ESTRATIGRAFIA DO SUBGRUPO ITARARÉ NO
CENTRO E SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO

por

ANTONIO ROBERTO SAAD

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005590

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ORIENTADOR: Prof. Dr. A. C. Rocha-Campos

Aos meus pais, ZINA e ANTONIO, e
ã minha esposa CECÍLIA MARIA...
por existirem, tornam este mundo
um lugar melhor do que quando a
ele chegaram.

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
AGRADECIMENTOS	3
2 - TRABALHOS PRÉVIOS	6
3 - METODOLOGIA	12
INTRODUÇÃO	12
TRABALHOS DE CAMPO	19
TRABALHOS DE ESCRITÓRIO	20
TRABALHOS DE LABORATÓRIO	21
4 - DESCRIÇÃO DAS SEÇÕES ESTUDADAS	22
TERMOS LITOLÓGICOS EMPREGADOS	23
VIA ANHANGUERA	23
SALTO-RIO DAS PEDRAS	26
VIA MARECHAL RONDON	30
VIA CASTELO BRANCO	33
SOROCABA-CERQUILHO (FEPASA)	37
VIA RAPOSO TAVARES	41
CAPÃO-BONITO-ITAPETININGA	44
ITARARÉ-TAQUARITUBA	48

5 - ESTRATIGRAFIA	52
GENERALIDADES	52
SUBDIVISÃO LITOESTRATIGRÁFICA	54
BIOESTRATIGRAFIA	58
<u>Fauna</u>	58
<u>Flora</u>	61
<u>Microflora</u>	63
IDADE	68
6 - HISTÓRIA TECTO-SEDIMENTAR	73
7 - ELEMENTOS DE PALEOGEOGRAFIA	79
8 - RESUMO	91
9 - BIBLIOGRAFIA	99

ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização da área de estudo.	5
Figura 2 -	Solução gráfica para cálculo da espessura da camada, em perfil não sobrelevado.	16
Figura 3 -	Representação gráfica da espessura da camada, em perfis sobrelevado e sem sobrelevação.	17
Figura 4 -	Representação gráfica de duas retas perpendiculares, respectivamente, espessura e topo da camada.	18
Figura 5 -	Solução gráfica para cálculo da distância horizontal entre dois pontos situados em cotas diferentes.	20
Figura 6 -	Perfil estratigráfico (em anexo). Explicação: 1: Via Anhanguera; 2: Salto - Rio das Pedras; 3: Via Marechal Rondon; 4: Via Castelo Branco; 5: Sorocaba-Cerquilha (FE PASA); 6: Via Raposo Tavares; 7: Capão-Bonito-Itapetininga; 8: Itararé-Taquarituba; 9: Fazenda Nossa Senhora Aparecida.	Anexa
Figura 7 -	Distribuição estratigráfica dos diamictitos e subdivisão bioestratigráfica do Subgrupo Itararé (seg. SANTOS, em preparação).	60
Figura 8 -	Composição das microfloras do Subgrupo Itararé.	65
Figura 9 -	Distribuição dos gêneros de palinórfos do Subgrupo Itararé.	66
Figura 10 -	Principais elementos tectônicos da Bacia do Paraná durante o Neopaleozóico, na área de estudo.	77

Figura 11 - Mapa de isôpacas da Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969).	85
Figura 12 - Mapa de desvios da superfície de tendência de 30 grau do Subgrupo Itararé (seg. FULFARO, 1971).	86
Figura 13 - Mapa de porcentagem de diamictito em relação à espessura total do Subgrupo Itararé, em subsuperfície.	87
Figura 14 - Mapa de resíduo da porcentagem de diamictito em relação à espessura total do Subgrupo Itararé, em subsuperfície.	88
Figura 15 - Mapa de porcentagem de areia na Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969).	89
Figura 16 - Mapa de porcentagem de folhelho na Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969).	90
 Tabela 1 - Evolução da classificação e nomenclatura do Grupo Tubarão na área em estudo.	 8

1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, considerável progresso ocorreu no conhecimento da estratigrafia do Grupo Tubarão (Neopaleozóico), em várias partes da Bacia do Paraná, através de mapeamento geológico (*e.g.*, ANDRADE & SOARES, 1970, 1971; SOARES *et al.*, 1973; VIEIRA, 1973; TOMMASI, 1973), levantamento de seções e/ou processamento de dados de subsuperfície de poços perfurados pela Petrobrás (Petróleo Brasileiro, S.A.). (*e.g.*, SOARES, 1972; FULFARO, 1971; LANDIM, 1970, 1972; MEDEIROS & THOMAZ FILHO, 1973.)

Tais pesquisas permitiram um melhor conhecimento das características litológicas regionais do Grupo e sua distribuição areal e estratigráfica, o que tem levado a novas interpretações sobre relações espaciais entre corpos rochosos, fácies e ambientes sedimentares, paleogeografia, e elementos tectônicos atuantes durante a sedimentação.

Outros trabalhos de detalhe têm permitido uma melhor definição da origem e fácies de determinadas litologias do Grupo Tubarão, particularmente, dos diamictitos, do Subgrupo Itararé com base na utilização de técnicas diversas (análise de fácies, sedimentologia, microscopia eletrônica). (*e.g.*, FRANKES & FIGUEIREDO, 1967; ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1969b; LANDIM, 1970.)

Do ponto de vista bioestratigráfico, dispõe-se, atualmente, de um esquema de subdivisão do Grupo, em base palinológica (DAEMON & QUADROS, 1970), que oferece apoio inicial para correlação intrabassinal e datação aproximada das camadas em termos da escala padrão do tempo geológico.

No que diz respeito, especificamente, ao Subgrupo Itararé, unidade inferior do Grupo Tubarão, e que contém diamictitos e rochas associadas de origem glacial, muitos aspectos

tos estratigráficos importantes permanecem, contudo, ainda, obscuros, por faltar um arcabouço estratigráfico regional consistente, que permita entender, adequadamente, as relações espaciais entre os corpos litológicos e a distribuição de muitas feições geológicas e paleontológicas.

Tal arcabouço é de importância fundamental e transcende o âmbito do interesse puramente científico, principalmente, paleoclimático, e que se relaciona com o levantamento das características de uma das épocas glaciais mais extensas e duradouras que afetaram a crosta da Terra. Com efeito, a sequência sedimentar, essencialmente clástica, do Subgrupo Itararé encerra um conjunto de litologias, também, de interesse econômico. Nela são encontradas camadas de carvão que já foram utilizadas comercialmente no passado (ROCHA-CAMPOS, 1974), possíveis rochas armazenadoras e mesmo geradoras de hidrocarbonetos (MEDEIROS & THOMAZ FILHO, *op. cit.*) e litologias de interesse tecnológico como materiais de construção (DAMASCENO, 1973).

Além disso o conhecimento da distribuição espacial de possíveis corpos armazenadores de água é de suma importância, pois sobre a faixa sedimentar ocupada pelo Subgrupo, particularmente, na margem oriental da Bacia do Paraná, localizam-se importantes concentrações urbanas que utilizam cada vez mais, água subterrânea para o seu abastecimento.

Dentro do contexto acima esboçado, a presente dissertação apresenta os resultados preliminares de um projeto global, que visa o estudo da estratigrafia da faixa oriental de afloramento do Grupo Tubarão, em especial do Subgrupo Itararé, tendo por base o levantamento sistemático de perfis estratigráficos perpendiculares à faixa de afloramento (supostamente, também, grosseiramente, coincidente com a direção geológica), ao longo de todas as estradas disponíveis que cruzam a extensa faixa sedimentar. Os perfis, posteriormente, transformados em seções colunares, seriam correlaciona

dos entre si, tanto litologicamente, como bioestratigraficamente, servindo de base para a localização de outras feições sedimentares importantes.

As áreas inicialmente estudadas referem-se às partes centro e sul do Estado de São Paulo (Figura 1), por constituírem as regiões clássicas e mais significativas de ocorrência do Subgrupo Itararé, tanto em termos de espessura como, no que tange, à complexidade da sua história sedimentar. Do ponto de vista estratigráfico, abrangem, ainda, a área-tipo do Subgrupo Itararé. Por razões de ordem prática, tivemos que excluir os dados referentes às regiões nordeste do Estado de São Paulo e sudeste de Minas Gerais, embora tenham sido as mesmas percorridas e examinadas.

O esquema estratigráfico resultante do levantamento de oito perfis, aqui apresentado, serve ainda de base para a análise de alguns aspectos paleontológicos, bioestratigráficos, referentes à distribuição da fauna e flora fósseis do Subgrupo Itararé, que por outro lado, foram utilizadas na solução de problemas de correlação, além de permitir avaliar, ainda que brevemente, aspectos da história tecto-sedimentar e da paleogeografia do intervalo estratigráfico abrangido.

A dissertação, ora apresentada, complementa-se com a análise da distribuição, características e provável gênese de diamictitos do Subgrupo Itararé, na mesma área, que constitui tema de dissertação de mestrado elaborada pelo Professor Paulo Roberto dos Santos, que colaborou com o presente autor nos trabalhos de campo.

AGRADECIMENTOS. Nesta oportunidade o autor deseja registrar, de uma maneira especial, a mais profunda gratidão ao Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos pela eficaz e segura orientação nesta dissertação, colaborando, com dedicação, através de profícuas discussões e sugestões, durante

o desenvolvimento e composição deste trabalho; ao Prof. Murilo Rodolfo de Lima, ao Geól. Mitsuro Arai e aos alunos do Instituto de Geociências, USP, Srs. Carlos E.S. Pontes, José R. Canuto e Rodolfo Dino, pela preparação e identificação das amostras palinológicas, coletadas por mim; ao Prof. Dr. Ronaldo Gama de Carvalho, pelo auxílio no levantamento das seções estratigráficas; ao Eng. Sérgio Scavone e ao Prof. Dr. Yociteru Hasui, pelas discussões e sugestões prestadas, durante a fase de elaboração da metodologia utilizada neste trabalho; aos Profs. Drs. Vicente José Fulfaro e Kenitiro Suguio, pelas sugestões dadas, sempre que solicitados; ao Sr. Ciro Pereira Borges, pelo auxílio prestado nos trabalhos de laboratório; ao Sr. Clovis Pereira Borges, pelo auxílio na confecção dos desenhos, aqui incluídos; ao Sr. Jaime Alves da Silva e equipe, pelos trabalhos gráficos; à Sra. Nair de Campos Louzada e Sr. José Ponchirolli, pelo serviço datilográfico; à Sra. Cecilia Maria P.B. Saad, pelo auxílio prestado durante trabalhos de campo e pela compreensão nos muitos momentos de ausência do lar; aos meus familiares, pelo estímulo e incentivo; aos amigos e funcionários do Instituto de Geociências da USP, que de uma maneira ou outra, colaboraram na execução deste trabalho. Finalmente, ao meu grande amigo e colega Professor Paulo Roberto dos Santos, co-autor moral desta dissertação, o meu muito obrigado pela amizade sincera durante esses anos de convívio.

Os trabalhos de campo e laboratório aqui relatados foram executados ao abrigo do Convênio entre a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IG-USP) referente ao Projeto: "Padrões de sedimentação das rochas clásticas do Grupo Tubarão da Bacia do Paraná" (TC-19/74).

A atual dissertação constitui parte da contribuição brasileira ao Projeto nº 42 do Programa Internacional de Correlação Geológica (PICG), "Upper Paleozoic of South America", o qual conta com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 2222.0219/75).

Figura 1 - Localização da área de estudo.

2 - TRABALHOS PRÉVIOS

Seria, até certo ponto, desnecessário revisar, novamente, a literatura anterior relacionada com a estratigrafia do Grupo Tubarão, em geral, e do Subgrupo Itararé, em particular, na área abrangida pelo presente estudo. No que tange às referências até 1967, estão elas, na sua quase totalidade, analisadas em ROCHA-CAMPOS (1967). Referir-me-ei, portanto, somente, àquelas de maior pertinência para o assunto específico desta dissertação, comentando-as de acordo com a natureza da contribuição oferecida.

Inicialmente, no que tange à subdivisão litoestratigráfica do Grupo Tubarão, na área paulista da Bacia do Paraná, merece referência o trabalho pioneiro de BARBOSA & ALMEIDA (1949a, b). Com base em reconhecimento estratigráfico realizado ao longo de algumas estradas que cortam a faixa de afloramentos e ainda através de análise do perfil geolôgico da sondagem realizada pelo ex-Conselho Nacional de Petrôleo, em Araquã, propuseram estes autores a subdivisão do Grupo Tubarão (então denominado "Série") em cinco formações, da base para o topo: Itu, Capivari, Gramadinho, Tietê e Itapetininga. As quatro primeiras corresponderiam ao Subgrupo Itararé da atual concepção, contendo diamictitos de provável origem glacial, e a última, subdividida em três membros (Tupi, Tatuí e Taquaral), correspondendo a seqüência pós-glacial. BARBOSA & GOMES (1958) introduziram, subseqüentemente, algumas modificações na estratigrafia proposta, com base no reconhecimento de uma discordância regional na base do Membro Taquaral, incluído, destarte, no Grupo Passa Dois sobrejacente, em razão de seu contato transicional com a Formação Irati. Identificaram, ainda, um nível de diamictito ("Tilito Pitanga") no Membro Tupi e elevaram o Membro Elias Fausto, na base da Formação Itu, à categoria de formação.

na fig. 2

A impossibilidade prática da utilização da subdivisão proposta reconhecida por diversos autores (ROCHA-CAMPOS, 1967; LANDIM, 1970; SOARES, 1972) resultou no seu abandono. ROCHA-CAMPOS (1967) argumentou, adequadamente, com respeito à utilização de uma subdivisão provisória do Grupo Tubarão em uma unidade inferior, portadora de diamictitos e rochas associadas de provável origem glacial, denominada Subgrupo Itararé e outra sobrejacente, mas desprovida de evidências de origem glacial (seqüência pós-glacial), para a qual sugeriu a denominação de Formação Tatuí, prioritária em relação à Formação Itapetininga, já mencionada.

O exame da literatura posterior a 1967 evidencia diferenças na utilização da nomenclatura do Grupo Tubarão, na área abrangida pelo presente estudo, por parte dos diversos autores. A Tabela 1 sintetiza algumas das diversas classificações e nomenclaturas aparecidas até o presente.

No atual trabalho, preferi manter a classificação e nomenclatura proposta por PETRI (1964) e ROCHA-CAMPOS (1967), denominando as duas subdivisões do Grupo Tubarão, respectivamente, Subgrupo Itararé e Formação Tatuí. No primeiro caso, os resultados deste projeto, e de pesquisas efetuadas por outros autores demonstram ser ainda conveniente manter a categoria de Subgrupo para a seqüência Itararé, tendo em vista a possibilidade de sua subdivisão litoestratigráfica e a consaguinidade estreita entre os elementos que o compõe. Quanto à Formação Tatuí, não discutida em detalhe na presente dissertação, considero ter a mesma, no geral, um conjunto de características que permite individualizá-la e diferenciá-la, adequadamente, da unidade equivalente da parte sul da Bacia (Subgrupo Guatã).

Com respeito às fácies e paleogeografia do Subgrupo Itararé, é fundamental o trabalho de FRANKS & CROWELL (1969), que apresentaram uma síntese sobre a glaciação neopaleozóica da América do Sul, inclusive Bacia do Paraná. ROCHA-CAMPOS,

PACHECO (1927)	WASHBURNE (1930)	BARBOSA & ALMEIDA (1949 a)	BARBOSA & GOMES (1958)	PETRI (1964)	ROCHA-CAMPOS (1967)	NORTHFLEET et al. (1969)	SCHNEIDER et al. (1974)	SOARES et al. (no prelo)	ESTA DISSERTAÇÃO
TATUI	FORMAÇÃO TATUI	FORMAÇÃO ITAPETININGA <div>Membro Taquara Membro Tatui Membro Tupi</div>	FORMAÇÃO ITAPETININGA <div>Membro Tatui Membro Tupi</div>	FORMAÇÃO TATUI	FORMAÇÃO TATUI	Formação Palermo Formação Rio Bonito	<div>GRUPO GUATA</div> Formação Palermo Formação Rio Bonito	FORMAÇÃO TATUI	FORMAÇÃO TATUI
GLACIAL	SERIE TUBARÃO FORMAÇÃO ITARARE	SERIE TUBARÃO FORMAÇÃO TIETÊ (T. lito. granítica) FORMAÇÃO GRAMADINHO (T. lito. Rafael & Mambuca) FORMAÇÃO CAPIVARI FORMAÇÃO ITU (T. lito. São João, Elias Fausto)	SERIE TUBARÃO FORMAÇÃO TIETÊ FORMAÇÃO GRAMADINHO FORMAÇÃO CAPIVARI FORMAÇÃO ELIAS FAUSTO FORMAÇÃO ITU	GRUPO TUBARÃO SUBGRUPO ITARARE	GRUPO TUBARÃO SUBGRUPO ITARARE	GRUPO TUBARÃO FORMAÇÃO ITARARE	SUPER GRUPO TUBARÃO GRUPO ITARARE	GRUPO TUBARÃO SUBGRUPO ITARARE	GRUPO TUBARÃO SUBGRUPO ITARARE CONJUNTO D CONJUNTO C CONJUNTO B CONJUNTO A

Tabela 1 - Evolução da classificação e nomenclatura do Grupo Tubarão na área em estudo.

FARJALLAT & YOSHIDA (1968, 1969a), ROCHA-CAMPOS *et al.*, (1976 e no prelo) e FRAKES, FIGUEIREDO & FULFARO (1968) descreveram vários tipos de estruturas glaciais ocorrentes no Subgrupo Itararé, no Estado de São Paulo, relevantes para a identificação da origem dos diamictitos e rochas associadas e a determinação da direção de deslocamento das geleiras neopleozônicas, na parte norte da Bacia do Paraná.

Outras contribuições de importância para o entendimento da origem e fácies dos diamictitos e outras litologias do Subgrupo Itararé são as de LANDIM (1970), LANDIM & BARROS (1972) e FULFARO & LANDIM (1976), que as analisaram através de técnicas sedimentológicas e estatísticas.

ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA (1969b) propuseram, também, um esquema paleogeográfico da Bacia do Paraná, durante a deposição do Subgrupo Itararé, com base em dados direcionais e distribuição de fácies sedimentares. Outra reconstrução foi proposta, mais recentemente, por FRAKES & CROWELL (1972), com base, essencialmente, nos mesmos elementos.

FULFARO (1971) e LANDIM (1972) e FULFARO & LANDIM (1976) forneceram valiosos dados para o entendimento da história tecto-sedimentar e da paleogeografia da Bacia do Paraná, inclusive da área em foco, com base na aplicação da técnica de análise de superfícies de tendência ("trend-surface analysis"), a dados de espessura do Subgrupo Itararé.

SOARES (1972) retomou o problema do limite superior do Subgrupo Itararé, reconhecendo a existência de uma discordância erosiva regional separando essa unidade da Formação Tatuí (pós-glacial), além de distinguir outras discordâncias de menor monta dentro da Formação Tatuí.

A subdivisão bioestratigráfica da sequência neopleozônica da Bacia do Paraná, em base palinológica, proposta por DAEMON & QUADROS (1970) ofereceu, pela primeira vez, um

arcabouço bioestratigráfico útil para o entendimento da história geológica do Grupo Tubarão. Esses autores utilizaram, principalmente, amostras de subsuperfície, mas processaram também algumas amostras de afloramentos da área paulista.

Informações sobre a paleontologia do Subgrupo Itararé foram fornecidas por ROCHA-CAMPOS (1970), que revisou os moluscos e braquiópodes da fauna de Capivari, MILLAN (1972, 1974, 1975) e DOLIANITI & MILLAN (1972), respectivamente, que descreveram e identificaram taofloras da parte média e superior do Subgrupo Itararé, no Estado de São Paulo, em Monte Mór e Cerquilha. A sucessão estratigráfica de megafloras fósseis neopaleozóicas da Bacia do Paraná, proposta por RÖSLER (1973) abrange, também, as floras fósseis do Subgrupo Itararé. KEMP (1973) processou algumas amostras de diamictitos e outras litologias do Subgrupo Itararé, no Estado de São Paulo, descrevendo a microflora e comentando acerca do seu significado para a cronologia e correlação intercontinental. LIMA *et al.* (no prelo) descreveram, pela primeira vez, uma microfauna de foraminíferos arenáceos associados com coprólitos do tipo "enterospira", obtidos de concreções da parte média do Subgrupo Itararé.

PETRI & FULFARO (1967) mapearam sedimentos pertencentes ao Subgrupo Itararé, na área de Itapeva, distinguindo-os dos da Formação Furnas. Reconheceram, então, um evento tectônico que precedeu a sedimentação do Grupo Tubarão.

Mais recentemente, SOARES *et al.* (1973) e SOARES *et al.* (no prelo) cartografaram geologicamente o Subgrupo Itararé da parte norte e central do Estado de São Paulo. SOARES *et al.* (no prelo), com base no mapeamento e levantamento estratigráfico acima mencionados, identificaram quatro associações litológicas na parte superior do Subgrupo Itararé e reconheceram oito fácies distintas na Formação Tatuí, discutindo a sua provável gênese e paleogeografia.

