CHONDRICHTHYES DO MEMBRO TAQUARAL
(FORMAÇÃO IRATI) NO ESTADO DE SÃO PAULO

EVALDO WEHMUTH RAGONHA

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005456

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências da
Universidade de São Paulo

ORIENTADOR
PROF. DR. RUBENS DA SILVA SANTOS

SÃO PAULO
1978

O Grupo Passa Dois já deu
muita coisa... e muita coi
sa ainda tem a dar...

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUÇÃO.....	1
AGRADECIMENTOS.....	4
II. TRABALHOS PRÉVIOS.....	6
II.1. GRUPO PASSA DOIS: FORMAÇÃO IRATI.....	7
II.2. FORMAÇÃO IRATI: MEMBRO TAQUARAL.....	10
III. METODOLOGIA.....	15
III.1. OS AFLORAMENTOS.....	15
III.2. O MATERIAL FÓSSIL.....	24
III.3. TÉCNICA DE PREPARAÇÃO E ILUSTRAÇÃO.....	25
IV. SISTEMÁTICA.....	27
FAM. XENACANTHIDAE.....	27
FAM. PETALODONTIDAE.....	36
FAM. CTENACANTHIDAE.....	40
V. DISCUSSÃO.....	46
V.1. COMPOSIÇÃO DA PALEOICTIOFÁUNULA DO MEMBRO TAQUARAL.....	46
V.2. CORRELAÇÃO DA PALEOICTIOFÁUNULA DO MEMBRO TAQUARAL DA FORMAÇÃO IRATI (BACIA DO PARA NÁ) COM A DA FORMAÇÃO PEDRA-DE-FOGO (BA- CIA DO PARNAÍBA).....	47
V.3. PALEOECOLOGIA.....	49
V.4. ORIGEM, EVOLUÇÃO E IDADE.....	52
VI. RESUMO E CONCLUSÕES.....	56
VII. BIBLIOGRAFIA.....	59

I. INTRODUÇÃO

Desde o século passado que restos fósseis de peixes, como escamas, dentes e mesmo ossos têm sido relatados por muitos pesquisadores que se ativeram em estudar, sob os mais diferentes aspectos, a seqüência sedimentar neo-paleozóica no Estado de São Paulo. GUNZAGA CAMPOS (1887) no seu "Relatório apresentado a ORVILLE DERBY em 1887" é o primeiro a fazer referências. No relatório da Comissão Geográfica e Geológica datado de 1906, CARDOSO (in MEZZALIRA, 1966) faz referências ao encontro de fosfato de cálcio, nas proximidades do Km 18 da linha da antiga Cia. Paulista, bitola estreita, percurso Rio Claro-Analândia (ramal este hoje extinto), "sem valor econômico mas de valor científico considerável devido ao número avultado de espécimes de dentes de répteis, de amphíbios (*Labiathodon*), de peixe e de escamas ganóides, nele encontrados, além de fragmentos bastante bem conservados de *Ichthyodromulus* ou *piquants de nageoires*" (espinhos de nadadeira) "de um peixe cartilaginoso".

Disseminados por toda a seqüência, ora concentrados em determinados leitos constituindo verdadeiros "bone beds", estes ictiofósseis no Estado de São Paulo são referidos nos trabalhos de COLLON (1897); WASHBURNE (1930); MENDES (1952, 1961, 1963, 1966); MEZZALIRA (1959, 1964, 1965, 1966, 1968,

1971, 1976); BARBOSA e GOMES (1958); PETRI (1964); LANDIM (1970), ROCHA-CAMPOS (1967, 1972); FULFARO (1970); SOARES (1972); SOARES E LANDIM (1973) entre outros. Em que pese as referências dos citados autores, somente um peixe, até a presente data, mereceu ser estudado e descrito: trata-se do paleoniscídeo *Tholonotus braziliensis* (DUNKLE e SCHAEFFER, 1956) proveniente dos estratos da Formação Estrada Nova no município de Conchas, Estado de São Paulo. O material foi enviado aos Estados Unidos da América, com esse propósito, por LEINZ e CAMARGO MENDES.

Desta forma, dirigir as atenções ao estudo paleictiológico, em primeira mão do Estado de São Paulo, configurou-se num expediente de relativa premência, dada a maior abundância e diversidade constatada em relação a outros restos animais fósseis.

Aliada a este fato, é notória a distribuição de restos atribuídos a peixes como, principalmente, escamas, dentes e espinhos por toda a seqüência neo-paleozóica aflorante na área de estudo.

Por conter as maiores concentrações fossilíferas; por receber de tantos pesquisadores especial atenção quanto a aspectos estratigráficos e sedimentológicos; por oferecer, em consequência, especulações variadas em relação ao paleoambiente, o Grupo Passa Dois foi identificado como meta das investigações de caráter mais imediato.

Dos sedimentitos da Formação Estrada Nova - termo superior do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo - após inúmeras e repetidas buscas em diferentes localidades, foram coletados e em seguida identificados e catalogados os primeiros fósseis atribuídos a peixes ósseos e cartilaginosos. De posse desta representação aventou-se a hipótese de possível ocorrência de restos de uma faunula precursora em níveis estratigráficos inferiores, sem contudo perder de foco o Grupo Passa Dois. Esta busca culminou na base do Membro Taquaral da Formação Irati - pacote de rochas mais inferior, em termos estratigráficos, do Grupo Passa Dois - onde uma rica e

surpreendente fãunula de vertebrados, incluindo especialmente Chondrichthyes representados por dentes e/ou espinhos de nadadeiras, restos de "ganóides" e dentes que aparentemente tenham pertencido a anfíbios, foi identificada.

A abundância relativa de material atribuído a Chondrichthyes e sua condição satisfatória de preservação levou a realizar o seu estudo em primeiro lugar sendo o presente trabalho o resultado dessas pesquisas.

Leve-se ainda em conta que os Chondrichthyes constituem-se em excelentes indicadores cronológicos e paleoambientais. Para tanto, um estudo morfológico e taxinômico se fazia mister numa fase anterior para que as inferências a respeito do ambiente deposicional e a geocronologia fossem mais seguras. Estes estudos seriam secundados pelos restos de Osteichthyes que incluem formas como os Chondrostei e Crossop terigii os quais, quando em associação a outros grupos de peixes, podem reforçar ou mesmo consolidar algumas interpretações.

A abundância relativa de Chondrostei, representados principalmente por escamas e dentes, pode, após um estudo de microestrutura, estabelecer padrões que definam os diversos níveis estratigráficos possibilitando, assim, correlações com estratos não só dentro de uma bacia sedimentar como, também de outras bacias contemporâneas.

O material, que serve de estudo no presente trabalho, consta de dentes e espinhos de nadadeiras de Chondrichthyes provenientes de dois afloramentos, selecionados entre outros, que exibem a base do Membro Taquaral da Formação Irati no Estado de São Paulo: o primeiro situado na confluência entre o km 182 + 650m da rodovia SP-127, com o km 182 da FEPA-SA (antiga Estrada de Ferro Sorocabana), distrito de Morro do Alto, município de Itapetininga; e o segundo na altura do km 8 + 500m da mesma rodovia, às margens do ribeirão Assistência, distrito de Assistência, município de Rio Claro.

Em princípio procura-se comparar a identidade da as-

semblêia, a natureza da preservação e aspectos litológicos associados entre as duas localidades da Depressão Periférica paulista. Os ictiofósseis, em apreço, são, a seguir, devidamente comparados a espécimes coletados pela expedição geológica da antiga Divisão de Fomento da Produção Mineral do Departamento Nacional da Produção Mineral, que teve como chefe ODORICO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE, em 1945 e por LLEWELLYN IVOR PRICE, em 1948. Este material que consta do acervo do D.G.M.-D.N.P.M. é proveniente da Formação Pedra-de-Fogo (nome proposto por PLUMMER em 1946) aflorante no vale do rio do mesmo nome, situado entre as cidades de Pastos Bons e Nova Iorque, Estado do Maranhão. Constam desta coleção dentes e espinhos de nadadeiras de Chondrichthyes estudados por SILVA SANTOS (1946, 1978).

Com base no estudo destes peixes aventam-se a possibilidade de correlação entre as bacias intracratônicas do Paraná e do Parnaíba, e uma provável conexão entre as duas ainda no Eopermiano.

AGRADECIMENTOS: não poderia deixar de registrar a minha mais profunda gratidão ao Prof. Dr. RUBENS DA SILVA SANTOS por aceitar, desvencilhado de qualquer interesse, a incumbência na orientação deste trabalho. Como verdadeiro amigo, colaborou com efetiva e incomum dedicação, colocando todo o material de sua valiosa coleção, à disposição, bem como seu acervo bibliográfico particular reunido através de longos anos de devoção aos peixes fósseis brasileiros. Através de sugestões e discussões, sempre ponderadas, posso perfeitamente responsabilizá-lo pelo ânimo incutido não só na realização do presente trabalho como de outros em fase de preparação.

Durante o desenrolar das pesquisas tive a felicidade de encontrar muitas pessoas amigas que, de uma maneira ou de outra, muito contribuíram. Desculpo-me à necessidade de omitir muitos nomes e, para tanto, espero encontrar compreen-

são ao evidenciar as que de uma maneira um tanto mais direta ofereceram subsídios. Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. PAULO MILTON BARBOSA LANDIM, sempre solícito e compreensível nas sugestões e discussões; ao Prof. Dr. JOSUE CAMARGO MENDES com quem dei meus primeiros passos na Paleontologia, orientando-me em estudos paleoecológicos dos bivalves da Formação Estrada Nova; ao Prof. Dr. ERCÍLIO GONZAGA DA GAMA JÚNIOR por propiciar discussões profícuas sempre que solicitado; ao Prof. Dr. PAULO CESAR SOARES pelas discussões nas interpretações de campo e cessão de bibliografia; aos demais colegas, professores do Curso de Geologia de Rio Claro, sempre incentivando; alunos do Curso de Geologia de Rio Claro, nas coletas de material fóssil; ao Prof. Dr. VICENTE JOSÉ FÚLFARO pelos esclarecimentos e incentivos; aos demais professores do Instituto de Geociências da U.S.P., com os quais mantenho estreitos laços de amizade; à Profa. Dra. LÉLIA DUARTE pelo incentivo constante, compreensão e amizade; ao Prof. DIÓGENES DE ALMEIDA CAMPOS por possibilitar, na qualidade de Chefe da Seção de Paleontologia do Departamento de Geologia e Mineralogia do D.N.P.M., a retirada de material tipo para ilustração; ao Sr. MÁRIO CARNAVAL, fotógrafo do D.N.P.M., pelos ensinamentos de seu profundo saber na arte da macrofotografia; ao Prof. Dr. DARWIN BEIG do Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro por possibilitar o uso de material fotográfico pertencente a este Departamento; ao Prof. Dr. NILTON JOSÉ HEBLING, do Departamento de Zoologia e Fisiologia Animal do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro pela cessão de estereomicroscópio com câmara-clara; ao Prof. Dr. SÉRGIO ESTANISLAU DO AMARAL pela amizade e úteis conselhos; à Srta. MARGARIDA DE PAULA CARAÇA pelo serviço datilográfico. Finalmente, meus agradecimentos à Profa. Dra. SÔNIA MARIA FONTES ZUIM, pela compreensão, incentivo, carinho, abnegação; companhia constante de todas as horas, em trabalhos de campo inclusive. Meus mais profundos agradecimentos.

II. TRABALHOS PRÉVIOS

Os aspectos estratigráficos regionais da bacia foram revistos recentemente por SOARES e LANDIM (1973) com base nos mapeamentos sistemáticos que vêm sendo realizados no Estado de São Paulo (ANDRADE e SOARES, 1971; SOARES *et al.*, 1973). Desta maneira a coluna estratigráfica que parece ser mais adequada, no momento, para a Bacia do Paran, na rea em estudo, resumida por SOARES *et al.* (Indito) no quadro seguinte:

Grupo	Formação	Membro	Litologias dominantes	Idade	Espessura máxima na região
São Bento	Bauru		arenitos	K _S	200m
	Serra Geral		basaltos	J _S -K _i	300m
	Botucatu		arenitos	J	150m
	Pirambóia		arenitos	TR _m -J	300m
Passa Dois	Estrada Nova	Teresina	siltitos	P _S	150m
		Serra Alta	lamitos	P _S	50m
	Irati	Assistência	calcários	P _S	30m
		Taquara�	siltitos	P _S	150m

Grupo	Formação	Membro	Litologias dominantes	Idade	Espessura máxima na região
	Tatuí	superior	siltitos	P _s	60m
		inferior	siltitos	P _s	40m
			arenitos		1200m
Itararé			mistitos ritmitos	C _s -P _i	

II.1. GRUPO PASSA DOIS: FORMAÇÃO IRATI

Até a criação da Comissão Geográfica e Geológica, na província de São Paulo, ocorrida a 27 de março de 1886, os estudos de DERBY, na província, se limitavam a ligeiros reconhecimento feitos em viagem de recreio a algumas localidades típicas, que lhe permitiam estabelecer relações da geologia paulista com outras partes do Império.

Sem, entretanto, dar nomes às divisões propostas GONZAGA DE CAMPOS (1887) colocou todo o terreno sedimentar, compreendido entre rochas cristalinas, por baixo, e eruptivas mais modernas por cima, na idade carbonífera, dando para este conjunto de rochas uma espessura de 300m. Este conjunto era constituído na sua porção superior de "schistos argilosos de cor roxa ou verde, alternando, às vezes, com camadas de grez schistoso e raramente mostrando delgados leitos de argilla schistosa vermelha, contendo fragmentos de dentes de répteis e de escamas de peixes. Abaixo desses schistos seguem-se os calcários silicososossilíferos. Estão incluídos neste pacote os schistos carbonosos pretos, mais ou menos impregnados de substância betuminosa que se encontra em muitos pontos da mesma formação".

Várias localidades de ocorrência dessa "série carbonífera" foram assinaladas no trabalho de GONZAGA DE CAMPOS (1887), identificando para esta "série" os mesmos fósseis: "um vertebrado lacertiforme a que COPE (1885) chamou de Ste-

neosternum tumidum, escamas e dentes de peixes, alguns moluscos e crustáceos, diversas espécies vegetais pertencentes ao grupo das Coníferas, Lepidodendrons, Fetos, etc".

OLIVEIRA (1889) foi o primeiro autor a designar as unidades litoestratigráficas, porém sem aceitação por causas desconhecidas (MEZZALIRA, 1971).

