

BOLETIM
DA
Sociedade Brasileira
de
Geologia

VOLUME
15



NÚMERO
3

OUTUBRO DE 1966

SÃO PAULO — BRASIL

A FORMAÇÃO IRATI (PERMIANO) E FÁCIES ASSOCIADAS

Por

JOSUÉ CAMARGO MENDES(1), VICENTE JOSÉ FULFARO(2), SERGIO
ESTANISLAU DO AMARAL(3) e PAULO MILTON BARBOSA LANDIM(4).

ABSTRACT

A critical analysis of the original definition (WHITE, 1908) of Irati Formation — basal rock unit of the Permian Passa Dois Group, widely present in the intra-cratonic Paraná Basin, Southern Brazil — points out its lack of precision.

It seems that the diagnostic lithology of the Serra Alta Member (GORDON JR., 1947) corresponds to the upper part of the former Irati which is now generally understood as a black shales sequence with some interbedded dolomitic lenses and layers.

Previous papers have called attention to intra and infra-Irati occurrences of Serra Alta like siltstones in Paraná and Santa Catarina (MAACK, 1947; LANGE 1957; BEURLIN, 1954 and 1955).

The main purpose of the presente work has been the investigation of Irati's associated facies in the states of Paraná, Santa Catarina and São Paulo.

Informal names have been proposed for such facies, according to their position.

The Joaquim Távora facies corresponds in Paraná and Santa Catarina to a variable thickness of dark and not well stratified siltstone with calcareous nodules and occurs right below Irati. The São Mateus facies corresponds to intra-Irati siltstones zones.

In the State of São Paulo, the so called Taquaral Member (BARBOSA and ALMEIDA, 1949) is equivalent to Joaquim Távora facies. The intra-Irati siltstones have been named Ribeirão Grande facies. The gray siltstones following the Irati black shale have been designated Paranapanema facies; they correspond to Serra Alta of Paraná and Santa Catarina but there is a light lithologic divergence.

1, 2 e 3 do Departamento de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

4 da Cadeira de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro.

The Authors come to conclusion that the Irati s.s. represents in Paraná and Santa Catarina a reduction phase into a larger cycle of subaquatic sedimentation including the infra-Irati Joaquim Távora facies and the supra-Irati Serra Alta facies. The importance of the black shale changes from place to place.

In the State of São Paulo, a similar cycle seems to start with the Taquaral facies extending to the Paranapanema facies through the Irati s.s.

RESUMO

A análise crítica da caracterização original da Formação Irati —térmo basal do Grupo Passa Dois, Permiano, largamente ocorrente na bacia do Paraná e proposta por I. C. WHITE em 1908 — demonstra a sua imprecisão.

Os fatos sugerem que a litologia distintiva do Membro Serra Alta (GORDON JR., 1947) integrava o Irati *sensu* White.

Autores prévios chamaram a atenção para a associação íntima entre o Irati da acepção geral—folhelhos negros pirobetuminosos com lentes ou leitos de calcário intercalados — e uma litologia tipo Serra Alta.

Constituiu objetivo principal da presente nota a investigação dessas fácies associadas, que ocorrem sob, intercaladas ou sôbre o Irati.

Foram selecionadas exposições representativas para cada caso e propostas designações informais para essas fácies com base na sua situação. Assim, a fácies Joaquim Távora corresponde a uma espessura variável de siltitos escuros mal estratificados com nódulos de calcário presente no Paraná e em Santa Catarina sob o Irati e perfeitamente distinguível do Palermo. A fácies São Mateus equivale a zonas de siltitos ocorrentes, por vêzes, dentro da Formação Irati no Paraná e Santa Catarina.

No Estado de São Paulo, o Membro Taquaral proposto por O. BARBOSA e F. M. DE ALMEIDA em 1949 é o equivalente da fácies Joaquim Távora; aos siltitos intercalares, deu-se o nome de fácies Ribeirão Grande e os siltitos cinzentos da base da Formação Corumbataí, imediatamente sobrepostos ao Irati, recebem a designação de fácies Paranapanema. Esta equivale ao Serra Alta, embora se distingam por peculiaridades litológicas.

Concluem os Autores que o Irati s.s. representa uma fase redutora de importância variável dentro de um ciclo de sedimentação mais amplo, parcialmente também redutor iniciado (Paraná e Santa Catarina) após o Palermo e prolongado até o fim do Serra Alta. No Estado de São Paulo o ciclo ter-se-ia iniciado com o Taquaral, estendendo-se até a fácies Paranapanema inclusive.

INTRODUÇÃO

A literatura indica grande variação na espessura da Formação Irati, que constitui a parte basal do Grupo Passa Dois (Permiano) na bacia do Paraná.

Varia a espessura de poucos metros até cem. Há casos também de divergência de estimativa para um mesmo local.

Seria essa inconstância real ou refletiria, ainda que pró-parte, uma imprecisão no reconhecimento daquela unidade estratigráfica?

As acepções correntes do Irati são, em geral, mais restritivas que a do seu proponente, I. C. WHITE (1908).

MAACK (1947), LANGE (1951) e BEURLEN (1954, 1955), entre outros autores despertaram a atenção para a entrosagem da fácies Serra Alta com o Irati. Qual a extensão desse fenômeno?

Enquanto a maioria dos autores referem uma concordância de base e de tópo para o Irati alguns como por exemplo: BARBOSA e GOMES (1958) defendem a existência de uma discordância basal.

