UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

RELAÇÃO ENTRE O EMBASAMENTO CRISTALINO E OS SEDIMENTOS BASAIS DO SUBGRUPO ITARARÉ NA REGIÃO DE SOROCABA-SALTO DE PIRAPORA, SP.

Marcos Massoli

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T1698e.3
U.S.P.

Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri

DEDALUS - Acervo - IGC
30900005180

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	Dr. S.PETRI	
Examinadores:	Drª M.R.C.CHANG	
	Dr. A.C.ROCHA CAMPOS	

SÃO PAULO
1991

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T1698e.3
U. S. P.

À minha esposa

MOIRA

E aos meus filhos

JULIANA E MARCOS

ÍNDICE

Página

RESUMO iii
ABSTRACT v
ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOS E TABELAS vii
AGRADECIMENTOS ix

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO 01

CAPÍTULO 2- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E GEOLOGIA REGIONAL 03

CAPÍTULO 3- GEOLOGIA LOCAL 06
3.1 Grupo São Roque 06
3.2 Rochas granitóides 06
3.3 Subgrupo Itararé 07
3.4 Rochas alcalinas 09
3.5 Sedimentos aluvionares 09

CAPÍTULO 4- O SUBGRUPO ITARARÉ NO ESTADO DE SÃO PAULO 13

CAPÍTULO 5- AMBIENTES GERADORES DO SUBGRUPO ITARARÉ 24

CAPÍTULO 6- METODOLOGIA 31
6.1 Campo 31
6.2 Escritório 31

CAPÍTULO 7- ESTRATIGRAFIA 48
7.1 Conjunto litológico 1 49
7.2 Conjunto litológico 2 51
7.3 Conjunto litológico 3 56
7.4 Conjunto litológico 4 65

CAPÍTULO 8- ESTRUTURA 67

CAPÍTULO 9- EVOLUÇÃO AMBIENTAL 73

CAPÍTULO 10- CONCLUSÕES 81

CAPÍTULO 11- BIBLIOGRAFIA 86

ANEXO ..... contra-capa

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar contribuição à Estratigrafia e Evolução Ambiental da parte inferior do Subgrupo Itararé na região de Sorocaba.

Considerando-se a predominância de corpos rochosos em determinados níveis estratigráficos do Subgrupo Itararé, subdividiu-se o mesmo em quatro conjuntos litológicos, denominados, a partir da base, 1, 2, 3 e 4. Para tanto, foi de grande importância a elaboração de seções geológicas de superfície, bem como a obtenção de perfil detalhado de uma sondagem realizada para captação de água subterrânea.

O conjunto litológico 1 compreende essencialmente diamictitos de matriz arenosa, depositados em ambiente com influência glacial sobre o embasamento cristalino, no qual pode ser constatada superfície polida, com estrias para N55^{o}W.

Sobrejacente ao conjunto litológico 1 e ao embasamento cristalino, situa-se uma seqüência de clásticos essencialmente finos, depositados em condições subaquáticas, com influência marinha no topo.

Sobreposto aos conjuntos litológicos 1 e 2 e transgredindo em direção ao embasamento cristalino, encontra-se um pacote essencialmente arenoso, originado em planícies de lavagem, aluviais e flúvio-deltaicas, denominado conjunto litológico 3, no qual assentam-se siltitos depositados, possivelmente, em planícies de inundação, considerados conjunto litológico 4.

Dispostos irregularmente sobre os conjuntos 3 e 4 encontram-se diamictitos maciços, de origem glacial, representando o final da sedimentação do Subgrupo Itararé na área estudada.

Constatou-se no km 132 da rodovia SP-264, no extremo sul da área, a ocorrência de rocha metabásica (epidosito) pertencente ao Grupo São Roque, cuja superfície polida e estriada e sua morfologia, ainda que parcialmente recoberta por sedimentos, permitiram interpretá-la como "moutonnée". As feições glaciais originaram-se da glaciação responsável pela deposição do conjunto litológico 1, no Carbonífero.

A cerca de 180 m do contato do Subgrupo Itararé com o embasamento cristalino, no topo do conjunto litológico 2, afloram

sedimentos contendo fósseis marinhos datados do Carbonífero Superior.

O estudo de paleotopografia do embasamento permitiu a constatação de elevações e depressões que condicionaram a deposição dos sedimentos do Subgrupo Itararé, além de possibilitarem nova interpretação quanto à posição estratigráfica dos corpos rochosos ocorrentes na área. O conceito que se adotava até então admitia o empilhamento vertical dos litossomas a partir da borda da bacia para o interior. Na realidade, sedimentos da área estudada, localizados na margem leste da bacia, são de topo, recobrindo , por "onlap", sedimentos mais antigos.

ABSTRACT

It is presented herein a contribution to the stratigraphy and environmental evolution of the Permocarboniferous Itararé Subgroup sediments as developed in the Sorocaba region of the Paraná sedimentary basin, State of São Paulo.

Some surface geological sections as well as the detailed geological description of a whole cored well drilled for underground water allowed the stratigraphical subdivision of the local permocarboniferous sediments into informal lithological unities numbered one (the lowest) to four (the upmost).

The unity one is essentially made up of arenceous matrix diamictites thought to be derived through reworked glacial beds by water. It rests directly on the crystalline basement, which, in one place, is polished and bearing striae striking N55^{o}W.

The unity two is essentially made up of fine clastics, mainly siltstones, thougth to be laid down in subaqueous environments. Its uppermost beds bear marine fossils, Pennsylvanian palynomorphs, agglutinated Foraminifera and Orbiculoidea. These fossiliferous beds lay 180 m above the crystalline basement as present in the above mentioned well drilled for underground water. This unity rests either on beds of the unity one or directly on the crystalline basement.

The unity three is essentially arenaceous, resting on the unity two but overlapping it toward the border of the basin where it rests directly on the crystalline basement. This unity is thought to be generated in washing plains, alluvial and fluvio-deltaic environments.

The unity four is essentially made up of siltstones laid down on the unity three and possibly generated in flood plains.

Diamictites and tillites are irregularly scattered either on unity three or unity four.

A "roche moutonnée" was recognized at km 132 of the road Salto de Pirapora-Pilar do Sul (SP-264). It is formed by Precambrian metabasic rock (epidosite) of the São Roque Group. Its polished and striated surface is covered by water reworked gla-

cial beds grading upward to finer clastics. It is interpreted as the result of the glacial advance, which generated the unity one.

Several wells drilled for underground water as well as electroresistivity geophysical profiles, allowed the recognition of a paleotopography of the basement of the Itararé Subgroup, specifically a paleovalley thought to be at least partially pre-Itararé eventually deformed by the Araçoiaba Jurassic-Cretaceous alkaline intrusion.

The previous models of sedimentation in this region pointed to a piled up deposition of the lithosomes from the border so the border sediments would be the oldest ones. The model here proposed points to an onlap of the sediments toward the border so the eastern arenaceous sediments would be the youngest ones.

ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOS E TABELAS

FIGURA

Página

1- Localização da área e acessos 04
2- Mapa geológico regional simplificado com a localiza - ção da área 05
3- Poço Geomater e seção colunar sobrejacente 11
4- Seção colunar a sul de Jundiaquara 34
5- Seção colunar na rodovia Raposo Tavares, entre o km 118 e o km 119,5 35
6- Seção colunar a nordeste de Cocais (Faz. São Domingos) 36
7- Seção colunar da rodovia SP-264, entre o km 131,8 e o km 132,8 37
8- Perfil passando pelos poços 21 e Geomater 38
9- Perfil N-S, passando pelos poços III, 08 e Geomater . 39
10- Perfil NE-SW, passando pelos poços 140, Geomater, 56, e sondagem elétrica 04 40
11- Perfil da rodovia Raposo Tavares 41
12- Perfil da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul (SP-264) 42
13- Mapa estrutural do topo do embasamento cristalino ... 43
14- Bloco diagrama da área, baseado em sondagens e seções colunares 44
15- Coluna cronolitoestratigráfica da área 45
16- Contato Itararé/cristalino: rocha "moutonnée". Rodovia Sorocaba-Pilar do Sul, km 132 46
17- Bloco de granito em diamictito. Mesmo local anterior. 46
18- Esquema de cortes da rodovia SP-264, entre os kms 131 e 132,5 47
19- Seqüência rítmica no Itararé, com aumento gradual de areia para o topo. Rodovia Raposo Tavares, km 119 ... 55
20- Mapa estrutural da área 68
21- Evolução ambiental da área 74

FOTO

1- Estrias no embasamento cristalino. Km 132 da rodovia

Sorocaba-Pilar do Sul 12
2- Diamictito arenoso com bloco de granito. Km 132 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul 50
3- Dobras atectônicas em ritmitos, próximo à foz do ribeirão Faxinal 53
4- Níveis de concreções carbonático-fosfáticas. Km 122 da rodovia Raposo Tavares 57
5- Contato erosivo entre litossomas do Subgrupo Itararé. Km 123,5 da rodovia Raposo Tavares 58
6- Morros testemunhos sustentados por arenito, a sul de Jundiaquara 64
7- Siltito com acamamento plano-paralelo, localmente apresentando dobras de origem tectônica. Km 125,5 da rodovia SP-264 66
8- Falha no Subgrupo Itararé. Km 130 da rodovia Raposo Tavares 70

TABELA

1- Evolução da classificação e nomenclatura do Subgrupo Itararé 14
2- Dados de poços e sondagens elétricas localizadas no mapa litoestratigráfico 33

ANEXO

Mapa litoestratigráfico da área ..... contra-capa

AGRADECIMENTOS

Desejo aqui externar os meus agradecimentos às seguintes pessoas e entidades que muito contribuiram para a realização desta dissertação:

Ao Prof° Dr. Setembrino Petri, pela correta orientação durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Instituto Geológico, pelo apoio concedido à realização das atividades necessárias ao andamento desta dissertação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão de bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido.

Aos geólogos Antonio Luiz Teixeira, Paulo Cesar Boggiani, Fernando Alves Pires, Amélia João Fernandes, Jair Santoro e Carlos de Carvalho Torres, pelas discussões e sugestões apresentadas no decorrer dos trabalhos de campo.

À Profa. Dra. Maria Rita Caetano-Chang, por sugestões apresentadas durante visita ao campo.

Ao Prof° Dr. André Davino, pela realização de sondagens geofísicas na área de estudo.

Ao Dr. Sérgio Mezzalira, por discussões e sugestões propostas.

Ao Prof° Dr. Ruy Ozório de Freitas, pela descrição de lâminas petrográficas.

Ao Prof° Dr. Armando Márcio Coimbra, por sugestões apresentadas.

Ao Sr. Antonio de Pádua Gomes, pela confecção de parte dos desenhos apresentados.

1- INTRODUÇÃO

Este trabalho teve por objetivo estudar os sedimentos do Subgrupo Itararé de uma área da borda leste da Bacia do Paraná, analisando-os do ponto de vista faciológico, para posterior avaliação de sua evolução ambiental na área investigada. Para tanto, foi de grande importância a verificação da paleotopografia do embasamento cristalino e sua influência no estabelecimento de paleoambientes responsáveis pela deposição dos sedimentos. Os estudos concentraram-se, principalmente, nos dados de superfície, complementados com informações de subsuperfície, representadas por descrições de sondagens existentes na área.

A grande diversidade litofaciológica do Subgrupo Itararé, devida à variedade de ambientes responsáveis pela deposição de seus sedimentos, é de há muito conhecida, razão porque essa unidade litoestratigráfica permo-carbonífera da Bacia do Paraná tem despertado maior interesse, em relação às demais, resultando em grande quantidade de trabalhos realizados a ela referentes. Apesar disso, muito há que se esclarecer quanto à litoestratigrafia do Subgrupo Itararé, a mais volumosa unidade sedimentar da Bacia do Paraná, cuja espessura máxima é superior a 1300 m.

Embora tenham sido propostas subdivisões estratigráficas do Itararé em unidades formais (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; BARBOSA & GOMES, 1958); SCHNEIDER et al., 1974; FRANÇA, 1987; FRANÇA & POTTER, 1988), essa questão, ainda hoje, é motivo de discussão. A quantidade de trabalhos existentes, enfocando o Subgrupo Itararé em áreas separadas do Estado de São Paulo, não permitiu, ainda, que se estabelecesse uma correlação segura entre as colunas estratigráficas estabelecidas em cada uma destas áreas. Por isso, termos como associação, conjunto e unidade foram utilizados informalmente para designar, localmente, pacotes do Subgrupo Itararé, tendo-se como exemplo os trabalhos de SOARES et al. (1977), SAAD (1977), COTTAS et al. (1981), CIANTELI JR. et al. (1983), CAETANO-CHANG (1984), CAETANO-CHANG & LANDIM (1983; 1987a;1987b), SOUZA Fº (1986) e STEVAUX et al. (1987), entre outros.

As unidades litoestratigráficas reconhecidas pelos autores supra-citados permitiram que se identificassem os ambientes sedimentares responsáveis pela sua formação,possibilitando, as-

sim, o estabelecimento da evolução ambiental nas áreas estudadas. As interpretações ambientais, no entanto, não devem ser estendidas a grandes distâncias, para efeito de correlação estratigráfica, porque sistemas deposicionais não se mantêm, necessariamente, por áreas muito extensas. Por isso, o procedimento ideal para chegar-se a uma possível subdivisão estratigráfica formal do Subgrupo Itararé seria possível através da interpretação de sua evolução ambiental em pequenas áreas, com a identificação e interpretação de unidades litofaciológicas distintas, estendendo-as para áreas adjacentes. Do contrário, tal proposição tornar-se-á inviável, tendo em vista a grande extensão e espessura da unidade, bem como sua diversidade litofaciológica. Assim ocorreu com a tentativa de subdivisão estratigráfica realizada por BARBOSA & ALMEIDA (1949) que, baseando-se somente na sondagem de Araquá (SP), foi estendida para todo Estado de São Paulo.

Nesta dissertação teve-se como proposta de trabalho a realização de mapeamento litoestratigráfico, com o objetivo de se identificarem corpos sedimentares com expressão tridimensional, situando-os, estratigraficamente, no Subgrupo Itararé e analisando-os quanto à sua gênese, não se preocupando com a definição de unidades litoestratigráficas formais. Dentro desse enfoque foram identificados, na área estudada, quatro conjuntos litológicos, cada qual representando um litossoma predominante em determinado intervalo estratigráfico do Subgrupo Itararé. Para tanto, foi de grande importância o levantamento de seções geológicas de superfície e a obtenção de perfis de poços existentes , permitindo o conhecimento da história sedimentar local do Subgrupo Itararé e a verificação da continuidade lateral e vertical dos corpos rochosos que ocorrem na área.

2- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E GEOLOGIA REGIONAL

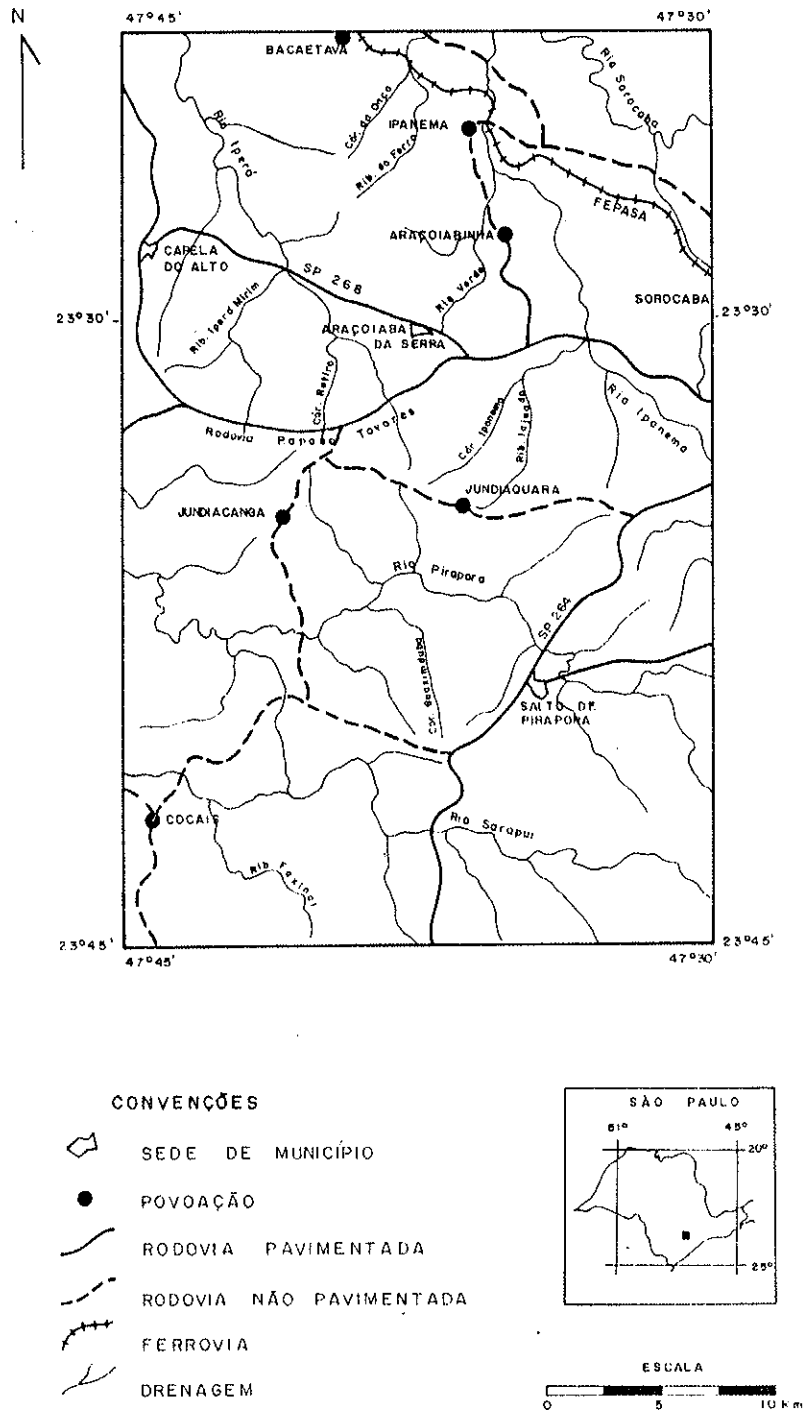
A área selecionada para os estudos localiza-se entre os paralelos 23°23' e 23°45' e meridianos 47°30' e 47°45', compreendendo a folha de Salto de Pirapora e a parte centro-sul da folha de Boituva, na escala 1:50.000, perfazendo cerca de 1070 km^2 (Fig. 1).

O acesso se faz pela rodovia Raposo Tavares, que corta a área no sentido aproximadamente leste-oeste, desde o km 104 até o km 130. No entanto, preferencialmente, oferece melhores condições de tráfego o trajeto: rodovia Castelo Branco, até o km 78 , rodovia José Ermírio de Morais (Castelinho), até Sorocaba, e rodovia Raposo Tavares, a partir do km 93. Além da rodovia Raposo Tavares, a área é cortada pelas rodovias SP-264 (Sorocaba-Pilar do Sul), SP-268 (Araçoiaba da Serra-Capela do Alto) e SP-141 (Capela do Alto-Tatuí), além de estradas vicinais, que foram percorridas na busca de afloramentos que pudessem mostrar, tanto quanto possível, a continuidade lateral e vertical dos corpos rochosos.

Incluem-se na área parte dos municípios de Iperó, Araçoiaba da Serra, Capela do Alto, Sorocaba, Sarapuí, Salto de Pirapora, Votorantim e Piedade, e as cidades de Salto de Pirapora, Araçoiaba da Serra, Capela do Alto e o extremo oeste de Sorocaba.

A rede de drenagem da área pertence à bacia hidrográfica do médio rio Tietê, representando-se, principalmente, pelos rios Sorocaba, Sarapuí, Pirapora, Iperó e Ipanema (Fig. 1). Todos têm escoamento no sentido predominantemente noroeste, isto é,coincidente ao mergulho regional das camadas sedimentares, sendo, portanto, considerados conseqüentes.

Regionalmente, a geologia compreende rochas cristalinas do Proterozóico Superior e Eopaleozóico, sedimentos Neopaleozóicos da Bacia do Paraná e intrusivas alcalinas mesozóicos (Fig.2).



CONVENÇÕES

- SEDE DE MUNICÍPIO
- POVOAÇÃO
- RODOVIA PAVIMENTADA
- RODOVIA NÃO PAVIMENTADA
- FERROVIA
- DRENAGEM

ESCALA

0 5 10 km

Fig. 1 - Localização da área e acessos.

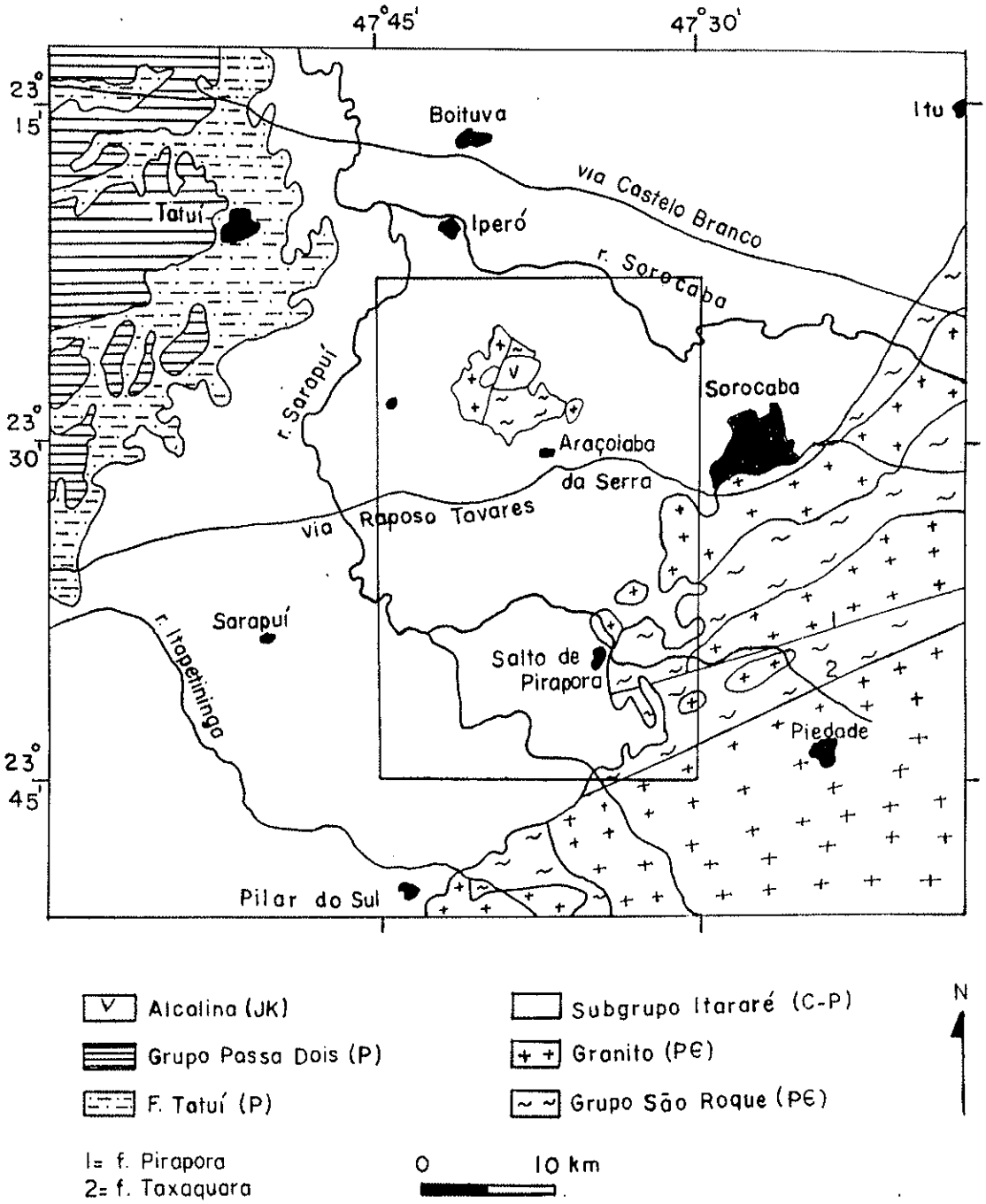


Fig. 2 - Mapa geológico regional simplificado com a localização da área (segundo IPT, 1981).

3- GEOLOGIA LOCAL

O mapa geológico da área (ANEXO) é o resultado de mapeamento geológico realizado, na escala 1:50.000, na parte sedimentar da folha de Salto de Pirapora e na porção sul da folha de Boituva. Como complemento ao mapa geológico acima referido, utilizaram-se os trabalhos de DAEE/UNESP (1979) e PIRES et al. (1990) , referentes à folha de Salto de Pirapora, e o de DAVINO (1965), abrangendo os arredores da serra de Araçoiaba.

O embasamento cristalino representa-se por metassedimentos do Grupo São Roque e rochas granitóides intrusivas, pós- tectônicas, estas compreendendo, essencialmente, os maciços de Sorocaba, São Francisco e Piedade (PIRES et al., 1990).

As rochas sedimentares da Bacia do Paraná representam-se pelo Subgrupo Itararé, que repousa discordantemente sobre o embasamento cristalino.

Rochas alcalinas, de idade juro-cretácea, ocorrem a norte de Araçoiaba da Serra, constituindo a serra de Araçoiaba, e a cerca de 2 km a sudoeste de Salto de Pirapora, junto à rodovia que liga Sorocaba a Pilar do Sul (SP-264), formando um pequeno corpo de forma semi-circular.

Sedimentos aluvionares recentes ocorrem associados aos principais cursos d'água da área, destacando-se os rios Sorocaba, Sarapuí e Pirapora.

3.1 Grupo São Roque

Compreende metarenitos, metassiltitos, metarritmitos, metargilitos e metacalcários (PIRES et al., 1990). Limita-se a noroeste e oeste com os sedimentos do Subgrupo Itararé, cujo contato é bastante irregular, com reentrância da borda da Bacia do Paraná, a nordeste de Salto de Pirapora, e avanço do embasamento, em direção à bacia, no vale do rio Sarapuí. O contato sul do Grupo São Roque é tectônico, através da falha de Taxaquara, que o separa do Maciço de Piedade.

3.2 Rochas granitóides

Basicamente, as rochas granitóides da área estão representadas por três maciços, a saber: Maciço Sorocaba, situado nos arredores dessa cidade e a norte-noroeste de Salto de Pirapora; Maciço São Francisco, localizado a leste de Salto de Pirapora, no vale do rio Pirapora; e Maciço Piedade, que ocorre no extremo sudeste da área, a sul da falha de Taxaquara.

O Maciço Sorocaba compõe-se de rochas de composição granítica, com variações texturais, compreendendo: granito cinza porfiróide, de granulação grossa; granito róseo, de granulação fina, inequigranular; e granito de cor esbranquiçada, rósea ou acinzentada, de granulação média, equigranular (PIRES et al., 1990).

O Maciço São Francisco delimita-se a sul pela falha de Pirapora, estando intrudido em metacalcários do Grupo São Roque. Representa-se por granito acinzentado de granulação grossa, inequigranular, com mineralizações de fluorita e de metálicos junto às encaixantes (PIRES et al., op. cit.).

O Maciço Piedade, que delimita-se com o Grupo São Roque pela falha de Taxaquara, compõe-se de granito róseo acinzentado, de granulação média, inequigranular, e granito róseo acinzentado, de granulação grossa, porfirítico (PIRES et al., op. cit.).

3.3 Subgrupo Itararé

O Subgrupo Itararé compõe-se de rochas clásticas representadas por arenitos, argilitos, siltitos, ritmitos e diamictitos, por ordem de freqüência. Ocorrências de rochas carbonosas conhecem-se apenas da literatura: MORAES REGO (1934) assinalou a ocorrência de lentes carbonosas na serra de Araçoiaba, enquanto MORAES (1938) citou a existência, em subsuperfície, de lentes de carvão piritoso intercaladas em arenito, na Fazenda Ipanema.

