ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA SEQÜÊNCIA DEPOSICIONAL DEVONIANA DA BACIA DO PARANÁ (BRASIL)

JOSÉ HENRIQUE POPP* e MARLENE BARCELLOS-POPP*

ABSTRACT The Devonian System in the Paraná Basin is one of the major transgressive sequence over the Brazilian Craton, called the Gamma Sequence. The marine shale and siltstones of the Ponta Grossa Formation overlap and grade up dip toward north and east the fluvial and litoral sandstones of the Furnas Formation. At north the Ponta Grossa Formation embodies a clastic wedge that is correlatable to a wide sheet of litoral and shallow platform fine sandstones, known in eastern part of the basin as Tibaji Member. The lower and upper parts are the Jaguaruaíva and São Domingos members. The Furnas Formation consists of coarse to fine and conglomeratic sandstones with prominent planar cross stratification. No fossils remains are known in this unit except various ichnofossils inclusively *Rouaultia furnai*. Field observation and log signatures indicate environment of anastomosed fluvial plain or alluvial fan, for the main part of the formation, and beaches in the upper transitional part. The Jaguaruaíva Member of the Ponta Grossa Formation is made up of fine sandstones grading to siltstones with the marine fossils *Lingula* and *Orbiculoidea* and gray to black shales and siltstones with the fossil community of *Australocoelia* of deeper platform of Emsian age. The sandstones of the Tibaji Member contains the *Australospirifer* community, representing a regressive part of the cycles as results of a prograding clastic wedge event. The shales of the São Domingos Member contain the fossils of the *Notiochonetes* community of Eifelian-Givetian age preserved in very low energy environment of platform, recording the new transgressive cycle. The Devonian System ends up in the Paraná Basin with siltstones and fine sandstones deposited in marine bars and barriers with the *Lingula* community, at the end of the Givetian, truncated by the Early to Late Carboniferous unconformity.

CONSIDERAÇÕES GERAIS As rochas do Devoniano, aflorantes no Estado do Paraná, foram descritas pela primeira vez por Derby em 1878. Três décadas depois, Oliveira (1912) propôs a divisão do Devoniano paranaense em três unidades: Arenito Furnas, Folhelho Ponta Grossa e Arenito Tibaji. Oppenheim (1936) subdivide os depósitos devonianos do Paraná da seguinte forma:

Série Paraná { Formação Ponta Grossa com Arenito Tibaji intercalado
Arenito Furnas

Posteriormente surgiram inúmeros trabalhos tratando da seqüência sedimentar devoniana, entre eles, Petri (1948), Lange & Petri (1967), Lange (1967), Daemon *et al.* (1967), Northfleet *et al.* (1969), Schneider *et al.* (1974), Fúlfaro *et al.* (1980), Andrade & Camarço (1980) e Barcellos-Popp (1985).

GRUPO PARANÁ Os sedimentos desta unidade compreendem arenitos, folhelhos e siltitos que se assentam discordantemente sobre rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, de idades pré-cambriana e eopaleozóica, cuja superfície peneplanizada se estende do Paraná a Goiás. Sua espessura máxima encontra-se no poço 2-CS-1-PR, quando alcança 752 m. É recoberta discordantemente por sedimentos dos grupos Itararé e Aquidauana (Carbonífero Superior).

Formação Furnas Consiste em arenitos esbranquiçados médios, grossos e localmente conglomeráticos com grãos quartzosos, de seleção regular. Apresentam estratificação cruzada planar, acanalada e plano-paralela. As características sedimentológicas e estruturais indicam ambientes continental na porção inferior e marinho na superior. Além da *Rouaultia furnai* Lange (1942), ocorrem outros icnofós-

seis não estudados. A espessura máxima encontra-se no poço 2-TL-1-MT com 343 m. A passagem para a Formação Ponta Grossa é transicional (Petri 1948, Andrade & Camarço 1980, Barcellos-Popp 1985). Em áreas aflorantes do flanco nordeste da bacia, o contato é erosional, possivelmente discordante, segundo Andrade & Camarço (*op. cit.*). Conforme os mesmos autores, o contato da Formação Furnas com a Formação Vila Maria sotoposta é concordante.

Formação Ponta Grossa Consiste principalmente em folhelhos argilosos e siltico-argilosos, micáceos, de coloração cinza-escuro, por vezes carbonosos ou betuminosos, com abundante fauna marinha. Na porção média, as rochas compreendem intercalações de folhelhos silticos cinzentos, arenitos de granulação grossa e termos conglomeráticos. Estas duas últimas litologias ocorrem especialmente na porção nordeste da bacia.