Problemas dessa natureza atraíram o interesse dos autores da presente nota que somaram os seus prévios conhecimentos de campo para equacioná-los e até realizaram, graças ao auxílio do CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS E FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, várias excursões em conjunto com o fito de obter informações suplementares a respeito do comportamento espacial da Formação Irati.

A nota divulga dados concernentes ao Irati do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. Citam-se apenas ocorrências selecionadas em que se observam as relações estratigráficas claramente sem necessidade de inferências.

DEFINIÇÃO ORIGINAL DO IRATI

A caracterização original da Formação Irati, fornecida por WHITE é a seguinte:

"At the base of the Passa Dois series, there comes a

thick, and widely persistent *black shale*, extending from S. Paulo, through Paraná, and Santa Catarina, to and across Rio Grande do Sul. It appears to be generally *petroliferous* so that on freshly broken and unweathered surfaces it always gives out the odor of petroleum."

"This formation has been designated from Iraty in the state of Paraná where it crops in a railway cutting about 3 kilometers south from the Iraty station, and contains vast-numbers of the remains of a fossil reptile which Dr. Mc Gregor, of the American Museum of Natural History, New York, has named *Mesosaurus brasiliensis*."

— — —

"In northern Paraná, north from Tibagy, and from there northward through the state of S. Paulo, these shales become limy, the dark beds being interstratified with thin layers of fairly pure limestone"...

— — —

"Frequently nuggets of chert and silicified wood occur in these beds"...

A localidade-tipo do Irati (Engenheiro Gutierrez, Paraná) é das mais infelizes para a caracterização dessa formação, apresentando quando muito o mérito de ter fornecido o material paleontológico utilizado por MCGREGOR na descrição original de *Mesosaurus brasiliensis*. Mostra apenas dois metros de folhelhos negros fétidos, sucedidos por siltitos cinza-escuros de fratura conchoidal, com nódulos de calcário. Estes representam o Membro Serra Alta criado por GORDON JR. em 1947.

Na falta de uma exposição da parte inferior da Formação Irati é impossível saber-se a sua constituição litológica local. No entanto, em nenhum outro ponto, seja de Santa Catarina, Paraná ou São Paulo, os folhelhos pirobetuminosos do Irati ocorrem não associados a calcários. Estes aparecem sob a forma de lentes de tamanho variável ou de camadas ou ambos. É bem sabido porém que os calcários ganham maior vulto no Estado de São Paulo.

Na coluna clássica do “sistema” de Santa Catarina (rodovia Lauro Mueller-Bom Jardim, SC.) os setenta metros de espessura que WHITE atribuiu ao Irati, envolvem, de acordo com nossas observações somente 30 metros de folhelhos negros decompostos com algumas intercalações de calcário também decomposto e as peculiares bonecas de sílex.

Os 40 metros restantes são siltitos cinza-escuros de fratura conchoidal, com nódulos de calcário, ou seja, exatamente a litologia do Membro Serra Alta de GORDON JR.

MEMBRO SERRA ALTA

Em 1947 GORDON JR. introduziu a designação de Membro Serra Alta, tomada da localidade de Serril (ex-Serra Alta), Estado de Santa Catarina, para siltitos cinza-escuros de fratura conchoidal (Fig. 1), contendo nódulos de calcário espar-

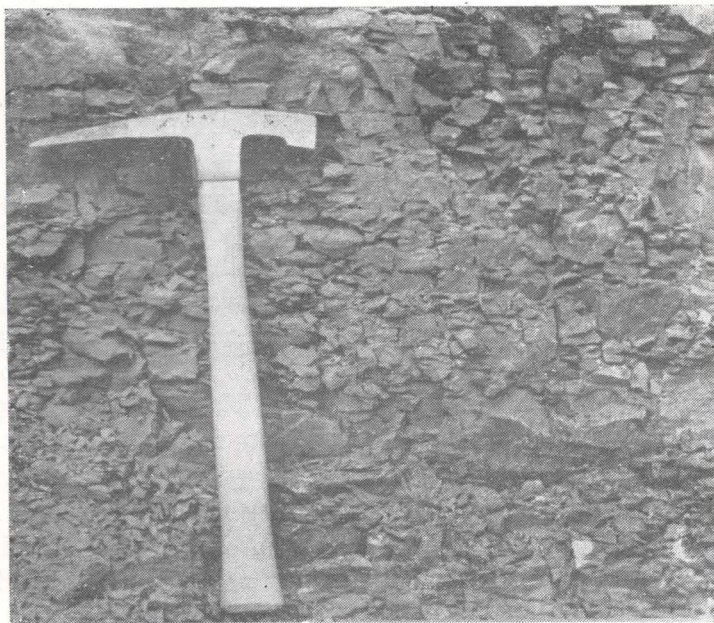


Fig. 1 — Pormenor dos siltitos cinzentos Serra Alta na localidade-tipo. Na foto não são vistos os nódulos de calcário tão característicos da fácies em questão. Km 51,7 da rodovia que liga Rio do Sul a Ponte Alta, pouco além de Serril (ex-Serra Alta), Santa Catarina.

sos. A posição do Membro Serra Alta, de acôrdo com aquêlê Autor, seria na base da Formação Estrada Nova. GORDON JR. referiu-se aliás a folhelhos, ao invés de siltitos, engano comum naquela época.