A litologia mais comum é constituída por arenitos, cuja granulação varia de muito fina a grossa, freqüentemente feldspáticos, com predomínio da fração fina, em geral mal selecionados, com muita matriz síltico-argilosa. As cores geralmente são claras, rosadas, amareladas ou esbranquiçadas. Ocorrem sob a forma de camadas até bancos, com espessuras atingindo, pelo menos, uma centena de metros. Distribuem-se amplamente por toda área, avançando em direção à borda leste da bacia sobre o embasamento cristalino (ANEXO). A estrutura sedimentar mais comum é a maciça, ocorrendo,

também, estratificações cruzadas tangenciais e acanaladas, estratificações tipo "hummocks", estratificações gradativas e marcas onduladas. Ocorre ainda, com freqüência, um tipo de estrutura apresentando lobos arenosos empilhados irregularmente, interpretados como originados a partir de uma corrente aquosa com alta carga detrítica e baixa capacidade de transporte.

Argilitos e ritmitos afloram, principalmente, nos vales dos principais rios da área, tais como o Sarapuí, Pirapora, Iperó, Ipanema e ribeirões Iperó-Mirim, Lajeado e afluentes. Constituem uma associação de rochas clásticas pelíticas cuja espessura aflorante não ultrapassa 50 m, mas que em subsuperfície atinge pelo menos 200 m, conforme constatado no poço da Fazenda Geomater (Fig. 3). Dentre as estruturas sedimentares mais comuns encontradas nessas litologias destacam-se as maciças, laminações plano-paralelas, laminações cruzadas de pequeno porte, estruturas de deformação, gradativas, de sobrecarga, pistas de organismos e concreções.

Siltitos ocorrem na porção sul da área, sobrepostos aos arenitos, apresentando espessura aflorante de até 50 m. Têm cores creme-amareladas, com estruturas maciças ou acamamento plano-paralelo, exibindo, internamente, laminações cruzadas.

Diamictitos ocorrem em vários níveis estratigráficos do Subgrupo Itararé, desde a base até o topo, constituindo corpos irregulares e descontínuos, com espessuras de até 30 m, nem sempre mapeáveis na escala adotada no trabalho (ANEXO). Apresentam, geralmente, matriz arenosa na base e matriz lamítica nas porções média e superior da unidade, contendo dispersos seixos e até matacões de litologias variadas, tais como granito, gnaisse, quartzito, arenito, filito, entre outras, alguns facetados e estriados . Sua estrutura é geralmente maciça, embora localmente possam apresentar estratificações incipientes.

No km 132 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul (SP-264), diamictito de matriz arenosa assenta-se discordantemente ao embasamento cristalino, representado ,localmente, por rocha metabásica, cuja superfície encontra-se polida e estriada pela passagem do gelo (Foto 1), caracterizando uma rocha "moutonnée". Na Fazenda Geomater, situada cerca de 5 km a sul-sudoeste de Araçoiaba da Serra, uma sondagem atravessou 10 m de diamictito arenoso sobreposto a granito róseo com superfície polida e estriada. Já no

km 128 da rodovia Raposo Tavares, diamictito de matriz lamítica, maciço, situa-se no topo local do Subgrupo Itararé.

3.4 Rochas alcalinas

Representam-se pela intrusão da serra de Araçoiaba, na Fazenda Ipanema, e por um pequeno corpo situado a cerca de 2 km a sudoeste de Salto de Pirapora (PIRES et al., 1990).

A intrusão de Ipanema, datada do Juro-Cretáceo por SONOKI & GARDA (1988), compreende uma associação de rochas alcalinas, destacando-se ortoclásio-aegirinito, ortoclásio-lusitanito, umptekito (aegirina-sienito), nordmarkito e shonkinito pórfiro (LEINZ, 1940). A ocorrência de sedimentos do Subgrupo Itararé como teto no topo da serra de Araçoiaba revela o caráter plutônico da intrusão, levantando o embasamento cristalino cerca de 300 m acima da altitude média da região, a cotas de até 950 m; não fosse esse magmatismo, o embasamento estaria subaflorante na altitude de aproximadamente 400 m.

A sudoeste de Salto de Pirapora ocorre um corpo de brecha alcalina, de forma elíptica, intrusivo em arenito do Subgrupo Itararé, com os eixos maior e menor medindo,respectivamente, 250m e 150 m. A rocha apresenta matriz fina cinza-azulada, com fragmentos milimétricos a centimétricos de material de granulação pelítica cinza-azulado a bege e de granulação areia fina, de cor bege. Encontram-se na matriz esparsos cristais milimétricos a sub-centimétricos de micas acastanhadas (PIRES et al., 1990). COUTINHO & COIMBRA, 1983) consideraram tal material como sendo diatrema de brecha intrusiva ultrabásica, com possível afinidade com magma kimberlítico. Para GALLAS et al. (1984) tal ocorrência representa o testemunho de uma camada já erodida, possivelmente um "sill", derrame, ou mesmo um diamictito. Essa manifestação magmática estaria associada à intrusão alcalina de Ipanema, situada cerca de 25 km a noroeste, sendo o resultado da reativação de falhas pré-silurianas situadas à borda da Bacia do Paraná (ALMEIDA, 1981) , cuja direção seria noroeste-sudeste, a julgar pelo alinhamento , nessa orientação,formado por essas ocorrências, além da intrusão de Piedade.

3.5 Sedimentos aluvionares

Os sedimentos aluvionares recentes ocorrem associados aos principais cursos d'água da área, tais como os rios Sorocaba, Sarapuí e Pirapora (ANEXO). Constituem-se, predominantemente, de areias mal selecionadas, que se distribuem próximo aos leitos dos rios, e por argilas e areias que ocupam as planícies de inundação.

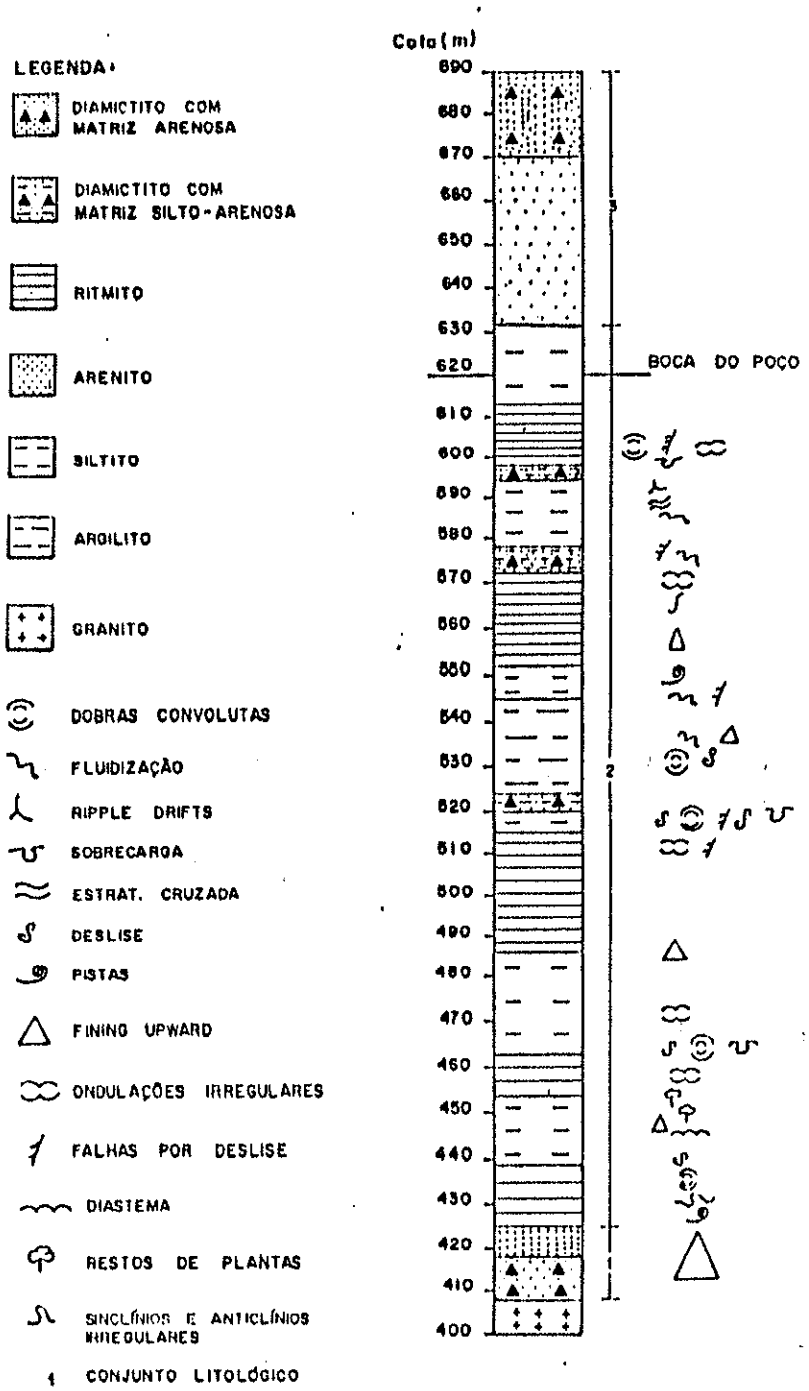


Fig. 3 - Poço Geomater + seção colunar sobrejacente.

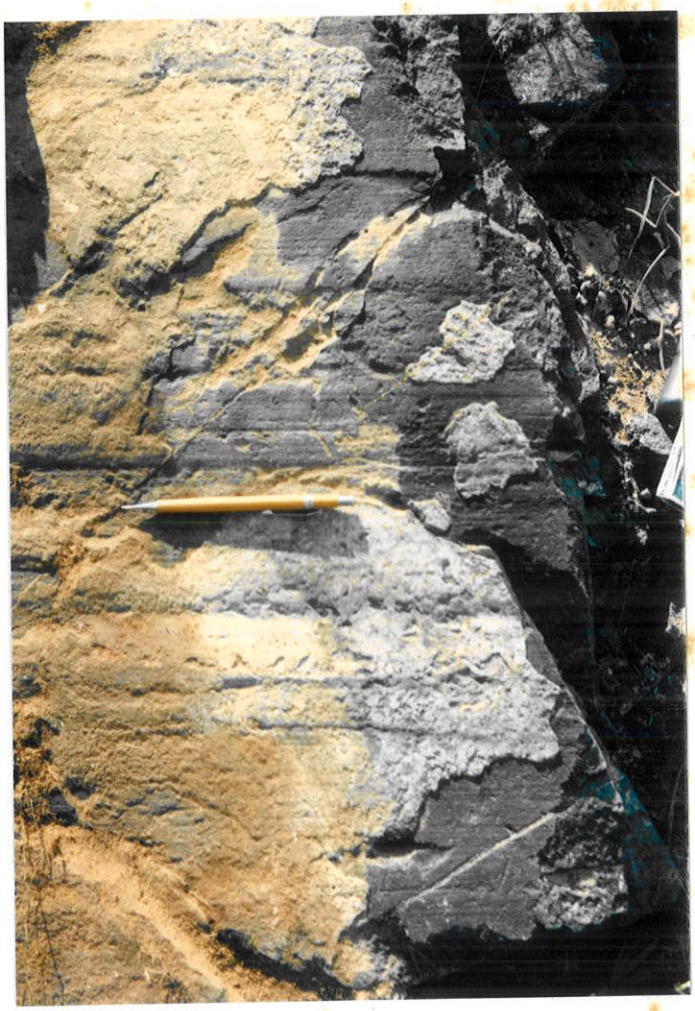


Foto 1 - Estrias no embasamento cristalino. Km 132 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul.

4- O SUBGRUPO ITARARÉ NO ESTADO DE SÃO PAULO

A subdivisão do Subgrupo Itararé em unidades que possam ser reconhecidas e mapeadas, no âmbito de toda Bacia do Paraná , ainda hoje parece de difícil concretização, embora inúmeras tentativas tenham sido feitas nesse sentido, algumas de caráter regional, outras com abrangência mais restrita (TABELA 1). O principal obstáculo para se atingir tal objetivo é a descontinuidade lateral dos corpos rochosos, face à variabilidade dos ambientes responsáveis pela deposição dos sedimentos, não permitindo, assim, a sua extrapolação a grandes distâncias da área de ocorrência, o que torna a unidade desprovida de camadas-guias com valor estratigráfico.

OLIVEIRA (1889) foi o primeiro a abordar informalmente o Subgrupo Itararé, ao descrever "grez e schistos sem silex", de idade "carbonífera ou permiana", aflorantes nos vales dos rios Itapetininga e Paranapanema, por ele denominados "gres de Porto Feliz". No entanto, deve-se a DERBY (1883, 1888 e 1889, apud ROCHA-CAMPOS, 1967) a idéia de origem glacial para os sedimentos dessa unidade.

WHITE (1908) propôs a designação "Série" Tubarão para denominar uma seqüência composta por sedimentos glaciais recobertos por depósitos pós-glaciais. A porção glacial estaria representada por arenitos e folhelhos sobrepostos pelo "Conglomerado Orleans", de suposta origem glacial. O pós-glacial compreenderia"Folhelhos e Arenitos Rio Bonito", portadores de camadas de carvão, superpostos pelo "Folhelho Palermo". A "Série" Tubarão, então proposta em Santa Catarina, conteria 32 m de sedimentos glaciais e 248 m de sedimentos pós-glaciais, estes assim distribuidos: 158 m de Rio Bonito e 90 m de Palermo.

O termo Itararé foi pela primeira vez introduzido na literatura geológica por OLIVEIRA (1916), como "Série" Itararé, para designar sedimentos compostos por seixos e até calhaus de rochas de dimensões consideráveis, dispersos em matriz argilosa, descritos por esse autor na bacia hidrográfica do rio Itararé, no Estado do Paraná.

O relatório da COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA (1917), referente aos trabalhos de elaboração da carta geológica do Esta-

OLIVEIRA 1889 (SP)	WHITE 1908 (SC)	OLIVEIRA 1916 (PR)	CGC 1917 PACHECO 1927 (SP)	WASHBURNE 1930 (SP)	GORDON JR. 1947 (PR,SC,RS)	BARBOSA & ALMEIDA 1949 r.Tietê (SP)	BARBOSA & GOMES 1955 r.Tietê (SP)	LOCZY 1964 (SP,PR,SC,RS)	PETRI 1964 SOUZA-CAMPOS 1967	NORTHFLEET ET AL. 1969 (toda bacia)
GREZ DE PORTO FELIZ	SÉRIE TUBARÃO	SÉRIE ITARARÉ	CAMADAS DE TATURY	FORMAÇÃO DE TATUÍ	GR. GUATÁ: FORMAÇÃO PALERMO; FORMAÇÃO RIO BONITO	FORMAÇÃO ITAPETININGA	FORMAÇÃO ITAPETININGA	GR. GUATÁ: F. PALERMO; F. TAIÓ; FÁC. RIO BONITO	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO PALERMO; FORMAÇÃO R. BONITO
			CAMADAS GLACIAES	FORMAÇÃO DE ITARARÉ	GRUPO ITARARÉ	SÉRIE TUBARÃO: FORMAÇÃO TIETÊ; FORMAÇÃO GRAMADINHO; FORMAÇÃO CAPIVARI; FORMAÇÃO ITU	SÉRIE TUBARÃO: FORMAÇÃO TIETÊ; FORMAÇÃO GRAMADINHO; FORMAÇÃO CAPIVARI; F.E.FAUSTO; FORM. ITU	GRUPO ITARARÉ: FÁCIES TIETÊ; FORMAÇÃO PASSINHO; FÁCIES PALMEIRA	GRUPO TUBARÃO: SUBGRUPO ITARARÉ	GRUPO TUBARÃO: FORMAÇÃO ITARARÉ

SOARES 1972 LANDIM 1973 (SP)	SCHNEIDER ET AL. 1974 (PR,SC,RS)	SOARES ET AL. 1977 TIETÊ (SP)	SAAD 1977 SANTOS 1979 (SP)	DAEE/UNESP 1979 (SP)	COTTAS ET AL. 1981 (SP)	FÚLFARO ET AL. 1984 CERQUILHO(SP)	CAETANO-CHANG 1984 ITAPORANGA(SP)	SOUZA Fº 1986 CAMPINAS(SP)	STEVAUX ET AL. 1987 CAPIVARI(SP)	FRANÇA 1987 (toda bacia)
FORMAÇÃO TATUÍ	GR. GUATÁ: FORMAÇÃO PALERMO; FORMAÇÃO R.BONITO	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO TATUÍ; F. TIETÊ = F.R.BONITO	FORMAÇÃO TATUÍ	FORMAÇÃO TATUÍ	GR. GUATÁ: FORMAÇÃO TATUÍ	GR. GUATÁ: F.PALERMO + F.R.BONITO = F. TATUÍ
GRUPO TUBARÃO: FORMAÇÃO ITARARÉ	SUPER GRUPO TUBARÃO / GRUPO ITARARÉ: FORMAÇÃO RIO DO SUL; FORMAÇÃO MAFRA; FORMAÇÃO CAMPO DO TENENTE	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: MEMBRO TIETÊ; MEMBRO CAPIVARI; MEMBRO ITU	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: CONJUNTO D; CONJUNTO C; CONJUNTO B; CONJUNTO A	SUPER GRUPO TUBARÃO / GRUPO ITARARÉ: UNIDADE SUPERIOR; UNIDADE MÉDIA; UNIDADE INFERIOR	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: ITARARÉ III; ITARARÉ II; ITARARÉ I	GRUPO TUBARÃO: FORMAÇÃO ITARARÉ	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: UNIDADE V; UNIDADE IV; UNIDADE III; UNIDADE II; UNIDADE I	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: UNIDADE VI; UNIDADE V; UNIDADE IV; UNIDADE III; UNIDADE II; UNIDADE I	GRUPO TUBARÃO / SUBGRUPO ITARARÉ: FORMAÇÃO TIETÊ; FORMAÇÃO CAPIVARI; FORMAÇÃO ITU	SUPER GRUPO TUBARÃO / GRUPO ITARARÉ: FORMAÇÃO TACIBA; FORMAÇÃO CAMPO MOURÃO; FORMAÇÃO LAGOA AZUL

TABELA I - EVOLUÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA DO SUBGRUPO ITARARÉ

do de São Paulo, na escala 1:1.000.000, mencionou a ocorrência de "camadas glaciaes (grez, conglomerato e tillite)" subjacentes às "camadas de Tatuhy", nas regiões de Itapetininga-Tatuí e na antiga ferrovia entre Itaici e São Pedro.

PACHECO (1927) desmembrou o Permiano, no Estado de São Paulo, em três divisões, sendo que a inferior foi denominada "Glacial", em razão dos fenômenos de glaciação nela serem abundantes, com a presença de "tilitos", tendo como exemplo as ocorrências de Elias Fausto e Cosmópolis. A divisão intermediária foi designada "Tatuhy", e a superior, "Corumbatahy".

WASHBURNE (1930) foi quem considerou, pela primeira vez, o Itararé como uma unidade estratigráfica definida formalmente, denominando-a "Formação de Itararé". Essa unidade foi por ele descrita como sendo constituída de sedimentos glaciais lacustres e fluviais, de idade carbonífera, posicionada estratigraficamente entre a "Formação Faxina", na base, e a "Formação de Tatuí", no topo.

GORDON JR. (1947) retomou a classificação proposta por WHITE (1908), considerando a "Série" Tubarão composta pelos grupos Itararé (glacial) e Guatá (pós-glacial, com camadas de carvão), proposição essa válida para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Para o norte da bacia, o autor admitiu a existência de camadas de carvão intercaladas aos depósitos glaciais do "Grupo" Itararé.

A primeira tentativa de subdivisão da "Série" Tubarão foi feita por BARBOSA & ALMEIDA (1949), para a área da bacia hidrográfica do rio Tietê. Baseados em alguns afloramentos e numa única sondagem (Araquá, SP), propuseram as "formações Itu, Capivari, Gramadinho, Tietê e Itapetininga", esta correspondendo à seqüência pós-glacial. Posteriormente, BARBOSA & GOMES (1958) acrescentaram a "Formação Elias Fausto" entre as "formações Itu e Capivari". Essa subdivisão, no entanto, logo tornou-se impraticável, pois horizontes de "tilitos" identificados no poço, e tidos como horizontes-guias na caracterização das unidades propostas, não apresentavam continuidade lateral suficiente para serem mapeáveis a ponto de representarem formações geológicas distintas.

LOCZY (1964) propos a subdivisão do "Grupo" Itararé, para os estados do sul, em: fácies glacial continental inferior (Palmeira), "Formação Passinho" (primeira ingressão marinha) e fá

cies glacial continental superior (Tietê). Também essa subdivisão teve que ser abandonada, uma vez que os folhelhos marinhos da "Formação Passinho", tidos como camada-guia, são de ocorrência restrita a Teixeira Soares, no Estado do Paraná

PETRI (1964) abandonou definitivamente o termo cronoestratigráfico Série pela designação litoestratigráfica Grupo para o Tubarão, assim como foi o primeiro a classificar o Itararé na categoria de Subgrupo. Para o autor o Subgrupo Itararé consistiria de "5 a 6 níveis de tilitos intercalados em conglomeratos, arenitos, variando em sua granulação de conglomeráticos a finos, folhelhos, calcários, argilitos e siltitos flúvio-glaciais, varvitos, pequenas camadas de carvão, além de siltitos e arenitos depositados por duas ingressões marinhas". Admitiu, ainda, a possibilidade de interdigitação entre o glacial e o pós-glacial, de modo que parte do Grupo Guatá, de Santa Catarina, corresponderia a parte do Itararé, de São Paulo.

O termo Subgrupo Itararé foi adotado por ROCHA-CAMPOS (1967) para representar o complexo glacial do Grupo Tubarão, entendendo-se, porém, que a denominação glacial não implica apenas na presença de sedimentos depositados diretamente por geleiras, mas, incluindo, também, sedimentos depositados sob outras condições indiretamente ligadas à glaciação. A unidade compreenderia, segundo o autor, arenitos de granulação muito variável, freqüentemente feldspáticos, ritmitos, siltitos, folhelhos e diamictitos, mais raramente conglomerados, calcários e camadas de carvão. A seqüência supra-glacial foi denominada Subgrupo Guatá, representado, no Estado de São Paulo, pela Formação Tatuí. A espessura máxima conhecida do Grupo Tubarão, no Estado de São Paulo, é pouco superior a 1300 m, na região de Paraguaçu Paulista.

NORTHFLEET et al. (1969) retomaram a denominação "Formação" Itararé para a parte basal do Grupo Tubarão, considerando que o contato superior, com a Formação Rio Bonito, estaria acima do mais alto diamictito do Itararé.

ANDRADE & SOARES (1971) diferenciaram, na zona do médio Tietê, três intervalos na "Formação" Itararé. O intervalo inferior apresentaria conglomerados e arenitos conglomeráticos, sobrepostos por siltitos, ritmitos e folhelhos, raramente diamictitos; ocorreria na região de Itu, Salto e Campinas, com espessura máxima de 200 m. O intervalo médio conteria, na parte inferior, a

renitos de granulação variada, às vezes conglomeráticos, com ocorrência subordinada de folhelhos e siltitos aos quais estaria associado o carvão de Monte Mór; afloraria nos arredores de Porto Feliz e Monte Mór, com espessura máxima de 300 m. Na parte superior do intervalo médio predominariam siltitos, argilitos, folhelhos e ritmitos, ocorrendo, subordinadamente, arenitos conglomeráticos e diamictitos; sua espessura máxima chegaria a 300 m , estando bem expostos entre Porto Feliz e Tietê e em Capivari, nesta localidade situando-se a ocorrência de fósseis marinhos. O intervalo superior conteria arenitos grossos, passando abruptamente a siltitos, ritmitos e folhelhos, os quais estariam sobrepostos por arenitos de granulação variando de fina a grossa, às vezes conglomeráticos, e diamictitos, situando-se no topo da seqüência o carvão de Cerquilho; a espessura máxima desse intervalo seria de 150 m, e sua área de exposição seria entre Tietê e Laranjal Paulista.

SOARES (1972) interpretou o topo da "Formação" Itararé, do ciclo glacial, como sendo representado por arenitos de muito finos a conglomeráticos, com intercalações de siltitos, folhelhos e diamictitos, estes inclusive no topo, além de camadas de carvão. Correlacionou essa "fácies" à "Formação Tietê" de BARBOSA & ALMEIDA (1949).

LANDIM (1973) admitiu que a "Formação" Itararé poderia, futuramente, vir a ser desmembrada em outras formações, mas que o estágio de conhecimento da unidade, na época, não permitia subdividí-la estratigraficamente. Descreveu a "Formação" Itararé como sendo composta por arenitos, principalmente no seu terço inferior, entremeados por siltitos, ritmitos, "mistitos" e camadas centimétricas de carvão; o contato superior, com a Formação Tatuí, seria delimitado pelo mais alto "mistito", conforme sugerido por NORTHFLEET et al. (1969).

SCHNEIDER et al. (1974) elevaram a unidade à categoria de Grupo, subdividindo-a nas"formações Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul", classificação essa válida, no entanto, somente para os estados de Santa Catarina e Paraná. No Estado de São Paulo, o "Grupo" Itararé permaneceu indiviso, segundo os autores pela falta de trabalhos que comprovassem a continuidade lateral das formações definidas no sul. Como principal característica da unidade consideraram a ocorrência de diamictitos, refletindo influência

glacial em seus diversos ambientes deposicionais.

SAAD (1977) distinguiu no Subgrupo Itararé quatro unidades informais, baseado na predonimância de clásticos grossos e finos na unidade, observadas em seções estudadas ao longo de rodovias que cortam a faixa de afloramentos numa direção aproximadamente paralela ao mergulho das camadas. A partir da base, denominou, informalmente, conjuntos A, B, C e D, com predominância, alternada, de clásticos grossos e finos, respectivamente, considerando, ainda, um conjunto E como equivalente à Formação Tatuí. Essa foi, até então, a proposição mais abrangente de subdivisão do Subgrupo Itararé, ainda que de caráter informal, pois englobou a porção centro e sul do Estado de São Paulo.

SOARES et al. (1977), introduzindo, pela primeira vez, o conceito de análise ambiental como suporte a trabalho de cunho estratigráfico no Subgrupo Itararé no Estado de São Paulo, na região de Tietê, reconheceram quatro associações litológicas apenas na parte superior da unidade, denominadas associações I, II, III e IV. A área estudada era muito pequena para permitir o estabelecimento de uma classificação estratigráfica que pudesse ser estendida para toda bacia, mas possibilitou o estabelecimento de uma metodologia de trabalho aplicável em outras áreas. Um obstáculo assinalado pelos autores para subdividir estratigraficamente o Subgrupo Itararé foi a recorrência de litologias em todos os níveis da unidade, não havendo um tipo litológico exclusivo de um determinado intervalo estratigráfico. Constataram, porém, a ocorrência de associações de litologias com significado genético, não adotadas formalmente em razão da pequena extensão da área investigada.

Na interpretação de SOARES et al. (op. cit.) a associação I compreenderia arenitos e pelitos, de origem fluvial, com raras camadas de carvão e calcário. A associação II consistiria de diamictitos, arenitos e ritmitos de origem glacial e retrabalhados em planícies de lavagem ou em ambiente litorâneo. A associação III apresentaria arenitos e siltitos depositados em plataformas deltaicas. A associação IV estaria representada por arenitos lamíticos, lamitos e ritmitos depositados em ambiente marinho de águas calmas.

Mapeamento faciológico do "Supergrupo" Tubarão no Estado de São Paulo foi realizado através do convênio DAEE/UNESP

(1979), na escala 1:50.000, tendo sido proposta a subdivisão estratigráfica informal do "Grupo" Itararé nas unidades litoestratigráficas inferior, média e superior. A unidade inferior englobaria arenitos de granulação variável e lamitos. A unidade média compreenderia arenitos finos, siltitos e lamitos. A unidade superior conteria arenitos finos a grossos e lamitos. Esse trabalho, embora pioneiro por abranger toda faixa aflorante do Itararé no Estado de São Paulo, não teve controle de campo compatível com a escala adotada, valendo-se, principalmente, da fotointerpretação para delimitação das unidades propostas. Por outro lado, tais unidades identificadas não ficaram bem caracterizadas litologicamente, já que praticamente os mesmos tipos de rochas apareceram mapeados nas três unidades definidas.

LANDIM et al. (1980) definiram o "Grupo" Itararé como sendo constituído predominantemente por arenitos, freqüentemente feldspáticos ou mesmo arcosianos, principalmente no seu terço inferior e superior, seguindo-se, em ordem de importância, siltitos, argilitos, ritmitos (principalmente na porção inferior), diamictitos (pouco comuns na porção inferior) e camadas pouco espessas de carvão.

