Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Faciologia da Sequência Sedimentar nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, Rio Grande do Sul

Ana Emília Mendes Piccoli, Rualdo Menegat, Margot Guerra-Sommer, Marleni Marques-Toigo, Carla Porcher

Pesquisas em Geociências, 18 (1): 31-43, Mai./Ago., 1991.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21360>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Mai./Ago., 1991.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Faciologia da Sequência Sedimentar nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, Rio Grande do Sul

ANA EMÍLIA MENDES PICCOLI, RUALDO MENEGAT, MARGOT GUERRA-SOMMER, MARLENI MARQUES-TOIGO E
CARLA C. PORCHER

Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15.001 CEP 91500 - Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 15/04/91. Aceito para publicação em 06/08/91.)

Abstract — This paper presents the results of faciological analysis of Itararé and Guatá Groups. This tick Gondwanic Sequence, mapped out in part of the Quitéria-Várzea do Capivarita topographic sheets (Rio Grande do Sul, Brazil), was divided into ten lithofacies and ten biofacies, according to sedimentary, paleobotanic and ichnological data. These characteristics have allowed the identification of a deltaic system prograding over lacustrine sediments. This fluvial-dominated deltaic system has evolved towards a costal to shallow marine environments.

Resumo — Os dados resultantes da análise faciológica de espessa sequência gonduânica pertencente aos Grupos Itararé e Guatá (Bacia do Paraná) aflorante nas regiões de Quitéria e Várzea do Capivarita (RS) são apresentados. Definiu-se 10 litofácies e 10 biofácies através de critérios sedimentológicos, paleoflorísticos e icnológicos. A integração das lito e biofácies possibilitou o reconhecimento de um modelo deposicional deltaico desenvolvido sobre um ambiente lacustre. Este delta, dominado por processos fluviais, evoluiu para um sistema costeiro a marinho raso.

INTRODUÇÃO

O trabalho consiste na integração dos dados lito e biofaciológicos da sequência gonduânica ocorrente nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita no Rio Grande do Sul (Fig. 1), borda sudeste da Bacia do Paraná. Esta análise foi efetuada a partir de resultados obtidos no mapeamento geológico realizado pelos alunos do curso de graduação em geologia da UFRGS em 1988 (Fernandes *et al.*, 1989) abrangendo uma extensão de 60 km².

As rochas que compõem a coluna estratigráfica da área pertencem ao Grupo Itararé (Sakmario-Artinskiano) e às Formações Rio Bonito (Artinskiano-Kunguriano) e Palermo (Kazaniano) do Grupo Guatá. Estas unidades foram subdivididas em 10 litofácies designadas pelos números romanos de I a X. Com base nas diferentes associações micro e megaflorísticas encontradas, definiu-se 10 biofácies, designadas pelas letras A até J.

METODOLOGIA

Para a identificação das litofácies, utilizou-se características distintivas quanto às texturas, estruturas sedimentares e cores de cada pacote de rocha.

A preparação de amostras palinológicas em laboratório, realizada através do método de maceração, envolveu o ataque da fração mineral da rocha pelos ácidos HCL e HF. As rochas carbonosas foram tratadas pela solução de Schulze (ácido nítrico mais cloreto de potássio). As lâminas encontram-se despositadas na Palinoteca do setor de Palinologia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da UFRGS. As lâminas 1 e 2 contêm as formas mais repre-

sentativas das biofácies definidas com base na microflore.

Os estudos megaflorísticos basearam-se na identificação megascópica das formas encontradas, estabelecendo-se análises percentuais nos níveis estudados.

Diferentes biofácies foram caracterizadas com base nos dados icnológicos, paleobotânicos e palinológicos, os quais demonstraram ser característicos em níveis estratigráficos distintos.

Figura 1 — Mapa de localização e acesso às folhas Várzea do Capivarita e Quitéria.

Figura 2 — Esboço geológico da região de Capivarita e Quitéria (modificado de Fernandes *et al.*, 1989).

