

## Evolução Tecto-Sedimentar do Grupo Tubarão (Neopaleozóico), na Margem Nordeste da Bacia do Paraná\*

A. R. SAAD, P. R. DOS SANTOS e A. C. ROCHA CAMPOS

PETROBRÁS (DEXPRO) e Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

(Com 6 figuras no texto)

### INTRODUÇÃO

Análises da história tecto-sedimentar da seqüência neopaleozóica da Bacia do Paraná têm sido intentadas, principalmente através da aplicação de técnicas estratigráficas convencionais, ou de análise de superfície de tendência ("trend-surface analysis") aos dados de espessura em subsuperfície de unidades estratigráficas ou "cronoestratigráficas" neopaleozóicas (*Sanford & Lange, 1960; Northfleet et al., 1966; Fulfaro, 1971; Fulfaro & Landim, 1972; Landim & Fulfaro, 1972*).

Mais recentemente, a geometria e características petrológicas regionais das rochas sedimentares neopaleozóicas, preservadas na Bacia do Paraná, serviram de base para o reconhecimento de ciclos tecto-sedimentares, aparentemente sincrônicos, nas três bacias sedimentares intracratônicas brasileiras (*Fulfaro & Landim, 1976; Soares et al., 1978*). A disponibilidade atual de um esquema palino-bioestratigráfico do Neopaleozóico (*Daemon & Quadros, 1970*) propicia um arcabouço fundamental para o entendimento da cronologia dos principais eventos, pondo ainda em evidência suas relações com os elementos condicionantes da história tecto-sedimentar.

Os resultados obtidos são extremamente úteis para o entendimento da evolução tecto-

sedimentar em termos regionais e o delineamento dos principais elementos tectônicos que assistiram à sedimentação.

No que diz respeito ao Grupo Tubarão (*Rocha-Campos, 1967*), que abrange parte substancial da seqüência neopaleozóica, são conhecidos já aspectos importantes da sua evolução tecto-sedimentar em escala bassinal, mormente, no que diz respeito à área principal de ocorrência da unidade, em subsuperfície. Uma análise mais pormenorizada é, contudo, difícil de ser atingida em decorrência da complexidade litológica da seqüência inferior glacial (Subgrupo Itararé), que exhibe rápidas mudanças horizontais e verticais de litofácies, o que dificulta, sobremaneira, o conhecimento adequado do arranjo espacial dos pacotes sedimentares.

Adicionalmente, deve-se levar também em conta a possibilidade da atuação de outros fatores tectônicos peculiares ao ambiente geral de sedimentação de grande parte do Grupo Tubarão, cujas conseqüências no registro sedimentar não foram ainda satisfatoriamente avaliadas (*Saad, 1977*).

Na parte norte da Bacia do Paraná, recente revisão da estratigrafia do grupo Tubarão, realizada por *Saad (1977)*, a partir do levantamento detalhado de 8 perfis estratigráficos, grosseiramente paralelos entre si, e perpendiculares à faixa oriental de afloramentos, resultou na obtenção de uma visão panorâmica da distribuição vertical e horizontal dos variados tipos litológicos que compõem

\* Recebido em 9 de novembro de 1978.

O presente trabalho constitui uma contribuição do Proj. PICG n.º 42, Upper Paleozoic of South America, que conta com o apoio financeiro do CNPq (Proc. n.º 2222.0219/75).