FÚLFARO et al. (1980), por entenderem que a subdivisão do "Grupo" Itararé proposta por SCHNEIDER et al. (1974) só era válida na área-tipo, rebaixaram-no à categoria de formação, considerando, assim, o Itararé como uma unidade estratigraficamente indivisível. No entanto, WU et al. (1980) e GAMA JR. et al. (1980) dividiram faciologicamente o "Grupo" Itararé em três unidades litoestratigráficas, denominadas inferior, média e superior, conforme sugerido pelo trabalho apresentado pelo convênio DAEE/UNESP (1979).

O Subgrupo Itararé foi dividido, na região nordeste do Estado de São Paulo, por COTTAS et al. (1981), em três associações litológicas, denominadas Itararé I, Itararé II e Itararé III, representando a seqüência local da unidade desde a base até o topo. A associação Itararé I consistiria de diamictitos maciços, com intercalações de arenitos e siltitos. A associação Itararé II representaria arenitos de granulação muito variável, com intercalações de siltitos e argilitos. A associação Itararé III caracterizar-se-ia pela predominância de diamictitos, siltitos, argilitos e arenitos.

BRITO & BERTINI (1982) e GAMA JR. et al. (1982) entenderam ser o Itararé uma unidade estratigraficamente indivisa, utilizando, assim, o termo formação para sua nomenclatura.

CIANTELI JR. et al. (1983) reconheceram três unidades faciológicas na "Formação" Itararé, na região de Buri-Itapeva, denominadas unidades A, B e C. A unidade A compreenderia arenitos, subordinadamente ocorrendo lamitos, siltitos e ritmitos. A unidade B apresentaria essencialmente arenitos, por vezes feldspáticos, gradando para siltitos em direção ao topo, ocorrendo, ainda, níveis de lamito carbonoso ou mesmo camadas de carvão. A unidade C constituir-se-ia de arenitos finos a médios, com pequenas intercalações de camadas de lamitos e ritmitos com seixos pingados, aparecendo no topo diamictitos de matriz síltica e arenosa. Sobrejacente a esta unidade, os autores identificaram siltitos e folhelhos atribuídos à Formação Tatuí.

FÚLFARO et al. (1984) consideraram os sedimentos de origem glacial sotopostos à Formação Tatuí como sendo pertencentes à "Formação" Itararé, que consideraram indivisa. No entanto, redefiniram a "Formação Tietê", de BARBOSA & ALMEIDA (1949), como sendo uma unidade pós-glacial originada pelo retrabalhamento dos sedimentos glaciais da "Formação" Itararé, situada estratigraficamente no Grupo Guatá, juntamente com a Formação Tatuí, e considerada síncrona à Formação Rio Bonito.

CAETANO-CHANG (1984) estudando uma seqüência do Subgrupo Itararé na região de Itararé-Itaporanga, desde a base até o topo, distinguiu cinco unidades estratigráficas, denominadas, informalmente, unidades I, II, III, IV e V. A unidade I compreenderia arenitos. A unidade II apresentaria diamictitos e arenitos. A unidade III conteria arenitos, com siltitos no topo. A unidade IV compreenderia arenitos, além de diamictitos e clásticos finos. A unidade V estaria representada por arenitos, com intercalações de lamitos, folhelhos e diamictitos.

CABRAL JR. et al. (1985) identificaram quatro unidades litoestratigráficas no terço superior da "Formação" Itararé, na região de Buri-Itapeva, denominadas unidades A, B, C e D, esta sobreposta pela Formação Tatuí. A unidade A seria composta predominantemente por sedimentos finos. A unidade B compreenderia, essencialmente, arenitos, com intercalações de camadas de carvão. A unidade C apresentaria, essencialmente, sedimentos finos, com in-

tercalações de diamictitos de matriz lamítico-arenosa. A unidade D representar-se-ia por arenitos e diamictitos, com ocorrência subordinada de sedimentos finos.

STEVAUX et al. (1985) reconheceram, na região de Cerquilho, uma unidade litofaciológica na "Formação" Itararé, identificada em sondagem. Essa "fácies" seria constituída por lamitos argilosos, com intercalações de areia fina e níveis de calcário, estando sobreposta por uma seqüência composta, principalmente, por arenitos de granulação variando entre muito fina a grossa, com intercalação de siltito e carvão, denominada pelos autores "Formação Tietê", no conceito de FÚLFARO et al. (1984), mas equivalente à Formação Rio Bonito dos estados do sul.

LANDIM et al. (1986) estudando a bacia hidrográfica do baixo rio Capivari, admitiram a existência, no Subgrupo Itararé, de duas unidades genéticas, a saber: sistema deltaico com incursões glaciais, na parte média; e sistema costeiro, na porção superior. O sistema deltaico, composto por clásticos finos, incluiria as ocorrências de fósseis marinhos de Hortolândia e Capivari e o carvão de Monte Mór, sendo denominado "Membro Capivari". O sistema costeiro, constituído por arenitos, diamictitos e carvão, foi denominado "Membro Tietê", correspondendo à "Formação Tietê" de FÚLFARO et al. (1984) e à Formação Rio Bonito. A porção inferior do Subgrupo Itararé, identificada por LANDIM et al. (1986) nas regiões de Campinas, Salto, Itu e Sorocaba, composta por diamictitos recobertos por "argilas laminadas", foi denominada por esses autores "Membro Porto Feliz".

MANIAKAS (1986) considerou o Subgrupo Itararé subdividido em três unidades, das quais apenas as unidades média e superior, denominadas, respectivamente, "Membro Capivari" e "Membro Tietê", ocorreriam na área por ele estudada. O "Membro Capivari" constituir-se-ia de litologias finas (siltitos, folhelhos e diamictitos) com corpos lenticulares de arenitos; nessa unidade ocorreria a assembléia fóssil de Capivari, reconhecidamente marinha. O "Membro Tietê" representar-se-ia por corpos lenticulares de arenitos intercalados com siltitos, lamitos e diamictitos sobrepostos por corpos tabulares de arenitos com intercalações de lamito carbonoso e carvão.

PERINOTTO (1987) considerou o conjunto sedimentar portador de carvão, na região de Cerquilho, como sendo atribuído à

"Formação Tietê", conforme proposto por FÚLFARO et al. (1984), de caráter pós-glacial e correlacionável à Formação Rio Bonito. A sequência subjacente, com influência glacial, denominou Subgrupo Itararé.

STEVAUX et al. (1987) propuseram uma coluna estratigráfica para o Subgrupo Itararé, na região de Capivari, a qual compreenderia, a partir da base, as "formações Itu, Capivari e Tietê", com algumas modificações da descrição original de BARBOSA & ALMEIDA (1949). A "Formação Itu", assentada sobre o embasamento cristalino, apresentaria diamictitos, conglomerados e arenitos grossos, ocorrendo, em menor quantidade, lamitos e folhelhos; estrias glaciais e pavimentos de clastos ocorreriam nesta unidade. A "Formação Capivari" encerraria arenitos, lamitos, folhelhos e ritmitos com seixos pingados, com fósseis marinhos associados. A "Formação Tietê" compor-se-ia de arenitos médios, níveis conglomeráticos e camadas delgadas de carvão.

SANTOS (1987) estudou o Subgrupo Itararé em toda Bacia do Paraná, subdividindo-o em intervalos bioestratigráficos, cujas características paleoambientais serão abordadas em capítulo posterior.

FRANÇA (1987) e FRANÇA & POTTER (1988) retomaram o termo Grupo para classificar estratigraficamente o Itararé, dividindo-o em três unidades, denominadas, a partir da base, "formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba". A "Formação Lagoa Azul" seria composta por arenitos, siltitos e lamitos seixosos, comportando subdivisão em dois "membros": "Cuiabá Paulista" (arenitos) e "Tarabaí" (siltitos e lamitos seixosos), ocorrendo localmente entre ambos uma lente de folhelhos, denominada "Folhelho Roncador". A "Formação Campo Mourão" seria predominantemente arenosa, contendo, subordinadamente, folhelhos, siltitos e lamitos seixosos, encerrando em sua porção superior, no sul de Santa Catarina, uma lente de folhelho, denominada "Membro Lontras". A "Formação Taciba" foi subdividida em três "membros": "Rio Ivaí" (arenitos),"Chapéu do Sol" (lamitos seixosos) e "Rio do Sul" (sedimentos argilosos), este anteriormente denominado de "Formação Rio do Sul" por SCHNEIDER et al. (1974). Das três formações propostas pelos autores, apenas a "Formação Taciba" foi por eles considerada aflorante, as outras duas só ocorrendo em subsuperfície. Aliás,as denominações "Taciba" e "Rio Ivaí" foram utilizadas inadequadamente

por esses autores, pois SOARES et al. (1979) utilizaram o termo "Taciba" para designar uma "fácies" da "Formação" Bauru, e ZALÁN et al. (1987) empregaram a denominação "Rio Ivaí" para representar uma "formação" por eles reconhecida na Bacia do Paraná, que teria idade siluriana.

5- AMBIENTES GERADORES DO SUBGRUPO ITARARÉ

A diversidade litológica apresentada pelo Subgrupo Itararé reflete a complexidade de ambientes que atuaram na deposição de seus sedimentos.

A primeira referência a respeito da gênese dos depósitos do Subgrupo Itararé deve-se a DERBY (1888, apud ROCHA-CAMPOS, 1967), que sugeriu origem glacial para conglomerados ocorrentes nos estados de São Paulo e Paraná.

Desde a citação de DERBY até mais ou menos o início dos anos 70, trabalhos perminentes ao Itararé atribuiram à glaciação o principal papel na geração de seus depósitos, levando em conta a ocorrência de sedimentos muito mal selecionados, compostos por megaclastos dispersos em matriz argilosa, maciça. O relatório da COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA (1912) fez referência à presença de "camadas glaciaes paleozóicas" na região de Mococa-Mogi Mirim, Indaiatuba e Limeira, contendo seixos estriados e polidos de rochas estranhas à região citada. PACHECO (1927) citou a ocorrência de blocos de granito, na região de Elias Fausto, que, dadas as suas grandes dimensões, somente poderiam ter sido transportados pelo gelo.

WASHBURNE (1930) atribuiu origem glácio-fluvial e glácio-lacustre aos sedimentos do Subgrupo Itararé. Os depósitos compostos de seixos estriados e calhaus dispersos em matriz argilosa, sem estrutura, foram por ele considerados "tilitos" típicos. A ocorrência de camadas de argilitos intercaladas com leitos de "tilito" foi interpretada como sendo originada pela deposição, em um grande lago ou lagos, do material carregado pelo gelo. Segundo o autor, o movimento do gelo teria sido para oeste ou noroeste, tendo em vista a ocorrência de ritmitos deformados, na região de Porto Feliz e Boituva. Admitiu, ainda, que o declive do substrato da geleira teria sido acentuado o bastante para fazer com que o seu avanço pudesse alcançar os locais onde hoje se encontram os depósitos de "tilitos". A predominância de arenitos e não de "tilitos" na base do Itararé, indicaria ausência geral de erosão glacial; os arenitos, originados a partir de correntes aquosas provenientes das geleiras em fusão, não apresentaram sinais de deformação ou erosão com a passagem posterior do gelo.

O trabalho de LEINZ (1937) foi de grande importância na abordagem da origem glacial dos sedimentos do Itararé, tomando como argumento principal a distribuição granulométrica não classificada e ausência de estratificação apresentada pelos "tilitos". A ocorrência de seixos estriados e angulosos serviu, também, de justificativa para testemunhar a influência do gelo na origem dos sedimentos. Concluiu o autor que os "tilitos" eram provenientes, essencialmente, de morainas basais, ao passo que conglomerados, arenitos e sedimentos argilosos teriam se formado pelo retrabalhamento dos "tilitos" por correntes de águas de degelo. Para reforçar a idéia de que os sedimentos superpostos aos "tilitos" eram produtos do retrabalhamento destes, o autor utilizou como argumento o fato de que tanto os "tilitos" como os sedimentos superpostos tinham a mesma cor.

Para BARBOSA & ALMEIDA (1949) a seqüência inferior da "Série" Tubarão, representada pelas "formações Itu, Capivari, Gramadinho e Tietê", teria se depositado sob condições glaciais, marinhas e flúvio-glaciais. A "Formação Itu" representaria sedimentos clásticos finos a grossos, depositados sob condições torrenciais, por águas de degelo, sobre superfície do embasamento cristalino retrabalhada pela erosão glacial, em cujas depressões localmente depositar-se-iam "varvitos"; dois níveis de "tilitos" representariam os primeiros avanços do gelo, enquanto a camada de carvão de Monte Mór, a eles intercalada, indicaria uma fase interglacial. Segue-se a "Formação Capivari", composta, essencialmente, por clásticos finos, depositada em ambiente marinho atestado pelo seu conteúdo fossilífero (MENDES, 1952; ROCHA-CAMPOS, 1966). A "Formação Gramadinho" seria de origem glacial e flúvio-glacial, representando-se por dois conjuntos de "tilitos", indicando dois avanços glaciais, com intercalações de arenitos, folhelhos e "varvitos". O topo da seqüência, denominado "Formação Tietê", representaria deposição em condições glaciais e flúvio-glaciais, com um horizonte de "tilito" quase no topo da unidade indicando o último avanço do gelo na bacia, sobrepondo-se a uma fase interglacial que originou a formação de camadas de carvão, entre as quais a de Cerquilho; a ocorrência de fósseis marinhos em Itaporanga, descoberta por MEZZALIRA (1956), foi colocada estratigraficamente por BARBOSA & GOMES (1958) na "Formação Tietê".

Conforme ROCHA-CAMPOS (1967) a origem glacial dos dia-

mictitos foi determinada principalmente devido às feições associadas, tais como pavimentos estriados em rocha "moutonnée", verificados em Salto, e estruturas interpretadas como "eskers" e preenchimento de "crevasses", encontradas em Gramadinho. Feições periglaciais junto a vales proglaciais, assim como variação em espessura, indicariam "fácies" mais continental pelo menos em parte dos sedimentos. Estruturas sedimentares encontradas em arenitos indicariam deposição subaquosa representando depósitos flúvio-glaciais, enquanto contribuição eólica foi evidenciada através da morfologia dos grãos de alguns arenitos. Ritmitos representariam "varvitos" típicos e provavelmente turbiditos, tendo-se como exemplo a pedreira de Itu. Siltitos maciços foram interpretados pelo autor como argilas glaciais ou "peloditos", tal como ocorre entre Sorocaba e Itapetininga.

FRAKES et al. (1968) citaram a ocorrência de corpos de arenito e conglomerado, em forma de cunha e canal, dentro de diamictito pertencente à porção média a superior do Subgrupo Itararé ("Formação Gramadinho"), como sendo "eskers" fósseis, sugestivos de ambiente glacial de deposição,quer como preenchimento de "crevasses" ou como depósitos de correntes subglaciais.

ANDRADE & SOARES (1971) consideraram a "Formação" Itararé, no Estado de São Paulo, originada por ambientes marinho, continental e de transição. O intervalo basal teria se depositado em condições subaquosas com contribuição glacial. A parte média evidenciaria sedimentação em ambiente glácio-marinho de águas rasas, dominado por correntes de turbidez, com deposição de material retrabalhado de depósitos glaciais no nível das ondas. A porção superior seria de origem marinha com influência glacial.

Durante os períodos glaciais havidos na Bacia do Paraná, ocorreu, segundo FÚLFARO (1971), uma glaciação do tipo continental, com geleiras terminando em bacias profundas com declives acentuados, dominadas por correntes de turbidez. Diamictitos teriam se depositado, posteriormente retrabalhados por águas de degelo, em condições deltaicas, durante os períodos interglaciais. A remoção da cobertura de gelo, com a melhoria climática, permitiria ingressões marinhas restritas, vindas de leste, através das partes mais baixas, como vales glaciais.

Para FRAKES & CROWELL (1972), áreas onde diamictitos compreendem grande parte da seção estratigráfica podem ser consi-

deradas como local de deposição essencialmente glacial, com pouca sedimentação por processos associados; a ação erosiva seria intensa em razão da atividade das águas de degelo e movimentos de massa, resultando, então, numa seção glacial reduzida ou mesmo ausente. Ao contrário, seqüências glaciais com pouca proporção de "tilitos", como a que ocorre entre Sorocaba e Itapetininga, representariam deposição, em terras baixas, de sedimentos retrabalhados de "tilitos" situados em áreas mais elevadas.

LANDIM (1973) concluiu que a deposição da "Formação" Itararé, no Estado de São Paulo, se deu segundo o modelo glacial de latitude predominantemente terrestre, baseando-se nos seguintes argumentos: a) presença de "tilitos" verdadeiros constatados por método de campo ou por sedimentologia; b) a ocorrência de "drunlins" e "eskers" é mais freqüente em glaciações terrestres ; c) constatação de erosão existente nos ciclos sedimentares; d) bom arredondamento e esfericidade dos grãos de quartzo, indicando retrabalhamento subaéreo; e) cores avermelhadas, indicando oxidação subaérea.

A parte superior do Subgrupo Itararé, na região de Tietê, foi depositada, segundo SOARES et al. (1977), em condições regressivas, com progradação de lobos deltaicos sobre plataforma deltaica, acompanhada de avanços e recuos de lobos glaciais. Assim, distinguiram, na área, depósitos continentais fluviais,glaciais, de transição e marinhos, que representariam o avanço da sedimentação continental sobre um grande corpo d'água, que poderia ser um golfo, culminando com o assoreamento deste.

O quadro paleogeográfico imaginado por SAAD (1977) sugere a existência de um centro glacial a leste da borda atual da Bacia do Paraná, a partir do qual um lobo glacial (Kaakoveld, apud FRAKES & CROWELL, 1972) teria atingido o Estado de São Paulo através de áreas mais deprimidas, chegando, inclusive, ao mar. A presença de feições glaciais associadas aos sedimentos do Subgrupo Itararé levaram o autor a concluir que a frente glacial teria ultrapassado em pelo menos 50 km a borda leste da bacia, em direção a noroeste, atingindo a região de Tietê. Por outro lado as ingressões marinhas que atingiram a bacia teriam sido mais significativas na região sudoeste, atingindo esporadicamente a parte marginal da bacia na sua porção norte; a conexão com o oceano aberto seria para sudeste ou sudoeste, conforme análise de mapas de por-

centagem de folhelhos.

COTTAS et al. (1981) identificaram três associações litológicas no Subgrupo Itararé, na região nordeste do Estado de São Paulo, interpretadas como "fácies" de ambientes flúvio-glacial, fluvial e marinho raso. A evolução ambiental da área teria começado com os depósitos flúvio-glaciais, pelo retrabalhamento de "tills" em planícies aluviais periglaciais. O ambiente marinho raso estaria representado por uma associação de "fácies", cujas características litológicas e estruturas sedimentares presentes conduziram os autores a identificarem três subambientes: planície de maré, praia e plataforma. Os depósitos flúvio-glaciais e marinhos ocorreriam interdigitados nas porções inferior e média do Subgrupo Itararé. O topo da unidade compreenderia sedimentos depositados em ambiente fluvial no final do ciclo glacial, apresentando depósitos de canais, barras e planícies de inundação.

Seqüência completa do Subgrupo Itararé foi estudada na região sudoeste do Estado de São Paulo por CAETANO-CHANG (1984), que constatou a seguinte evolução ambiental na área: 1) deposição em ambiente fluvial "braided"; 2) instalação de um sistema glácio-continental, com pelo menos dois avanços do gelo; 3) avanço da glaciação, com deposição em planícies de lavagem por águas de degelo; 4) desenvolvimento de sedimentação subaquática por correntes de turbidez em frente deltaica, culminando com depósitos de plataforma marinha, em período interglacial; 5) sedimentação deltaica progradante sobre os sedimentos de plataforma precedentes, em fase de avanço glacial; 6) sedimentação costeira continental marinho-raso, com "fácies" de ambiente deltaico associadas a depósitos de praias, com pouca influência dos glaciares, que teriam recuado para regiões mais afastadas da área.

LANDIM et al. (1986) identificaram unidades genéticas atribuídas ao Subgrupo Itararé, na região da bacia hidrográfica do rio Capivari, originadas por sistema de leques subaquosos, na porção inferior; sistema deltaico com avanços glaciais, na parte média; e sistema costeiro, na porção superior. No sistema de leques subaquosos teria havido a deposição de sedimentos glacígenos e flúvio-glaciais nas depressões do embasamento, com desenvolvimento de leques aluviais alimentados por detritos provenientes dos altos do cristalino; evento transgressivo, com sinais de influência glacial, recobriria os sedimentos precedentes. O sistema

deltaico teria se instalado no corpo aquoso originado pela transgressão anteriormente referida, com contribuição glacial em condições subaquosas; estariam associados a esse sistema deposicional as ocorrências marinhas de Capivari e Hortolândia e o carvão de Monte Mór. O sistema costeiro incluiria depósitos de praias e planícies de maré predominando sobre lobos deltaicos, a ele associando-se a ocorrência de carvão de Cerquilho.

Na região de Campinas-Limeira, SOUZA Fº (1986) chegou a resultado semelhante ao de LANDIM et al. (1986) quanto à evolução ambiental do Subgrupo Itararé. Inicialmente teriam se depositado "tills" de alojamento nas depressões do embasamento, posteriormente recobertos por sedimentos fluviais de lavagem glacial. O recuo do gelo favoreceria uma transgressão marinha, com afogamento das terras mais baixas, ficando as terras altas emersas como fontes alimentadoras de leques subaquosos, cujo desenvolvimento cessou com o incremento da transgressão. Sistemas deltaicos e de leques aluviais, associados a sistemas glaciais, atuariam na deposição dos sedimentos da parte média da unidade. O terço superior corresponderia a rochas resultantes de sedimentação deltaica e de leques aluviais, em transição para um sistema costeiro, com pequenos lobos deltaicos mineralizados com carvão.

STEVAUX et al. (1987) reconheceram, na região da bacia hidrográfica do baixo rio Capivari, três sistemas deposicionais responsáveis pela sedimentação do Subgrupo Itararé. Um sistema de leques aluviais teria preenchido de clásticos grossos as calhas do embasamento cristalino, com evidências diretas da ação do gelo, originando a "Formação Itu". O posterior recuo da glaciação permitiria o avanço do mar, caracterizado por uma seqüência de sedimentos pelíticos, representando a "Formação Capivari". Um sistema deltaico viria assorear a plataforma marinha anteriormente instalada, ocasionando a deposição da "Formação Tietê".

SANTOS (1987) apresentou reconstituição da evolução paleogeográfica do Subgrupo Itararé, na Bacia do Paraná, que bioestratigraficamente abrangeria os intervalos G, H e I de DAEMON & QUADROS (1970). Durante o intervalo G a sedimentação seria predominantemente continental flúvio-deltaica em quase toda bacia, com quatro lobos glaciais ativos, um dos quais situado na região de São Paulo e com deslocamento para noroeste. No intervalo H, com a intensificação de movimentos tectônicos, ocorreria a comparti-

mentação da Bacia do Paraná em duas áreas mais subsidentes, respectivamente a norte e sul do Arco de Ponta Grossa, em grande parte ocupadas por um corpo de água marinha; sedimentação predominantemente terrestre estaria restrita às margens da bacia, com três lobos glaciais situados em sua borda oriental, um dos quais em São Paulo. Também no intervalo I teria predominado, inicialmente, sedimentação subaquática em grande parte da bacia, representando o clímax de um evento transgressivo restritamente iniciado no intervalo G; sistemas deltaicos progradar-se-iam rumo ao mar, a partir das margens oriental e ocidental da bacia, em fase de recuo da glaciação, que no final da deposição desse intervalo bioestratigráfico estaria representada somente por um lobo glacial, localizado em São Paulo.

Evolução ambiental válida para o "Grupo" Itararé em toda Bacia do Paraná foi apresentada por FRANÇA (1987) e FRANÇA & POTTER (1988), ao ser proposta a subdivisão da unidade nas "formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba". A "Formação Lagoa Azul", basal, teria se depositado, somente a norte do Arco de Ponta Grossa, inicialmente por leques aluviais e rios "braided", evoluindo para ambiente glacial terrestre no topo. A "Formação Campo Mourão", intermediária, seria originada por deposição em planícies de lavagem e rios "braided", passando a ambiente marinho com influência glacial na parte superior. A "Formação Taciba", superior, representaria depósitos deltaicos, turbidíticos e de plataforma, na parte basal, e depósitos de mares profundos e glácio-marinhos, na porção superior, os dois últimos predominando, respectivamente, na parte sul e parte norte da bacia.

6- METODOLOGIA

6.1 Campo

A presente dissertação baseou-se, essencialmente, em trabalhos de campo, através do exame de afloramentos expostos ao longo de cortes de estradas e drenagens, cujas principais características abordadas foram litologias, estruturas sedimentares, relações de contato e geometria dos corpos rochosos. Para tanto, utilizaram-se, como base topográfica, as folhas de Salto de Pirapora e Boituva, ambas editadas pelo IBGE, na escala 1:50.000, cuja redução originou o mapa litoestratigráfico apresentado (ANEXO).

Durante as atividades de campo, levantaram-se, também, seções de superfície ao longo de trechos de estradas, usando-se nível, bússola, altímetro e trena. Essas seções estão representadas na forma colunar (Figs. 4 a 7), permitindo a visualização do posicionamento dos pacotes rochosos que compõem o Subgrupo Itararé, com vistas à interpretação de sua evolução ambiental na área estudada.

No decorrer dos trabalhos de campo foi realizada sondagem, para captação de água subterrânea, na Fazenda Geomater, a sul de Araçoiaba da Serra, o que permitiu a descrição detalhada dos seus testemunhos, possibilitando a confecção do seu perfil geológico (Fig. 3).

6.2 Escritório

O início das atividades realizadas para elaboração desta dissertação constou de levantamento bibliográfico envolvendo trabalhos referentes ao Subgrupo Itararé, de modo geral, principalmente no Estado de São Paulo, além daqueles relacionados especificamente à área estudada.

A cartografia geológica então existente constava do mapa geológico, na escala 1:50.000, de toda área (DAEE/UNESP,1979), e do mapa geológico e litológico da região da serra de Araçoiaba, na escala aproximada de 1:20.000 (DAVINO, 1965).

Ao mapa geológico preliminar, elaborado a partir da do-

cumentação existente, acrescentaram-se informações obtidas a partir de fotointerpretação, nas escalas 1:60.000 e 1:25.000, tais como possíveis zonas fotolitológicas e feições estruturais, mediante análise das formas de relevo e drenagem, segundo a metodologia proposta por SOARES & FIORI (1976). Com a fase de campo concluída, procedeu-se à reinterpretação fotogeológica, obtendo-se o mapa litoestratigráfico final (ANEXO).

As descrições de afloramentos combinadas a dados de sondagens possibilitaram a confecção de seções geológicas (Figs. 8 a 12), as quais representam a distribuição lateral e vertical dos conjuntos litológicos reconhecidos. A partir das cotas do topo do embasamento, obtidas através de poços e sondagens elétricas cadastradas na área (TABELA 2), construiu-se, ainda que de modo parcial por falta de mais informações de subsuperfície, o mapa de contorno estrutural da superfície do cristalino (Fig. 13), o qual forneceu subsídios para posterior interpretação paleogeográfica.

Com base em perfis de poços, sondagens elétricas, seções colunares e dados de superfície, foi possível a confecção de um diagrama em painel (Fig. 14) onde visualiza-se a distribuição tridimensional dos principais litossomas identificados, abrangendo grande parte da área estudada. O reconhecimento do arranjo espacial dos corpos rochosos predominantes foi de grande importância na interpretação da evolução ambiental local do Subgrupo Itararé.

Estudos sedimentológicos foram efetuados em amostras de arenitos para sua caracterização textural, com vistas à obtenção de informações que pudessem ser úteis às interpretações paleoambientais.

Lâminas petrográficas de diamictitos foram confeccionadas para verificação da sua composição mineralógica e textura da matriz.

nº do poço	cota da superfície (m)	cota do embasamento (m)	espessura do Subgrupo Itarará (m)
01	605	525	80
08	623	530	93
10	610	566	44
14	580	555	25
15	620	581	39
18	650	580	70
21	640	578	62
23	660	580	80
46	600	520	80
56	610	502	108
140	620	549	71
161	660	425	235
165	630	499	131
167	630	560	70
177	620	428	192
I	570	420	150
III	620	514	106
GEOMATER	620	408	212

sond. elétr.	cota da superfície (m)	cota do embasamento (m)	espessura do Subgrupo Itarará (m)
SE-1	570	460	110
SE-2	630	570	60
SE-4	570	420	150
SE-5	580	480	100
SE-6	590	420	170

TABELA 2 - Dados de poços e sondagens elétricas locadas no mapa litoestratigráfico (ANEXO).