ANÁLISE DA SEQUÊNCIA ESTRATIGRÁFICA

O Grupo Itararé (Schneider *et al.*, 1974), indiviso na área, ocorre a nordeste e sudoeste (Fig. 2), assentando-se discordantemente sobre os metagranitos Arroio Francisquinho e Pitangueiras, os xistos e quartzitos Cerro Agudo e o metanortosito Capivarita, do Proterozóico Superior.

A Formação Rio Bonito do Grupo Guatá (Schneider *et al.*, 1974) está representada no norte e sudoeste da área (Fig. 2). O contato com o Grupo Itararé é transicional, sendo, às vezes, discordante, por falhas (reativações de antigos falhamentos), com as rochas do embasamento.

A Formação Palermo aflora na porção norte em contato transicional com a Formação Rio Bonito.

Faciologia

A sequência estratigráfica na área foi subdividida em 10 litofácies. As quatro primeiras litofácies (**Litofácies I, II, III e IV**) foram consideradas como pertencentes ao Grupo Itararé; as cinco seguintes (**Litofácies V, VI, VII, VIII e IX**), à Formação Rio Bonito e, a última (**Litofácies X**), à Formação Palermo (Fig. 3).

Duas biofácies (**Biofácies A e B**) foram identificadas na sequência pertencente ao Grupo Itararé e, na Formação Rio Bonito, sete biofácies (**Biofácies C, D, E, F, G, H, e I**). A **Biofácies J** está incluída na Formação Palermo (Fig. 3).

A **Litofácies I**, na porção basal, identifica ruditos e arenitos grossos, amarelo-acinzentados, cuja espessura atinge 2,20m. Os conglomerados são desorganizados, com arcabouço composto de quartzo, feldspato e

fragmentos de rochas (graníticas e sedimentares) que ocorrem como grânulos, seixos e blocos subangulosos a subarredondados. A matriz é arenosa, de composição feldspática e cor cinza-amarelada (Fig. 4). Estes gradam

para arenitos grossos, arcósicos, de coloração similar. A origem desta litofácies está vinculada a sistemas de leques aluviais associados a ambientes fluviais entrelaçados.

Figura 3 — Perfil estratigráfico composto do Gondwana nas Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita.

Figura 4 — **Litofácies I**: Ruditos desorganizados.

Em contato transicional, ocorre a **Litofácies II**, constituída principalmente por ritmitos pelíticos, cinza-amarelados e cinza-escuros, aos quais intercalam-se poucos estratos de arenitos (Fig. 5). As camadas possuem espessuras que variam de 20 cm, na base, a 3 cm, no topo. A estratificação plano-paralela, observada nesta litofácies, encontra-se por vezes perturbada por dobras convolutas. Processos de correntes densas em lagos que sofreram influências climáticas periódicas originaram a fácies de ritmitos.

Figura 5 — **Litofácies II**: Ritmitos.

A **Biofácies A**, procedente destes ritmitos, corresponde a uma associação palinológica rica em grãos de pólen de *Gymnospermae* (*Cannanoropollis korbaensis*, *Plicatipollenites gondwanensis*, *Potonieisporites brazilensis*, *Caheniasaccites ovatus*, *Protohaploxypinus lim-*

pidus, *Protohaploxypinus goraiensis*, *Vittatina subsacata*), esporos triletes (*Lundbladisporella braziliensis*, *Valatisporites arcuatus*, *Punctatisporites gretensis*, f. *minor*) em menor proporção, e algas do tipo *Botryococcus brownii* (Lâminas 1 e 2).

O domínio de *Gymnospermae* sobre *Pteridophyta*, indicado pela associação esporopolínica, sugere rigor climático, relacionado provavelmente a condições de clima muito frio.

Nos níveis silteicos dos ritmitos ocorrem icnocenos correspondentes a traços de nutrição do tipo pastagem (*Taphrelminthopsis*, *Helminthopsis*), com padrões de deslocamento sinuoso meandrante sem entrecruzamento de trajetória (Figs. 9, 10 e 11).

Estes padrões estão relacionados a ambientes de fundo, em águas não oxigenadas, porém com lâmina não muito espessa, provavelmente em regiões não muito afastadas das margens, dada a disponibilidade de nutrientes misturados aos sedimentos superficiais.