COLLON (1897) ao realizar estudos geológicos em Bofete e Porto Martins, visando a possibilidade de exploração de petróleo, estabeleceu uma outra coluna litoestratigráfica para o Estado de São Paulo, chamando de "*Étage schisto calcaire*" a um pacote de rochas constituídas, na base, pelos folhelhos e calcários e, no topo, por folhelhos de cores variegadas com calcárioossilífero e camadas de sílex contendo vegetais fósseis e ossos de peixes e de sáurios. Este estágio se constituiu ao que hoje se conhece como Grupo Passa Dois. Ao segundo estágio denominou "*Étage gresseux*", e constituiu hoje os arenitos Pirambóia e Botucatu. Concluiu COLLON, baseado nos fósseis encontrados, que o "*Étage schisto calcaire*" seria de idade paleozóica superior (Carbonífero superior ou Permiano) e assinala que nessa época as condições de água doce deveriam predominar.

WHITE (1908) foi o primeiro a designar "schisto preto do Iraty" em seu relatório, para denominar o pacote de rochas constituídas de "schisto" preto, espesso, e largamente persistente, que se estenderia de São Paulo, pelo Paraná e Santa Catarina, até o Rio Grande do Sul. O termo Irati advém da localidade homônima no Estado do Paraná "em um corte da estrada de ferro a três quilômetros ao sul da estação de Iraty. Em estudos posteriores foi constatado que entre os folhelhos ocorriam nódulos de pederneira, calcários impuros, dolomitos, de forma que o termo "schisto de Iraty" tornou-se impróprio passando então a ser denominado Formação Irati (OLIVEIRA, 1940).

A Comissão Geográfica e Geológica (1929) elaborou e publicou o primeiro mapa geológico do Estado de São Paulo em escala de 1:1.000.000, incluindo a Formação Irati na Forma-

ção Corumbataí. Este termo - Corumbataí - surgiu pela primeira vez em relatório da Comissão Geográfica e Geológica em 1916, referindo-se à porção superior das três que os geólogos paulistas dividiram o Permiano. As duas outras eram Glacial a inferior e Tatuí a intermediária. PACHECO (1939), em nota de rodapé na tradução da obra de WASHBURNE (1930), assegura "que o Irati figura apenas incorporado ao Corumbataí por conveniência cartográfica e não porque os geólogos paulistas o considerassem como parte dessa formação...".

WASHBURNE (1930) teceu várias considerações geológicas sobre a Formação Irati. Foi o primeiro autor a sugerir uma possível discordância entre os Grupos Passa Dois e Tubarão, referindo-se a ocorrência de conglomerado na base do Grupo Passa Dois, na Fazenda Pitanga, município de Piracicaba. Fez menção aos restos de peixes embutidos dentro desse conglomerado que se constituem na abordagem principal do presente trabalho. Por esse motivo, a maneira de LANDIM (1970), considera-se de bom alvitre citar suas palavras: "A thin conglomerate occurs at or very near the base of Iraty Formation in a small creek that flows east down the east side of the hill on the Fazenda Pitanga, of Dr. Martinho Levy, west of Limeira. There is less than 1 meter of this conglomerate with consists of well round pebbles of quartzite, resembling beach pebbles 1 to 4 cm in diameter, with much sandy matrix containing large numbers of teeth of sharks, and other fish, and a large variety of fish scales largely of ganoids. There is no exposure immediately below this, but the elevation corresponds with that of the base of the Iraty in a well about 500 meters to the west, and hence the rock was regarded as a basal conglomerate of the Iraty".

AMARAL (1971), um dos autores que mais tem se dedicado ao estudo da Formação Irati, julga supérflua a citação de todos os trabalhos relacionados à referida Formação, uma vez que MEZZALIRA (1964, 1971) apresenta minuciosa bibliografia a respeito. Além dos já citados destacam-se ainda os trabalhos de OPPENHEIM (1934a); MALAMPHY e OPPENHEIM (1936); OLI-

VEIRA (1940); FROES DE ABREU (1946); ALMEIDA e BARBOSA (1949, 1953); CASTER (1952); RICH (1953); BEURLIN (1954, 1955); MENDES (1952, 1954, 1961, 1963, 1966 e 1967); MEZZALIRA (1957, 1964); BARBOSA e GOMES (1958); LANDIM (1965, 1970); ROCHA-CAMPOS (1967); FULFARO (1970).

II.2. FORMAÇÃO IRATI: MEMBRO TAQUARAL

Os primeiros autores a sugerirem divisões da Formação Irati no Estado de São Paulo foram ALMEIDA e BARBOSA (1949, 1953) quando designaram Membro Taquaral a um pacote siltítico de cor cinza-chumbo, encontrado abaixo de uma camada de "bone bed", ou conglomerado, colocando este Membro no topo da Formação Itapetininga (BARBOSA e ALMEIDA, 1949), ou seja, dentro do Grupo Tubarão.

MEZZALIRA (1957) comprovou que este pacote siltítico acha-se sempre acima da camada conglomerática, ou do arenito grosseiro, e não abaixo como pretendiam ALMEIDA e BARBOSA (1949, 1953).

BARBOSA e GOMES (1958) redefiniram a classificação estratigráfica subdividindo a Formação Irati em dois membros: Assistência (superior) e Taquaral (inferior). "O primeiro persistente em toda a Bacia do Paraná, inclusive no Uruguai e Paraguai, apresenta sedimentos pirobetuminosos, argilosos e calcários, carregados de leitões, lâminas e pederneiras de sílex castanho escuro ou negro. O sílex é menos abundante no topo e no banco de calcário explorado para corretivo de solo. Este banco mostra abundantes restos de *Lioecaris* e de *Steneosternum*, e escassos exemplares de madeira silicificada castanho-escuro. O segundo membro, Taquaral, consta de folhelhos cinzento-claros depositados sobre importante conglomerado basal sílexítico".

A inclusão do Membro Taquaral na Formação Irati se deve, segundo BARBOSA e GOMES (1958), à presença do crustáceo *Clarkecaris* somente neste membro e à verificação da exten-

são regional do seu conglomerado basal observado por toda a parte da área objeto do estudo, em algumas dezenas de afloramentos. Baseados em MEZZALIRA (1957), os autores o utilizaram como "datum bed" para o levantamento do domo de Pitanga. PUTZER (1955) revela que este conglomerado ocorre também em Santa Catarina. "Assim" - concluem os autores - "não há a menor dúvida de que há uma marcada discordância entre a série Tubarão e a série Passa Dois, e que a extensão regional do conglomerado basal impõe a inclusão desse membro na Formação Irati". "Não representa isso uma novidade original" - salientam - "pois que PACHECO e FLORENCE, os dedicados geólogos paulistas da "velha guarda" já assim procediam há 30 anos atrás (WASHBURNE, 1930)".

MENDES (1961) critica essa subdivisão, adotada por BARBOSA e GOMES (1958), opinando que este conglomerado se trata de um depósito fluvial, observando, no mesmo ribeirão de Assistência, que o referido conglomerado é de caráter lenticular e de pequena espessura, ocorrendo dentro de um arenito grosseiro e, repetindo, na vertical, pelo menos três vezes. Devido à presença de seixos silicificados apresentando estruturas de ossos, escamas e dentes de peixes, o autor aventava a hipótese de se tratar de um "bone bed".

MEZZALIRA (1964, 1965) assinala que a passagem do Grupo Tubarão para o Membro Taquaral, incluso no Grupo Passa Dois, se processa "ou pelo conglomerado ou então por uma camada de arenito conglomerático com espessura variável de 0,10 a 0,40m".

MENDES *et al.* (1966) volta a insistir para o caráter local do conglomerado silicítico, não observando sua ocorrência nas seções estudadas.

LANDIM (1970), após examinar alguns afloramentos de Assistência, Fazenda Pitanga, rodovia Limeira-Piracicaba (SP-147) e km 182 + 650 m da rodovia Tatuí-Itapetininga (SP-127), conclui que "em todos esses afloramentos, pelo que foi dado a observar, os leitos conglomeráticos situam-se em vários níveis no topo Arenito Tatuí, e não na base do silti

to Taquaral. Aliás, níveis conglomeráticos não são raros em psamitos da Formação Itapetininga".

Observando o local tipo para o Membro Taquaral: km 116 do ramal da FEPASA que liga Nova Odessa a Piracicaba, próximo à estação de Taquaral, não encontrou LANDIM as citadas lentes. Admite ainda, concordando com MENDES (1961) que as lentes conglomeráticas apresentam distribuição restrita e situam-se no topo do Tatuí (= Itapetininga de ALMEIDA e BARBOSA, 1949) e que a passagem do "Membro Tatuí ao Membro Taquaral" é concordante assim como do Membro Taquaral para a Formação Irati.

FULFARO (1970) também não constatou em nenhum afloramento - da região de Angatuba (SP) onde desenvolveu seus trabalhos - o conglomerado sílexítico citado por BARBOSA e ALMEIDA (1953) e BARBOSA e GOMES (1958) existente na região de Assistência, Rio Claro. Atribui ao Membro Taquaral o caráter de Fácies, não o considerando como integrante da Formação Irati, e que a passagem Taquaral - Irati - Estrada Nova é concordante, não havendo, portanto, quebra na sedimentação de acordo com o que fora demonstrado por MENDES *et al.* (1966). FULFARO dá preferência à manutenção da Formação Irati nos moldes tradicionais, por questões geocartográficas apontadas por MENDES *et al.* (1966).

AMARAL (1971) situa a "Formação Taquaral" no topo do Grupo Tubarão, fora do Grupo Passa Dois portanto.

Análises realizadas em amostras do Membro Taquaral provenientes tanto de sondagens como de afloramentos acusaram a presença de betume em proporção variável entre 1,5 a 2,5% (MEZZALIRA, 1959). A presença de betume, sua posição estratigráfica, e a presença do fóssil *Clarkecaris* levaram MEZZALIRA (1971) a considerar o Membro Taquaral como parte integrante da Formação Irati: "o pacote inferior da Formação Irati, constituído por siltitos de cor cinza-chumbo, quando frescos, e branco-amarelados, cinza-esverdeados e, às vezes, esbranquiçados com manchas arroxeadas com espessuras variáveis entre 5 e 12m, recebeu de ALMEIDA e BARBOSA

(1949) a designação de Membro Taquaral, embora estes autores o tivessem colocado no topo da Formação Itapetininga e embaixo da camada conglomerática". Esse conglomerado ou arenito grosseiro, atectônico, constitui o termo de transição entre o Taquaral e o Membro Tatuí". Verificou ainda MEZZALIRA (1971) que a área de ocorrência deste conglomerado, ou "bone bed" como querem alguns autores, não se restringe somente à região de Assistência, onde era mais conhecido. "Sua área de ocorrência é bem maior, não só em afloramentos como em testemunhos de sondagens feitas dentro da faixa permiana, sendo as perfurações de Leme, na parte N-NE e de Pereiras, na parte S-SW, os pontos mais extremos conhecidos no Estado de São Paulo".

SOARES (1972) estabeleceu níveis limitantes (L_1 e L_4) ao conjunto de siltitos para o qual adotou o nome: Formação Tatuí. Esta evidenciaria o ciclo pós-glacial, proposto por OLIVEIRA (1916, 1917, 1930, in ROCHA-CAMPOS, 1967) para os Estados de São Paulo e Santa Catarina e já adotados como Tatuí por PACHECO (1927) e WASHBURNE (1930) no Estado de São Paulo.

O limite superior (nível L_4) da Formação Tatuí é marcado, segundo o autor *op. cit.*, por uma "superfície de brusca mudança litológica sobre a qual ocorrem folhelhos e siltitos argilosos de cor cinza (Membro Taquaral). Associam-se a essa superfície feições erosionais muito fracas e concentração de seixos de sílex e silito, arredondados e subangulares, bem conhecidos na Fazenda Pitanga, assumindo espessuras de até 15cm. Em muitos lugares não existe este conglomerado, porém em seu lugar, separando os dois pacotes, ocorre uma camada arenosa centimétrica, ou mesmo mais fina (como em Taquaral) contendo grânulos, raramente seixos, fragmentos de ossos e de dentes. Em outras localidades o conglomerado cede lugar a arenitos argilosos conglomeráticos, com estratificação cruzada acanalada, com espessuras inferiores a 50cm; num único lugar, na estrada de Araras para Imbicatu, próximo à Fazenda Cascata, foi visto grande espessamento dos depósitos desse nível, atingindo até 6m de espessura de arenitos conglomerá-

ticos, bem estratificados. Para sul não foi verificada a ocorrência em superfície além de Tatuí".

Atribuiu SOARES (1972) à passagem da Formação Tatuí ao Membro Taquaral (nível L₄) uma pequena desconformidade.

ROCHA-CAMPOS *et al* (1972) com base em afloramento situado no cruzamento da rodovia SP-127 com o km 182 da FEPA-SA, município de Itapetininga, menciona que o contato o Tatuí e Taquaral "é o marcado por uma abrupta mudança litológica, e que um conglomerado com nódulos de sílex e dentes de peixe ocorre no contato (desconformidade?)".

SOARES e LANDIM (1973) numa revisão dos aspectos estratigráficos regionais da bacia admitem ao pacote mais inferior de rochas da Formação Irati a designação de Membro Taquaral, atribuindo à porção superior desta Formação como Membro Assistência (BARBOSA e GOMES, 1958).

Como efeito dos mapeamentos sistemáticos realizados no Estado de São Paulo SOARES *et al.* (inédito) redefinem a coluna estratigráfica para a Bacia do Paraná no que concerne à área em estudo e adotam o Taquaral como base da Formação Irati, conceito estratigráfico esse que é adotado neste trabalho.

III. METODOLOGIA

III.1. OS AFLORAMENTOS

Na Depressão Periférica paulista diversas localidades ressaltam sedimentitos atribuídos ao Membro Taquaral.

A medida que se definiu estudar a paleoictiofauna contida na base deste pacote sedimentar, as visitas aos afloramentos foram intensificadas com o intuito de se coletar maior quantidade possível de espécimes e verificar seu comportamento espacial nas diferentes localidades. A cada visita, quer fosse individual ou com grupo de alunos do Curso de Geologia de Rio Claro, novos achados iam, gradativamente, enriquecendo e diversificando o acervo, forçando assim a algumas alterações, inevitáveis, no rumo das pesquisas.