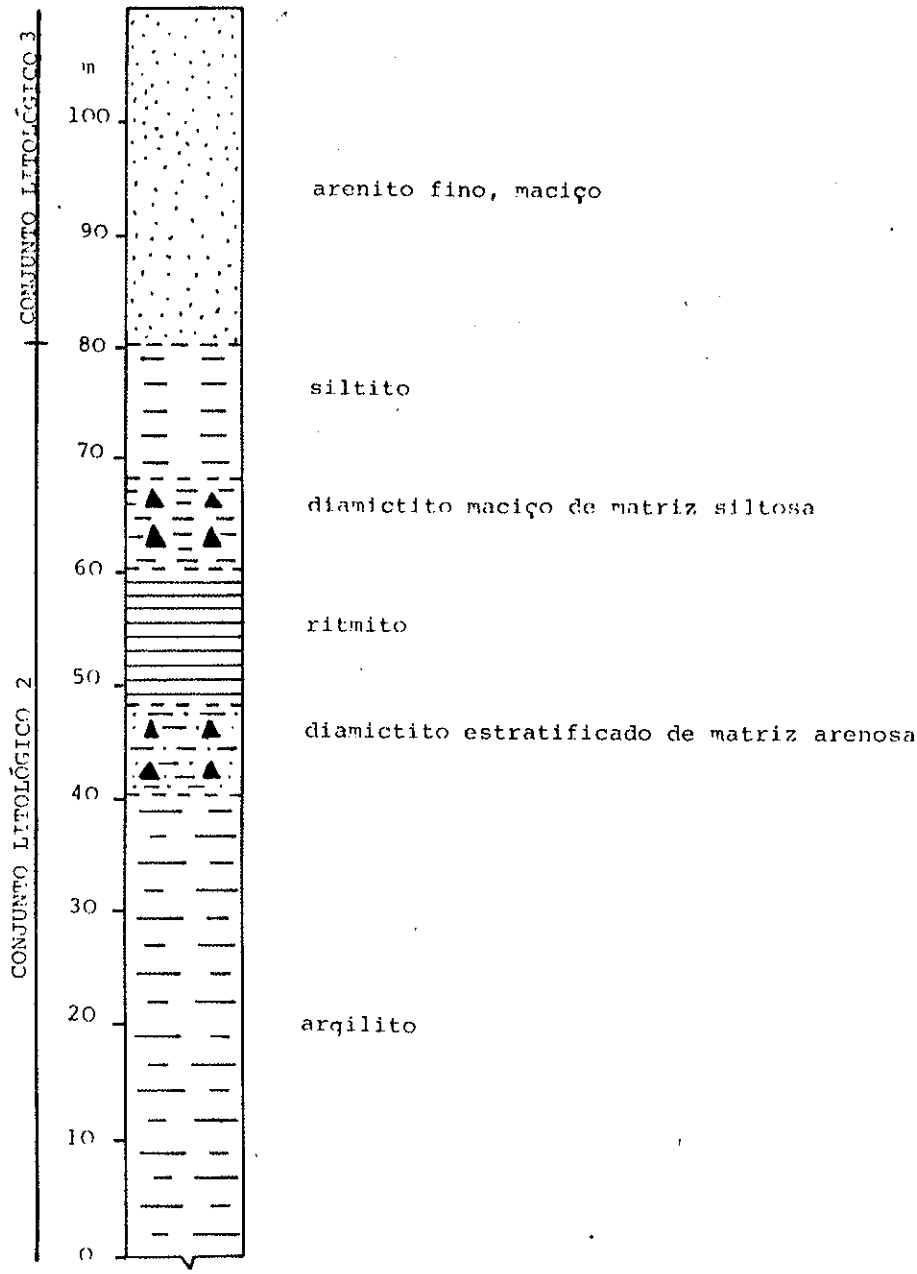


Fig. 4 - Seção colunar a sul de Jundiaquara.

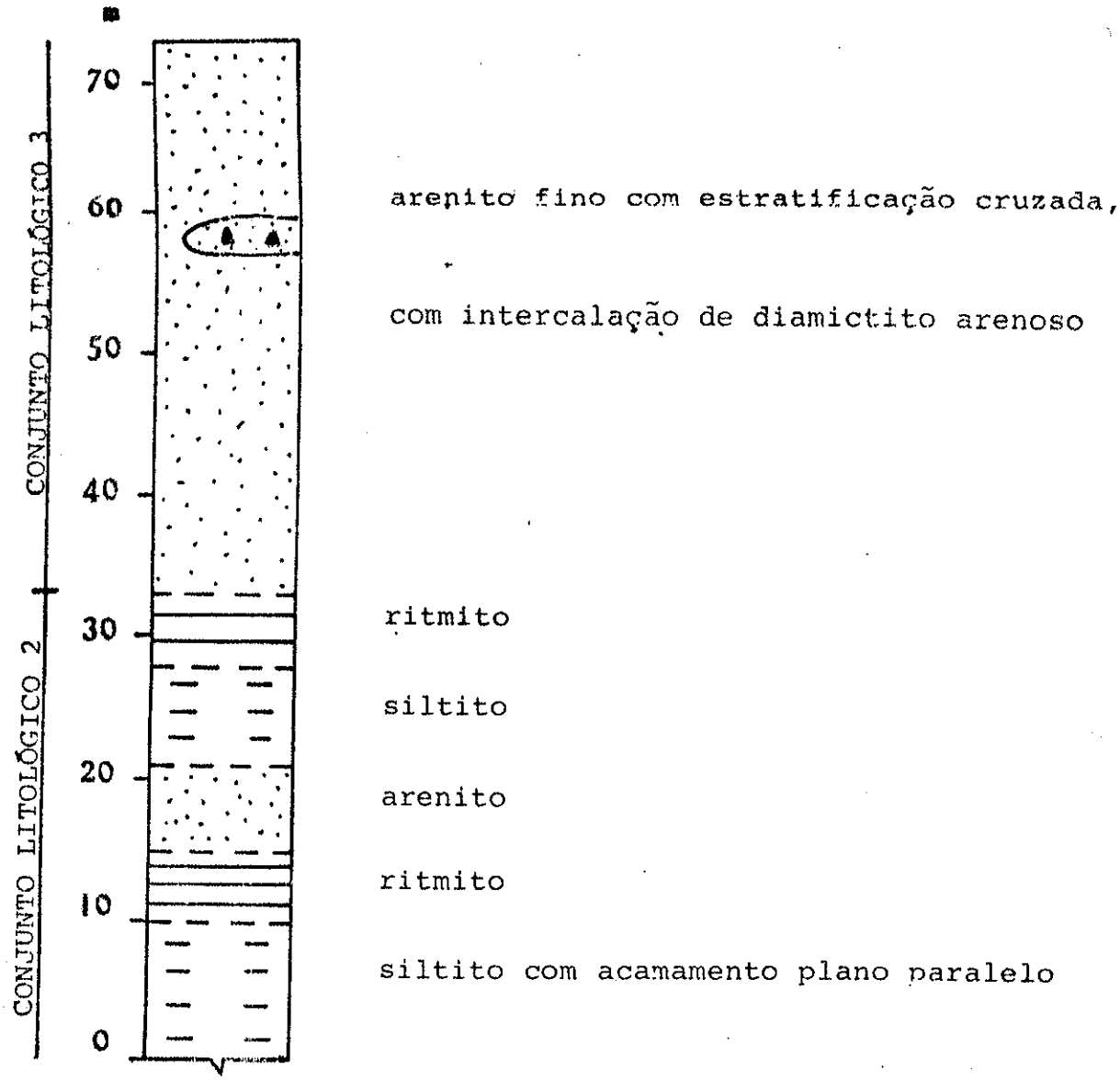


Fig. 5 - Seção colunar na rodovia Raposo Tavares, entre o km 118 e o km 119,5.

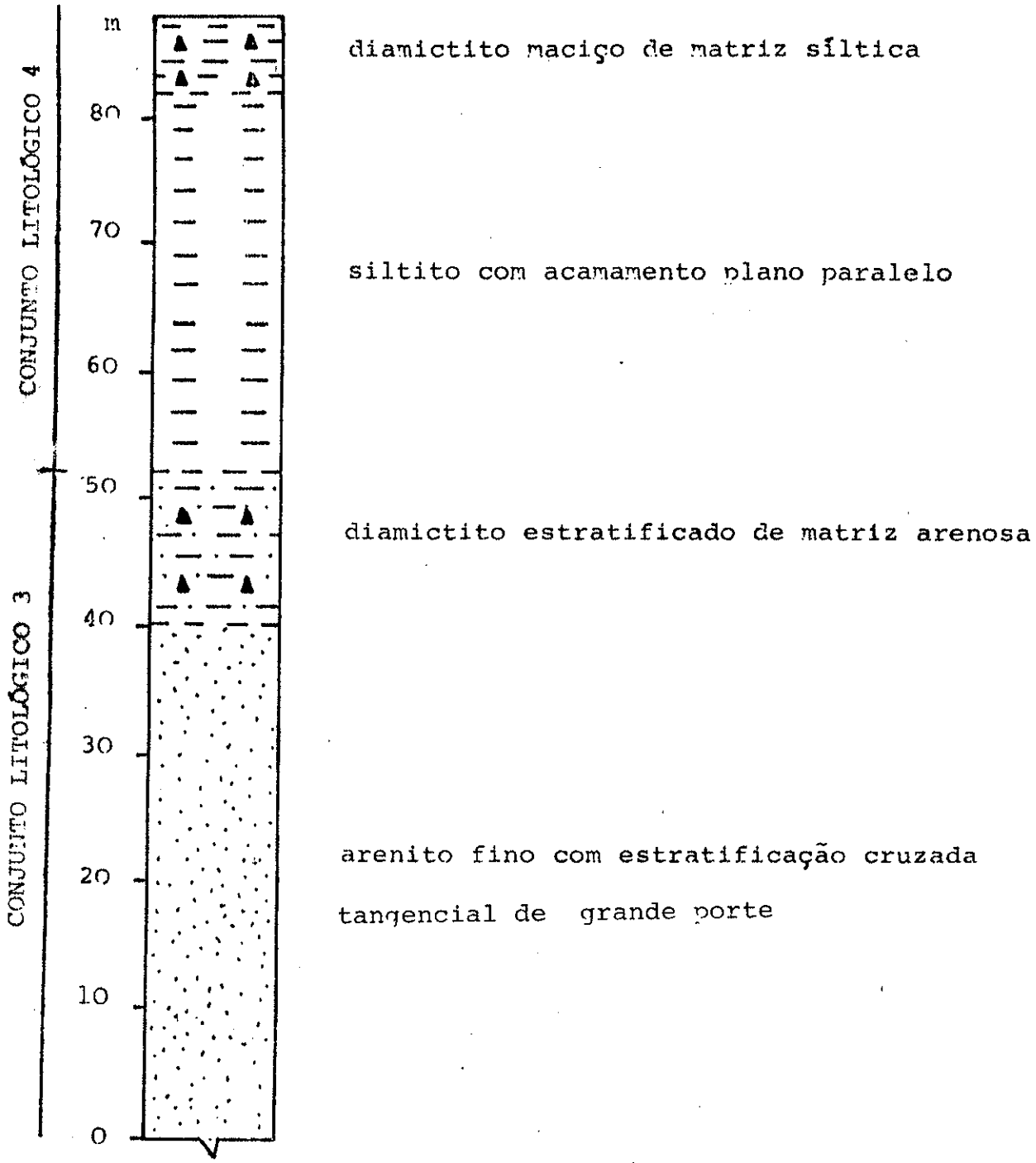


Fig. 6 - Seção colunar a nordeste de Cocais (Faz. São Domingos).

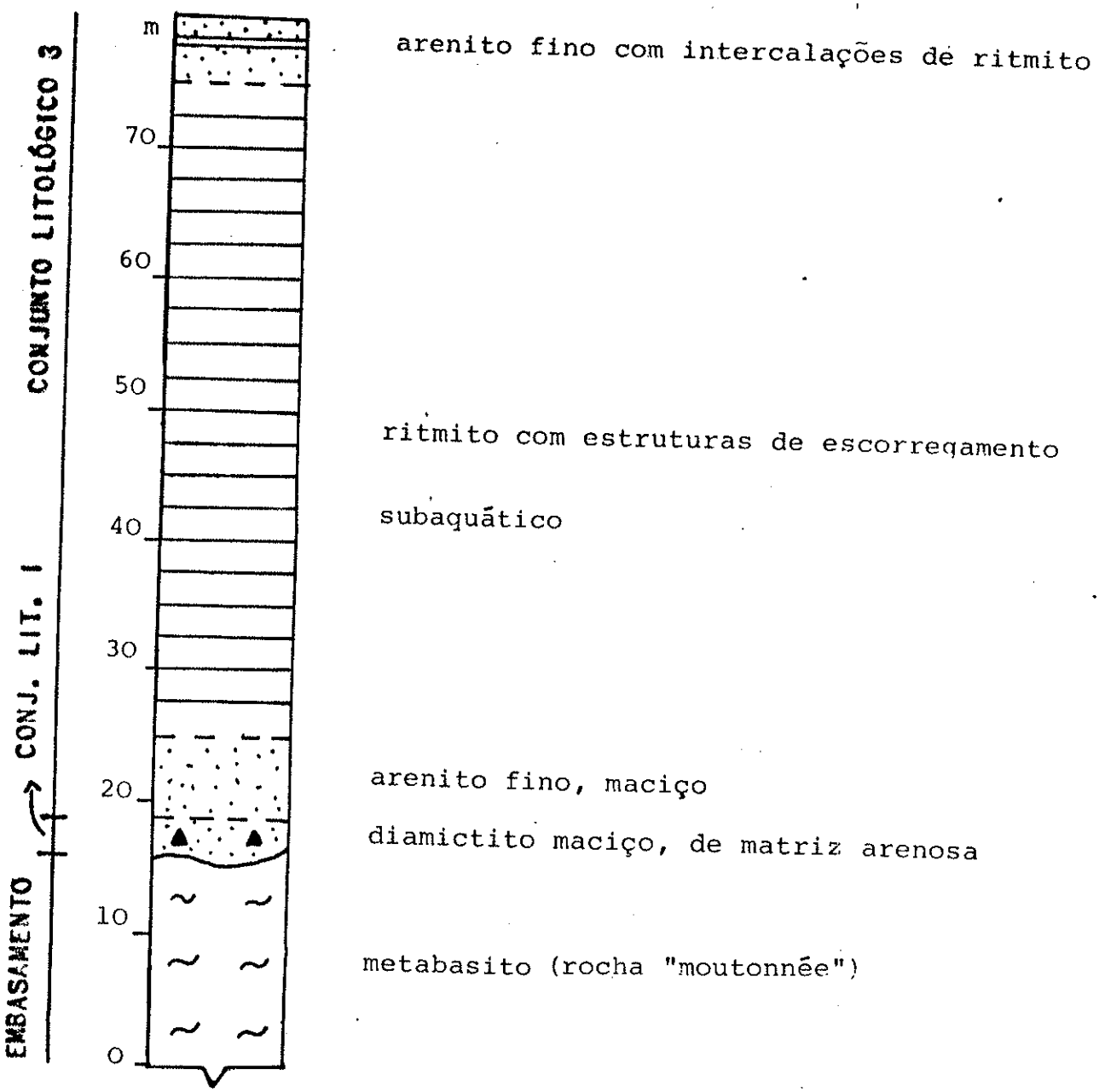


Fig. 7 - Seção colunar da rodovia SP-264, entre o km 131,8 e o km 132,8.

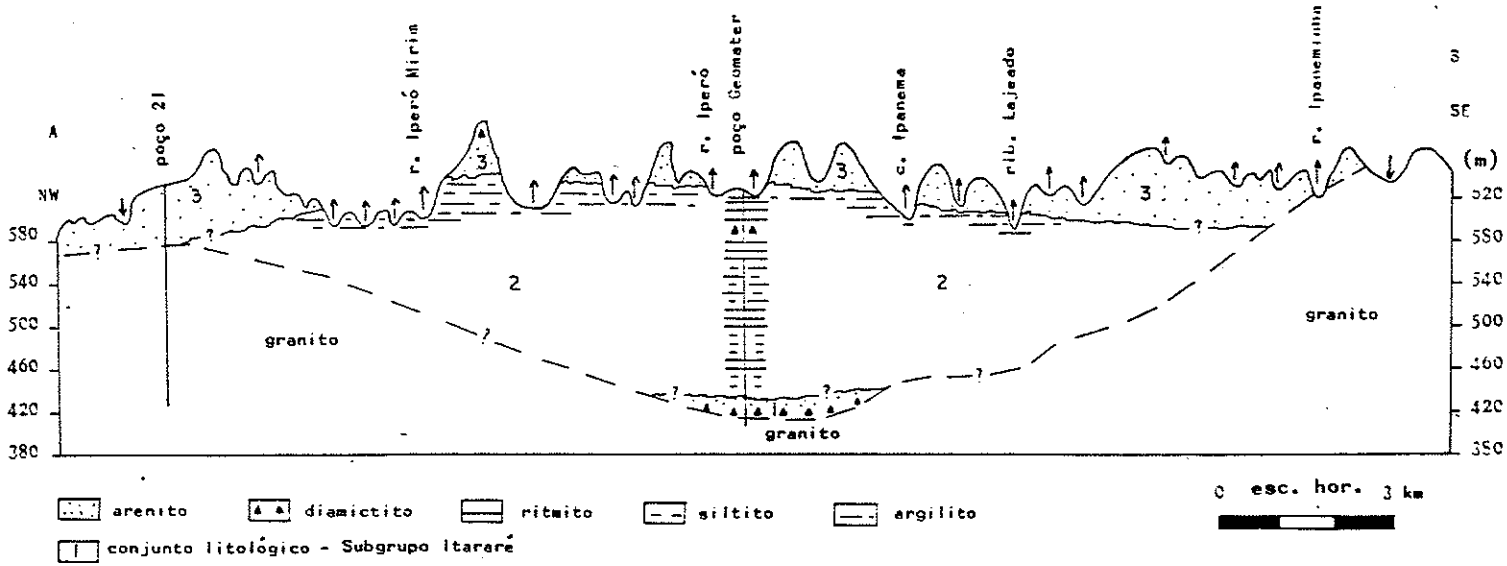


Fig. 8 - Perfil passando pelos poços 21 e Geomater.

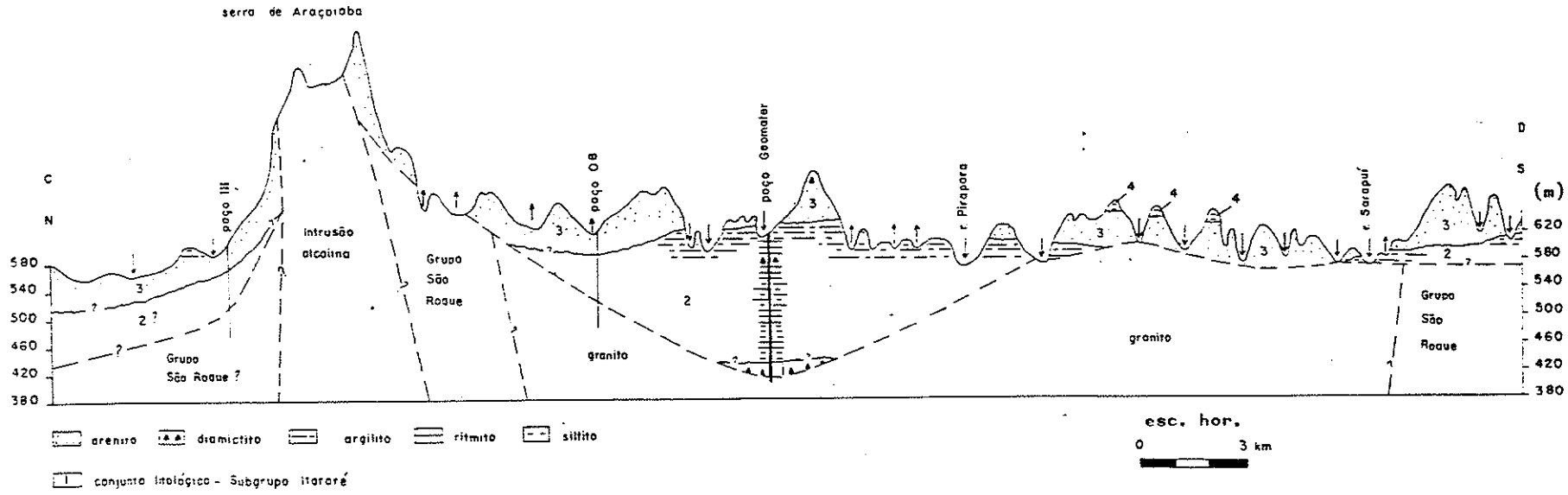


Fig. 9 - Perfil N-S passando pelos poços III, 08 e Geomater.

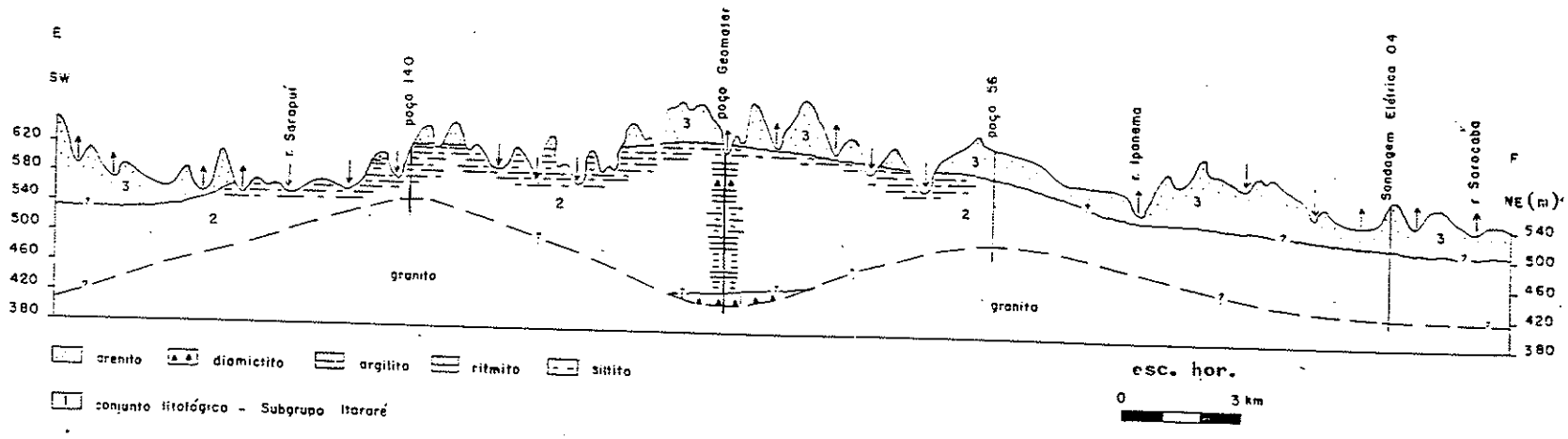


Fig. 10 - Perfil NE-SW passando pelos poços 140, Geomater e 56 e sondagem elétrica 04.

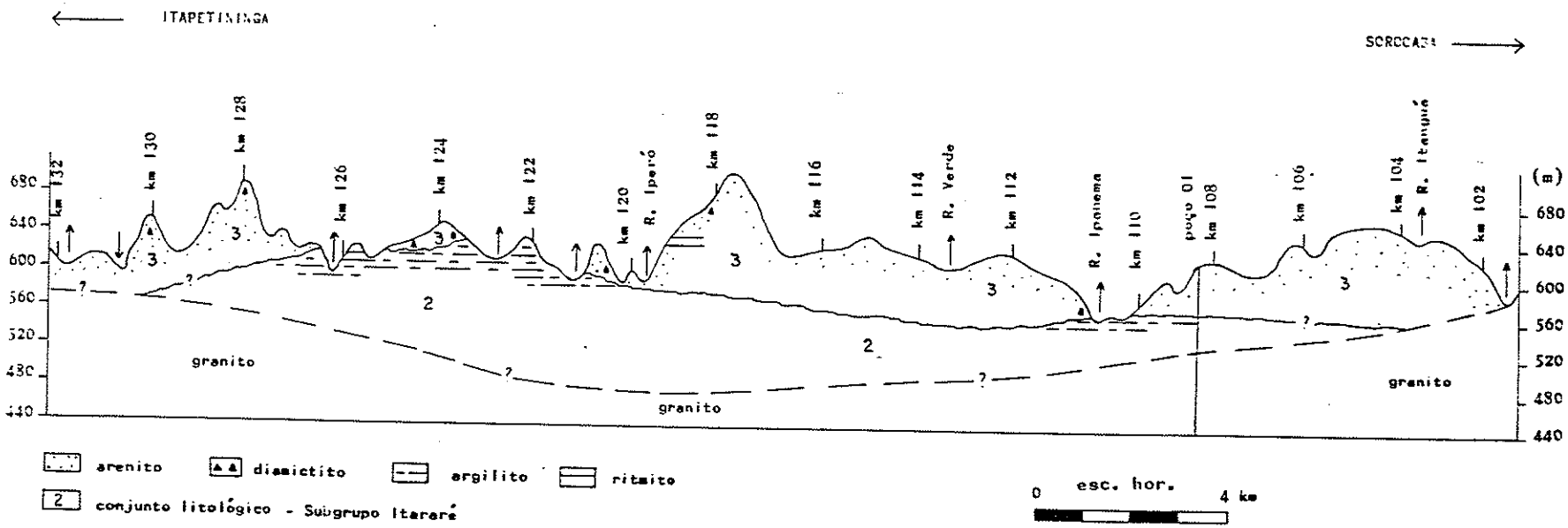


Fig. 11 - Perfil da rodovia Raposo Tavares (SP-270).

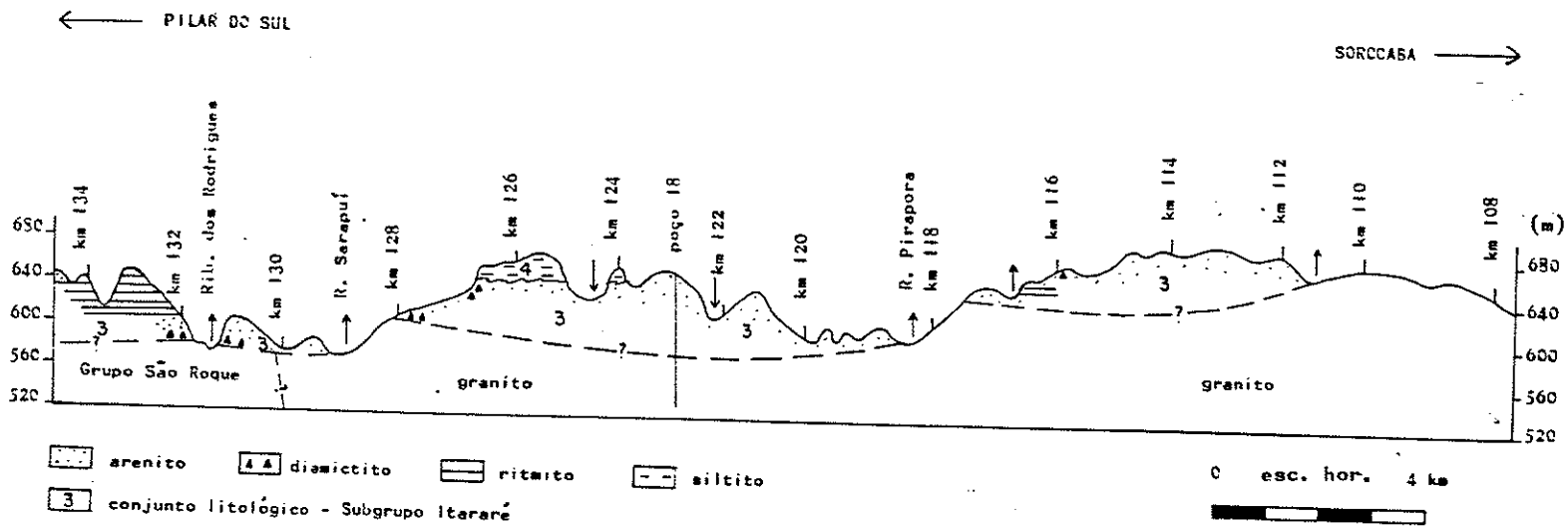


Fig. 12 - Perfil da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul (SP-264).