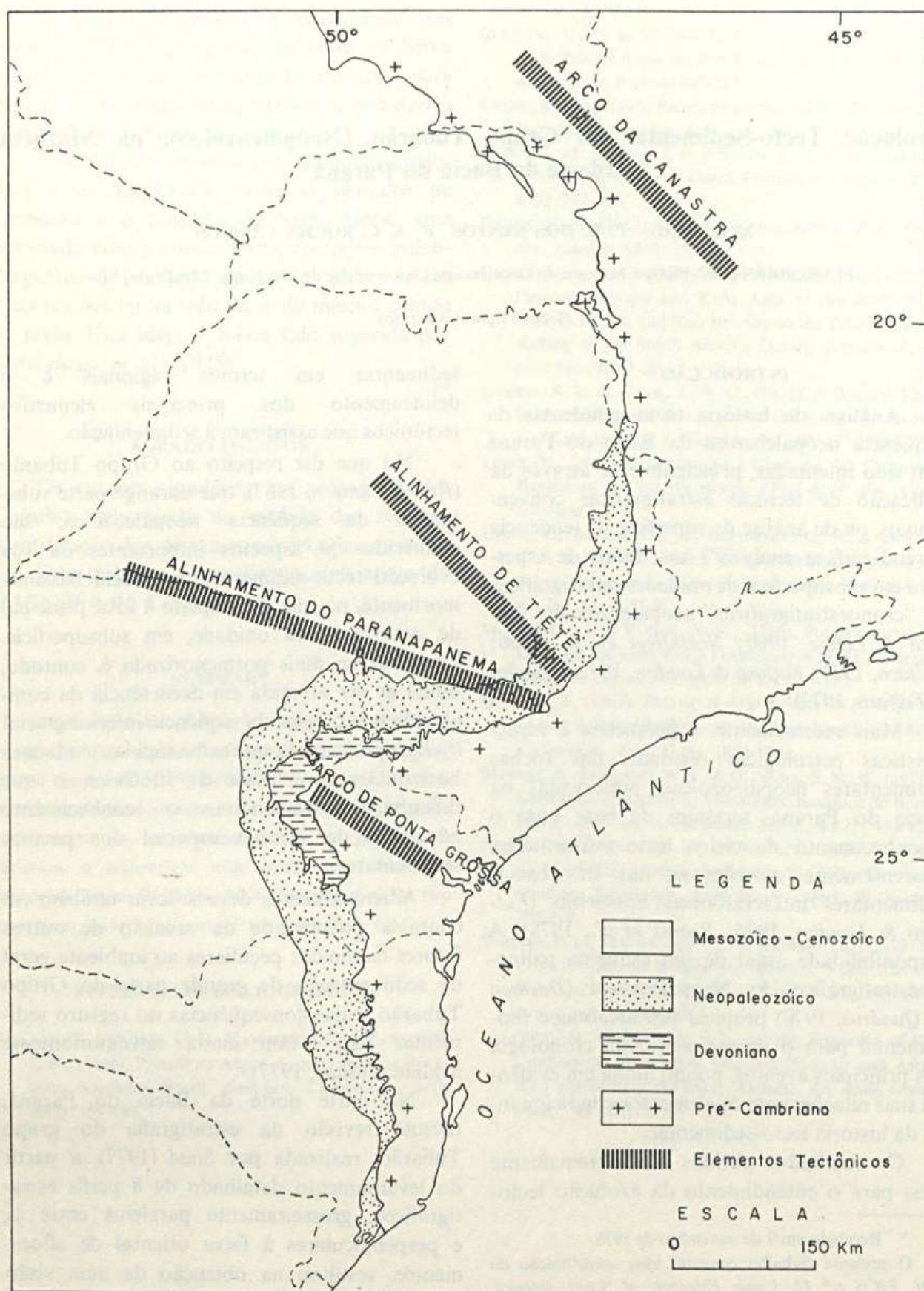


Fig. 1 — Principais elementos tectônicos da margem nordeste da Bacia do Paraná, durante o Neopaleozóico.



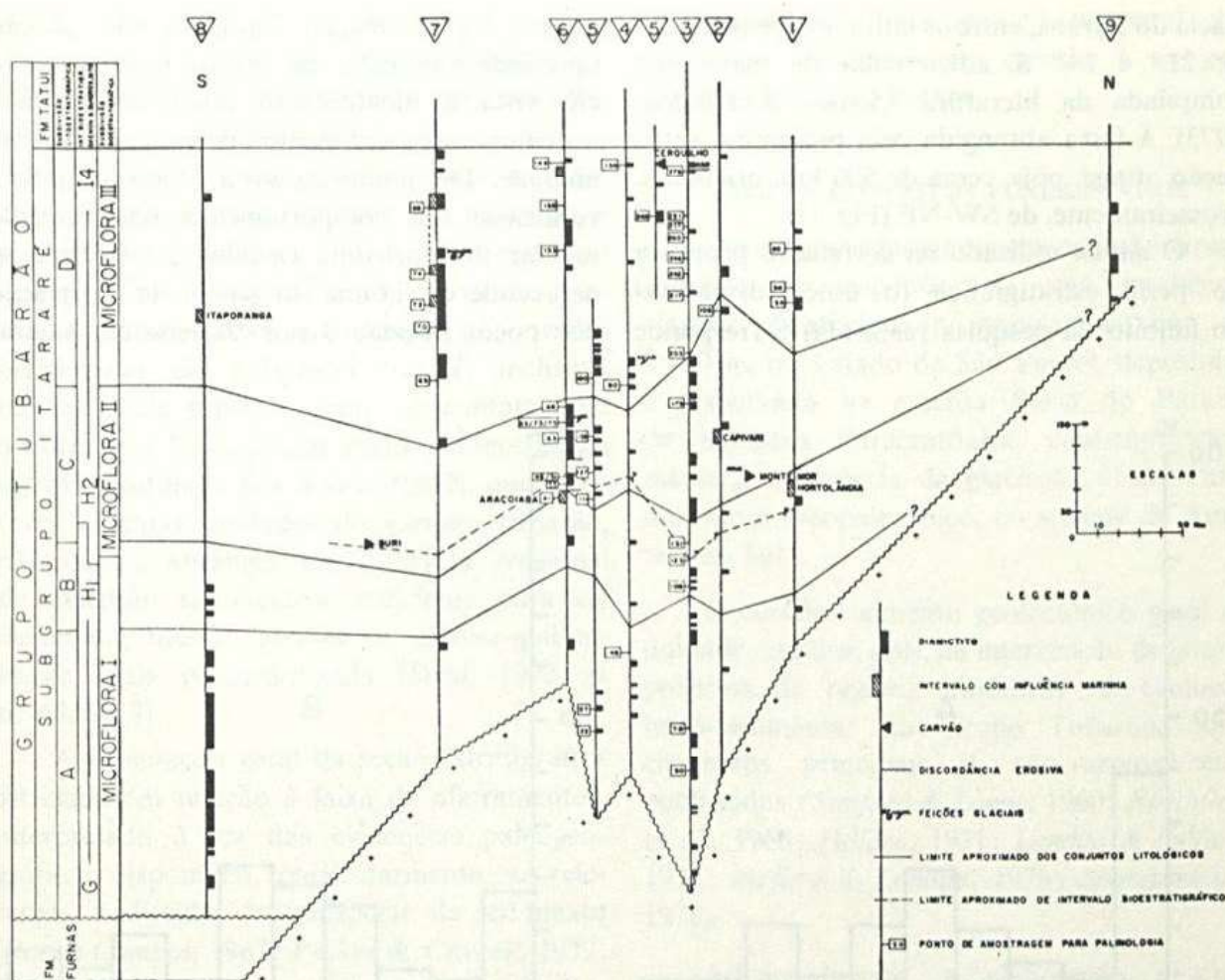


Fig. 2 — Subdivisão litoestratigráfica do Grupo Tubarão.

o grupo, e muitas de suas relações mútuas, ao longo de cerca de 500 km da margem NE da bacia. Este estudo serviu de base para o reconhecimento de 5 conjuntos litológicos, relativamente consistentes nas suas características, e depositados, aparentemente, sob condições tectônicas diversas, estabelecidas, principalmente, com base na distribuição e variação da espessura dos pacotes sedimentares e de suas propriedades texturais. O comportamento dos principais elementos constituintes do arcabouço tectônico que assistiu à sedimentação pode também ser delineado (Fig. 1).

A presente nota objetiva apresentar uma versão ligeiramente modificada do esquema evolutivo proposto anteriormente por Saad (1977), acompanhada de uma revisão breve dos dados disponíveis e dos principais elementos conceituais julgados pertinentes para a interpretação apresentada.