A formação encontra-se dividida em três membros: Jaguaruaíva, Tibaji e São Domingos. A designação Arenito Tibaji foi utilizada inicialmente por Oliveira (1912) para a seção de arenitos finos e siltitos localizada próximo à cidade homônima.

Maack, em 1947, denominou os folhelhos situados acima do Arenito Tibaji de "Folhelhos São Domingos". Lange & Petri (1967) designaram a seção inferior de Membro Jaguaruaíva e dividiram formalmente a formação, com critérios litológicos e paleontológicos, em três membros: Jaguaruaíva (inferior) de idade Emsiana, predominantemente siltico-argiloso; Tibaji (médio) de idade Emsiana-Eifeliana, constituído em sua maior parte por arenito de granulação muito fina e siltitos arenosos; e Membro São Domingos de idade Givetiana-Frasniana com folhelhos siltico-argilosos pretos.

No flanco nordeste da bacia, Andrade & Camarço (1980) subdividiram informalmente a Formação Ponta

* Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Jardim das Américas, Caixa Postal 19011, CEP 80000, Curitiba, Paraná, Brasil

Grossa em três membros: inferior, médio e superior. O membro inferior é constituído de conglomerado basal, folhelhos, siltitos e corpos de arenitos conglomeráticos arciosianos, marinhos, transgressivos, que se estendem além dos depósitos da Formação Furnas, recobrindo rochas pré-cambrianas. O membro médio é composto de clastos grossos que, segundo Andrade & Camarço (*op. cit.*), são restritos às margens da bacia em forma de cunha progradacional sobre o membro inferior. O membro superior é formado de clásticos finos depositados em condições marinhas de águas mais profundas.

Schneider *et al.* (1974), na revisão estratigráfica da Bacia do Paraná, consideraram a Formação Ponta Grossa indivisa.

Fúlfaro *et al.* (1980) mantém a divisão litoestratigráfica de Lange & Petri (1967) e acrescentam novas informações para distinguir o Membro Jaguariaíva (inferior) do São Domingos (superior). Segundo os autores, os folhelhos do Membro Jaguariaíva distinguem-se daqueles do Membro São Domingos por se apresentarem mais micáceos e silticos ou arenosos e pelas concreções sideríticas de centimétricas a com mais de 1 m de comprimento. Realmente, o caráter argiloso do Membro Jaguariaíva é encontrado apenas na borda leste da bacia, passando para o norte a sedimentos mais grossos, como revelam as seções de Andrade & Camarço (1980) e também o mapa de porcentagem de areia na Formação Ponta Grossa de Northfleet *et al.* (1969).

AValiação dos dados de superfície **Análise da Formação Ponta Grossa na borda leste da bacia** Ao longo de toda a sequência aflorante da Formação Ponta Grossa, no Paraná, encontram-se inúmeros níveis com associações fossilíferas, dos quais cinco podem ser considerados como representantes de antigas biocenoses e definidos como comunidades fossilíferas (Barcellos-Popp 1985).

Na PR-151, km 227, junto à cidade de Jaguariaíva (PR), a Formação Ponta Grossa inicia com mais ou menos 8 m de arenitos amarelo-claros, com estratificação cruzada de pequeno porte, intercalados com níveis conglomeráticos, passando gradativamente para um siltito amarelo-claro com estratificação plano-paralela. Seguem-se aproximadamente 10 m de siltitos intercalados com folhelhos e finas camadas de arenitos, com bioturbações verticais, que contêm restos de organismos suspensívoros representados por *Lingula* e *Orbiculoidea*. Esta associação suspensívora é fundamentalmente costeira desde o Paleozóico Inferior. Esta porção da sequência corresponde às camadas de transição já referidas por Petri (1948) e ocorre em todos os poços constantes das seções geológicas aqui apresentadas (Figs. 1, 2, 5 e 6). A grãodecrescência dos sedimentos indica o início de uma acentuada fase transgressiva em ambiente ainda muito raso, próximo à praia. Portanto, com base nessas evidências, interpreta-se a passagem da Formação Furnas para a Formação Ponta Grossa como transicional, na borda leste, tanto em afloramento como em subsuperfície, e seus limites devem ser arbitrados (seção E-F, figuras 1 e 2).

Como continuidade desta porção transicional, seguem-se folhelhos argilosos a silticos intercalados com finas camadas de arenitos finos, típicos de plataforma rasa numa espessura de mais ou menos 80 m correspondentes ao Membro Jaguariaíva. Na ferrovia Jaguariaíva – Arapoti (km 32), aproximadamente 20 m acima da base do Membro Jaguariaíva, foram coletados cerca de 19 espécies e 500 indivíduos da abundante fauna (Fig. 3).