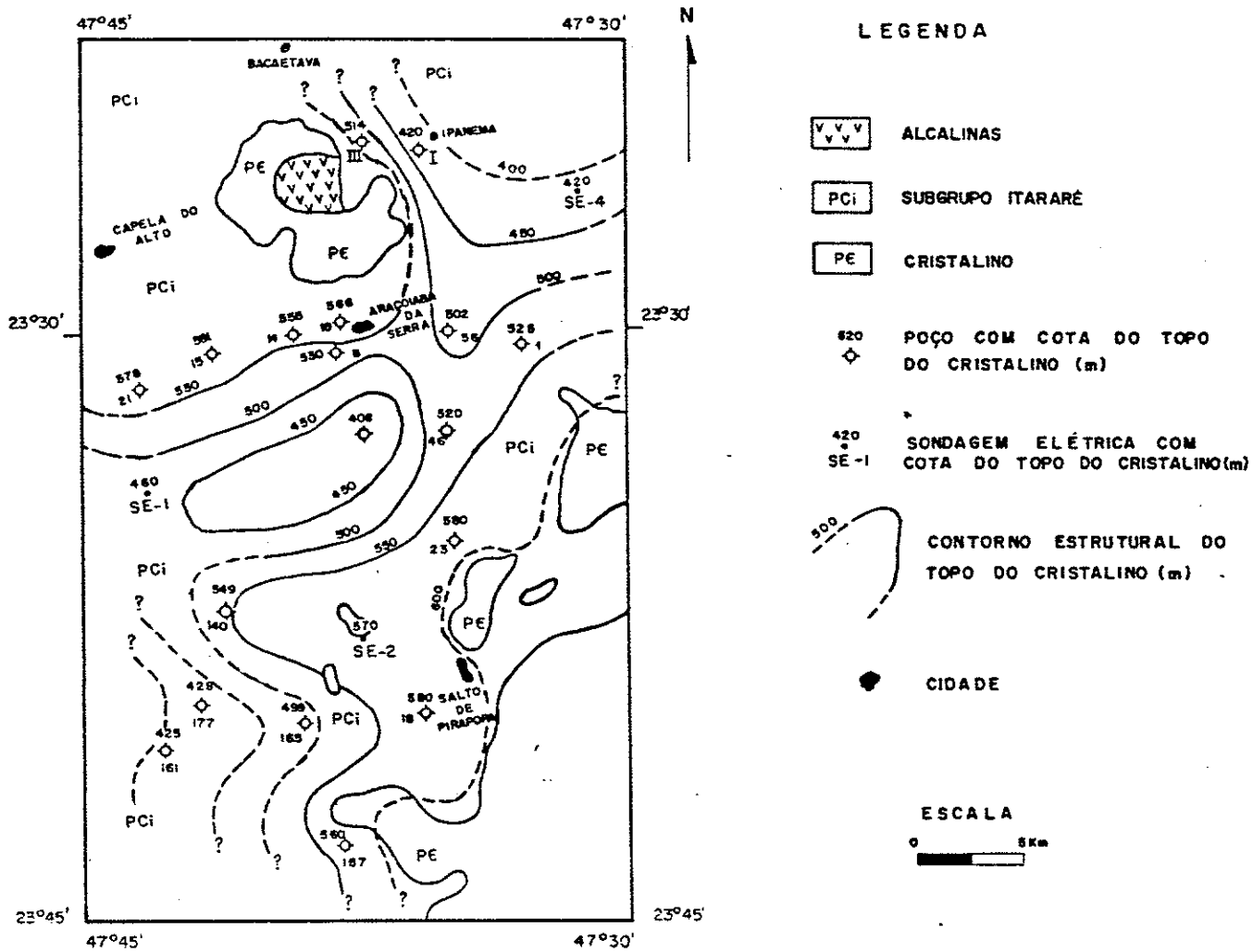


Fig. 13 - Mapa estrutural do topo do embasamento cristalino.

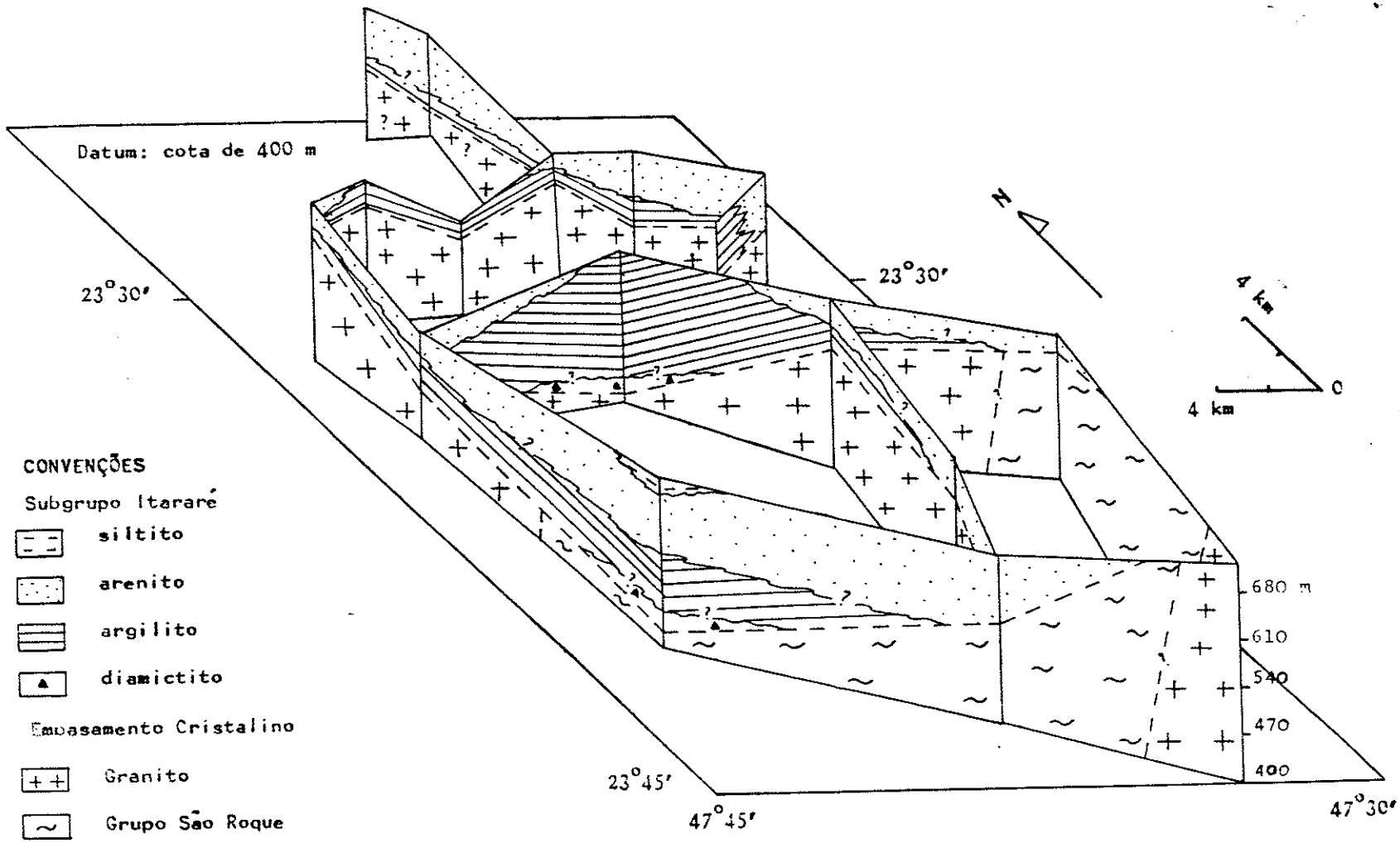
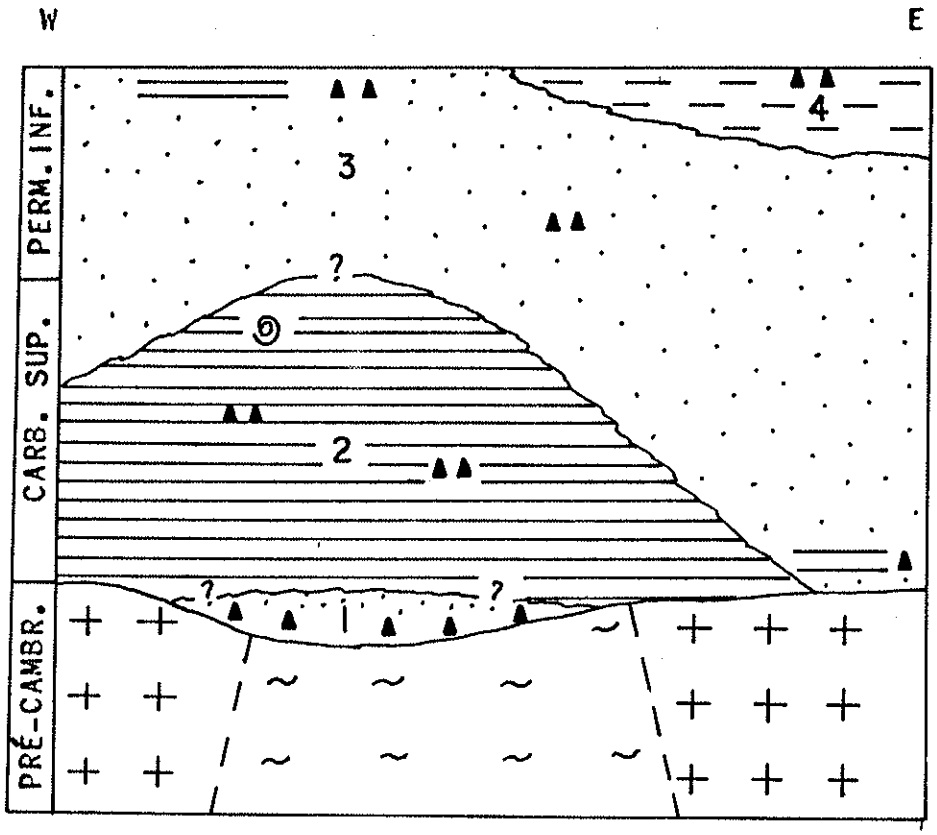


Fig. 14 - Bloco diagrama da área baseado em sondagens e seções colunares.



conjunto litológico diamictito

arenito argilito, ritmito

siltito granito metassedimentos

fósseis marinhos

Fig.15 -Coluna cronolitoestratigráfica da área.

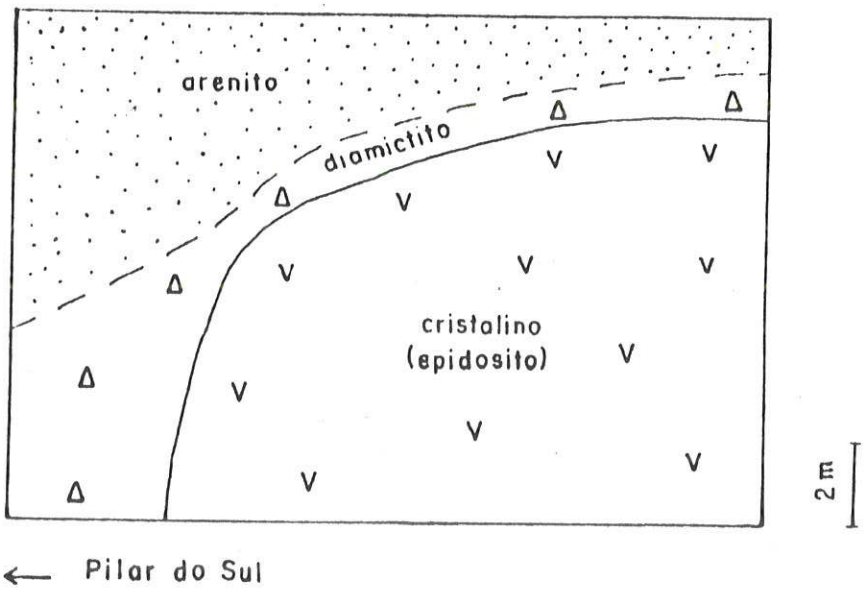


Fig. 16 - Contato Itararé/cristalino: rocha "moutonnée". Rodovia Sorocaba-Pilar do Sul, km 132.

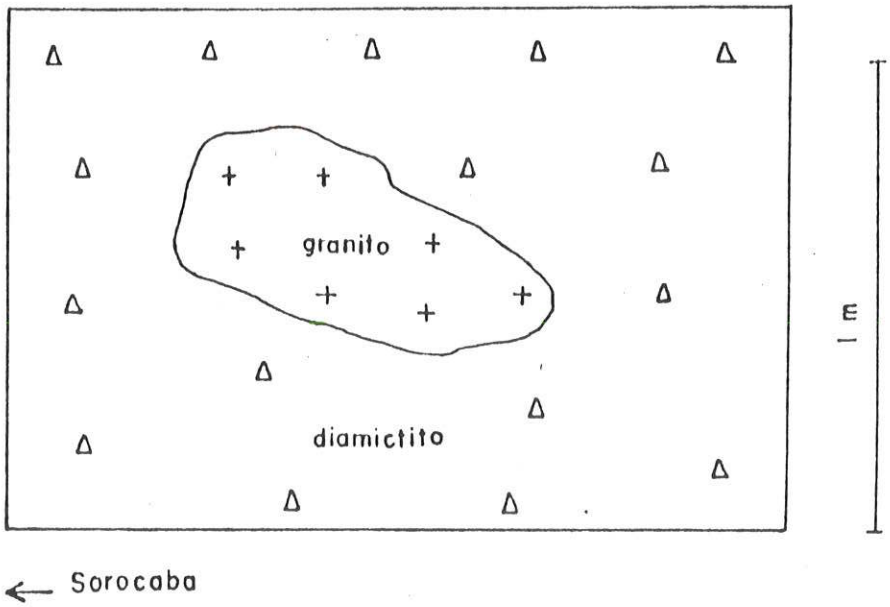
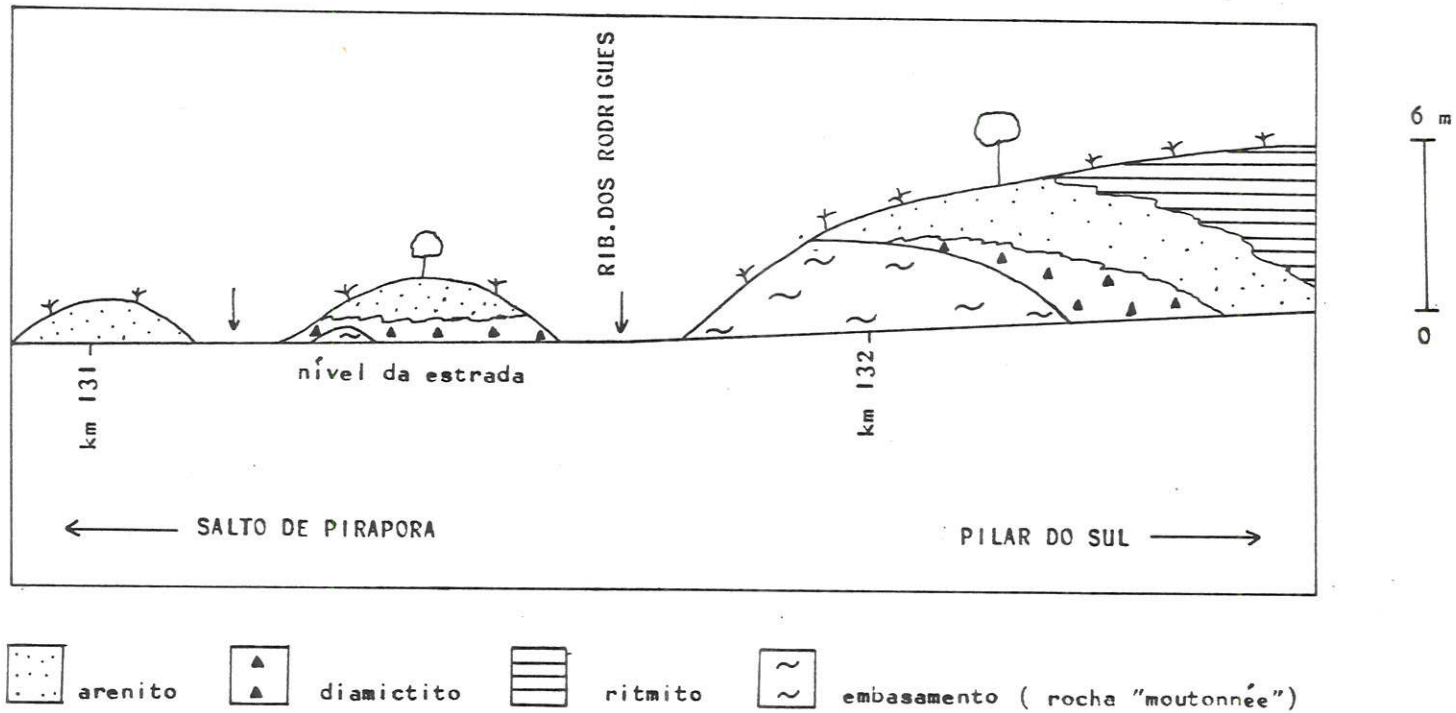


Fig. 17 - Bloco de granito em diamictito. Mesmo local anterior.



Instituto de Geociências U.S.P. BIBLIOTECA

Fig. 18 - Esquema de cortes da rodovia SP-264, entre os kms 131 e 132,5.

7- ESTRATIGRAFIA

O intervalo estratigráfico estudado na área corresponde à porção inferior do Subgrupo Itararé, no contato deste com o embasamento cristalino. O contato superior, com a Formação Tatuí, encontra-se cerca de 7 km a noroeste da área pesquisada (Fig. 2).

A intrusão alcalina de Ipanema deu caráter peculiar à estratigrafia da área, uma vez que na porção noroeste da mesma, a cerca de 20 km da borda leste da bacia, afloram sedimentos do Subgrupo Itararé situados próximo às rochas do embasamento cristalino. A manifestação tectônica que atuou na Bacia do Paraná, no Mesozóico, além de dar acesso ao magmatismo básico e alcalino, afetou profundamente a estrutura da área, produzindo uma compartimentação em blocos, identificada pela ocorrência de altos e baixos na superfície do embasamento cristalino (Fig. 13), resultantes, ao menos em parte, da atuação de falhas de distensão (a erosão glacial também foi responsável pela esculturação do paleorelevo). O mergulho das camadas, que no geral é para noroeste, assume caráter radial em torno da intrusão.

As irregularidades apontadas da topografia do embasamento possibilitaram chegar-se a conclusões diferentes daquelas apresentadas por FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967), SAAD (1977), SANTOS (1979) e DAEE/UNESP (1979), quanto à seqüência estratigráfica do Subgrupo Itararé na rodovia Raposo Tavares. Os arenitos aflorantes na altura do km 129 dessa rodovia, situam-se na parte basal do Subgrupo Itararé, posicionando-se a aproximadamente 60 m do topo do embasamento cristalino, conforme dados obtidos do poço 21 (TABELA 2 e Fig. 8). Segundo os autores acima mencionados, tais sedimentos situar-se-iam na porção intermediária do Subgrupo Itararé, tendo sido denominados, informalmente, conjunto litológico C por SAAD (op. cit.) e SANTOS (op. cit.) e unidade superior por DAEE/UNESP (op. cit.). Isso se deve ao fato que, ao longo dessa rodovia, a espessura sedimentar não aumenta gradativamente para oeste, como era de se esperar, devido à superfície irregular do embasamento, que constitui um alto estrutural na altura do km 130 (Fig. 11).

Os trabalhos desenvolvidos na área permitiram o reconhecimento de quatro associações de rochas que foram denominadas,

informalmente, conjuntos litológicos 1, 2, 3 e 4, a partir da base (Figs. 9 e 15).

7.1 Conjunto litológico 1

Foi constatado em afloramentos e em subsuperfície, sobrepondo-se ao Grupo São Roque ou às rochas granitóides (Figs. 3 e 7). Representa-se por diamictitos, eventualmente passando a arenitos de granulação variando de muito fina a grossa.

Os diamictitos têm cor creme, estrutura maciça, com clastos de litologias variadas dispersos em matriz arenosa (Foto 2). Por sua vez, a matriz compõe-se de quartzo e feldspato, tendo como acessórios cianita, zircão, clorita e magnetita. A espessura dos diamictitos atinge pelo menos 9 m (Fig. 3).

Os arenitos têm cor creme, com granulação variando de muito fina a grossa em granodecrescência ascendente e laminações cruzadas por migração de marcas onduladas na porção inferior. Apresentam espessura de até 6 m (Fig. 3).

No corte da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul, altura do km 132, ocorre diamictito de matriz arenosa, com até 4 m de espessura, contendo matacão de granito róseo com 0,80 m de diâmetro (Fig. 17), sobreposto de forma irregular ao embasamento cristalino (Figs. 16 e 18), que mostra superfície polida, com estrias para N55^{o}W (Foto 1).

O embasamento estriado está representado por epidosito de cor cinza-escuro, granulação fina, compacto, mineralogicamente composto por quartzo, epidoto e clorita, tendo como principais acessórios calcita e pirita, esta ocorrendo na forma de cristais cúbicos com até 1 cm de aresta; mineralização de calcita ocorre ao longo dos planos de fratura. Essa rocha acha-se recoberta por sedimentos do Subgrupo Itararé, no corte da rodovia SP-264 (Fig. 18), mas aflora no leito do ribeirão dos Rodrigues, cerca de 300 m a jusante dessa estrada. A superfície do epidosito, esquematizada na Fig. 16, apresenta estrias representativas de movimento do gelo responsável pela deposição do diamictito sobrejacente. Este é mais espesso nas depressões, adelgaçando-se sobre as partes mais elevadas do embasamento, correspondendo, provavelmente, a tilito de alojamento depositado durante uma fase de avanço glacial, semelhante ao que ocorre em Alfredo Wagner, Santa

Foto 2 - Diamictito arenoso com bloco de granito.
Km 132 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul.

Instituto de Geociências
TOMBO T 1698 e.3

Catarina, estudado por ROCHA-CAMPOS et al. (1988).

A espessura do conjunto litológico 1 é de pelo menos 15 m (Fig. 3), sendo que sua área de ocorrência deve limitar-se a calhas do embasamento existentes desde a borda da bacia até pelo menos a porção central da área, onde foi constatado em sondagem (poço Geomater, Fig. 3 e ANEXO).

Sua deposição deu-se no Carbonífero, uma vez que, como será visto adiante, situa-se estratigraficamente sob sedimentos atribuídos por LIMA et al. (1976; 1983) ao Carbonífero Superior.

7.2 Conjunto litológico 2

Esta unidade litoestratigráfica ocorre, principalmente, nos vales dos rios Pirapora, Sarapuí, Iperó, Iperó-Mirim e afluentes. Compõe-se basicamente de clásticos finos, representados por argilitos, ritmitos e siltitos, com intercalações de diamictitos.

Sua seção-tipo representa-se no perfil do poço da Fazenda Geomater, onde atinge 200 m de espessura (Fig. 3).

O contato basal do conjunto litológico 2 não é aflorante, tendo sido constatado através do poço acima referido, onde se dá de forma gradativa com o conjunto litológico 1, em granodecrescência ascendente, passando de arenito muito fino, com laminação incipiente, a siltito arenoso com seixos esparsos, este gradando para ritmito formado por camadas até centimétricas de siltito amarelado alternadas com lâminas de argilito roxo.

As estruturas sedimentares presentes nesse conjunto litológico são essencialmente de deformação, representando dobras irregulares atribuídas a escorregamento subaquático, dobras convolutas, estruturas de sobrecarga, além de falhas com rejeitos milimétricos atribuídas à acomodação de camadas semi- consolidadas. Tais estruturas ocorrem com freqüência desde a base até o topo da unidade, indicando que o fundo da bacia deposicional apresentava , durante a sedimentação, um declive acentuado, cuja inclinação mínima para a ocorrência de deslizamentos subaquáticos é de 1° a 4°, segundo ZARAUZA et al. (1977).

Estruturas orgânicas, representadas por pistas fósseis, são comuns notadamente na parte basal do conjunto litológico 2 (Fig. 3), tendo sido produzidas por organismos que provavelmente habitavam ambientes de água doce ou mares de baixa salinidade, nes

te caso devido ao grande afluxo de água doce proveniente da fusão do gelo (FERNANDES et al., 1987).

Restos de plantas ocorrem, também, na porção inferior dessa unidade litoestratigráfica (Fig. 3), associados a arenito muito fino, de cor acinzentada, maciço, calcífero, com granodecrescência ascendente. A presença desses fragmentos de plantas indica melhoria climática, o que permitiu o desenvolvimento de vegetação.

Diastemas verificam-se na porção inferior da unidade (Fig. 3), sugerindo a ação erosiva de fortes correntezas, com pequenas variações locais no processo sedimentar. É comum a ocorrência, na rocha sobrejacente ao diastema, de fragmentos da rocha subjacente, que teriam sido arrancados da mesma e redepositados após curto transporte.

Laminações cruzadas por migração de marcas onduladas e estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte são as estruturas sedimentares singenéticas mais comuns, ocorrendo em siltitos, principalmente na porção superior do conjunto litológico 2, nos quais é freqüente, também, a presença de filmes argilosos.

Excelentes exposições de deformações situadas em sedimentos localizados estratigraficamente no topo desse conjunto litológico verificam-se na margem direita do ribeirão Faxinal, a cerca de 1 km de sua foz, na porção sudoeste da área (Foto 3). Essas estruturas dobradas são muito semelhantes às que ocorrem entre Porto Feliz e Boituva, detalhadamente estudadas por ROCHA-CAMPOS (1963). Trata-se de uma seqüência rítmica, composta por camadas centimétricas de siltito amarelado, intercaladas com lâminas de folhelho marrom, com dobras cujos planos axiais mostram direções variadas e mergulhos até opostos, podendo ser inclusive horizontais. Essa seqüência deformada acha-se sobreposta por sedimentos rítmicos não perturbados, cujo acamamento plano-paralelo é quase horizontal.

A origem de deformações em sedimentos do Subgrupo Itararé, semelhantes às acima mencionadas, foi atribuída por ROCHA-CAMPOS (op. cit.) a escorregamento subaquático em lagos periglaciais, o qual seria facilitado pelo declive do assoalho da bacia de sedimentação. Tais estruturas, denominadas dobras intraformacionais, podem ocorrer, também, nos depósitos turbidíticos (MENDES, 1984), neste caso associadas a seqüência sedimentar mostran-

Foto 3 - Dobras atectônicas em ritmitos, próximo à foz do ribeirão Faxinal

do as características texturais, litológicas e estruturais típicas desses depósitos, o que não ocorre no local acima mencionado.

Embora composto essencialmente de clásticos finos, o conjunto litológico 2 apresenta intercalações de camadas de diamictitos maciços ou estratificados, com espessuras não superiores a 10 m (Fig. 3), e camadas de arenitos de granulação variando de muito fina a conglomerática, com espessuras de até 1 m. Os arenitos conglomeráticos ocorrem associados a ritmitos, numa seqüência cíclica com cerca de 0,5 m de espessura, intercalada em siltito maciço cinzento, que na Fig. 3 situa-se entre as cotas de 439 m e 452 m.

O levantamento de seção aflorante, ao longo de estrada situada a sul de Jundiaquara, permitiu a representação da seção colunar local da parte superior do conjunto litológico 2, onde intercalações de diamictitos ocorrem (Fig. 4). O diamictito superior apresenta estrutura maciça e matriz siltosa, na qual acham-se dispersos clastos, com diâmetros até métricos, de granito róseo e quartzito vermelho, sugerindo deposição na base de geleira ativa por degelo subglacial. O diamictito inferior, de matriz arenosa, contém clastos até decimétricos de quartzito, granito e arenito, entre outros, e sua incipiente estratificação seria indicativa de sedimentação por fluxos de detritos originados por águas de degelo, tendo em vista o derretimento superficial de massas de gelo estagnante (CAETANO-CHANG & LANDIM, 1987b).