Referências breves à estratigrafia e outros aspectos da geologia do Subgrupo Itararé, aparecem, ainda, em estudos de âmbito mais geral de revisão da Bacia do Paraná, tais como os de NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN (1969).

3 - METODOLOGIA

INTRODUÇÃO. Como já mencionado anteriormente, a presente pesquisa baseou-se, fundamentalmente, no levantamento de perfis geológicos, ao longo de estradas que cruzam a faixa de afloramento do Grupo Tubarão, das regiões centro e sul do Estado de São Paulo, acompanhado de registro das litologias, suas relações estratigráficas, coleta de amostras para análises sedimentológicas e palinológicas e, embora ainda subsidiariamente, do exame e identificação de estruturas sedimentares sin-e epigenéticas. Posteriormente, todo o registro obtido ao longo dos perfis foi manipulado para apresentação sob a forma de seções colunares, que correlacionadas entre si, oferecessem um panorama geral da estratigrafia do Subgrupo Itararé na área de pesquisa.

As soluções adotadas para obtenção dos resultados contêm algumas limitações inerentes às circunstâncias geológicas e meios disponíveis para a execução dos levantamentos.

Assim, considerou-se que a margem oriental da atual faixa de afloramento, obviamente erosiva, é, grosseiramente, paralela às direções geológicas das camadas. Desse modo, os mergulhos regionais foram considerados perpendiculares à mesma. As variações gerais de direções das estradas que cruzam a faixa de afloramento corresponderiam, assim, a variações da direção de cada perfil, em relação à direção geológica, representada pela tangente ao ponto inicial e final de cada perfil medido. Felizmente, dentro do contexto acima esboçado, a maioria das estradas disponíveis são, realmente, grosseiramente, perpendiculares, ou bastante oblíquas à faixa de afloramento, o que minimiza as possíveis distorções.

Outra limitação decorre de condições topográficas e geológicas (relevo suave e valores baixos do ângulo de mergulho).

lho regional médio) do Grupo Tubarão, na área pesquisada, do que resultam as grandes distâncias que separam topo e base das sequências medidas, que variam de 50-60 km. O empilhamento resultante da representação sob forma de seções colunares é, obviamente, artificial e nele, provavelmente, superpõem-se litologias e fácies deslocadas, geograficamente, ao longo do mergulho, de até dezenas de quilômetros. A história geológica resultante representa, pois, uma média ou um conjunto de situações, que embora representadas na vertical, não ocorreram no mesmo lugar.

Vários problemas tiveram, ainda, que ser resolvidos, preliminarmente, antes de iniciada as fases de trabalhos de campo e de escritório.

Estes diziam respeito aos seguintes itens principais: a) escolha dos perfis a serem levantados; b) estudo do controle geológico; c) escolha das escalas para representação dos perfis topográficos e das seções colunares resultantes; e d) cálculo das espessuras das camadas, em perfis topográficos sobrelevados.

O primeiro item foi resolvido através do exame preliminar da literatura, utilização da experiência prévia e viagens de reconhecimento.

O controle geológico, especialmente estratigráfico e tectônico, precedeu e sucedeu o levantamento das seções. Inicialmente, foi executado através da consulta da literatura existente, em especial mapas geológicos, exame de fotos aéreas e durante a própria execução dos trabalhos de campo. Posteriormente, por ocasião da construção das seções colunares, através de correlação litológica e controle bioestratigráfico, principalmente, com base palinológica.

Outro problema geológico importante que teve de ser resolvido, refere-se ao mergulho regional das camadas examinadas. Inicialmente, várias tentativas foram feitas para a

determinação dos valores do mergulho, ao longo das seções levantadas. Um dos métodos utilizados foi o dos três pontos em afloramentos, com o uso do teodolito. Para tal, esses deveriam ocorrer em ambos os lados da estrada, conter níveis ou camadas-guias facilmente reconhecíveis e possuir dimensões que permitissem um espaçamento conveniente entre os pontos visados. Os resultados obtidos variaram em torno de 1° a 3° . Poucas exposições, contudo, mostraram-se adequadas para o levantamento e o método teve, portanto, que ser abandonado, tendo em vista, ainda, refletirem os resultados condições muito locais.

Por fim, decidi-me valer do seguinte expediente: conhecendo as espessuras locais em vários perfis levantados e usando o método da tentativa e erro, testei diferentes valores possíveis de ângulos de mergulho, até encontrar um que satisfizesse aos dados de que dispunha. O valor encontrado foi, constantemente, o de 1° para o mergulho regional. Alguns perfis foram construídos e verificou-se que as espessuras resultantes estavam de acordo com os dados disponíveis na literatura. Embora, tendo em conta que o ângulo de mergulho pode variar, localmente, como já foi comentado, acredito que o valor utilizado representa a média geral dos valores existentes.

Quanto às escalas a serem utilizadas na construção do perfil topográfico, após várias tentativas e observações de campo, as que se mostraram mais convenientes foram as de 1:20 000 na horizontal e de 1:1 000 na vertical. A primeira, justifica-se pelo fato de que se fosse adotada uma escala maior, os perfis tornar-se-iam inadequados para trabalhos de escritório, devido ao seu tamanho. Por outro lado, utilizando-se escalas menores, muitas das relações litológicas ficariam difíceis de serem estabelecidas e compreendidas. Com relação à escala vertical, chegou-se à conclusão de que a mais operacional seria a de 1:1 000, pois as principais estru-
tu-

ras sedimentares presentes nos corpos litológicos eram da ordem de metros. Decidiu-se que esta seria, também, a escala a ser utilizada na apresentação das seções colunares, por ser a mais compatível com o caráter regional do presente trabalho.

Para o cálculo das espessuras das várias unidades litológicas que compõem os perfis colunares utiliza-se, normalmente, um método gráfico, em que se considera a espessura da camada como correspondente ao comprimento do segmento perpendicular, entre o topo e a base da unidade medida (Figura 2). Este método, entretanto, é inexato para perfis sobrelevados, uma vez que para estes, a distância real entre topo e base da camada não é mais medida pelo segmento perpendicular entre elas, conforme indica a Figura 3.

Foi, portanto, necessário desenvolver um método analítico preciso para calcular a espessura exata, a partir dos dados disponíveis nos perfis sobrelevados.

Tal método consiste, basicamente, no cálculo das coordenadas x e y , de uma das extremidades do segmento perpendicular (aquela sobre o topo da camada), uma vez que a outra extremidade é colocada na origem do sistema cartesiano (coordenadas $0,0$). Assim, a espessura pode ser determinada, da geometria analítica, pela fórmula $e = \sqrt{x^2 + y^2}$. Na Figura 2, $\overline{AC}$ representa a espessura da camada e os pontos A e C são base (coordenadas $0,0$) e topo (coordenadas x,y), respectivamente.

Para cálculo das coordenadas x e y acima, observe-se a Figura 4.

Da geometria analítica, tem-se que as equações das retas 1 e 2 são:

$$\text{equação da reta 1: } x + my = 0$$

$$\text{equação da reta 2: } y = mx + b$$

onde, $m = (-)$ tangente do ângulo de mergulho da ca-

Figura 2 - Solução gráfica para cálculo da espessura da camada, em perfil não sobrelevado.

Figura 3 - Representação gráfica da espessura da camada, em perfil sobrelevado e sem sobrelevação.

Figura 4. Representação de duas retas perpendiculares, respectivamente, espessura e topo da camada.

mada e b = constante real, função da posição da reta. Destas equações resulta que:

$$x = \frac{-mb}{1+m^2} \quad \text{e} \quad y = \frac{b}{1+m^2}$$

Desde que se conheçam b e m , pode-se facilmente, determinar o valor da espessura, aplicando a fórmula acima mencionada.

A fim de ilustrar o método descrito, observa-se a Figura 2. Pelo método gráfico convencional o valor obtido para a espessura da camada é igual de 193 metros. No cálculo da espessura, pelo método desenvolvido nesta dissertação, calcula-se, primeiramente, os valores de m e b . No caso presente,

$$m = -\text{tg } 30^\circ = -0,577$$

$$b = y - mx = 50 - (-0,577) \cdot 300 = 223,10 \text{ m}$$

$$x_c = \frac{-mb}{1+m^2} = \frac{-(-0,577) \cdot 223,10 \text{ m}}{1+(-0,577)^2} = 96,58 \text{ m}$$

$$y_c = \frac{b}{1+m^2} = \frac{223,10 \text{ m}}{1+(-0,577)^2} = 167,38 \text{ m}$$

$$\text{Portanto, } e = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(96,58)^2 + (167,38 \text{ m})^2} = 193,24 \text{ m.}$$

Em muitos casos, o ângulo de mergulho (α) é pequeno ($\text{tg } \alpha \approx \alpha$). Aplicando-se tal igualdade nas fórmulas acima tem-se:

$$m = -\text{tg } \alpha \approx -\alpha (\text{até } 5^\circ)$$

$$x = \frac{-mb}{1+m^2} \approx -mb$$

$$y = \frac{b}{1+m^2} \approx b$$

$$\text{Portanto, } e = \sqrt{b^2 + m^2 b^2} = b\sqrt{1+m^2} \approx b.$$

Conclui-se, portanto, que para perfis sobrelevados, com ângulo de mergulho pequeno, a espessura é igual à ordenada do ponto em que o topo da camada corta o eixo dos y, sendo, facilmente, obtida do gráfico do perfil topográfico, qualquer que seja a sobrelevação.

TRABALHOS DE CAMPO. A escolha do procedimento de campo a ser utilizado decorreu das condições acima apontadas, da precisão desejada e da solução dos problemas de transformação da medida dos perfis em seções colunares.

Estes iniciaram-se através de reconhecimento geral da seção a ser levantada. A etapa seguinte consistiu de individualização, numeração, descrição, medidas de distância e altimetria dos corpos litológicos. Além das litologias, foram identificadas e/ou medidas as principais estruturas sedimentares presentes.

Durante esta fase, foram coletadas amostras para análises sedimentológicas e palinológicas. A coleta para palinologia teve como critério de amostragem a cor e o grau de alteração dos sedimentos, tendo sido dada preferência a amostras de tonalidades cinzas, que não exibissem evidências de oxidação.

Após a individualização dos pontos de observação e

descrição dos corpos rochosos, passou-se a marcação, por piquetes ou tinta, das várias unidades que compunham o perfil, ao longo da estrada examinada. A seguir, foram feitas as medidas altimétricas dos piquetes e pontos topográficos, assim como a verificação, por odômetro, das suas distâncias. Utilizou-se nesta fase, um altímetro tipo "*American Paulin System*", com intervalos de medidas de dois metros. Um segundo altímetro, do mesmo tipo e características, aferido, juntamente com o primeiro, em pontos topográficos de cotas altimétricas conhecidas, ficou baseado no meio da seção, para elaboração da curva de calibração.

TRABALHOS DE ESCRITÓRIO. Os trabalhos de escritório consistiram na transformação dos dados obtidos durante a fase anterior em seções colunares. Para tal, algumas correções dos dados levantados fizeram-se necessários. Estas podem ser sintetizadas da seguinte forma:

a) correção dos dados de altimetria, utilizando-se a curva de calibração;

b) cálculo da distância horizontal entre os pontos;

Quando, de um ponto para outro, houve diferença de cota, foi necessário o cálculo da distância, na horizontal, que seria colocada no perfil topográfico a ser construído (Figura 5). Este cálculo foi feito através da seguinte fórmula:

Figura 5

$$\overline{AB}^2 = Y^2 + X^2, \text{ onde}$$

$\overline{AB}$ = distância em metros percorrida no terreno entre dois pontos.

Y = cota de B - cota de A

X = distância em metros na horizontal.

Portanto, $\overline{X} = \sqrt{\overline{AB}^2 - Y^2}$.

c) correção do ângulo de mergulho;

Pelo fato das estradas levantadas não serem, exatamente, perpendiculares à direção das camadas, utilizou-se o método descrito por SMITH (1925), para o cálculo do mergulho aparente, segundo a fórmula:

$$\text{Cotg } a = \frac{\text{Cotg } c}{\text{Sen } \alpha}, \quad \text{onde,}$$

a = ângulo de mergulho aparente

c = ângulo de mergulho real

α = ângulo formado entre a direção geológica e a direção do perfil

d) cálculo do ângulo de mergulho aparente sobrelevado:

$$\text{tg } b = n \text{ tg } a, \quad \text{onde,}$$

b = mergulho aparente sobrelevado.

n = sobrelevação.

a = mergulho aparente.

TRABALHOS DE LABORATÓRIO. Os trabalhos de laboratório restringiram-se à preparação palinológica das amostras coletadas.

As preparações palinológicas foram realizadas segundo as técnicas comumente empregadas, que se encontram descritas em FAEGRI & IVERSEN (1966).

Os espécimes identificados, preliminarmente, têm a sua posição nas lâminas marcadas segundo coordenadas para microscópio Carl Zeiss "Large Universal", do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências.

As lâminas estão depositadas na Coleção de Pesquisa (GP/4E) do DPE, sob os números 1-3;6-7;10;13-25;48-170. Em todos os casos em que foi possível (≥ 100 espécimes identificados/lâmina), procedeu-se a determinação percentual dos principais tipos de esporos e polens presentes nas amostras.

4 - DESCRIÇÃO DAS SEÇÕES ESTUDADAS

TERMOS LITOLÓGICOS EMPREGADOS. O Subgrupo Itararê, na área estudada, abrange um conjunto de rochas sedimentares de natureza, essencialmente, clástica (ROCHA-CAMPOS, 1967; LANDIM, 1970). Rochas de origem química (calcários) são de ocorrência muito rara e as de natureza organógena, tais como carvão, embora participem do Subgrupo, não foram identificadas ao longo das seções examinadas.

Após reconhecimento megascópico preliminar das litologias do Subgrupo Itararê em afloramentos, procurou-se selecionar a terminologia mais adequada para os diferentes tipos de rochas clásticas encontradas, no sentido de obter uma razoável consistência e homogeneidade nas descrições das características físicas da sequência estudada. Apresento, pois, abaixo a lista de termos utilizados e as respectivas conceituações.

Diamictito: Corresponde ao equivalente litificado do diamicton. Este por sua vez, é um depósito clástico, terrígeno, não calcário, inconsolidado, mal selecionado, composto de areia e/ou partículas maiores, dispersas em uma matriz mais fina. Nesta definição não estão englobados grau vacas e arenitos similares (FLINT, SANDERS & RODGERS, 1960).

Arenito: A classificação granulométrica aproximada dos arenitos examinados foi feita através da comparação com amostras de grãos de areias previamente peneiradas, acondicionados em tabela plastificada. A escala granulométrica utilizada foi a de WENTWORTH (1922). Os demais parâmetros texturais analisados, como seleção, composição mineralógica e maturidade, foram avaliados, grosseiramente, com auxílio de lupa de mão e, por isso, tiveram seus conceitos simplificados. Quanto à seleção, por exemplo, utilizei, somente,

os índices pobremente, medianamente e bem selecionados. Na descrição da composição mineralógica levou-se em conta, apenas, a presença ou ausência de quartzo, feldspato e mica na amostra, enquanto que o grau de maturidade composicional (SUGUIO, 1973) baseou-se na porcentagem de grãos de quartzo nas amostras examinadas.

Ritmitô: Empregou-se este termo para nomear rochas que exibem alternância cíclica de litologias de diferentes granulometrias dentro das seguintes condições: a) a lâmina (≤ 1 cm) ou camada (> 1 cm), correspondente à fração mais grossa do par litológico, é mais espessa que a unidade de granulação mais fina; b) a espessura do par considerado não ultrapassa alguns decímetros; e c) cada componente do par litológico tem razoável continuidade lateral em afloramento, não sendo, obviamente, lenticular.

Siltito: Designa este termo rochas em que se pode perceber o predomínio de partículas de tamanho silte sobre as demais.

Argilito: Corresponde a rochas em que se nota predomínio de partículas de tamanho argila sobre os outros termos.

Lamito: Designa uma rocha de caráter, essencialmente, maciço, constituída de mistura de silte e argila, em proporções variáveis (INGRAM, 1953 *in* PETTIJOHN, 1957).

Folhelho: Foi empregado para nomear siltitos, argilitos e lamitos que apresentam fissilidade nítida.

VIA ANHANGUERA (SP-300). A seção examinada ao longo da Via Anhanguera, entre os km 90 (Campinas) e 154 (Limeira) (Figura 1), mostrou-se, infelizmente, muito pobre em afloramentos. Além da ausência de sedimentos atribuíveis à Formação Tatuí, somente no terço superior da seção é que as exposições tornam-se mais frequentes. Por esse motivo, tanto

o contato inferior do Subgrupo Itararé, com o embasamento cristalino (Pré-Cambriano), como o superior, localmente, com rochas básicas (Eocretáceo), não são diretamente observáveis.

A espessura medida do Subgrupo Itararé na área, pela metodologia utilizada, foi de 717 m. As principais litologias que compõem o Subgrupo são: siltitos, arenitos, diamictitos e ritmitos. Subsidiariamente, ainda, aparecem argilito e folhelho. A seção mostrada na Figura 6 exibe a sequência litológica verificada.

Subgrupo Itararé. Siltitos perfazem, pelo menos, 40% da espessura aflorante do Subgrupo. São, geralmente, amarelo-avermelhados, argilosos, maciços ou estratificados com camadas de arenito fino. Suas espessuras variam de poucos a dezenas de metros. Quando associados a diamictitos (subjazendo ou superpondo-se, em contatos bruscos) podem conter microclastos dispersos na matriz. Os contatos com outros tipos de litologia, subjacentes ou superpostas, são, também, normalmente bruscos.

Os siltitos constituem litofácies comumente associada às ocorrências de fósseis marinhos no Subgrupo Itararé, na Bacia do Paraná, em geral (ROCHA-CAMPOS, 1967), e na área de estudo, em particular (SANTOS, em preparação). Na seção estudada, uma nova assembléia fossilífera constituída de bivalves, foi localizada pelo geólogo Seirin Shimabukuro. Entre as espécies presentes, *Phestia*, *Nuculopsis* e *Edmondia* (?), pelo menos, a primeira ocorre, também, nos siltitos marinhos de Capivari, mais ao sul (ROCHA-CAMPOS & RÖSLER, no prelo).

Quanto aos arenitos, estes formam corpos de diferentes formas e dimensões, podendo aparecer intercalados nos siltitos, como já vimos, nos diamictitos e independentemente. Descreverei, a seguir, somente, os que ocorrem isolados, sendo os demais tratados quando da abordagem dos diamictitos.

As espessuras dos corpos arenosos, freqüentemente, atingem poucas dezenas de metros. A coloração é, geralmente, amarelada, localmente avermelhada. Granulometricamente, variam de finos a grossos, predominando os de granulação média. Sua seleção varia de mediana a pobre. Somente em um caso (ponto 92), um corpo de arenito interpretado por BJÖRNBERG, LANDIM & GANDOLFI (1965) como eólico, mostrou boa seleção. A presença de quantidades significativas de feldspatos na maioria dos arenitos examinados, evidencia a sua imaturidade composicional.

Os arenitos podem ser maciços ou estratificados. A estratificação pode ser plano-paralela ou cruzada (tabular e acanalada) (POTTER & PETTIJOHN, 1963), de grande porte (REINECK & SINGH, 1973), as quais estão relacionadas a corpos em forma de canais, com a parte superior truncada por erosão. Os contatos verificados com as litologias sobre e sotopostas são bruscos.

Os diamictitos, de maneira semelhante aos arenitos, formam corpos de diferentes formas e espessuras. O número de níveis de diamictitos é apreciável e, pelo menos, sete ou oito horizontes puderam ser reconhecidos. Suas espessuras são, geralmente, da ordem de metros (2-3 m). Contudo, alguns corpos maiores são encontrados na parte média da seção. Os contatos, superior e inferior, com outras litologias são, também, bruscos.

Análises granulométricas mostraram que a matriz dos diamictitos é, em sua maioria, de composição silto-arenosa (SANTOS, *op. cit.*). Podem ser estratificados ou maciços. São amarelos, ou localmente acinzentados.

Os clastos, de diferentes tamanho, forma e composição, estão dispersos, de maneira caótica, dentro da matriz. Suas dimensões variam de milimétricas a centimétricas. Seixos com estrias, principalmente, do tipo subparalelo

(WENTWORTH, 1936) são encontrados.

As estruturas presentes nos diamictitos restringem-se à estratificação em camadas centimétricas e a intercalações de corpos tabulares subverticais, e lenticulares, e fragmentos de camadas rompidas de arenitos finos a médios, maciços ou estratificados, medianamente selecionados, imaturos, podendo conter microclastos de argilito e de outras litologias. As intercalações arenosas, em muitos casos, exibem sinais de deformações, provavelmente ocorridas quando ainda no estado hidroplástico. Os seus contatos com a matriz dos diamictitos podem ser bruscos ou erosivos.

Quanto aos ritmitos, apesar de estarem pouco representados, quantitativamente, ao longo de seção, podem atingir espessuras de até 25 metros, tornando-se significativos, localmente. Basicamente, são alternâncias de lâminas de siltito ou arenito fino, claro, com folhelhos escuros. Seixos isolados e pistas, provavelmente de artrópodes, são as principais estruturas encontradas.