#### DOCUMENTAÇÃO DISPONÍVEL

O gráfico da Figura 2 (Santos, em preparação) exhibe, de maneira sintética, a subdivisão proposta por Saad (1977, p. 60, fig. 7) dos 5 "conjuntos" litológicos reconhecidos no Grupo Tubarão (Fig. 3). Os quatro primeiros (A-D), correspondem, estratigraficamente, ao Subgrupo Itararé, enquanto que o último refere-se à Formação Tatui.

As seções colunares originais derivam de perfis estratigráficos de detalhe, medidos ao longo de estradas que cruzam a faixa leste de afloramento do Grupo, na parte norte da

\* O termo "conjunto" ("suite") está sendo aqui aplicado para as subdivisões litoestratigráficas do Grupo Tubarão, constituídas de assembléias litológicas relativamente complexas, reconhecidas, principalmente, pelas variações texturais das diferentes rochas que as compõem. Correspondem a unidades para-estratigráficas no sentido de Krumbein & Sloss (1963).



Bacia do Paraná, entre as latitudes aproximadas de 21.º e 24.º S, adicionadas de mais uma compilada da literatura (Soares & Landim, 1973). A faixa abrangida pela presente investigação atinge, pois, cerca de 500 km, orientada, grosseiramente, de SW-NE (Fig. 1).

O datum utilizado na correlação proposta no perfil estratigráfico (o único disponível no âmbito da pesquisa realizada) corresponde

à base da Formação Tatuí. A sua adoção apresenta vantagens de ordem prática, tendo em vista a identificação relativamente fácil no campo, dos sedimentos pertencentes a essa unidade. Do ponto de vista bioestratigráfico, verifica-se um comportamento relativamente regular do horizonte escolhido, conforme se depreende do exame do painel de correlação dos poços estudados por Daemon & Quadros

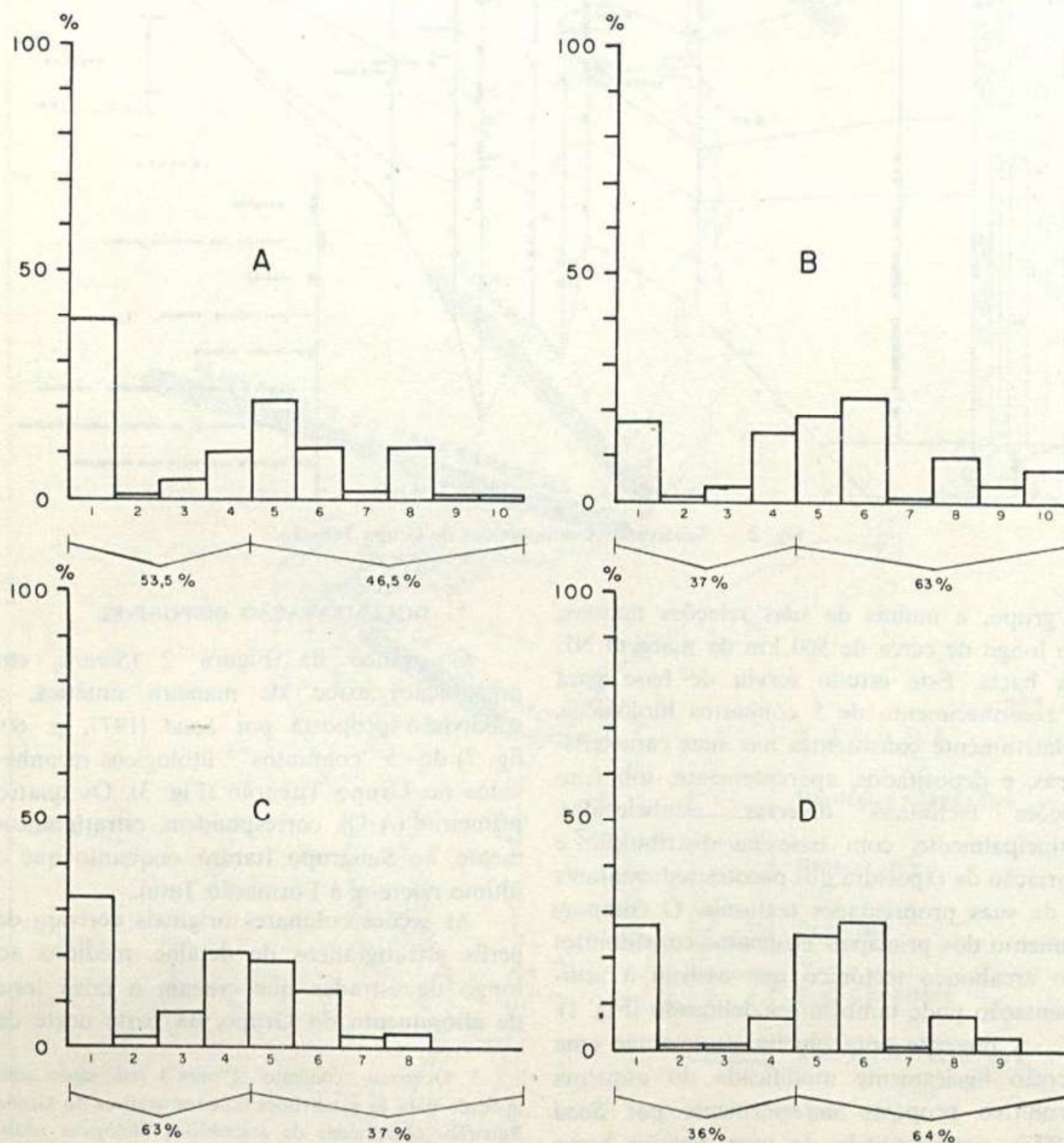


Fig. 3 — Caracterização litológica geral dos conjuntos litoestratigráficos do Grupo Tubarão. Explicação: 1: diamictito; 2: conglomerado; 3: arenito grosso; 4: arenito médio; 5: arenito fino; 6: siltito; 7: argilito; 8: ritmito; 9: folhelho; 10: lamito.



(1970, fig. 4). O *datum* utilizado por esses autores (base do intervalo bioestratigráfico K), corresponde, na área abrangida pelo presente estudo, ao limite Itararé-Tatuí.