A **Litofácies III** ocorre em contato plano com a anterior e é constituída por pelitos cinza-escuros a pretos, com espessura média de 50 cm, mostrando estratificação plano paralela e ondulada pouco visível. Um ambiente pró-deltaico poderia ser reconhecido como modelo de sedimentação.

Para estes pelitos é caracterizada a **Biofácies B**, com base em análises palinológicas. A associação apresenta qualitativamente a mesma composição da **Biofácies A**; do ponto de vista quantitativo, porém, o predomínio de esporos de *Pteridophyta* em relação aos pólenes de *Gymnospermae* parece indicar a ocorrência de uma provável amenização climática, associada à adaptação a novos nichos ecológicos, ocasionada pela evolução dos sistemas deposicionais.

No topo da sequência pertencente ao Grupo Itararé, encontra-se a **Litofácies IV**, composta por siltitos arenosos e arenitos finos, cinza-claro e amarelados, com aproximadamente 80 cm de espessura. Foram observadas estruturas do tipo "climbing ripples" e estratificação cruzada acanalada de pequeno porte. Identifica-se, portanto, um ambiente de frente deltaica.

Cinco litofácies distintas podem ser reconhecidas na sequência sedimentar correspondente à Formação Rio Bonito (Fig. 3).

A **Litofácies V**, mais inferior, evidencia deposição em planície deltaica e registra uma sucessão de camadas lenticulares dispostas em ciclos granodecrescentes ascendentes, completos ou não. Na base de cada ciclo, através de contato erosivo, ocorrem ortoconglomerados petromáficos ou arenitos grossos, imaturos, rosados a roxo-amarelados, com matriz arenosa fina. Seguem-se camadas de arenitos médios até finos e siltitos verde-acinzentados, transicionalmente. Os arenitos apresentam estratificação cruzada acanalada de grande porte e marcas de ondulação por corrente (Fig. 6). Os pelitos e arenitos finos mostram "climbing ripples" e ondulações de pequeno porte, típicas de dunas subaquosas em barras de um sistema fluvial meandrante.

A megafiora encontrada em arenitos muito finos e pelitos da **Litofácies V**, designada como **Biofácies C**,

é representada por uma densa associação de impressões de fragmentos foliares, sem orientação definida, que podem ser relacionados a *Cordaites hislopi*. Ocorrem também, de forma complementar, impressões de fragmentos de glossopterídeas mal preservadas (Lâmina 3).

Estes registros levam a supor que essas plantas tinham como hábito preferencial nichos mesófilos ou até mesoxerófilos, em terras baixas relacionadas provavelmente a planícies de inundação algo afastadas das turfeiras que geraram os carvões. É importante considerar, porém, que folhas cordaiteanas correspondem a elementos muito importantes em associações antrocofílicas (megafloras relacionadas a horizontes diretamente vinculados a camadas de carvão) no Rio Grande do Sul (Guerra-Sommer, 1988). Com base nestas informações não deve, portanto, ficar descartada a possibilidade de que, em sedimentos gonduânicos sulbrasilieiros, ocorram, tal qual nas megafloras das províncias euroamericanas, taxa cordaiteanas mais adaptados a ambientes higro-mesófilos, enquanto outros desenvolveram-se em nichos meso-xerófilos (cf. Guerra-Sommer, 1988).

A **Litofácies VI** é caracterizada por uma seqüência cíclica de camadas de pelitos carbonosos e carvão em associação com diamictitos, siltitos e arenitos finos amarelados (Fig. 7-b1). Os siltitos e arenitos são originados na planície de um sistema deltaico onde se implantou, em regiões baixas, um ambiente palustre formador de turfeiras.

São definidas, para esta seqüência cíclica, biofácies reconhecidas através de associações distintas, envolvendo mega e microflora.