Finalmente, argilito e folhelho constituem as litologias subsidiárias da parte exposta da seção. O argilito é maciço, de coloração esverdeada, enquanto que o folhelho, cinza escuro, pode encerrar pequenas lentes arenosas.

SALTO-RIO DAS PEDRAS. A seção em foco foi medida ao longo da antiga estrada que liga as cidades de Salto e Piracicaba, entre a primeira localidade e a de Rio das Pedras. O seu ponto inicial situa-se junto à saída de Salto para Capivari, alguns metros após o ribeirão Ajudante, enquanto que o seu término situa-se a 7 km além da cidade de Mombuca, em direção a Rio das Pedras (Figura 1).

De maneira similar à seção anterior, tanto o contato inferior da seqüência examinada, com o embasamento cristallino (Pré-Cambriano), como o superior, localmente, com intru

sivas básicas (Eocretáceo), não são diretamente observáveis ao longo dessa estrada.

O Grupo Tubarão na área é constituído, principalmente, de arenitos, siltitos, ritmitos, diamictitos e folhelhos, perfazendo, uma espessura calculada em 954 m. Destes, 904 m correspondem ao Subgrupo Itararé e os 50 m restantes à sequência pós-glacial (Formação Tatuí) (Figura 6).

Subgrupo Itararé. Dentre as litologias que fazem parte do Subgrupo Itararé na área estudada, os arenitos são os que predominam nesta seção (aproximadamente, 50% da espessura total). Estes ocorrem tanto isoladamente, quanto intercalados nos diamictitos. A sua granulometria é muito variável, aparecendo desde arenitos finos até conglomeráticos. As cores mais frequentes são as amareladas, avermelhadas e esbranquiçadas. Outros minerais, além do quartzo, tais como feldspato e mica, presentes na composição mineralógica de grande parte dos corpos examinados, qualificam-nos de imaturos. Arenitos de seleção moderada a pobre predominam ao longo da seção. Quanto à matriz, esta pode ser arenosa, argilosa ou siltica sendo a primeira mais frequente. Os contatos, superior, inferior e lateral, com as litologias associadas podem ser bruscos, erosivos ou transicionais.

As espessuras medidas dos corpos arenosos variam de alguns até o máximo de 40 a 50 m. Várias estruturas estão presentes nos arenitos: estratificações gradacional, plano-paralela e cruzada (tabular e/ou acanalada), de pequeno e grande porte, além de inclusões lenticulares de argilito e/ou arenito.

Com relação à geometria dos corpos, arenitos com forma de bancos foram identificados na base da seção, enquanto outros, lenticulares, estão presentes na parte média.

Quanto aos siltitos, estes podem ser maciços ou es

tratificados. A estratificação, milimétrica, decorre do enriquecimento de argila ou de areia em determinados níveis. Sua matriz pode ser argilosa ou arenosa. Quando associados a diamictitos, de maneira similar a descrita anteriormente (p. 24), incluem pequenos seixos isolados em sua matriz.

O siltito aflorante no ponto 87, situado, aproximadamente, a 7 km da cidade de Capivari, em direção a Salto, contém uma faúna composta de *Peruvispira delicata*, *Attenuatella* sp., *Limipecten capivariensis*, *Rhynchopora* grossopunctata, *Streblopteria* sp., *Phestia* sp., além de colunais de crinóides (MENDES, 1952; ROCHA-CAMPOS, 1966). Corresponde à intercalação marinha de Capivari.

Os contatos dos siltitos com as litologias sobrepostas e subjacentes são, freqüentemente, bruscos ou gradacionais.

Os diamictitos, por sua vez, distribuem-se ao longo da seção em pelo menos, nove níveis diferentes, os quais localizam-se em maior número na parte média a superior. Embora, em sua maioria, formem corpos de pequena espessura (2-3 m), alguns de até 12 m são encontrados.

Sua coloração é, geralmente, amarela, localmente, cinza. A matriz, de composição, predominantemente, silto-arenosa ou silto-argilosa (SANTOS, *op. cit.*), pode ser maciça ou estratificada. Os clastos, dispersos, caoticamente, na matriz, variam em composição, tamanho e forma. Suas dimensões vão desde milimétricas até centimétricas. Seixos estriados não são abundantes, sendo encontrados, somente, nos diamictitos da parte média da seqüência. Nestes, o tipo de estria verificado foi o subparalelo (WENTWORTH, *op. cit.*).

Estratificação milimétrica, inclusões de camadas deformadas hidroplasticamente e corpos grosseiramente arredondados de arenito fino a médio, em contatos bruscos e erosivos com as litologias encaixantes, são as principais estru

turas verificadas.

Os limites superior, inferior e lateral, dos dia
mictitos com litologias associadas, podem ser bruscos, erosi
vos ou gradacionais.

Já os ritmitos localizam-se, principalmente, na
parte inferior e média do Subgrupo. Espessuras considera
veis (de 40 a 50 m) foram encontradas, gradando, localmente,
para arenito ou siltito. Caracterizam-se pela alternância
de lâminas de arenito fino ou siltito, com argilito ou folhe
lho. Sua coloração é amarela-avermelhada ou cinza-esverdea
da. Contêm, frequentemente, seixos isolados e ichnofósseis
e, mais raramente, intercalações de lentes ou delgadas cama
das de diamictito.

Quanto aos folhelhos, estes são micáceos e restrin
gem-se a intercalações delgadas em arenitos finos, da base da
seqüência sedimentar (pontos 1 a 3), nos quais foram encon
trados restos carbonizados de plantas, muito mal conservados.
Esta localidade corresponde, ao que tudo indica, à mesma des
crita por BARBOSA & ALMEIDA (1949a), que identificaram aí, a
presença de *Phyllothea*, *Gangamopteris*, *Noeggerathiopsis*,
Glossopteris e *Samaropsis*.

Formação Tatuí. A Formação Tatuí, na área, é com
posta, principalmente, de siltitos, que embora alterados, exi
bem, ainda, evidências da estratificação original. São, fre
qüentemente, violáceos e avermelhados, localmente esverdea
dos. Raros e delgados corpos de arenito fino foram encontra
dos intercalados a essa seqüência siltica.

O contato entre as duas unidades litoestratigráfi
cas do Grupo Tubarão não foi observado ao longo desta seção,
tendo em vista a ausência de afloramentos. O contato foi
fixado, arbitrariamente, a aproximadamente 3,8 km além de
Mombuca, em direção à cidade de Rio das Pedras.

MARECHAL RONDON (SP-300). O exame da seção levantada ao longo da Rodovia Marechal Rondon, entre os km 107 e 177,4 (Figura 1) mostrou ser esta uma das mais importantes dentre as examinadas, tendo em vista a abundância local de diamictitos, as relações claras entre os corpos litológicos e sua considerável espessura aflorante.

Os contatos, inferior e superior, da sequência examinada, embora não diretamente observáveis ao longo da seção, fazem-se com rochas do embasamento cristalino (Pré-Cambriano) e Membro Taquaral da Formação Irati (Permiano), respectivamente.

A espessura medida do Grupo Tubarão, através da metodologia utilizada, foi de 1 193 m, sendo 1 073 m correspondentes ao Subgrupo Itararé e 120 m à Formação Tatuí.

Subgrupo Itararé. As principais litologias que compõem o Subgrupo são: diamictitos, arenitos, siltitos e ritmitos, enquanto que folhelhos e argilito ocorrem em percentagem reduzida (Figura 6).

Os diamictitos, em sua maioria, apresentam matriz silto-argilosa ou silto-arenosa (SANTOS, *op. cit.*). Espessuras de 2 até 35 m são encontradas, formando corpos maciços, de diferentes formas. Cores amareladas e/ou cinza-esverdeadas são as mais comuns.

Clastos de composição e tamanho variados, geralmente alongados, podem estar dispersos dentro da matriz ou formar concentrações. As estrias encontradas, sobre a superfície dos clastos, foram as do tipo paralela e subparalela (WENTWORTH, *op. cit.*), além de marcas em crescente (ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1969a).

Os diamictitos exibem estruturas, tais como: estratificação milimétrica, alinhamentos horizontais de clastos, correspondentes a pavimento de clastos intra e, possivelmen

te, intertilíticos (ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1968; ROCHA-CAMPOS, SANTOS & SAAD, 1972), inclusões sob a forma de camadas de arenitos argilosos, finos a médios, maciços, com deformações hidroplásticas, ou de corpos esféricos, "vênulas", "diques", lentes e canais de arenito grosso a conglomerático (ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, *op. cit.*; ROCHA-CAMPOS, SANTOS & SAAD, *op. cit.*).

Nesta seção os diamictitos passam, gradacionalmente, para siltito sobrejacente, ou mostram contatos bruscos ou erosivos com arenitos.

Os arenitos variam de finos a conglomeráticos. De um modo geral, são amarelados, feldspáticos, portanto, imaturos, de seleção moderada a pobre e, por vezes, de matriz argilosa. Sua espessura varia de poucos (2-3), até dezenas (30-40) de metros. Arenitos em forma de bancos, lentes e canais localizam-se, principalmente, na parte média da seção.

As estruturas presentes nessa litologia são: estratificações cruzada (tabular e acanalada), de grande porte, gradacional e plano-paralela, marcas ondulares migrantes, ichnofósseis, laminações convolutas, marcas de sobrecarga e concentrações lenticulares de seixos.

Os contatos dos arenitos com as rochas sub e sobrejacentes podem ser bruscos, erosivos ou gradacionais.

Com relação aos siltitos, estes, em sua maioria, restringem-se a pacotes pouco espessos (5-6 m), amarelos, maciços ou laminados, argilosos, podendo conter inclusões lenticulares de arenito fino. Os do ponto 210-215 da seção, contudo, apresentam uma espessura anômala (aproximadamente 80m), alternando-se na sua parte superior, em contato brusco irregular, com camadas de arenitos médios a finos, de até 1 m de espessura, deformadas hidroplasticamente.

Os contatos, inferior e superior, dos siltitos com outras litologias podem ser bruscos, erosivos ou gradacio

nais.

Os ritmitos caracterizam-se por alternância de sil-
titos ou arenitos finos com folhelhos ou argilitos. Situam-
-se, estratigraficamente, na parte basal e média da seção,
formando corpos de até 45 m de espessura. O par, de espessu-
ra milimétrica a centimétrica, inicia-se com termos mais
grossos que podem passar, gradacionalmente, ou, bruscamente,
às litologias de granulação mais fina. Frequentemente, en-
contram-se camadas de arenitos médios a grossos intercalados
nos ritmitos, formando corpos descontínuos, de espessura va-
riável, que podem conter fragmentos de ritmitos. São comuns
clastos centimétricos isolados, estruturas de sobrecarga e
marcas onduladas. Dobras complexas e microfalhas, interpre-
tadas como resultando de escorregamento (ROCHA-CAMPOS, 1963)
são também encontradas, afetando essa litologia.

Finalmente, com relação aos folhelhos e argilito,
estes de um modo geral são pouco variáveis em suas caracte-
rísticas. Os folhelhos, normalmente, de cor cinza escura,
além de intercalados em ritmitos, podem formar corpos isola-
dos associados a arenitos e diamictitos. O argilito, por
sua vez, é maciço, de coloração amarela-esverdeada, em que
não se nota a presença de estruturas sedimentares.

Formação Tatuí. A espessura encontrada para a For-
mação Tatuí (120 m), na área estudada, corresponde à maior
verificada para essa Formação, dentre os oito perfis exami-
nados.

SOARES (1972), ao estudar o limite glacial/pós-gla-
cial no Estado de São Paulo, referiu-se a existência de con-
centração de seixos na base da Formação Tatuí, em perfis exa-
minados ao longo das rodovias Marechal Rondon, Castelo Bran-
co, Raposo Tavares e Tietê-Piracicaba, o que evidenciaria,
o caráter discordante do contato entre esta Formação e o Sub

grupo Itararé. Essa situação, contudo, não foi observada ao longo da seção, uma vez que o limite entre a Formação Tatuí e o Subgrupo Itararé, coincide, localmente, ao meu ver, com uma faixa sem afloramentos. O contato inferido situa-se entre os km 169-170, nos arredores da localidade de Jumirim.

A litologia da Formação Tatuí, na área investigada abrange uma sequência de siltitos, que na base da seção apresentam cores arroxeadas, estrutura maciça ou laminação incipiente, passando, freqüentemente, por transição, para termos mais arenosos. Em direção à parte superior da Formação, predominam os siltitos argilosos, maciços, de cor cinza-clara, levemente esverdeada, podendo apresentar delgadas intercalações arenosas.

VIA CASTELO BRANCO (SP-280). A espessura medida do Grupo Tubarão, ao longo da rodovia Castelo Branco, segundo a metodologia utilizada, foi de 960 m; sendo 880 m correspondentes ao Subgrupo Itararé, e os 80 m restantes à Formação Tatuí. Não obstante, cerca de 590 m, ou seja, 60% da espessura aflorante do Grupo Tubarão na área, estarem encobertos, a seção exposta ao longo da rodovia Castelo Branco pode ser ainda considerada como bastante representativa da sequência Tubarão no Estado de São Paulo, por exibir algumas relações estratigráficas importantes.

O contato inferior, no ponto inicial do perfil levantado (km 79,4), é discordante com as rochas do embasamento cristalino (Pré-Cambriano). A parte terminal da seção corresponde ao contato entre a Formação Tatuí e intrusivas básicas (Eocretáceo) verificado no km 135 (Figura 1).

As rochas que compõem o Grupo Tubarão na área são, principalmente, siltitos, arenitos e diamictitos e, complementarmente, ritmitos, argilitos, folhelho e lamito (Figura 6).

A rodovia Castelo Branco apresenta uma situação peculiar em relação às demais estradas, dada a grande distância que separa as suas duas pistas e, conseqüentemente, os afloramentos situados em ambos os lados da estrada. O perfil colunar final representa, pois, uma composição dos afloramentos existentes, tanto na pista de ida (sentido este para oeste) como na de retorno.

Subgrupo Itararé. Os siltitos predominam dentre as litologias que compõem o Subgrupo Itararé, na área. Embora sejam encontrados ao longo de toda a seção, incidem, com maior freqüência, na parte média e superior.

De um modo geral, os siltitos, com espessuras de até 30 m, são maciços, de coloração amarela-avermelhada, localmente, acinzentados, de matriz argilosa, em que às vezes estão dispersos clastos de tamanho milimétrico a submilimétrico, como acontece na parte média da seqüência Itararé. Inclusões de lentes e delgadas camadas de arenitos finos a médios, amarelados ou avermelhados, feldspáticos e maciços são, também, verificadas. Os contatos com as litologias, superpostas e subjacentes, são bruscos ou erosivos.

Quanto aos arenitos, estes podem formar corpos independentes ou intercalados nos siltitos, como já vimos, nos diamictitos, nos argilitos e nos próprios arenitos. Podem ser maciços ou estratificados e as espessuras chegam a dezenas de metros, no caso dos corpos isolados. Sua forma é a de canais e bancos. Toda a série de termos arenosos é encontrada, predominando os de granulação fina e média. O grau de seleção varia de um extremo a outro, constatando-se maior incidência de arenitos de seleção moderada. O caráter feldspático da maioria dos corpos examinados evidencia a sua imaturidade.

As estruturas presentes são: estratificações plano-paralela, estratificações cruzada (tabular e acanalada), de

pequeno e grande porte, e gradativa, n^{íveis} conglomeráticos, concreções calcíferas e marcas ondulares migrantes.

Os contatos, superior e inferior, exibidos pelos arenitos com outras litologias podem ser bruscos, erosivos ou gradacionais.

Os diamictitos, por sua vez, formam corpos de formas variadas, com espessuras em torno de alguns metros. O número de n^{íveis} é apreciável e, pelo menos de 13 a 14 horizontes foram reconhecidos.

Análise sedimentológica de trinta e nove amostras mostrou que a matriz varia desde areno-argilosa até argilo-siltosa (SANTOS, *op. cit.*). Esta pode ser maciça ou estratificada. A cor predominante é a amarela-avermelhada, localmente, acinzentada.

Os clastos, geralmente, de forma alongada, polidos e facetados, podem estar dispersos, caoticamente, e/ou alinhados horizontal ou sub-horizontalmente, dentro da matriz. Estrias do tipo paralela e subparalela (WENTWORTH, *op. cit.*) são as mais freqüentes na superfície dos clastos examinados.

Os diamictitos exibem várias estruturas, tais como, estratificação milimétrica, inclusões de canais, corpos esféricos, camadas rompidas e contorcidas, e lentes de arenitos médios a grossos, maciços ou estratificados, feldspáticos, micáceos e de coloração amarela-avermelhada. Algumas estruturas particulares observadas na parte média da seção (ponto 97) merecem destaque especial. Neste local, dois diamictitos superpostos, discordantemente, estão separados por uma concentração horizontal de clastos, correspondente a um pavimento mal desenvolvido. Corpos cuneiformes de arenito, por vezes conglomerático, de comprimento variável, até cerca de 2 m, estendem-se para baixo, a partir de camada arenosa na base do diamictito superior, intercalando-se no inferior. Estas estruturas foram interpretadas como pseudomorfos de

cunhas de gelo desenvolvidas em substrato perenemente congelado ("permafrost"). (ROCHA-CAMPOS *et al.*, no prelo.)

Os contatos entre diamictitos e outras rochas são erosivos ou bruscos.

Com relação aos ritmitos, dois tipos diferentes de alternância litológica são encontrados: um formado de lâminas de arenito fino ou siltito, amarelo-avermelhado, com folhelho ou argilito, cinza-esverdeado, e o outro de camadas centimétricas de arenito fino com siltito, ambos amarelo-avermelhados. São comuns nessa litologia seixos isolados e ichnofósseis, ocorrendo, ainda, embora localmente, intercalações delgadas de diamictito.

Finalmente, argilitos, folhelho e lamito completam a seção litológica. Os argilitos são maciços ou estratificados, amarelo-avermelhados, localmente, acinzentados, podendo apresentar seixos milimétricos isolados e inclusões de camadas de arenito fino, maciço, esbranquiçado, bem selecionado ou lentes de siltito argiloso, maciço, amarelo-avermelhado. O folhelho é siltico-argiloso, acinzentado e passa, gradacionalmente, para ritmito subjacente. Quanto ao lamito, este é, megascopicamente, maciço, de coloração cinza-esverdeada, exibindo intercalações lenticulares, delgadas, de arenito fino, maciço, micáceo, feldspático, medianamente selecionado, em contato brusco com a litologia encaixante.

Formação Tatuí. De maneira similar a do perfil examinado ao longo da rodovia Marechal Rondon, não foi constatada aqui, qualquer evidência indicativa de discordância entre o Subgrupo Itararé e a Formação Tatuí, sob a forma de níveis conglomeráticos na base dessa última unidade (SOARES *op.cit.*). O contato entre a Formação Tatuí e o Subgrupo Itararé não é diretamente observável, tendo sido fixado, arbitrariamente, nas proximidades do km 131.

Essa Formação, na área examinada, abrange uma se quência monótoma de siltitos. Junto à base, são de colora ção marrom-arroxeadas, raramente laminados, enquanto que, em direção ao topo predominam as cores cinza-esverdeadas a verdes. Em alguns locais, ocorrem camadas de arenito médio, siltoso, feldspático e maciço, em contato brusco com os siltitos encaixantes.

SOROCABA-CERQUILHO (FEPASA). A seção medida ao longo da estrada de ferro, entre as cidades de Sorocaba e Cerquilho, teve o seu ponto inicial fixado junto ao poste de sustentação da rede elétrica número 99/8, e seu final, junto ao de número 165/5 (Figura 1).

O contato inferior do Grupo Tubarão faz-se, discordantemente, com rochas quartzíticas do embasamento cristalino (Pré-Cambriano), enquanto que, o superior, com rochas do Grupo Passa Dois (Permiano), não é observável ao longo da ferrovia.

A espessura medida do Grupo Tubarão, na área levantada, foi de 977 m, abrangendo o Subgrupo Itararé (947 m) e a Formação Tatuí (30 m). As principais litologias que o caracterizam são: arenitos, diamictitos e siltitos e, subsidiariamente, ritmitos e argilito (Figura 6).

Subgrupo Itararé. Os arenitos, representando, pelo menos, 55% da espessura medida do Subgrupo, ocorrem intercaladados nos diamictitos, nos siltitos, ou formam corpos independentes. Suas espessuras, geralmente de 1-10 m, podem alcançar até 25 m. As cores predominantes são: amarela e cinza clara, localmente, avermelhadas.

Os arenitos são maciços ou estratificados, neste caso por alternância de siltitos e argilitos. A granulometria é bastante variável, ocorrendo desde arenitos finos até grossos. Ainda que pouco possa ser dito a respeito das ca

racterísticas petrológicas, a presença de grandes quantidades de feldspato evidencia o caráter imaturo da maioria desses sedimentos.

A seleção dos arenitos médios a grossos varia de mediana a pobre, sendo os finos, normalmente, bem selecionados. Seixos isolados, embora raros, foram verificados em alguns afloramentos.

As estruturas presentes resumem-se à estratificações cruzada (tabular e/ou acanalada), de grande porte, e gradativa.

