

A FORMAÇÃO BARRIGA NEGRA (EDIACARANO DO URUGUAI): CARACTERIZAÇÃO ESTRATIGRÁFICA E CORRELAÇÃO COM UNIDADES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

GELSON LUÍS FAMBRINI¹, ANTONIO ROMALINO SANTOS FRAGOSO-CESAR²,
RENATO PAES DE ALMEIDA², CLAUDIO RICCOMINI²

Resumo As principais discordâncias regionais do Uruguai separam o (i) embasamento metamórfico Pré-Ediacarano, (ii) as coberturas tafrogênicas do Ediacarano e (iii) as coberturas devonianas e posteriores. Embora haja consenso sobre o significado desta última discordância, é polêmica a discussão a respeito do limite entre o embasamento e as coberturas tafrogênicas. No presente trabalho é revisado este limite, discutindo-se a Formação Barriga Negra e suas relações com o embasamento metamórfico (Grupo Lavalleya) e plutônico (Granito de Polanco). A Formação Barriga Negra constitui uma espessa sucessão de conglomerados, arenitos conglomeráticos, arenitos e pelitos. Em sua base, sobre discordância litológica com o embasamento, esta formação é representada por conglomerados diversos, desde brechas com calhaus e matações angulosos até arenitos conglomeráticos com lentes de conglomerados com seixos, interpretados como depósitos de leques aluviais e de rios entrelaçados de clima árido. Estas litofácies basais trazem uma característica fundamental e diagnóstica da posição estratigráfica e estilo tectônico deposicional: os clastos dos conglomerados registram sempre a área-fonte vizinha. A associação de litofácies psamíticas e pelíticas sobreposta evidencia um evento de transgressão, registrado em depósitos de face litorânea e de costa-afora afetados por tempestades. Estes depósitos são recobertos por sucessões estratocrescentes de leques deltaicos e aluviais. No Rio Grande do Sul, a unidade que apresenta sucessão estratigráfica análoga — e também posterior a granitos correlacionáveis ao de Polanco — é designada como Grupo Santa Bárbara do Supergrupo Camaquã.

Palavras-chave: fácies, sistema de rios entrelaçados, leques aluviais, Formação Barriga Negra, Ediacarano, Uruguai

Abstract THE BARRIGA NEGRA FORMATION (EDIACARAN, URUGUAY): STRATIGRAPHIC CHARACTERIZATION AND CORRELATION WITH UNITS OF RIO GRANDE DO SUL STATE. BRAZIL The main regional unconformities found in Uruguay separate the following geological elements from each other: (i) pre-Ediacaran metamorphic basement, (ii) Ediacaran tafrogenic sedimentary units and (iii) Phanerozoic sedimentary successions. Although there is a general agreement about the geological meaning of the last unconformity, there is debate about the nature of the boundary between the basement and the tafrogenic cover. The present paper reviews this boundary and discusses the Barriga Negra Formation and its relationships with the metamorphic (Lavalleya Group) and plutonic (Polanco Granite) basement. The Barriga Negra formation constitutes a thick succession of conglomerates, pebbly sandstones, sandstones and pelites. At its base, above a lithologic unconformity with the basement, the formation is represented by conglomeratic facies that vary from angular cobble and boulder breccias to pebbly sandstones with lenses of pebbly conglomerates, interpreted as alluvial fan and braided river deposits. These basal lithofacies show a diagnostic feature of their stratigraphic position and depositional style: the clasts of the conglomerates always reveal a source-area that matches the units that are now exposed in the vicinity of the deposits. The overlying sandy and muddy facies association represent a transgressive event registered in storm-affected shoreface and offshore deposits. These deposits are overlain by thickening-upward alluvial fan and fan-delta successions. In southern Brazil, the correlative stratigraphic succession is the Santa Bárbara Group (Camaquã Supergroup), that is also posterior to granites related to the Polanco Granite.

Keywords: facies, braided river system, alluvial fans, Barriga Negra formation, Ediacaran, Uruguay

INTRODUÇÃO Sobre o embasamento metamórfico do Uruguai e Rio Grande do Sul (Fig. 1) afloram espessas coberturas sedimentares e vulcano-sedimentares não metamórficas que, a partir de Almeida (1969), têm sido consideradas como bacias dos estágios finais da Orogênese Brasileira. Em trabalhos recentes no Rio Grande do Sul, a classificação tectônica destas coberturas vem sendo revisada. Dissertações de mestrado (Fambrini 1998, Almeida 2001, Pelosi 2001, Janikian 2001), teses de doutorado (Fambrini 2003, Pelosi 2005, Almeida 2005) e publicações diversas (Fragoso-Cesar et al. 2000, 2001, 2002, 2003, Fambrini et al. 2001^b,

Pelosi & Fragoso-Cesar 2003, Janikian et al. 2003, Fambrini et al. 2005) reconhecem seu caráter anorogênico intracontinental, desvinculando-as da Orogênese Brasileira.

No Uruguai, dando continuidade a trabalhos prévios (Fragoso-Cesar et al. 1987, 1990, Fambrini et al. 2001^a, 2002, 2003), é discutida uma das unidades análogas àquelas estudadas no Rio Grande do Sul — a Formação Barriga Negra —, cujo significado tectônico é controverso: se depósito de um *rift* intracontinental, como aqui argumentado, ou parte terrígena do Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher et al. 1998^a, 1998^b, Gaucher & Sprechman 1998, 1999,

1 - Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Avenida Acadêmico Hélio Ramos s/n, sala 510, Recife, PE, CEP: 50.740-530, fone: (+55 81) 2126-8240 ramal 34, FAX: (+55 81) 2126-8234. 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, Brasil. E-mail: romalino@usp.br, riccomin@usp.br

Gaucher *et al.* 2003), uma sucessão de plataforma carbonática neoproterozóica correlacionada aos depósitos do Grupo Nama da África do Sul e ao Grupo Corumbá do centro-oeste brasileiro.

Os elementos aqui expostos derivam de trabalhos de campo nas regiões de Polanco, Arroio Barriga Negra, Paso de las Talas e Estância de Francisco Vidal, e visam descrever as fácies da Formação Barriga Negra e suas relações com o embasamento metamórfico (Grupo Lavalleya) e plutônico (Granito de Polanco). Analisando essas informações, é levantada a possibilidade de correlação da Formação Barriga Negra com unidades pós-vulcânicas do Supergupo Camaquã do Rio Grande do Sul (*sensu* Frago-Cesar *et al.* 2003).