A **Biofácies D**, correspondente a siltitos escuros procedentes de horizontes inferiores e não diretamente relacionados às camadas de carvão, caracteriza-se por apresentar orictocenoses formadas predominantemente por glossopterídeas (*Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Rubidgea*) além de *Cordaites* e, mais raramente, articuladas arbustivas (*Phyllothea*). Frondes de *Botrychiopsis plantiana* ocorrem de forma complementar, competindo com as articuladas nos nichos higrófilos. Guerra-Sommer (1989) vincula a presença de *B. plantiana* nestas seqüências basais da Formação Rio Bonito à vigência de um clima frio (Lâmina 3).

A **Biofácies E** é identificada na capa e na lapa de uma fina camada de carvão (20 cm).

A megaflora procedente da lapa da camada de carvão é composta por uma densa associação de compressões de folhas, caules articulados e frutificações, sem orientação definida (*Glossopteris browniana*, *Rubidgea lanceolata*, *Arberia minasica* (White) Rigby, 1972, *Cordaites hislopi*, *Samaropsis* sp., *Cordaicarpus* sp., *Phyllothea indica* Pant e Kidway 1987, *Rhodea* sp.). A análise da associação indica o predomínio de glossopterídeas (50%) sobre as articuladas, as quais também se constituem em elementos representativos (30%). O gênero *Glossopteris* domina o complexo glossopterídeo, ocorrendo *Rubidgea* e *Gangamopteris* como formas complementares. Estruturas reprodutivas (*Arberia*) ocorrem isoladas. Ramos de conífera (*Buriadia* sp.) são elementos raros (Lâmina 4).

Próximo a camada de carvão, observa-se um nível de paleossolo formado por raízes de pequeno porte, axiais, pouco profundas, sugerindo a presença de vegetação arbustiva ou herbácea.

Figura 6 — **Litofácies V**: Arenitos médios com estratificação cruzada acanalada de grande porte.

Figura 7 — (b1) **Litofácies VI**: Pelitos carbonosos e carvão. (b2) **Litofácies VII**: Arenitos médios com intercalações de arenitos finos e pelitos.

A **Biofácies E** pode ser subdividida de acordo com as diferentes associações palinológicas em **E1** e **E2**.

Os folhelhos carbonosos que ocorrem abaixo da camada de carvão, **Biofácies E1**, apresentam uma rica associação de esporos triletes de Pteridophyta (*Lundbladispora braziliensis*, *Punctatisporites gretensis*, *Granulatisporites angularis*, *Cyclogranisporites minutus*) e representantes de grãos de pólen de *Gymnospermae* (*Cahenlasaccites ovatus*, *Cannanoropollis korbaensis*, *Potonieisporites brasiliensis*, *P. simplex*, *P. methoris*) e formas relacionadas ao grupo das algas (*Portalites gondwanensis*). Os grãos de pólen, embora qualitativamente bem diversificados, estão representados em menor proporção na associação (Lâminas 1 e 2).

A **Biofácies E2**, qualitativamente semelhante à encontrada em **E1**, apresenta maior proporção de grãos de pólen de *Gymnospermae* e ausência de esporos de *Lycophyta* (*Lundbladispora*).

Os dados paleobotânicos indicam a atuação de um ambiente muito calmo vigente durante a deposição da oritocenose, ocorrendo um pequeno transporte por suspensão, resultando em uma associação hipo-autóctone. Esta suposição é efetuada com base na ocorrência de vinculação orgânica entre ramos férteis e estéreis de *Equisetopsida* (*Gondwanostachys*) associados à presença de grandes fragmentos dessas articuladas, apresentando, também, ramificações secundárias e terciárias interconectadas (Guerra-Sommer *et al.*, 1990).

As evidências fornecidas pelas frondes filicóides, que corresponderiam a formas de sotobosque e o domínio de *Phyllothea* em ambiente higrófilo, sugere um clima ameno, cíclico, porém com temperaturas mínimas não atingindo 0°C vigente durante a deposição da turfeira e horizontes associados (Guerra-Sommer, 1989). A extrema raridade na ocorrência de *Buriadiales*, muito comuns em alguns níveis higrófilos basais da Formação Rio Bonito (Pasqualini *et al.*, 1986) leva a inferir que, com a evolução paleoclimática, essas plantas tenham gradativamente se afastado de nichos higrófilos, adaptando-se a ambientes meso-xerófilos no intervalo em que se originaram as camadas de carvão (Guerra-Sommer, 1989).