Camadas e canais maciços, sobrepostos em contatos bruscos, são as formas características dos corpos arenosos. Por vezes, apresentam um aspecto laminado, que se torna mais evidente pela decomposição do sedimento. Outros mecanismos, além dos deposicionais, podem ser considerados como responsáveis pela definição da forma de alguns corpos sedimentares. Possivelmente, os avanços e recuos das geleiras contribuíram para a modificação da forma original desses corpos. Exemplo disto, pode ser encontrado no km 107 da estrada de ferro (ponto 24), onde um corpo de arenito feldspático foi interpretado como forma topográfica moldada pelo fluxo do gelo (ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1968).

Os contatos exibidos pelos arenitos com outras litologias são bruscos ou erosivos.

Os diamictitos, que representam 20% da espessura total dos sedimentos, distribuem-se ao longo da seção em quatorze horizontes diferentes, verificando-se sua maior concentração na parte média.

Embora, na maioria dos afloramentos, apresentem coloração amarelada, os diamictitos, quando frescos, são acinzentados. Normalmente, são corpos, megascopicamente, maciços, localmente, estratificados.

Análise sedimentológica de quarenta e seis amostras indicou o predomínio da fração silte na maioria dos diamictitos, assim como uma significativa contribuição percentual desta fração nas amostras em que areia ou argila predominam (SANTOS, *op. cit.*).

Os clastos apresentam-se dispersos, de maneira caótica, na matriz e variam, em tamanho, de milímetros até 50cm. Comumente, possuem forma alongada, sendo raros os equidimensionais. São facetados, por vezes estriados, sendo as estrias de disposição paralela ou subparalela (WENTWORTH, *op. cit.*).

Numerosos corpos descontínuos, sob a forma de canais, camadas ou lentes de arenitos, argilitos e siltitos, de centimétricos a alguns metros de espessura, estão intercalados nos diamictitos. Lentes e canais de conglomerados foram registrados, atingindo até 5 m de espessura, como ocorre no ponto 200 da seção. Estes são compostos de fragmentos de rochas e seixos de vários tamanhos, atingindo até 50 cm, de natureza semelhante a dos diamictitos. Os corpos clásticos são, no geral, aparentemente maciços, podendo, os de granulação mais fina, exibir estratificação plano-paralela. Os contatos com os diamictitos são de difícil caracterização, dada a grande mistura de litologias. Evidências de deformações hidroplásticas, tais como camadas rompidas e/ou dobradas, e estruturas de sobrecarga foram assinaladas em vários níveis da seção.

Os contatos dos diamictitos com as litologias sobrepostas e subjacentes podem ser erosivos ou bruscos.

Vale a pena notar a presença de quantidades variáveis de fragmentos macroscópicos carbonizados de vegetais, dispersos na matriz dos diamictitos, principalmente na parte inferior da seção.

Quanto aos siltitos, estes exibem cores claras, pre

dominantemente amareladas. Apresentam-se maciços ou, inci
pientemente, estratificados, formando corpos de até 14 m de
espessura, em contato, normalmente, brusco com outras lito
logias. Inclusões ou enriquecimentos locais de arenito fi
no e lâminas de diamictitos ocorrem dentro de pacotes maci
ços de siltitos. Microclastos, embora raros, podem ser ob
servados dispersos na matriz.

Os ritmitos, localizados, preferencialmente, na
parte inferior da seção estudada, são formados de alternân
cia de lâminas de siltito com argilito ou folhelho. Seixos
isolados ou concentrados em intercalações finas são encontra
dos deformando os estratos subjacentes. Alguns ritmitos
incluídos em corpos arenosos exibem deformações hidroplásti
cas.

O argilito situa-se na parte inferior da seção. É
maciço, de coloração marrom-avermelhada, podendo mostrar es
tratificação, ou uma certa fissilidade, quando intemperiza
do. Localmente, pode conter raros microclastos.

Um breve comentário merece ainda ser feito, no
que tange às relações entre os sedimentos gondvânicos e as
rochas alcalinas, que ocorrem na área em estudo, correspon
dentes à intrusão de Ipanema (DAVINO, 1975).

Ao longo do leito da ferrovia, cujo traçado flan
queia o corpo ígneo, os sedimentos do Grupo Tubarão exibem
poucas evidências de terem sido afetados tectonicamente, pe
los processos de intrusão daquelas rochas. No ponto 44 re
gistrou-se a presença de um dique vertical, de 50 cm de es
pessura que, embora bastante alterado, permite verificar não
se tratar de rocha básica. O material decomposto é untuoso
ao tato e constituído por fragmentos placóides amarelados.
Nas proximidades de Varnhagem, afloram diversos canais de
arenitos finos, branco amarelados, muito tenazes, provavel
mente silicificados durante a intrusão magmática alcalina na

quela área (LEINZ, 1940).

Formação Tatuí. A espessura medida da Formação Tatuí, ao longo da seção estudada, foi de 30 m. Na parte inferior, é formada de siltitos vermelhos, localmente esverdeados, com aspecto estratificado realçado pelo intemperismo. Delgadas camadas de arenito fino e calcários estão intercaladas em diferentes níveis da sequência siltica. Em direção ao topo, predomina uma sucessão monótona de siltitos avermelhados. A sequência acima descrita corresponde, ao que parece, à base da Formação Tatuí na área. De maneira similar às seções anteriores, o contato entre as rochas do Subgrupo Itararé e Formação Tatuí não é observável ao longo da seção. Este foi estabelecido, arbitrariamente, junto do poste 164/7, da ferrovia.

VIA RAPOSO TAVARES (SP-270). O perfil levantado ao longo da rodovia Raposo Tavares abrangeu desde o km 102 (Sorocaba), até o km 162,5 (Itapetininga). (Figura 1.)

Tanto os contatos inferior do Grupo Tubarão, com rochas do embasamento cristalino (Pré-Cambriano), como o superior, com o Grupo Passa Dois (Permiano), não foram diretamente observados, ao longo dessa estrada. A espessura medida da sequência Tubarão, segundo a metodologia utilizada, foi, pois, de 821 m, dos quais 780 m correspondem ao Subgrupo Itararé e os 41 m restantes, à Formação Tatuí.

Na área estudada, o Grupo Tubarão caracteriza-se pela predominância de diamictitos, arenitos e siltitos, e quantidades subsidiárias de ritmitos, lamito e argilito (Figura 6).

Subgrupo Itararé. Os vários níveis de diamictitos, que representam pelo menos 30% da espessura total das litologias aflorantes, localizam-se, preferencialmente, na parte média da seção estudada.

Nos locais onde os diamictitos sustentam magníficos cortes, ao longo da rodovia, pode ser constatada uma graduação de cores cinzas, nas partes mais frescas, para amareladas em zonas mais alteradas.

Os resultados das análises sedimentológicas em trinta e seis amostras, mostraram que a matriz dos diamictitos são, geralmente, silto-arenosas e/ou silto-argilosas (SANTOS, *op. cit.*).

Megascopicamente, os diamictitos apresentam-se não estratificados, embora, quando observados à distância, em alguns afloramentos exibam uma espécie de foliação ou fissilidade que pode ser confundida, ou mesmo corresponder, à estratificação incipiente.

Os clastos, geralmente de forma alongada, polidos e facetados, têm dimensões variando de milímetros até 80 cm. Comumente, estão dispersos, caoticamente, na matriz, podendo, em alguns afloramentos, formar concentrações locais, que lembram alinhamentos horizontais. Apesar de não serem frequentes, são encontrados clastos com estrias do tipo paralela e subparalela (WENTWORTH, *op. cit.*).

Camadas, lentes, canais, corpos esféricos e cuneiformes de arenitos ocorrem, em contato brusco, intercalados nos diamictitos. São, geralmente, de granulação fina a média, por vezes, grossa ou conglomerática, maciços ou estratificados. Tais corpos podem dispor-se em posição horizontal e inclinada, sem evidências de deformações ou, então, deformados hidroplasticamente. Os corpos cuneiformes são, geometricamente, similares a outros descritos como pseudomorfos de camadas de gelo, ou mesmo, de crevasses (FRAKES, FIGUEIREDO & FULFARO, 1968; ROCHA-CAMPOS *et al.*, no prelo).

Os contatos com outras litologias podem ser bruscos, erosivos ou gradacionais.

Os arenitos que representam, pelo menos, 30% da espessura total dos sedimentos aflorantes, possuem coloração amarelada ou rósea. A granulometria é muito variada, encontrando-se desde arenitos finos, bem selecionados, até arenitos conglomeráticos polimíticos. Com exceção dos de granulação fina, os demais são imaturos, como evidencia a presença de quantidades razoáveis de feldspato em suas composições.

A forma dos corpos de arenito pode ser acanalada, lenticular ou tabular, com aspecto, normalmente, maciço, ou exibindo laminação plano-paralela. Outras estruturas presentes são estratificações cruzada (acanalada e tabular), de grande porte, e gradativa.

Os arenitos exibem contatos erosivos, bruscos ou gradacionais, com outras litologias.

Quanto aos siltitos, estes são, usualmente, maciços, embora uma estratificação incipiente possa ser observada em afloramentos intemperizados. Por vezes, contêm incluídos corpos centimétricos de arenito fino, em forma de canais ou camadas. Contatos bruscos ou gradacionais foram os verificados com as litologias sobrepostas e subjacentes.

Os sedimentos classificados como ritmitos são compostos de alternância de lâminas de siltito, amarelo-avermelhado, e argilito, amarelo, localmente cinza, ou, pela alternância de camadas de arenito fino e siltito, amarelo-avermelhados. Estruturas de deformação são freqüentes na base das unidades de granulação mais grossa, ao que parece causadas por compactação diferencial.

O lamito, na única ocorrência identificada ao longo da rodovia, é acinzentado a amarelado, aparentemente maciço. Em zonas mais intemperizadas, exibe uma espécie de fissilidade, possivelmente correspondendo a estratificação pouco desenvolvida. Esta pode ser ainda destacada pela pre

sença de faixas horizontais cimentadas por carbonatos.

Este pacote inclui, junto à base, concreções centimétricas de composição calco-fosfática, de forma ovalada, contendo uma fauna marinha composta de foraminíferos arenáceos, dentes, espinhos e escamas de peixes. O núcleo de muitas das concreções é ocupado por coprólitos, de peixes, do tipo "enterospira", muito semelhantes às formas descritas, também de concreções, de idade carbonífera, nos Estados Unidos da América do Norte, Europa e África. O lamito encerra uma associação de foraminíferos arenáceos, dentre os quais foram identificados espécies de *Hyperammia*, *Ammodiscus*, *Brunsiella*, *Textularia* e *Reophax* (LIMA *et al.*, no prelo).

Formação Tatuí. A Formação Tatuí, na área, é composta de siltitos de coloração variegada, nos quais, apesar de intemperizados, é possível identificar-se delgadas intercalações de arenito fino. O contato entre a Formação Tatuí e o Subgrupo Itararé, não é diretamente observável, ao longo da estrada, tendo sido, pois, fixado na altura do km 155,8. De maneira similar ao que ocorre nas rodovias Castelo Branco e Marechal Rondon, a base da Formação Tatuí não exhibe evidências texturais da discordância erosiva identificada por SOARES (*op. cit.*), em outras partes do Estado de São Paulo.

Como já citado, anteriormente, o contato entre os Grupos Tubarão e Passa Dois, não é também observável ao longo do trecho examinado. Assim, os 41 m de sedimentos medidos, correspondentes à Formação Tatuí, representam, somente, a parte inferior do pacote de siltitos.

CAPÃO BONITO-ITAPETININGA (SP-127). A seção em foco foi medida entre o km 117 da estrada que liga Capão Bonito a Fazendinha, até, aproximadamente, o km 186 da rodovia SP-127, junto ao entroncamento com a rodovia SP-270 (Figural).

O Grupo Tubarão, na área estudada, perfaz, de acordo com a metodologia utilizada, um total de 930 m de espessura, abrangendo o Subgrupo Itararé (861 m) e a Formação Taquari (cerca de 69 m). O contato inferior da sequência é discordante sobre quartzitos do embasamento cristalino (Pré-Cambriano), enquanto que o superior, com as rochas do Grupo Passa Dois, não é observável.

Apesar da pobreza de afloramentos, particularmente, no terço inferior da seção, os dois terços restantes exibem, suficientemente, as características do Subgrupo Itararé, na área constituído de diamictito, arenitos, siltitos, ritmitos, folhelho e argilito (Figura 6).

Subgrupo Itararé. Diamictitos perfazem, pelo menos, 42% da espessura total dos sedimentos aflorantes, estando concentrados, principalmente, nas partes média e superior da seção.

De um modo geral, os diamictitos são de coloração cinza, maciços, localmente estratificados com intercalações decimétricas de canais, "bolas", lentes e camadas de arenitos de seleção variada, de granulação fina a grossa, aparentemente, maciços, ocasionalmente, estratificados plano-paralelamente.

Intercalações centimétricas de ritmitos constituídos de argilito preto e siltito amarelo, com alguns clastos isolados, foram também, registradas em vários afloramentos. No ponto 72, onde alcançam espessuras de 2 a 20 cm, repetem-se em vários níveis dentro de um mesmo diamictito, sendo que alguns podem apresentar-se dobrados.

As estruturas mais importantes associadas aos diamictitos, foram assinaladas no ponto 76, onde corpos arenosos e conglomeráticos ovalados ou em cunha, respectivamente, foram interpretados como possíveis "eskers" fósseis e preenchimentos de crevasses abertas em antigo "till" congelado

(FRAKES, FIGUEIREDO & FULFARO, 1968).

Os clastos de diferentes forma, tamanho e composição podem estar dispersos, de maneira caótica, na matriz ou, então formar concentrações horizontais de até 3 cm de espesura. No geral, os diamictitos contêm maior quantidade de clastos milimétricos do que centimétricos, com exceção do afloramento do km 167-168 (ponto 73) reconhecido como tilito verdadeiro por LANDIM (1970). Neste, muitos clastos apresentam estrias do tipo paralelo, subparalelo e em grade (WENTWORTH, *op. cit.*).

Os resultados das análises sedimentológicas efetuadas em amostras coletadas ao longo do perfil, permitem caracterizar a matriz dos diamictitos como, predominantemente, silto-argilosa, com pouca contribuição da fração areia (SANTOS, *op. cit.*).

Os contatos do diamictito com outras litologias podem ser bruscos, erosivos ou gradacionais.

Os arenitos, de coloração amarela-avermelhada, estão presentes desde a base, até o topo da seção. Os corpos arenosos, normalmente, sob a forma de canais e/ou camadas, são constituídos, predominantemente, de arenitos de granulação fina ou muito fina, com matriz argilosa, por vezes feldspática e seleção variando de regular a boa. Arenitos médios e grossos localizam-se, principalmente, na base da seção onde são, geralmente, maciços, mal selecionados e com grandes porcentagens de feldspato.

Estruturas singenéticas são raras e foram registradas, somente, no afloramento do ponto 26. Neste local, a sequência inicia-se com arenito grosso, feldspático, maciço, mal selecionado, sotoposto, em discordância, a um arenito fino, maciço e bem selecionado, onde puderam ser reconhecidos alguns clastos centimétricos dispersos na matriz, além de marcas de onda e intercalações de lâminas de diamictito rico em

clastos. Nas partes superiores do afloramento, onde o arenito torna-se estratificado com camadas de argilito cinza-esverdeado, foram observados algumas seqüências de microestratificações cruzadas, estratificações cruzadas por migração de marcas de onda, leitos de argila corrugados, pseudo-nódulos e pequenas estruturas de sobrecarga.

Os contatos com as litologias sobrepostas e subjacentes são bruscos, gradacionais ou erosivos.

Os siltitos localizam-se nas partes inferior-média e superior da seção. São de coloração amarela-avermelhada ou cinza-esverdeada, maciços, localmente estratificados. Apresentam intercalações, na forma de lâminas ou delgadas camadas, de arenito fino, maciço, medianamente selecionado, podendo ocorrer, ainda, microclastos isolados. Os contatos com as litologias associadas podem ser bruscos ou gradacionais.

Os ritmitos, por sua vez, localizam-se, preferencialmente, na parte média da seção e são compostos de alternância de lâminas de siltito amarelado, e argilito de coloração preta ou cinza-esverdeada, em contato brusco. É comum a ocorrência de ichnofósseis, semelhantes às já relatadas, representando, provavelmente, pistas de artrópodes. Intercalações arenosas podem estar presentes nos ritmitos. As identificadas no afloramento correspondente ao ponto 87, são constituídas de camadas decimétricas de arenito fino, bem selecionado, branco-amarelado, contendo várias seqüências de microestratificação cruzada. Nesta seção, os ritmitos possuem contatos brusco e erosivo com diamictitos, transicional com folhelho e siltito e erosivo com arenito.

Folhelho e argilito foram identificados apenas em afloramentos localizados nas partes média e inferior da seção. O folhelho possui coloração cinza-esverdeada, enquanto que, o argilito, amarelo-avermelhado, é, aparentemente, maciço.

ço.

Formação Tatuí. Os afloramentos atribuídos à Formação Tatuí, na rodovia SP-127, aparecem no km 184. O contato com as rochas do Subgrupo Itararé não pode ser observado, pois, localmente, uma faixa sem afloramentos separa as duas unidades.

A Formação Tatuí, na área, é composta de siltitos estratificados, de coloração verde-avermelhada, com delgadas intercalações arenosas. Apresentam-se bastante intemperizadas, dificultando, sobremaneira, uma análise mais minuciosa.

Os siltitos acima descritos correspondem, provavelmente, à base da Formação Tatuí na área. O seu contato, com as rochas do Grupo Passa Dois, não foi observado.

ITARARÉ-TAQUARITUBA (SP-281) E (SP-249). Esta seção representa uma composição do perfil medido em duas estradas: a primeira, iniciando-se a três quilômetros ao sul da cidade de Itararé, próximo à usina Três Barras, e com término no entroncamento com a estrada Taquarituba-Itaberaba (SP-249), e a segunda, entre os km 147-160 dessa mesma rodovia (Figura 1). Assim, a espessura calculada do Grupo Tubarão nessas estradas, em conjunto, foi de 1 118 m. Desse total, 1 107 m pertencem à seqüência glacial, enquanto que, os 11 m restantes são atribuídos à Formação Tatuí.

As principais litologias que fazem parte da seqüência Tubarão na área estudada são: diamictitos, siltitos, arenitos e, subsidiariamente, ritmitos e argilito (Figura 6).

O contato inferior do Grupo é discordante sobre a Formação Furnas, unidade basal do Grupo Paraná (Devoniano), enquanto que o superior faz-se, localmente, com rochas básicas (Eocretáceo) do "sill" de Taquarituba.

Subgrupo Itararé. Os diamictitos, que representam, pelo menos, 34% da espessura total dos sedimentos, estão concentrados na parte inferior da seção, onde alcançam espessuras individuais de até 75 m.

Exibem coloração amarelada e são, normalmente, maciços. Apenas no ponto 39 foi verificada a presença de provável estratificação nas partes mais superiores e alteradas do afloramento.

Os resultados de dezenove análises sedimentológicas indicam que a matriz dos diamictitos tem composição, principalmente, siltica com apreciáveis proporções de areia e quantidades subsidiárias de argila (SANTOS, *op. cit.*).

Clastos de várias composições ocorrem dispersos, de maneira caótica, na matriz. São de dimensões variáveis, usualmente milimétricos a centimétricos, raramente alcançando 30cm. Normalmente são facetados e de forma alongada. Embora não seja freqüente, podem exibir estrias dos tipos paralelo e subparalelo (WENTWORTH, *op. cit.*).

Estratificações milimétricas, lentes, camadas e corpos esféricos, aparentemente, não deformados, de arenitos mal selecionados, de granulação fina, média e conglomerática, com contatos, normalmente, bruscos ou erosivos, são as principais estruturas encontradas nos diamictitos. Por falta de bons afloramentos, as relações de contato dos diamictitos com outras litologias não puderam ser perfeitamente caracterizadas. Contudo, algumas passagens bruscas para siltitos e ritmitos, ou graduais, para arenitos médios, foram observadas nos pontos 79, 60 e 78, respectivamente.

Quanto aos siltitos, estes podem ser maciços ou estratificados, de coloração amarelada, localmente cinza-esverdeada, argilosos e micáceos. Por vezes, possuem intercalações centimétricas a decimétricas de arenitos finos, argilitos ou

diamictitos, sob a forma de canais ou camadas.

A seqüência siltica aflorante entre os pontos 141 e 158 contém, na sua parte inferior, fósseis marinhos, incluindo o bivalve *Nuculana limai* Mezzalira e braquiópode *Orbiculoidea* cf. *guaraunensis* Oliveira (MEZZALIRA, 1956). Verifica-se, aqui, novamente, a correspondência entre a litofácies siltica e a ocorrência de fósseis marinhos, já mencionada, anteriormente.

Os arenitos, por sua vez, perfazem, aproximadamente, 29% da espessura total da seção. Como pode ser observado no perfil colunar (Figura 6), considerando-se, somente, a distribuição dos termos arenosos, estes podem ser subdivididos em três partes, cada uma delas com características inteiramente próprias e diferentes das demais. Assim sendo, o terço inferior é caracterizado pela presença de canais e camadas de arenitos grossos, esbranquiçados, mal selecionados, de matriz siltosa e estratificados plano-paralelamente. Alguns níveis possuem, também, estratos cruzados do tipo tabular e estratificação gradativa, com diminuição granulométrica em direção ao topo.