Vários autores, entre eles MEZZALIRA (1971) e SOARES (1972) verificaram que a passagem da Formação Tatuí aos siltitos do Membro Taquaral se faz por um conglomerado, constituído de seixos de sílex, arredondados e subangulares, e que em algumas localidades este conglomerado cede lugar a um arenito grosseiro, contendo grânulos, raramente seixos, com "fragmentos de ossos e de dentes" como no primeiro caso. Assinalaram ainda a ocorrência não tanto restrita deste conglo

FIG. 1 Localização da área de estudo

CONVENÇÕES

- Embasamento
- Grupo Tubarão
- Formação Irati
- Formação Estrada Nova
- Formações { Pirambóia
Botucatu
- Intrusivas básicas
- Depósitos cenozóicos
- Afloramentos estudados

escala 1:1000 000

0 10 20 30 40 50 km

merado a despeito de determinados outros autores.

Verificou-se que restos orgânicos, atribuídos a peixes, ocorriam em todas as localidades visitadas. Para um estudo mais detalhado desta paleioictiofauna, dois afloramentos mostraram-se mais adequados por exibirem conteúdo fossilífero similar e características litológicas um tanto diversas: um deles, o de Rio Claro, a passagem Tatuí/Taquaral se faz por um conglomerado sílexítico, com abundante documentação paleoictiológica em seu bojo; o outro, de Itapetininga, situado cerca de 100km em linha reta daquele, esta passagem se verifica através de um arenito lamítico, de pequena espessura, também abundantemente fossilífero. Neste local falta o conglomerado sílexítico que em Rio Claro apresenta potência de 0,50m (Fig. 3; Fotos 3 e 4). O fato destes dois afloramentos do Membro Taquaral serem de há muito conhecidos por vários pesquisadores que por estas bandas dedicaram seu trabalho, combinado com certa diferenciação dos componentes litológicos entre as duas localidades, e ainda o fácil acesso, levaram a credenciá-los como locais ideais a um estudo de maior profundidade.

Em Rio Claro o afloramento situa-se mais precisamente no distrito de Assistência, na altura do km 8,5 da rodovia SP-127, à esquerda desta para quem se dirige a Piracicaba (Fig. 1). À margem esquerda do ribeirão da Assistência, que localmente flui de sul para norte, se destaca, numa extensão de aproximadamente 100m o leito de conglomerado sílexítico, encoberto, boa parte, por vegetação (Fig. 3; Foto 3).

Sotoposto ao leito conglomerático ocorre um arenito lamítico, mal selecionado, com grãos apresentando um arredondamento moderado de cor amarela acinzentada clara, pertencente ao topo do Membro superior da Formação Tatuí (Foto 4). Com uma frequência pouco acentuada encontram-se escamas de peixes paleoniscídeos e dentes, tanto de paleoniscídeos como de elasmobrânquios. Evidências de atividade orgânica também podem ser notadas por escavações posteriormente preenchidas por sedimentos de granulação mais fina.

A maior concentração de fósseis atribuídos a peixes observa-se na base do leito conglomerático, embora este apresente-se fossilífero em toda a sua plenitude (Foto 4). Foram aí encontrados e identificados dentes de xenacantídeos, "bradodontes", e paleoniscídeos; escamas de paleoniscídeos; espinhos de nadadeira de ctenacantídeos e coprólitos que poder-se-iam facilmente ser confundidos com seixos. O material que serve de estudo no presente trabalho provém desse nível.

Litologicamente o leito mostra um conglomerado onde os seixos são constituídos de sílex e apresentam-se de tamanhos e formas variadas: de centimétricos, ou menos, a dimensões que chegam a atingir 15cm; subangulares, às vezes arredondados (Foto 4). A matriz é arenosa lamítica com grãos pobremente selecionados e com mal arredondamento. Apresenta, em superfície, cor cinza-amarelada com mosqueamentos laranja-acinzentados (Fotos 3 e 4).

Sobrepostos ao leito conglomerático ainda podem ser vistos pelo menos 20cm de arenito grosseiro, também lamítico, incólumes à intemperização. De cor cinza-amarelada apresenta grãos pobremente selecionados e moderadamente arredondados, com escassos fósseis, estes constituindo-se de pequenos dentes e escamas de paleoniscídeos. A intemperização com conseqüente formação de solo não permitiu, no local, estudo mais detalhado da seqüência sedimentar que sucede, estratigraficamente, o leito conglomerático.

A segunda exposição do Membro Taquaral selecionada situa-se no distrito de Morro do Alto, município de Itapetininga, distante aproximadamente 100km em linha reta do primeiro, na mesma rodovia SP-127, km 182 + 650m, justamente no cruzamento com o km 182 da ferrovia FEPASA.

Uma secção de quase 30m de longe põe em exibição os 10m de sedimentitos escuros que localmente caracterizam o Membro Taquaral (Foto 1).

Partindo-se do nível da ferrovia seguem-se, aproximadamente, 16m de arenito lamítico cinza-amarelado característico do topo do Membro superior da Formação Tatuí (Fig. 2; Fo-

to 1). Em amostras de superfície este arenito apresenta muitos pequenos cristais de gipsita que a ele conferem brilho peculiar. Também não raro são pequenas concreções de pirita microcristalina. A não ser algumas evidências de atividade orgânica, como escavações ocasionadas talvez por anelídeos, a exemplo do que sucede no afloramento de Rio Claro, outros fósseis parecem estar ausentes.

Uma lâmina de cerca de 1cm de espessura de material argiloso contendo grânulos de quartzo, esparsos e mal selecionados, e nódulos de pirita microcristalina, separa, no local, os arenitos do Membro superior da Formação Tatuí dos siltitos Taquaral. Este delgado nível foi o que ofereceu todo o riquíssimo material fossilífero ora estudado e identificado. Este material consiste predominantemente de dentes, minúsculos como os pertencentes a paleoniscídeos, a centímetros de "bradiodontes" ou xenacantídeos. Escamas, de variadas formas, principalmente de paleoniscídeos são também assaz frequentes. Ainda não raros são os coprólitos atribuídos a peixes (Est. X, Fig. 4).

A assembléia fóssil diagnosticada neste nível mostra extrema similaridade com a de Rio Claro, a não ser no que se refere ao estado de conservação onde, aqui, as peças são menos desgastadas por efeito de abrasão pré-deposicional, e à virtual ausência de espinhos de nadadeira de ctenacantídeos, os quais não foram até então encontrados, em estado de conservação satisfatório, mas que por certo deverão ocorrer.

Encima esta lâmina fossilífera um pacote de argilito de cerca de 40cm, maciço de cor cinza-escuro, aparentemente afossilífero. Com a mesma cor seguem-se quase 10m de siltitos com raros fósseis de peixes - dentes e escamas - que caracterizam o Membro Taquaral da Formação Irati (Fig. 2; Fotos 1 e 2). Esta Formação continua ainda a ser representada, nesta mesma secção, com aproximadamente 2m de calcários característicos do seu Membro Assistência (Fig. 2, Foto 1).

FOTO 1. Km 182 + 650m da rodovia SP-127, distrito de Morro do Alto, município de Itapetininga (SP). Afloramento exibindo o contato entre a Formação Tatui superior e o Membro Taquaral da Formação Irati. No topo do afloramento, o Membro Assistência da mesma Formação.

FOTO 2. Km 182 + 650m da rodovia SP-127, distrito de Morro do Alto, município de Itapetininga (SP). Detalhe do contato (desconformidade) entre o Grupo Tubarão e o Grupo Passa Dois. Exatamente no plano onde o martelo se apoia, que ocorre a maior concentração de ictiofósseis.

FOTO 3. Km 8,5 da rodovia SP-127, distrito de Assistência, município de Rio Claro (SP). Leito conglomerático sílexítico, às margens do ribeirão de Assistência. Base do Membro Taquaral da Formação Irati.

FOTO 4. Km 8,5 da rodovia SP-127, distrito de Assistência, município de Rio Claro (SP). Detalhe do leito conglomerático sílexítico. Ao nível da escala onde ocorre maior concentração local de ictiofósseis.

Fig.2

SECÇÃO COLUNAR - AFLORAMENTO SITUADO NO CRUZAMENTO
DA RODOVIA SP-127 (KM 182+650M) COM A FEPASA (KM 182)
MORRO DO ALTO - ITAPETININGA (SP)

End

Fig.3
SECÇÃO COLUNAR - AFLORAMENTO SITUADO ÀS MARGENS
DO RIBEIRÃO DA ASSISTÊNCIA - KM 8.5 DA RODOVIA SP-127
RIO CLARO (SP)

III.2. O MATERIAL FÓSSIL

O material que serviu de base ao estudo paleontológico, apresentado no presente trabalho resultou das pesquisas de campo empreendidas no triênio 1975-1977. Localizados os jazigos fossilíferos, estes passaram propositadamente a constar das aulas de campo da disciplina Paleontologia, ministrada aos alunos de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP. Ressalte-se que boa parte do material foi coletada neste tipo de atividade.

Os fósseis compreendem restos de Chondrichthyes representados por dentes e espinhos de nadadeira isolados. "Em virtude da natureza cartilaginosa do esqueleto, não há restos fósseis, exceto dentes e espinhos excessivamente raros" (MOY-THOMAS, 1939, 1971; SCHAEFFER, 1965, 1967). A natureza do depósito reflete ambiente de alta energia deposicional posto que grande parte do material fóssil exibe evidentes sinais de desgaste como também a condição psamítica da matriz conduz a tal raciocínio. Fragmentos também são comuns, especialmente em se tratando de espinhos cuja morfologia é delgada, portanto mais suscetível à fragmentação.

Processos diagenéticos conduziram à fragmentação do material principalmente de maior tamanho. Este é freqüente apresentar-se com inúmeras trincas e ao ser removido sem o necessário cuidado pode se perder totalmente. Por outro lado, outras peças, principalmente as de pequeno porte, podem ser encontradas intactas, e dessa forma, uma preparação cuidadosa é exigida para poder deslocá-las da matriz sem risco de fragmentá-las.

Em geral são levados para o laboratório blocos de rocha de variado tamanho que mostram algum indício fóssil.

No laboratório os blocos aparentemente fossilíferos são examinados ao estereomicroscópio e, após assinalados os espécimes interessantes, são reduzidos a tamanhos menores, utilizando-se de pequeno martelo e finas talhadeiras. Sob a binocular procede-se à preparação.

Duas localidades no Estado de São Paulo forneceram fósseis aqui estudados: da localidade de Morro do Alto, município de Itapetininga, foram selecionados para estudo os espécimes: RC 1-P, RC 2-P, RC 3-P, RC 4-P (Xenacanthidae); RC 33-P, RC 34-P, RC 35-P, RC 36-P, RC 37-P, RC 38-P (Petalodontidae); RC 44-P (coprólito). Da localidade de Assistência, município de Rio Claro os espécimes que serviram ao estudo foram: RC 6-P, RC 7-P, RC 8-P, RC 9-P, RC 10-P, RC 11-P, RC 12-P, RC 13-P, RC 14-P, RC 15-P, RC 16-P (Xenacanthidae); RC 22-P, RC 23-P, RC 24-P, RC 25-P, RC 26-P, RC 27-P, RC 28-P, RC 29-P, RC 30-P, RC 31-P, RC 32-P, RC 33-P, RC 34-P, RC 35-P (Petalodontidae); RC 21-P (Ctenacanthidae).

O material acima referido foi devidamente comparado com o já existente na coleção da Seção de Paleontologia do Departamento de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral - Rio de Janeiro, procedente das camadas que afloram no vale do rio Pedra-de-Fogo, situado entre as cidades de Pastos Bons e Nova Iorque, Estado do Maranhão: 442-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 443-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 444-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 445-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 446-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 447-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Xenacanthidae); 1075-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 1076-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 1077-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 1078-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Petalodontidae); 448-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 1071-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 1072-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Ctenacanthidae). Este material foi gentilmente colocado à disposição pelo Dr. RUBENS DA SILVA SANTOS, responsável pelo Setor de Paleoiictiologia do citado Departamento. Foi coletado por ODORICO R. ALBUQUERQUE em 1945 e por LLEWELYN IVOR PRICE em 1948.

III.3. TÉCNICA DE PREPARAÇÃO E ILUSTRAÇÃO

A maneira como se apresentam inseridas pequenas estruturas fósseis como dentes, espinhos e escamas em matriz grossa (Est. X, Fig. 1), mormente levando-se em conta leitos conglomeráticos, requer uma preparação cuidadosa, e por ve-

zes demorada, feita sob estereomicroscópio de pequeno aumento, utilizando-se apenas de agulhas de variadas espessuras montadas em pequenos mandris.

Localizado algum exemplar que se mostre em condições satisfatórias procede-se em primeiro lugar a uma limpeza superficial para a sua delimitação. A seguir, se a peça convém ser deslocada para exame de detalhes morfológicos, procura-se retirá-las da matriz. Como não raro a peça exiba trincas ou rachaduras, um endurecimento prévio se faz necessário pincelando-se uma cola especial ("Duco") diluída. Os grãos da matriz que envolvem o fóssil são então removidos através de agulha de aço. Há casos em que essa remoção necessita ser feita grão-a-grão.

Deslocado o espécime, este sofre novo endurecimento, com o mesmo material acima descrito, para que possa então ser manuseado sem risco de fragmentação. Caso haja fragmentação as partes deverão ser justapostas geralmente em massa de modelar e coladas uma-a-uma.

As preparações foram realizadas sob estereomicroscópio binocular "NIKON" modelo SMZ-2/SMD existente no Departamento de Geologia Geral e Aplicada do Instituto de Geociências do Campus de Rio Claro. Os desenhos em câmara clara foram feitos em estereomicroscópio "ZEISS" do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro. As fotografias, em parte foram realizadas com câmara "LEITZ" da Seção de Paleontologia do Departamento de Geologia e Mineralogia, do Departamento Nacional da Produção Mineral - Rio de Janeiro; outra parte no Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro com equipamento fotográfico "CONTAREX" (ZEISS).

IV. SISTEMÁTICA

CLASSE: CHONDRICHTHYES

SUB-CLASSE: ELASMOBRANCHII

ORDEM: XENACANTHIDA

FAMÍLIA: XENACANTHIDAE FRITSCH, 1889

GÊNERO: TAQUARANTHUS, NOV.

Espécie tipo: *Pleuracanthus albuquerquei* Silva Santos, 1946.

Distribuição: Permiano inferior da Formação Pedra-de-Fogo, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão; Membro Taquara! da Formação Irati, Bacia do Paraná, Estado de São Paulo.