Os dados bioestratigráficos acima, além do controle palinológico que acompanhou a presente pesquisa (Saad, 1977), não revelaram qualquer descontinuidade significativa na sucessão de microfioras, ao longo das seções examinadas do Subgrupo Itararé, inclusive na sua parte superior, junto ao contato com a Formação Tatuí. Assim sendo, a discordância erosiva postulada por Soares (1972), que separaria as duas unidades do Grupo Tubarão, não parece abranger um intervalo erosional de extensão significativa, suficiente para ser detectado, mesmo através de análise palinológica mais pormenorizada (Saad, 1977, p. 63-68, fig. 7).

A orientação geral da seção estratigráfica estudada em relação à faixa de afloramentos, interpretada à luz das evidências paleogeográficas disponíveis, particularmente, as referentes à direção de transporte de sedimento (Rocha-Campos, 1967; Frakes & Crowell, 1972; Saad, 1977), parecem indicar ser a mesma, *grossa modo*, coincidente com a direção geológica deposicional. O exame da seção permitiu reconhecer os diversos conjuntos de litologias, que a despeito de variações laterais, guardam relativa consistência interna e parecem ter significado no discernimento da história da sedimentação do Grupo Tubarão, como veremos a seguir. Os seus limites foram estabelecidos ainda em bases preliminares, tendo em conta a qualidade variável do controle estratigráfico disponível.

O significado bioestratigráfico (ou "cronoestratigráfico") das subdivisões reconhecidas no Grupo Tubarão é ainda difícil de ser avaliado com segurança. Neste particular, o gráfico da Figura 2 exibe a provável localização do limite bioestratigráfico correspondente às microfioras I e II, cuja caracterização pode ser feita com mais nitidez e que se dispõe, no geral, paralelamente aos limites litoestratigráficos estabelecidos, com exceção dos três últimos perfis mais setentrionais, onde se nota

uma aparente "transgressão" temporal dos conjuntos litológicos, em direção à margem norte da Bacia do Paraná.

#### ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

O pacote sedimentar que constitui o Grupo Tubarão corresponde a uma seqüência clástica, relativamente espessa (máximo de 1 200 m, no Estado de São Paulo), depositada e preservada na extensa Bacia do Paraná, de natureza intracratônica, contemporaneamente à ocorrência da glaciação Gondvânica durante o Neopaleozóico, no sudeste da América do Sul.

O condicionamento geotectônico geral da unidade, implica, pois, na intervenção de fatores próprios de regiões cratônicas na evolução tecto-sedimentar do Grupo Tubarão, cujos elementos principais já são razoavelmente conhecidos (Sanford & Lange, 1960; Northfleet et al., 1966; Fulfaro, 1971; Landim & Fulfaro, 1972; Fulfaro & Landim, 1976; Soares et al., 1978).

Adicionalmente, a elaboração de um "modelo" de evolução tecto-sedimentar do Grupo Tubarão deve ainda levar em conta, segundo o ponto de vista atualístico, um outro conjunto de fatores tectônicos, peculiares às áreas submetidas à ação de extensas geleiras continentais (Figura 4).

Mudanças eustáticas do nível do mar foram freqüentes durante o Pleistoceno, em

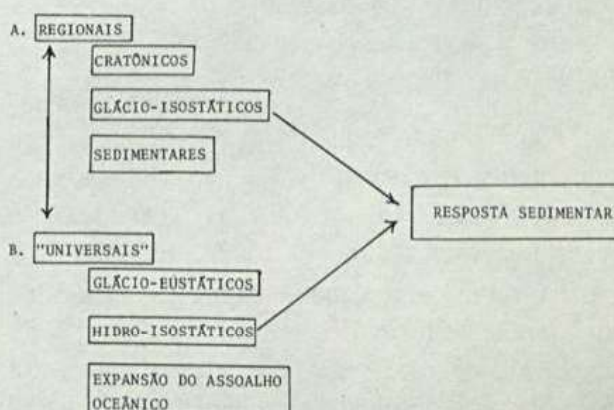


Fig. 4 — Fatores tecto-sedimentares durante a sedimentação do Grupo Tubarão.



decorrência dos avanços e recuos das geleiras continentais (Flint, 1971, p. 315-342; Morner, 1975). Além disso, a depressão da crosta sob o formidável peso do gelo continental, durante as fases máximas da glaciação, foram seguidas pelos reajustes isostáticos, após as fases de recuo periódicas e final das calotas de gelo (Andrews, 1974). Efeitos similares devem, provavelmente, ter ocorrido em todo o craton marginal à Bacia do Paraná, durante o Neopalcozóico, como já fora pioneiramente advogado por Leinz (1937), na sua explicação do mecanismo das ingressões marinhas registradas dentro da seqüência glacial do Grupo Tubarão e da repetição vertical de seqüências de litologias do Subgrupo Itararé, que simulam ciclos.

Atualmente, contudo, a possibilidade de discriminar entre as seqüências "cíclicas" decorrentes de mudanças glaciais e glácio-eustáticas do nível do mar, daquelas produzidas por outras circunstâncias geológicas, constitui um problema não adequadamente resolvido.

Como se sabe, duas outras causas podem resultar em repetições de seqüências litológicas. Inicialmente, sedimentação cíclica pode ocorrer, por exemplo, durante desenvolvimento de deltas e leques abissais (Sealley, 1970; Sloss, 1976). De outro lado, o avanço do conhecimento sobre a tectônica de placas e expansão dos fundos oceânicos, levou ao aparecimento de hipóteses que procuram relacionar variações na taxa de expansão da crosta oceânica e a evolução da crista médio-oceânica, com episódios de transgressão e regressão (Sclater & Francheteau, 1970; Pitman & Hays, 1973; Wise, 1974).