No terço médio predominam os arenitos médios e finos, maciços, esbranquiçados, feldspáticos, de matriz siltosa, com seleção de boa a má. O terço superior é caracterizado por arenitos finos, de cor amarela, medianamente a bem selecionadas, argilosos, maciços ou estratificados, podendo exibir micro laminações cruzadas.

Os contatos, superior e inferior, com outras litologias podem ser bruscos ou gradacionais.

Os ritmitos estão presentes nas partes média e superior da seção. No afloramento correspondente ao ponto 83, o sedimento rítmico é formado por uma alternância de lâminas de siltito argiloso, amarelo-esverdeado e diamictito, também argiloso, de coloração amarela-esverdeada. Dentro do

pacote aparecem delgadas camadas de arenito fino, sem evidências de deformação. O da parte superior da seção é composta de alternância de lâminas de siltitos e argilitos, com seixos isolados e pistas, provavelmente, de artrópodes, em vários níveis do afloramento.

O argilito, reconhecido, somente, no afloramento correspondente ao ponto 43 da seção, tem cor cinza-esverdeada, que põe em evidência o seu aspecto estratificado.

Formação Tatuí. As rochas pertencentes a essa Formação afloram, apenas, ao longo de 500 m ao longo da rodovia SP-249 (km 155,5-160), sendo que o seu contato com o Subgrupo Itararé não é visível ao longo da seção levantada.

As litologias aí presentes são siltitos argilosos, com raras e finas intercalações arenosas. Sua coloração é vermelha-amarelada e embora estejam bastante intemperizados, uma aparente estratificação pode ser observada.

5 - ESTRATIGRAFIA

GENERALIDADES. Os resultados do trabalho de campo realizado, conforme relato anterior estão consubstanciados no painel estratigráfico da Figura 6.

Este exhibe a seqüência estratigráfica ao longo dos oito perfis, acrescido de mais um compilado da literatura (SOARES & LANDIM, 1973, p. 245, Figura 2), sob a forma de seções colunares, organizadas grosseiramente, de SO-NE. Em cada coluna, as relações espaciais mostradas entre os corpos de litologias reconhecidas correspondem àquelas, realmente, verificadas, diretamente, no campo ou resultam de reconstrução, através de correlação em base litológica ou, puramente, geométrica. Em cada caso, procurou-se utilizar convenções adequadas para representar as diferentes situações. As relações espaciais entre os diversos pacotes rochosos, assim reconstituídos, puderam ser controlados, paleontologicamente, em grande parte, através de análise do conteúdo palinológico, como será relatado posteriormente. Os resultados foram achados consistentes, dentro do poder de solução do método bioestratigráfico utilizado.

Um cuidado adicional tomado na representação gráfica de cada coluna refere-se à disposição das litofácies, relativamente ao sentido do mergulho regional. Com o objetivo de tornar as colunas mais representativas, a sucessão de litofácies de leste para oeste está representada, da direita para a esquerda em cada coluna. Estas, como já comentei anteriormente, exibem um empilhamento, até certo ponto, artificial, tendo em vista a distância horizontal que separa os pacotes de rochas, ao longo de cada perfil examinado.

Não obstante essas deficiências, o painel estratigráfico constitui, provavelmente, uma representação bastante

aproximada da distribuição horizontal e vertical das rochas do Grupo Tubarão, na margem leste da Bacia do Paraná, na região central e sul do Estado de São Paulo.

Como veremos em seguida, os dados paleogeográficos existentes indicam que o perfil obtido é, *grosso modo*, coincidente com a direção deposicional, nesta parte da Bacia do Paraná e, neste caso, significativo para a análise das variações de fácies e da história tecto-sedimentar do Grupo.

Quanto à correlação geral entre as colunas, ela só pode ser feita, grosseiramente, tendo em vista a extrema variação na distribuição espacial dos corpos de rocha, como se depreende do seu exame inicial.

O *datum* utilizado, para a correlação, o único disponível no âmbito da pesquisa realizada, foi a base da Formação Tatuí. Esta solução apresenta vantagens de ordem prática, tendo em vista a identificação, relativamente fácil, no campo, dos sedimentos pertencentes a essa unidade, sendo, também, aceitável do ponto de vista bioestratigráfico, com base nas seguintes evidências:

1) O comportamento relativamente regular do horizonte escolhido, em termos bioestratigráficos, conforme se depreende do exame do painel de correlação dos poços estudados por DAEMON & QUADROS (1970, Figura 4). O *datum* utilizado por esses autores (base do intervalo bioestratigráfico K) corresponde, na área abrangida pelo presente estudo, ao limite Itararé-Tatuí.

2) As evidências bioestratigráficas disponíveis, tanto a partir da literatura (DAEMON & QUADROS, *op. cit.*), quanto derivada do trabalho aqui realizado (Figura 8) não indicam qualquer descontinuidade significativa na sucessão de microfloras na parte superior do Subgrupo Itararé (p.64). Assim sendo, a discordância erosiva postulada por SOARES

(1972), que separaria as duas unidades do Grupo Tubarão, não parece abranger um hiato deposicional tão extenso quanto o interpretado por MEDEIROS & THOMAZ FILHO (1973, Figura 2), para ser detectado mesmo através de análise palinológica mais detalhada, como a aqui realizada.

Julgo, portanto, que, pelo menos, provisoriamente, pode-se aceitar a hipótese de que o *datum* litoestratigráfico utilizado coincide com limite bioestratigráfico adequado, na área em estudo.

Como se depreende da análise da Figura 6, a complexa disposição espacial dos corpos de litologias do Subgrupo Itararé torna precária qualquer tentativa de correlação de detalhe, com base puramente litológica, a não ser a pequena distância. O entendimento da evolução tecto-sedimentar depende, pois, de controle bioestratigráfico, que se mostrou mais satisfatório para correlação regional.

O exame do painel, contudo, permitiu reconhecer a existência de conjuntos de litologias, que a despeito de variações laterais — provavelmente ao longo da direção deposicional — guardam relativa consistência e parecem ter significado no discernimento da evolução sedimentar do Grupo, como discutirei a seguir.

Os dados bioestratigráficos disponíveis parecem indicar também que, pelo menos em um caso (entre os conjuntos B-C), o limite entre os conjuntos litológicos reconhecidos é, razoavelmente, coincidente com o limite bioestratigráfico entre as microfloras neles contidos, o que constitui evidência em apoio à utilidade prática do seu reconhecimento (Figura 7):

SUBDIVISÃO LITOESTRATIGRÁFICA. A subdivisão, aqui reconhecida, derivou da análise da distribuição, tanto na vertical como na horizontal, das litologias clásticas finas (arenitos finos, siltitos, ritmitos, argilitos e folhelhos)

em relação às clásticas grossas (arenitos médios a conglomerados) e diamictitos. A categoria litoestratigráfica das unidades, aqui denominadas conjuntos, não está, ainda, perfeitamente clara, podendo corresponder a formações (ou membros), o que só poderá ser esclarecido através de trabalhos cartográficos complementares. Embora consistentes, internamente, são unidades complexas de limites pouco discerníveis.

Através do exame do painel estratigráfico (Figura 6), cinco conjuntos litológicos puderam ser reconhecidos no Grupo Tubarão. Seus limites, grosseiramente traçados, tiveram por base, os controles estratigráficos disponíveis. A partir do inferior, caracterizam-se por:

Conjunto A: clásticos finos associados a diamictitos e clásticos grossos, na região centro-leste. Em direção ao sul, predominam diamictitos e clásticos grossos em relação aos finos;

Conjunto B: maior incidência de clásticos finos, ocorrendo, subsidiariamente, diamictitos e clásticos grossos. Tal característica persiste ao longo de toda faixa deposicional;

Conjunto C: grande quantidade de clásticos finos, associados a diamictitos e clásticos grossos, na parte centro-leste, enquanto que em direção ao sul e a nordeste, voltam a predominar clásticos grossos e diamictitos, em relação aos termos mais finos;

Conjunto D: mesma situação verificada no conjunto B. Tanto na região centro-leste, como na centro-sul, há maior incidência de clásticos finos, em relação aos grossos e diamictitos. Na região nordeste predominam os clásticos grossos sobre os demais termos litológicos;

Conjunto E: constituído de siltitos variegados (principalmente, avermelhados e esverdeados) e arenitos finos.

Do ponto de vista estratigráfico, os quatro conjuntos inferiores correspondem ao Subgrupo Itararé, enquanto que o mais superior representa a Formação Tatuí.

É interessante notar, ainda, que os quatro conjuntos inferiores poderiam ser agrupados em dois (A+B e C+D), caracterizados, *grosso modo*, por variação vertical granulométrica, de clásticos grossos (A+C), para clásticos finos (B+D). Se atentarmos para um exame mais geral, envolvendo os nove perfis ilustrados, notaremos que idêntico padrão é verificado na horizontal. De SO-NE nota-se uma variação granulométrica geral, desde clásticos mais grossos para mais finos, notadamente nos conjuntos A e C.

O padrão de variação textural acima discutido poderia estar relacionado a fatores tectônicos regionais, que atuaram durante deposição dos ciclos A e C, como será discutido posteriormente.

O exame do painel da Figura 6 permite identificar, ainda, as características gerais quanto à distribuição das litologias e estruturas associadas, na área de estudo:

a) verifica-se maior incidência de número de corpos de diamictitos (associada a maiores espessuras) nas seções mais espessas examinadas, particularmente, na via Marechal Rondon.

b) Apesar de serem verificadas várias estruturas sedimentares associadas aos corpos diamictíticos, as principais localizam-se no conjunto D, mais precisamente, nas seções Castelo Branco, Marechal Rondon e na rodovia SP-127. Na primeira, são verificados no contato entre dois diamictitos (ponto 97), além de pavimentos de clastos, corpos cuneiformes de arenito, que parecem corresponder a pseudomorfos de cunhas de gelo desenvolvidos em solo perenemente congelados (ROCHA-CAMPOS *et al.*, no prelo). Na segunda, próximo a cida

de de Jumirim, ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA (1968) des creveram em diamictito, da parte superior do Subgrupo Itara re, uma concentração horizontal de clastos, a qual parece corresponder a um tipo de pavimento de clastos. Na rodovia Capão Bonito-Itapetininga, as estruturas encontradas foram identificadas como possíveis "eskers" fósseis e preenchimento de crevasses, cortando um diamictitto arenoso, também, da parte superior do Subgrupo Itarare (FRAKES, FIGUEIREDO & FULFARO, 1968).

c) Os ritmitos contendo pistas de artrópodes não são característicos de determinado conjunto, ocorrendo em vários níveis, ao longo das seções examinadas. Com relação às estruturas de deformações hidroplásticas, estas afetam os ritmitos do conjunto B (seção Marechal Rondon).

d) Fácies subaquosas, inclusive marinhas, alternando-se com fácies terrestres, ocorrem nos quatro conjuntos inferiores.

e) As litofácies associadas às ocorrências de fósseis marinhos no Subgrupo Itarare são, via de regra, constituídos de siltito ou lamito síltico.

f) O padrão de distribuição da direção das paleocorrentes, notadamente, nos conjuntos inferiores (A e B) não mostrou um padrão consistente, enquanto que no conjunto D há uma pequena incidência de valores voltados para sul (SANTOS, *op. cit.*).

g) Finalmente, no que se refere ao conjunto E, as suas maiores espessuras acompanham as maiores espessuras do Subgrupo Itarare, exceção feita ao perfil medido ao longo da rodovia SP-281, no qual a parte superior da Formação Tatuí acha-se truncada pela intrusão do "sill" de Taquarituba.

A relação entre os conjuntos litológicos reconhecidos e outras subdivisões litoestratigráficas propostas para

o Grupo Tubarão (BARBOSA & ALMEIDA, 1949a, b; BARBOSA & GOMES, 1958; ANDRADE & SOARES, 1971; SOARES & LANDIM, 1973 e SOARES *et al.*, no prelo) é de difícil entendimento, tendo em vista os diferentes critérios e as escalas utilizadas.

BIOESTRATIGRAFIA. A composição e sucessão faunística e megaflorística do Neopaleozóico da Bacia do Paraná foram tratadas recentemente, por ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (no prelo), enquanto a distribuição da microflora foi discutida por DAEMON & QUADROS (1970), em grande parte, com base no estudo de amostras de subsuperfície.

O presente trabalho oferece, contudo, a oportunidade de melhor visualizar a distribuição estratigráfica das diversas assembléias fossilíferas conhecidas, das litofácies a elas associadas e das biofácies que lhes correspondem. Quanto à composição das assembléias faunísticas e florísticas a discussão abaixo baseia-se, fundamentalmente, em ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (*op. cit.*), variando, somente, o contexto estratigráfico utilizado.

Fauna

Três (ou quatro) assembléias faunísticas foram reconhecidas até o presente no Subgrupo Itararé, duas delas associadas aos conjuntos litológicos B-C e uma ao conjunto D. As informações bioestratigráficas palinológicas indicam que se tratam de intercalações marinhas, de três idades distintas, associadas, às Microfloras I, II e III. O poder de resolução da análise palinológica, não permite ainda entender a correlação entre as ocorrências fossilíferas associadas à Microflora II, tendo em vista o grau de pormenores atingido até o presente na identificação das formas encontradas. Dada a pequena distância estratigráfica e geográfica foram elas consideradas como representando a mesma assembléia.

Do ponto de vista paleoecológico, os fósseis conhecidos caracterizam uma biofácies de águas razas, ou de plataforma interna (SANTOS, *op. cit.*). As litofácies associadas são, via de regra, constituídas de siltito ou lamito siltico, mal estratificado ou mesmo maciço, que podem estar associados, direta ou indiretamente, a sedimentos de origem glacial (Figuras 6 e 7). Estas relações estratigráficas fazem notar que os organismos originais viviam, provavelmente, sob condições de águas frias, glaciais, possivelmente, nas proximidades de calotas flutuantes (ANDERSON, 1972).

Assembléia de Araçoiaba. Trata-se de uma assembléia constituída, predominantemente, de foraminíferos arenáceos, incluindo espécies de *Hyperammia*, *Ammodiscus*, *Brunsiella*, *Textularia* e *Reophax*, associados a escamas, espinhos e cópritos de peixe do tipo "enterospira". Os foraminíferos ocorrem em concreções calcário-fosfáticas e dispersos no lamito (LIMA *et al.*, no prelo), situado, estratigraficamente, um pouco abaixo da parte média da seção, fazendo parte do topo do conjunto B (Figuras 6 e 7).

Assembléia de Capivari-Hortolândia. Constitui a assembléia faunística mais diversificada reconhecida até o presente no Subgrupo Itararé.

Em Capivari, a assembléia inclui os bivalves *Limipecten capivariensis* (Mendes), *Phestia* sp., *Streblopteria* sp., além de outros indetermináveis, os braquiópodes *Attenuatella* sp., e *Rhynchopora grossopunctata* Mendes, e o gastrópode *Peruvispira delicata* Chronic, além de colunais de crinóides (MENDES, 1952; ROCHA-CAMPOS, 1966, 1970). Uma possível extensão do siltito fossilífero ocorre cerca de 32 km ao norte, na estrada que fazia ligação entre a Via Anhanguera a Hortolândia. Uma exposição local de siltito, em posição estratigráfica equivalente, foi, também, observada na

Figura 7 - Distribuição estratigráfica dos diamictitos e subdivisão bioestratigráfica do Subgrupo Itararé (seg. SANTOS, em preparação). Explicação: 1: Via Anhangüera; 2: Salto-Rio das Pedras; 3: Via Marechal Rondon; 4: Via Castelo Branco; 5: Sorocaba-Cerquilha (FEPASA); 6: Via Raposo Tavares; 7: Capão Bonito-Itapetininga; 8: Itararé-Taquarítuba; 9: Fazenda Nossa Senhora Aparecida.

altura do km 111,3 da Via Anhanguera (Ponto 27, Figura 6). Em Hortolândia, foram identificadas, somente, espécies de *Phestia*, *Nuculopsis*, *Edmondia* (?) e foladomídeo indeterminado (ROCHA-CAMPOS & RÖSLER, *op. cit.*).

As duas ocorrências acima situam-se, estratigraficamente, muito próximas entre si, embora, aparentemente, fazem parte de conjuntos litológicos distintos (C e B, respectivamente; Figura 6). Tendo em vista evidências de ordem paleontológica disponíveis, preferi considerá-las como equivalentes.

Assembléia de Itaporanga. A fãunula de Itaporanga foi, inicialmente, registrada por MEZZALIRA (1956), em siltitos aflorantes junto ao Rio Verde, que reconheceu a presença do bivalve *Nuculana limai* Mezzalira e do braquiópode *Orbiculoidea* cf. *guaraunensis* Oliveira.

Siltitos estratigraficamente equivalentes, examinados durante o levantamento do perfil Itararé-Taquaituba, ocorrem a aproximadamente 3 km da saída da cidade de Itaporanga, em direção a Coronel Macedo, na parte superior do Grupo Tubarão, pertencentes ao conjunto D (Figuras 6 e 7).

Flora

A composição e sucessão das megafloras do Grupo Tubarão, na Bacia do Paraná, foi discutida por RÖSLER (1973). Duas são as assembléias conhecidas no Subgrupo Itararé, na área em estudo. Em ambos os casos, estão associadas a sedimentos carbonosos, ou mesmo, camadas finas de carvão, junto a Monte Mór e Cerquilho. Outras ocorrências de megaflora no Grupo Tubarão, no Estado de São Paulo, registrados na literatura (BARBOSA & ALMEIDA, 1949a), não foram até o presente novamente localizadas.

Assembléia de Monte Mór. Trata-se da ocorrência mais baixa, estratigraficamente, de megaflores na área de estudo. Os fósseis ocorrem em siltitos, que constituem a capa da camada de carvão, aflorante no Sítio de Mina, em Monte Mór. De acordo com revisão recente (MILLAN, 1972, 1974, 1975) ela contém: *Lepidodendron pedroanum*, *Lycopodiopsis* sp. *Lycopodiopsis pedroanus*, *Lycopodiopsis derbyi*, *Rhacopteris* cf. *chubutiana*, *Rhacopteris* cf. *ovata* (= *Pseudorhacopteris*), *Botrychiopsis* sp. *plantiana*, *Noeggerathiopsis hislopii*, *Paracalamites australis*, além de outras formas. RIGBY (1970) notou a presença de "folhas torcidas" de *Glossopteris* na assembléia, porém MILLAN (1975) não incluiu esse gênero em sua lista, interpretando a flora como pré-*Glossopteris*, e de idade neocarbonífera (= Tafoflora A de RÖSLER, 1973). Os siltitos fossilíferos situam-se, estratigraficamente, na parte inferior da seção (Figura 7), correspondente, aproximadamente, à base do conjunto C.

Assembléia de Cerquilho. As primeiras glossopterídeas reconhecidas, até o presente, no Grupo Tubarão, ocorrem em Cerquilho, em estratos pertencentes à parte superior do Subgrupo Itararé, aflorantes a 6 km ao sul da cidade de Cerquilho, nos arredores do bairro de Itapema (= Tafoflora transicional de RÖSLER, no prelo), a menos de 40 m abaixo do contato com a Formação Tatuí (Figura 7). A lista preliminar divulgada por DOLIANITI & MILLAN (1972) inclui *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Noeggerathiopsis* e prováveis coníferas do tipo *Paranocladus*. ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (op. cit.) informam que a presença de *Glossopteris* não foi confirmada em coleções subseqüentes obtidas neste local.

Microflora

A primeira tentativa de subdivisão bioestratigráfica da seqüência neopaleozóica da Bacia do Paran, incluindo a rea em estudo, foi realizada por DAEMON & QUADROS (1970).

Com base na distribuio de esporomorfos dos grupos Saccites, Monoletes e Monocolpados e de formas atribuveis s Tasmanales, os autores propuseram a subdiviso da seqncia neopaleozica em seis intervalos maiores, denominados de baixo para cima, G-H-I-J-K-L. Na rea paulista da Bacia do Paran, o Grupo Tubaro abrangeria os intervalos G-L₁ (parte basal do intervalo L).

DAEMON & QUADROS (*op. cit.*) utilizaram, em grande parte, amostras de subsuperfcie, tendo sido processadas, somente, amostras de um afloramento (Pedreira de Itu), da rea em estudo. Nestes termos, pode-se considerar ainda precrio o controle bioestratigrfico existente para a correlao entre subsuperfcie e superfcie, mormente, levando-se em conta os modelos de sedimentao propostos na literatura para o Subgrupo Itarar, que implicam em ciclos sucessivos e a incidncia de fases de eroso e retrabalhamento dos sedimentos (FRAKES & CROWELL, 1972). Assim sendo, e no sentido de proporcionar um controle adequado para a correlao das sees estudadas, o levantamento de campo foi acompanhado de extensiva coleta de amostras de litologias adequadas para o processamento palinolgico.