Os dados palinológicos indicam que da **Biofácies E1** para a **E2** o ambiente de deposição variou de higromesófilo para mesófilo.

A megafloora procedente de pelitos e siltitos inferiores a uma camada de carvão de pequena espessura, estratigraficamente superior aquela anteriormente descrita, apresenta composição qualitativa e quantitativamente semelhante à **Biofácies E**, representando, portanto, uma recorrência desta **Biofácies**.

A **Biofácies F**, composta por fina camada de carvão, apresenta associação microflorística constituída predominantemente por esporos triletes (*Pteridophyta*) principalmente *Punctatisporites gretensis f. minor*, *Granulatisporites micronodosus*, *Cyclogranisporites minutus*, *Leiotriletes virkkii*, *Convolutispora sp* (Lâminas 1 e 2).

De acordo com suas afinidades botânicas, a maioria dos esporos da associação estão relacionados à *Filicophyta*. Estas plantas habitam zonas melhor drenadas, porém com bastante umidade.

A microflora contida nos pelitos carbonosos que sucedem imediatamente a camada de carvão — **Biofácies G** — é constituída por esporos de *Pteridophyta*, principalmente *Punctatisporites gretensis f. minor* e *Horriditriletes sp.* (*Filicophyta*), e grãos de pólen de *Gymnospermae*, em menor proporção.

A presença destes grãos de pólen mostra que houve uma gradual modificação no ambiente de um nicho próximo ao corpo d'água para um mais afastado.

A **Litofácies VII** ocorre em contato plano ou erosivo com a anterior e é constituída por arenitos grossos e médios na base, arenitos finos na porção mediana

e intercalações de siltito e arenito fino na parte superior. Os arenitos são mal selecionados, apresentam cores amareladas, constituem uma seqüência granodrecrescente ascendente e exibem estratificação cruzada e ondulada. Os siltitos cinza-amarelados apresentam laminação plano-paralela e "climbing-ripples", com níveis de pelitos intercalados (Fig. 7-b2). Esta litofácies mostra a recorrência de processos fluviais na planície deltaica com intensidade inferior aos relacionados à **Litofácies V**.

Associada aos siltitos e pelitos, ocorre a **Biofácies H**, formada por densa associação de moldes *in situ* que representam a base de troncos, identificáveis às licófitas arborescentes, os quais possuem diâmetro com valores oscilando entre 20 e 30cm e, comprimento, entre 15 e 30cm. Partem da porção inferior das bases abauladas, densos conjuntos de eixos afilados, unisseriais finos (0,4cm) correspondentes às raízes.

Nos intervalos entre essas bases abauladas ocorrem fragmentos e compressões de frondes (*Rhodea sp.*) e eixos reprodutivos de afinidade ainda desconhecida, além de impressões de glossopterídeas e raros ramos de *Buriadia*. Um horizonte de paleossolo formado por raízes de pequeno porte finaliza este nível fossilífero (Lâmina 5).

Estas evidências levam a supor que as licófitas, associadas a um último episódio de deposição em ambiente de pântano, bem ancoradas ao substrato, suportaram o aumento de energia do meio de deposição que evoluiu para uma planície aluvial que sofria inundações periódicas, cuja sedimentação incorporava e transportava fragmentos de vegetação meso-higrófila circundante. Constitui-se, por outro lado, este registro de licófitas arborescentes, em evidência que vem corroborar a tese de uma maior amenização das condições de clima neste nível estratigráfico (Guerra-Sommer *et al.*, 1989).

Figura 8 — **Litofácies X**: Siltitos e arenitos finos.

Essa seqüência de arenitos médios homogêneos, com cores variando de tons rosados e amarelados e brancos, bem selecionados, maduros e coesos, constituem a **Litofácies VIII**. No seu topo, ocorrem crostas ferrificadas. Não apresentam estruturas sedimentares visíveis. Um ambiente transicional costeiro com cordões litorâneos pode ser reconhecido através destas rochas.