As formas mais comuns estão representadas pelo espiri-

Figura 1 – Localização das seções e poços utilizados e limites de preservação das formações Furnas e Ponta Grossa. Modificada de Goulart & Jardim (1982)

ferídeo *Australocoelia tourteloti* e pelo estrofomenídeo *Australostrophia mesembria*, ambos de regime alimentar suspensívoro. Três metros acima encontram-se *Orbiculoidea collis* e *O. baini*. Também estão presentes neste nível alguns escavadores, como os trilobitas *Calmonia signifer* e *Paranacaste pontagrosensis* e coletores como *Tentaculites*.

No km 4,2 da mesma ferrovia, 20 m acima no corte, ainda domina a *Australocoelia tourteloti* representada por indivíduos de vários estágios de crescimento, associada com *Australostrophia mesembria* e pelecípodes infaunais como *Nuculites pacatus*, *N. sharpei* e *Palaeoneilo magnifica*, gastrópodes raspadores como *Bucanella (Plectotus) dereimsi*, além de braquiópodes suspensívoros como *Notiochonetes falklandicus* e "*Derbyina*" *whitiorum* e animais considerados altamente suspensívoros como o cifozoário *Mesocolunaria ulrichana* e fragmentos de pedúnculos de crinóides. A diversidade faunística deste intervalo do Membro Jaguariaíva é decorrente do aumento da profundidade das águas, sendo possível caracterizar aqui uma comunidade de *Australocoelia* que não habitou profundidades superiores a 50 m (Boucot 1971, Copper 1977). Esta comunidade representa áreas de plataforma interna da bacia e assinala o prosseguimento da transgressão. Os poços CA-1-PR, LS-1-PR e MO-2-PR registram no intervalo correspondente ao Membro Jaguariaíva fósseis como *Lingula*, *Australocoelia* e pelecí-

Figura 2 - Seção E-F. Síntese da correlação entre as unidades litoestratigráficas obtidas em poços e afloramentos e suas relações com as associações fossilíferas. À direita, uma análise da variação paleoambiental e suas relações com a luminosidade e o movimento relativo da bacia (Datum, base do Membro Tibaji)

podes, o que pode ser interpretado como uma mistura de taxa entre a comunidade inicial de *Lingula* e a comunidade seguinte de *Australocoelia*.

No km 38,8 da rodovia Pirai do Sul-Ventania, na Fazenda São José, ocorre a exposição do Membro Tibaji no Arroio Lambedor, descrito por Petri (1940). Neste perfil de 110 m (Fig. 4) ocorrem inúmeras camadas de arenitos finos intercalados por folhelhos densamente fossilíferos contendo *Australospirifer iheringi*, que é o fóssil mais característico do membro. Associados com *Australospirifer*, que empresta seu nome à comunidade, ocorrem *Tentaculites*, *Solemya (Janeia) brasiliensis*, *Orbiculoidea*, *Mesocolumnaria* entre outros menos representativos. Segundo Boucot (1971), a comunidade de *Australospirifer* caracteriza o fim de um ciclo transgressivo. A associação de espiriferídeos a arenitos finos do Membro Tibaji (ocorrem também restos de plantas) é aqui interpretada como uma mudança na profundidade da lâmina d'água resultante de depósitos progracionais ou regressivos.

O Membro São Domingos foi examinado em afloramento no Rio Caniú, no km 22,8 da estrada Palmeira-Ponta Grossa (Lam. 1b). Naquele local afloram cerca de 7 m de folhelhos silticos arenosos, cinza-escuros, com intercalações de concreções ferruginosas fossilíferas. No afloramento da Estrada de Ferro Ponta Grossa-Castro, km 1,8, na cidade de Ponta Grossa, a predominância de *Notiochonetes falklandicus* associados a "*Schellwinella*" comprova a presença da comunidade de *Notiochonetes* já aventada por Boucot (1971). Esta comunidade de animais suspensívoros, que em vida ocupava uma posição vertical em relação ao substrato, indica ambiente de baixa energia. As mesmas condições ambientais podem ser inferidas pelas ocorrências de pendúculos de crinóides, *Tentaculites* e *Encrinaster*. A preservação de finos braços de crinóides, posição vertical dos pendúculos, e a presença de *Tentaculites* planctônicos obedecendo a uma determinada orientação indicam um regime hidrodinâmico de baixa energia, com fraças correntes em águas mais profundas da plataforma, com significativo suprimento alimentar. Neste membro, os trilobitas estão representados principalmente pelos gêneros *Metacryphaeus* e *Burmeisteria*.