A utilizao, por DAEMON & QUADROS (*op. cit.*), principalmente, de formas dos trs grupos taxonmicos citados, constitui, tambm, uma limitao, j que os palinomorfos atribuveis aos plens so, geralmente, considerados como mais suscetveis de exibir variao vertical.

Cerca de 200 amostras de litologias diversas

foram coletadas e processadas de acordo com a técnica descrita anteriormente (p. 21), das quais, 70 mostraram-se férteis. As formas isoladas foram identificadas, preliminarmente, ao nível de gênero, e sua distribuição vertical e geográfica determinada. A distribuição das formas mais comuns e de amplitude restrita serviu de base para o reconhecimento da constituição das principais microfloras do Subgrupo Itararé, em termos qualitativos e quantitativos.

Os resultados obtidos estão exibidos nos gráficos das Figuras 8 e 9. A primeira representa a distribuição vertical de todas as formas (gêneros) de algas, esporos e pólenes identificadas nas amostras coletadas ao longo dos perfis examinados. A segunda, sintetiza as características quantitativas das três microfloras identificadas, que do ponto de vista bioestratigráfico, caracterizariam intervalos, provavelmente, correspondentes a zonas de associação, que serão descritas abaixo. Obviamente, o gráfico correspondente à Figura 8 não é completo em relação a todos os gêneros de esporos e pólenes até agora identificados no Subgrupo Itararé, no Estado de São Paulo, pois baseou-se na determinação de material proveniente, somente, das seções examinadas. Pólenes bissacados estriados foram identificados em amostras da Pedreira de Itu (DAEMON & QUADROS, *op. cit.*; KEMP, 1973), o que também foi confirmado durante a presente pesquisa.

Microflora I. A microflora mais antiga identificada no Subgrupo Itararé corresponde, litoestratigraficamente, aos conjuntos A-B.

Caracteriza-se ela, por uma predominância de esporos, que podem atingir até 80% (em média), acompanhados por quantidades subsidiárias de pólenes dos tipos monossacados (até cerca de 20%), monocolpados (até 2-3%) e bissacados simples e estriados (até cerca de 3%).

Figura 9 - Composição das microfloras do Subgrupo Itararé. Explicação: 1. esporos (total); 2. monossacados; 3. bissacados simples; 4. bissacados estriados; 5. monocelulados; 6. taninaes.

Fig. 8 - Distribuição dos gêneros de palinórmorfos do Subgrupo Itararé.

Fig 8

Microflora II. A Microflora I é sucedida por uma outra assembléia de caráter transicional, mais diversificada, onde se nota já um decréscimo da frequência de esporos, cuja porcentagem média baixa até cerca de 50%. Acompanham-nos pólenes monossacados e monocolpados, cuja frequência total é equivalente ao da Microflora I, e bissacados simples e estriados, cujas porcentagens médias já ultrapassam 10%. Gêneros característicos e, aparentemente, limitados a este intervalo correspondem aos esporos *Verrucososporites*, *Microbaculispora* (?), *Pustulatisporites*, *Brochotriletes* e pólenes *Striatoabietites* e *Alisporites*. Litoestratigraficamente, a assembléia caracteriza o conjunto C.

Microflora III. A assembléia, estratigraficamente, mais jovem do Subgrupo Itararé, correspondente ao conjunto D, exibe um decréscimo acentuado da porcentagem de esporos (< 50%, em média) e de bissacados simples, em relação à anterior. De outro lado, os bissacados estriados, aparecem com frequências elevadas (média de cerca de 30%). A porcentagem de monossacados baixa, ligeiramente, enquanto o contrário sucede com os pólenes monocolpados. A presença de formas atribuíveis às Tasmanais, constitui uma feição notável da assembléia, da qual podem perfazer pouco mais de 5%.

Além de *Tasmanites*, esporos dos gêneros *Cyclogrænusporites*, *Lycospora*, parecem ser privativas deste intervalo, juntamente com pólenes atribuíveis a *Hamiapollenites*.

No momento, pouco pode ser dito com relação às possíveis relações entre as subdivisões propostas e as discutidas por DAEMON & QUADROS (*op. cit.*), em grande parte, tendo em vista os diferentes critérios taxonômicos utilizados no presente trabalho, do que resulta uma inconsistência temporária na nomenclatura das formas reconhecidas e utilizadas. Somente, uma revisão direta do material manuseado por aqueles autores poderá permitir um cotejo mais pormenorizado. Assim

mesmo, tentou-se uma correlação aproximada, conforme está exibido nas Figuras 7 e 8.

IDADE. O problema da idade da seqüência neopaleozóica, inclusive o Grupo Tubarão aqui tratado da Bacia do Paraná, em relação à escala padrão mundial constitui um problema ainda não solucionado a contento.

ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (*op. cit.*) revisaram, recentemente, os dados megafaunísticos e mega e microflorísticos relativos ao problema, que consideram, como parece ser óbvio, intimamente relacionado a questão da fixação do limite Carbonífero-Permiano no Hemisfério Sul, no geral, e na América do Sul, em particular.

Em síntese, as conclusões atingidas por aqueles autores podem ser assim apresentadas. No nosso caso, limitar-me-ei a discutir, somente, os dados referentes ao Subgrupo Itararé, já que nenhuma nova ocorrência foi encontrada em rochas da Formação Tatuí:

1) os invertebrados marinhos que ocorrem no Grupo Tubarão permitem, somente, o estabelecimento de uma idade geral Permiana para parte do Subgrupo Itararé (abrangendo, pelo menos, a seqüência acima da assembléia de Capivari), sendo o limite superior fixado pela idade eopermiana (artinskiana) atribuída à assembléia marinha de Taió, na parte média da Formação Bonito, em Santa Catarina (ROCHA-CAMPOS, 1970; RUNEGAR, 1972). Com relação ao limite inferior a única informação disponível refere-se à assembléia de Araçoiaba, para a qual LIMA *et al.* (*op. cit.*) sugeriram uma idade neocarbonífera.

A correlação proposta entre as assembléias de Capivari e Hortolândia sugere uma "transgressão" temporal da base do Subgrupo Itararé em direção NE, no Estado de São Paulo, onde estaria representado, somente, a parte superior do Sub

grupo.

2) Quanto à megaflora, tem sido convenção geralmente aceita no Hemisfério Sul, considerar-se o início do Permiano, coincidente com o aparecimento das primeiras Glossopterídeas, ou do ponto de vista prático, a primeira ocorrência de *Gangamopteris* (ARCHANGELSKY, 1971; RÖSLER, 1972, 1973).

Na Argentina, assembléias com Glossopterídeas são precedidas, estratigraficamente, por megafloras contendo *Pseudorhacopteris ovata* (assembléia Tupense) e *Botrychiopsis plantiana* (assembléia Trampeaderense), que ARCHANGELSKY (1971) considera de idade neocarbonífera. A última espécie coexiste, em parte, com as primeiras ocorrências de Glossopterídeas (ARCHANGELSKY, 1971).

Na Bacia do Paraná, MILLAN (1975) identificou *Pseudorhacopteris* cf. *ovata* e *Rhacopteris* cf. *chubutiana* (= *Pseudorhacopteris* ?), na assembléia de Monte Mór, portanto, dentro da área em estudo. Como já comentei, esse autor não reconheceu a ocorrência de impressões de *Glossopteris* nessa flora, anteriormente mencionada por RIGBY (1970), considerando-a como pré *Glossopteris*, e nesse caso, de idade Carbonífera (vestfaliana). As primeiras ocorrências de Glossopterídeas no Grupo Tubarão foram registradas na Assembléia de Cerquilha, na parte superior do Subgrupo Itararé, o que, de acordo com o ponto de vista tradicional, coincidiria com o início do Permiano (RÖSLER, 1973).

RIGBY (1973), contudo, descreve a sucessão de megafloras neopaleozóicas de Queensland, Austrália, em que assembléias com *Pseudorhacopteris* e *Botrychiopsis* são sucedidas por floras eogondvânicas típicas com Glossopterídeas no intervalo Namuriano-Eopermiano.

3) Microflora. De acordo com a interpretação de DAEMON & QUADROS (*op. cit.*) os intervalos bioestratigráficos G a L, que corresponderiam à sequência Tubarão, no Está

do de São Paulo, seriam equivalentes cronologicamente ao Estefaniano C - Kazaniano, isto é, neocarbonífero-neopermiano. Tal interpretação, evidentemente, colide, em parte, com a anteriormente discutida referente aos dados baseados nos invertebrados marinhos já que a idade artinskiana atribuída à assembléia de Taiō, estabeleceria, aproximadamente, esse limite superior (eopermiano) para a idade do Subgrupo Itararé.

Os dados palinológicos obtidos durante o decorrer do presente trabalho, referentes, somente, ao Subgrupo Itararé, foram comparados com outras seqüências de microfloras neopaleozóicas conhecidas no Gondvana, particularmente, da Austrália, onde se associam à ocorrência de fósseis marinhos diagnósticos, o que permitiu a fixação de suas idades aproximadas, em termos da coluna padrão mundial.

O confronto com as assembléias ("Andares") de EVANS (1969) e de SEGROVES (1970) forneceu resultados aproximente iguais, isto é, as Microfloras I, II e III, reconhecidas no Subgrupo Itararé, são comparáveis, quantitativa e qualitativamente, com as microfloras 2-3 de EVANS (1969) e com as assembléias de *Microbaculispora* a *Haphocystia* de SEGROVES (1970), correspondente ao intervalo neocarbonífero-eopermiano (a neopermiano?). KEMP (1973) processou, também, seis amostras de diamictitos, ritmitos e siltitos do Subgrupo Itararé, da área paulista, obtendo assembléias palinológicas que considerou comparáveis às microfloras 2-3 de EVANS (*op. cit.*), o que coincide com as conclusões aqui atingidas.

Um comentário, poderia ainda ser feito, com relação à idade dos sedimentos do Subgrupo Itararé, da região nordeste do Estado de São Paulo, denominados por alguns autores Formação Aquidauana (ALMEIDA, 1954, 1956; LANDIM, 1970, SOARES, 1972; SOARES & LANDIM, 1973; FIORI, 1977), em relação aos sedimentos glaciais da parte central e sul do Estado. ALMEIDA (1954) considerou-os mais novos do que o Itararé, correla

cionando-os com a seqüência pós-glacial (Formação Itapetininga). LANDIM (*op. cit.*) e SOARES & LANDIM (*op. cit.*) concordaram com ALMEIDA (1956), quanto à correlação das rochas existentes em Águas da Prata, Poços de Caldas e sul de Minas Gerais e as da Formação Aquidauana, de Mato Grosso e Goiás. Contudo, admitiram que os sedimentos da borda leste deveriam ter a mesma amplitude de idade que a Formação Itararé, em razão do seu interdigitamento, tanto na base como no topo. Segundo esses autores, tais relações podem ser observadas na região de Leme, em direção a Conchal e Mogi-Guaçu. Entretanto, geólogos da Petrobrás, baseados em dados palinológicos, são a favor de uma idade mais velha para o Aquidauana, da borda oeste, em relação ao Subgrupo Itararé, do Estado de São Paulo (NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969; DAEMON & QUADROS, 1970).

Do exame das Figuras 6 e 7, três hipóteses parecem ser possíveis quanto as relações estratigráficas entre o Subgrupo Itararé nas regiões nordeste e central do Estado. Tais formulações baseiam-se, fundamentalmente, em evidências litoestratigráficas, dada a ausência de controle paleontológico disponível. A primeira seria de que, tanto os sedimentos da base do topo do Subgrupo Itararé, da parte nordeste, como os da região central e sul, ter-se-iam depositados contemporaneamente e que a posição dos primeiros, exibida nos gráficos mencionados, decorreu de basculamento tectônico do embasamento da região nordeste, conforme comentarei adiante. A segunda, seria de que os sedimentos a nordeste, corresponderiam aos da parte basal do Subgrupo, nas regiões centro-leste e centro-sul. De maneira similar, estariam em posição topográfica alta, devido ao levantamento ocorrido na parte marginal da Bacia, ao tempo da deposição do conjunto C. A terceira possibilidade, que prefiro, admite que os sedimentos a nordeste seriam equivalentes, somente, aos da parte superior do Subgrupo Itararé (conjuntos C e D). Esta hipótese fundamenta-

-se na ocorrência de fácies avermelhadas ("Formação Aquidauna"), em posição estratigráfica superior à da intercalação marinha de Hortolândia, Capivari (e também superior ao conjunto B), em Leme (LANDIM, *op. cit.*; SOARES & LANDIM, *op. cit.*), e, portanto, correspondendo, cronologicamente, a idade da Microflora III.

Recentemente, PASCHOLATI & PACCA (no prelo) sugeriram, através de estudos paleomagnéticos de rochas do Subgrupo Itararé de Mococa, Casa Branca e Araçoiaba, serem as seqüências a nordeste mais jovens do que as basais da região centro-sul do Estado, o que corroboraria a interpretação adotada.

6 - HISTÓRIA TECTO-SEDIMENTAR

O desvendamento da história tecto-sedimentar de uma unidade complexa como o Grupo Tubarão, particularmente, a do Subgrupo Itararé é, como se pode perceber pela descrição que precedeu, difícil, dada a complexidade do arranjo espacial das suas litologias, tanto na vertical, quanto na horizontal e o ainda precário controle bioestratigráfico disponível.

Assim mesmo, creio ser possível atingir-se algumas inferências gerais quanto à história sedimentar e os fatores tectônicos principais que a controlaram.

A natureza continental da glaciação que afetou a Bacia do Paraná, já adequadamente comprovada (LEINZ, 1937; ROCHA-CAMPOS, 1967; MARTIN, 1961, LANDIM, 1970), em particular, na área em estudo, implica, segundo o ponto de vista atualístico, ao meu ver, na possibilidade de atuação de fatores tectônicos análogos aos que condicionaram a sedimentação dos depósitos da glaciação pleistocênica. Esta, como é do conhecimento geral, tem caráter cíclico, envolvendo episódios de avanço e recuo do gelo, que são acompanhados, respectivamente, pelo maior e menor acúmulo de gelo sobre a crosta da Terra, e de ajustes isostáticos e eustáticos negativos e positivos, na área afetada pela glaciação.

Ao mesmo tempo, é bastante provável que a sedimentação do Grupo Tubarão tenha estado também condicionada por fatores tectônicos regionais, que acompanham o desenvolvimento de uma bacia intracratônica, como é o caso da Bacia do Paraná.

A medida que a atual pesquisa desenvolveu-se tornou-se, mais ou menos claro, que a elaboração de um "modelo" tecto-sedimentar para o Grupo, envolvia, pelo menos, os dois conjuntos de fatores, acima apontados, cujos efeitos se in-

terpenetram, não sendo sempre possível de discernimento. Não constitui objetivo desta dissertação elaborar, pormenorizadamente, este ponto, porém creio que devo dedicar algumas linhas à discussão de conceitos tectônicos gerais que nortearam a tentativa de análise que se segue.

Tendo em conta que o painel estratigráfico obtido representa, ainda que grosseiramente, um panorama da sedimentação da unidade tratada ao longo da direção deposicional, a análise intentada fundamenta-se na possibilidade de se reconhecer os traços principais da história tecto-sedimentar, através do exame das variações laterais das características litológicas e texturais da sequência em estudo. Essas variações de caráter regional, no meu entender, refletem condições tectônicas também regionais e de caráter cratônico.

Internamente, a sequência examinada encerra outras evidências litológicas e estratigráficas, que parecem refletir a ação de fatores mais locais e de expressão lateral variável. Encaixam-se aqui, as sequências particulares de litologias que podem repetir-se na vertical, simulando ciclos (LEINZ, 1937; FRANKES & FIGUEIREDO, 1967; LANDIM, 1971; SANTOS *et al.*, 1973). Estes, ao meu ver, constituem reflexo de fenômenos epirogenéticos, de caráter isostático, ligados à evolução da glaciação.

Na atual discussão, reportar-me-ei, somente, aos fenômenos tectônicos sedimentares de magnitude maior, já que os do segundo grupo deverão ser tratados, com mais pormenores, por SANTOS (*op. cit.*).

Do exame do painel estratigráfico, levando-se em conta as características litológicas e texturais gerais dos conjuntos litológicos reconhecidos (Figuras 6 e 7), parece evidente que a história tecto-sedimentar do Grupo Tubarão, no Estado de São Paulo, envolveu, pelo menos, quatro fases dis-

tintas.

A primeira, abrange desde a época prévia à deposição do conjunto A, até o final da deposição do conjunto B. Caracteriza-se, inicialmente, por um período de intensa atividade tectônica, principalmente, na região centro-sul (SANFORD & LANGE, 1960; PETRI & FULFARO, 1967; LANDIM, 1970, 1972; FULFARO, 1971, 1974).

De fato, a ausência de camadas devonianas ao norte de Itapeva e as evidências de retrabalhamento dos arenitos da Formação Furnas, desde essa localidade, em direção à parte sul do Estado, sugerem a existência de um embasamento pré-Tubarão constituído de áreas elevadas, na região das cidades de Capão Bonito e Sorocaba e deprimidas em direção à região de Itararé. O levantamento dessa área, segundo PETRI & FULFARO (1967) e FULFARO (1971), esteve associada a uma fase de falhamentos normais, que corresponderia a um ciclo tectônico de idade pós-devoniana e pré-neocarbonífera. Posteriormente, FULFARO (1974) reconheceu evidências de uma intensa atividade tectônica ao longo do que denominou alinhamento estrutural do Paranapanema, orientada segundo, ESE - O NO, na época de sedimentação do Subgrupo Itararé. Ainda, segundo este autor, tal feição estrutural dividiu a Bacia do Paraná em duas sub-bacias das quais, a setentrional, teria tido caráter mais subsidente. Anteriormente, SANFORD & LANGE (*op. cit.*) já haviam reconhecido o Arco de Ponta Grossa como elemento estrutural responsável por uma compartimentação longitudinal da Bacia ao tempo Tubarão. LANDIM (*op. cit.*), através de uso de técnicas de análise de tendências de superfície aplicada a dados de espessura do Grupo, verificou, ainda, a existência de altos regionais intrabassinais nas regiões de Apucarana e Olimpia, que teriam influenciado a sedimentação neopaleozóica.

A partir desses dados e levando-se em conta o apa-

rente comportamento do embasamento revelado pelo exame da Figura 6, pode-se imaginar que o início da sedimentação do Grupo Tubarão na área (conjunto A) ocorreu, provavelmente, sobre um embasamento de topografia irregular, com regiões intrabas sinais deprimidas de orientação geral SE-NO (vale do Rio Tie tê, região de Itararé e, localmente, a região de Sorocaba) e elevadas (região de Capão Bonito e Sorocaba e ao norte de Campinas), que se estendiam, ao que parece, até a região marginal atual da Bacia. Tais feições foram responsáveis, em parte, pela variação lateral de fácies verificadas no conjunto inferior, ao longo da direção deposicional, e sua distribuição e caráter ao longo da margem leste, poderiam ser responsáveis pelo padrão de distribuição dos diamictitos, abrangendo a maior incidência, tanto em número, quanto em espessura, associadamente, às áreas de maior espessura e mais subsidentes do Grupo Tubarão, contrapondo-se as espessuras menores e menor número de corpos, correspondentemente as áreas de menor espessura e subsidência.

Na Figura 10, estão representados, esquematicamente, os principais elementos tectônicos que, no meu entender, condicionaram a sedimentação do Grupo Tubarão.

Após a deposição do conjunto A, a sub-bacia norte parece ter alcançado um período de relativa calma tectônica, fazendo com que, fenômenos isostáticos, relacionados ao mecanismo de avanço e recuo das geleiras, presentes desde o início da sedimentação, tornem-se, relativamente, predominantes. Isto pode ser evidenciado pelas características texturais do conjunto B (porcentagem maior de clásticos finos) e pelo registro de intercalações marinhas.

A segunda fase, abrangendo parte do conjunto C, caracteriza-se, principalmente, pelo recrudescimento de condições tectônicas. Nesta época, provavelmente, teve início um levantamento gradual da borda nordeste da Bacia, que se man-

Figura 10 - Principais elementos tectônicos da Bacia do Paraná, durante o Neopaleozóico, na área de estudo.

teve até o final da deposição do Subgrupo. No geral, predominam os clásticos grossos e diamictitos, notadamente, nas regiões centro-sul e nordeste, enquanto que, na região centro-leste os clásticos grossos e diamictitos associam-se aos clásticos finos.

Na terceira fase, verifica-se a deposição da parte superior da sequência Itararé (conjunto D), predominando, na região nordeste, sedimentação nitidamente continental, gradando, em direção ao sul, para condições de maior influência marinha. Texturalmente, os sedimentos a nordeste são grossos, enquanto que, nas regiões centro-leste e centro-sul são, predominantemente, constituídos de clásticos finos.

Finalmente, a quarta e última fase representada, estratigraficamente, pela Formação Tatuí, corresponde a um período tectonicamente calmo, haja vista a sedimentação extremamente fina e homogênea dessa sequência. O início do ciclo pós-glacial pode ter sido erosional (SOARES, 1972), com re-trabalhamento do material depositado no ciclo anterior.