A rigor, o Membro Serra Alta foi destacado do Irati *sensu* WHITE, que assim se restringiu, nos estados de Santa Catarina e Paraná, ao Irati da acepção da maioria dos geólogos, isto é, um pacote de folhelhos negros pirobetuminosos com algumas intercalações de calcários e contendo bonecas de sílex e restos de *Mesosaurus*. GORDON JR. complicou um tanto a situação ao referir (op. cit.): "Em muitas localidades os 30 ou 40 metros superiores da formação Irati consistem inteiramente de folhelhos que não dão cheiro de querosene quando quebrados nem contêm *Mesosaurus*." Trata-se, obviamente, do Membro Serra Alta que êle próprio criou. De qualquer forma os folhelhos negros do Irati são inconfundíveis com os siltitos cinzentos mal estratificados de fratura conchoidal do Serra Alta.

INTER-RELAÇÃO ENTRE IRATI E SERRA ALTA

MAACK (1947, p. 120) foi o primeiro pesquisador a chamar a atenção para a intercalação de "lentes de folhelho não betuminoso, do tipo da formação Estrada Nova s. str." na Formação Irati. O que indica como folhelho deve ser entendido como silito, e o seu Estrada Nova s. str. equivale ao Membro Serra Alta de GORDON JR. Comentou (op. cit.) que o fato era indicativo de "que as condições de sedimentação dos xistos escuros da formação Estrada Nova s. str. regionalmente já coexistiam com a deposição dos xistos betuminosos Irati."

F. W. LANGE (Guia de Excursões do 5º Congresso Brasileiro de Geologia, 1951, inédito) ao descrever o perfil do Grupo Dois na rodovia Ponta Grossa-Guarapuava focalizou muito bem a íntima relação entre o Serra Alta e o Irati. Eis a conclusão principal daquêlê Autor: "Estas duas seções, a do Tigre e a do Nhapindá demonstram de modo claro como o Irati betuminoso e os bancos de calcário se encontram in-

tercalados em folhelhos não betuminosos do tipo Serra Alta.”

BEURLEN (1954) em um diagrama representativo do comportamento espacial das diversas unidades do Grupo Passa Dois, ressaltou a íntima relação entre o Irati e o Serra Alta. Do exame do seu esquema conclui-se que a diminuição de espessura do Irati é compensada pelo aumento do Serra Alta que pode substituí-lo por completo em certos casos.

Sobremodo importantes foram as observações de BEURLEN (1955, pp. 29-30) quanto ao comportamento do Irati em Imbituva e entre Bitumirim e Ivaí, Estado do Paraná. A oeste de Imbituva, notou êsse Autor a interposição de cerca de 3 m de “argilas não betuminosas” entre os siltitos Palermo e os folhelhos betuminosos do Irati. Entre Bitumirim e Ivaí, constatou a presença de cerca de 4 m de “folhelhos argilosos, não betuminosos, litologicamente semelhantes às argilas das camadas Serra Alta”, interpostas entre o topo do Palermo e os folhelhos betuminosos do Irati. Refere-se, ainda, a que êsses folhelhos betuminosos montam a uns 10 m de espessura, sendo sucedidos por uma alternância de folhelhos betuminosos e faixas de 1 a 2 m de “argilas” do tipo das “argilas” das camadas Serra Alta. Afirma, categoricamente, não haver interrupção entre o Palermo e o Irati (s. l.): “Há apenas uma mudança litológica.”

MENDES (1961, p. 16) indicou em um diagrama demonstrativo das relações hipotéticas entre os elementos do Grupo Passa Dois a interpenetração parcial do Irati com a fácies Serra Alta.

IRATI NOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA

Fácies Joaquim Távora

Cerca de um quilômetro e trezentos metros da cidade de Joaquim Távora, na rodovia para Santo Antonio da Platina, observa-se uma significativa seção da parte basal do Grupo Passa Dois.

A seção inicia-se após uma falha (N70°E, vertical) ocupada por um dique de diabásio de 25,5 m de espessura. O fa-

lhamento colocou arenitos do Grupo Tubarão ao nível do tópo do Irati.

Observam-se, em seção contínua, as seguintes unidades:

c — Siltitos cinza-escuros (Serra Alta) 1 m;

b — Folhelhos negros com calcários lenticulares e bonecas de sílex (Irati) — 10 m;

a — Siltitos cinza-escuros de fratura conchoidal com raros nódulos de calcário decomposto — 10 m.

A espessura dos siltitos cinzentos infra-Irati parece aumentar para cerca de 50 m no rumo do talvegue que dista mais ou menos 1 km do citado afloramento. Não se pode assegurar, entretanto, aquela espessura pelo fato das exposições não serem contínuas.

Os siltitos cinza-escuros infra-Irati são indistinguíveis dos siltitos Serra Alta e inconfundíveis com os sedimentitos da Formação Palermo. Propomos designá-los *fácies Joaquim Távora*, por não conhecermos exposição mais satisfatória, seja no Paraná ou em Santa Catarina.

Não se observa nenhuma discordância na seção em aprêço entre a *fácies Joaquim Távora* e o Irati e tão pouco entre este e base do Serra Alta. Há apenas mudança litológica.

Infelizmente o Palermo não aflora ao longo da rodovia Joaquim Távora-Santo Antonio da Platina.

Em várias outras localidades do Paraná e de Santa Catarina, observamos a ocorrência da *fácies Joaquim Távora* em conjunção com o Irati e a Formação Palermo.