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL As principais unidades pré-devonianas do Uruguai (Figs. 1 e 3) compreendem: (i) complexos plutônicos e metamórficos, inclusive de fácies granulito, de idades do Paleoproterozóico e Arqueano (*vide* Hartmann *et al.* 2001, Bossi & Campal 2003) expostos no Cráton Rio de La Plata e no embasamento pré-brasiliano do Cinturão Dom Feliciano, sendo a porção sudoeste do cráton intrudida por enxames de diques máficos de 1,8-1,7 Ma (Bossi *et al.* 1993^a, Teixeira *et al.* 1999); (ii) coberturas carbonáticas e siliciclásticas com vulcânicas bimodais associadas (*vide* Sánchez-Bettucci & Ramos 1999), e clásticas sem vulcanismo reconhecido (*vide* Sánchez-Bettucci & Pazos 1996, Fambrini *et al.* 2001^a, 2003), de suposta idade neoproterozóica, dobradas e afetadas sob condições metamórficas variáveis de grau muito baixo até, localmente, fácies anfibolito, aflorantes no Cinturão Dom Feliciano (Grupo Lavalleya e formações Rocha e Playa Hermosa) e, em ocorrências muito restritas, no Cráton Rio de La Plata (Formação Piedras de Afilar *sensu* Jones 1956, *vide* Frago-Cesar *et al.* 1987); (iii) granitóides foliados e ortognaisses neoproterozóicos, restritos ao Cinturão Dom Feliciano e ainda pouco estudados; e (iv) coberturas vulcano-sedimentares não metamórficas e com deformação rúptil, contemporâneas a plútons graníticos e sieníticos, comagmáticos ao vulcanismo das coberturas

(*vide* Elizalde *et al.* 1970, Campal & Gancio 1993, Bossi *et al.* 1993^b, Masquelin & Sánchez-Bettucci 1993, Sánchez-Bettucci 1998), nas quais inclui-se a Formação Barriga Negra, tema central do presente estudo.

AS COBERTURAS VULCANO-SEDIMENTARES NÃO-METAMÓRFICAS DO URUGUAI

Entre as coberturas do Ediacarano do Uruguai, destacam-se duas, o Grupo Piriápolis, incluindo rochas vulcânicas em sua porção inferior, e a Formação Barriga Negra, apenas sedimentar. Outras ocorrências incluem as formações San Carlos e Cerros de Aguirre, respectivamente sedimentar e vulcânica.

Essas unidades ocorrem preservadas em grábens encaixados no embasamento por falhas de direção N-S a NNE-SSW. Nestas, a deformação é predominantemente condicionada pelo basculamento de blocos. As atitudes das camadas são bastante variáveis, porém concordantes com a direção geral das falhas com mergulhos suaves a moderados; fortes apenas junto a falhas regionais. Embora a deformação seja essencialmente rúptil, junto a zonas de falhas mais intensamente reativadas por evento(s) posterior(es) formam-se protomilonitos arcóseo-conglomeráticos (Fig. 2) (*e.g.* Formação San Carlos e borda leste do Grupo Piriápolis, Fambrini 2003).

Embora apresente analogias com as unidades pós-vulcanogênicas do Grupo Piriápolis, a Formação Barriga Negra aflora isolada a norte do *rift* que contém esse grupo (Fig. 3).

A FORMAÇÃO BARRIGA NEGRA Ferrando & Fernandez (1971) e Bossi *et al.* (1975), considerando a definição de Formação Piedras de Afilar de Jones (1956) para uma restrita ocorrência de rochas siliciclásticas e carbonáticas no extremo SE do Cráton Rio de La Plata, incluíram nesta unidade, além de depósitos análogos aflorantes na porção NE deste cráton, também os depósitos da região do arroio Barriga Negra, e interpretaram o conjunto como molássico. No entanto, em trabalho pioneiro (Caorsi & Goñi 1958) —recuperado em Frago-Cesar *et al.* (1987)— a Formação Piedras de Afilar fora considerada como possível extensão da então definida Série Lavalleya, posteriormente redefinida como grupo

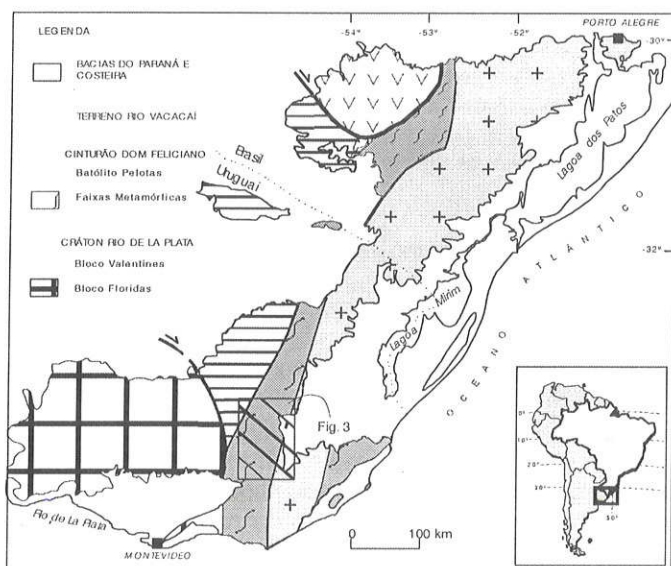


Figura 1—Compartimentação geotectônica do Pré-Cambriano do Rio Grande do Sul e Uruguai. Modificada de Frago-Cesar (1990, 1991).



Figura 2— Conglomerados da Bacia San Carlos nas proximidades da cidade homônima, Uruguai. Notar caráter protomilonítico da rocha, aflorante junto à Zona de Cisalhamento Sierra Ballena.