O contato superior do conjunto litológico 2, observado nas proximidades do km 119 da rodovia Raposo Tavares, é gradacional, verificando-se uma seqüência cíclica composta , da base para o topo, por siltito, ritmito e arenito (Fig. 5). O ritmito mostra camadas de arenito fino amarelado alternando-se com siltito marrom, este tendo espessura decrescente em relação à do arenito em direção ao topo (Fig. 19). As camadas mostram estratificação plano-horizontal, evidenciando sedimentação por decantação em ambiente de águas calmas, provavelmente prodelta, embora a ocorrência local de clastos de arenito no siltito indique atuação mais intensa do processo hidrodinâmico.

É no topo desse conjunto litológico que localiza-se o jazigo fossilífero da rodovia Raposo Tavares, composto de foraminíferos, braquiópodes inarticulados, restos de peixes e coprólitos, atribuídos ao Carbonífero Superior por LIMA et al. (1976; 1983),em

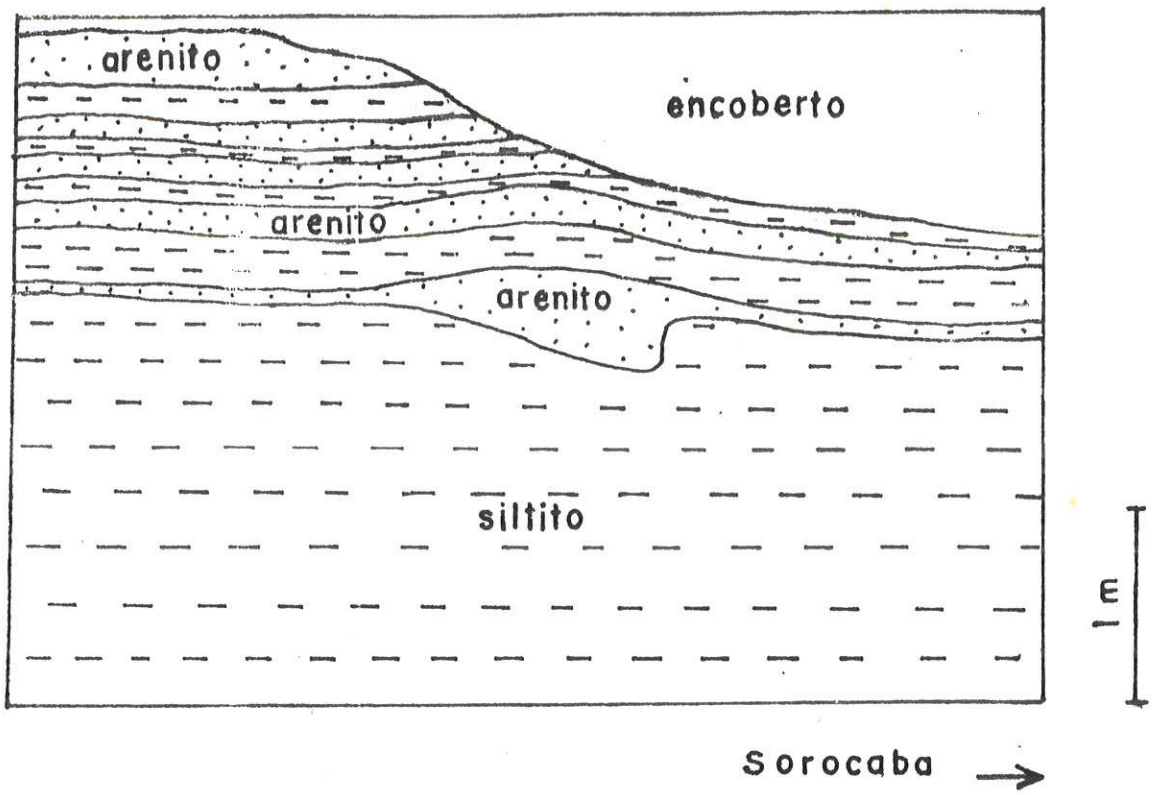


Fig. 19 - Seqüência rítmica no Itararé, com aumento gradual de areia para o topo. Rodovia Raposo Tavares, km 119.

bora KEMPES (apud ROCHA-CAMPOS & ROSLER, 1978) admitisse idade provável permiana. Os siltitos acinzentados (ou amarelados quando intemperizados), portadores do material fossilífero, contêm dois níveis de concreções carbonático-fosfáticas, igualmente fossilíferas espaçadas em cerca de 2 m, com direção N70°E e mergulho 4°NW (Foto 4). O contato superior, observado próximo ao km 123,5 da rodovia Raposo Tavares, mostra um contato erosivo sobreposto por diamictitos de matriz arenosa (Foto 5). Essa superfície erosiva, constatada por FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967), foi interpretada por esses autores como resultado da retomada da ação glacial, que teria dado início a novo ciclo sedimentar, com deposição de "tilito" pela fusão do gelo. No entanto, a presença de estratificação e ausência de lama na matriz sugere retrabalhamento subaquático.

FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967)elaboraram seção colunar do Subgrupo Itararé na rodovia Raposo Tavares, identificando duas camadas distintas de "peloditos", a mais inferior no km 121,5 e a outra no km 125. Na realidade, as camadas que compõem a seqüência sedimentar do Itararé na área não se superpõem necessariamente a partir da borda da bacia para o seu interior, no caso ao longo da rodovia Raposo Tavares, de Sorocaba para Itapetininga. Assim sendo, as referidas camadas de "peloditos" compõem uma única camada sedimentar, considerada nesta dissertação como pertencente ao conjunto litológico 2 e incluída por SAAD (1977) e SANTOS (1979) na unidade por eles denominada conjunto B.

O conjunto litológico 2 apresenta grande extensão em área, ocorrendo desde o paralelo 23°30' até o sul, em grande parte recoberto pelo conjunto sobrejacente, porém não atingindo a borda leste da bacia.

A ocorrência desse conjunto litológico relaciona-se, em grande parte, à existência de depressão na superfície do embasamento, cujo depocentro situa-se a sudoeste da cidade de Araçoiaba da Serra (Fig. 13), onde a espessura atinge 200 m, diminuindo a partir dessa área (Figs. 8, 9 e 10).

7.3 Conjunto litológico 3

Representa a subdivisão litoestratigráfica mais extensa do Subgrupo Itararé na área de estudo (Figs. 8 a 12). Compõe-se, essencialmente, de arenitos, aos quais associam-se diamictitos,

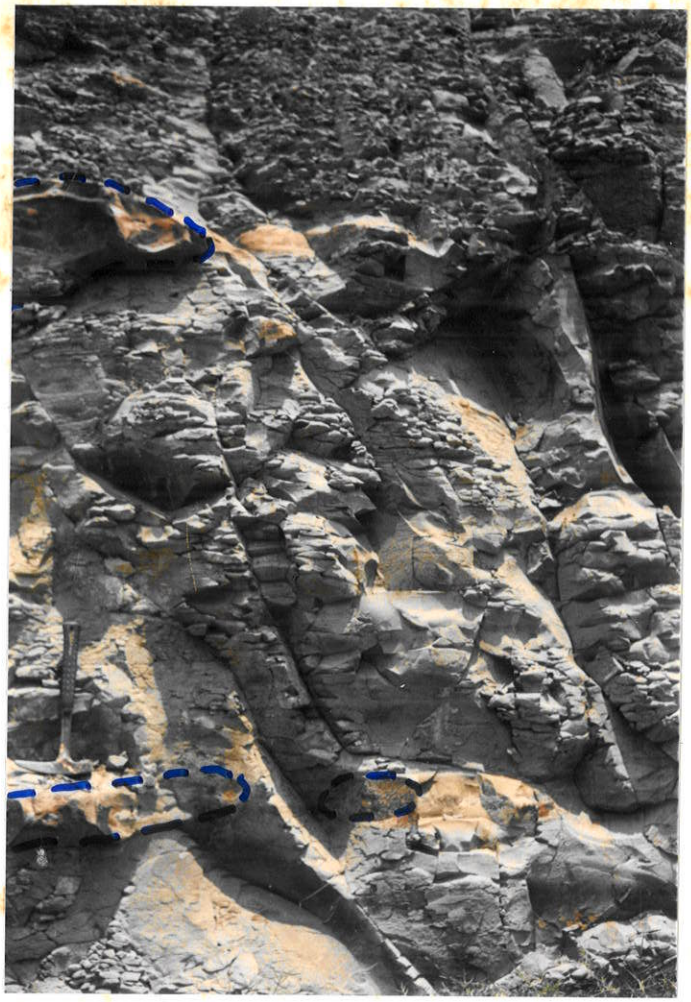


Foto 4 - Níveis de concreções carbonático-fosfáticas. Km 122 da rodovia Raposo Tavares.

Foto 5 - Contato erosivo entre litossomas do Subgrupo Itararé. Km 123,5 da rodovia Raposo Tavares.

argilitos e ritmitos.

DAVINO (1965; 1975) reconheceu a predominância de arenitos, em relação às demais litologias, nos arredores da serra de Araçoiaba. Constatou a ocorrência de "tilitos" de posição estratigráfica indeterminada, mas pelo menos um nível repousando sobre o embasamento cristalino, a sudeste da intrusão alcalina. O diamictito aflorante no corte da estrada de ferro, próximo à estação de Coronel Mursa, situa-se em nível estratigráfico bem acima do embasamento cristalino, uma vez que sondagem realizada a sul dessa ferrovia revelou uma espessura de 106 m para o Subgrupo Itararé (poço III, Fig. 9). Os ritmitos situados nos flancos da serra de Araçoiaba, embora posicionados em altitudes variáveis, devem representar uma única camada, deslocada pelos falhamentos que ocorreram na área (DAVINO, 1965).

Os arenitos, que constituem a litologia predominante na área, têm cores amareladas e rosadas, mais raramente esbranquiçadas, apresentando granulação variando de muito fina a conglomerática, com predomínio da muito fina a fina, sendo que os principais minerais componentes são quartzo e feldspato. Os grãos de quartzo, comumente, são subarredondados a arredondados, moderadamente a bem selecionados. Considerando-se a distribuição total, os arenitos, normalmente, contêm alta porcentagem de matriz argilosa, a qual varia, em geral,de 10% a 30%, sendo, portanto, mal selecionados.

Estudos petrográficos efetuados por LEINZ (1940) em arenitos e "tilito" de Ipanema revelaram predominância de granada entre os minerais pesados, ocorrendo, ainda, em ordem decrescente de freqüência, zircão, turmalina, apatita, rutilo, hornblenda e coríndon, não se constatando a presença de minerais tipicamente metamórficos.

Arenitos silicificados ocorrem nos flancos da serra de Araçoiaba, onde constituem paredões verticais, segundo KNECHT (1930) produzidos por falhamentos associados à intrusão alcalina que teria causado a silicificação. Para AMARAL (1961) a silicificação desses arenitos seria de origem climática, provocada pela deposição de sílica trazida por soluções descendentes, não estando associada ao magmatismo alcalino, tendo em vista a ocorrência de arenitos silicificados longe da intrusão. Em seção delgada AMARAL (op. cit.) verificou que os grãos de quartzo acham-se corroídos, mostrando textura suturada pela precipitação de sílica em

torno dos grãos previamente corroídos; a zona de silicificação raramente ultrapassa 5 cm de espessura, ocorrendo somente na superfície da rocha, não tendo sido constatada em diaclases.

As estruturas sedimentares mostradas pelos arenitos, além da maciça, são: estratificações cruzadas tabulares e acanaladas de médio a grande porte, estratificações tipo "hummocks", estruturas em "lobos" (vide pag. 08), laminações cruzadas por migração de marcas onduladas, marcas onduladas e estratificações gradativas. ROCHA-CAMPOS et al. (1968) constataram a presença de corpo alongado, composto por arenito feldspático e lamito, no km 107 da FEPASA, próximo à cidade de Sorocaba. A origem dessa estrutura foi atribuída a fluxo de geleiras, constituindo valioso auxílio à interpretação paleoambiental, que será feita em capítulo posterior.

Argilitos de cor marrom clara ocorrem no topo do conjunto litológico 3 nos arredores de Capela do Alto e a nordeste da Fazenda Ipanema, neste caso constituindo jazida explorada comercialmente para a indústria cerâmica. Constituem corpos de forma alongada, com espessuras atingindo, pelo menos, 10 m.

Nos arredores de Bacaetava ocorre um corpo de ritmito, composto por camadas de siltito marrom claro, alternadas com lâminas de argilito amarelado, no qual ocorrem pistas de vermes (MEZZALIRA, 1989), além de restos de vegetais (KNECHT, 1930). Estratigraficamente situa-se na porção superior do conjunto litológico 3, apresentando espessura de, pelo menos, 5 m.

Ritmitos ocorrem, também, na porção inferior do conjunto litológico 3, tendo sido constatados nos kms 116,5 e 132 a 133 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul (SP-264).

O ritmito do km 116,5 compõe-se de camadas até centimétricas de siltito amarelado, alternadas com lâminas milimétricas de argilito marrom, numa sucessão com cerca de 3,5 m de espessura e pelo menos 100 m de extensão. Próximo ao topo ocorre uma camada lenticular de arenito fino a médio, arcosiano, com espessura de até 20 cm. Esparsos clastos até centimétricos encontram-se dispersos na porção inferior do ritmito, provocando arqueamento dos leitos subjacentes e sobrejacentes, devendo tratar-se de seixos largados por blocos de gelo flutuantes. Estruturas deformacionais afetando localmente a estratificação plano-horizontal do ritmito são sugestivas de escorregamentos subaquáticos.

Do km 132 ao km 133 da rodovia SP-264 aflora ritmito a-

presentando camadas até decimétricas de siltito amarelado, alternadas com camadas até centimétricas de argilito marrom, numa sucessão com cerca de 50 m de espessura (Fig. 7). Estruturas de escorregamento subaquático ocorrem nas camadas argilosas. Na porção superior são frequentes intercalações de camadas de arenito fino, com estratificações cruzadas de médio porte, cujas espessuras aumentam para o topo, onde atingem até 6 m, mostrando passagem vertical gradativa do ritmito para o arenito. O contato inferior desse ritmito se dá por "onlap" sobre o arenito, poucos metros acima do embasamento cristalino, representado por epidosito do Grupo São Roque, que apresenta pavimento estriado.

Diamictitos associam-se aos arenitos, nos quais ocorrem em vários níveis estratigráficos desde a base, neste caso sobrepondo-se ao conjunto litológico 2 (Fig. 11), tendo-se como exemplo as ocorrências de diamictitos nos kms 110,8 e 120,5 da rodovia Raposo Tavares. O primeiro é maciço, de cor avermelhada, matriz argilosa, com seixos, blocos e matacões dispersos, o maior deles, de granito já parcialmente alterado, com quase 1 m de diâmetro; seu contato inferior e superior não puderam ser observados devido à cobertura inconsolidada, pelo que sua espessura estimada é de, pelo menos, 10 m. O outro diamictito também é maciço, de cor avermelhada, matriz argilosa, contento raros seixos até centimétricos, sobreposto a argilito marrom, estando superposto, em contato discordante, por arenito amarelado, estratificado; sua espessura é da ordem de 10 m.

Corpos descontínuos de diamictitos ocorrem no topo do conjunto litológico 3, sobrepondo-se irregularmente aos arenitos dessa unidade litoestratigráfica. Esses diamictitos são acinzentados, apresentando estrutura maciça, com matriz síltico-arenosa apresentando clastos de granito, quartzito, arenito e rochas metamórficas, o maior deles, de granito, com 1 m de diâmetro. A espessura máxima chega a atingir 30 m. As características apresentadas pelos diamictitos assemelham-se, em grande parte, às dos diamictitos não estratificados, da variedade A, segundo a classificação apresentada por CANUTO (1985).

Os corpos de diamictitos acima referidos, situados na rodovia Raposo Tavares e proximidades, representados isoladamente no mapa litoestratigráfico (ANEXO), provavelmente se constituiam em um único corpo rochoso, representativo de um evento sedi

mentar da área, posteriormente seccionado pela erosão. A posição estratigráfica que ocupam, semelhança na composição dos clastos e textura da matriz conduziram a essa conclusão.

LANDIM & BARROS (1972), estudando as características granulométricas dos diamictitos aflorantes nos kms 124, 125 e 128 da rodovia Raposo Tavares, classificaram essas rochas como "tilito", não "tilito" e "tilito", respectivamente, dando, assim, conotação genética às mesmas, sendo que o não "tilito" foi por eles considerado material de lavagem glacial. Também de retrabalhamento por águas de degelo pode ser considerado o diamictito do km 123,5 dessa rodovia, que encontra-se sobreposto ao conjunto litológico 2, pela sua estratificação e ausência de lama na matriz. O diamictito do km 124 apresenta matriz síltico-arenosa composta de quartzo, calcita decomposta, cianita e zircão, na qual acham-se dispersos grãos de quartzo e feldspato, além de raros megaclastos, com até 1 m de diâmetro, de granito, quartzito, arenito, micaxisto, alguns facetados; pela sua compacidade e presença de megaclastos, deve tratar-se de material depositado diretamente da geleira.

Embora, no geral, o conjunto litológico 3 compreenda, essencialmente, arenitos, com intercalações subordinadas de diamictitos, ritmitos e argilitos, localmente pode apresentar grande variação litológica, com rápidas mudanças laterais, tendo em vista a complexidade de ambientes que atuaram na deposição dos sedimentos.

O conjunto litológico 3 distribui-se por toda área, desde a borda leste da bacia, onde sobrepõe-se ao embasamento cristalino (Figs. 8 e 10). Essa constatação veio modificar o conceito defendido até então por FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967), SAAD (1977), SANTOS (1979) e DAEE/UNESP (1979), dentre outros, segundo os quais os sedimentos sobrepostos ao embasamento cristalino na área seriam os mais antigos. As irregularidades da superfície do embasamento na área (Fig. 13) permitiram concluir-se que arenitos situados longe da borda da bacia, na realidade situam-se junto ao cristalino (poço 21, Fig. 8). Assim, o conjunto C de SAAD (op. cit.) e SANTOS (op. cit.), constatado na altura do km 130 da rodovia Raposo Tavares, situa-se próximo ao embasamento, representando uma extensão lateral do conjunto A e não uma unidade litoestratigráfica distinta. Da mesma forma, os arenitos constatados por FRA-

KES & FIGUEIREDO Fº (1967) nos kms 103, 118 e 130,5 dessa rodovia, ocupam a mesma posição estratigráfica (Fig. 11), representando uma única unidade litoestratigráfica.

O conjunto litológico 3 sobrepõe-se tanto aos conjuntos litológicos 1 e 2 como ao embasamento cristalino (Figs. 7 a 12). Assenta-se, discordantemente, sobre superfície erosiva do cristalino, denominada Itaguá por ALMEIDA (1964), a qual foi reesculturada pela glaciação permo-carbonífera. No contato com o conjunto litológico 2 pode ocorrer interdigitação de arenito com argilito, apresentando localmente dobras regulares provocadas pelo tectonismo relacionado à intrusão de Ipanema.

A sul e sudoeste de Jundiaquara ocorrem morros testemunhos de arenito do conjunto litológico 3, constituindo escarpas abruptas, com até 60 m de desnível (Foto 6), facilmente identificáveis em fotografias aéreas, cuja ruptura de declive orientou o traçado do contato com o conjunto litológico 2. Tais testemunhos apresentam topos aplainados a 680-700 m, sendo conseqüência de ciclo erosivo que aplainou os topos das colinas da Depressão Periférica, resultando na superfície neogênica (ALMEIDA, 1964).

A espessura do conjunto litológico 3 atinge, pelo menos, 80 m a oeste de Sorocaba (Fig. 11) e a norte de Cocais (Fig. 10). ROCHA-CAMPOS (1967) já havia mencionado a existência de grandes corpos arenosos próximo a Sorocaba como sendo a litologia predominante do Subgrupo Itararé. Também para FRAKES & CROWELL (1972) arenito é a litologia mais comum na região de Sorocaba-Itapetininga, representando uma seqüência glacial espessa mas pobre em "tilitos".

O conteúdo fossilífero atribuído a esse conjunto litológico resume-se a restos de vegetais que pertenceriam à flora Glossopteris, encontrados em arenitos e folhelhos carbonosos perto de Sorocaba (MEZZALIRA, 1989); restos de vegetais indeterminados, em folhelhos nos arredores de Bacaetava (KNECHT, 1930) e Ipanema (MORAES REGO, 1934); e pistas de vermes em ritmitos próximos a Bacaetava (MEZZALIRA, 1959). A presença de representantes da flora Glossopteris indicaria idade permiana (ROCHA-CAMPOS, 1967;ROCHA-CAMPOS & ROSLER, 1978).

Pela sua constituição litológica, posição estratigráfica e distribuição geográfica, o conjunto litológico 3 deve corresponder, ao menos em parte, à "Formação Itu", definida por BAR-

Foto 6 - Morros testemunhos sustentados por arenito, a sul de Jundiaquara.

BOSA & ALMEIDA (1949) como sendo a unidade "basal" da "Série" Tubarão, composta por arenitos finos a grossos, "varvitos" e "tilitos", com restos de plantas e camadas de carvão.

7.4 Conjunto litológico 4

Compõe-se de siltitos amarelados, esverdeados e marrons, maciços ou com acamamento plano-paralelo (Foto 7), este eventualmente apresentando, internamente, laminações cruzadas. Sobrepõe-se ao conjunto litológico 3 em contato marcado por brusca mudança litológica, podendo, localmente, alcançar o embasamento cristalino.

Sua ocorrência restringe-se à porção sul da área, representando corpos descontínuos situados acima da altitude de 660 m, com espessuras de até 50 m (Figs. 6, 9 e 12). Nas fotografias aéreas mostra nítida ruptura de declive, que o separa do conjunto litológico 3, constituindo, localmente, morros de encostas íngremes e topos aplainados que se destacam na paisagem, como os morros dos Alves e Caxambu, situados próximo à confluência do ribeirão Ponte Alta com o rio Sarapuí.

No topo desse conjunto litológico, localmente ocorrem diamictitos com seixos e até blocos e matacões, principalmente de granito, quartzito e arenito, alguns facetados, o maior deles, de granito, com 1 m de diâmetro. Embora de distribuição restrita, a presença desses diamictitos indica outra fase de sedimentação, que seria a última na área estudada. Esses diamictitos correlacionam-se aos diamictitos situados na rodovia Raposo Tavares e arredores, sobre o conjunto litológico 3 (Figs. 3 e 11).

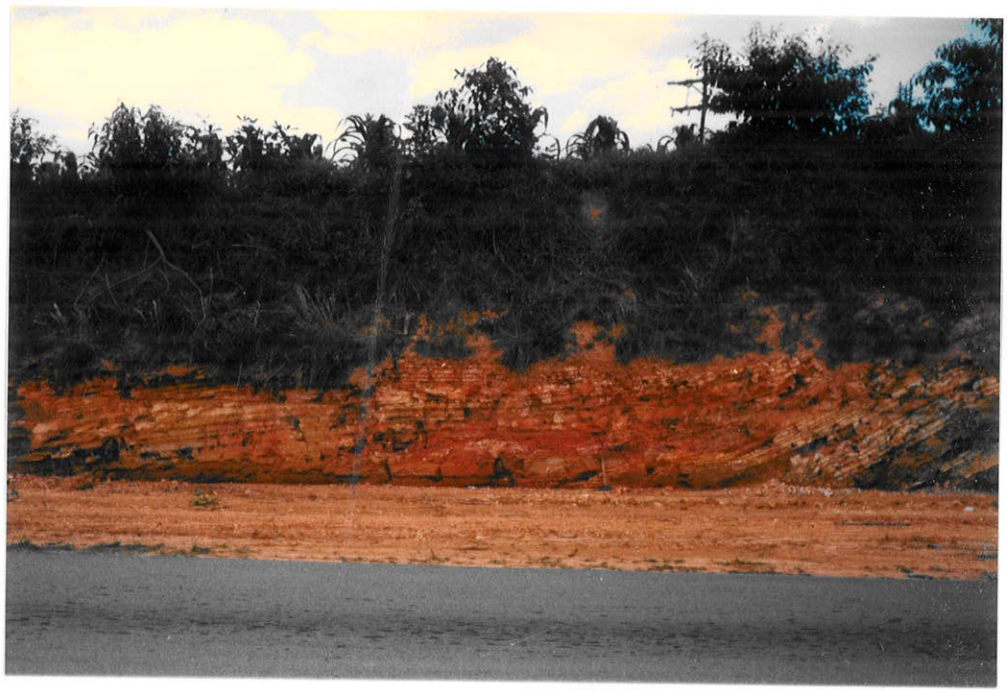


Foto 7 - Siltito com acamamento plano-paralelo, localmente apresentando dobras de origem tectônica. Km 125,5 da rodovia SP-264.

8- ESTRUTURA

Embora a estrutura regional apresente, segundo ANDRADE & SOARES (1971) e SAAD (1977), um homoclinal com mergulho em torno de 1°NW, a área investigada apresenta, localmente, comportamento estrutural particular, face à ocorrência da intrusão alcalina da serra de Araçoiaba, com reflexos na atitude das camadas sedimentares adjacentes.

Ao redor da intrusão, as camadas apresentam mergulhos de até 15°, dispostos de forma radial, diminuindo gradativamente à medida que se afasta dessa área (Fig. 20).

No km 122 da rodovia Raposo Tavares, um nível de concreções carbonático-fosfáticas, tomado como camada-guia, forneceu, pelo método dos três pontos, direção N70°E e mergulho 4°NW, atitude essa concordante com o padrão estrutural regional, embora o mergulho seja elevado em relação ao mergulho regional das camadas sedimentares da bacia, que é de aproximadamente 1°.

Dois eventos tectônicos, com produção de falhamentos, atuaram na área estudada: no Proterozóico Superior a Cambriano e no Mesozóico.

As falhas de Pirapora e Taxaquara, ambas transcorrentes, representam as feições estruturais mais antigas, situando-se a sudeste da área. Com traçado aproximadamente retilíneo e direção nordeste, servem de contato entre os metassedimentos do Grupo São Roque e as rochas granitóides. Ambas mergulham sob os sedimentos do Subgrupo Itararé, sem, contudo, afetá-los. Por outro lado, é possível que essa fase tectônica tenha sido a causa, ao menos em parte, da formação de calhas na superfície do embasamento cristalino, nas quais teve início a sedimentação do Subgrupo Itararé.

O tectonismo Mesozóico relaciona-se à reativação Wealdeniana, ligada à abertura do Oceano Atlântico, a qual afetou profundamente a Bacia do Paraná, com falhas e fraturas que deram acesso a magmatismo básico e alcalino (ALMEIDA, 1981), representado, na área de estudo, pela intrusão de Ipanema.