BIOFÁCIES A, B, E1, E2, F

Figura a — *Punctatisporites gretensis f. minor* Hart, 1965.

Figura b — *Leiotriletes virkkii* Tivari, 1965.

Figura c — *Granulatisporites micronodosus* Balme e Hennelly, 1965.

Figura d — *Ciclogranisporites minutus* Bharadvaj, 1957.

Figura e — *Horriditriletes* sp.

Figura f — *Lundbladispota braziliensis* (Pant e Srivastava) Marques-Toigo e Pons, 1976.

Figura g — *Lundbladispota riobonitensis* Marques-Toigo e Picarelli, 1984.

Figura h — *Cristatisporites* sp.

Figura i — *Vallatisporites arcuatus* (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamero, 1979.

Figura j — *Cannanoropollis diffusus* (Tiwari) Dias-Fabrcio, 1981.

Figura k — *Cannanoropollis korbaensis* (Bharadvaj e Timori) Foster, 1975.

Figura 9 — *Helminthopsis. Taphrelminthopsis*

Figura 10 — *Taphrelminthopsis*

Figura 11 — *Helminthopsis*

Na **Biofácies I**, registrada para as seqüências de topo da Formação Rio Bonito na área estudada, ocorrem troncos permineralizados de coníferas de grande diâmetro (1,50m) e comprimento (8m) e com anéis de crescimento bem demarcados. Os anéis evidenciam ciclicidade climática. Estes troncos são também ocorrentes em fácies arenosas da Formação Rio Bonito em outras regiões do Rio Grande do Sul, sempre em níveis estratigráficos superiores ao pacote carbonoso (Fensterseifer, 1979; Guerra-Sommer, 1988). Estes troncos, por suas características anatômicas, sugerem condições mesoxerófilas. O ambiente de sedimentação sugerido pela **Litofácies VIII** não corresponde às condições paleoecológicas que originaram estes troncos, que representam a **Biofácies I**. A contradição entre estes dados é merecedora de análises mais específicas.

A **Litofácies IX** é formada por arenitos grossos a médios e siltitos em granodecrescência ascendente. Os pelitos dominam na porção superior da seqüência. Os

arenitos são amarelados e apresentam alta maturidade mineralógica e textural, ocorrendo ondulações truncadas do tipo "hummocky". Os siltitos cinza-amarelados exibem estruturas sedimentares como "climbing-ripple" e estratificação "wavy", lenticular e "flaser". Os arenitos e pelitos intercalados possuem bioturbação abundante. O contato com a fácies sotoposta é transicional.

A **Litofácies X**, que ocorre em nível estratigráfico superior através de contato encoberto, é constituída por camadas pouco espessas de arenitos finos e amarelados. Os arenitos, que possuem estratificação ondulada e truncada de pequeno porte, associam-se a siltitos e arenitos finos brancos e bordôs, que apresentam laminação do tipo "flaser", "wavy", lenticular e estruturas de bioturbação (Fig. 8). Esta litofácies é texturalmente mais fina do que a anterior, na qual dominam os arenitos grossos e médios, e é considerada como pertencente à Formação Palermo.

As duas últimas litofácies identificadas são produto da deposição em plataforma rasa, sujeita a eventuais tempestades, em processos de fluxos unidirecionais e oscilatórios.

Constitui-se a **Biofácies J**, em uma associação de icnofósseis procedente dos arenitos finos de cor amarelada da Formação Palermo. Os icnofósseis relacionados à **Litofácies X** são caracterizados como tubos de diâmetro circular, subverticalizados, preenchidos pelo sedimento da matriz (*Palaeophycus sp.*)

Esta icnocenose fornece indicação de origem em ambiente de sub-litoral, em águas movimentadas, com alimento em suspensão.

Modelo da seqüência deposicional

A deposição na bacia iniciou por uma fase de subsidência com sedimentação grosseira por sistemas de leques aluviais e fluviais entrelaçados. Ritmitos lacustres produzidos sob influência de um clima muito frio associam-se e passam a dominar sobre esta seqüência.