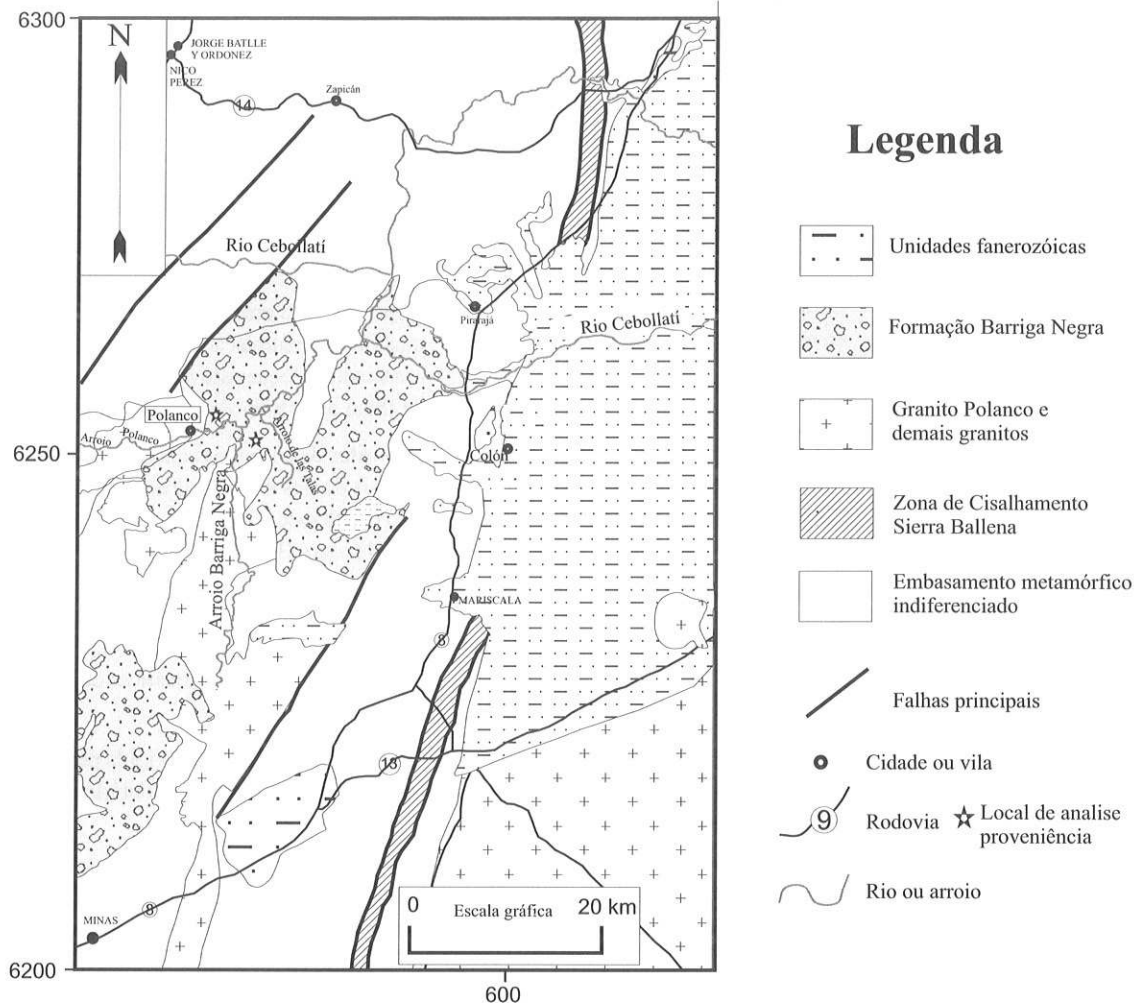


Figura 3—Esboço geológico da Formação Barriga Negra e do embasamento adjacente (simplificado de Preciozzi et al. 1979, 1985, Preciozzi 1989, Bossi et al. 1998 e Bossi & Ferrando 2001).

por Bossi (1966), descrita como pré-metamórfica e, portanto, anterior à presumida deposição molássica.

A primeira publicação que tentou uma classificação estratigráfica formal para esta unidade—Membro Barriga Negra da Formação Piedras de Afilar—deveu-se a Preciozzi et al. (1979), posteriormente redefinida como Grupo Barriga Negra, incluindo, na base, os mármore de Polanco (Preciozzi et al. 1985, Preciozzi 1989). Ao revisar a geologia da região e identificar a discordância litológica que limita os mármore de Polanco da sucessão clástica superposta, Frago-Cesar et al. (1987) propuseram a redefinição desta unidade como Formação Barriga Negra, desvinculando-a das rochas metamórficas circundantes, então correlacionadas ao Grupo Lavalleja. Recentemente, então, a Formação Barriga Negra voltou a ser associada a rochas metamórficas no então definido Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher et al. 1998^a, 1998^b, Gaucher & Sprechman 1998, 1999, Gaucher et al. 2003), em essência uma unidade híbrida que envolve, além da Formação Barriga Negra (*sensu* Frago-Cesar et al. 1987), depósitos do Grupo Lavalleja (*sensu* Sánchez-Bettucci & Ramos 1999) e da Formação Piedras de Afilar (*sensu* Jones 1956).

Estratigrafia da Formação Barriga Negra Em levantamentos de campo realizados pelos autores, pôde ser verificado que a Formação Barriga Negra ocupa um gráben de direção NNE-SSW na região homônima, cobrindo, em discordância litológica, unidades

metassedimentares de baixo grau (Grupo Lavalleja) e o Granito de Polanco (Fig. 3).

No presente trabalho é retomada a designação de Formação Barriga Negra no sentido de Frago-Cesar et al. (1987), isto é, excluindo-a das unidades metamórficas (Grupo Lavalleja). A Formação Barriga Negra apresenta área de ocorrência no curso médio-superior do arroio Barriga Negra, a leste da cidade de Polanco, no Paso de las Talas e na Estância Francisco Vidal, local histórico que hospedou o cientista Charles Darwin no século XIX, no centro do Uruguai.

Na localidade-tipo, a Formação Barriga Negra é composta por uma espessa sucessão arcoseana de conglomerados, arenitos conglomeráticos (estes predominantes) e arenitos de coloração rosada, com restrita participação de pelitos (Tabela 1). A Formação Barriga Negra subdivide-se em três sucessões principais: (i) na porção inferior ocorrem associações de conglomerados e arenitos de leques aluviais e rios entrelaçados; (ii) na intermediária, dominam depósitos de arenitos médios e finos e siltitos relacionados a um evento transgressivo e, (iii) e na superior, retomam os arenitos e conglomerados estratificados estrato e granocrescentes, associados a progradação de um leque deltaico. A espessura da unidade foi estimada em aproximadamente 1500 m.

A base da formação, exposta nas proximidades da Vila de Polanco e ao longo do arroio Barriga Negra, está em discordância litológica com o embasamento, sendo representada por

Tabela 1— Tabela das principais litofácies da Formação Barriga Negra. Código das fácies modificado a partir de Miall (1978).

Litofácies	Descrição	Interpretação paleoambiental
Brechas maciças	Brechas formadas por clastos angulosos a subangulosos (até 1,5m de diâmetro ^{largura}) sustentadas pelo arcabouço.	Depósitos de fluxo de detritos associados a leques aluviais proximais.
Conglomerados maciços	Conglomerados sustentados pelo arcabouço e com estrutura maciça.	Depósitos de barras longitudinais de sistemas fluviais entrelaçados de alta energia associados a leques aluviais, e depósitos de fluxo de detritos de leques aluviais.
Conglomerados estratificados	Conglomerados organizados em camadas métricas, sustentados pelo arcabouço, estratificação ^{estratificação} por gradação dos clastos	Depósitos de correntes aquosas em barras fluviais de rios entrelaçados, ou de fluxos Não canalizados do tipo enchentes em lençol (<i>sensu</i> Blair & McPherson 1994).
Arenitos conglomeráticos	Arenitos conglomeráticos mal selecionados.	Depósitos de barras longitudinais de rios entrelaçados.
Arenitos com estratificações cruzadas acanaladas	Arenitos médios a grossos com estratificação ^{estratificação} cruzadas acanaladas	Depósitos de dunas subaquáticas de canais fluviais.
Arenitos c/ laminação/estratificação plano-paralela	Arenitos finos a muito finos, por vezes grossos, com laminação/estratificação plano- paralela	Tração de carga de fluxo dirigida por ondas e/ou por correntes oscilatórias.
Arenitos com estratificações cruzadas <i>hummocky</i>	Arenitos finos a médios com estratificações cruzadas <i>hummocky</i> , com boa seleção granulométrica.	Ação de fluxo oscilatório ou combinado sob a ação de ondas de tempestades em ambiente subaquático raso de face litorânea

conglomerados diversos, desde brechas com calhaus e matacões angulosos (Fácies Bm) até arenitos conglomeráticos com lentes de conglomerados com seixos arredondados (Fig. 4).

As brechas (fácies Bm) constituem-se de clastos muito angulosos a subangulosos de granulação calhau e matacão ($\phi_{\text{máx.}}$ 1,5 m), sustentadas pelo arcabouço, maciças, com distribuição caótica dos fragmentos (Fig. 5) de composição de leucogranito róseo (predominantes), mármore bandado dobrado e metabasaltos.

Os conglomerados da fácies Cm, associados às brechas, são maciços, desorganizados, sustentados pelo arcabouço, com clastos arredondados a subangulosos da granulação seixo a matacão de até 1,20 m de diâmetro (Fig. 6), de geometria lenticular, com pouca matriz.