Diagnose: Dentes apresentando coroa tricúspide: duas cúspides laterais, de tamanhos diferentes, e uma, intermediária, muito pequena, dispostas aproximadamente num mesmo plano no bordo labial da porção basal. A cúspide lateral de maior tamanho abrange, na sua base, mais da metade do bordo labial da porção basal, e eleva-se no sentido vertical, afinando em direção ao ápice onde termina de modo aguçado. A segunda cúspide lateral, em geral sempre maior que a cúspide

Fig. 4. *Taquaranthus albuquerquei*, de Assistência, município de Rio Claro (SP). Exemplar RC 6-P, dente da região sinfisial da mandíbula. Desenhos realizados em câmara clara (X 9).

intermediária, se dispõe obliquamente no sentido mēσιο-distal. Em secção transversal as cūspides apresentam forma elíptica com os bordos laterais quilhados, formando uma carena sem serrilhações. A porção basal é aproximadamente circular e deprimida; a superfície mostra-se levemente côncava; o bordo labial é espesso e um tanto prolongado para baixo nos limites da cūspide intermediária; o bordo lingual é delgado e inclinado para baixo. A superfície superior da porção basal exhibe uma saliência - tubérculo basal - situada próxima à margem lingual e na direção das cūspides menores da coroa.

Observações e afinidades: Os caracteres básicos dos dentes encontrados nos sedimentitos do Membro Taquaral da Formação Irati no Estado de São Paulo, como sendo: duas cūspides laterais emergindo do bordo labial da porção basal, uma terceira cūspide mediana, de tamanho muito reduzido, e uma porção basal aproximadamente plana com um tubérculo na superfície superior, atrás das pequenas cūspides, não oferecem margem à dúvida em se tratar de dentes de um primitivo seláquio da família Xenacanthidae que viveu no neopaleozóico (Fig. 4; Fig. 5, A e B). Dentes semelhantes foram analisados e descritos por SILVA SANTOS (1946) provenientes da Formação Pedra-de-Fogo, na Bacia do Parnaíba e classificados no gênero *Pleuracanthus* (*P. albuquerquei*, nov. sp.) da referida família.

A relativa abundância desses dentes, coletados na base do Membro Taquaral no Estado de São Paulo, e apresentando-se de tamanhos diversos (Est. IX, Fig. 3 e 4) que refletem diferentes posições na dentição desses antigos seláquios, possibilitou um exame taxonômico mais acurado, concluindo-se por uma nova posição genérica dentro dos xenacantídeos. Os dentes, oriundos tanto do lado direito como esquerdo das arcadas mandibulares (palato-quadrado ou cartilagem de Meckel), são caracterizados pelo grande desenvolvimento de uma das cūspides laterais que se dispõe aproximadamente vertical no bordo labial da porção, ocupando, na sua base, quase

toda a extensão desta. A outra cuspide lateral é disposta obliquamente no sentido do ângulo da boca e apresenta-se relativamente muito pequena, um pouco maior que a cuspide intermediária (Fig. 4; Est. I a V). Esses dentes foram supostos por SILVA SANTOS (*op. cit.* pág. 285) como pertencentes à região anterior da arcada dentária, ou seja, nas proximidades da região sinfisial. O referido autor figura, no seu trabalho, um desses dentes (Est. III, Fig. 1 a 5) e um outro que supõe ser da parte posterior da boca (Est. IV, Fig. 1 a 5). Estes dentes têm a cuspide lateral principal mais baixa, mais larga e robusta e a pequena cuspide lateral muito mais desenvolvida que a intermediária. Realmente são bem discerníveis os dentes da parte anterior dos da parte posterior da dentição: nos anteriores a cuspide lateral principal é alta e delgada e a pequena cuspide lateral um pouco maior que a intermediária. A porção basal exibe um âmbito quase que circular (Est. I a V, Fig. 3). À medida que se aproxima do ângulo da boca observa-se um gradual decréscimo em altura da cuspide lateral principal, tornando-se ainda mais robusta, e a pequena cuspide lateral além de mais robusta atinge maiores proporções em relação à cuspide intermediária (Est. V, Fig. 1 a 5). A porção basal torna-se mais expandida no sentido mesio-distal, com o âmbito assumindo configuração aproximadamente oval. Essa alteração morfológica da coroa dos dentes quando se aproxima do ângulo da boca é um fato generalizado não só nos Chondrichthyes como em muitos outros cordados. Normalmente o aspecto mais delgado e pontiagudo dos dentes anteriores adequa-se à função de apreensão. A dentição posterior, devido à sua situação em relação à articulação mandibular, não comportaria dentes de cúspides tão altas e delgadas. Contudo, esta pequena distinção morfológica não disfarça a característica geral de dentição deste seláquio que é de possuir um dos dentículos laterais muito mais forte, mais desenvolvido que o outro. Este caráter até a presente data não foi verificado em nenhum dente já descrito de Xenacanthidae, razão pela qual são colocados num novo taxa genérico que recebeu a denominação de *Taquaranthus*.

Segundo OPRUCHEV (1967) quatro gêneros podem ser distinguidos na Família Xenacanthidae pelas características morfológicas dos dentes: *Xenacanthus* Beyrich, 1848; *Orthacanthus* Agassiz, 1843; *Triodus* Jordan, 1849; e *Dydymodus* Cope, 1883. Um outro gênero: ? *Anodontacanthus* Davis, 1881 é incluído na Família Xenacanthidae, porém não é conhecida a sua dentição.

Os três primeiros gêneros citados da família Xenacanthidae são facilmente diferenciados do gênero *Taquaranthus* em questão por apresentarem os dois dentículos laterais proporções mais ou menos semelhantes e ocupando praticamente todo o bordo labial da porção basal, com a pequena cuspide intermediária situada aproximadamente numa posição central.

O gênero *Orthacanthus* se caracteriza por apresentar dentes com as cúspides laterais divergentes e a margem lateral das cúspides serrilhadas. A cuspide central muito curta, cerca de 1/3 do tamanho das cúspides laterais.

Triodus não apresenta a margem lateral das cúspides serrilhada, porém a cuspide intermediária é aproximadamente do mesmo tamanho das cúspides laterais.

Xenacanthus também apresenta as cúspides com a margem lateral não serrilhada, mas aqui a cuspide intermediária exibe proporções bem menores em relação às duas laterais.

O gênero de Cope, *Dydymodus*, do Permiano do Texas, caracteriza-se por possuir dentes muito pequenos, bastante semelhantes aos dentes de *Triodus*. Provavelmente se trata do mesmo gênero.

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)
Est. I, II, III, IV, V; Fig. 4

Pleuracanthus albuquerquei Silva Santos, 1946,
p. 284.

Holótipo: 442-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente incompleto da Formação Pedra-de-Fogo, vale do riacho Pedra-de-Fogo, 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia que liga Pastos Bons e Nova Iorque, Estado do Maranhão. Coletado pela Expedição Odorico R. de Albuquerque em 1945.

Distribuição: Permiano inferior da Formação Pedra-de-Fogo, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão; Membro Taquaral da Formação Irati, Bacia do Paraná, Estado de São Paulo.

Diagnose: A mesma do gênero.

Espécimes referidos: Membro Taquaral da Formação Irati, Itapetininga, Estado de São Paulo: RC 1-P, dente sinfisial faltando a cúspide intermediária; RC 2-P, dente anterior incompleto; RC 3-P, dente posterior incompleto; RC 4-P, dente sinfisial não destacado da matriz exibindo o bordo mesial; RC 5-P conjunto de 14 dentes incompletos e/ou desgastados por rolamento.

Membro Taquaral da Formação Irati, Rio Claro, Estado de São Paulo: RC 6-P, dente sinfisial completo; RC 7-P, dente sinfisial faltando a pequena cúspide lateral; RC 8-P, dente posterior incompleto; RC 9-P, dente anterior faltando a pequena cúspide lateral; RC 10-P, dente anterior incompleto, o maior exemplar da coleção; RC 11-P, dente mostrando sinais de desgaste incluindo na matriz original; RC 12-P, dente faltando a pequena cúspide lateral incluído em matriz psamítica; RC 13-P, dente anterior incompleto; RC 14-P dente anterior incompleto; RC 15-P, dente anterior faltando a cúspide intermediária; RC 16-P, dente posterior completo; RC 17-P conjunto de 38 exemplares de dentes fragmentados e/ou desgastados.

Formação Pedra-de-Fogo, Pastos Bons, Estado do Maranhão; 442-P, D.G.M.-D.N.P.M. (holótipo), dente posterior incompleto; 443-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente sinfisial completo; 444-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente posterior incompleto; 445-P,

D.G.M.-D.N.P.M., dente anterior incompleto; 446-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente anterior com as pequenas cúspides fragmentadas; 447-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente sinfisial incompleto.

Descrição: O material referido a *Taquaranthus albuquerquei* é constituído de dentes de diferentes tamanhos que refletem posições diversas na dentição. Os maiores exemplares são: RC 10-P e 447-P, D.G.M.-D.N.P.M. Os dois medem 14mm de altura diferindo muito pouco quanto às dimensões da porção basal: o de Rio Claro (RC 10-P) a base mede 12,9mm no sentido mesio-distal e 8,7mm no sentido lábio-lingual. Nessas condições o de Pastos Bons (447-P, D.G.M.-D.N.P.M.) mede 13,0mm x 9,0mm.

A proporção que o dente se posiciona gradativamente mais afastado da região sinfisial, a obliquidade da cúspide lateral distal torna-se mais acentuada, bem como vai aumentando o seu tamanho em relação ao tamanho da cúspide intermediária e à própria grande cúspide lateral mesial. Esta, também nos dentes posteriores, torna-se oblíqua no sentido distal (Est. V, Fig. 1 e 2).

As cúspides apresentam, em geral, a face labial lisa e a face lingual ornamentada (Est. I a V; Fig. 4). Esta ornamentação consiste de costelas que partem da base das cúspides, aproximadamente paralelas entre si, e deste modo continuam em direção ao ápice. As costelas situadas próximas aos flancos das cúspides são, todavia, curtas por atingirem seus bordos laterais que são cortantes, em forma de quilha, e não apresentam serrilhações. O número de costelas varia, num mesmo dente, de uma cúspide para outra como também em cúspides correspondentes de dentes diferentes. Na cúspide lateral principal (mesial) verificam-se, principalmente nos exemplares RC 1-P; RC 6-P; RC 7-P; RC 9-P; RC 10-P; RC 13-P; RC 14-P; RC 15-P; 442-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 444-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 447-P, D.G.M.-D.N.P.M. nas proximidades da sua base, dez a quinze costelas, enquanto que na pequena cúspide lateral (distal) o número de costelas varia de seis a oito. Na pequena cúspide intermediária há também costelas, porém em número relativa-

mente reduzido; assim, o exemplar RC 6-P apresenta três costelas para quatro costelas no exemplar RC 7-P e três costelas no exemplar 442-P, D.G.M.-D.N.P.M. Costelas muito delicadas, podendo mesmo ser consideradas com estriações, constituem a tênue ornamentação da face labial da cúspide lateral principal, evidente nos exemplares: RC 1-P; RC 6-P; RC 7-P; RC 9-P; RC 10-P; RC 15-P; RC 16-P; 443-P, D.G.M.-D.N.P.M.; 445, D.G.M.-D.N.P.M.

As secções transversais das cúspides evidenciam uma maior convexidade da face lingual. A cúspide intermediária apresenta secção quase circular (Fig. 4).

A cúspide lateral principal é aproximadamente reta e dispõe-se no sentido vertical quando nos dentes sinfisiais (Est. I, II e IV; Fig. 4). Nos dentes anteriores, porém mais afastados da região sinfisial, a cúspide lateral principal assume um aspecto sigmoidal inclinada no sentido da região lingual. Esta curvatura torna-se menos acentuada nos dentes posteriores onde a cúspide em questão mostra-se mais baixa e inclinada no sentido mesio-distal acompanhando a inclinação da pequena cúspide lateral que aqui adquire proporções de tamanho quase equivalente à cúspide lateral principal. Nestes dentes a porção basal, ou de fixação, é mais expandida e a concavidade na superfície inferior, observada nos dentes anteriores, aqui desaparece: esta superfície apresenta-se praticamente plana (Est. V, Fig. 1 a 5).

A porção basal vista pela face inferior do dente é de âmbito aproximadamente circular (Est. I a V). A sua face superior é suavemente convexa; dela emergem as três cúspides no bordo labial; atrás das cúspides e quase no bordo lingual situa-se o tubérculo basal, que auxilia na articulação dos dentes que se dispõem em séries nas cartilagens bucais - palato-quadrado e cartilagem de Meckel. A convexidade da superfície superior da porção basal é mais acentuada nos dentes da região anterior da dentição. Nos posteriores esta convexidade é diminuta; em alguns casos quase plana. O bordo lingual da porção basal mostra também uma inclinação mais acentuada no

sentido da face inferior nos dentes da região sinfisial, isso em decorrência de um maior número de dentes que presumivelmente deveria existir numa série transversal. O número de dentes nas séries transversais posteriores é, em geral nos elasmobrânquios, reduzido, devido ao pequeno trabalho funcional relativo dessa região no que diz respeito à apreensão de alimentos.

As cúspides são dispostas aproximadamente num mesmo plano no bordo labial da porção basal do dente. Na espécie em questão a cúspide intermediária se apresenta situada um pouco mais adiante em relação às duas cúspides laterais (Fig. 4, A). Nos limites desta cúspide a porção basal se prolonga para baixo vindo a constituir uma pequena saliência quando observada pela sua face inferior (Fig. 4, C e D). Este prolongamento - saliência basal - se encaixaria, na série de dentes, no espaço compreendido entre o tubérculo basal e a face labial das cúspides da superfície superior da porção basal.

Discussão: SILVA SANTOS (op. cit.) enfatiza a presença de costelas exclusivamente na face lingual das cúspides como um caráter que distingue os dentes de *Taquaranthus albuquerquei* das demais espécies já descritas na Família Xenacanthidae. Todavia, em exemplares tanto de Rio Claro como de Itapetininga (SP) que se apresentam em melhor estado de preservação, e portanto selecionados, pode-se notar a presença de finas estriações na base das cúspides em sua face labial. Um exame mais acurado no material da Formação Pedra-de-Fogo, descrito por SILVA SANTOS, possibilitou confirmar a existência destas estriações na face labial das cúspides pelo menos em dois exemplares (443-P, D.G.M.-D.N.P.M. e 445-P, D.G.M.-D.N.P.M.).

Dois espécies de *Xenacanthus*: *X. santosi* e *X. pricei* Würdig-Maciel, baseadas em dentes isolados, foram descritas no Permiano do Rio Grande do Sul (WÜRDIG-MACIEL, 1975). Estes dentes são evidentemente bem distintos dos dentes des-

critos no Permiano do Estado de São Paulo, tanto no que se refere às categorias específicas como genéricas.