Nas proximidades da BR-2, nas alturas do km 154,5, pouco antes de Papanduva, para quem vem de Curitiba, observa-se num corte da ferrovia Mafra-Rio da Serra, a passagem do tópo do Palermo para a *fácies Joaquim Távora* e desta para o Irati (alterado). A espessura dos siltitos cinza-escuros com grandes nódulos de calcário representativos da *fácies Joaquim Távora* é de cerca de 10 m. Sobrepoem-se a siltitos-arenosos alterados do Palermo com estrutura flaser, sem discordância.

Na BR-2, exatamente no km 154,5, aflora o Irati que, embora um tanto alterado, é reconhecível através de folhelhos negros e camadas e lentes de calcário com abundantes

bonecas de sílex. A espessura do Irati desta ocorrência é de cerca de 15 m. Do km 156,8 em diante aflora o Serra Alta.

Tanto na rodovia que liga Rio do Sul a Ponte Alta, como na que liga Lajes a Florianópolis, observa-se a fácies Joaquim Távora entre o Palermo e o Irati.

Na primeira rodovia mencionada encontra-se o tôpo do Palermo, representado por siltitos-arenosos desbotados, no km 44,5, onde se iniciam os siltitos cinza-escuros da fácies Joaquim Távora. Estes alcançam poucos metros de espessura, após o que ocorrem calcários decompostos da base do Irati.

Os calcários confinam-se a uma zona de cerca de 2,5 m de espessura, sucedendo-se folhelhos negros fétidos. Alcança o Irati aflorante uma espessura de 10 m, que não pode ser considerada espessura máxima devido às complicações tectônicas (falhado contra o Serra Alta no km 45,3).

Na rodovia Florianópolis-Lajes, cerca de treze quilômetros e oitocentos metros antes de Bom Retiro, encontra-se o tôpo do Palermo alterado, ao qual sucedem cerca de 3 metros de siltito cinza-escuro com nódulos de calcário (fácies Joaquim Távora), sem quebra perceptível. Passam, por sua vez, à base do Irati, localmente alterada, mas, aparentemente, constituída de calcáreos com bonecas de sílex. Expõe-se bem o Irati em pedreira aberta à esquerda da rodovia, cerca de cem metros adiante do afloramento da base da fácies Joaquim Távora. Consiste, praticamente, em folhelho negro fétido, alcançando, ao todo, 6 metros de espessura. Seguem-se, então, os siltitos cinza-escuros do Serra Alta.

Facies São Mateus

No sul do Paraná, na localidade de São Mateus, ocorre uma zona de siltito cinza-escuro mal estratificado com escamas de peixe, intercalada no Irati. (Figs. 2 e 3).

Cerca de 1 km adiante da ponte sobre o Iguaçu, na rodovia que liga São Mateus e Curitiba, observa-se a seguinte seção, de cima para baixo:



Fig. 2 — Afloramento na rodovia São Mateus-Curitiba, próximo à primeira cidade, mostrando intercalação de 3,2 m de siltito côr de chumbo de fácies São Mateus entre folhelhos Irati. (Foto de J. Farjallat.)

c — folhelhos negros fétidos com intercalações de calcário — 4 m;

b — siltito côr de chumbo — 3,2 m;

a — folhelhos negros fétidos, com camadas e nódulos de calcário — 6,5 m.

No tópo da intercalação do siltito observam-se nódulos e lentes de calcário que variam em tamanho de 0,8 m a 1 m de comprimento.

Nessa mesma rodovia, 2 km adiante, ocorrem sob o Irati, os siltitos da fácies Joaquim Távora.

À zona de siltito intercalar designamos *fácies São Mateus*.



Fig. 3 — Pormenor dos siltitos da fácies São Mateus, na sua localidade-tipo. Corte na rodovia que liga São Mateus a Curitiba, cerca de 1 km além da ponte sobre o rio Iguaçu, São Mateus, Paraná.

Escamas de peixe são comuns tanto no Irati s.s. como na fácies em questão.

Na parte inicial desta nota, referimo-nos à presença de siltitos intercalados no Irati, fato já assinalado por BEURLEN (1955) entre Bitumirim e Ivaí, Paraná. A região foi visitada por um dos autores que constatou o acêrto da informação e portanto a ocorrência ali também da fácies São Mateus.

IRATI NO ESTADO DE SÃO PAULO

O Membro Taquaral e o conglomerado silexítico de Assistência

Em 1949, BARBOSA e ALMEIDA distinguiram no tópo do Grupo Tubarão da bacia do Tietê, sob a designação de Membro Taquaral, uma pequena seqüência de siltitos argilosos, que na localidade tipo (corte no km 116 do ramal da C.P.E.F., ferrovia que liga Piracicaba a Nova Odessa), alcança cerca

de 6 m de espessura e contém restos de crustáceos (*Clarkecaris*).

Sotopõe-se nesse local, sem discordância ao Irati e descança concordantemente, sobre arenitos do Membro Tatuí.

Segundo BARBOSA e ALMEIDA (op. cit.) o Taquaral é constituído de siltitos e folhelhos côm de cimento e a sua espessura poderia alcançar até 28 m.

Na localidade de Assistência, município de Rio Claro, ocorrem no topo do arenito do Membro Tatuí lentes de conglomerado com seixos de sílex.

ALMEIDA e BARBOSA (1953) supuseram, inicialmente, que o conglomerado em questão situava-se diretamente sob o Irati, interpretando-o como conglomerado basal da sequência Passa Dois.