Estas duas fácies (Bm e Cm) são interpretadas como depositadas por sistemas de leques aluviais proximais em clima árido (*sensu* Blair & McPherson 1994), considerando-se os seguintes fatores: (i) imaturidade textural e mineralógica; (ii) presença de clastos subangulosos de grandes dimensões que sugerem caráter proximal com relação à área fonte; (iii) mecanismos de fluxo gravitacional de sedimentos, típicos de fluxo de detritos de caráter proximal (*debris flow*) com pouca matriz (*sensu* Shultz 1984), (iv) presença de fragmentos instáveis como mármore; e (v) ausência de argila.

Os conglomerados de seixos (Fig. 4) são maciços (Fácies Cm) a estratificados (Fácies Ce), organizados em camadas métricas tabulares e sustentados pelo arcabouço, com clastos arredondados a subangulosos da granulação de seixo e calhau de

até 9 cm de diâmetro. A estratificação da fácies Ce é dada por variação granulométrica, com predomínio de padrão granodecrescente e, por vezes, granocrescente. Frequentemente os conglomerados de seixos intercalam-se a níveis decimétricos de arenitos médios com seixos esparsos, maciços ou estratificados.

Os arenitos são usualmente grossos (Fácies Aa) e conglomeráticos (Fácies Acg), mal selecionados, com estratificações cruzadas acanaladas de médio porte, muitas vezes portando lentes decimétricas a métricas de conglomerados sustentados pelo arcabouço, por vezes com clastos imbricados.

Estas litofácies trazem uma característica fundamental e diagnóstica da posição estratigráfica e estilo tectônico deposicional: os clastos dos conglomerados registram sempre a área-fonte vizinha (Fig. 7)—calhaus e seixos de mármore dobrados em exposições sobre os mármore da região de Polanco; matacões e calhaus angulosos de granitos em afloramentos junto ao Granito de Polanco (Fig. 6F); seixos angulosos de quartzo avermelhado de veio em ocorrência junto à crista de quartzo avermelhado em veio do embasamento etc. (Fig. 6E). Esta relação entre a área-fonte e a constituição do arcabouço dos conglomerados vizinhos caracteriza a discordância litológica que separa a Formação Barriga Negra de seu embasamento e implica na ausência de movimentação transcorrente expressiva nas falhas que limitam a bacia. Em adição, a presença de fragmentos de mármore nos conglomerados indica condições climáticas de aridez durante a deposição.

As principais estruturas sedimentares das litofácies de arenitos conglomeráticos e conglomerados lenticulares intercalados —

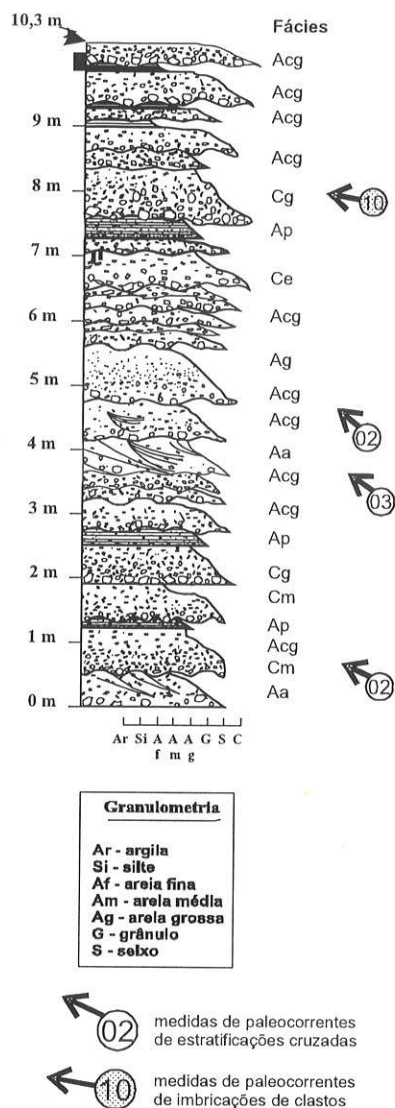


Figura 4— Seção colunar de detalhe dos conglomerados e arenitos fluviais da porção inferior da Formação Barriga Negra.

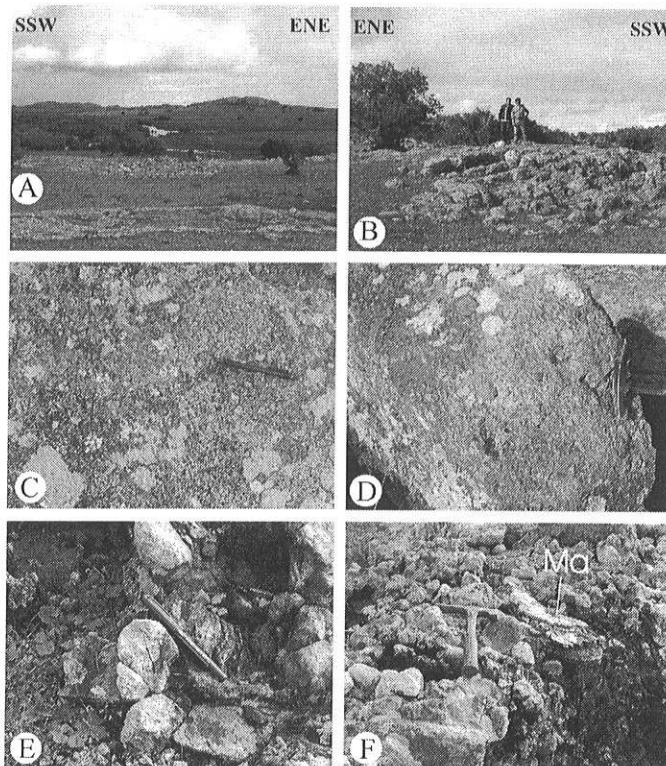


Figura 6 – Leques aluviais da Formação Barriga Negra. A: Vista geral de um dos depósitos rudáceos de leques aluviais (ao fundo cerro sustentado por grande veio de quartzo do embasamento); B: aspecto dos conglomerados estratificados (Fácies Ce) em camadas decimétricas que mergulham para NE; C: detalhe da matriz de camada dos conglomerados de seixos de B; D: bloco de conglomerado com seixos da mesma localidade de B; E: conglomerados cujo arcabouço é formado por seixos angulosos de quartzo avermelhado de veio em ocorrência junto à crista de quartzo avermelhado em veio do embasamento; F: detalhe de conglomerado maciço (Fácies Cm) sustentado pelo arcabouço.



Figura 5 – Brechas e conglomerados da Formação Barriga Negra. A: vista parcial de cerro sustentado por brechas e conglomerados de leques aluviais proximais no limite com o Granito de Polanco; B: aspecto dos conglomerados cujo arcabouço é constituído predominantemente (>90%) por clastos derivados do Granito de Polanco; C: detalhe do arcabouço dos conglomerados com destaque para o bom arredondamento de alguns matações de granito de textura fanerítica grossa, provavelmente já retirados da área fonte neste estado (notar também que existem clastos angulosos a subangulosos).