Falha produzida por esse evento tectônico verifica-se na serra de Araçoiaba, limitando o granito com o Grupo São Roque (Fig. 20 e ANEXO). Os alinhamentos estruturais existentes, principalmente, ao redor da intrusão, podem representar falhamentos, em-

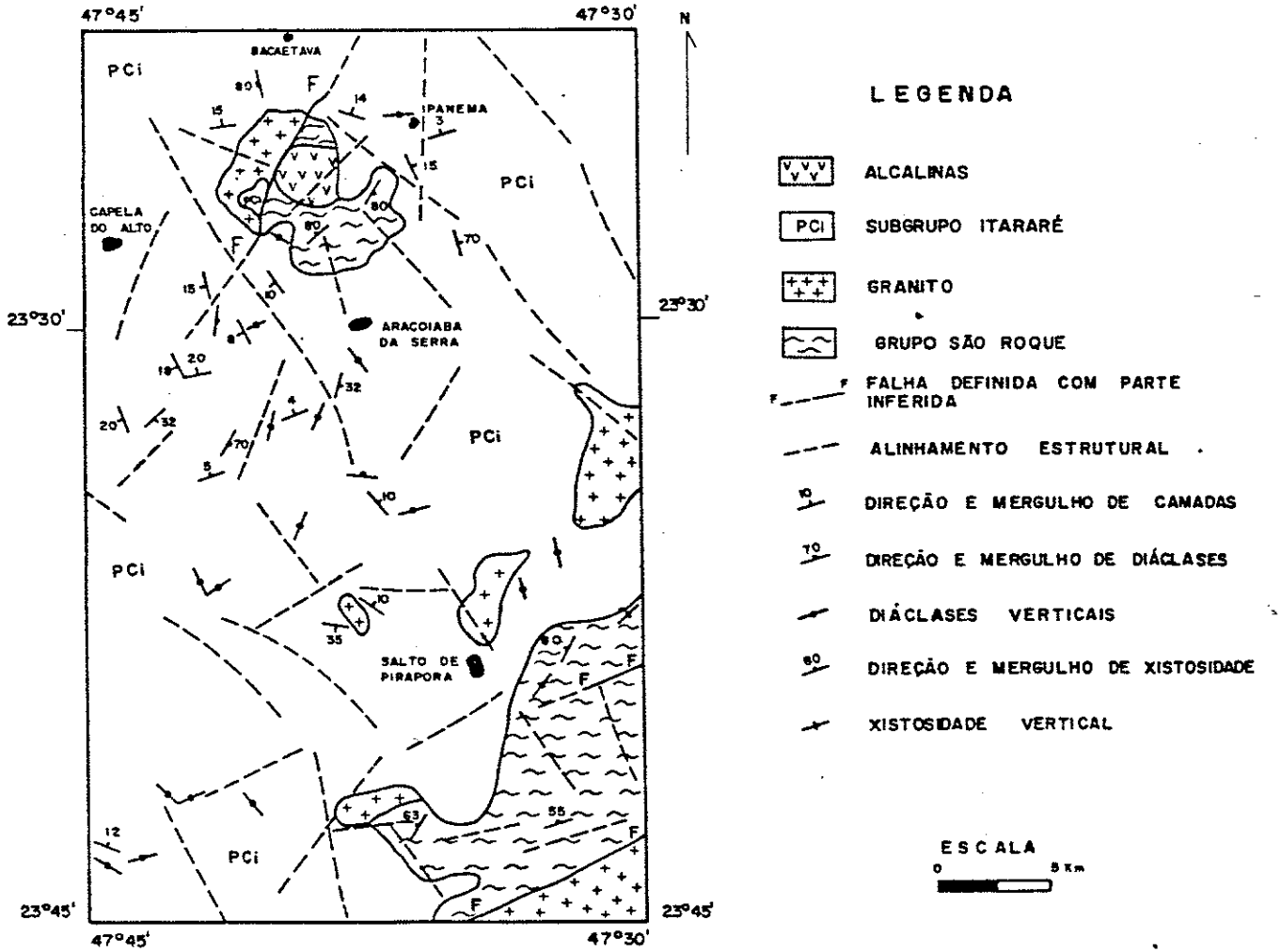


Fig. 20 - Mapa estrutural da área.

bora essa constatação seja dificultada, principalmente, pela ausência, no Subgrupo Itararé, de camada-guia significativa para auxiliar em interpretação estrutural; apenas falhas de pequeno rejeito puderam ser constatadas (Foto 8). Parece mais provável supor-se que um sistema de falhas tenha atuado na serra de Araçoiaba, com basculamento de blocos, elevando rochas do embasamento a altitudes de até 500 m acima de sua posição original.

A superfície do embasamento mostra-se bastante irregular, cuja origem deve estar relacionada a causas tectônicas e/ou à erosão glacial. A partir de informações de subsuperfície, obtidas através de poços profundos e sondagens elétricas, construiu-se, ainda que parcialmente, o mapa estrutural do topo do cristalino, onde se observam os principais altos e baixos estruturais que o compõe (Fig. 13).

Na parte central da área, a superfície do embasamento constitui uma depressão por onde, provavelmente, iniciou-se a sedimentação do Subgrupo Itararé. Essa feição estrutural, aqui denominada baixo da Geomater, abriga uma seqüência de sedimentos finos, com influência marinha, de pelo menos 200 m de espessura, devendo, assim, ter representado feição negativa desde o início da sedimentação, servindo de acesso ao mar no Carbonífero Superior. É de se esperar, contudo, que a intrusão alcalina de Ipanema, no Juro-Cretáceo, tenha realçado ainda mais essa estrutura.

A região situada, grosso modo, na altura do paralelo 23°30', pela proximidade da serra de Araçoiaba, comporta-se como alto estrutural desde Sorocaba até o extremo oeste da área, situando-se o topo do embasamento, no geral, entre 550 m e 580 m de altitude (Fig. 13). Essa configuração do cristalino permitiu concluir-se que os arenitos aflorantes nos arredores de Sorocaba ocupam a mesma posição estratigráfica que os arenitos da Serra de Araçoiaba e os arenitos expostos no km 130 da rodovia Raposo Tavares, ou seja, junto ao embasamento cristalino. O desconhecimento da topografia do relevo pré-Itararé fez com que FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967), SAAD (1977) e SANTOS (1979) situassem esses arenitos da rodovia Raposo Tavares na parte média do Subgrupo Itararé, os dois últimos autores colocando-os a cerca de 390 m do cristalino, quando na realidade estão a aproximadamente 60 m (Fig. 8).

A depressão central da área, ou baixo da Geomater, limita-se a sul por um alto do embasamento, correspondendo, aproxima-

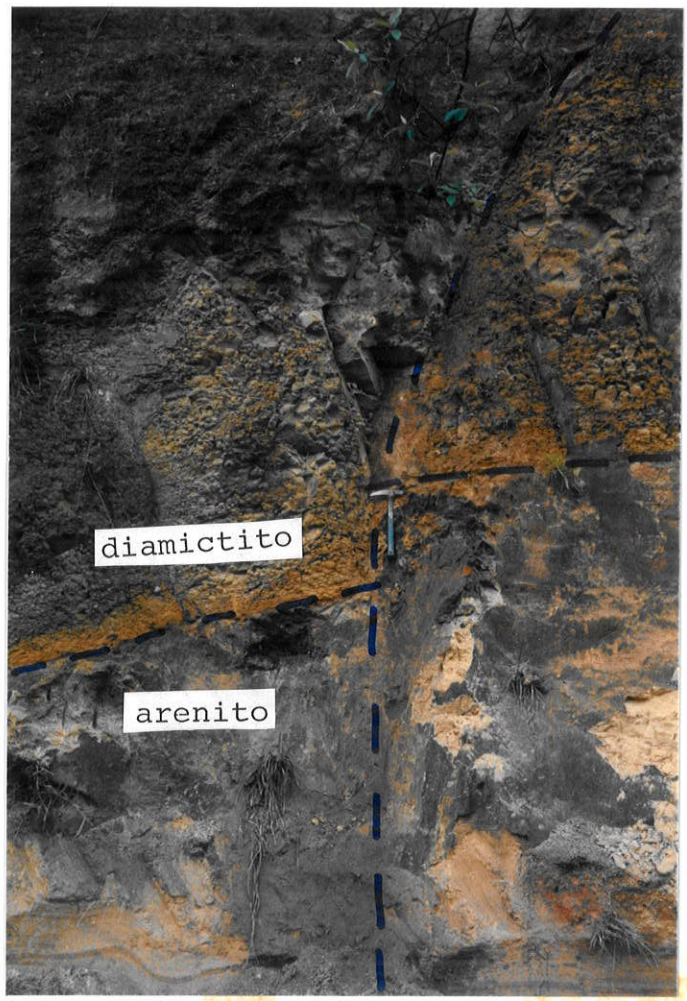


Foto 8 - Falha no Subgrupo Itararé. Km 130 da rodovia Raposo Tavares.

damente, à área compreendida entre os rios Pirapora e Sarapuí, onde porções do embasamento granítico afloram dentro da bacia. O poço 140 (ANEXO), por exemplo, indica que o cristalino deve estar a não mais que 10 m da superfície no vale do rio Pirapora, situado cerca de 700 m a sul dessa sondagem. Essa região elevada do embasamento caracteriza-se por uma superfície quase plana, ou com caimento muito suave para o interior da bacia, o que pode ser observado pelo grande espaçamento existente entre as curvas de 550 e 600 m a noroeste da cidade de Salto de Pirapora (Fig. 13). Em direção a sudoeste da área, a superfície do embasamento mergulha abruptamente, com espessamento do Subgrupo Itararé, que registra 235 m no poço 161.

No flanco leste da serra de Araçoiaba, o topo do embasamento, em contato com arenito do Subgrupo Itararé, expõe-se a 840 m de altitude, caindo para 420 m na Fazenda Ipanema, onde é recoberto por 120 m de sedimentos, indicando um mergulho local de 8°NE. Nos flancos norte e sul dessa serra, a superfície do cristalino cai mais suavemente, apresentando mergulhos de 3°N e 3°S, respectivamente. O valor desses ângulos, pouco superior ao mergulho regional, sugere que os falhamentos no local foram de pequeno rejeito e do tipo escalonado (DAVINO, 1975).

Para noroeste da serra de Araçoiaba, o topo do embasamento cai continuamente até a região da cidade de Boituva, onde configura uma depressão (DAVINO, 1976), sendo que na cidade de Iperó, situada cerca de 5 km a norte-noroeste da área (Fig. 2), a espessura do Subgrupo Itararé é superior a 320 m, ou seja, a superfície do embasamento encontra-se em altitude inferior a 260 m. Ainda segundo DAVINO (op. cit.), na região de Tatuí, a noroeste, o embasamento representa um alto estrutural, enquanto em Itapetininga, a oeste, constitui um baixo.

A ocorrência de clásticos de granulação até grossa nos arredores da serra de Araçoiaba permite supor-se que essa área já constituísse feição morfológica proeminente à época da deposição do Subgrupo Itararé (DAVINO, 1976), sendo posteriormente realçada com a intrusão alcalina de Ipanema, no Mesozóico. Desse modo, a região compreendida entre Tatuí e Ipanema, configurando um alto estrutural, teria atuado como barreira física à ingressão marinha no Carbonífero Superior, delimitando uma área mais subsidente a sul, entre Itapetininga e Araçoiaba da Serra, por onde teria entra

do, então, o mar, isto é, de sudoeste.

9- EVOLUÇÃO AMBIENTAL

O início da sedimentação na área estudada, representada pelo conjunto litológico 1, teria ocorrido apenas nas depressões do embasamento cristalino, com a sedimentação de diamictitos de matriz arenosa pela deposição a partir do gelo. Esses sedimentos são o resultado do primeiro avanço glacial na bacia (Fig.21a), com erosão da superfície do embasamento cristalino, denominada Itaguã por ALMEIDA (1964).

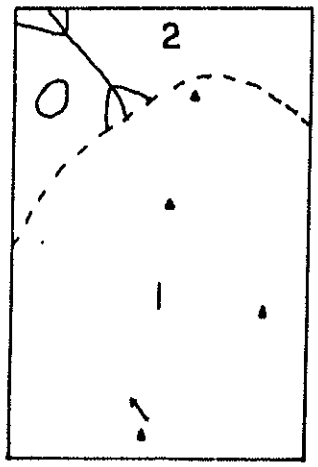
Evidência dessa atividade glacial constatou-se pela ocorrência de superfície polida e estriada do embasamento verificada em testemunho da sondagem da Geomater e corte da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul. Neste local, as estrias mostram direção N55°W, sugerindo avanço do gelo a partir de sudeste, de onde teriam provindo os seixos e calhaus, de granito principalmente, que ocorrem nos diamictitos. Direção semelhante para o movimento do gelo, nas próximidades da área estudada, constataram WASHBURNE (1930), ALMEIDA (1948), AMARAL (1965) e ROCHA-CAMPOS et al. (1976).

Essa fase glacial ocorreu no Carbonífero, uma vez que diamictitos a ela associados estão sobrepostos por uma seqüência de clásticos finos, com pelo menos 200 m de espessura, em cuja porção superior ocorrem sedimentos datados, por LIMA et al. (1976; 1983), do Carbonífero Superior.

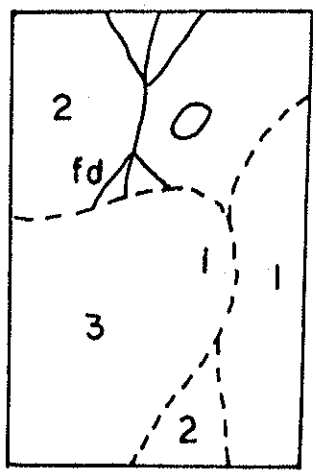
CAETANO-CHANG (1984) atribuiu a sedimentação da porção inferior do Subgrupo Itararé, na região de Itararé-Itaporanga, à atuação de um sistema glácio-continental, depositando, principalmente, diamictitos com matriz arenosa. Esse intervalo, denominado unidade II, no entanto, não tem significado cronológico, tornando difícil uma eventual correlação estratigráfica com depósitos similares existentes próximo ao embasamento cristalino, em outros locais da bacia.

LANDIM et al. (1986), SOUZA Fº (1986) e STEVAUX et al. (1987) também concluiram por uma sedimentação basal do Subgrupo Itararé, na região de Campinas-Capivari, em calhas do embasamento, resultante, em grande parte, por ação do gelo. Embora situados junto ao embasamento, tais sedimentos podem não ser contemporâneos ao conjunto litológico 1 desta dissertação, o que dificultaria uma possível correlação estratigráfica entre eles. Vale lem-

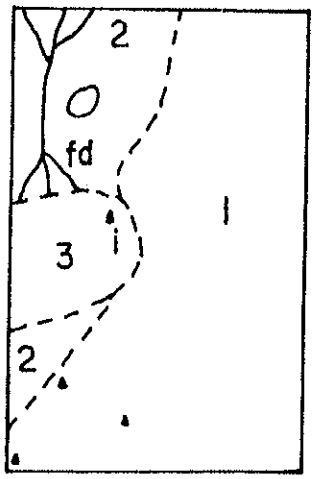
a) avanço glacial



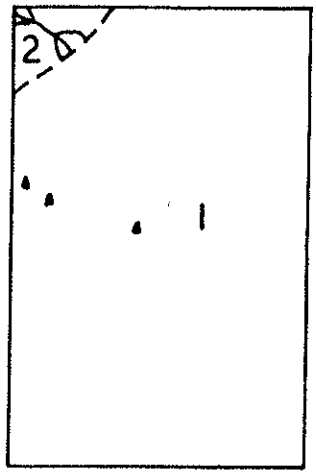
b) transgressão



c) regressão



d) glaciação máxima



▲ diamictito; ↑ direção de estrias glaciais; ○ lago; i= iceberg; fd= frente deltaica; 1= área glaciada; 2= planície de lavagem; 3= mar.

Fig. 21 - Evolução ambiental da área.

brar que depósitos glaciais da região de Itu, situados sobre o embasamento cristalino, foram datados do Permiano Médio por DINO et al. (1987), não sendo, dessa maneira, correlacionáveis aos sedimentos do conjunto litológico 1, que, embora sobreposto ao embasamento cristalino, tem idade carbonífera.

SANTOS (1987) admitiu a existência de três lobos glaciais ativos na borda leste da bacia durante a deposição do intervalo bioestratigráfico G, um dos quais, em São Paulo, deslocando-se para noroeste. Essa fase de avanço glacial deve ser a mesma que originou a deposição do conjunto litológico 1, já que este, pela sua datação, também inclui-se no intervalo G.

Sedimentação de origem glacial foi verificada, por FRANÇA (1987) e FRANÇA & POTTER (1988), na porção inferior do "Grupo" Itararé, cujo intervalo estratigráfico, denominado "Membro Tarabaí", foi por eles considerado do Carbonífero Superior -Permiano Inferior, sendo, portanto, cronologicamente posterior ao conjunto litológico 1.

À retirada do gelo responsável pela deposição do conjunto litológico 1 seguiu-se a instalação de um corpo aquoso (Fig. 21b),com sedimentação de clásticos essencialmente finos intercalando corpos de diamictitos pouco espessos, clásticos estes aqui denominados conjunto litológico 2 (Fig. 3). As dobras presentes sugerem escorregamentos subaquáticos de sedimentos em estado hidroplástico, cujas acomodações produziram falhas de pequeno rejeito; o movimento teria sido facilitado pelo declive acentuado do fundo da bacia de recepção.

Estruturas gradativas verificadas nos sedimentos sugerem a ação de correntes de densidade, cuja carga detrítica teria sido transportada por águas de degelo, em fase de retração glacial, até o sítio deposicional, que poderia ser um lago ou um mar raso. A ocorrência de foraminíferos aglutinados situada no topo do conjunto litológico 2, indica ambiente marinho ao menos para a porção superior desse intervalo estratigráfico, representando, segundo LIMA et al. (1976; 1983) deposição em mar raso, transgressivo, ocorrida no Carbonífero Superior. No entanto, segundo PETRI (informação verbal), a presença de foraminíferos aglutinados é sugestiva de águas de baixa salinidade. Restos de vegetais encontrados na porção inferior, ainda que retrabalhados, sugerem proximidades da linha da costa.

Os ritmitos, comuns no conjunto litológico 2 (Fig. 3), teriam sido depositados, segundo GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983), em embaiamentos rasos na linha da costa que receberiam grande aporte de águas de degelo. Caso contrário, a salinidade marinha impediria a formação dos ritmitos, pela floculação da argila (MENDES, 1984). Já PETRI (1985) admitiu duas hipóteses para a formação de ritmitos: 1) origem glácio-lacustre, com deposição em fundo de declividade muito suave, provavelmente além de uma frente deltaica; 2) origem em mares com baixa salinidade devido o afluxo de água doce proveniente do degelo. Também para ROCHA-CAMPOS et al. (1981) e EDWARDS (1986) ritmito forma-se tanto em lagos glaciais como no mar, junto a geleiras de base úmida. EDWARDS (op. cit.) sugeriu que seixos pingados são muito mais abundantes nos depósitos glácio-marinhos, possivelmente porque "icebergs" não ocorrem em lagos glaciais rasos. Essa afirmação contraria a opinião de FERNANDES et al. (1987) segundo a qual o paleolago de Itu, cujos sedimentos contêm até matacões largados pelo degelo de "icebergs", teria 50 cm de profundidade, o que é inadmissível. Na realidade, esta profundidade deve ter sido bem maior, a ponto de permitir a flutuação de blocos de gelo carregando clastos de dimensões até métricas.

Independentemente da bacia de deposição ter sido um lago ou mar, a influência glacial direta ou indireta se manteve durante a sedimentação de todo conjunto litológico 2. Corpos de diamictitos intercalados na seqüência de clásticos finos (Fig. 3) representam depósitos de sedimentos grossos formados na frente da geleira de base úmida, pela descarga de densas correntes de água de degelo, enquanto os sedimentos mais finos remanescentes, carregados em suspensão, depositaram-se longe da margem da geleira, na forma de "laminitos", juntamente com seixos largados por "icebergs" (EDWARDS, 1986).

Concomitantemente à sedimentação do conjunto litológico 2 formavam-se depósitos essencialmente arenosos, denominados conjunto litológico 3, que representariam a instalação de um ambiente flúvio-glacial, associado a um sistema deltaico progradante sobre os sedimentos anteriormente depositados, evidenciando uma regressão marinha (Fig. 21c).

Para FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967) os depósitos arenosos da rodovia Raposo Tavares, entre Sorocaba e Itapetininga, represen

tariam a fase final de um ciclo sedimentar do Subgrupo Itararé, em que os processos foram essencialmente subaéreos, por retrabalhamento, por águas de degelo, de "tilitos" situados em áreas mais elevadas, com deposição nas partes mais baixas. A pequena porcentagem de diamictitos na seção estratigráfica local (rodovia Raposo Tavares) indicaria, assim, segundo esses autores, deposição além da frente glacial, o que poderia caracterizar uma planície de lavagem. Aliás, LANDIM & FÚLFARO (1972) admitiram que a maior parte dos depósitos que compõem o Subgrupo Itararé é constituída por sedimentos de lavagem glacial, sendo pouco representativos os depósitos originados diretamente do gelo.

Estratificações do tipo "hummocks" encontradas em arenito situado no topo do conjunto litológico 3 indicam a ação de ondas de tempestade em frente deltaica. Já estruturas em "lobos" (vide pg. 08) identificadas em arenitos situados em vários níveis estratigráficos da unidade, sugerem deposição brusca de fluxos de detritos pela diminuição da competência do agente transportador.

A ocorrência de ritmitos no conjunto litológico 3 é sugestiva da existência de lagos proglaciais em planícies de lavagem. Corpo de ritmito, com cerca de 40 m de espessura (Fig. 7), situa-se na rodovia SP-264, no extremo sul da área, próximo ao embasamento cristalino, representando deposição na parte mais distal do lago, onde o fundo tem declividade muito baixa, refletindo na disposição sub-horizontal dos estratos, bem como ausência de estruturas de deslizamento subaquático. Também próximo ao cristalino, no km 117 dessa mesma rodovia, encontra-se ritmito, composto por camadas centimétricas de siltito esverdeado alternadas por lâminas de argilito marrom, contendo seixos pingados provenientes de "icebergs" flutuantes em lago glacial. A frente glacial estaria próxima, uma vez que nos arredores de Sorocaba, arenitos atribuídos ao conjunto litológico 3 formam corpo alongado, interpretado por ROCHA-CAMPOS et al. (1968) como forma topográfica linear moldada pelo fluxo do gelo. Cerca de 5 km a norte dessa cidade, GRAVENOR & ROCHA-CAMPOS (1983) mencionaram a ocorrência de sedimentos atribuídos à lavagem subaquática.

A presença de restos vegetais admitidos como sendo pertencentes à flora Glossopteris próximo a Sorocaba (BARBOSA & ALMEIDA, 1949; MEZZALIRA, 1989), ou mesmo de níveis carbonosos em Ipanema (MORAES REGO, 1934; MORAES, 1938), sugere sedimentação em

planície deltaica de um delta progradante sobre o corpo aquoso responsável pela deposição do conjunto litológico 2. No entanto, a associação de restos vegetais com arenitos não indica deposição "in situ", mas sim que houve transporte a partir de zona pantanosa de planície aluvial. A frente glacial estaria próxima, servindo como área fonte de clásticos, cuja imaturidade mineralógica reflete curto transporte pelas águas de degelo, com rápida deposição; em lagos formados nas planícies de lavagem e aluviais teriam se depositado ritmitos, refletindo a ciclicidade de suprimento de clásticos provenientes do degelo.

A esse sistema glácio-flúvio-deltaico então instalado, em fase de regressão marinha, associam-se, ainda, siltitos pertencentes ao conjunto litológico 4, que teriam depositado, possivelmente, em planícies aluviais, durante inundações decorrentes do maior afluxo de águas de degelo.

O último episódio sedimentar registrado na área estudada indica uma retomada da ação glacial (Fig. 21d), possivelmente no Permiano, erodindo os sedimentos preexistentes e depositando diamictitos em contato erosivo sobre os sedimentos dos conjuntos litológicos 3 e 4. Evidência dessa fase de erosão, caracterizada por irregularidades na base dos diamictitos, já havia sido mencionada por FRAKES & FIGUEIREDO Fº (1967), tendo-se, como exemplo, o afloramento do km 123,5 da rodovia Raposo Tavares (Foto 5). Segundo esses autores, a erosão na base do diamictito desse afloramento representaria um avanço glacial, com deposição a partir da fusão do gelo, iniciando novo ciclo sedimentar. No entanto, a presença de estratificação e ausência de fração lamítica na matriz são sugestivos de retrabalhamento por águas de degelo mais do que de uma deposição glacial "sensu stricto".

A falta de maiores informações paleontológicas não permitiu o estabelecimento completo da cronologia dos eventos responsáveis pela deposição dos sedimentos do Subgrupo Itararé na área estudada. Sabe-se, contudo, que o conjunto litológico 2 depositou-se ainda no Carbonífero, tendo em vista estudos palinológicos efetuados por LIMA et al. (1976; 1983) nos sedimentos aflorantes no km 122 da rodovia Raposo Tavares, atribuídos, nesta dissertação, ao topo desse conjunto litológico. É importante ressaltar que entre esses sedimentos, palinologicamente datados do Carbonífero Superior, e o embasamento cristalino subjacente, existe uma seqüên-

cia sedimentar com cerca de 200 m de espessura (Fig. 3), o que pode significar idade mais antiga para os depósitos basais.

As relações de contato interdigitado entre o conjunto litológico 2 e a porção inferior do conjunto litológico 3 permitiram supor-se que pelo menos parte deste também seja do Carbonífero Superior.

A parte superior do conjunto litológico 3, o conjunto litológico 4 e os diamictitos a eles sobrepostos representam idade mais nova, admitindo que os restos vegetais em arenitos do conjunto litológico 3 sejam representantes da flora Glossopteris, de acordo com BARBOSA & ALMEIDA (1949) e MEZZALIRA (1989). Seriam, portanto, de idade permiana (ROCHA-CAMPOS, 1967; ROCHA-CAMPOS & ROSLER, 1978).

É possível que a atividade glacial responsável pela deposição dos diamictitos situados no topo da coluna estratigráfica local (Fig. 3) seja a mesma que avançou sobre o embasamento cristalino na região de Itu-Salto, à qual associam-se a rocha "moutonnée" e os "varvitos" de Itu. Estes, embora situados próximo ao embasamento cristalino, foram datados por DINO et al. (1987) do Permiano Médio, ou seja, intervalo bioestratigráfico Il, tendo sido originados a partir do lobo glacial situado em São Paulo, a nordeste da bacia (SANTOS, 1987), cujo avanço máximo teria atingido pelo menos a região de Tietê (SAAD, 1977).

Do acima exposto conclui-se que, embora distantes cerca de 40 km, as regiões de Araçoiaba da Serra e Itu tiveram comportamento diverso durante a evolução sedimentar da Bacia do Paraná. Enquanto acumulou-se, a sul de Araçoiaba da Serra, seqüência de sedimentos carboníferos espessa em pelo menos 200 m, a região de Itu, marginal à bacia, permeneceu sem registro sedimentar, provavelmente por constituir área mais elevada, sujeita, portanto, a erosão. O prosseguimento da sedimentação teria atingido, então, as partes mais altas, fazendo avançar, para leste, a borda da bacia, posteriormente recuada por erosão para a posição atual, ficando, no entanto, testemunhos da antiga margem da bacia como "ilhas" de sedimentos sobre o cristalino.

Em suma, a sedimentação do Subgrupo Itararé na área estudada iniciou-se em condições de glaciação terrestre no Carbonífero, com a deposição do conjunto litológico 1. A seguir, a retração da frente glacial permitiu a primeira ingressão marinha à ba-

cia, no Carbonífero Superior, vinda, provavelmente, de sudoeste, atestada por fósseis situados no topo de uma seqüência de clásticos finos, considerados conjunto litológico 2; à frente das geleiras em retração, depositaram-se arenitos e siltitos nas planícies de lavagem, aluviais e deltaicas, com eventual formação de ritmitos em lagos proglaciais, pelo retrabalhamento, por águas de degelo, dos depósitos previamente formados, constituindo os conjuntos litológicos 3 e 4. A contínua sedimentação progradante do sistema glácio-flúvio-deltaico provocou o assoreamento do corpo aquoso marinho, com recuo da linha de costa. Finalmente, nova retomada da glaciação registrou-se, com erosão dos sedimentos preexistentes, depositando diamictitos, que constituem corpos descontínuos e pouco extensos, situados nas partes mais altas da área estudada.

10- CONCLUSÕES

Sem objetivar a divisão litoestratigráfica formal do Subgrupo Itararé, o presente trabalho visou, principalmente, estudar os corpos rochosos mais representativos que o compõe, analisando os seus paleoambientes deposicionais para o estabelecimento da evolução sedimentar da área estudada.

Situada na borda leste da Bacia do Paraná, a área compreende, estratigraficamente, a porção inferior do Subgrupo Itararé, que recobre discordantemente o embasamento cristalino, representado por metassedimentos do Grupo São Roque com rochas granitóides nele intrusivas.

Quatro associações de rochas foram identificadas no Subgrupo Itararé, de acordo com a predominância litológica, denominadas, informalmente, a partir da base, conjuntos litológicos 1, 2, 3 e 4.

O conjunto litológico 1 ocorre em contato com o embasamento, tendo sido constatado em afloramentos e em sondagem. Compõe-se essencialmente de diamictitos maciços, de matriz arenosa, originados pelo retrabalhamento de depósitos glaciais por águas de degelo. No km 132 da rodovia SP- 264 o embasamento cristalino acha-se polido e estriado pela passagem do gelo, caracterizando uma rocha "moutonnée"; as estrias glaciais indicam movimento do gelo para N55^{o}W (Foto 1).

Subjacente a sedimento datado do Carbonífero Superior, o conjunto litológico 1, cuja espessura atinge pelo menos 15 m (Fig. 3), representa deposição mais antiga, não só na área estudada mas em toda bacia, que teria ocorrido em calhas do embasamento. De fato, o exame da Fig. 13 mostra a existência de uma área central mais subsidente, abrigando diamictito desse conjunto litológico diretamente em contato com o cristalino.