Na porção superior do Membro São Domingos, que ocorre no topo do afloramento do Rio Caniú, encontra-se a comunidade de *Lingula* composta por *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Nuculites*, *Paleoneilo*, *Solemya (Janeia)* (Clarke) e *Bucanella*, indicando o retorno às condições mais enérgicas de mar raso relacionado à fase regressiva (Lam. 1b).

A figura 2 representa uma síntese de todas as observações e conclusões da Formação Ponta Grossa.

A comunidade de *Lingula*, segundo os estudos de Ziegler em 1965 (*apud* Stanley & Raup 1971), estabelece uma imediata proximidade com o nível da maré baixa. Os hábitos das comunidades nas sucessivas unidades indicam uma progressiva subsidência, com a superposição de depósitos em praias que se estendem até zonas de plataforma interna do Emsiano; no final do Emsiano ocorre uma redução na subsidência e soerguimento marginal, com aporte de areias progradantes formando barras com *Australospirifer* relacionados ao Membro Tibaji.

Após a deposição do Membro Tibaji no Eifeliano-Givetiano, há um retorno aos movimentos descendentes que produzem maiores profundidades na plataforma com a deposição de folhelhos pretos associados a *Tentaculites* e crinóides. No final do Givetiano, o início da regressão fica evidenciada pelo retorno às condições costeiras com a recorrência da comunidade de *Lingula* em sedimentos arenosos, na parte superior do Membro São Domingos.

Considerando-se as profundidades relativas baseadas no esquema de paleoambientes, pode-se estimar uma relação de luminosidade nos bentos em função da espessura da lâmina de água. Arbitrariamente, estabelecem-se os graus de luminosidade numerando-se de 1 (maior) a 5 (menor), ficando assim representada graficamente a luminosidade relativa do fundo em variação direta com o tipo de litologia e fauna dos bentos conforme ilustra a figura 2.

Analogamente, encontram-se representados os movimentos relativos de abaixamento e levantamento do fundo, quando se ressalta um contínuo afundamento na etapa transgressiva, seguido de um soerguimento na fase regressiva, onde alguns movimentos ou oscilações menores também tiveram lugar.

A velocidade dos movimentos tectônicos em um ciclo

Figura 3 - Perfil do Membro Jaguariaíva e distribuição da fauna no corte da estrada de ferro Jaguariaíva - Arapoti. Localidade de Jaguariaíva

cratônico tem uma evolução que se ajusta perfeitamente à curva de profundidade da lâmina d'água.

Soares *et al.* (1967) em uma avaliação da movimentação vertical do cráton brasileiro, em função do volume de sedimentos acumulados e preservados e da posição da interface deposicional, caracterizaram os sucessivos ciclos nas sinéclises brasileiras.

O Grupo Paraná foi denominado de Sequência Gama e representa o primeiro evento de sedimentação em ortoplaforma, sob atividades epirogênicas nas áreas-fontes. Segundo Soares *et al.* (1967), um aprofundamento da bacia na primeira metade do ciclo (D_1) (fase 2) está registrado na seção de folhelhos e lamitos com intercalações arenosas no Membro Jaguariaíva. O Membro Tibaji (D_1-m), constituído de arenitos de granulação fina com intercalações de folhelhos micáceos, representa uma fase regressiva (fase 3).

O Membro São Domingos representa a retomada da subsidência do Devoniano Médio-Superior com aprofundamento máximo da lâmina d'água e deposição de folhelhos pretos e cinza-escuros, às vezes betuminosos (fase 4). A fase

Figura 4 - Perfil litológico e distribuição dos fósseis da Fazenda São José, Lamberdor, Paraná

seguinte (5), regressiva, não foi identificada pelos autores, contudo mencionam que a mesma deve ter sido removida

por erosão; verifica-se, entretanto, que se encontra parcialmente preservada no afloramento do Rio Caniú e no poço 2-AP-1-PR.

Toda esta Seqüência Gama, que ocupa um intervalo de tempo do Devoniano ao Mississipiano, é correlacionada por Soares *et al.* (1967) com a Seqüência Kaskaskia de Sloss (1963) e ao subciclo Herciniano Inferior da Plataforma Russa. Equivale ao holostroma *ib* de Gomes (1968), à parte superior da Seqüência II de Almeida (1969) e de Ghignone (1972), e à Seqüência I de Fúlfaro & Landim (1973).