Reestudando a região BARBOSA e GOMES (1958) descobriram imediatamente sob o Irati, um pacote de cerca de 8 metros de siltitos Taquaral.

Em vista de atribuírem grande importância ao nível de ruditos, resolveram baixar o limite inferior do Irati, nele, incluindo o Taquaral e até parte do topo do Arenito Tatuí.

Um dos argumentos evocados foi a presença de restos de crustáceos do gênero *Clarkecaris*.

Está claro que a simples presença do citado crustáceo, privativo, pelo que se sabe, do Taquaral não constituiria razão bastante para reunião das duas unidades, aceitável entretanto sob outra linha de raciocínio. Nem a justificaria a existência de um conglomerado de reduzida extensão que, vez por outra, é assinalado em sondagens realizadas em localidades próximas de Assistência, mas que falta, inclusive, na localidade-tipo do Membro Taquaral. Os seixos que o compõem são predominantemente de sílex, alguns bem rolados, outros angulosos. O seu tamanho médio varia de 0,5 a 5 cm. A matriz, constituída de areia quartzosa média a grossa, cimentada por hidróxido de ferro, muitas vezes chega a ser mais abundantes que os próprios seixos. Enfim, as circunstâncias como já frisára o Autor senior (MENDES, 1961, p. 11-12), indicam depósito de caráter local e a sua posição,

como se referiu é dentro do Arenito Tatuí. (Vide também LANDIM, 1965, para seção local pormenorizada.)

Rudito similar fôra assinalado na Fazenda Pitanga, em Iracemápolis por WASHBURN (1930) que também o supôs referível à base do Irati.

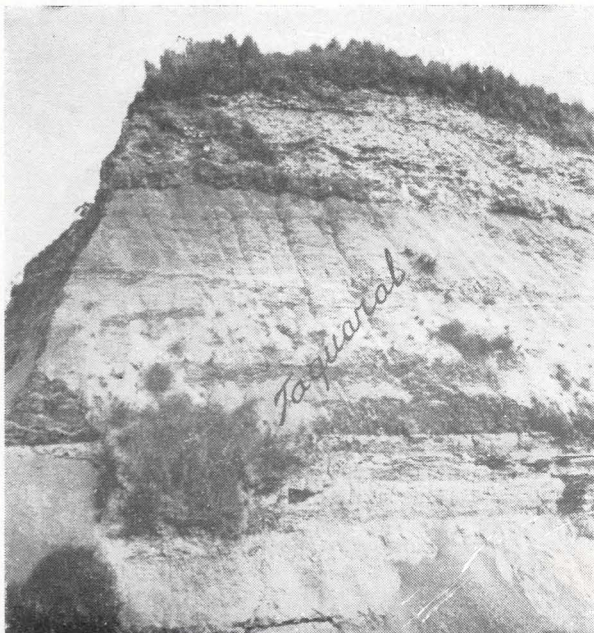


Fig. 4 — Exposição do Taquaral, no km 182,65 da rodovia Tatuí-Itapetininga, Estado de São Paulo. O contato basal dessa unidade com o Arenito Tatuí é plano e sem qualquer discordância perceptível. O contato de tópo com o Irati é também concordante; o seu aspecto ondulado deve-se, aparentemente, à compactação diferencial que arqueou as lentes de calcário da base da formação superior.

Seiscentos e cinquenta metros além do marco quilométrico 182 da rodovia Itapetininga-Tatuí, onde a rodovia passa sôbre a ferrovia, expõem-se, muito bem, os contatos de base e tópo do Membro Taquaral. Êste consiste em cêrca de 9 m de siltito cinza-escuro, muito evocativo da fácies Serra Alta de Santa Catarina. Sobre põe-se, concordantemente, a arenitos finos cinza-esverdeados do Membro Tatuí, sem a presen-

ça de qualquer nível de conglomerado nos 10 m de exposição dêsses psamitos. (Figs. 4 e 5).

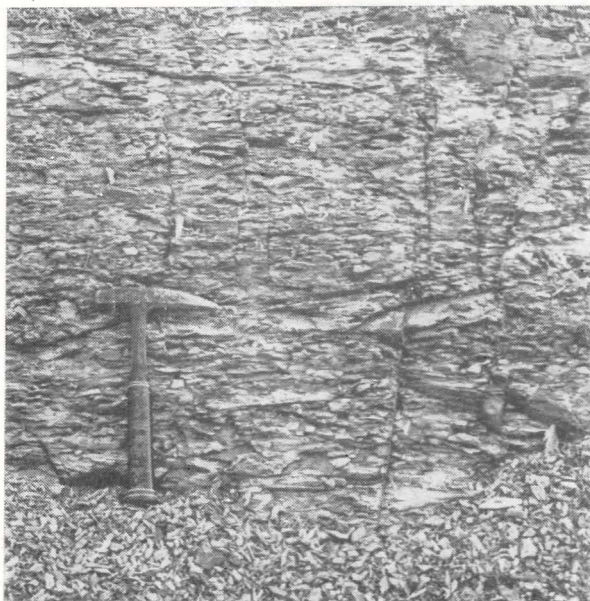


Fig. 5 — Pormenor dos siltitos cinzentos Taquaral; mesma localidade da fig. 4.

O Irati inicia-se por uma zona de folhelho com lentes de calcário arqueadas possivelmente pelo efeito de compactação diferencial. Por causa disso, o contato afigura-se à primeira vista como discordante.

