 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, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 293 p.
- Fambrini, G.L., Almeida, R.P., Fragoso-Cesar, A.R.S., Janikian, L., Pelosi, A.P.M.R., Riccomini, C. em prep.. *Stratigraphic evolution and tectonic setting of the Santa Bárbara group (Ediacaran), Camaquã Basin, southern Brazil*. *Journal of South American Earth Sciences*.
- 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 VIII Simp. Nac. Est. Tectônicos, Recife, PE, *Anais*, p.149-151.
- Fambrini, G.L., Fragoso-Cesar, A.R.S., Silva Filho, W.F., Teixeira, G., Sayeg, H.S., Machado, R. 1995. Aplicação da análise estratigráfica de proveniência e paleocorrentes à Formação Santa Bárbara na região das Minas do Camaquã, RS. In: SBG VI Simp. Sul-Bras. Geol. / I Encontro Geol. Cone Sul, Porto Alegre, RS. *Boletim de Resumos Expandidos*. Porto Alegre, p. 187-191.
- 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*. *Boletim IG-USP, Série Científica*, **29**:39-69.
- 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., Martin, M.A.B., Fragoso-Cesar, A.R.S., McReath, I., Chiarini, A., Silva Filho, W.F., Sayeg, H.S., Machado, R., Ribeiro de Almeida, T.I. 1996. Registro preliminar sobre o vulcanismo Bom Jardim na borda sudoeste da Bacia do

- Camaquã, RS: Evidências de atividade piroclástica subaquática sob a ação de ondas e correntes de turbidez. In: SBG Núcleo Bahia/Sergipe, XXXIX Cong. Bras. Geol., Salvador, BA. *Boletim de Resumos Expandidos*, 5:379-381.
- Fambrini, G.L., Martin, M.A.B., McReath, I., Fragoso-Cesar, A.R.S. 1999. Subaqueous pyroclastic deposits of the Hilário Formation, RS. In SBG I Simp. Sobre Vulcanismo e Amb. Assoc., Gramado, RS, 1999. *Boletim de Resumos*, p. 34.
- 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^b. 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 Núcleo Bahia/Sergipe, XXXIX Cong. Bras. Geol., Salvador, BA. *Boletim de Resumos Expandidos*, 2:204-206.
- 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. Journal of South American Earth Sciences*, 5(1):77-96.
- Fragoso-Cesar, A.R.S. 1991. *Tectônica de Placas no Ciclo Brasileiro: as orogênicas dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 366 p.
- 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 I Encontro Estratigrafia do RS— Escudos e Bacias, Porto Alegre, RS. *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 XXXXI Cong. Bras. Geol., 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 II Simp. Sul-Bras. Geol., Florianópolis, SC, *Anais*, 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., Machado, R. 2000^a. The Neoproterozoic and Eopaleozoic Successions of the Rio Grande do Sul state, southern Brazil: Superposed Basins of the end of the Brazilian Tectonics and the birth of the intracratonic Paraná Basin. In: XXXI Internat. Geol. Congress, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, *Abstracts (CDROM)*.
- 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: XI Cong. Latinoamericano / III Cong. Uruguayo de Geología, Montevideo, 2001 (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^b. *The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. Revista Brasileira de Geociências*, 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. Revista Brasileira de Geociências*, 31(2):155-162.

- 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 XXXIII Cong. Bras. Geol., Rio de Janeiro, RJ, *Anais*, 7:3272-3283.
- 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 Research*, 8(2):157-171.
- Hooke, R.L. 1967. *Processes in arid-region alluvial fans. Journal of Geology*, 75:438-460.
- 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. Revista Brasileira de Geociências*, 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: XLII Cong. Bras. Geol., 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 Geologica Leopoldensia*, 21(9):185-227.
- Leinz, V., Barbosa, A.F., Teixeira, G.A. 1941. Mapa Geológico Cacapava-Lavras. *Boletim da Divisão de Produção Mineral da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio*, Porto Alegre, RS, 90:1-39.
- Leites, S.R., Lopes, R.C., Wildner, W., Porcher, C.A., Sander, A. 1990. Divisão lito-faciológica da Bacia do Camaquã na Folha Passo do Salsinho, Caçapava do Sul – RS, e sua interpretação paleoambiental. In: SBG XXXVI Cong. Bras. Geol., Natal, RN. *Anais*, 1:300-312.
- Lima, E.F. & Nardi, L.S.V. 1998. *The Lavras do Sul Shoshonitic Association: implications for the origin and evolution of Neoproterozoic shoshonitic magmatism in southernmost Brazil. Journal of South American Earth Sciences*, 11(1):67-77.
- 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 I Workshop sobre as Bacias Molássicas Brasileiras, São Leopoldo, RS. *Boletim de Resumos Expandidos*, 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 Science Reviews*, 22:261-308.
- Miall, A.D. 1992. *Alluvial deposits*. In: Walker, R.G. & James, N.P. (eds.) *Facies models. Response to sea level changes*. Geological Association of Canada, p. 119-142.
- Miall, A.D. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Berlin, Springer, 582 p.
- Miall, A.D. 2000. *Principles of sedimentary basin analysis*. 3rd ed., New York, Springer-Verlag, 616 p.
- Nilsen, T.H. 1982. *Alluvial fans*. In: Scholle, P.A. & Spearing, D. (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 Cin-