Cada seqüência constitui o registro de um ciclo tectônico caracterizado por uma subsidência geral do cráton, atingindo o clímax com a máxima redução das áreas submetidas à erosão e um mínimo de suprimento de clásticos terrígenos, finalizando com o soerguimento generalizado e um mínimo de áreas submetidas à sedimentação. Os movimentos oscilatórios descritos durante a deposição da Formação Ponta Grossa, como nos demais crátons de idade correlata, têm uma forma de W correspondente à fase transgressiva-regressiva/transgressiva-regressiva.

ANÁLISE DOS DADOS DE SUBSUPERFÍCIE Diversos autores têm-se utilizado dos formatos das curvas de perfis geofísicos para identificar fácies, ambientes, e estabelecer uma correlação genética entre os mesmos. Entre estes estão Fisher (1969), Visher *et al.* (1971), Perrodon (1980), Castro (1980), Soares & Cava (1982) e Popp (1983).

A análise da seção A-B (Fig. 5) revela, inicialmente, que as curvas dos arenitos da Formação Furnas têm formatos

bastante uniformes, com um desvio constante no caso do SP e R para fora, definindo a linha das areias em forma de "caixa". A passagem dessas areias para os folhelhos do Membro Jaguariá não se processa por uma entrada brusca aproximando-se nas linhas do centro, mas, sim, por uma deflexão gradual indicativa de uma granodrecrescência, cujos formatos revelam padrões de transgressão acelerada. Este intervalo, que pode ser observado também nas seções C-D e E-F (Figs. 2 e 6), corresponde à passagem gradacional entre a Formação Furnas e a Formação Ponta Grossa.

O Membro Jaguariá, na seção A-B (Fig. 5), corresponde a formatos serrilhados irregulares provenientes de uma sedimentação predominantemente fina, porém inconstante, devido às intercalações de siltitos próprios de ambientes de energia variável como plataformas rasas.

Os sedimentos do Membro Tibaji resultam em padrões irregulares que por diversas vezes se afastam do centro e atingem a linha das areias. No poço 2-AP-1-PR, os formatos em taça indicam barras regressivas. Nos poços 2-TL-1-MT, 2-RI-1-PR e 2-O-1-PR, observa-se uma base granocrescente em consequência, como se viu, de uma fase regressiva. Os formatos deste membro indicam a presença generalizada de barras regressivas e distais.

O Membro São Domingos também é facilmente reconhecido em todos os poços, pois tem início com brusca aproximação entre as curvas que prosseguem em linhas constantes e retilíneas com formato em "pescoço", liso, caracterizando a denominada linha base dos pelitos. Este padrão resulta, como se sabe, de uma rápida retomada de subsidência com a deposição de folhelhos escuros em águas relativamente

Lâmina 1 - Distribuição da megafauna na Formação Ponta Grossa: a Membro Tibaji; b e c Membro São Domingos

Figura 5 — Seção A-B. Divisão litoestratigráfica da seqüência deposicional siluro-devoniana da Bacia do Paraná e unidades correlatas, baseada na variação dos formatos das curvas de SP e R (Datum: base da Formação Ponta Grossa)

profundas da plataforma externa. Na porção superior dos poços 2-AP-1-PR, 1-CA-1-PR e 2-0-1-PR encontra-se preservado o início da fase regressiva deste membro com a ocorrência de arenitos.

No poço 2-AP-1-PR, a fase regressiva começa no terço superior do Membro São Domingos com o aparecimento de arenitos muito finos, cujos formatos constituem “dedos” que se afastam para fora no momento em que passam a intercalar os folhelhos negros betuminosos. A porção terminal do poço tem cerca de 80 m de arenitos finos, que contêm microfósseis de idade Frasniana (Lange 1967).

Na análise de seção C-D (Fig. 6) são reconhecidas as mesmas subdivisões da seqüência devoniana, até nas seções menores e nos furos estudados por Andrade & Camarço (1980) no flanco nordeste da Bacia do Paraná. Segundo estes autores, a Formação Furnas naquela porção da bacia é essencialmente arenosa e se assenta sobre a Formação Vila Maria por contato concordante (informação verbal). Com base no icnogênero “*Arthropycus*” e na semelhança de sua macrofauna com aquela da Formação Trombetas, Burjack & Popp (1981) e Popp *et al.* (1981) atribuíram à Formação Vila Maria idade landoveriana inferior (Siluriano Inferior).

Figura 6 — Seção C-D. Divisão litoestratigráfica da Formação Ponta Grossa na borda nordeste da Bacia do Paraná e suas relações com a subdivisão proposta por Andrade & Camarço (1980)

O contato da Formação Furnas com a Formação Ponta Grossa no flanco nordeste da bacia é por superfície erosional, pois a transgressão marinha que depositou o membro inferior ultrapassou os limites de deposição da Formação Furnas e se estendeu sobre rochas pré-cambrianas.