7 - ELEMENTOS DE PALEOGEOGRAFIA

Com base nos elementos discutidos anteriormente, e em outros dados próprios e da literatura, apresentarei, a seguir, uma discussão sucinta dos principais traços da geografia glacial neopaleozônica, na parte norte da Bacia do Paraná, abrangida pelo presente estudo.

As reconstituições disponíveis da paleogeografia dos depósitos glaciais do Subgrupo Itararé, fundamentam-se, principalmente, em dois tipos de evidências: a) dados relativos à direção do movimento do gelo, determinados a partir de elementos direcionais verificados nas rochas ou no seu embasamento; e b) natureza das fácies sedimentares e sua distribuição.

ROCHA-CAMPOS (1967) compilou dados da literatura a respeito das feições direcionais associadas aos sedimentos glaciais, mostrando que o sentido principal de transporte foi de sudeste para noroeste, na parte norte borda da Bacia do Paraná. Com base nesses dados e associando-os à distribuição de fácies então reconhecidas ao Subgrupo Itararé, ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA (1969b) delimitaram uma área de sedimentação, predominantemente terrestre, a leste, que passaria, em direção oeste, para uma região onde teria predominado deposição subaquosa (FARJALLAT, 1970).

Através da medição de paleocorrentes e estrias sobre o embasamento Pré-Cambriano na borda leste da Bacia, FRANKES & CROWELL (1969) puseram em evidência, novamente, que o sentido principal de deslocamento das geleiras neopaleozônicas e de transporte dos sedimentos do Subgrupo Itararé teria sido de SE-NO, na área paulista da Bacia do Paraná. Reconheceram, ainda, que a deposição de morenas basais e atividades fluviais constituíram processos dominantes em três centros

principais: a) Estado de São Paulo; b) Estado do Paraná, ao sul do arco de Ponta Grossa, e ao Norte de Santa Catarina; c) ao redor do escudo Uruguaio-Rio Grandense.

LANDIM (1970;1972) e FULFARO (1971) chegaram a resultados semelhantes, ao tratarem o ciclo glacial através de técnicas de análises de tendência de superfície. Particularmente, para o Estado de São Paulo, LANDIM (*op.cit.*) deduziu a presença de uma região tectonicamente negativa, de orientação NO-SE, situada entre duas outras de caráter tectonicamente positivo, denominadas altos de São Jerônimo da Serra (Paraná) e Olimpia, Estado de São Paulo. Tais elementos foram interpretados como centros, a partir dos quais teria havido irradiação glacial.

FRAKES & CROWELL (1972), com base na coincidência geral de direção de transporte e contiguidade geográfica pré-deriva, especularam que os lobos glaciais que atingiram a Bacia do Paraná, Kaokveld, Paraná e Uruguai, no seu flanco leste, tiveram o seu centro principal de glaciação na região da Zâmbia-Rodésia-Botswana, na África (FRAKES & CROWELL, 1970 e CROWELL & FRAKES, 1970, *In* FRAKES & CROWELL, *op.cit.*). Sugeriram, também, que esses lobos situavam-se ao longo dos eixos das depressões mostradas pelos mapas de isoespessura e análises de tendências de superfície. Assim, o lobo Kaokveld estendeu-se em direção noroeste no Estado de São Paulo, para lelamente às estrias verificadas no escudo brasileiro.

As intercalações de fósseis marinhos nos sedimentos do Grupo Tubarão, já reconhecidas há muito tempo, constituem outro elemento importante para a interpretação da geografia neopaleozóica da área. ROCHA-CAMPOS (1967, 1970) reconheceu a afinidade entre os invertebrados marinhos do Grupo Tubarão e os de faunas neopaleozóicas da Argentina, de onde, provavelmente, ter-se-iam dispersado em direção norte, para a Bacia do Paraná. Em consonância com essa interpretação, FRAKES &

CROWELL (1969, 1972) postularam que a conexão marinha da Bacia do Paran ter-se-ia situado, provavelmente, em direo sul, entre duas reas positivas representadas pelo escudo Uruguaio-Rio Grandense e o arco Martin Garcia. (PADULA & MINGRAM, 1967.)

Tal interpretao difere da de LANDIM (1970) que, tendo em vista o comportamento tectonicamente negativo, da rea central do Estado de So Paulo, durante a deposio do Subgrupo Itarar, admitiu que a entrada do mar deveria ter sido de sudeste, na parte norte da Bacia. Tal concluso foi tambm adotada por FULFARO (1971), baseado nos resultados de anlises de tendncias de superfcie aplicada a dados de espessura do Grupo Tubaro.

A integrao dos dados disponveis na literatura e seu exame luz das novas informaes obtidas, permite a elaborao de um esboo paleogeogrfico de carter preliminar, para parte norte da Bacia do Paran, que esclarece alguns dos pontos principais acima tratados. As bases utilizadas para a elaborao desse quadro foram as seguintes:

1) Com relao direo principal de transporte dos sedimentos durante a glaciao neopaleozica, os dados fornecidos atravs de evidncias, tais como, superfcies estriadas, "roches moutones", pavimento de clastos, alongamento de vales glaciais, etc, indicam, sistematicamente, uma direo de transporte de sudeste para noroeste (ROCHA-CAMPOS, 1967; FRANKES & CROWELL, 1969; ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1968, 1969a; ROCHA-CAMPOS *et al.*, 1976). Embora, os dados direcionais de estruturas sedimentares observveis nas rochas do Subgrupo Itarar como, por exemplo, estratificaes cruzadas, sejam de interpretao complexa (LANDIM, 1970; BOUTON, 1972), as primeiras constituem elementos valiosos para anlise paleogeogrfica no devendo, pois, serem desprezadas.

Neste particular, o exame dos perfis, aqui descritos,

permitiu verificar que as direções de deslocamentos do gelo neopaleozóico, interpretadas através de estruturas diretamente relacionadas ao deslize das geleiras, mantiveram-se, aparentemente, constantes durante a deposição do Subgrupo Itararé. Isto pode ser observado, por exemplo, através das medições de estrias sobre as "roches moutonées", na base da sequência em Salto (ALMEIDA, 1948; AMARAL, 1965), comparado com as encontradas sobre os pavimentos de clastos intratiliticos na parte média e superior do Subgrupo Itararé, em Capivari e Jumirim (ROCHA-CAMPOS *et al.*; no prelo; ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA, 1968).

2) As ingressões marinhas de Hortolândia, Capivari, Araçoiaba da Serra e Itaporanga, presentes na sequência glacial, apresentam uma biofácies característica de mares rasos, inclusive plataforma interna (LIMA *et al.*; no prelo; SANTOS *op.cit.*). Situação similar, também, é indicada pelos *Tasmanites* presentes nos diamictitos da parte superior do Subgrupo Itararé, junto à Gramadinho (CAREY & AHMAD, 1961).

3) Conforme discutido no capítulo anterior (p.76), a configuração topográfica da margem da Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, parece ter incluído áreas elevadas e depressidas. As primeiras corresponderiam ao arco de Ponta Grossa, ao alinhamento estrutural do Paranapanema, que na época de sedimentação da sequência Itararé atuou, provavelmente, como um alto estrutural, e a borda nordeste da Bacia, que poderia representar o prolongamento sul do arco da Canastra. As áreas tectonicamente negativas corresponderiam, ao que parece, a um alinhamento de direção NO-SE, já notada, também, por FRANKES & CROWELL (1969), LANDIM (1970) e FULFARO (1971), aqui denominada, informalmente, de alinhamento de Tietê. Uma outra área subsidente localizar-se-ia, possivelmente, entre os alinhamentos estrutural de Paranapanema e o arco de Ponta Grossa. Essa topografia deve, pois, ter influenciado o deslize

das geleiras, que ao meu ver, tiveram o seu fluxo principal condicionado pelas áreas negativas acima mencionadas.

Outros elementos paleogeográficos de caráter mais regional foram coletados, ainda, através da confecção de mapas (Figuras 13 e 14) e análise de outros, da literatura, referentes à distribuição de espessura e de litofácies do Subgrupo Itararé (NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969, Figuras 8, 9 e 10; FULFARO, 1971, Figura 14.) (Figuras 11, 12, 15 e 16).

Comparando-se os mapas de isópacas do Subgrupo Itararé mais Formação Aquidauana (NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, *op.cit.*) (Figura 11) e de desvios da superfície de tendência de 30 grau do Subgrupo Itararé (FULFARO, *op.cit.*) (Figura 12), com os de porcentagem de diamictitos em relação à espessura total da sequência Itararé e o seu respectivo mapa residual (Figuras 13 e 14), verifica-se que as maiores porcentagens de diamictitos estão associados com as áreas tectonicamente negativas, como aponteí acima.

Por sua vez, o exame dos mapas de isoporcentagem de areia e de folhelho, do Subgrupo Itararé mais Formação Aquidauana (NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN, *op.cit.*) (Figuras 15 e 16), permite constatar o aumento da porcentagem de areias em direção às margens leste, norte e nordeste da Bacia do Paraná. Tal situação parece indicar, portanto, que nessas direções situavam-se as áreas de proveniência principal desses clásticos. Em contraposição, para sudoeste, há um predomínio dos folhelhos, sugerindo um eixo principal de acumulação NE-SO, conforme já havia sido constatado por FULFARO (1971).

O quadro paleogeográfico imaginado, com base nos elementos acima, assemelha-se, até certo ponto, ao apresentado por ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA (1969b) e FRANKES & CROWELL (1969, 1972). O centro glacial situava-se a leste da atual borda da Bacia do Paraná e um dos seus lobos, passando

por uma região de topografia variada, condicionada por depressões do embasamento (vales glaciais?), atingiu o Estado de São Paulo, localizando-se, principalmente, nas áreas mais deprimidas, depositando-se, por vezes, em regiões de influência marinha. A disposição da antiga linha de costa deve ter variado no sentido geral leste-oeste, havendo alguns dados indicativos de sua localização, aproximada, a leste de Araçoiaba da Serra, no tempo correspondente ao limite entre as Microfloras I-II e, próximo a Gramadinho, no intervalo correspondente à Microflora III (SANTOS, *op.cit.*).

Pode-se especular, com relação à disposição da frente glacial, com base na presença do pavimento de clastos, em Jumirim, a 50 km a NO da margem atual da Bacia, que o lobo glacial ultrapassou, no seu deslocamento, a citada localidade, podendo ter atingido partes mais interiores da Bacia.

Com relação às ingressões marinhas, a análise integrada dos mapas das Figuras 15 e 16, sugere que o mar, que ingressou, esporadicamente, na parte marginal do norte da Bacia do Paraná, esteve sempre presente na região sudoeste. Sua conexão com o oceano "aberto" poderia ter sido pela região sugerida por FRAKES & CROWELL (1969) ou, então, entre o escudo Uruguaiano e o sul do arco de Ponta Grossa, haja vista a alta porcentagem de folhelhos nesta região, mostrada pelo mapa de NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN (*op. cit.*), alguns contendo também *Tasmanites* (DAEMON & QUADROS, *op. cit.*). Ambas as possibilidades encontram fundamento, pois MARTIN, WALLISER & WILCZEWSKI (1970), já mencionam a possibilidade de existir, durante o Permo-Carbonífero, um proto-oceano Atlântico, ao sul da Bacia do Paraná.

Figura 11 - Mapa de isôpacas da Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN, 1969). Explicação: intervalo: 200m; pontilhado: limite de afloramento; setas: direções gerais de movimento das geleiras.

Figura 12 - Mapa de desvios da superfície de tendência de 39 grau do Subgrupo Itararé (seg. FULFARO, 1971).

Figura 13 - Mapa de porcentagem de diamictito em relação à espessura total do Subgrupo Itararé, em subsuperfície. Explicação: intervalo: 10%; pontilhado: limite de afloramento; setas: direções gerais de movimento das geleiras.

Figura 14 - Mapa de resíduo da porcentagem de diamictito em relação à espessura total do Subgrupo Itararé, em subsuperfície. Explicação: em branco: áreas tectonicamente mais negativas (desvios positivos); hachurado: áreas tectonicamente mais positivas (desvios negativos); pontilhado: limite de afloramento; setas: direções gerais de movimento das geleiras.

Figura 15 - Mapa de porcentagem de areia na Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN, 1969).
Explicação: intervalo: 10%; pontilhado: limite de afloramento.

Figura 16 - Mapa de porcentagem de folhelho na Formação Itararé e Aquidauana (seg. NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN, 1969). Explicação: intervalo: 10%; pontilhado: limite de afloramento.

8 - RESUMO

A presente dissertação conta os resultados preliminares de um projeto global, que visa o estudo da estratigrafia da faixa oriental de afloramento do Grupo Tubarão em especial do Subgrupo Itararé, tendo por base o levantamento sistemático de perfis estratigráficos, aproximadamente, perpendiculares à faixa de afloramentos, ao longo de todas as estradas disponíveis que cruzam a extensa faixa sedimentar.

As áreas inicialmente estudadas referem-se às partes centro e sul do Estado de São Paulo, por constituírem as regiões clássicas e mais significativas de ocorrência do Subgrupo Itararé, tanto em termos de espessura como, no que tange, a complexidade de sua história sedimentar.

Os perfis examinados, em número de oito, foram, posteriormente, transformados em seções colunares, sendo correlacionados entre si tanto litologicamente, como bioestratigraficamente. O *datum* utilizado, para a correlação, o único disponível no âmbito da pesquisa realizada, foi a base da Formação Tatuí.

O exame do painel litoestratigráfico, resultante, permitiu reconhecer a existência de cinco conjuntos de litologias no Grupo Tubarão. Esta subdivisão derivou da análise da distribuição, tanto na vertical como na horizontal, das litologias clásticas finas (arenitos finos, siltitos, ritmitos, argilitos e folhelhos) em relação às clásticas grossas (arenitos médios a conglomerados) e diamictitos. Sua categoria litoestratigráfica não está, ainda, perfeitamente clara, podendo, até, corresponder a formações (ou membros), dependendo, obviamente, de trabalhos cartográficos futuros. Dessa forma, optei por um tratamento informal para designar as associações litológicas verificadas, denominando-os de

conjunto.

A partir do inferior, caracterizam-se por:

Conjunto A: clásticos finos associados a diamictitos e clásticos grossos, na região centro-leste do Estado. Em direção ao sul predominam diamictitos e clásticos grossos em relação aos finos;

Conjunto B: maior incidência de clásticos finos, ocorrendo, subsidiariamente, diamictitos e clásticos grossos. Tal característica persiste ao longo de toda a faixa deposicional;

Conjunto C: grande quantidade de clásticos finos associados a diamictitos e clásticos grossos na parte centro-leste, enquanto que em direção ao sul e a nordeste, voltam a predominar clásticos grossos e diamictitos, em relação aos termos mais finos;

Conjunto D: mesma situação verificada no conjunto B. Tanto na região centro-leste, como na centro-sul, há maior incidência de clásticos finos, em relação aos grossos e diamictitos. Na região nordeste predominam os clásticos grossos sobre os demais termos litológicos;

Conjunto E: constituídos de siltitos variegados (principalmente, avermelhados e esverdeados) e arenitos finos.

Do ponto de vista estratigráfico, os quatro conjuntos inferiores correspondem ao Subgrupo Itararé, enquanto que o mais superior representa a Formação Tatuí.

O presente trabalho oferece, ainda, a oportunidade de visualizar a distribuição estratigráfica das diversas assembléias fossilíferas conhecidas, das litofácies a elas associadas e das biofácies que lhes correspondem. Quanto à composição das assembléias faunísticas e florísticas a discussão foi baseada, fundamentalmente, no trabalho de ROCHA-CAMPOS & RÖSLER (no prelo), variando, somente, o contexto estratigráfico utilizado.

Das assembléias faunísticas reconhecidas até o presente no Subgrupo Itararé (Hortolândia, Capivari, Araçoiaba e Itaporanga), três delas associam-se aos conjuntos litológicos B-C (Araçoiaba, Hortolândia e Capivari) e uma ao conjunto D (Itaporanga). As informações bioestratigráficas palinológicas indicam que se tratam de intercalações marinhas, de três idades distintas, associadas às Microfloras I, II, III. O poder de resolução da análise palinológica, não permite, ainda, entender a correlação entre as ocorrências fossilíferas associadas à Microflora II (Hortolândia e Capivari), tendo em vista o grau de pormenores atingido até o presente na identificação das formas encontradas. Dada a pequena distância estratigráfica e geográfica foram elas consideradas como representando a mesma assembléia.

Do ponto de vista paleoecológico, os fósseis conhecidos caracterizam uma biofácies de águas rasas, ou de plataforma interna (SANTOS, *op. cit.*). As litofácies associadas são, via de regra, constituídas de siltitos ou lamito siltyco mal estratificado ou mesmo maciço, que podem estar associados, direta ou indiretamente, a sedimentos de origem glacial. Estas relações estratigráficas fazem notar que os organismos originais viviam, provavelmente, sob condições de águas frias, glaciais, possivelmente, nas proximidades de calotas flutuantes (ANDERSON, 1972).

Com relação às assembléias de megafloras, somente, duas são conhecidas, até o momento, no Subgrupo Itararé, na área em estudo. A primeira, em Monte Mór, associa-se ao conjunto litológico C, enquanto que a segunda, de Cerquilha, associa-se ao conjunto D. Em ambos os casos, estão associadas a sedimentos carbonosos, ou mesmo, a camadas finas de carvão.

Para o estudo da microflora, cerca de 200 amostras de litologias diversas foram coletadas ao longo dos perfis examinados. Destas, somente, 70 mostraram-se férteis. As

formas isoladas foram identificadas, preliminarmente, ao nível de gênero, e sua distribuição vertical e geográfica de terminada. A distribuição das formas mais comuns e de amplitude restrita serviu de base para o reconhecimento da constituição das principais microfloras do Subgrupo Itararé, em termos qualitativos e quantitativos.

Três microfloras foram reconhecidas no Subgrupo Itararé, a saber:

Microflora I. A microflora mais antiga identificada no Subgrupo Itararé corresponde, litoestratigraficamente, aos conjuntos A-B.

Caracteriza-se ela, por uma predominância de esporos, que podem atingir até 80% (em média), acompanhados por quantidades subsidiárias de pólenes dos tipos monossacados (até cerca de 20%), monocarpados (até 2-3%) e bissacados simples e estriados (até cerca de 3%).

Microflora II. A Microflora I é sucedida por uma outra assembléia de caráter transicional, mais diversificada, onde se nota já um decréscimo da frequência de esporos, cuja porcentagem média baixa até cerca de 50%. Acompanham-nos pólenes monossacados e monocarpados, cuja frequência total é equivalente ao da Microflora I, e bissacados simples e estriados cujas porcentagens médias já ultrapassam 10%. Gêneros característicos e, aparentemente, limitados a este intervalo correspondem aos esporos *Verrucososporites*, *Microbaculispora* (?), *Pustulatisporites*, *Brochotriletes* e pólenes *Striatoabietites* e *Alisporites*. Litoestratigraficamente, a assembléia caracteriza o conjunto C.

Microflora III. A assembléia, estratigraficamente, mais jovem do Subgrupo Itararé, correspondente ao conjunto D, exibe um decréscimo acentuado da porcentagem de esporos (< 50%, em média) e de bissacados simples, em relação à anterior. De outro lado, os bissacados estriados, aparecem com frequên

cia elevadas (média de cerca de 30%). A porcentagem de mo nossacados baixa, ligeiramente, enquanto o contrário sucede com os pólens monocolpados. A presença de formas atribuíveis às Tasmanales, constitui uma feição notável da assembléia, da qual podem perfazer pouco mais de 5%.

Além de *Tasmanites*, esporos dos gêneros *Cyclogra*
nusporites, *Lycospora*, parecem ser privativas deste interva
lo, juntamente com pólens atribuíveis a *Hamiapollenites*.

Com relação à idade do Subgrupo Itararé, os dados bioestratigráficos disponíveis, especialmente os palinolôgi
cos, indicam que esta situa-se no intervalo neocarbonífero-
eo (meso) permiano. Os dados bioestratigráficos indicam, tam
bém, que, pelo menos, em um caso (entre os conjuntos B-C), o
limite entre os conjuntos litológicos reconhecidos coincide,
aproximadamente, com o limite bioestratigráfico entre as mi
crofloras neles contidos, o que constitui evidência em apoio
à utilidade prática do seu reconhecimento.

Apesar da complexidade do arranjo espacial das li
tologias do Grupo Tubarão, particularmente a do Subgrupo Ita
raré, e o ainda precário controle bioestratigráfico disponí
vel, foi possível atingir-se algumas inferências gerais quan
to à história tecto-sedimentar e paleogeográfica do Grupo,
na parte norte da Bacia do Paraná.

Levando-se em conta as características litológicas
e texturais gerais dos conjuntos litológicos reconhecidos, pa
rece evidente que a história tecto-sedimentar do Grupo Tuba
rão, no Estado de São Paulo, envolveu, pelo menos, quatro fa
ses distintas.