Na Bacia do Paraná, estudos em andamento têm sugerido alguns critérios para a identificação de seqüências regressivas e transgressivas (avanços e recuos glaciais), particularmente, no que se supõe corresponder aos depósitos formados no âmbito terrestre da glaciação, com base na análise pormenorizada de fácies e processos sedimentares. A mesma abordagem oferece grandes potencialidades no caso da interpretação de seqüências que

incluem sedimentos marinhos e glácio-marinhos. De um modo geral, julgamos que a escala do fenômeno, em termos de espessura (e, provavelmente, área) das seqüências envolvidas possa constituir um parâmetro importante para a distinção dos diversos tipos de "ciclos". Assim, de acordo com o ponto de vista aqui adotado, as variações litológicas e texturais regionais, observadas na seqüência sedimentar do Grupo Tubarão, ao longo da direção deposicional, e que serviram de base para a discriminação dos diversos conjuntos litológicos, devem refletir condições tectônicas também regionais, e de caráter cratônico. Internamente, cada conjunto sedimentar encerra outras variações litológicas e nas relações estratigráficas entre corpos de litologias que parecem refletir a ação dos processos sedimentares próprios do ambiental glacial, ou mesmo comuns a outros ambientes de deposição (Figura 4).

Na atual discussão referir-nos-emos, somente, aos fenômenos tectônico-sedimentares de magnitude maior, já que os do segundo grupo deverão ser tratados, mais adequadamente, em outra oportunidade (Santos, em preparação).

#### PRINCIPAIS ELEMENTOS TECTÔNICOS

A seção estratigráfica da Figura 2 revela que a deposição do Grupo Tubarão ocorreu sobre um embasamento irregular, envolvendo regiões elevadas e baixas, algumas delas identificadas com elementos tectônicos já conhecidos, na margem norte da Bacia do Paraná.

Em direção norte, o pacote sedimentar do Grupo Tubarão parece adelgaçar-se sobre uma ampla região positiva, provavelmente correspondente ao flanco sul do chamado arco da Canastra, que delimitaria as margens nordeste e norte da Bacia do Paraná (Northfleet *et al.*, 1966).

Na parte mais central da área abrangida pela presente investigação, as feições mais conspícuas do embasamento são constituídas por um elemento positivo (alto) e outro negativo (sulco), separados por estruturas menores. O



primeiro deles, coincide, na sua posição geográfica, com o lineamento do Paranapanema proposto por *Fulfaro* (1974), correspondente a uma zona de falhas orientadas, no geral de ESE-WNW, cuja atividade repetida durante o Fanerozóico teria sido responsável pela compartimentação tectônica da Bacia do Paraná, com reflexos na natureza do registro sedimentar. *Fulfaro* (1974) alinha algumas evidências estratigráficas indicativas de caráter tectonicamente positivo dessa importante feição estrutural, durante o Neopaleozóico, possivelmente através da atuação dos falhamentos, previamente à deposição do Subgrupo Itararé (*Petri & Fulfaro*, 1967).

Adjacentemente, e um pouco ao norte do alinhamento do Paranapanema reconhece-se uma região deprimida na qual se depositou uma das maiores espessuras de sedimentos do Grupo Tubarão, aproximadamente, na parte central do Estado de São Paulo. Esta região, de caráter essencialmente negativo, corresponde, a nosso ver, a uma feição estrutural também alongada, denominada por *Saad* (1977), alinhamento de Tietê. Sua localização e orientação geográficas mostradas no mapa da Figura 1 são, em grande parte, hipotéticas, com base na disposição aparente dos eixos de subsidência dos depocentros principais, durante a sedimentação e da distribuição das litofácies do Grupo Tubarão (*Northfleet et al.*, 1966; *Fulfaro*, 1971; *Landim & Fulfaro*, 1972; *Saad*, 1977, Figuras 11-16). Outras feições secundárias de posição intermediária entre as duas estruturas maiores acima discutidas poderiam ser visualizadas na Figura 2, mas sua caracterização é bastante discutível.

Finalmente, o gráfico da Figura 2 exhibe ainda evidências da presença de uma área deprimida situada ao sul do alinhamento de Tietê, onde foram preservados arenitos da Formação Furnas (Devoniano), aos quais se superpõe o mais espesso pacote de sedimentos glaciais medidos na parte norte da Bacia do Paraná (cerca de 1.100 m). Corresponderia, pois, ao que parece, a uma área de caráter tectonicamente negativo, durante o Neopaleozóico, cujo limite sul (não mostrado na

figura) seria formado pelo arco de Ponta Grossa (*Sanford & Lange*, 1961; *Northfleet et al.*, 1966).

#### HISTÓRIA TECTO-DEPOSICIONAL

Os traços principais da história deposicional do Grupo Tubarão, analisada segundo os critérios discutidos acima, poderiam, pois, constituir cinco fases distintas (Figuras 2, 5 e 6).

A primeira, correspondente à deposição do conjunto basal A, teria sido precedida por um período de atividade tectônica de idade pós-devoniana e pré-neocarbonífera, envolvendo a atuação de falhamentos normais, cujos reflexos se fizeram sentir, em especial, nas regiões centro e sul do Estado de São Paulo, levando à formação de um embasamento topograficamente irregular, do que, por sua vez, decorre a grande variação de espessura verificada na unidade. Embora possível, não há ainda evidências da persistência do tectonismo durante a sedimentação, a não ser a subsidência normal das áreas submetidas à maior taxa de deposição, que de resto prosseguiu, produzindo uma colmatagem inicial, em direção ao reajuste tecto-sedimentar. O comportamento espacial do conjunto sugere uma transgressão ("onlap") estratigráfica em direção à margem setentrional da bacia (Arco da Canastra), que poderia ter registrado, somente, sedimentos equivalentes à parte superior do conjunto.