SUB-CLASSE: HOLOCEPHALI

ORDEM: BRADYODONTI

FAMÍLIA: PETALODONTIDAE NEWBERRY et WORTHEN,
1886

GÊNERO: ITAPYRოდUS SILVA SANTOS, 1978

Espécie-tipo: Itapyrodus punctatus Silva Santos, 1978

Distribuição: Permiano inferior da Formação Pedra-de-Fogo, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão; Membro Taquaral da Formação Irati, Bacia do Paraná, Estado de São Paulo.

Diagnose: Dentes de forma muito variada. Apresentam-se alongados no sentido transversal. Nos dentes anteriores da dentição a coroa é lisa e inclinada para trás, com o bordo superior cortante. Este bordo é muito obtuso nos dentes posteriores. Face anterior, por vezes, ampla e de superfície convexa; a posterior é truncada e côncava, com suave inclinação. Base de fixação baixa, relativamente grande com a superfície inferior basal côncava. Bordas da base de fixação contíguas com as bordas crenuladas. Dentes quando dispostos na boca formando uma superfície pavimentosa de trituração.

Itapyrodus punctatus, Silva Santos, 1978

Est. VI, VII, VIII.

Sintipo: 1075-P; 1076-P, 1077-P; 1078-P, D.G.M.-D.N.P. M. dentes completos, da Formação Pedra-de-Fogo, vale do rio cho Pedra-de-Fogo, oeste da Lagoa Grande, Estado do Mara-

nhão. Coletados por LLEWELLYN IVOR PRICE em setembro de 1948.

Distribuição: Permiano inferior da Formação Pedra-de-Fogo, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão; Membro Taquaral da Formação Irati, Bacia do Paraná, Estado de São Paulo.

Diagnose: A mesma do gênero.

Espécimes referidos: Membro Taquaral da Formação Irati, Itapetininga, Estado de São Paulo: RC 33-P, dente anterior completo; RC 34-P, dente anterior completo; RC 35-P, dente posterior completo; RC 36-P, dente mediano completo; RC 38-P, dente anterior na matriz; RC 39-P, conjunto de setenta e quatro dentes desgastados por retrabalhamento; RC 45-P, conjunto de seis dentes completos.

Membro Taquaral da Formação Irati, Rio Claro, Estado de São Paulo: RC 22-P, dente posterior completo; RC 23-P, dente anterior completo; RC 24-P, dente anterior completo; RC 25-P, dente da região mediana completo; RC 26-P, dente da região mediana um pouco desgastado; RC 27-P, dente centimétrico da região mediana completo; RC 28-P dente anterior completo; RC 29-P, dente anterior completo; RC 30-P, dente posterior completo; RC 31-P, pequeno dente da região mediana; RC 32-P, dente anterior completo; RC 37-P dente posterior completo; RC 40-P, coleção de sessenta e oito exemplares com alguns sinais de desgaste.

Formação Pedra-de-Fogo, Oeste de Lagoa Grande, Estado do Maranhão: Sítio: 1075-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente anterior completo; 1076-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente mediano completo; 1077-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente posterior completo; 1078-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente posterior completo.

Descrição: São relativamente abundantes, na base do Membro Taquaral do Estado de São Paulo, dentes deste *bradío* *donte*, constituindo mesmo nos fósseis mais típicos do hori-

zonte estratigráfico em questão.

O caráter da dentição desse grupo de peixes tem sido muito discutido visto apresentar uma grande variação na forma dos dentes em consequência do hábito alimentar (MOY-THOMAS, 1970).

A maioria dos dentes encontrados, tanto em Rio Claro como em Itapetininga, mostra sinais de desgaste por retrabalhamento em fase anterior ao soterramento, perdendo assim boa parte das suas características morfológicas. Por outro lado, este desgaste confere à coroa uma peculiar aparência pontuada típica da espécie em questão (Est. VI, VII, VIII). Estas pontuações correspondem aos extremos de numerosos tubos paralelos verticais de dentina (dentina tubular) tipicamente observáveis em secções laminares (MOY-THOMAS, 1970, Fig. 10.1.A.).

Muitos dentes, entretanto, foram coletados em perfeito estado de preservação permitindo uma análise completa e detalhada da sua morfologia.

Os dentes desse peixe, embora formassem, quando disposto na boca do animal, uma superfície de trituração, não se fundem entre si para formar placas dentárias características dos Chondrichthyes de hábito alimentar triturante. A dentição dos petalodontídeos é constituída por um grande número de dentes, com a coroa comprimida no sentido ântero-posterior e dispostos em séries transversais, exemplificados pelos gêneros *Chomatodus* do Carbonífero e *Janassa* do Permiano (NIELSEN, 1932). Os dentes das séries anteriores : exemplares RC 32-P; RC 33-P; 1075-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Est. VI, Fig. 1 a 12), entre outros, apresentam a coroa muito comprimida, formando um bordo cortante entre as faces anterior e posterior (Est. VI, Fig. 3, 7, 11). Nestes dentes a porção basal de fixação é rudimentar (Est. VI, Fig. 4, 8, 12). Nos dentes das séries medianas da dentição - exemplares RC 29-P; RC 36-P; 1076-P, D.G.M.-D.N.P.M. - o bordo superior da coroa torna-se menos aguçado (Est. VII, Fig. 3, 7, 11). Nos dentes mais posteriores, aqueles que se situavam nas proxi-

midades do ângulo da boca, exemplares RC 35-P; RC 22-P; 1077-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Est. VIII, Fig. 1 a 12), a coroa é bastante baixa, quase plana, e formada quase que tão somente pela sua face anterior que relativamente aumenta muito seu tamanho. Em consequência, a face posterior, côncava, torna-se muito reduzida, ou mesmo insignificante (Est. VIII, Fig. 3, 7, 11). Nestes dentes a coroa adquire maior dimensão no sentido ântero-posterior, o que não se observa nos dentes das séries anteriores onde a maior dimensão é no sentido transversal. A porção basal de fixação nos dentes das séries mais posteriores torna-se também mais ampla, acompanhando o grande desenvolvimento e expansão da superfície da coroa (Est. VIII, Fig. 4, 8, 12). Os bordos da porção basal de fixação, na região limítrofe à coroa, mostram-se fortemente crenulados como se verifica no gênero *Chomotodus* (ORLOV, 1967, pág. 247).

Discussão: Os petalodontídeos representam um grupo de Chondrichthyes que surgiu no Carbonífero inferior e se extinguiu no Permiano. Ocuparam nichos ecológicos que foram previamente ocupados pelos placodermas (MOY-THOMAS, 1970). Tinham aspectos de um Chondrichthyes hipotremata, com o corpo achatado dorsi-ventralmente, e deveriam se movimentar lentamente no fundo de um corpo aquático. A grande maioria dos Holocephali somente é conhecida pelos dentes. A espécie em questão deveria se assemelhar a *Janassa bituminosa* reconstituída por Malzahn (in MOY-THOMAS, 1970, Fig. 10.13).

Segundo OPRUCHEV (in ORLOV, 1967) a Família Petalodontidae pertence à Ordem Bradyodonti. MOY-THOMAS (1970) inclui esta Família na Ordem Petalodontida, de posição sistemática incerta, embora situe, provisoriamente, na Infraclasse Holocephali. Essa dificuldade em situar na sistemática dos peixes a Família Petalodontidae decorre do fato de apenas se conhecer na quase totalidade das formas estudadas exclusivamente os dentes. O gênero *Janassa* reconstituído por MALZAHN (in MOY-THOMAS, 1970, pág. 240) é a forma até então melhor conhecida do ponto de vista morfológico e anatômico.

O Grupo é essencialmente marinho. Porém no Membro Taquaral da Formação Irati do Estado de São Paulo os dentes de petalodontídeos, estudados, encontram-se associados a restos de seláquios xenacanthídeos que foram peixes de água doce; na Formação Pedra-de-Fogo do Estado do Maranhão acham-se associados a dipnoi que também são formas de água doce.

O Holocephali alcançaram seu clímax no Carbonífero.

Os dentes de *Itaptyrodus punctatulus* são muito semelhantes aos de *Chomatodus* sp. do Mississipiano de Yowa, Estados Unidos da América.

Os maiores dentes até agora encontrados dessa espécie provêm do Membro Taquaral da Formação Irati do Estado de São Paulo (exemplares RC 27-P; RC 36-P e RC 38-P). O exemplar RC 27-P proveniente de Assistência, município de Rio Claro, apresenta as seguintes dimensões: face anterior, 16mm de altura por 14mm de largura; face posterior 14mm de altura por 13mm de largura; base aproximadamente quadrangular com 12mm no sentido ântero-posterior, e 11mm no sentido transversal.

CLASSE: CHONDRICHTHYES

SUB-CLASSE: ELASMOBRANCHII

ORDEM: CTENACANTHIDA

FAMÍLIA: CTENACANTHIDAE DEAN, 1909

GÊNERO: CTENACANTHUS AGASSIZ, 1835

(Para sinonímia e diagnose genérica veja GLIKMAN, in ORLOV, 1967, pág. 225).

Espécie-tipo: *Ctenacanthus major* Agassiz, 1835.

Distribuição: Carbonífero inferior do Oeste da Europa.

Ctenacanthus maranhensis Silva Santos, 1946.
Est. XI, XII.

Holótipo: 448-P, D.G.M.-D.N.P.M. Fragmento de um espinho de nadadeira coletado pela expedição de ODORICO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE, 1945.

Distribuição: Permiano inferior da Formação Pedra-de-Fogo, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão; Membro Taquaral da Formação Irati, Bacia do Paraná, Estado de São Paulo.

Diagnose: Espinhos de nadadeiras dorsais. Os maiores exemplares são provenientes da Formação Pedra-de-Fogo. O exemplar 1071-P, D.G.M.-D.N.P.M. consiste de um espinho da primeira nadadeira dorsal. Apresenta máximo comprimento preservado de 21,5cm, compreendendo 6,0cm de região de inserção e 15,5cm a região exposta. A largura na base da região exposta é de 2,8cm. Outro exemplar, 1072-P, D.G.M.-D.N.P.M., espinho da segunda nadadeira dorsal, o comprimento máximo preservado é de 19,5cm, com sua região exposta responsável por 13,5cm desse comprimento. Na base da região exposta a largura máxima é de 5cm. A região exposta, geralmente ornamentada por costelas longitudinais, é separada da região de inserção através da linha de inserção; nos dois exemplares apresenta-se de aspecto sigmoides. O ângulo que o espinho formava, quando implantado, com a linha média dorsal do corpo do animal era de 35° para o espinho da primeira nadadeira dorsal e 50° para o espinho da segunda. Secção transversal com aspecto de triângulo isósceles, com as faces laterais levemente arqueadas, principalmente na porção mais proximal da região exposta.

O espinho anterior é mais delgado e mais longo dos dois. A face anterior é levemente arqueada e as faces laterais comprimidas. O espinho posterior é mais robusto, com a face anterior aproximadamente reta. Faces laterais da região exposta, ornamentada com dez a dezesseis costelas longitudinais, aproximadamente paralelas às faces anterior e posterior do espinho. Costelas portando uma sequência de tubérculos com extremo superior entumecido, dispostos em sequência

por toda a extensão da superfície de ornamentação. Face posterior de superfície plana e de aspecto vermiculado, com os bordos pôstero-laterais providos de aparentes dentículos.

Espécimes referidos: Membro Taquaral da Formação Irati Rio Claro, Estado de São Paulo: RC 21-P, espinho de nadadeira com o ápice deslocado de sua posição original na matriz.

Formação Pedra-de-Fogo, Pastos Bons, Estado do Maranhão: 448-P, D.G.M.-D.N.P.M. (holótipo) dois fragmentos de espinho de nadadeira (SILVA SANTOS, 1946); 1071-P, D.G.M.-D.N.P.M., espinho de nadadeira dorsal anterior, espécime quase completo; 1072-P, D.G.M.-D.N.P.M., espinho de nadadeira dorsal posterior, espécime quase completo.

Descrição: No leito conglomerático da base do Membro Taquaral da Formação Irati de Assistência, Rio Claro (SP), foi encontrado, entre outros, um pequeno espinho de nadadeira dorsal, com o extremo superior quebrado e deslocado de sua posição original durante os processos diagenéticos (Est. XII). Este espinho não foi retirado da rocha matriz devido sua aparente fragilidade e, desta forma, o exame de suas particularidades anatômicas e morfológicas se restringe à face lateral direita da região exposta. O espinho está praticamente completo e são bem discerníveis tanto a região exposta como a de fixação que se introduzira no corpo do peixe. O espinho é relativamente pequeno apresentando 3,0cm de comprimento. Destes, 1,9cm representam a região exposta, ornamentada, do espinho. A largura, na porção proximal da região exposta é de 0,7cm. O espinho, a julgar pelo traçado da linha de inserção, formara com a linha média dorsal do corpo do animal um ângulo de 50° , idêntico ao exemplar 1072-P, D.G.M.-D.N.P.M. (Est. XI, Fig. 2). Pelas suas dimensões supõe-se tratar de um espinho que teria pertencido a um ctenacantídeo jovem.

Pelo aspecto morfológico e proporcional admite-se que este espinho tenha servido de suporte e "cut waters" da segunda nadadeira dorsal com a parte proximal da região orna-

mentada muito larga. A face anterior é reta em contraposição à disposição curvilínea que apresenta a face anterior dos espinhos da primeira nadadeira dorsal (Est. XI, Fig. 1).

As costelas que ornamentam a face lateral exposta têm as mesmas características específicas dos espinhos provenientes da Formação Pedra-de-Fogo, isto é, são formadas por uma sequência de pequenos tubérculos, com o extremo superior entumecido, e dispostos linearmente um após o outro em direção ao ápice do espinho. O número de costelas é todavia menor ao que se verifica nos espinhos da Formação Pedra-de-Fogo. No exemplar são visíveis sete costelas; o número total no entanto deveria corresponder a nove ou dez costelas, visto que a face posterior do espinho acha-se encoberta pela matriz. Em se tratando, possivelmente, de um espinho de uma forma jovem as costelas se apresentam um tanto espessadas entre si, o mesmo ocorrendo com os tubérculos que as ornamentam. Acredita-se que nas formas adultas elas se tornariam mais espessas e mais justapostas. Nota-se, também, que a ornamentação das costelas vai se tornando menos expressivas na porção distal do espinho.