As circunstâncias sugerem que o Taquaral desempenha, no Estado de São Paulo, o papel da fácies Joaquim Távora, da qual muito se aproxima por vêzes nos caracteres litológicos e até na côr. Faltam, porém, os nódulos de calcário.

Fácies Ribeirão Grande

A primeira ocorrência de intercalação de siltitos tipo Serra Alta na Formação Irati em território paulista, foi constatada nas proximidades de Ribeirão Grande, município

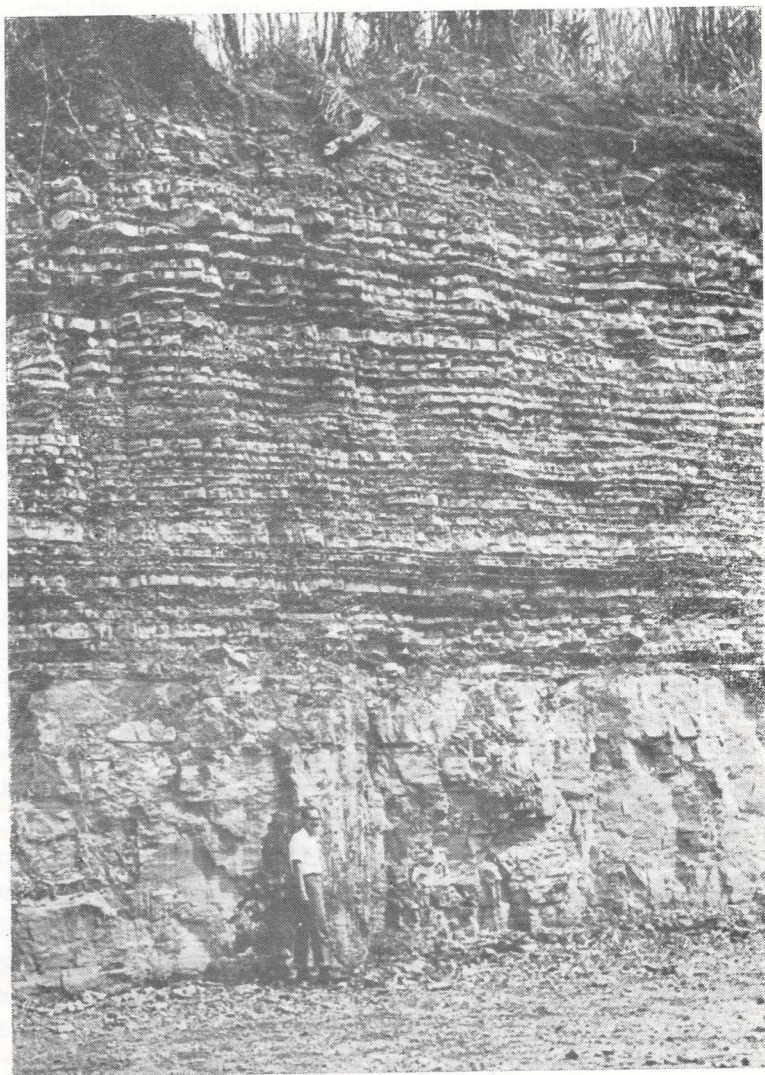


Fig. 6 — Exposição do Irati. Na base, o "banco": sucessão de estratos ou lâminas de dolomito claro com raras intercalações de lâminas de folhelho pirobetuminoso. Na parte superior, alternância rítmica de camadas de dolomito e folhelhos negros pirobetuminosos. Pedreira de propriedade do Sr. Maluf, situada entre Piracicaba e Tietê, a 18 km da primeira, Estado de São Paulo.

de Angatuba, por um dos autores, motivo pelo qual designa-se tal fácies intercalada com o nome daquela localidade.

Na rodovia municipal que liga Bom Retiro a Ribeirão Grande, cêrca de 11,5 km da primeira localidade, observa-se uma intercalação de 3,4 m de siltitos no Irati. Assemelham-se aos siltitos Taquaral, exibindo fratura conchoidal. Sob os mesmos, ocorrem, até o talvegue, 1,7 m de folhelhos negros do Irati, com abundantes bonecas de sílex. Acima dos siltitos, há cêrca de 15 metros de Irati decomposto, com bonecas de sílex e, aparentemente, níveis de calcário alterados.

Parece ser freqüente a presença da *fácies Ribeirão Grande*. É o que se dá, por exemplo, nas imediações da rodovia Itapetininga-Tatuí. Ocorre em uma pequena estrada que sai à esquerda dessa rodovia (para quem vem de Itapetininga), cêrca de 600 metros além do marco do quilômetro 182. Dista 550 m dessa rodovia. Intercalam-se aí ao Irati que se acha mais ou menos decomposto, 0,5 m de arenito fino, seguido de 1,5 m de silito tipo Taquaral. Nota-se algum acamamento no arenito e também a presença de escamas de tipo ganóide.