Do ponto de vista da evolução da glaciação neopaleozóica, nota-se a preservação de maior número de diamictitos associados às seções mais espessas do Grupo Tubarão, correspondentes, por sua vez, às duas regiões deprimidas do embasamento. É bastante provável, portanto, que a disposição dessas duas áreas negativas tenha condicionado o deslocamento preferencial de SE-NW dos lobos glaciais neopaleozóicos, em direção ao centro da Bacia do Paraná, a partir dos terrenos cristalinos a leste (*Frakes & Crowell*, 1972), tendência esta que persistiu até o fim da sedimentação do Subgrupo Itararé (*Saad*, 1977). Correspondentemente, a preservação de maior número



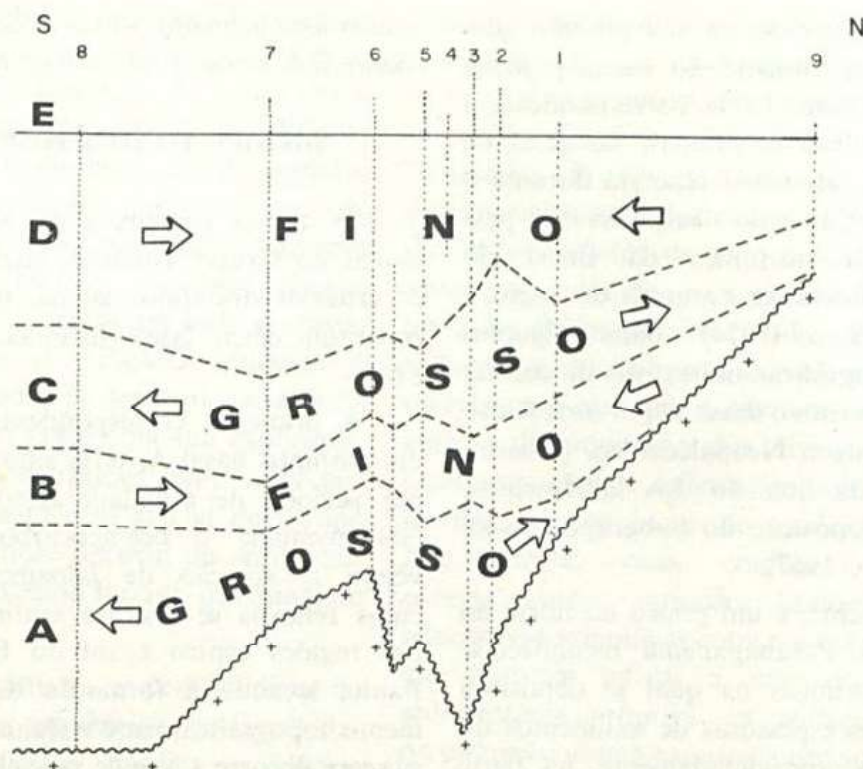


Fig. 5 — Distribuição espacial das características texturais dos conjuntos litológicos do Grupo Tubarão. Explicação: A-E: conjuntos; 1-9: seções estratigráficas; setas: tendência da distribuição das características texturais.

(e maiores espessuras individuais) dos diamictitos, nos baixos basinais, em contraposição à sua relativa raridade nas zonas elevadas, poderia decorrer de redeposição, nas áreas deprimidas, de detritos removidos das partes elevadas adjacentes, como sugerido por *Frakes & Crowell* (1972).

A distribuição das características texturais da assembléia litológica que constitui o conjunto, parece ainda refletir as circunstâncias regionais que cercaram a deposição da porção inferior do Grupo Tubarão. Neste particular, caracteriza-se o conjunto A, por uma predominância, em termos médios, dos componentes clásticos grossos (arenito médio-diamictito), sobre os componentes finos (arenito fino-folhelho). A distribuição dos valores pode, contudo, apresentar variações laterais nas diversas seções examinadas, não sendo, porém, notável qualquer padrão especial de distribuição geográfica, que possa ser claramente relacionável com a localização das estruturas do embasamento.

O comportamento estratigráfico do conjunto B parece indicar ter sido ele depositado sob condições tectônicas substancialmente diferentes, em relação ao padrão anteriormente relatado. Neste intervalo, a Bacia do Paraná exibe uma tendência para o equilíbrio, tendo a sedimentação se processado de maneira mais ou menos homogênea, ao longo de toda a área estudada, o que sugere atividades diferenciais relativamente pouco intensas dos seus principais elementos tectônicos.

A tendência transgressiva ("onlap") do pacote sedimentar, evidenciado pela sua relação com referência à margem nordeste da Bacia do Paraná, parece ter persistido.

Do ponto de vista paleogeográfico, esta situação poderia implicar na inexistência de barreiras físicas efetivas, propiciando, assim, condições para que ingressões marinhas, a partir do interior da Bacia do Paraná, pudessem estender-se marginalmente, até regiões mais setentrionais, onde, aparentemente, localizar-se-ia o depocentro principal, durante este



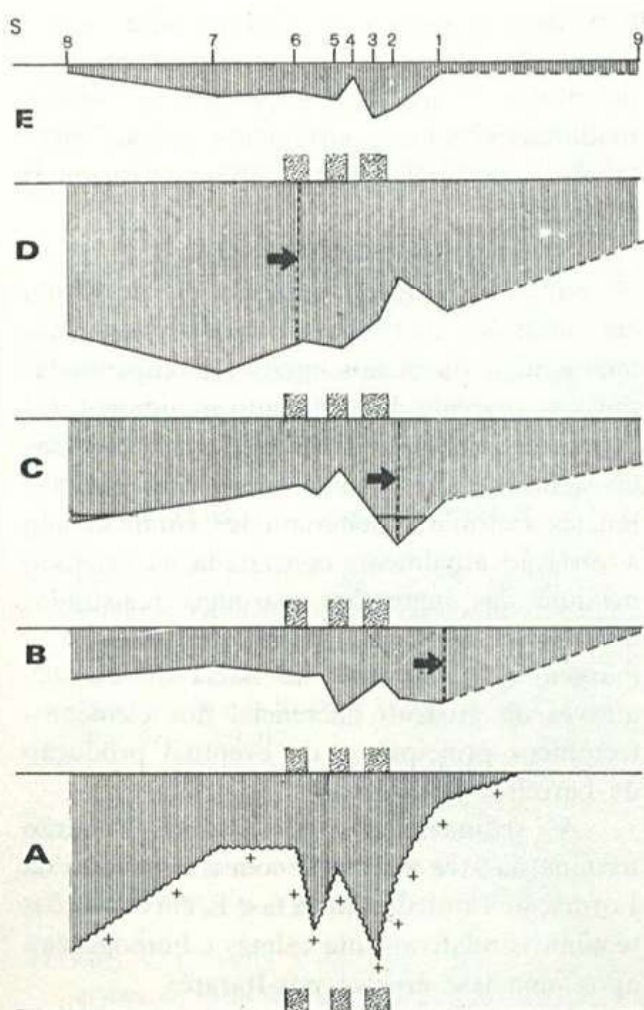


Fig. 6 — Evolução tecto-sedimentar dos conjuntos litológicos do Grupo Tubarão. Explicação: A-E: conjuntos (hachurado); 1-9: seções estratigráficas; setas: extensão setentrional máxima das ingressões marinhas; pontilhado: localização dos elementos tectônicos; cruzes: embasamento. O datum em cada caso corresponde ao topo da unidade.

intervalo, o que não voltaria a se repetir durante a sedimentação do Grupo Tubarão.