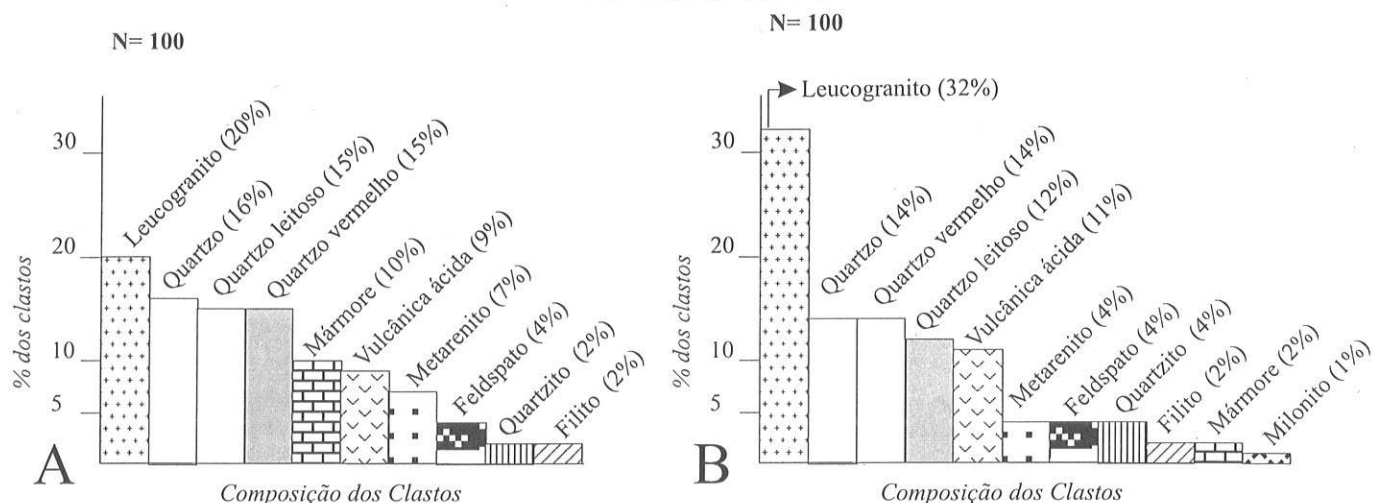


Figura 7– Histogramas de proveniência de conglomerados aluviais da Formação Barriga Negra nas proximidades do arroio homônimo (vide localização na Fig. 3). A: porção inferior da unidade; B: porção superior da unidade.

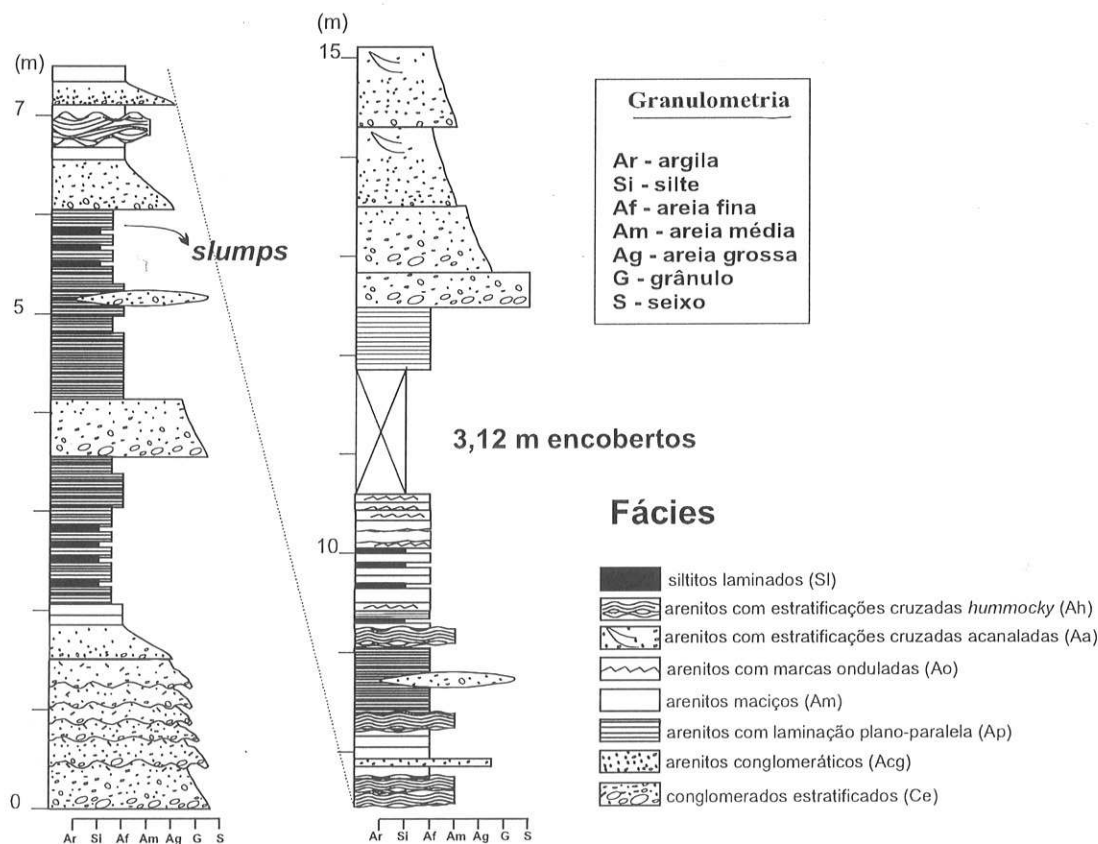


Figura 8 – Seção colunar de detalhe da porção intermediária da Formação Barriga Negra no Paso de las Talas.

estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, imbricação de seixos, feições canalizadas e erosivas, estruturas de corte e preenchimento etc.— indicam depósitos gerados em sistema fluvial de canais entrelaçados associados aos leques aluviais marginais de acordo com os modelos de Miall (1981, 1996). Dados preliminares de paleocorrentes sugerem paleotransporte para WNW nas porções distais (Fig. 4).

A associação de litofácies que ocorre sobre a anterior possui exposições junto ao Paso de las Talas e é formada por intercalações

centimétricas a decimétricas de camadas de arenitos muito finos a médios e pelitos, constituindo ciclos granodecrescentes rítmicos (Fig. 8). Os arenitos são geralmente finos, laminados a ocasionalmente maciços, e apresentam abundantes marcas onduladas simétricas e, em menor medida, assimétricas com sentido de paleofluxo para nordeste. Os arenitos médios apresentam topo e base ondulados e, internamente, possuem estratificações cruzadas tipo *hummocky* (Fácies Ah) de comprimento de onda de aproximadamente 1,5 m, além de marcas onduladas assimétricas e

laminação ondulada (*wavy*) (Fig. 8). As camadas de pelitos da porção superior de cada ciclo apresentam em geral laminação plano-paralela que, localmente, pode estar deformada por deslizamentos de pequeno porte (*slumps*), conforme observado preliminarmente por Fragoso-Cesar *et al.* (1987). Por vezes, finas camadas de arenitos com grânulos intercalam-se. Em termos de ambientes deposicionais, esta associação representa transgressão registrada em depósitos de face litorânea (*shoreface*) e costa-afora (*offshore*) afetados por tempestades, conforme modelo de Walker & Plint (1992). A natureza do corpo d'água, se marinho ou lacustre, é incerta.