Na região compreendida entre Piracicaba e Pereiras encontram-se magníficas exposições artificiais do Irati em virtude do aproveitamento das camadas calcárias da sua seção basal. No entanto, as condições topográficas raramente permitem o estudo das rochas situadas por baixo das camadas exploráveis de calcário. Estas são conhecidas regionalmente pela designação de "banco", cuja espessura varia, em média, de 2,5 m a 3 m (Fig. 6). Pelo menos em três pedreiras pôde ser registrada a presença da fácies Ribeirão Grande sob o "banco". Na pedreira mais importante da região, explorada pelo Sr. Maluf (situa-se a 18 km de Piracicaba, nas proximidades da rodovia estadual que liga essa cidade a Tietê), a fácies representa-se por 3 m de siltitos argilosos mal estratificados, de côr cinzenta, levemente azulada, pelo que recebeu a denominação de "laje azul." Abaixo dos siltitos ocorrem folhelhos negros pirobetuminosos com abundantes nódulos de sílex, sem que contudo se possa avaliar a sua espessura total.

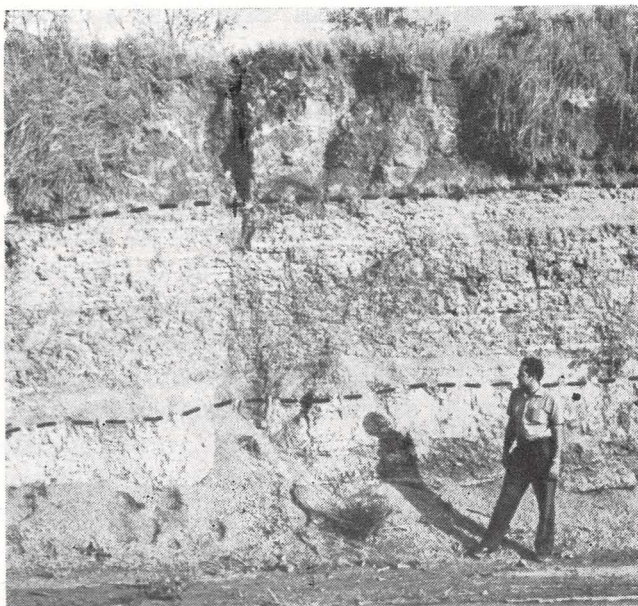


Fig. 6 — Siltitos cinzentos da fácies Ribeirão Grande expostos na rodovia Piracicaba-Tietê, a 20 km da primeira. A sua espessura é de 1,7 m. Têm como lapa folhelhos decompostos do Irati (1,7 m de espessura) e como capa o "banco" dolomítico alterado.

No km 20 da mencionada rodovia Piracicaba-Tietê, a 50 m além da entrada para a pedreira do Sr. Amaral Machado, observa-se, em barranco situado a esquerda da estrada, boa exposição da fácies Ribeirão Grande: cêrca de 1,7 m de siltitos argilosos cinza-claros intercalados entre folhelhos decompostos com abundantes bonecas de sílex (=lapa) e o "banco" alterado (=capa). A base dessa intercalação é arenosa com espessura de 20 cm. (Fig.7).

Fácies Paranapanema

O problema da correlação entre a Formação Corumbataí (têrmo superior do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo) e a Formação Estrada Nova é realtivamente complexo.

Parece preferível, por isso, tratar como *fácies Panarapanema* a sequência de siltitos mal estratificados cinza-claros a cinza-médios da base do Corumbataí que descansam com espessura variável, concordantemente, sobre os folhelhos negros do Irati.

Assemelham-se aos siltitos Serra Alta, mas a presença de nódulos ou lentes de calcário não é comum.

No Morro do Enxofre, situado na margem esquerda do rio Piracicaba, à juzante do salto, na cidade de Piracicaba, êsses siltitos apresentam uma zona de nódulos na sua parte média. Atingem aí a espessura de cerca de 12 m. Não se observa contudo o seu contato basal com o Irati.

A exposição donde se tirou a designação da fácies localiza-se nas alturas do km 235 da BR-34, nas proximidades da entrada para Paranapanema. Ocorrem no local sobre o Irati cerca de 20 m de siltitos mal estratificados, com fratura conchoidal e um outro nível de calcário (Fig. 8). As circuns-



Fig. 8 — Pormenor dos siltitos cinzentos da fácies Paranapanema, na localidade-tipo: km 235 da BR-34, próximo a entrada da cidade de Paranapanema, Estado de São Paulo.

tâncias indicam que a espessura total possa ser maior. A parte superior da seqüência, mais alterada, mostra côres próximas do amarelo.

Na rodovia Piracicaba-Tietê ocorrem apenas uns poucos metros de siltitos similares na base da Formação Corumbataí.

CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Nos Estados do Paraná e Santa Catarina, a Formação Irati (após a criação do Membro Serra Alta) ficou restrita a um seqüência de folhelhos negros fétidos, contendo intercalações de lentes ou camadas de calcário, bonecas de sílex e restos de *Mesosaurus*.

Freqüentemente, porém, entremeiam-se às rochas da litologia peculiar do Irati s.s. zonas de siltito não betuminoso, aqui designadas fácies São Mateus.

Quase que invariavelmente, por outro lado, observa-se a presença sob o Irati s.s. de siltitos cinza-escuros aos quais denominamos fácies Joaquim Távora situada concordantemente sobre o Palermo.

Não há nenhuma discordância entre o Irati e as fácies mencionadas bem como entre o Irati e o Serra Alta.

Conjugando-se a isso o fato de ser a fácies Joaquim Távora litologicamente indistinguível da fácies Serra Alta, supra-Irati, afigura-se cabível a conclusão de que o Irati s.s. representa apenas uma fase redutora dentro de um ciclo maior de sedimentação subaquática pós-Palermo, ciclo em que predomina a fácies Serra Alta *sensu lato*. Em muitos casos, a fase redutora não foi verticalmente contínua, fato indicado pela intercalação da fácies São Mateus. (Fig. 9).