A região de inserção exibe aspecto idêntico ao observado nos exemplares da Formação Pedra-de-Fogo, ou seja, apresenta morfologia levemente arqueada e a sua superfície é vermiculada.

A linha de inserção, que delimita a região exposta da região de fixação, também se configura com aspecto sigmóide em direção ao bordo pósterio-superior do espinho tal qual se observa nos exemplares nº 1071-P e 1072-P da Formação Pedra-de-Fogo (Est. XI, Fig. 1 e 2).

Discussão: O caráter e a disposição da ornamentação das costelas são, de acordo com SILVA SANTOS (1946, 1978), as particularidades mais frisantes da espécie de *Ctenacanthus* em questão.

Não há dúvida que muitas espécies baseadas em espinhos isolados apresentam sinonímia com outras espécies baseadas

em dentes isolados. Em particular, dentes da região anterior da dentição, classificados no gênero *Cladodus*, dentes da região posterior da dentição, classificados como *Oxodus*, e espinhos, classificados como *Ctenacanthus* podem muitas vezes se constituírem em partes de um mesmo animal, ou, pelo menos, partes de indivíduos do mesmo gênero e espécie (DORR & MOSER, 1964).

O caráter enérgico que predominou no ambiente deposicional evidenciado não só pela granulação grosseira da matriz, como também pelo material fóssil exibindo sinais de intenso desgaste, lamentavelmente conduz à dificuldade de serem encontrados exemplares grandes e completos que ter-se-iam fragmentados e/ou desgastados em fase anterior ao soterramento. Todavia não parece haver dúvidas de que o material em foco pertença realmente à mesma espécie que ocorre na Formação Pedra-de-Fogo da Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão.

FIG. 5 *Xenacanthus* e *Ctenacanthus*. Restaurações com destaque às principais estruturas fossilizáveis.

A. *Xenacanthus sessilis*. Restauração em vista lateral (Seg. Jaekel)

B. *Xenacanthus* sp. Restauração do neurocrânio e mandíbulas em vista lateral. (Seg. Moy-Thomas)

C. *Ctenacanthus costellatus*. Restauração em vista lateral. (Seg. Moy-Thomas)

Handwritten signature

V. DISCUSSÃO

V.1. COMPOSIÇÃO DA PALEOICTIOFÁUNULA DO MEMBRO TAQUARAL

A base do pacote sedimentar, que se caracteriza como Membro Taquaral da Formação Irati, encerra restos de diversos tipos de Chondrichthyes e Osteichthyes, testemunhos de uma ictiofauna que teria vivido em mares, rios, lagos e/ou lagunas no tempo de deposição desses sedimentos. No estado atual de conhecimento, esta ictiofauna incluía primitivas formas de seláquios: os marinhos Ctenacanthidae dos quais teriam se originado os modernos Euselachii, habitantes dos mares atuais (ROMER, 1964), como também outras formas de Chondrichthyes muito especializadas que teriam vivido em ambiente francamente dulceaquícola como é o caso dos Xenacanthidae, e ainda marinhos como os Petalodontidae que não deixaram representantes nos tempos atuais.

Os Osteichthyes mostram-se também muito significativos representados por Actinopterygii do grupo Paleoniscida e, menos freqüente, por Crossopterygii dos grupos Rhipidistia e Actinistia.

A natureza cartilaginosa da grande maioria dos esqueletos desses primitivos peixes e o enérgico caráter do ambiente deposicional conduziram à preservação, nem sempre satisfatória, de somente estruturas resistentes isoladas como dentes, escamas e espinhos que guarneciam as nadadeiras.

Os Chondrichthyes até agora assinalados na base do Membro Taquaral, e estudados no presente trabalho, apresentam a seguinte classificação:

ELASMOBRANCHII

I. Ctenacanthida

Ctenacanthidae

1. *Ctenacanthus maranhensis*, Silva Santos.

II. Xenacanthida

Xenacanthidae

1. *Taquaranthus albuquerquei* (Silva Santos).

HOLOCEPHALI

III. Bradyodonti

Petalodontidae

1. *Itapyrodus punctatus*, Silva Santos.

V.2. CORRELAÇÃO DA PALEOICTIOFAUNULA DO MEMBRO TAQUARAL DA FORMAÇÃO IRATI (BACIA DO PARANÁ) COM A DA FORMAÇÃO PEDRA-DE-FOGO (BACIA DO PARNAÍBA).

Restos atribuídos a Chondrichthyes vêm sendo assinalados em vários depósitos sedimentares paleozóicos do Brasil, fazendo admitir sua efetiva representatividade nas faunas que habitaram os pretéritos mares do hemisfério meridional.

Alguns gêneros têm-se mostrado mais restritos à determinada área paleogeográfica. Outros, entretanto, lograram uma distribuição mais ampla evidenciando assim possíveis conexões entre bacias de sedimentação, como ainda correlações estratigráficas entre localidades geograficamente bem afastadas. Constituem-se conseqüentemente em elementos de grande importância quer sob o ponto de vista paleogeográfico, paleoestratigráfico, como na reconstituição paleoambiental.

Com evidência a faunula de Chondrichthyes, as formas que têm permitido um posicionamento sistemático mais completo indicam uma notável correlação estratigráfica do Membro Taquaral da Formação Irati - Bacia do Paraná - Estado de São Paulo, com a base da Formação Pedra-de-Fogo - Bacia do Parnaíba - Estado do Maranhão. Dentre as espécies até agora descritas no Membro Taquaral três delas foram originalmente assinaladas por SILVA SANTOS na Formação Pedra-de-Fogo e, possivelmente, outras espécies que aqui ocorrem poderão ser, oportunamente, também constatadas na Bacia do Paraná. As espécies em comum nas duas bacias intracratônicas e estudadas neste trabalho são: *Taquaranthus albuquerquei*, *Ctenacanthus maranhensis* e *Itapyrodus punctatus*.

Convém ainda ressaltar que fragmentos de espinhos de outros *Ctenacanthus* encontrados em Rio Claro (SP) poderão ser atribuídos a outras duas espécies, descritas por SILVA SANTOS, provenientes da Formação Pedra-de-Fogo, da Bacia do Parnaíba: *C. longicostatus* e *C. granulosus*. A morfologia externa destes fragmentos é bastante semelhante às espécies acima referidas; contudo, algumas características de significado taxonômico específico se perderam por abrasão em fase anterior ao soterramento. É de se esperar que outros achados, em melhores condições de preservação, venham a corroborar tal hipótese.

ALBUQUERQUE (1946) relata que, "nos arredores de Pastos Bons, no caminho para Nova Iorque, se apresenta exposta delgada camada de breccia de ossos com cimento limonítico (um caráter limonítico) com dentes e raios de nadadeiras de

Elasmobrânquios, coprólitos, escamas de *Paleoniscus*, sílex, cimentando pequenos bivalves indetermináveis. Aqui se observam também camadas de arenito grosseiro manchado de marron e verde, com camadas intercaladas de calcário com leitos de sílex, silicificações locais de calcário, e leitos de aragonita.

As condições tanto físicas como biológicas parecem ser bastante semelhantes considerando-se as duas bacias intracratônicas: A "breccia de ossos" com dentes de elasmobrânquios, coprólitos e escamas de *Paleoniscus* seria, em outras palavras, o já referido "bone bed" das regiões paulistas, com dentes de *Chondrichthyes*, coprólitos e escamas e dentes de paleoniscídeos, que ocorre mais especificamente em Assistência, município de Rio Claro. O caráter límico, a que se refere ALBUQUERQUE *op. cit.*, corrobora com a presença de *Xenacanthidae* agora estudados nas duas bacias, que se constituíram num grupo aberrante de selâquios de água doce.

MESNER e WOOLDRIDGE (1964) correlacionam a Formação Pedra-de-Fogo ao que chamaram Grupo Estrada Nova da Bacia do Paraná, referindo-se ao hoje conhecido Grupo Passa Dois que engloba as Formações Irati e Estrada Nova. Já AGUIAR (1971) correlaciona a Formação Pedra-de-Fogo com a Formação Palermo-Irati-Teresina, esta última equivalente ao que se conhece como membro superior da Formação Estrada Nova.

A equivalência das duas paleoictiofaunas permite correlacionar a base do Membro Taquaral do Estado de São Paulo com o mesmo nível estratigráfico da Formação Pedra-de-Fogo que aflora em determinada localidade situada cerca de 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia Pastos Bons-Nova Iorque, Estado do Maranhão, em altitude aproximada de 240m.

V.3. PALEOECOLOGIA

Tanto os *Ctenacanthidae* como os *Petalodontidae* foram peixes essencialmente marinhos. Já os *Xenacanthidae* consti-

tuíram-se num ramo evolutivo divergente da linha principal de evolução dos Chondrichthyes e viveram em água doce; seus restos, no entanto, são encontrados associados às formas marinhas acima referidas, tanto nos depósitos neopaleozóicos da bacia do Parnaíba como na bacia do Paraná. A julgar não somente por este fato como também pelas evidências litológicas admitem-se condições marinhas, mas com forte influência continental no sítio deposicional. Por conseguinte, os Ctenacanthidae e os Patalodontidae deveriam ter vivido em condições marinhas normais costeiras que sofriam grande influência de correntes litorâneas e águas continentais responsáveis por essa conspícua associação. Estas correntes teriam depositado material grosseiro que veio a constituir barreiras paralelas à linha de praia. Estas barreiras, em última análise, corresponderiam aos propalados "bone beds" ou "breccia de ossos". Nas águas represadas atrás dessas barreiras ia se desenvolvendo um ambiente euxínico, tipo lagunar, ao que parece intolerável a essas criaturas. Em consequência, os sedimentitos, que jazem acima desse nível fossilífero, mostraram-se praticamente estéreis em restos fósseis desses peixes, fato este não só ora observado nos afloramentos do Membro Taquaral da bacia do Paraná no Estado de São Paulo, com também já o fizera ALBUQUERQUE (1946) na Formação Pedra-de-Fogo da bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão. Admite o autor (*op. cit.*) ainda que "tais tubarões viviam em lagunas ou canais de água antes salobras e que as camadas finamente lamelares, argilosas e arenosas do ambiente, igualmente sugerem sedimentação em pequenas poças d'água. Desde então as comunicações com o oceano pelo oeste e sul deixam de ser tão livres".

SOARES e LANDIN (1973) admitem que "a fase parálisa da plataforma de sedimentação do ciclo pós-glacial é representada pela Formação Irati e membro Serra Alta (Formação Estrada Nova). Inicia-se com siltitos e folhelhos cinzentos do membro Taquaral e atinge o máximo de condições parálisas durante a sedimentação dos folhelhos pretos pirobetuminosos intercamados com sílex e calcários micríticos e biomicríticos

cos do membro Assistência. A bacia nesta fase encontrava-se estagnada, subsidência extremamente lenta, lâmina de água pouco profunda, área fonte baixa e plana. Parece representar o único pacote depositado continuamente sob lâmina d'água".

É notório que no tempo de deposição do nível fossilífero em questão, as condições ambientais eram francamente aeróbicas visto serem encontradas escavações atribuídas a possíveis organismos vermiformes no arenito que se sotopõe ao nível conglomerático fossilífero. A lâmina de água realmente não deveria ter sido espessa nesta ocasião uma vez que os ctenacantídeos, cujos restos se associam, preferiam águas pouco profundas (SILVA SANTOS, 1947). A forma do corpo dos xenacantídeos indica hábitos bentônicos e a estrutura de suas nadadeiras indica nado lento, particularidades de animais de ambientes aquáticos rasos (DORR, 1957). Quanto aos petalodontídeos, muito pouco é conhecido a respeito da sua anatomia, mas em *Ctenoptychius* e *Janassa* (JAEKEL, 1899; MALZAHN, 1968 *apud* MOY-THOMAS, 1971) possuíam o corpo achatado dorsiventralmente, como as raias atuais, com grandes nadadeiras peitorais (MOY-THOMAS, 1971), morfologia típica de animal de hábitos bentônico de águas rasas.

A medida que as condições parálicas foram se generalizando, o ambiente tornara-se intolerável a esses peixes que ou migraram ou vieram a sucumbir. A presença de nódulos de pirita (FeS_2) associados aos restos fósseis em nível superior ao leito conglomerático atesta estas condições. Nem todo o material fóssil encontra-se retrabalhado. Há alguns exemplares tanto de ctenacantídeos, como de xenacantídeos e mesmo petalodontídeos, que se encontram sem nenhum sinal de desgaste fazendo supor que pelo menos boa parte dessa ictiofauna tenha experimentado condições relativamente eufêmicas, vindo a sucumbir dadas estas condições.

MAIA DE ANDRADE (1972) sugere, em mapeamento realizado na base da Formação Pedra-de-Fogo, área fonte com relevo suave drenada por rios de grande capacidade. Faz opção por

uma origem marinha de águas rasas, "em virtude da grande constância litológica de suas camadas basais, e a presença de sílex oolítico, apesar da não existência de fósseis marinhos".

MESNER e WOOLDRIDGE (1964), com base em invasões marinhas responsáveis pela deposição do membro superior da Formação Piauí, sugerem que alguns estratos da parte inferior da Formação Pedra-de-Fogo podem ser marinhas, mas que a maior parte da Formação seja de origem continental e de mar remanescente, com freqüentes ciclos evaporíticos e deposição eólica e fluvial.

A grande similaridade, tanto no que diz respeito aos aspectos geológicos como na associação fossilífera, sugere uma conexão entre as bacias do Paraná e Parnaíba por mares epicontinentais ainda no Permiano inferior.

V.4. ORIGEM, EVOLUÇÃO E IDADE

Uma das características marcantes da faúna do Membro Taquaral da Formação Irati em correlação à faúna da Formação Pedra-de-Fogo é incluir espécies e mesmo gêneros que são assinalados nestes estratos, o que conduz a admitir um caráter efetivamente endêmico para as mesmas. Constituíram assim uma província ictiológica especial do hemisfério sul.

Ao se analisar a cronologia dessas faunas, com base no material paleoictiológico estudado, considerar-se-á em primeira instância a posição que os grupos de peixes ali assinalados ocupam no cenário evolutivo e filogenético.

Os Chondrichthyes têm sido usados nas interpretações de ordem estratigráfica pelo fato de terem sido mais abundantes que outros vertebrados, apresentarem ampla distribuição geográfica e terem evoluído de certa forma rápida, de maneira que muitos grupos surgiram e desapareceram em tempo geológico relativamente curto.