O membro inferior da Formação Ponta Grossa é constituído de um conglomerado basal, com seixos e matacões

de diversas litologias, seguido de arenitos, siltitos e folhelhos intercalados, passando a arenitos de granulação fina a média bioturbados (Andrade & Camarço 1980). Este membro foi depositado durante a fase transgressiva e é correlacionado ao Membro Jaguaraiá como se encontra representado na seção C-D (fig. 6).

O membro médio é constituído por arenitos avermelhados, de granulação média a grossa, conglomerados polimíticos com seixos e matacões depositados em canais, intercalados com arenitos finos e camadas argilosas. Na zona de transição do membro inferior para o médio, segundo Andrade & Camarço (1980), ocorrem diversos fósseis, principalmente espiriferáceos, típicos do Membro Tibaji, e com ele correlacionável.

O membro superior é correlacionado ao Membro São Domingos e é constituído, em sua porção basal, de arenitos finos bem laminados, gradando para folhelhos cinza-escuros. Os estudos de pólen coletados na região de Iporã-Amorinópolis em testemunhos dos poços 2-JA-1-GO e 2-AG-1-MT realizados por Daemon (informação verbal) conferem idade Givetiana para este membro.

Os dados apresentados por Andrade & Camarço (1980) e a seção C-D (Fig. 6) evidenciam a correlação que existe entre os três membros assinalados no flanco nordeste da bacia com os membros Jaguaraiá, Tibaji e São Domingos no flanco leste e no interior da bacia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS A seção E-F (Fig. 2) apresenta a divisão litoestratigráfica baseada em três poços perfurados no Paraná, onde se observa que a seqüência devoniana apresenta variações litológicas uniformes já identificadas em outros poços e, por isto, correlacionáveis aos eventos geológicos anteriormente referidos, que ocorreram de modo generalizado na Bacia do Paraná. A análise da variação paleoambiental baseada nas comunidades fossilíferas já discutidas encontra-se, nesta seção, correlacionada com a divisão litoestratigráfica em escala de afloramento proposta por Lange & Petri (1967) e correlacionável com a divisão baseada na variação dos formatos das curvas de SP e R em toda a bacia.

O que se verifica é uma concordância geral quanto às variações paleoambientais indicadas pelo conteúdo paleontológico, litologias e variações dos formatos. As setas indicativas das variações nas subsidências e nos levantamentos da bacia, obtidas dos *habitats* das comunidades fossilíferas, são observadas também nas curvas dos perfis elétricos e coincidem com as interpretações de Soares *et al.* (1974) para as variações da movimentação vertical do cráton da Bacia do Paraná correspondente à Seqüência Gama e corre-

lacinados com a evolução cíclica das áreas cratônicas estudadas por Sloss (1972) na América do Norte e Ronov *et al.* (1969) na Plataforma Russa.

Portanto a análise estratigráfica da unidade baseada nos caracteres paleontológicos, litológicos e dos perfis elétricos demonstra forte consistência quanto aos aspectos paleo-deposicionais, paleoambientais e padrões da tectônica.

Destes resultados pode ser extraído um esquema da evolução dos sistemas deposicionais imperantes durante a deposição da sequência devoniana na Bacia do Paraná conforme mostram as figuras 7 e 8.

Figura 7 – Evolução dos sistemas deposicionais imperantes durante a sequência deposicional devoniana

Na porção basal da Formação Furnas encontram-se genericamente em toda a bacia depósitos continentais. No flanco nordeste ocorrem conglomerados basais constituídos de seixos e matacões de quartzo, quartzito e ocasionalmente rochas ígneas e metamórficas, discordantes sobre o Pré-Cambriano. Estas litologias sugerem depósitos de cabeceiras de leques aluviais. O restante dos depósitos continentais contemporâneos compostos de arenitos esbranquiçados, grossos e conglomeráticos caracteriza diversas fácies de um sistema fluvial anastomosado. Estas fácies estão representadas principalmente por depósitos de barras longitudinais, formados por areias com estratificação cruzada planar. Ocorrem também fácies de fundo de canal com estrutura acanalada preenchida por conglomerados oligomíticos contendo seixos de quartzo e quartzito e eventualmente, seixos de argila. As fácies de transbordamento, pouco frequentes no sistema fluvial anastomosado, estão presentes em níveis centimétricos constituídos de arenito fino, siltito argiloso micáceo e folhelhos micáceos. O sistema fluvial anastomosado nos perfis elétricos está expresso por formatos em “caixotes” por vezes serrilhados, como resposta das fácies de folhelhos e siltitos. No Emsiano, este sistema foi paulatinamente afogado por uma transgressão marinha e resultou diversas fácies de ambientes de transição. Assim, na borda nordeste, o membro inferior da Formação Ponta Grossa constitui-se em fácies de um sistema de leques deltaicos e fácies de um sistema deltaico destrutivo, uma vez que a transgressão ultrapassou os depósitos continentais da Formação Furnas e se depositou diretamente sobre o embasamento. Na borda leste, na estrada Jaguaçu-Árapoti,