A primeira abrange desde a época prévia à deposi
ção do conjunto A, até o final da deposição do conjunto B. Ca
racteriza-se, inicialmente, por um período de intensa ati
vidade tectônica, principalmente, na região centro-sul. Ao
que tudo indica, o início da sedimentação do Grupo Tubarão

ocorreu sobre um embasamento de topografia irregular, com regiões intrabassinais deprimidas de orientação geral SE-NO (vale do rio Tietê, região de Itararê e, localmente, a região de Sorocaba) e elevadas (região de Capão Bonito e Sorocaba e ao norte de Campinas), que se estendiam, ao que parece, até a região marginal atual da Bacia. Tais feições foram responsáveis, em parte, pela variação lateral de fácies verificada no conjunto inferior, ao longo da direção deposicional.

Após a deposição do conjunto A, a sub-bacia norte parece ter alcançado um período de relativa calma tectônica, fazendo com que, fenômenos isostáticos, relacionados ao mecanismo de avanço e recuo das geleiras, presentes desde o início da sedimentação, tornem-se, relativamente, predominantes. Isto pode ser evidenciado pelas características texturais do conjunto B e pelo registro de algumas intercalações marinhas.

A segunda fase, abrangendo parte do conjunto C, caracteriza-se pelo recrudescimento de condições tectônicas. Nesta época, provavelmente, teve início um levantamento gradual da borda nordeste da Bacia, que se manteve até o final da deposição do Subgrupo. No geral, a sedimentação é constituída de clásticos grossos e diamictitos, notadamente, nas regiões centro-sul e nordeste.

Na terceira fase, verifica-se a deposição da parte superior da seqüência Itararê (conjunto D), predominando, na região nordeste, sedimentação nitidamente continental, gradando, em direção ao sul, para condições de maior afluência marinha. Texturalmente, os sedimentos a nordeste são grossos, enquanto que, nas regiões centro-leste e centro-sul, são, predominantemente, constituídos de clásticos finos.

Finalmente, a quarta e última fase representada, estratigraficamente, pela Formação Tatuí, corresponde a um período tectonicamente calmo, haja vista a sedimentação extrema

mente fina e homogênea dessa seqüência. O início do ciclo pós-glacial pode ter sido erosional (SOARES, 1972), com retrabalhamento do material depositado no ciclo anterior.

No que tange à paleogeografia, as reconstituições disponíveis dos depósitos glaciais do Subgrupo Itararé, fundamentaram-se, principalmente, em dois tipos de evidências: a) dados relativos à direção do movimento do gelo, determinados a partir de elementos direcionais verificados nas rochas ou no seu embasamento; e b) natureza das fácies sedimentares e sua distribuição.

O quadro paleogeográfico imaginado, com base nos elementos acima, assemelha-se, até certo ponto, ao apresentado por ROCHA-CAMPOS, FARJALLAT & YOSHIDA (1969b) e FRANKES & CROWELL (1969, 1972). O centro glacial situava-se a leste da atual borda da Bacia do Paraná e um dos seus lobos (Kaokeveld), passando por uma região montanhosa, atingiu o Estado de São Paulo, localizando-se, principalmente, nas áreas mais deprimidas, depositando-se, por vezes, em regiões marinhas, conforme é atestado pela ocorrência de *Tasmanites*, em diamictitos, da localidade de Gramadinho.

Pode-se especular, com relação à disposição da frente glacial, com base na presença do pavimento de clastos, em Jumirim, a 50 km a NO da margem atual da Bacia, que o lobo glacial ultrapassou, no seu deslocamento, a citada localidade, podendo ter atingido partes mais interiores da Bacia.

Com relação às ingressões marinhas, a análise integrada dos mapas de isoporcentagem de areia e folhelho, da Formação Itararé mais Formação Aquidauana (NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN, 1969), sugere que o mar que ingressou, esporadicamente, na parte marginal do norte da Bacia do Paraná esteve sempre presente na região sudoeste. Sua conexão com o oceano "aberto" poderia ter sido através das regiões entre o escudo Uruguaio-Rio Grandense e o arco Martin Garcia

(FRAKES & CROWELL, 1969), ou entre o escudo Uruguaiano e o sul do arco de Ponta Grossa, tendo em vista a alta porcentagem de folhelhos nesta região, mostrada pelo mapa de NORTHFLEET, MEDEIROS & MÜHLMANN (*op. cit.*), alguns contendo, também, *Tasmanites* (DAEMON & QUADROS, 1970). Ambas as possibilidades encontram fundamento, pois MARTIN, WALLISER & WILCZEWSKI (1970) já mencionam a possibilidade de existir, durante o Permo-Carbonífero, um proto-oceano Atlântico, ao sul da Bacia do Paraná.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1948 - A "Roche Moutonnée" de Salto, Estado de São Paulo. Geol. e Metal., Bol. nº 5, pp.112-118.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1954 - Geologia do Centro-Leste Mato-grossense: Brasil. Div.Geol.Miner., Bol. nº 150.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1956 - In "Relatório Anual do Diretor, Ano de 1956". Div.Geol.Miner., pp.87-92.
- AMARAL, S.E. do - 1965 - Nova ocorrência de "Roche Moutonnée" em Salto, São Paulo. Bol.Soc.Bras.Geol., vol. 14, nºs 1-2, pp.71-82.
- ANDERSON, J.B. - 1972 - The marine geology of the Weddell Sea. Tese de doutoramento, Florida State University, Tallahassee, Florida (inédita).
- ANDRADE, S.M. & SOARES, P.C. - 1970 - Geologia de semi-detache do Centro-Leste do Paraná. Petrobrás, Desul, Rel.nº400(inédito).
- ANDRADE, S.M. & SOARES, P.C. - 1971 - Geologia do Centro-Leste do Estado de São Paulo. Petrobrás, Desul, Rel. nº 407 (inédito).
- ARCHANGELSKY, S. - 1971 - Las tafofloras del Sistema Paganzo en la Republica Argentina. An.Acad.Bras. Ciên., vol. 43, Suplemento, pp.67-88.
- BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M.de - 1949a - A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo. Div. Geol.Miner., Notas Prels.Est., nº 48.
- BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M.de - 1949b - Nota sobre a estratigrafia da Série Tubarão, no Estado de São Paulo. An.Acad.Bras.Ciên., vol.21, nº 1, pp.65-68.
- BARBOSA, O. & GOMES, F.de A. - 1958 - Pesquisa de petróleo na Bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo. Div.Geol.Miner., Bol. nº 171.

- BOULTON, G.S. - 1972 - Modern Arctic glaciers as depositional models for former ice sheets. *Jl.Geol.Soc. Lond.*, vol. 128, pp. 361-393.
- BJÖRNBERG, A.J.S.; LANDIM, P.M.B. & GANDOLFI, N. - 1965 - In dícios de contribuição eólica nos sedimentos do Grupo Tubarão, em Limeira e Casa Branca, São Paulo. *Bol.Esc.Eng.São Carlos, USP, Geologia* nº 13.
- CAREY, S.W. & AHMAD, N. - 1961 - Glacial marine sedimentation. *In* G.O.Ransch (Ed.), *Geology of the Arctic*, vol. 2, pp. 805-897, Univ. Toronto Press.
- DAEMON, R.F. & QUADROS, L.P. - 1970 - Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. *An. XXIV Congr. Bras.Geol.*, pp. 359-412.
- DAMASCENO, E.C. - 1973 - Pesquisa de algumas matérias primas para agregados leves. Tese de Livre Docência, Esc. Politécnica, USP (inédita).
- DAVINO, A. - 1975 - Geologia da Serra de Araçoiaba, Estado de São Paulo. *Bol. IG, USP*, vol. 6, pp. 129-144.
- DOLIANITI, E. & MILLAN, J.H. - 1972 - Novo afloramento de vegetais gondwânicos no Estado de São Paulo. *An.Acad. Bras.Ciên.*, vol. 45, pp. 653-654.
- EVANS, P.R. - 1969 - Upper Carboniferous and Permian palynological stages and their distribution in eastern Australia. *Gondwana Stratigraphy*, vol. 2, UNESCO, Paris, pp. 41-54.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. - 1966 - Textbook of pollen analysis. Hafner Publishing Co., New York, 237 p.
- FARJALLAT, J.E.S. - 1970 - Diamictitos Neopaleozóicos e sedimentos associados do sul de Mato Grosso. *Div. Geol. Miner., Bol.* nº 250.
- FIORI, A.P. - 1977 - Estratigrafia do Grupo Tubarão (Formação Aquidauana) na região sudoeste do Estado de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Inst. de Geociências, USP (inédita).

- FLINT, R.F.; SANDERS, J.E. & RODGERS, J. - 1960 - Diamictite a substitute term for symmictite. Bull. Geol. Soc. America, vol. 71, nº 12, p. 1809.
- FRAKES, L.A. & FIGUEIREDO FILHO, P.M. de - 1967 - Glacial rocks of the Paran Basin exposed along the Sorocaba-Itapetininga road. In J.J.Bigarella, R.D. Becker e I.D.Pinto (Eds.), Problems in Brazilian Gondwana Geology, pp. 103-106, Curitiba.
- FRAKES, L.A.; FIGUEIREDO FILHO, P.M. de & FULFARO, V.J.-1968- Possible fossil eskers and associated features of the Paran Basin, Brazil. Jour.Sed.Petrol., vol.38, nº 1, pp. 5-12.
- FRAKES, L.A. & CROWELL, J.C. - 1969 - Late Paleozoic glaciation: I South America. Bull. Geol. Soc.America, vol. 80, nº 6, pp. 1007-1042.
- FRAKES, L.A. & CROWELL, J.C. - 1972 - Late Paleozoic glacial geography between the Paran Basin and the Andean Geosyncline. An.Acad.Bras.Cinc.,vol. 44, Suplemento, pp. 139-145.
- FULFARO, V.J. - 1971 - A evoluo tectnica e paleogeogrfica da Bacia Sedimentar do Paran pelo "Trend Surface Analysis". Bol.Esc.Eng.So Carlos, USP, Geologia nº 14.
- FULFARO, V.J. - 1974 - Tectnica do alinhamento estrutural do Paranapanema. Bol. IG, USP, vol. 5, pp. 129-138.
- FULFARO, V.J. & LANDIM, P.M.B. - 1976 - Stratigraphic Sequences of the intracratonic Paran Basin. Newsl.Stratigr., vol. 4, nº 3, pp. 150-168.
- KEMP, E.M. - 1973 - The palynology of Late Paleozoic glacial deposits of gondwanaland.In Campbell K.S.W. (Ed.), Gondwana Geology, Austr. Nat. Univ. Press,Canberra, pp. 397-413.
- LANDIM, P.M.B. - 1970 - Contribuio ao estudo dos mistitos do Grupo Tubaro no Estado de So Paulo. Tese de Livre-Docncia, Fac.Fil.Cinc.Letr.Rio Claro(indita).

- LANDIM, P.M.B. - 1971 - Aplicações de matrizes de probabilidade de transição litológica a seções estratigráficas do Grupo Tubarão. An.do XXV Congr.Bras. Geol., pp. 281-293.
- LANDIM, P.M.B. - 1972 - Upper Paleozoic glaciation in the Northeastern Paraná Basin, Brazil (Tubarão Group). 24th Int.Geol.Congress., Montreal, Section 6, pp. 406-414.
- LANDIM, P.M.B. & BARROS, M.B.R. - 1972 - Distinção de tilitos dentre os mistitos do Subgrupo Itararé.Rev. da Soc.Bras.Geol., vol. 2, nº 4, pp. 270-274.
- LEINZ, V. - 1937 - Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do sul do Brasil. Dep.Nac.Prod.Miner.,Div.Fom. Prod. Miner., Bol. nº 21.
- LEINZ, V. - 1940 - Petrologia das jazidas de apatita de Ipanema (Estado de São Paulo). Dep.Nac.Prod.Minr.,Div. Fom.Prod.Miner., Bol. nº 40.
- LIMA, M.R. de; SAAD, A.R.; CARVALHO, R.G. de & SANTOS, P. R. dos - no prelo - Foraminíferos arenáceos e outros fósseis do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico) da Bacia do Paraná. Brasil. An.XXIX Congr.Bras.Geol., Belo Horizonte.
- MARTIN, H. - 1961 - The hypothesis of continental drift in the light of recent advances of geological Knowledge in Brazil and in South West Africa. Geol.Soc. South Africa, 64 (Annex), pp. 1-47.
- MARTIN, H.; WALLISER, O.H. & WILCZEWSKI, N. - 1970 - A Goniatite from the glacio-marine Dwyka beds near Schlip, South West Africa.Proc.and Papers, 2nd Int. Gondwana Symposium, South Africa, 1970,pp.621-626.
- MEDEIROS, R.A. & TOMAZ FILHO, A. - 1973 - Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. An. XXVII Congr. Bras. Geol., vol. 3, pp. 3-12.
- MENDES, J.C. - 1952 - Faunula permo-carbonífera marinha de Capivari. Bol.Fac.Fil.Ciênc.Letr.,USP, nº 134, Geologia nº 7.

- MEZZALIRA, S. - 1956 - Novas ocorrências de camadas marinhas permo-carboníferas no Estado de São Paulo. Bol.Soc. Bras. Geol., vol. 5, nº 1, pp. 61-67.
- MILLAN, J.H. - 1972 - Macroflórula carbonífera de Monte Mor, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado do IG, USP (inédita).
- MILLAN, J.H. - 1974 - Sobre as coniferopsida da flórula gondwânica de Monte Mor, Estado de São Paulo, Brasil. Ameghiniana, vol. 11, nº 2, pp. 124-134.
- MILLAN, J.H. - 1975 - Tafoflórula Monte Mor do Estado de São Paulo: seus elementos e seu significado no Gondwana Inferior do Brasil. Rev.Soc.Bras.Geociênc., vol. 5, nº 1, pp. 1-14.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MÜLHMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Tecn. Petrobrás, vol. 12, nº 3, pp. 291-346.
- PACHECO, J.C. - 1927 - Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre o meridiano 4º, rio Itararé e os paralelos 23º24' e 24º38'. Rel.Com. Geogr. Geol., pp. 9-12.
- PADULA, E. & MINGRAM, A. - 1967 - Subsurface Carboniferous beds of the Chaco-Mesopotamian region, Argentina and their relatives in Uruguay, Paraguay and Brazil. Gondwana Stratigraphy, IUGS Symposium, Buenos Aires, pp. 1025-1040.
- PASCHOLATI, E.M. & PACCA, I.G. - no prelo - Estudo paleomagnético de secções do Subgrupo Itararé. An. XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.
- PETRI, S. - 1964 - Grupo Tubarão. In Geologia do Estado de São Paulo. Bol.Inst.Geogr.Geol., nº 41, pp. 56-63.
- PETRI, S. & FULFARO, V.J. - 1967 - Considerações geológicas sobre a região de Itapeva, São Paulo. Bol.Soc. Bras. Geol., vol. 16, nº 1, pp. 25-40.
- PETTIJOHN, F.J. - 1957 - Sedimentary rocks (2ª Ed.), Harpers and Bros, New York, 690 p.

- POTTER, P.E. & PETTIJOHN, F.J. - 1963 - Paleocurrents and Basin Analysis. Springer-Verlag, Berlin, 296 p.
- RIGBY, J.F. - 1970 - The distribution of Lower Gondwana plants in the Paran Basin of Brazil. Proc. and Papers, 2nd Int. Gondwana Symposium, South Africa, 1970, pp. 575-584.
- RIGBY, J.F. - 1973 - Gondwanidium and other similar Upper Paleozoic genera and their stratigraphic significance. Geol. Surv. Qld. Publ., n 350, Palaeont. Papers, n 24.
- REINECK, H.E. & SINGH, J.B. - 1973 - Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, Berlin, 412 p.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1963 - Deformaes penecontemporneas em sedimentos glcio-lacustres do Grupo Tubaro. Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 12, ns. 1-2, pp. 49-56.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1966 - Novas ocorrncias de fsseis marinhos no Grupo Tubaro em So Paulo e Santa Catarina. Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 15, n 4, pp. 5-12.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1967 - The Tubaro Group in the Brazilian portion of the Paran Basin. In J.J. Bigarella, R.D. Becker e I.D. Pinto (Eds.), Problems in Brazilian Gondwana Geology, pp. 27-109, Curitiba.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1970 - Upper Paleozoic bivalves and gastropods of Brazil and Argentina, a review. Proc. and Papers, 2nd Gondwana Symposium, South Africa, pp. 605-612.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - 1974 - Carvo de pedra no Estado de So Paulo: Situao atual e perspectivas. Rel. Secret. Planej. do Estado de So Paulo (indito).
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; FARJALLAT, J.E.S. & YOSHIDA, R. - 1968 - New glacial features of the Upper Paleozoic Itarar Subgroup in the State of So Paulo, Brazil. Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 17, n 1, pp. 47-57.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; FARJALLAT, J.E.S. & YOSHIDA, R. - 1969a - Crescentic marks on a Late Paleozoic glacial pavement in Southeastern Brazil. Bull. Geol. Soc. America, vol. 80, n 6, pp. 1123-1126.

- ROCHA-CAMPOS, A.C.; FARJALLAT, J.E.S. & YOSHIDA, R. - 1969b-
Fácies e paleogeografia do Subgrupo Itararé na Ba-
cia do Paraná. An.Acad.Bras.Ciênc., vol.4, nº 2, pp.
211-213.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; SANTOS, P.R. dos & SAAD, A.R. - 1972 -
Roadlog São Paulo to Sorocaba. In Excursion Guide-
Book, Int.Symp. Carboniferous and Permian Systems
in South America, São Paulo, pp. 20-29.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; OLIVEIRA, M.E.C.B. de; SANTOS, P.R. dos
& SAAD, A.R. - 1976 - Boulder pavements and the sen-
se of movement of Late Paleozoic glaciers in cen-
tral eastern São Paulo State, Paraná Basin, Brazil.
Bol.IG, USP, vol. 7, pp. 149-160.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. & RÖSLER, O. - no prelo - Late Paleozoic
faunal and floral sucessions in the Paraná Basin,
Southeastern Brazil. Proceedings, VIII Int. Congr.
Carboniferous Geol. & Strat., Moscou, 1975.
- ROCHA-CAMPOS, A.C.; SAAD, A.R.; SANTOS, P.R. dos & OLIVEIRA,
M.E.C.B.de -no prelo- Algumas feições periglaciais
do Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo. Bol.IG,
USP.
- RÖSLER, O. - 1972 - Flora da Formação Rio Bonito do Estado
do Paraná. Tese de Doutorado, IG, USP, (inédita).
- RÖSLER, O. - 1973 - Tafofloras Neopaleozóicas da Bacia do Pa-
raná. 2º Congr. Latinoamericano Geol., Caracas, Res.
Com., p. 32.
- RÖSLER, O. - no prelo - Fossil plants and the problem of the
Carboniferous-Permian boundary in the Brazilian Eo-
gondwanic sequence. Bol. IG, USP.
- RUNNEGAR, B. - 1972 - Late Paleozoic Bivalvia from South Ame-
rica: provincial affinities and age. An.Acad. Bras.
Ciênc., vol.44, Suplemento, pp. 259-312.
- SANFORD, R.M. & LANGE, F.W. - 1960 - Basin study approach to
oil evacuation of Paraná miogeosyncline South Bra-
zil. Amer.Assoc.Petrol.Geol., Bull.44, nº8, pp.1316 -
1370.

- SANTOS, P.R. dos - em preparação - Distribuição, características e fácies de diamictitos do Subgrupo Itararé, no centro e sul do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, IG, USP.
- SANTOS, P.R. dos; SAAD, A.R.; CARVALHO, R.G. do & LIMA, M.R. de - 1973 - Intercalações marinhas na sequência glacial neopaleozóica (Subgrupo Itararé), da parte norte da Bacia do Paraná, Brasil. 29 Congr. Latino americano Geol., Caracas, Res. Com., pp. 219-220.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜLHMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. An.XXVIII Congr. Bras.Geol., vol. 1, pp. 41-65.
- SEGROVES, K.L. - 1970 - The sequence of palynological assemblages in the Permian of the Perth Basin, Western Australia. Proc.and Papers, 2nd Gondwana Symposium, South Africa, pp. 511-529.
- SMITH, W.S.T. - 1925 - An Apparent - Dip.Protractor. Econ. Geol., vol. 20, pp. 181-184.
- SOARES, P.C. - 1972 - O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. An.Acad.Bras.Ciênc., vol. 44, Suplemento, pp. 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.,vol. 1,pp.243-256.
- SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. & CASTRO, P.R.M. - 1973 - Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. An. XXVII Congr. Bras. Geol., vol. 1, pp. 209-228.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, FU-TAI & FIORI, A.P. - no prelo - Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. Bol.Soc.Bras.de Geol.

- SUGUIO, K. - 1973 - Introdução à Sedimentologia. Edit. Blücher, Ed. da USP, 317 p.
- TOMMASI, E. - 1973 - Geologia do flanco sudeste da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. An. XXVII Congr. Bras.Geol., vol.3, pp.179-188.
- VIEIRA, A.J. - 1973 - Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. An. XXVII Congr.Bras. Geol., vol. 3, pp. 259-278.
- WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum geology of the State of São Paulo. Bol. Com. Geogr. Geol., nº 22.
- WENTWORTH, C.K. - 1922 - A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. of Geology, vol.30,nº 2, pp. 377-392.
- WENTWORTH, C.K. - 1936 - An analysis of the shapes of glacial cobbles. Jour.Sed.Petr., vol.6, nº 2,pp.85-96.