Os Chondrichthyes fizeram seu aparecimento no Devoniano no médio. As primeiras formas foram marinhas. As mais primitivas e ancestrais dos demais grupos - Cladoselachida e Ctenacanthida tiveram grande expansão nos mares paleozóicos. Os Ctenacanthida distribuem-se estratigraficamente do Mesodevoniano ao Eopermiano na América do Norte e Mesodevoniano ao Neopermiano na Europa. Foram particularmente abundantes durante os períodos Mississípiano e Pensilvaniano (DORR & MOSER, 1964). Os Cladoselachida incluem os bem conhecidos peixes *Cladoselache* do Neodevoniano (DEAN, 1909; HARRIS, 1938 in MOY-THOMAS, 1971).

Os descendentes indiretos desse grupos - os Xenacanthidae - adaptaram-se a uma vida bentônica, em água doce (DOLLO, 1906; apud DORR, 1964) tanto no hemisfério norte como no hemisfério sul. Distribuem-se estratigraficamente do Neodevoniano ao Eopermiano na América do Norte e Mississípiano e Pensilvaniano da Europa; poucas formas persistiram até o Triássico, especialmente na Austrália (ROMER, 1964). Foram muito comuns no Carbonífero e Permiano (MOY-THOMAS, 1971).

Os Bradyodonti iniciaram sua evolução no Neodevoniano com os Cochliodontidae. No início do Carbonífero com excessão das Famílias Helicoprionidae e Edestidae, todas as famílias conhecidas de Bradyodonti já estavam estabelecidas. As famílias *op. cit.* marcam presença somente no Carbonífero médio. O grupo teve maior expansão no Mississípiano e no fim do Permiano a maioria encontrava-se extinta, excessão feita aos Helicoprionidae que chegaram a ultrapassar o Permiano se extinguindo no Triássico inferior. Foram abundantes no Carbonífero (ROMER, 1964).

O período Carbonífero marcou, portanto, o clímax dos Chondrichthyes em todo o mundo.

Em consideração às formas descritas no Membro Taquaral da Formação Irati e na Formação Pedra-de-Fogo, verifica-se que os grupos a que pertencem (Ctenacanthidae, Xenacanthidae e Petalodontidae) são grupos de maior ocorrência no Carbonífero. Poucas formas foram descritas no Eopermiano. Os

Petalodontidae, cujos restos fósseis são os mais frequentes na assembléia fóssil da base do Membro Taquaral, incluem uma dezena de gêneros, dos quais apenas três são conhecidos no Permiano (ROMER, 1964).

A fãunula da Formação Pedra-de-Fogo inclui ainda três formas de Osteichthyes que foram assinaladas no Eopermiano do Texas: *Gnathorhiza serrata* (Cope), *Proceratodus favosus* (Cope) e *Spermatodus* sp.

Não fosse a presença destas espécies possível seria se admitir que a fãunula desta Formação tivesse idade carbonífera, visto ser uma particularidade geral das faunas aquáticas do Carbonífero incluir sempre grande diversidade de Chondrichthyes, mais do que as faunas do Permiano. Considerando a fãunula da Formação Pedra-de-Fogo, e por extensão do Membro Taquaral, permiana, levando-se em consideração a grande expansão evolutiva dos Chondrichthyes, esta melhor se situaria no Eopermiano.

PRICE (1948) sugere idade eopermiana à Formação Pedra-de-Fogo com base na presença do anfíbio labirintodonte *Prosalambus* "possivelmente equivalente à Formação Wichita do Texas".

Estudos palinológicos realizados por MÜLLER (1962; apud MAIA ANDRADE, 1972) também sugerem idade eopermiana à parte inferior da formação.

A presença de troncos silicificados de *Psaronius brasiliensis*, e ilustrados por BOUREAU (*In* Traité de Paléobotanique, Tomo IV, pág. 192, 1970) procedentes da Formação Pedra-de-Fogo, Estado do Piauí, autorizou o autor a situar a referida formação na base do Sakmariiano (Permiano inferior).

MESNER e WOOLDRIDGE (1964) também preferem situar a Formação Pedra-de-Fogo no Eopermiano.

FÚLFARO (1970) admite o Membro Taquaral como sendo de idade eopermiana com base nos trabalhos de ALMEIDA e BARBOSA (1953).

Em suma, vários autores, com base em diferentes grupos fósseis, coincidem em opinar quanto à colocação das camadas inferiores da Formação Pedra-de-Fogo no Eopermiano. A presença de três diferentes grupos de Chondrichthyes, cujo apogeu tenha se processado no Carbonífero, reforça a suposição quanto ao enquadramento em tal idade. E, assim sendo, por extensão, a assembléia fóssil, idêntica, encontrada na base do Membro Taquaral da Formação Irati, no Estado de São Paulo, conduz a interpretá-la, entre evidências outras, como sendo da mesma idade atribuída à Formação Pedra-de-Fogo, ou seja: eopermiana.

VI. RESUMO E CONCLUSÕES

Conhecendo-se parte da paleoictiofauna da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo, aventou-se a hipótese de ocorrência de restos de uma faunula precursora em níveis estratigráficos inferiores.

Foi enfocado o Membro Taquaral da Formação Irati por se constituir no pacote de rochas mais inferior do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo.

Uma rica assembléia fóssil, representada principalmente por dentes, escamas e mais raramente espinhos de nadadeiras de peixes primitivos, foi localizada na base do Membro Taquaral em algumas localidades em que este se mostra aflorante.

O material fóssil é constituído por dentes de Chondrichthyes e Osteichthyes; escamas de Osteichthyes (principalmente de Chondrostei); espinhos de nadadeira de Chondrichthyes (Ctenacanthidae); coprólitos; dentes ainda não perfeitamente determinados os quais presume-se terem pertencidos a Crossopterygii ou Anthracosauria (anfíbio).

O estudo dos Chondrichthyes foi evidenciado em primeiro lugar visto serem mais significativos na associação como

também por possibilitarem melhores informações na reconstituição do paleoambiente, na idade geológica, correlação estratigráfica e paleogeográfica.

Duas localidades no Estado de São Paulo foram selecionadas para coleta de material e estudo. A primeira no cruzamento da rodovia SP-127, km 182 + 650m com a FEPASA, km 182. Este afloramento situa-se no distrito de Morro do Alto, município de Itapetininga. Os fósseis, neste local, encontraram-se preservados em uma lâmina de matriz lamítica de 1cm ou pouco mais de espessura.

A segunda situa-se na altura do km 8,5 da mesma rodovia, às margens esquerda do ribeirão de Assistência, distrito de Assistência, município de Rio Claro. Os fósseis distribuem-se principalmente num leito de conglomerado silicítico de aproximadamente 50cm de potência embora mais raramente poderão ser encontrados no arenito lamítico que imediatamente se subpõe a este nível.

A medida que novos achados iam se sucedendo eram devidamente comparados com material fossilífero, que foi se mostrando similar, coletado por ODORICO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE e LLEWELYN IVOR PRICE, respectivamente em 1945 e 1948, procedente da Formação Pedra-de-Fogo (bacia do Parnaíba), aflorante a aproximadamente 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia Pastos Bons-Nova Iorque, Estado do Maranhão. Este material pertence às coleções do D.G.M.-D.N.P.M. (Rio de Janeiro) e submetido aos cuidados de RUBENS DA SILVA SANTOS que gentilmente colocou à disposição para o estudo comparativo.

A hipótese de se correlacionar estratigraficamente a base do Membro Taquaral da Formação Irati, bacia do Paraná, Estado de São Paulo - baseando-se na paleoictiofauna - com o nível estratigráfico aflorante da Formação Pedra-de-Fogo em Pastos Bons, Bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão, foi, à medida que os estudos avançaram, se tornando cada vez mais evidente.

Três espécies de Chondrichthyes que ocorrem nos depósitos

sitos neopaleozóicos da bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão, são pela primeira vez assinalados na bacia do Paraná, Estado de São Paulo:

Taquaranthus albuquerquei (SILVA SANTOS, 1946) sin.: *Pleuracanthus albuquerquei*, SILVA SANTOS, 1946. Pertence à Família Xenacanthidae. Foram tubarões primitivos de água doce. O posicionamento sistemático foi baseado em dentes isolados.

Ctenacanthus maranhensis SILVA SANTOS, 1946. Pertence à Família Ctenacanthidae. Foram tubarões predominantemente marinhos. A espécie descrita foi baseada em espinhos isolados que guarneciam as nadadeiras dorsais.

Itapyrodus punctatus SILVA SANTOS, 1978. Holocephali da Família Patelodontidae. Foram peixes cartilaginosos primitivos, semelhantes às raias atuais, portadores de uma dentição especializada em alimentos duros, como moluscos, brachiópodos entre outros. Os dentes apresentam formas variadas de acordo com a posição que ocupavam na dentição.

Com base nas características litológicas observadas nos afloramentos e no hábito de vida desses primitivos seláquios, o ambiente mais condizente com essa situação deveria ter sido marinho costeiro, com forte influência continental, evoluindo para um ambiente lagunar, eufímico, separado do corpo nerítico por cordões de barreira edificadas por correntes marinhas em material oriundo do continente.

Com referência à associação de Chondrichthyes e Osteichthyes uma nova idade - Eopérmiano - é atribuída à base do Membro Taquaraí da Formação Irati em correlação com o nível que ocorre a mesma associação na Formação Pedra-de-Fogo do Estado do Maranhão.

A semelhança da associação fossilífera, em nível de espécie, na Bacia do Paraná e Bacia do Maranhão, sugere uma possível ligação entre estas duas bacias intracratônicas por mares epicontinentais persistentes ainda no tempo de soterramento dos restos de peixes aqui estudados.

VII. BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, G.A. - Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. *An. do XXV Congr. Bras. Geol.* São Paulo, 3 : 113-122, 1971.
- ALBUQUERQUE, O.R. - Contribuição para a geologia do meio-norte, especialmente Piauí e Maranhão. *Esc. Nac. Min. e Met. da Univ. do Brasil*. 49p., 1946.
- ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. - Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Rio de Janeiro. *Bol. Div. Geol. Min. - D.N.P.M.*, 143 : 96p., 1953.
- AMARAL, S.E. - Geologia e petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. *Bol. Inst. Geoc. Astron.* 2 : 81p., 1971.
- ANDRADE, M.T.D. & NORONHA, D.P. - Técnica da pesquisa bibliográfica. 3ª ed. São Paulo, Biblioteca da Fac. de Saúde de Publ. da U.S.P., 1972, 41p.
- ANDRADE, S.M. & SOARES, P.C. - Geologia do Centro-Leste do Estado de São Paulo. *Petrobrás, Desul*, relatório nº 407 (inédito) 1971.

- BARBOSA, O. & ALMEIDA, F.F.M. - A Série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo. Rio de Janeiro. *Bol. Div. Geol. Min. - D.N.P.M.*, Notas preliminares, 1949.
- BARBOSA, O. & GOMES, F.A. - Pesquisa de petróleo na bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo. *D.G.M.-D.N.P.M.* 171 : 1-40, 1958.
- BEURLIN, K. - Horizontes fossilíferos das camadas Serra Alta do Paraná. *Bol. Div. Geol. Min. - D.N.P.M.*, 152 : 1-30, 1954.
- BEURLIN, K. - As Formações gondwânicas do sul do Estado do Paraná. *Bol. Div. Geol. Min. - D.N.P.M.*, 153, 1955.
- BOUREAU, E. - Filicophyta. *In*: *Traité de Paléobotanique*, t. IV, fasc. I, Paris, Masson et Cie Éditeurs, 1970, p.192.
- CASTER, K.E. - Stratigraphic and paleontologic data relevant to the problem of Afro-America ligation... *Bol. Am. Mus. Nat. Hist.*, 99 : 105-152, 1952.
- COLLON, A. - Le petrole dans les environs du Mont Bofete et de Porto Martins, dans l'Etat de São Paulo. *In*: MEZZALIERA, S. Contribuição ao conhecimento de geologia de sub-superfície e da paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. *An. Acad. Bras. Ciê.*, 43 (supl.): 273-336, 1971.
- COPE, E.D. - The Carboniferous Genus *Stereosternum*. *Amer. Natur. Philadelphia*, 21 : 1109, 1887.
- CORDEIRO, C.A. - Normas para a feitura de teses. *Bol. Tec. Cient. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz"*, 17 : 1-40, 1963.
- DORR JR., J.A. - A Pleuracanth shark spine from the Early Pennsylvanian, Saginaw Formation, of Michigan. *Michigan Acad. of Science, Arts and Letters*. 42 : 99-104, 1957.
- DORR JR., J.A. & MOSER, F. - Ctenacanth Sharks from the mid

- Mississippian of Michigan. *Michigan Acad. of Science, Arts and Letters*. 49 : 105-113, 1964.

DUNKLE, D.H. & SCHAEFFER, B. - Preliminary Description of a Paleoniscoid Fish from the late Paleozoic of Brazil. *Fac. Fil. Ciê. Letr., U.S.P.*, 193 (13) : 1-19, 1956.

FROES DE ABREU, S. - O Irati e suas relações com o problema do petróleo. Rio de Janeiro. *Mín. e Met.* 10 (60) : 267-279, 1946.

FÜLFARO, V.J. - Contribuição à Geologia da região de Angatuba; Estado de São Paulo. *D.G.M.-D.N.P.M.*, 253; 1-83, 1970.

GONZAGA CAMPOS, L.F. - Relatório apresentado a ORVILLE DERBY. *In*: Relatório apresentado ao Sr. VISCONDE DE PARNAHYBA, pela Comis. Geogr. Geol. por O.A.DERBY, 1887, São Paulo, 1888, p. 19-23.

LANDIM, P.M.B. - Deformações por compactação em sedimentos da Formação Irati. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 14 : 53-59, 1965.

LANDIM, P.M.B. - O grupo Passa Dois (P) na bacia do rio Corumbataí (SP). *D.G.M.-D.N.P.M.* 252 : 1-103, 1970.

MAIA DE ANDRADE, S. - Geologia do Sudeste de Itacajã, Bacia do Parnaíba (Estado de Goiás). *Tese de doutoramento apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, U.S.P.*, 1972.

MALAMPHY, M.C. & OPPENHEIM, V. - Sobre a tectônica da área de São Pedro-Xarqueada. *Fom. Prod. Mín. - D.N.P.M. - Rio de Janeiro*, 7 (avulso) 12p., 1936.

MENDES, J.C. - A Formação Corumbataí na região do rio Corumbataí (Estratigrafia e descrição dos lamelibrânquios). São Paulo. *Bol. Fac. Fil. Ciê. Letr.*, 145 (8) : 1-119, 1952.

MENDES, J.C. - Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Bol. Fac. Fil. Ciê. Letr. - U. S.P.*, 175 (10) : 1-119, 1954.