- turão Dom Feliciano: Tectônica e sedimentação da Formação Arroio dos Nobres. In: SBG III Simp. Nac. Est. Tectônicos, Rio Claro, SP, *Boletim de Resumos Extensos*, 58-59.
- Oliveira, J.M.M.T. & Fernandes, L.A.D. 1992. Bacias molássicas brasileiras, mito ou realidade? In: SBG/UNISINOS I Workshop Sobre as Bacias Molássicas Brasileiras, São Leopoldo, RS. *Boletim de Resumos Expandidos*, p. 97-105.
- 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. (inédito).
- Paim, P.S.G., Chemale Jr., F., Lopes, R.C. 2000. A Bacia do Camaquã. In: Holtz, M. & De Ros, L. F. (eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*. 1ª ed., Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2000, p. 231-274.
- Paim, P.S.G., Faccini, U.F., Netto, R.G., Nowatzki, C.H. 1992. *Estratigrafia de seqüências e sistemas deposicionais das bacias do Camaquã e Santa Bárbara, Eopaleozóico do RS (Brasil)*. *Correlación Geológica*, 9:41-45.
- Paim, P.S.G., Lopes, R.C., Chemale Jr., F. 1995. Aloestratigrafia, sistemas deposicionais e evolução paleogeográfica da Bacia do Camaquã - Vendiano Superior/ Ordoviciano Inferior do RS. In: SBG VI Simp. Sul-Bras. Geol. / I Encontro Geol. Cone Sul, Porto Alegre, RS. *Boletim de Resumos Expandidos*, p. 39-50.
- Pelosi A.P.M.R. & Frago-Cesar A.R.S. 2003. *Proposta litoestratigráfica e considerações paleoambientais sobre o Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul*. *Revista Brasileira de Geociências*, 33(2) 137-148.
- Petri, S., Coimbra, A.M., Amaral, G., Ojeda y Ojeda, H., Fúlfaro, V.J., Ponçano, W.L. 1986. *Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica*. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(4):370-415.
- Posamentier, H.W., Jervey, M.T., Vail, P.R. 1988. *Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and system tracts models*. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.ST.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (eds.) *Sea-level Changes – An Integrated Approach*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Spec. Publ., 42:125-154.
- 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 Quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 127, 232 p.
- Ribeiro, M. & Lichtemberg, E. 1978. Síntese da Geologia do Rio Grande do Sul. In: XXX SBG Cong. Bras. Geol., Recife, PE, *Anais*, 6:2451-2463.
- Robertson, J.F. 1966. *Revision of stratigraphy and nomenclature of rock units in Caçapava-Lavras Region*. *Notas e Estudos*, IG-UFRGS, Porto Alegre, 1(2):41-54.
- Santos, E.L., Beckel, J., Macedo, P.M., Gonzales Filho, F., Chabam, M. 1978. Divisão lito-estratigráfica do Eo-Cambriano-Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Riograndense. In: SBG XXX Cong. Bras. Geol., Recife, 1978. *Anais*, 2:670-684.
- Schultz, A.W. 1984. *Subaerial debris-flow deposition in the Upper Paleozoic Cutler Formation, western Colorado*. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54(5):759-772.
- Tessari, R.I. & Picada, R.S. 1966. *Geologia da Quadrícula Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 147 p. (Boletim 124).
- Van Wagoner, J.C., Mitchum, R.M., Campion, K.M., Rahmanian, V.D. 1990. *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for*

- high-resolution correlation of time and facies. American Association of Petroleum Geologists./ Methods in Exploration Series 7:55.*
- Walker, R.G. 1992. *Facies, facies models and modern stratigraphic concepts*. In: Walker, R.G. & James, N.P. (eds): *Facies Models - Response to Sea-level Change*, Geological Association of Canada Geotext 1, Waterloo, Ontario, p. 1-14.
- Wildner, W., Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Sommer, C.A. 2002. *Volcanic cycles and setting in the Neoproterozoic III to Ordovician Camaquã Basin succession in southern Brazil: characteristics of post-collisional magmatism. Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **118**:261-283.
- Wildner, W., Sander, A., Lopes, 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.