Essa associação de fácies subaquáticas é coberta por depósitos estratocrescentes de leques aluviais bem expostos na região da Estância de Francisco Vidal (Fragoso-Cesar *et al.* 1987). Sua porção inferior é composta por siltitos e arenitos finos a muito finos com estratificação plano-paralela e intercalações de camadas delgadas pelíticas, localmente com gretas de contração. Por vezes estes depósitos apresentam grãos de areia grossa, grânulos e seixos esparsos. Na porção intermediária da sucessão passam a predominar camadas de espessura centimétrica de arenitos médios micáceos com grânulos e seixos esparsos, intercalados a arenitos finos com marcas onduladas assimétricas de crista sinuosa. Em direção ao topo, esse conjunto passa em contato gradacional para uma espessa sucessão decamétrica de arenitos conglomeráticos a conglomerados pouco organizados a desorganizados, com seixos e calhaus angulosos (até 20 cm de diâmetro). Esta sucessão granocrescente representa a progradação de leques deltaicos no corpo d'água (Fragoso-Cesar *et al.* 1987).

Em síntese, a Formação Barriga Negra é formada por sistemas fluviais entrelaçados e leques aluviais que são afogados por um corpo d'água raso afetado por ondas de tempestades, representando um evento transgressivo. A instalação de uma sucessão conglomerática grano e estratocrescente com fácies de leques aluviais lateralmente correlata à porção superior da sucessão subaquática, caracteriza um sistema de leques deltaicos (*fan-deltas*) no sentido de McPherson *et al.* (1987).

Tal sucessão, observada na localidade-tipo da Formação Barriga Negra (arroio Barriga Negra, entre a Vila de Polanco e a

Estância de Francisco Vidal), é também típica dos depósitos do Grupo Santa Bárbara da Bacia do Camaquã, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Tabela 2).

CORRELAÇÕES COMA GEOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL E DISCUSSÃO

Algumas tentativas de correlação das unidades uruguaias não metamórficas com unidades do Supergrupo Camaquã da Bacia do Camaquã (Estado do Rio Grande do Sul, Brasil) têm sido apresentadas (Tabela 3).

Fragoso-Cesar *et al.* (1987) apontaram analogias da Formação Barriga Negra com as unidades siliciclásticas superiores do Supergrupo Camaquã, então reunidas na Formação Guaritas, que incluía, de acordo com os conceitos da época (Fragoso-Cesar *et al.* 1985), também a parte superior do Grupo Santa Bárbara *sensu* Fambrini (2003). Com enfoque idêntico, Masquelin & Sánchez-Bettucci (1993) apresentaram uma correlação das formações Guaritas e Santa Bárbara (Brasil) com as sucessões de Las Ventanas e Cañada Azucarera (Uruguai).

Recentemente, Pazos *et al.* (2003) formularam uma hipótese de correlação de unidades uruguaias com brasileiras. Destas, de especial interesse para o escopo deste trabalho incluem-se as correlações entre o Alogrupo Santa Bárbara do Brasil (*sensu* Paim *et al.* 2002) e a Formação San Carlos do Uruguai, e entre o Alogrupo Guaritas do Brasil (*sensu* Paim *et al.* 2002) e a Formação Las Ventanas do Uruguai, possível correlata da Formação Barriga Negra.

Sucessão análoga à da Formação Barriga Negra caracteriza o Grupo Santa Bárbara em boa parte de suas ocorrências (*e.g.* Fragoso-Cesar *et al.* 2000, 2003, Almeida 2001, Fambrini *et al.* 2002, Fambrini 2003, Fambrini *et al.* 2005), permitindo assim estabelecer, ainda que preliminarmente, uma possível correlação entre as duas unidades com base em critérios estratigráficos, litofaciológicos, tectônicos e paleoambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS A Formação Barriga Negra restringe-se unicamente aos conglomerados, arenitos e pelitos não-metamórficos ocorrentes na localidade-tipo desta unidade. Dela excluem-se as exposições de mármore, metarenitos e quartzitos

Tabela 2 – Resumo das unidades constituintes do Supergrupo Camaquã no Rio Grande do Sul. Modificada de Fambrini (2003).

SUPERGRUPO CAMAQUÃ <i>sensu</i> Fragoso-Cesar <i>et al.</i> (2003)	
UNIDADE	Constituição litológica
Suíte Intrusiva Rodeio Velho	Corpos intrusivos sub-vulcânicos de colocação rasa compostos de rochas basálticas e andesi-basálticas, preferencialmente alojados no Grupo Guaritas.
Grupo Guaritas	Sucessão de arenitos e conglomerados representando depósitos continentais áridos formados por sistema aluvial que grada para uma planície eólica, alimentados a partir das bordas por sistemas de leques aluviais constituindo uma planície aluvial entrelaçada.
Grupo Santa Bárbara	Sucessão siliciclástica posterior à atividade vulcânica principal, com predomínio de conglomerados e arenitos de ambientes aluviais (leques aluviais e sistemas fluviais entrelaçados) que se postam na base e no topo da sucessão do grupo; conglomerados e ritmitos de sistemas de leques subaquosos e deltaicos; e arenitos e ritmitos costeiros e marinhos rasos sob ação de marés e ondas, excepcionalmente depositados abaixo da ação de ondas de tempestade.
Formação Acampamento Velho	Rochas vulcânicas ácidas de caráter efusivo e explosivo constituídas por derrames e por corpos intrusivos (<i>e.g.</i> domos), além de rochas piroclásticas, vulcanoclásticas e sedimentares associadas.
Grupo Bom Jardim	Composto por rochas vulcânicas de composição intermediária a básica, e rochas piroclásticas associadas, além de rochas sedimentares de ambientes aluviais e lacustres. O vulcanismo intermediário apresenta caráter cálcio-alcalino de alta K ₂ O a shoshonítico, composto por derrames de andesitos e, subordinadamente, de andesi-basaltos e basaltos.
Grupo Maricá	Arenitos e arenitos conglomeráticos, subordinadamente conglomerados e siltitos, compondo depósitos distais de extensas planícies aluviais e de plataforma marinha sobreposta por arenitos e arenitos conglomeráticos fluviais.

Tabela 3 – Quadro comparativo com as principais propostas de correlação entre as unidades de cobertura do Uruguai e do Rio Grande do Sul (Brasil). Legenda das classificações estratigráficas das unidades do Brasil: 1- Fragoso-Cesar et al. (1985); 2- Paim et al. (2002); 3- Ribeiro et al. (1966); 4- Fambrini (2003).

Fragoso-Cesar et al. (1987)		Masquelin & Sánchez-Bettucci (1993)		Pazos et al. (2003)		Este trabalho	
Uruguai	Brasil	Uruguai	Brasil	Uruguai	Brasil	Uruguai	Brasil
		— — —	— — —	Formação Las Ventanas	Alogrupo Guaritas ²	— — —	Grupo Guaritas
Formação Barriga Negra	Formação Guaritas ¹	Formações Las Ventanas e Cañada Azucarera	Formação Guaritas ¹	Formação San Carlos	Alogrupo Santa Bárbara ²	Formação Barriga Negra	Grupo Santa Bárbara ⁴
Formação Sierra de Animas	Sienito Piquiri	Formação Sierra de Animas e efusivas de leste	Formação Acampamento Velho ²	— — —	— — —	Formação Sierra de Animas	Formação Acampamento Velho
Formação Sierra de los Ríos	Riolitos Asperesas						
— — —	— — —	Formações Piedras de Afilar e Playa Hermosa	Formação Maricá ² / Arroio dos Nobres ³	Formação Playa Hermosa	Alogrupo Cerro do Bugio ²	— — —	— — —