Figura 8 – Fácies, ambientes e comunidades fósseis das formações Furnas e Ponta Grossa

ocorrem depósitos litorâneos, retrabalhados pelo mar, que formam areias finas com laminação cruzada de baixo ângulo, típicos de praias.

Com o prosseguimento da transgressão, estabelece-se um sistema de plataforma interna com depósitos de barras transgressivas de plataforma e distais.

No final do Emsiano as condições tectônicas da bacia permitem – por soerguimento marginal – o desenvolvimento de um sistema deltaico na borda nordeste, caracterizado por paleocanais, que cortam baixios interdistributários com grande quantidade de matéria orgânica em sedimentos micáceos.

Sistemas deposicionais semelhantes devem ter ocorrido em outras partes, não preservados integralmente ou não identificados na bacia, mas que se encontram representados parcialmente pelas fácies de barras regressivas do Membro Tibaji presentes no interior da bacia. Trata-se de arenitos finos com restos de plantas contendo a comunidade de *Australospirifer*.

No Eifeliano, uma subsidência rápida e acentuada está registrada nos formatos das curvas de SP e R em todas as seções estudadas. Deste aprofundamento da bacia, resultam fácies de folhelhos pretos depositados em ambientes de plataforma externa contendo uma comunidade de *Notiochonetes*, cujas condições paleoambientais perduraram até o final do Givetiano.

Nesta época, tem início a fase regressiva final da sequência deposicional devoniana.

Os primeiros indícios são areias finas, regressivas, que começam a alcançar a plataforma externa, intercalando os folhelhos pretos. Gradativamente passam a ser mais fre-

qüentes e constituem barras regressivas de plataforma interna e, como último registro, já no Frasniano, no poço 2-AP-1-PR, aparecem areias finas, bem selecionadas de plataforma interna, próximo à costa. As demais fácies da