Um provável reflexo dessas condições tectônicas mais calmas é encontrado nas características texturais exibidas pelas litologias do intervalo. Contrastantemente com a unidade inferior, verifica-se aqui uma predominância de clásticos finos, em relação aos clásticos grossos, em quase todas as seções examinadas.

A terceira fase tecto-deposicional, correspondente ao intervalo de sedimentação do conjunto litológico C, caracteriza-se por um recrudescimento das condições tectônicas gerais, na margem nordeste da Bacia do Paraná. Condições de subsidência diferencial estabe-

lecem-se novamente, associadas a uma atuação mais ativa dos elementos tectônicos. Os depocentros principais, evidenciados pelo comportamento estratigráfico do conjunto, situar-se-iam ao longo do alinhamento de Tietê e na região sul do Estado de São Paulo, em direção ao Arco de Ponta Grossa. Essa aparente migração meridional das áreas tectonicamente negativas poderia constituir o reflexo local do início do processo de "basculamento" para o sul da margem norte da Bacia do Paraná, postulado por *Daemon & Quadros* (1970), após sedimentação da parte inferior do Subgrupo Itararé (intervalo bioestratigráfico G), ao qual se associaria o deslocamento do limite setentrional de extensão das intercalações marinhas marginais conhecidas no Subgrupo Itararé.

Como provável reflexo da acentuação do comportamento tectônico do craton, caracteriza-se, novamente, a seqüência sedimentar do intervalo, pela dominância generalizada de clásticos grossos sobre os de granulometria fina.

A tendência iniciada no intervalo anterior parece ter prosseguido, e mesmo se acentuado, durante a sedimentação do conjunto D, que encerra a história deposicional do Subgrupo Itararé, no Estado de São Paulo. As áreas de maior espessura sedimentar, correspondentes a subsidência mais intensa, persistem no seu aparente deslocamento para o sul, o que poderia ter condicionado a localização das áreas com influência marinha, agora mais deslocadas para a parte meridional da bacia. É possível, contudo, que a evolução tectônica geral tenha se processado de maneira mais gradual que no intervalo anterior, como sugere o predomínio de clásticos finos no intervalo.

A história sedimentar do Grupo Tubarão culmina, na parte norte da Bacia do Paraná, com a deposição do conjunto E, estratigraficamente correspondente à Formação Tatui.

A disconformidade identificada por *Soares* (1972) entre essa unidade e o Subgrupo Itararé subjacente, poderia ainda constituir um reflexo da tendência geral de modificação da geometria da Bacia do Paraná, iniciada durante a sedimentação da parte superior da



seqüência glacial. A duração do evento, contudo, não parece ter sido longa, mesmo na parte marginal da bacia, pelo menos, a julgar pelos dados bioestratigráficos disponíveis (Daemon & Quadros, 1970; Saad, 1977).

O comportamento estratigráfico do conjunto E, e as características texturais de suas litologias, apontam para condições de sedimentação no geral, tectonicamente homogêneas, em direção a um ajuste tecto-sedimentar nesta parte da Bacia do Paraná (Daemon & Quadros, 1970; Saad, 1977).

O recuo final das geleiras e deposição dos derradeiros sedimentos glaciais do Subgrupo Itararé, marginais à Bacia do Paraná, poderiam, como já comentado, ser acompanhados dos processos de retorno do craton à situação de equilíbrio isostático rompido após a retirada dos gelos neopaleozóicos. Esses efeitos tectônicos locais, porém, não podem ainda ser desentranhados daqueles de caráter mais geral, como os aqui discutidos, e que teriam atuado durante a evolução neopaleozóica da Bacia do Paraná.

### CONCLUSÕES

As evidências estratigráficas e sedimentológicas discutidas indicam que a sedimentação do Grupo Tubarão, na margem nordeste da Bacia do Paraná, ocorreu, provavelmente, sob a influência de fatores tectônicos (epirogênicos) regionais (cratônicos), aos quais se associaram fatores mais locais, durante a glaciação neopaleozóica. Estes dizem respeito ao caráter cíclico da glaciação e suas conseqüências em termos de deformação crustal glácio-isostática. A interação dos efeitos desses dois grupos de fatores operando, com grande probabilidade, segundo diferentes escalas de campo, torna complexa a interpretação detalhada do registro litológico preservado na Bacia do Paraná, em termos de história tecto-sedimentar.

Variações laterais e verticais regionais no comportamento estratigráfico e variações texturais dos conjuntos litológicos que compõem as subdivisões litoestratigráficas reconhecidas no Grupo Tubarão, tendo em vista o arcabouço bioestratigráfico disponível (pali-

nobioestratigráfico), são interpretadas como decorrentes de processos tectônicos próprios do craton. A sua análise permite reconhecer modificações no comportamento tectosedimentar da bacia, configurando 5 fases deposicionais distintas.

As quatro primeiras fases (A, B, C, D = Subgrupo Itararé) parecem ter decorrido em condições alternadas de tectonismo, relativamente, mais ou menos intenso, acompanhadas por um aparente deslocamento meridional dos depocentros que sediaram taxas mais elevadas de sedimentação e subsidência. Tais circunstâncias tectônicas poderiam ter condicionado a variação atualmente constatada na extensão máxima das ingressões marinhas registradas dentro da seqüência glacial, em direção à margem norte-nordeste da Bacia do Paraná, através da atuação diferencial dos elementos tectônicos principais e da eventual produção de barreiras geográficas.