do embasamento contidas em propostas precedentes, e que atuaram como rochas-fonte da formação. Nesta proposição, a Formação Barriga Negra abrange os sistemas fluviais entrelaçados com leques aluviais de borda que são afogados por um corpo d'água raso afetado por ondas de tempestade, representando um evento transgressivo. A unidade é novamente exposta com a instalação de leques aluviais estratocrescentes que invadem um corpo d'água, constituindo sistema de leques deltaicos. Sucessão análoga caracteriza o Grupo Santa Bárbara da Bacia do Camaquã no Brasil, permitindo assim estabelecer, ainda que preliminarmente, uma possível correlação entre as duas unidades com base em critérios estratigráficos, litofaciológicos, paleoambientais e tectônicos. A Formação Barriga Negra possui depósitos sedimentares imaturos, evidenciando condições de tectonismo ativo durante a sedimentação e/ou condições climáticas áridas durante a deposição. A aridez climática é sugerida pela presença de fragmentos de mármores nos conglomerados e por paleoambientes deposicionais de leques aluviais e de rios

entrelaçados. A bacia original era provavelmente um gráben delimitado por falhas normais de direção N-S a NNE-SSW, atualmente responsáveis pela preservação de parte dos depósitos em blocos embutidos no embasamento, constituindo assim um rift intracontinental.

Agradecimentos Os autores agradecem à FAPESP pelo suporte financeiro (Processo 98/04510-1) e pelas bolsas de doutorado (98/03682-3 G.L.Fambrini) e de mestrado (98/11544-0 R.P.Almeida), ao CNPq (BP 303910/86-0 C.Riccomini) e a Universidad de la Republica Oriental del Uruguay pelas facilidades de infra-estrutura nos trabalhos de campo. Aos Profs. Dra. Leda Sánchez-Bettucci, Dr. César A. Goso Aguilar, Dr. Gerardo Veroslavsky Barbe e Dra. Rossana Muzio (Departamento de Geología Geral, Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica Oriental del Uruguay) pelas inestimáveis discussões, auxílio nos trabalhos de campo e hospitalidade ímpar. Agradecemos também aos revisores anônimos da Revista Brasileira de Geociências.

Referências

- 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, 161 p.
- Almeida R.P. 2005. *Tectônica e Sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano: exemplos do Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental)*. Tese de Doutorado, IGc-USP, 183 p.
- Blair T.C. & McPherson J.G. 1994. Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hidráulic processes, sedimentary processes and facies assemblages. *J. Sed. Petrol.*, **A64**: 450-489.
- Bossi J. 1966. *Geología del Uruguay*. Montevideo, UDELAR. 464 p.
- Bossi J. & Campal N. 2003. Estratigrafia del basamento pre-devonico del Uruguay: terrenos tectono-estratigráficos y geocronología. In: SBG, Enc. Estrat. RS – Escudos e Bacias, 1, Porto Alegre, RS, Anais, p. 43-47.
- Bossi J., Campal N., Civetta L., Girardi V.A.V., Mazzuchelli M., Negrini L., Rivalenti G., Frago-Cesar A.R.S., Sinigoi S., Teixeira W., Piccirillo E.M., Molesini M. 1993a. Early Proterozoic dike swarms from western Uruguay: geochemistry, ⁸⁷R-Nd isotopes and petrogenesis. *Chem. Geol.*, **106**(3-4): 263-277.

- Bossi J., Cingolani C., Lambias E., Varela R. & Campal N. 1993^b. Características del magmatismo post-orogénico finibrasiliano en el Uruguay: Formaciones Sierra de Rios e Sierra de Animas. *Rev. Bras. Geoc.*, 23(3): 282-288.
- Bossi J. & Ferrando L. 2001. *Carta geológica del Uruguay, escala 1:500.000*. Versión 2.0 Digital. Ed. Facultad de Agronomía.
- Bossi J., Ferrando L., Fernandez A., Elizalde G., Morales H., Ledesma J. J., Carballo E., Medina E., Ford J., Montaña J. 1975. *Carta Geológica del Uruguay (1:1000.000)*. Dirección de Suelos y Fertilizantes, Ministerio de Agronomía y Piscadería. Montevideo, Uruguay.
- Bossi J., Ferrando L.A., Montaña J., Campal N., Morales H., Gancio F., Schipilov A., Sprechman P., Piñeyro D. 1998. *Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000*, Geoeditores SRL, Montevideo.
- Campal N. & Gancio F. 1993. Asociación volcánicas – piroclásticas de los Cerros Aguirre (Depto. de Rocha): una nueva formación y su implicancia en la evolución del ciclo Brasiliano en el Uruguay. In: Primer Simposio Internacional del Neoproterozoico-Cámbrico de la Cuenca del Plata, 1, La Paloma-Minas, Uruguay, *Res. Extensos*. Tomo II, no. 44.
- Caorsi J. & Goñi J. C. 1958. Geología Uruguaya. *Bol. Inst. Geol. del Uruguay*. Montevideo, 37:1-73.
- Elizalde G., Eugui W., Verdesio J., Stapff, M., Telechea, J. 1970. *Carta Geológica del Uruguay a Escala 1:100.000*. UDELAR. 126 p. (Segmento Aceguá 3, Sector XXX).
- Fambrini G.L. 1998. *O Grupo Camaquã (transição Proterozóico-Cambriano) na região das Minas do Camaquã (RS): análise estratigráfica de fácies, proveniência e paleocorrentes*. Dissertação de Mestrado, 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, 293 p.
- Fambrini G.L., Almeida R.P., Riccomini C., Fragoso-Cesar A.R.S. 2001^a. Evidências de depósitos glaciomarinheiros neoproterozóicos afetados p^r tempestades da Formação Playa Hermosa (Piriápolis, Uruguai). In Congreso Latinoamericano, XI / Congreso Uruguayo de Geología, 3, Montevideo, 2001 (CDRom).
- Fambrini G.L., Almeida R.P., Riccomini C., Fragoso-Cesar A.R.S. 2003. Tempestitos com influência glacial da Formação Playa Hermosa (Neoproterozóico), Piriápolis, Uruguai. *Rev. Bras. Geoc.*, 33(1):1-12.
- Fambrini G.L., Fragoso-Cesar A.R.S., Almeida R.P., Riccomini C. 2002. A Formação Barriga Negra, Uruguai: possível correlato da Formação Santa Bárbara (Neoproterozóico III-Cambriano Inferior) no Rio Grande do Sul, Brasil. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 41, João Pessoa, PB. *Anais*, p. 660.
- Fambrini G.L., Fragoso-Cesar A.R.S., Riccomini C., Janikian L., Almeida R.P., Pelosi A.P.M.R. 2001b^b. Tectônica extensional sin-deposicional na Formação Santa Bárbara, Bacia do Camaquã, RS (Neoproterozóico III-Cambriano Inferior). In: SBG/ABGP/UFPE, Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 8, Recife, PE. *Anais*, p. 149-152.
- 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*. *Rev. Bras. Geoc.*, 35(2): 227-238.
- Ferrando L.A. & Fernandez A.N. 1971. Esquema tectónico-cronoestratigráfico del Pré-Devoniano en Uruguay. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 25, São Paulo, SP. *Anais*, 1:199-210.
- Fragoso-Cesar A.R.S. 1990. Tectônica de Placas no Bloco São Gabriel (RS) em base nos dados geológicos, geocronológicos e geoquímicos. In: SBGq/IG-USP, Workshop Geoq. Isot. litoquímica regiões Sul e Sudeste do Brasil, *BoL. Res.*, p. 8-16.
- 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, 367 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, Enc. Estrat. RS – Escudos e Bacias, 1, 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, 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*, p. 477-491.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini G.L., Riccomini C., Janikian L., Paes de Almeida R., 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.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Fambrini G.L., Paes de Almeida R., Pelosi A.P.M.R., Janikian L., Riccomini C., Machado R., Nogueira A.C.R., Saes G.S. 2000. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(3): 438-441.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Machado R., Monteiro R.L., Sallet R. 1990. Nappes e estruturas correlatas do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguai-Sulriograndense: uma introdução ao problema. *Acta Geol. Leopoldensia*, 30(13): 75-92.
- Fragoso-Cesar A.R.S., Machado R., Rifas C.G. 1987. Observações sobre o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguai e correlações com o Escudo do Rio Grande do Sul. In: SBG, Simp. Sul-Bras. Geol., 3, Curitiba, PR. *Atas*, 2:791-809.
- Gaucher C., Boggiani P.C., Sprechmann P., Sial A.N., Fairchild T.R. 2003. Integrated correlation of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado and Corumbá Groups (Uruguay and Brazil): palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeobiologic implications. *Prec. Res.*, 120(3-4): 241-278.
- Gaucher, C. & Sprechman P. 1998. Grupo Arroyo del Soldado: paleontología, edad y correlaciones (Vendiano-Cámbrico, Uruguay). In: SUG/Facultad de Ciencias, Cong. Uruguayo de Geología, 2, Punta del Este. *Actas*, v.1, p. 183-187.
- Gaucher C. & Sprechmann P. 1999. Upper Vendian skeletal fauna of the Arroyo del Soldado Group, URUGUAY. *Beringeria*, 23(1):55-91.
- Gaucher, C., Sprechman P., Montaña, J. 1998^a. Sedimentology, paleontology and paleogeography of Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado Group, Uruguay. *Terra Nostra*, 98(5): 43-44.
- Gaucher C., Sprechman P., Montaña J., Martínez S. 1998^b. Litoestratigrafia, sedimentología y paleogeografía del Grupo Arroyo del Soldado (Vendiano-Cámbrico, Uruguay). In: SUG/Facultad de Ciencias, Cong. Uruguayo de Geología, 2, Punta del Este. *Actas*, v.1, p. 24-31.
- Hartmann L.A., Campal, N., Santos J.O.S., McNaughton N.J., Bossi, J., Schipilov, A., Lafon J.M. 2001. Archean crust in the Rio de la Plata