Uma vez admitido um avanço da glaciação no início da sedimentação na área, no Carbonífero, restaria saber qual o acesso mais provável do gelo movendo-se em direção à bacia, atingindo, pelo menos, a calha anteriormente citada. O mapa estrutural do topo do embasamento (Fig. 13) mostra um alto do mesmo a norte- noroeste de Salto de Pirapora, o que teria dificultado o avanço do gelo. Por outro lado, na região sul-sudoeste da área, o topo do embasa-

mento cai para oeste até Sarapuí, onde sobe ligeiramente, constituindo, aparentemente, um vale, cuja direção, para noroeste, coincide com a direção das estrias verificadas no embasamento. Assim, supõe-se que o gelo, ao menos em parte, tenha ingressado na área vindo de sudeste, contornando os altos do embasamento até atingir a depressão da Geomater.

A retirada do gelo permitiu subida gradual do nível do mar, que atingiu a área no Carbonífero Superior, vindo, provavelmente, de sudoeste, através dos baixos de Itapetininga e Geomater, sem contudo atingir a área de Ipanema, tendo em vista a ocorrência de arenitos imaturos, de granulação até grossa, sobre o embasamento cristalino na serra de Araçoiaba.

Essa deglaciação propiciou as condições subaquáticas em que se depositou o conjunto litológico 2, caracterizado pela predominância de clásticos essencialmente finos que afloram, principalmente, nos vales dos rios Pirapora, Sarapuí e Iperó, tendo como seção-tipo o perfil do poço da Fazenda Geomater, onde apresenta cerca de 200 m de espessura (Fig. 3).

Como a ocorrência de fósseis marinhos situa-se no topo do conjunto litológico 2, é possível que a parte inferior do mesmo tenha se depositado em lago proglacial, próximo à costa, posteriormente inundado pelo mar, que teria sido, no entanto, restrito, constituindo embaiamento local. Desse modo, as condições ambientais teriam sido as mesmas durante toda deposição desse conjunto litológico, refletindo numa constância da sedimentação. O avanço da frente glacial resultaria no aporte, à bacia de sedimentação,de fluxos de sedimentos trazidos por águas de degelo, evidenciados por intercalações de diamictitos depositados próximo à margem da geleira que, localmente, atingiria o mar. Em condições subaéreas formavam-se, concomitantemente, depósitos originados pelo retrabalhamento dos sedimentos glaciais por águas de degelo, correspondendo aos conjuntos litológicos 3 e 4.

À deposição em condições subaquáticas, segue-se um avanço do gelo em direção ao mar, fazendo recuar a linha da costa. Depósitos com características de retrabalhamento se formaram sobre sedimentos marinhos do conjunto litológico 2, como verifica-se no km 123,5 da rodovia Raposo Tavares, onde diamictito de matriz arenosa, com intercalação de arenito estratificado, sobrepõe-se irregularmente sobre siltito (Foto 5). Deltas progradaram no cor-

po marinho, cujo registro constata-se pela ocorrência de arenito com estratificação cruzada de grande porte (km 127,5 da rodovia Raposo Tavares) provavelmente depositado em barras de canal, em planície deltaica, correspondendo ao topo do conjunto litológico 3. Estratificações do tipo "hummocks" ocorrem tanto na porção basal (próximo à rocha "moutonnée") como na parte superior desse conjunto litológico, evidenciando a atuação de ondas de tempestade em sedimentos de frente deltaica. Eventualmente, na zona de retrabalhamento, formaram-se lagos,onde se depositaram, principalmente, ritmitos.

O final da sedimentação na área, no Permiano, caracterizou-se por um avanço da glaciação sobre os sedimentos preexistentes, com sedimentação de material constituído de diamictitos compactos, de matriz lamítica, com seixos e até calhaus de várias litologias, alguns facetados e estriados, expostos no km 128 da rodovia Raposo Tavares, entre outros locais. Esses diamictitos sugerem deposição a partir de geleiras, sem retrabalhamento por águas de degelo.

Portanto, na evolução ambiental da área registraram-se, em linhas gerais, dois avanços glaciais mais significativos, correspondendo, respectivamente, ao início e ao final da deposição, intercalados por um período interglacial que possibilitou a primeira ingressão marinha à Bacia do Paraná, no Carbonífero Superior.

Duas fases principais de tectonismo manifestaram-se na área estudada: no Proterozóico Superior a Cambriano e no Mesozóico.

Ao evento tectônico mais antigo correspondem as falhas de Taxaquara e Pirapora, localizadas no embasamento cristalino, sem reflexos nos sedimentos que as recobrem.

O diastrofismo mesozóico está relacionado à intrusão alcalina de Ipanema, onde falhamentos levantaram o embasamento cristalino, na serra de Araçoiaba, a até 900 m de altitude, cerca de 500 m verticalmente acima de sua posição original. Esse tectonismo reflete-se nos sedimentos através de falhas de pequenos rejeitos e de corpos alcalinos intrusivos.

Os falhamentos mesozóicos atuaram de forma a realçar ainda mais a topografia do embasamento na região de Araçoiaba da Serra, que à época da sedimentação já seria mais proeminente. As-

sim, a área onde situa-se a serra de Araçoiaba teria sido mais elevada, tendo em vista a ocorrência de clásticos atá grossos sobre o embasamento cristalino. Ao contrário, a grande espessura de sedimentos finos encontrada no poço da Geomater, a sul de Araçoiaba da Serra, sugere que a área já seria deprimida quando da deposição do Subgrupo Itararé, servindo, inclusive, de acesso ao mar, no Carbonífero Superior, vindo, provavelmente, de sudoeste.

A configuração do topo do embasamento (Fig. 13) permitiu concluir-se que a espessura do Subgrupo Itararé não aumenta necessariamente para o interior da bacia, como era de se esperar, havendo mesmo diminuição localmente. Os poços 23, Geomater e 21 (ANEXO E TABELA 2) mostram bem essa constatação ao registrarem, para o Itararé, espessuras de 80 m, 212 m e 62 m, respectivamente, a partir da borda leste da bacia. Assim, o perfil geológico ao longo da rodovia Raposo Tavares (Fig. 11) mostra que arenitos situados a oeste têm a mesma posição estratigráfica que os localizados nos arredores de Sorocaba, a leste, isto é, próximo ao embasamento, representando, assim, o mesmo pacote rochoso e não corpo sedimentar estratigraficamente superior.

É bastante significativa a sedimentação carbonífera na área, tendo em vista a ocorrência de uma seqüência sedimentar, com espessura estimada em 140 m, em cujo topo, aflorante no km 122 da rodovia Raposo Tavares (Fig. 11), situa-se siltito fossilífero datado do Carbonífero Superior. O poço da Fazenda Geomater (Fig. 3) apresenta coluna sedimentar com 212 m de espessura, tendo no topo sedimento correlacionado, nesta dissertação, a esse siltito fossilífero, pelo que concluiu-se que toda seção colunar do referido poço é de idade carbonífera.

O conjunto litológico 3 recobre o conjunto litológico 2 e, eventualmente, o conjunto litológico 1, a partir da borda da bacia, onde assenta-se sobre o embasamento. A idade permiana atribuída à parte superior dessa unidade litoestratigráfica, em razão da presença de restos de vegetais considerados da flora *Glossopteris*, mostra que a sedimentação na área estudada evoluiu, no tempo, do interior para a borda da bacia, transgredindo sobre o embasamento. Pela posição estratigráfica junto ao cristalino e constituição litológica, os sedimentos do Subgrupo Itararé, na região estudada, corresponderiam, em grande parte, à "Formação Itu".

Pavimento estriado no embasamento cristalino constatou-

se no km 132 da rodovia Sorocaba-Pilar do Sul (SP-264), caracterizando uma rocha "moutonnée" esculpida pelo primeiro avanço glacial na área, ocorrido no Carbonífero. As estrias indicam movimento do gelo para N55°W, sugerindo que a geleira, ao menos em parte, tenha vindo de sudeste, através de calha do embasamento limitada, de um lado pelo alto de Pirapora (Fig. 13). A nordeste da cidade de Salto de Pirapora, onde a bacia avança em direção ao cristalino, a superfície deste forma uma depressão alongada na direção nordeste, através da qual o gelo, eventualmente, também poderia ter se deslocado em direção à bacia.

O pavimento estriado acima referido, associado a sedimentos considerados carboníferos, representa o primeiro avanço glacial na área, e talvez na bacia, anterior à glaciação que originou a rocha "moutonnée" de Salto, cujos sedimentos a ela relacionados foram datados do Permiano Médio, correspondendo, assim, ao fim do período glacial.

Atribuiu-se idade permiana à glaciação responsável pela sedimentação final da área, uma vez que diamictitos sobrepõem-se a arenitos contendo restos vegetais considerados da flora *Glossopteris*.

11- BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. de - 1948 - A "roche moutonnée" de Salto, Estado de São Paulo. Geol. e Met., São Paulo, (5):112-118.

ALMEIDA, F. F. M. de - 1964 - Fundamentos geológicos do relevo paulista. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, (41):169-263.

ALMEIDA, F. F. M. de - 1981 - Síntese sobre a tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas... São Paulo, SBG, v.1, p. 1-20.

AMARAL, S. E. do - 1961 - Silicificação de arenitos de Sergipe (Série Barreiras) e de Varnhagem, São Paulo (Série Itararé). Bol. Soc. Bras. Geol., 10(1):79-99.

AMARAL, S. E. do - 1965 - Nova ocorrência de "roche moutonnée" em Salto, São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 14(1-2): 71-82.

ANDRADE, S. M. de & SOARES, P. C. - 1971 - Geologia de semi-detalhe do centro-leste de São Paulo. Relatório PETROBRÁS- DESUL , (407).

BARBOSA , O. & ALMEIDA, F. F. M. de - 1949 - A Série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo. Div. Geol. Min., notas prel. e estudos, Rio de Janeiro, DNPM, (48):1-16.

BARBOSA, O. & GOMES, F. A. - 1958 - Pesquisa de petróleo na bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo. Bol. Div. Geol. Min. , Rio de Janeiro, DNPM, (171):1-40.

BRITO, I. M. & BERTINI, J. R. - 1982 - Estratigrafia da bacia do Paraná II. O Grupo Tubarão. An. Ac. Bras. Ciênc.,54(2):399-412.

CABRAL JR., M. & MOTA, J. F. M. - 1985 - Geologia da Formação Itararé e sua potencialidade para carvão na região de Buri/Itapeva-SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo, 1985. Atas... São Paulo, SBG, v.2, p. 459-472.

CAETANO-CHANG, M. R. - 1984 - Análise ambiental e estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no sudoeste do Estado de São Paulo. São Paulo, 310 p. (Tese de doutoramento. Instituto de Geociências, USP).

CAETANO-CHANG, M. R. & LANDIM, P. M. B. - 1983 - Interpretação ambiental da seção Itaporanga-Taquarituba, SW do Estado de São Paulo (Subgrupo Itararé). Geociências, São Paulo, 2:97-116.

CAETANO-CHANG, M. R. & LANDIM, P. M. B. - 1987a - Evolução ambien

tal da sedimentação do Subgrupo Itararé na área de Itararé-Itaporanga (SP). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas... São Paulo, SBG, v.1, p. 339-354.

CAETANO-CHANG, M. R. & LANDIM, P. M. B. - 1987b - Os sedimentos glaciais da base do Subgrupo Itararé nas proximidades de Itararé (SP). In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3 , Curitiba, 1987. Atas... São Paulo, SBG, v.1, p. 401-412.

CANUTO, J. R. - 1985 - Origem dos diamictitos e rochas associadas do Subgrupo Itararé, no sul do Estado do Paraná e norte do Estado de Santa Catarina. São Paulo, 128 p. (Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, USP).

CIANTELLI JR., C. A.; CABRAL JR., M. & NAKANO, S. - 1983 - Mapa faciológico da serra dos Pais, norte de Barão de Antonina, topo da Formação Itararé - base da Formação Tatuí, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo, 1983. Atas... São Paulo, SBG, p. 185-189.

COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA - 1912 - Relatório referente ao ano de 1911, p. 26-28.

COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA - 1917 - Relatório referente ao ano de 1916, p. 12-17.

COTTAS, L. R.; FIORI, A. P. & LANDIM, P. M. B. - 1981 - Divisão faciológica do Subgrupo Itararé e da Formação Aquidauana no nordeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas... São Paulo, SBG, v.2, p.103-115.

COUTINHO, J. M. V. & COIMBRA, A. M. - 1983 - Brecha em Salto de Pirapora (Estado de São Paulo): Um diatrema? In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo, 1983. Atas... São Paulo , SBG , p. 223-227.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1979 - Mapeamento faciológico do Supergrupo Tubarão.São Paulo, DAEE/UNESP, mapas geológicos na escala 1:50.000 (inédito).

DAEMON, R. F. & QUADROS, L. P. - 1970 - Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília, 1970. Anais... Brasília, SBG, p. 359-412.

DAVINO, A. - 1965 - Estudos geológicos e geofísicos na serra de Araçoiaba e arredores, Estado de São Paulo. São Paulo, 53p. (Tese de doutoramento. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP).

DAVINO, A. - 1975 - Geologia da serra de Araçoiaba, Estado de São Paulo. Bol. IG/USP, São Paulo, v.6, p. 129-144.

DAVINO, A. - 1976 - Levantamentos geofísicos na serra de Araçoiaba e arredores, Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc. , 48 (3):531-545.

DINO, R.; LIMA, M. R. de & ROCHA-CAMPOS, A. C. - 1987 - Palinologia do varvito (Subgrupo Itararé, Neopaleozóico) da região de Itu, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA , 10, Rio de Janeiro, 1987. Resumo das comunicações... Rio de Janeiro, SBP, p. 46.

EDWARDS, M. - 1986 - Glacial environments. In: Reading, H. C. Sedimentary environments and facies, 2º Ed., Oxford , Blackwell Scientific Publications, 615 p.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I. de S. & NETTO, R. G. - 1987 - Comentários sobre os traços fósseis do paleolago de Itu, São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas... São Paulo, SBG, v.1, p. 297-311.

FRAKES, L. A. & FIGUEIREDO Fº, P. M. de - 1967 - Glacial rocks of the Paraná basin exposed along the Sorocaba-Itapetininga road. In: Bigarella, J. J., Becker, R. D. & Pinto, I. D. (Eds.). Problens in Brazilian Gondwana Geology, Curitiba, p. 103-106.

FRAKES, L. A.; FIGUEIREDO Fº, P. M. & FÚLFARO, V. J. - 1968 - Possible fossil eskers and associated features from the Paraná Basin, Brazil. J. Sediment. Petrol., 38:5-12.

FRAKES, L. A. & CROWELL, J. C. - 1972 - Late Paleozoic glacial geography between the Paraná Basin and the Andean Geosyncline . An. Acad. Bras. Ciênc., v.44 (supl.), p. 139-145.

FRANÇA, A. B. - 1987 - Stratigraphy, deposicional environment, and reservoir analysis of the Itararé Group (Permo Carboniferous) , Paraná Basin-Brazil. Cincinati, 188 p. (Tese de doutoramento. University of Cincinati, USA).

FRANÇA, A. B. & POTTER, P. E. - 1988 - Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (permo-carbonífero), Bacia do Paraná (parte 1). Bol. de Geociências da PETROBRÁS, 2(214):147-191.

FÚLFARO, V. J. - 1971 - A evolução tectônica e paleogeográfica da bacia sedimentar do Paraná pelo "trend surface analysis". Bol. Esc. Eng. São Carlos, USP, Geologia, (14):1-112.

FÚLFARO, V. J.; GAMA JR., E. G. & SOARES, P. C. - 1980 - Revisão

estratigráfica da Bacia do Paraná, São Paulo. (Relatório PAULIPETRO, Consórsio CESP/IPT-008180).

FÚLFARO, V. J.; STEVAUX, J. C.; SOUZA Fº, E. E. de & BARCELLOS, J. H. - 1984 - A Formação Tatuí (p) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG, v.2, p. 711-724.

GALLAS, J. D. F.; GALLI, V. L. & FERREIRA, F. J. F. - 1984 - Geofísica aplicada a um suposto diatrema em Salto de Pirapora, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG, v.4, p. 2038-2050.

GAMA JR., E. G.; CAETANO, M. R. & WEYLER, G. - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no centro-leste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriu, 1980. Bol. 2 (resumos), Camboriu, SBG, p. 365.

GAMA JR., E. G.; BANDEIRA, A. N. & FRANÇA, A. B. - 1982 - Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas da parte central da Bacia do Paraná. Rev. Bras.Geoc., v.12, p. 19-40.

GORDON JR., M. - 1947 - Classification of the Gondwanic rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. DNPM, Div. Geol. Miner. Notas prel. est., (38):1-20.

GRAVENOR, C. P. & ROCHA-CAMPOS, A. C. - 1983 - Patterns of lake Paleozoic glacial sedimentacion on the southeast side of the Paraná Basin, Brazil. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. , v.43, p. 1-39.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1981 - Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. SICCT-PROMINÉRIO/IPT, 2 vols.

KNECHT, T. - 1930 - Notas geológicas sobre as jazidas de magnetita e apatita de Ipanema. Secret. Agric. Ind. e Com. de São Paulo, 31(7-8):716-734.

LANDIM, P. M. B. - 1973 - Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. Bol. Esc. Eng., São Carlos, USP, Geologia, (175):1-97.

LANDIM, P. M. B. & FÚLFARO, V. J. - 1972 - Trend surface analysis of Carboniferous and Permian thickness data from Paraná Basin. An. Acad. Bras. Ciênc., v.44 (supl.), p. 187-196.

LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. & GAMA JR., E. G. - 1980 - Estratigrafia do nordeste da bacia sedimentar do Paraná. Curso de es-

pecialização (convênio IPT-UNESP). Inst. Geoc. Ciênc. Exatas, UNESP/Rio Claro, 69 p.

LANDIM, P. M. B.; TEIXEIRA, J. A. & ODA, G. H. - 1986 - Estudo hidrogeológico do Grupo Tubarão na bacia hidrográfica do rio Capivari. In: Desenvolvimento de pesquisas hidrogeológicas no Estado de São Paulo. F. A. P. E. S. P./D. A. E. E./UNESP-Rio Claro/USP-Ribeirão Preto/I.G.-S. A. A., 50 p. (relatório interno).

LEINZ, V. - 1937 - Estudos sobre a glaciação permo-carbonífera do sul do Brasil. DNPM, Div. Fom. Prod. Min., bol. 21, 47 p.

LEINZ, V. - 1940 - Petrologia das jazidas de apatita de Ipanema (Estado de São Paulo, Brasil). D. N. P. M., Div. Fom. Prod. Miner., bol. 40, 52 p.

LIMA, M. R. de; SAAD, A. R.; CARVALHO, R. G. & SANTOS, P. R. dos - 1976 - Foraminíferos arenáceos e outros fósseis do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Bacia do Paraná, São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. Anais.. Ouro Preto, SBG, v.2, p. 49-66.

LIMA, M. R. de; DINO, R. & YOKOYA, N. S. - 1983 - Palinologia de concreções calcíferas do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico da Bacia do Paraná) da região de Araçoiaba da Serra, Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., 55(2):195-208.

LOCZY, L. de - 1964 - Problemas estratigráficos e paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. DNPM, D. G. M., Rio de Janeiro, bol. 214, 113 p.

MANIAKAS, S. - 1986 - Estudos geofísicos integrados à Geologia da bacia hidrográfica do baixo rio Capivari-SP (Subgrupo Itararé e intrusivas associadas). São Paulo, 180 p. (Tese de doutoramento. Instituto de Geociências, USP).

MENDES, J. C. - 1952 - Fáunula permo-carbonífera marinha de Capivari. Fac. Fil. Ciênc. e Letras, USP, bol. 134, Geologia, (7): 1-17.

MENDES, J. C. - 1984 - Elementos de Estratigrafia. T. A. Queiroz Editor/EDUSP, São Paulo, 566 p.

MEZZALIRA, S. - 1956 - Novas ocorrências de camadas marinhas permo-carboníferas no Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol. , São Paulo, 5(1):61-69.

MEZZALIRA, S. - 1959 - Nota preliminar sobre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no período 1958-1959. São Paulo. Inst. Geogr. Geol., p. 1-9 (notas prévias, 2).

MEZZALIRA, S. - 1989 - Os fósseis do Estado de São Paulo. Instituto Geológico-S. M. A., série pesquisa, 141 p.

MORAES, L. J. de - 1938 - Jazidas de apatita de Ipanema, Estado de São Paulo. DNPM, Div. Fom. Prod. Min., bol. 27, 50 p.

MORAES REGO, L. F. de - 1934 - A hulha em São Paulo. Bol. Inst. Engenharia, São Paulo, 20(109):345-352.

NORTHFLEET, A. A.; MEDEIROS, R. A. & MUHLMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Téc. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 12(3):291-346.

OLIVEIRA, E. P. de - 1916 - Geologia do Estado do Paraná. Bol. Min. Agric. Ind. Com., Rio de Janeiro, 5(1):67-143.

OLIVEIRA, E. P. de - 1927 - Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Serv. Geol. Min., Monogr. 6, 172 p.

OLIVEIRA, F. P. de - 1889 - Reconhecimento geológico do valle do rio Paranapanema. Com. Geogr. Geol., São Paulo, bol. nº 2.

PACHECO, J. - 1927 - Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre o meridiano 4°, Rio Itararé e os paralelos 23°34' e 24°38'. In: COM. GEOGR. GEOL., São Paulo,p.9-12.

PERINOTTO, J. A. J. - 1987 - Análise estratigráfica da seqüência portadora de carvão na região de Cerquilho (SP). São Paulo, 76 p. (Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, USP).

PETRI, S. - 1964 - Grupo Tubarão. In: Geologia do Estado de São Paulo. Inst. Geogr. Geol., bol. 41, p. 56-63.

PETRI, S. - 1985 - Ritmitos de Itu. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo, 1985. Atas... São Paulo, SBG, v.1, p. 235-241.

PIRES, F. A.; FERNANDES, A. J.; TEIXEIRA, A. L.; BOGGIANI, P. C. & MASSOLI, M. - 1990 - Mapeamento geológico da folha de Salto de Pirapora (SP), na escala 1.50.000. Inst. Geol.- S. M. A., relatório interno, 76 p.

ROCHA-CAMPOS, A. C. - 1963 - Deformações penecontemporâneas em sedimentos glácio-lacustres do Grupo Tubarão. Bol. Soc. Bras. Geol., 12(1-2):49-56.

ROCHA-CAMPOS, A. C. - 1966 - Novas ocorrências de fósseis marinhos no Grupo Tubarão em São Paulo e Santa Catarina. Bol. Soc. Bras. Geol., 15(14):5-13.

ROCHA-CAMPOS, A. C. - 1967 - The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná basin. In: Bigarella, J. J.; Becker, R. D. & Pinto, I. D. (Eds.), Problens in Brazilian Gondwana Geo-

logy, Curitiba, p. 27-102.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; FARJALLAT, J. E. S. & YOSHIDA, R. - 1968 -New glacial features of the Upper Paleozoic Itararé Subgroup in the State of São Paulo, Brazil. Bol. Soc. Bras. Geol., v.17, p. 47- 57.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; OLIVEIRA, M. E. C. B.; SANTOS, P. R. dos & SAAD, A. R. - 1976 - Boulder pavements and the sense of movi-ment Late Paleozoic glaciers in central eastern São Paulo, Paraná Basin, Brazil. Bol. Inst. Geoc., USP, v.7, p. 149-160.

ROCHA-CAMPOS, A. C. & ROSLER, O. - 1978 - Late Paleozoic faunal and floral successions in Paraná Basin, Southeastern, Brazil. Bol. Inst. Geoc., USP, v.9, p. 1-16.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; ERNESTO, M. & SUNDARAM, D. - 1981 - Geologi-cal, palynological and paleomagnetic investigations on Late Paleozoic varvites from the Paraná Basin, Brazil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas... Curitiba, SBG, v.2, p. 162-175.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; MACHADO, L. C. R.; SANTOS, P. R. dos; CANUTO, J. R. & CASTRO, J. C. de - 1988 - Pavimento estriado de glacia-ção neopaleozóica, em Alfredo Wagner, Santa Catarina, Brasil. Bol. IG/USP, sér. cient., (19):39-46.

SAAD, A. R. - 1977 - Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. São Paulo, 107 p. (Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, USP).

SANTOS, P. R. dos - 1979 - Distribuição estratigráfica, caracterís-ticas e fácies de diamictitos e rochas associadas do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo. São Paulo,135p. (Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, USP).

SANTOS, P. R. dos - 1987 - Fácies e evolução paleogeográfica do Subgrupo Itararé/Grupo Aquidauana (Neopaleozóico) na Bacia do Paraná, Brasil. São Paulo, 128 p. (Tese de doutoramento. Insti-tuto de Geociências, USP).

SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAE-MON, R. F. & NOGUEIRA, A. A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Por-to Alegre, 1974. Anais... Porto Alegre, SBG, v.1, p. 41-65.

SOARES, P. C. - 1972 - O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tuba-rão no Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., v. 44 (su-plemento), p. 333-342.

SOARES, P. C. & FIORI, A. P. - 1976 - Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. Notícia geomorfológica, 16(32):71-104.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, F. T. & FIORI, A. P. - 1977 - Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. Rev. Bras. Geoc., 7(2) : 131-149.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; SOBREIRO NETO, A. F.; GIANCURSI,F.D.; CORREA, W. A. G. & CASTRO, C. G. J. - 1979 - Geologia da região sudoeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. Atas... Rio Claro, SBG, v.2, p. 307-319.

SONOKI, I. K. & GARDA, G. M. - 1988 - Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação às novas constantes de decaimento. Bol. IG/USP; v.19, p. 63-85.

SOUZA Fº, E. E. de - 1986 - Mapeamento faciológico do Subgrupo Itararé na quadrícula de Campinas (SP). São Paulo, 121 p.(Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, USP).

STEVAUX, J. C.; SOUZA Fº, E. E. de; TEIXEIRA, J. A. & LANDIM, P. M. B. - 1987 - Sistemas deposicionais do Subgrupo Itararé (P-C) na bacia hidrográfica do baixo rio Capivari (SP): um modelo de prospecção de água subterrânea. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas... Rio Claro, SBG, v.1, p. 355-374.

WASHBURNE, C. H. - 1930 - Petroleum geology of the State of São Paulo. Com Geogr. Geol., São Paulo, bol. 22, 272 p.

WHITE, I. C. - 1908 - Relatório final da comissão de estudo das minas de carvão de pedra do Brasil. Rio de Janeiro.

WU, F. T.; SOARES, P. C. & MATTOS, J. T. de - 1980 - Divisão faciológica do Grupo Itararé no sudeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriu, 1980. Resumos, Camboriu, SBG, bol. 2, p. 364.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; VIEIRA, I. S.; ASTOLFI, M. A. M.; APPI, V. T. & ZANOTTO, O. A. - 1987 - A divisão tripartite do Siluriano da Bacia do Paraná. Rev. Bras. Geoc., 17(3):242-252.

ZARAUZA, I. C.; SANUY, J. R.; DE LA TORRE, L. M. S.; TORRES, J. A.

V. & MINONDO, L. V. - 1977 - Estratigrafia. Editorial Rueda, Madrid, 718 p.

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T. 1678
A. 3
U. S. P.

MAPA LITOESTRATIGRÁFICO

escala
0 3000m

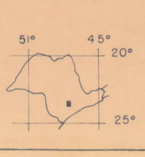
N

CONVENÇÕES

- CIDADE, VILA
- DRENAGEM
- RODOVIA PAV.
- ESTRADA S/ PAV.
- FERROVIA
- 13, I POÇO
- SE_1 SONDAGEM ELÉTRICA
- CONTATO GEOLÓGICO
- F FALHA
- F ALINHAMENTO ESTRUTURAL
- A B PERFIL GEOLÓGICO
- ROCHA "MOUTONNÉE"

LITOESTRATIGRAFIA

- ALUVIÃO (Q)
- ALCALINAS E ASSOCIADAS (JK)
- SUBGRUPO ITARARÉ (PC)
  - arenito
  - argilito, ritmito
  - siltito
  - diamictito
- EMBASAMENTO (P€)
  - Granito
  - Grupo São Roque



Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
U. S. P.