Gradativamente, implantou-se um sistema deltaico dominado por processos fluviais cujas fácies vão se sucedendo. O pró-delta é identificado pelos pelitos escuros com matéria orgânica fragmentada que evidencia longo transporte. Sobre estes, ocorrem os arenitos finos com estruturas de fluxos de tração e suspensão, típicos da frente deltaica. O sistema fluvial que se instala pode ser considerado de baixa energia, com fácies de planície aluvial bem desenvolvida. Os pântanos geradores de turfeiras formaram-se em regiões baixas interdistributárias.

Uma amenização climática é evidente pelo registro na fácies de planície deltaica de maior proporção de *Pteridophyta* na associação paleoflorística em relação à porção basal da seqüência.

As rochas areno-pelíticas que ocorrem na seqüência superior registram uma extensa transgressão marinha que, aos pulsos, veio recobrir a bacia de sedimentação. As estruturas sedimentares e os icnofósseis mostram deposição em ambiente marinho raso a plataforma.

BIOFÁCIES A, B, E1, E2, F

Figura a — *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié e Sah) Foster, 1975.

Figura b — *Vittatina costabilis* Wilson, 1962.

Figura c — *Potonieisporites brasiliensis* (Nahuys, Alpern e Ybert) Archangelsky e Gammerro, 1979.

Figura d — *Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpern e Ybert, 1968.

Figura e — *Caheniasaccites ovatus* (Bose e Kar) Archangelsky e Gammerro, 1979.

Figura f — *Botrycoccus browni* Kützing, 1849.

Figura g — *Tetraporina punctata* (Tiwari e Navale) Kar e Bose, 1976.

BIOFÁCIES C

Figuras a, b, d — *Cordaites hislopi*

Figura c — *Glossopteris* sp.

BIOFÁCIES D

Figura e — Verticilo foliar de *Phyllothea* sp.

Figura g — *Cordaicarpus* (?) sp.

Figura f, h — *Botrychiopsis plantiana* (Carrulhers) Archangelsky e Arrondo.

BIOFÁCIES E

Figura a — *Rhodea* (?) sp.

Figura b, g — *Arberia minnasica*

Figuras c, d, e, f — *Phyllothea indica*

Figura h, i — *Glossopteris* sp.

BIOFÁCIES H

Figura a — *Buriadia* sp.

Figuras b, c — frondes filicóides — *Rhodea* (?) sp.

Figuras d, e — Estruturas reprodutivas não identificadas.

Figura f — Nível de paleossolo com raiz axial. Ramo de conífera — *Buriadia* sp.

Figuras g, h, i — troncos de licófitas com bases abauladas e raízes radiais unisseriadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fensterseifer, H. C. 1979. *Contribuição à estratigrafia da região de Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociência, UFRGS. Dissertação de Mestrado.
- Fernandes, L. A. D.; Tommasi, A.; Porcher, C. C.; Marques-Toigo, M.; Guerra-Sommer, M. & Piccoli, A. E. M. 1989. *Mapa Geológico de Parte das Folhas de Quitéria e Várzea do Capivarita, RS*. Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS. Série Mapas, 14.
- Guerra-Sommer, M. 1988. *Padrões epidérmicos da Flora Glossopteris na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS) implicações taxonômicas, bioestratigráficas e paleogeográficas*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Tese de Doutorado. 372 p.
- Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M. & Corrêa da Silva, Z. C. 1989. Original biomass and coal deposition in Southern Brazil (Lower Permian Paraná Basin). *Bulletin de la Société Biologique de France*. **87** : 230-242.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1990. Lycophita as paleoclimatic evolutionary indicator in the gondwana succession of the Paraná Basin South Brazil. *Abstracts International Conference on Late Paleozoic and Mesozoic Florist Change*, Cordoba, Spain. p. 10.
- Pasqualini, M.; Cunha, A. S.; Guerra-Sommer, M. & Piccoli, A. E. M. 1986. Paleoeecologia de seqüências paleoflorísticas na área de Mariana Pimentel, Guaíba, RS. *Anais, XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia*, Goiânia, SBG, **2** : 556-69.
- Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F. & Nogueira, A. A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. *Anais, XXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, Aracajú, SBG, **1** : 41-65.