Percebe-se até dos poucos dados de espessura do Irati s. s. fornecidos pelos autores que há uma real variação dêsse valor de local para local.

A presença de restos de organismos claramente bentônicos na fácies Serra Alta (lamelibrânquios, por exemplo) aliada aos caracteres litológicos faz supôr que o ambiente da sua

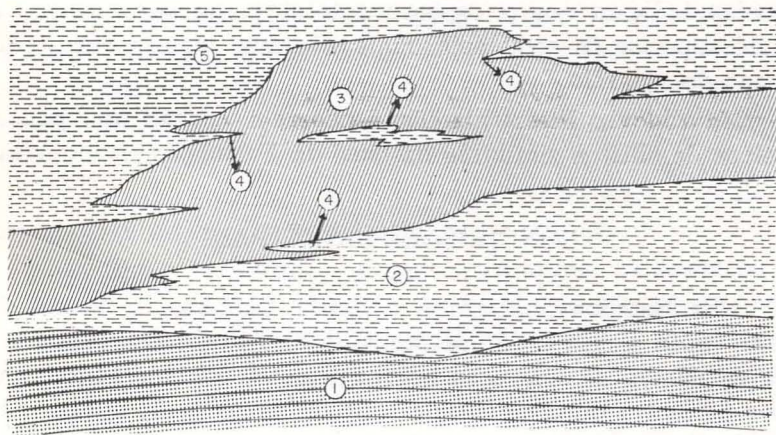


Fig. 9 — Relações hipotéticas do Irati S. S. e fácies associadas. 1. Formação Palermo; 2. Fácies Joaquim Távora; 3. Irati s. s.; 4. Fácies São Mateus; 5. Fácies Serra Alta.

deposição foi menos redutor e menos variáveis as condições que o assistiram.

No caso do Irati de São Paulo, observa-se uma certa similaridade entre o Taquaral e as fácies Ribeirão Grande e Paranapanema. A presença de betume constatada (Mezzalira, 1959, p. 3) em amostras do Taquaral, tanto de superfície como de sondagem, induz ainda mais à suposição de que também em São Paulo o Irati s. s. representa uma fase redutora de maior ou menor duração dentro de um ciclo de sedimentação subaquática pós-Tatuí. O réptil *Stereosternum* foi epipelágico; e bem podem ter vivido nas águas superficiais os pequenos crustáceos conhecidos (*Liocaris*, etc.).

Os estudo pormenorizado das seções do Irati s. s. demonstra variação lateral, sobretudo marcante quando se compara o Irati paulista com o Irati do Paraná ou de Santa Catarina. Os calcários ganham muito maior vulto no Estado de São Paulo. Do mesmo modo, as fácies associadas diferem em certos aspectos. O Taquaral não apresenta o vulto da fácies Joaquim Távora e nem os nódulos de calcário comuns nesse fácies.

Não se observa qualquer indício de discordância entre o Grupo Tubarão e a seqüência pós-Palermo aqui discutida no Paraná e Santa Catarina; nem entre o Grupo Tubarão e a seqüência pós-Tatuí em São Paulo.

As denominações que os Autores propuseram para as fácies associadas têm apenas valor descritivo e não devem ser consideradas como designações estratigráficas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de e BARBOSA, O. — 1953 — *Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Bol. n° 143.
- BARBOSA, O. e ALMEIDA, F. F. M. de — 1949 — *A série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Notas Preliminares e Estudos n° 48.
- BARBOSA, O. e GOMES, F. de A. — 1958 — *Pesquisa do Petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Bol. n° 171.
- BEURLIN, K. — 1954 — *Horizontes fossilíferos das Camadas Serra Alta do Paraná*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Bol. n° 152.
- IDEM — 1955 — *As formações gondwânicas do sul do Estado do Paraná*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Boletim n° 153.
- GORDON JR., M. — 1947 — *Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul*, Div. Geol. Min., D.N.P.M., Notas Preliminares e Estudos n° 38.
- LANDIM, P. M. B. — 1965 — *Deformações por compactação em sedimentos da Formação Irati*, Bol. Soc. Bras. Geol., v. 14, nrs. 1 e 2, pp. 53-59, São Paulo.
- MAACK, R. — 1947 — *Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina*, Inst. Biol. e Pesq. Téc., Arq. 2, Artigo 7, Curitiba.
- MENDES, J. C. — 1961 — *Algumas considerações sobre a estratigrafia da bacia do Paraná*, Bol. Paranaense Geografia nrs. 4 e 5, pp. 3-31, Curitiba.
- MEZZALIRA, S. — 1959 — *Nota preliminar sobre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no período 1958-1959*, Inst. Geogr. Geol. São Paulo, Notas Prévias n° 2.
- IDEM — 1964 — *Grupo Estrada Nova, in Geologia do Estado de São Paulo*, Inst. Geogr. Geol. S. Paulo, Bol n° 41, pp. 63-81.
- IDEM — 1966 — *Os fósseis do Estado de São Paulo*, Inst. Geogr. Geol. São Paulo, Bol. n° 45.
- WASHBURNE, C. W. — 1930 — *Petroleum Geology of the State of São Paulo*, Com. Geogr. Geol. São Paulo, Bol. n° 22.