A sedimentação do Grupo Tubarão termina na área analisada com a deposição da Formação Tatuí, durante a fase E, em condições tectônicas relativamente calmas e homogêneas, após uma fase erosiva pós-Itararé.

O encerramento das condições glaciais na Bacia do Paraná e o recuo final das geleiras pode ter resultado, atualisticamente, no início da compensação isostática ("rebound") da parte marginal da bacia, porém as respostas sedimentares desse processo são de difícil discriminação daqueles resultantes de outros mecanismos sedimentares.

### SUMMARY

The depositional history of the Tubarão Group (Late Paleozoic), a thick essentially clastic sedimentary sequence (up to 1,200m) containing diamictites, in northeastern Paraná Basin, comprised five main tecto-phases recognized through the analysis of spacial (vertical and regional) distribution of lithologic and textural features of the five (A, B, C, D: Itararé Subgroup; E: Tatuí Formation) rock "suites" into which the unit may be subdivided.

1<sup>st</sup> Phase: sedimentation of the basal "suite" A, over a topographically irregular basement, with positive (highs) and negative (throughs) elements of a general SE-NW orientation due to a pre-Itararé Subgroup tectonic event;

2<sup>nd</sup> Phase: deposition of "suite" B under more calm tectonic conditions tending to basin readjustment. Marine



intercalations at this part of the sequence evidence first recorded marginal sea incursions probably related to advances and retreats of the Gondwana ice-sheets;

3<sup>rd</sup> Phase: renewal of regional tectonic activity during sedimentation of "suite" C. Displacement of main depocenters southwards;

4<sup>th</sup> Phase: attenuated tectonic activity during deposition of "suite" D. Accentuated differential subsidence with higher rates towards south may have controlled distribution of the marine facies;

5<sup>th</sup> Phase: sedimentation of "suite" E, under more calm regional conditions but accompanied by marginal erosion mark the beginning of the post-glacial cycle.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, J. T., (1974), *Glacial isostasy*, in Benchmark papers in Geology. Doeden, Hutchinson, and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 491 pp.
- DAEMON, R. & QUADROS, L. P., (1970), Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. *An. XXIV Congr. Bras. Geol.*: 359-412.
- FLINT, R. F., (1971), *Glacial and Quaternary Geology*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 892 pp.
- FRANKS, L. A. & CROWELL, J. C., (1972), Late Paleozoic geography between the Paraná Basin and the Andean Geosyncline. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, **44** (Supl.): 139-145.
- FULFARO, V. J., (1971), A evolução tectônica e paleogeográfica da bacia sedimentar do Paraná pelo "Trend Surface Analysis". *Bol. Esc. Eng. São Carlos, Univ. São Paulo, Geologia*, **14**.
- FULFARO, V. J., (1974), Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. *Bol. Inst. Geoc., Univ. São Paulo*, **5**: 129-138.
- FULFARO, V. J. & LANDIM, P. M. B., (1972), Tectonic and paleogeographic evolution of the Paraná sedimentary basin by trend surface analysis. *24th Int. Geol. Congr. Sec. 6*: 379-388.
- FULFARO, V. J. & LANDIM, P. M. B., (1976), Stratigraphic sequences of the intracratonic Paraná Basin. *Newsletter Stratigraphy*, **4**: 150-168.
- KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L., (1963), *Stratigraphy and Sedimentation*, W. H. Freeman Co., 660 pp.
- LANDIM, P. M. B. & FULFARO, V. J., (1972), Trend-surface analysis of Carboniferous and Permian thickness data from Paraná Basin. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, **44** (Supl.): 187-196.
- LEINZ, V., (1937), Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do sul do Brasil. *Dep. Nac. Prod. Miner., Div. Fom. Prod. Miner., Bol.* **21**.
- MORNER, N. A., (1975), Eustatic amplitude variations and world glacial changes. *Geology*, **3**: 109-110.
- NORTHFLEET, A. A., MEDEIROS, R. A. & MÜHLMANN, H., (1969), Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Bol. Tecn. Petrobrás*, **12** (3): 291-346.
- PETRI, S. & FULFARO, V. J., (1967), Considerações geológicas sobre a região de Itapeva, São Paulo. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, **16** (1): 25-40.
- PITTMAN, W. C. III, & HAYS, J. D., (1973), Upper Cretaceous spreading rates and the great transgression. *Geol. Soc. Amer., Abstracts with Program*, **5**: 768.
- ROCHA-CAMPOS, A. C., (1967), The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin, in J. J. BIGARELLA, R. D. BECKER & I. D. PINTO (Eds), *Problems in Brazilian Gondwana Geology*,: 27-109, Curitiba.
- SAAD, A. R., (1977), *Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo*. Diss. Mestrado, Inst. de Geociências, Univ. São Paulo (inédita).
- SANFORD, R. M. & LANGE, F. W., (1960), Basin study approach to oil evaluation of Paraná miogeosyncline. *Amer. Ass. Petr. Geol.*, **44**(8): 1316-1370.
- SCLATER, J. G. & FRANCHETEAU, J., (1970), The implications of terrestrial heat flow observations on current tectonic and geochemical models of the crust and upper mantle of the earth. *Roy. Astron. Soc. Geophys. Jour.*, **20**: 509-537.
- SEALEY, R. C., (1970), *Ancient sedimentary environments*, Chapman and Hall, Ltd., London, 237 pp.
- SLOSS, L. L., (1976), Areas and volumes of cratonic sediments, western north America and eastern Europe. *Geology*, **4**: 272-276.
- SOARES, P. C., (1972), O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, **44** (Supl.): 333-342.
- SOARES, P. C. & LANDIM, P. M. B., (1973), Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. *An. XXVII Congr. Bras. Geol.*, **1**: 243-256.
- SOARES, P. C., LANDIM, P. M. B. & FULFARO, V. J., (1978), Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **89** (2): 181-191.
- WISE, D. U., (1974), *Continental margins, free-board and the volumes of continents and oceans through times*, in C. A. BURK & C. L. DRAKE (Eds.), *The Geology of Continental Margins*, Springer-Verlag, New York, 1009 pp.