fase final da regressão não se encontram preservadas nos poços e afloramentos conhecidos, uma vez que toda a sequência foi submetida à erosão glacial por grande intervalo de tempo, do Devoniano ao Carbonífero Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGR. BRAS. GEOL., 23, Salvador, 1969. *Anais...* Salvador, SBG, v. 1, p. 113-122.
- ANDRADE, S.M. de & CAMARÇO, P.E.N. - 1980 - Estratigrafia dos sedimentos devonianos do flanco nordeste da Bacia do Paraná. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais...*, Baln. Camboriú, SBG, v. 5, p. 2828-2836.
- BARCELLOS-POPP, M.T. - 1985 - *Revisão dos trilobitas calmo-ntóides e comunidades faunísticas da Formação Ponta Grossa, Devoniano, no Estado do Paraná*. Porto Alegre, (Tese de Doutorado, Inst. Geociências - UFRGS).
- BOUCOT, A.J. - 1971 - Mavinokaffric Devonian marine community distribution and implication for Gondwana. Rio de Janeiro, *An. Acad. bras. Ciênc.*, 43(Supl.):23-29.
- BURJACK, M.I.A. & BARCELLOS-POPP, M.T. - 1981 - A ocorrência do icno-gênero *Artrophycus* no Paleozóico da Bacia do Paraná. *Pesquisas Inst. Geoc. UFRGS*, 14:163-167.
- CASTRO, J.C. - 1980 - Fácies, ambientes e sequências deposicionais das formações Rio do Sul e Rio Bonito, leste de Santa Catarina. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais...*, Baln. Camboriú, SBG, v. 1, p. 283-299.
- DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P.; SILVA, L.C. - 1967 - Devonian palinology and biostratigraphy of the Paraná Basin. *Bol. Paran. Geoc.*, Curitiba, (21/22):99-132.
- DERBY, O.A. - 1878 - Geologia da Província do Paraná, Brasil. Rio de Janeiro. *Archivos do Museu Nacional*, 3:89-96.
- FISHER, W.L. - 1969 - Facies characterization of Gulf Coast Basin delta system, with some holocene analogues. Shreveport, Louisiana. *Trans. Gulf Coast Geological Societies*. 19:239-261.
- FÚLFARO, V.J. & LANDIM, P.M.B. - 1973 - Interpretação do tectonismo cratônico: o cráton brasileiro e a Bacia Sedimentar do Paraná. In: CONGR. BRAS. GEOL., 27, Aracajú, 1973. *Res. com...*, Aracajú, SBG, p. 187-188.
- FÚLFARO, V.J.; GAMA Jr., E.; SOARES, P.C. - 1980 - *Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná*. São Paulo, Paulipetro. 155 p. (Rel. BP 008/80).
- GOMES, F.A. - 1968 - Fossas tectônicas do Brasil. Rio de Janeiro, *An. Acad. bras. Ciênc.*, 40 (Supl.):255-271.
- GOULART, E.P. & JARDIM, N.S. - 1982 - Avaliação geoquímica da Formação Ponta Grossa e Irati, Bacia do Paraná. In: PAULIPETRO, *Geologia da Bacia do Paraná, reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos*. São Paulo, p. 41-74.
- LANGE, F.W. - 1942 - Restos vermiformes do Arenito das Furnas. *Arquivo do Museu Paranaense*, 2:2-18.
- LANGE, F.W. - 1967 - Biostratigraphic subdivision and correlation of the Devonian in the Paraná Basin. *Bol. Paran. Geoc.*, (21/22):63-98.
- LANGE, F.W. & PETRI, S. - 1967 - The Devonian of the Paraná Basin. *Bol. Paran. Geoc.*, Curitiba, (21/22):5-55.
- MAACK, R. - 1947 - Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 2:63-154.
- MORAES REGO, L.F. - 1931 - As estruturas antigas do Brasil. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, 22:27-85.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MÜHLMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Bol. Téc. Petrobrás*, 12(3):291-346.
- OLIVEIRA, E.P. - 1912 - Terreno Devoniano do Sul do Brasil. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto*, 14:31-41.
- OPPENHEIM, V. - 1936 - Geology of Devonian areas of Paraná Basin. In Brazil, Uruguay and Paraguay. *Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull.*, 20(9):1208-1236.
- PERRODON, A. - 1980 - *Géodynamique pétrolière*. Paris, Masson, p. 108-115.
- PETRI, S. - 1948 - *Contribuição ao estudo do Devoniano Paranaense*. Rio de Janeiro, Div. Geol. Mineral./ DNPM, 1-25 (Boletim 129).
- PETRI, S. - 1967 - Sobre a ocorrência de lamelibrânquios pterioides no Devoniano do Paraná. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 16(2):13-22.
- POPP, M.T.B. - 1983 - Fácies, ambientes e carvões na Formação Rio Bonito no Sul do Estado do Paraná: uma análise estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(1):27-36.
- POPP, M.T.B.; BURJACK, M.I.A.; ESTEVES, I.R.F. - 1981 - Estudos preliminares sobre o conteúdo paleontológico da Formação Vila Maria (Pré-Devoniano) da Bacia do Paraná. Porto Alegre, *Pesquisas Inst. Geoc. UFRGS*, 14:169-180.
- RONOV, A.B.; MIGDISOV, A.A.; BARSKAYA, N.V. - 1969 - Tectonic cycles and regularities in the development of sedimentary rocks and paleogeographic environments of sedimentation of the Russian platform (An approach to a quantitative study). Amsterdam, *Sedimentology*, 13(3/4):179-212.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMAZI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...*, Porto Alegre, SBG, v. 1, p. 41-65.
- SLOSS, L.L. - 1972 - Synchrony of phanerozoic sedimentary - Tectonic events of the North American craton and the Russian platform. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, 1972. *Proceedings...*, Sect. 6. Stratigraphy and Sedimentology, p. 24-32.
- SOARES, P.C. & CAVA, L.T. - 1982 - Faciologia e potencial carbonífero da Formação Rio Bonito no norte do Estado do Paraná. In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, 1982. *Anais...*, Salvador, SBG, v. 3, p. 1120-1128.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. - 1974 - Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intracratônicas brasileiras. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...*, Porto Alegre, SBG, v. 4, p. 81-83.
- STANLEY, S.M. & RAUP, D.M. - 1971 - *Principles of Paleontology*. San Francisco, W.H. Freeman, p. 260-290.
- VISHER, G.S.; SAIITA, B.S.; e PHARES, R.S. - 1971 - Pennsylvanian delta patterns and petroleum occurrences in Eastern Oklahoma. *Bull. AAPG*, 55(8):1206-1230.

MANUSCRITO

Recebido em 09 de dezembro de 1985

Revisão aceita em 05 de setembro de 1986