- Craton, Uruguay - SHRIMP U-Pb zircon reconnaissance geochronology. *J. South Am. Earth Sci.*, **14**(6):557-570.
- Janikian L. 2001. *Evolução paleoambiental do Grupo Camaquã na região de Bom Jardim, Sub-Bacia Camaquã Central, RS*. Dissertação de Mestrado, IGc-USP, 158 p.
- 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.
- Jones, G. 1956. Memoria explicativa y mapa geológico de la region oriental del Departamento de Canelones. *Instituto Geológico del Uruguay*. Bol. **34**. Montevideo, Uruguay.
- Masquelin H. & Sánchez-Bettucci L. 1993. Propuesta de evolución tectono-sedimentaria para la Cuenca de Piriápolis, Uruguay. *Rev. Bras. Geoc.*, **23**(3): 313-322.
- McPherson J.G., Shanmugan G., Moiola R.J. 1987. Fan-deltas and braid deltas: varieties of coarse-grained deltas. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **99**:331-340.
- Miall A.D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided-rivers deposits: a summary. In: Miall A.D. (ed.) *Fluvial Sedimentology*. Calgary, Canadian Society of Petroleum Geologists. p. 597-604. (Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir n. 5)
- 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. 1996. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer, 582 p.
- Paim P.S.G., Chemale Jr. F., Lopes R.C. 2002. A Bacia do Camaquã. In: Holtz M. & De Ros L.F. (eds.) *Geologia do Rio Grande do Sul*. Edição CIGO/UFRGS, p. 231-274.
- Pazos P.J., Sánchez-Bettucci L., Tófaló R.O. 2003. The Record of the Varanger Glaciation at the Río de La Plata Craton, Vendian-Cambrian of Uruguay. *Gondwana Res.* **6**(1): 65-77.
- Pelosi A.P.M.R. 2001. *Evolução paleogeográfica das formações Maricá e Crespos (Neoproterozóico III) na porção norte da sub-bacia Camaquã Ocidental, Caçapava do Sul, RS*. Dissertação de Mestrado, IGc-USP, 155 p.
- Pelosi A.P.M.R. 2005. *Evolução Paleogeográfica do Grupo Maricá, Neoproterozóico III do Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado, IGc-USP, 153 p.
- Pelosi A.P.M.R. & Fragoso-Cesar A.R.S. 2003. Proposta litoestratigráfica e considerações paleoambientais sobre o Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Geoc.*, **33**(2): 137-148.
- Preciozzi, F. 1989. *Memoria explicativa del fotoplano Piraraja (F-23)*. DI.NA.MI.GE., Montevideo, 15 p.
- Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen, W. 1979. *Carta geo-estructural del Uruguay a escala 1:2000.000*. MIE, Instituto de Geología y Ingeniería Eduardo Terra Arocena. Montevideo, Uruguay.
- Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen, W., Rossi P. 1985. *Memoria explicativa de la Carta Geologica del Uruguay a la escala 1:500.000*. MIE., DI.NA.MI.GE., Montevideo, 90 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, 232 p. (Boletim 127).
- Sánchez-Bettucci L. 1998. *Evolución tectónica del cinturón Dom Feliciano en la región Minas-Piriápolis, República Oriental del Uruguay*. Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, 344 p.
- Sánchez-Bettucci L. & Pazos P. 1996. Análisis paleoambiental y marco tectónico en la Cuenca Playa Verde, Piriápolis, Uruguay. In XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, I: 405-412
- Sánchez-Bettucci L. & Ramos V. 1999. Aspectos geológicos de las rocas metavolcánicas y metasedimentarias del Grupo Lavalaja, sudeste del Uruguay. *Rev. Bras. Geoc.*, **29**(4): 557-570.
- Schultz A.W. 1984. Subaerial debris-flow deposition in the Upper Paleozoic Cutler Formation, western Colorado. *J. Sed. Petrol.*, **54**(5): 759-772.
- Teixeira W., Rene P.R., Bossi J., Campal N., D'Agrella Filho M.S. 1999. ⁴⁰Ar-³⁹Ar and Rb-Sr geochronology of the Uruguayan dike swarm, Rio de La Plata Craton and implications for Proterozoic intraplate activity in western Gondwana. *Prec. Res.*, **93**(2):153-180.
- Walker R.G. & Plint A.G. 1992. Wave- and storm-dominated shallow marine systems. In: R.G. Walker and N.P. James (eds). *Facies Models: Response to Sea-level Change*, Geol. Assoc. Canada, p. 219-238.

Manuscrito A-1523

Recebido em 11 de maio de 2004

Revisão dos autores em 13 de dezembro de 2005

Revisão aceita em 20 de dezembro de 2005