MENDES, J.C. - Algumas considerações sobre a estratigrafia da bacia do Paraná. *Bol. Paranaense Geogr.* 4 e 5 : 3-33, 1961.

MENDES, J.C. - Novos aspectos da estratigrafia das camadas eogonwânicas da bacia do Paraná. *Eng. Min. Met.* 38 (226): 189-192, 1963.

MENDES, J.C.; FÜLFARO, V.J.; AMARAL, S.E.; LANDIM, P.M.B. - A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas. *Soc. Bras. Geol.* 15 (3) : 23-43, 1966.

MENDES, J.C. - The Passa Dois Group. *In: Problems in Brazilian Gondwana Geology. Int. Symp. on the Gondwana Strat. and Paleont., Cons. Nac. Pesq., Curitiba, 1-166*, 1967.

MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. - Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous Coastal Basins, North Brasil. *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, 48 (9) : 1475-1512, 1964.

MEZZALIRA, S. - Ocorrências fossilíferas novas da Série Passa Dois na região de Limeira-Rio Claro-Piracicaba. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 6 (2) : 37-58, 1957.

MEZZALIRA, S. - Nota preliminar sobre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no período 1958-1959. *Inst. Geogr. Geol. (Notas Prévias)* 2 : 1-7, 1959.

MEZZALIRA, S. - Grupo Estrada Nova. *In: _____ Geologia do Estado de São Paulo. Inst. Geogr. Geol.* 41 : 63-84, 1964.

MEZZALIRA, S. - Descrição geológica e geográfica das folhas de Piracicaba e São Carlos, SP. *Inst. Geogr. Geol.* 43 : 1-41, 1965.

MEZZALIRA, S. - Os fósseis do Estado de São Paulo. *Inst. Geogr. Geol.* 45 : 1-132, 1966.

MEZZALIRA, S. - Geologia de sub-superfície na região de Charqueada. SP. *Inst. Geogr. Geol.* 20 : 65-72, 1968.

MEZZALIRA, S. - Contribuição ao conhecimento da geologia de sub-superfície e da paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. *An. Acad. Bras. Ciê.* 43 (supl.):273-336, 1971.

MOY-THOMAS, J.A. - The early evolution and relationships of the elasmobranchs. *Biol. Rev.*, 14 : 1-26, 1939.

MOY-THOMAS, J.A. - Palaeozoic Fishes. 2^a ed. Revised by MILES, R.S., Philadelphia. Toronto, W.B. Saunders Co., 1971, 259p.

OLIVEIRA, F.P. - Reconhecimento geológico do vale do rio Paranapanema. *Bol. Com. Geogr. Geol.* 2, 1889. *Transch. Inst. Geogr. Geol.* 8 (3) : 219-241, 1950.

OLIVEIRA, E.P. - História da pesquisa de petróleo no Brasil. *Mín. Agríc.*, 15, 1-208, 1940.

ORLOV, Y.A. - Fundamentals of Paleontology. Trad. Israel Program for Scientific Translations. (Original: russo). 11, 1967.

PACHECO, J. - Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre o meridiano 49, rio Itararé e os paralelos 23°34' e 24°38'. *In: Relatório da Com. Geogr. Geol. Transch. Bol. Inst. Geogr. Geol.*, 11 (3-4) : 296-303, 1927.

PETRI, S. - Grupo Tubarão. *In: Geologia do Estado de São Paulo. Inst. Geogr. Geol.* 41 : 56-84, 1964.

PEYER, B. - Comparative odontology. Translated and Edited by ZANGERL, R., Chicago and London. The University of Chicago Press, 1968. 347p.

- PRICE, L.I. - Uma anfíbio labirintodonte da Formação Pedra-de-Fogo, Estado do Maranhão. *Div. Geol. Min.*, 124 : 32, 1948.
- PUTZER, H. - Geologia da Folha de Tubarão, Estado de Santa Catarina. *Div. Fom. Prod. Min. - D.N.P.M.*, 96, 1-94, 1955.
- RICH, J.L. - Problems in Brazilian Geology and geomorphology suggested by reconnaissance in summer of 1951. São Paulo. *Fac. Fil. Ciê. Letr. - U.S.P.*, 146 (9) : 1-80, 1953.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - The Tubarão Group in the Brazilian portion of Paraná Basin. *In: J.J.BIGARELLA et al.*, ed. - *Problems in Brazilian Gondwana Geology*, Curitiba: 10-27, 1967.
- ROCHA-CAMPOS, A.C. - Late Paleozoic Geology of Northern Paraná Basin. *In: International Symposium on the Carboniferous and Permian Systems in South America (Excursion Guide-Book)*, ed. - *Acad. Bras. Ciê. & Inst. Geoc. U.S.P.*, São Paulo, p. 36, 1972.
- ROMER, A.S. - Vertebrate Paleontology, 2^a ed. *Univ. Chicago Press*, 1964, 687p.
- SCHAEFFER, B. - The role of experimentation in the origin of higher levels of organization. *Syst. Zool.*, 14 : 318-336, 1965.
- SCHAEFFER, B. Comments on elasmobranch evolution. *In: GILBERT, P.W. et al.*, ed. - *Sharks, skates and rays*. Baltimore, John Hopkins Press, p. 3, 1967.
- SILVA SANTOS, R. - Duas novas formas de Elasmobrânquios do Paleozóico do Meio Norte, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciê.*, 28 (4) : 281-285, 1946.
- SILVA SANTOS, R. - Um *Ctenacanthus* do Gondwana brasileiro. *An. Acad. Bras. Ciê.* 19 (3) : 247-251, 1947.

SILVA SANTOS, R. - Paleoiictiofauna da Formação Pedra-de-Fogo - Chondrichthyes (inédito), 1978.

SOARES, P.C. - O limite glacial/pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. *An. Acad. Bras. Ciê.*, 44 (supl.): 333-342, 1972.

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P.R.M. - Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. *An. XXVII Congr. Bras. Geol.*, Aracaju (SE) 1: 209-228, 1973.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. - Aspectos regionais da estratigrafia da bacia do Paraná no seu flanco nordeste. *An. XXVII Congr. Bras. Geol.*, Aracaju (SE) 1: 243-256, 1973.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, F.T.; FIORI, A.P. - Estudo geológico da parte superior do Sub-Grupo Itararé e Formação Tatuí. (Região de Tietê): *Convênio CNEN-FFCL, Rio Claro, Relatório inédito*, 27p., 14 fig., 1975.

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

WASHBURNE, C.W. - Petroleum geology of state of São Paulo. São Paulo. *Comis. Geogr. Geol.*, 22 : 272, 1930.

WHITE, D. - Report on the Flora of Coal Measures of Brazil. *Relat. Com. Est. das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*, 3 : 337-617, 1908.

WÜRDIG-MACIEL, N.L. - Ichtiodontes e Ichtiodorulitos (Pisces) da Formação Estrada Nova e sua aplicação na estratigrafia do Grupo Passa Dois. *Pesquisas - Univ. Fed. R.G.S.*, 5 : 1-165, 1975.

ESTAMPA I

E S T A M P A I

Aprox. X 8,2

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

Km 182 + 650m rodovia SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP)

RC 1-P, dente da região anterior da dentição

1. Vista labial
2. Vista lingual
3. Vista basal
4. Vista lâtero-mesial
5. Vista lâtero-distal

ESTAMPA II

E S T A M P A II

Aprox. X 8,6

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois.

Km 8,5 rodovia SP-127, Assistência, Rio Claro (SP).

RC 6-P, dente da região anterior da dentição

1. Vista labial
2. Vista lingual
3. Vista basal
4. Vista lâtero-mesial
5. Vista lâtero-distal

1

2

3

4

5

1 cm

ESTAMPA III

E S T A M P A III

Aprox. X 6,6

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

Formação Pedra-de-Fogo

6km ao sul de Pastos Bons, Estado do Maranhão

443-P, D.G.M.-D.N.P.M., dente da região pr^o
xima à sínfise mandibular (Seg. Silva San-
tos, 1946)

1. Vista labial
2. Vista lingual
3. Vista basal
4. Vista lâtero-distal
5. Vista lâtero-mesial

ESTAMPA IV

E S T A M P A IV.

Aprox. X-7,5

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

Formação Pedra-de-Fogo

6km ao sul de Pastos Bons, Estado do Maranhão

442-P, D.G.M.-D.N.P.M. (HOLÓTIPO): dente
da região posterior da mandíbula (Seg. Sil
va Santos, 1946).

1. Vista labial
2. Vista lingual
3. Vista basal
4. Vista lâtero-distal
5. Vista lâtero-mesial

ESTAMPA V

E S T A M P A V

Aprox. X 8

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

Km 8,5 rodovia SP-127, Assistência, Rio Claro (SP)

RC 16-P, dente posterior

1. Vista labial
2. Vista lingual
3. Vista basal
4. Vista lâtero-distal
5. Vista lâtero-mesial

1

2

3

4

5

1 cm

ESTAMPA VI

E S T A M P A VI

Aprox. X 7,5

Itapyrodus punctatus Silva Santos, 1978

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

Km 182 + 650, rodovia SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP)

RC 33-P: dente anterior

1. Vista da face anterior
2. Vista da face posterior
3. Vista lateral
4. Vista basal

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

Km 8,5 rodovia SP-127, Assistência, Rio Claro (SP)

RC 32-P: dente anterior

5. Vista da face anterior
6. Vista da face posterior
7. Vista lateral
8. Vista basal

Formação Pedra-de-Fogo

Vale do riacho Pedra-de-Fogo, Oeste de Lagoa Grande (MA)

1075-P, D.G.M.-D.N.P.M.: dente anterior

9. Vista da face anterior
10. Vista da face posterior
11. Vista lateral
12. Vista basal

ESTAMPA VII

E S T A M P A VII

Aprox. X 7,5

Itaptychodus punctatus Silva Santos, 1978

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

km 182 + 650m rodovia SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP)

RC 36-P: dente mediano

1. Vista da face anterior
2. Vista da face posterior
3. Vista lateral
4. Vista basal

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois

km 8,5 da rodovia SP-127, Assistência, Rio Claro (SP)

RC 29-P: dente mediano

5. Vista da face anterior
6. Vista da face posterior
7. Vista lateral
8. Vista basal

Formação Pedra-de-Fogo

Vale do riacho Pedra-de-Fogo, Oeste de Lagoa Grande (MA)

1076-P, D.G.M.-D.N.P.M.: dente mediano

9. Vista da face anterior
10. Vista da face posterior
11. Vista lateral
12. Vista basal

ESTAMPA VIII

E S T A M P A VIII

Aprox. X 7,5

Itapyrodus punctatus Silva Santos, 1978

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois
km 182 + 650m rodovia SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP)

RC 35-P: dente posterior

1. Vista da face anterior
2. Vista da face posterior
3. Vista lateral
4. Vista basal

Membro Taquaral - Formação Irati - Grupo Passa Dois
km 8,5 rodovia SP-127, Assistência, Rio Claro (SP)

RC 22-P: dente posterior

5. Vista da face anterior
6. Vista da face posterior
7. Vista lateral
8. Vista basal

Formação Pedra-de-Fogo

Vale do riacho Pedra-de-Fogo, Oeste de Lagoa Grande (MA)

1077-P, D.G.M.-D.N.P.M.: dente posterior

9. Vista da face anterior
10. Vista da face posterior
11. Vista lateral
12. Vista basal

ESTAMPA IX

E S T A M P A IX

Aprox. X 1,1

Itapyrodus punctatus Silva Santos, 1978

1. RC 40-P. Conjunto de 68 dentes. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 8,5 da SP-127, Assistência, Rio Claro (SP).
2. RC 39-P. Conjunto de 74 dentes. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 182 + 650m da SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP).

Taquaranthus albuquerquei (Silva Santos, 1946)

3. RC 17-P. Conjunto de 38 dentes com notáveis sinais de desgaste por rolamento prēdeposicional. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 8,5 da SP-127, Assistência, Rio Claro (SP).
4. RC 5-P. Conjunto de 14 dentes, desgastados e/ou quebrados. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 182 + 650m da SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP).

ESTAMPA X

E S T A M P A X

1. RC 12-P. Dente anterior de *Taquaranthus albuquerquei* (Silva Santos, 1946) em matriz psamítica. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 8,5 da SP-127, Assistência, Rio Claro (SP).
2. RC 38-P. Dente anterior de *Itapyrodus punctatus* Silva Santos, 1978 em matriz pelítica enriquecida de cristais secundários de gipsita. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 182 + 650m da SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP).
3. RC 17-P. Dentes de *Taquaranthus albuquerquei* (Silva Santos, 1946) com profundas evidências de desgaste pré-deposicional. A frequência de dentes com tal aspecto é relativamente alta. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 8,5 da SP-127, Assistência, Rio Claro (SP).
4. RC 44-P. Coprólito. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 182 + 650m da SP-127, Morro do Alto, Itapetininga (SP).

1

1cm

2

1cm

3

1cm

4

1cm

ESTAMPA XI

E S T A M P A XI

Ctenacanthus maranhensis Silva Santos, 1946

1. 1071-P, D.G.M.-D.N.P.M. Espinho da primeira nadadeira dorsal. Vista da face lateral. Formação Pedra-de-Fogo. 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia que liga Pastos Bons a Nova Iorque, Estado do Maranhão (X1).
2. 1072-P, D.G.M.-D.N.P.M. Espinho da segunda nadadeira dorsal. Vista da face lateral. Formação Pedra-de-Fogo. 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia que liga Pastos Bons a Nova Iorque, Estado do Maranhão. (X1).
3. Holótipo 448-P, D.G.M.-D.N.P.M. - Fragmento de um espinho de nadadeira. Vista da face lateral. Formação Pedra-de-Fogo. 6km ao sul de Pastos Bons, rodovia Pastos Bons-Nova Iorque, Estado do Maranhão. (Aprox. X 3,2).
4. Holótipo 448-P, D.G.M.-D.N.P.M. - Vista da face posterior do espinho. (Aprox. X 4,2).
5. Holótipo 448-P, D.G.M.-D.N.P.M. - Secção transversal do espinho. (Aprox. X 4,2).

ESTAMPA XII

E S T A M P A XII

Ctenacanthus maranhensis Silva Santos, 1946

RC 21-P

Espinho de uma forma jovem. Suposto ter guarnecido a segunda nadadeira dorsal. Membro Taquaral, Formação Irati. Km 8,5 da rodovia SP-127, distrito de Assistência, município de Rio Claro, Estado de São Paulo.