

**SARCOPTERYGII DO TOPO DA FORMAÇÃO TATUÍ E BASE DA FORMAÇÃO IRATI,
PERMIANO, SÃO PAULO, BRASIL***SARCOPTERYGII FROM THE UPPER MOST TATUÍ FORMATION AND BASE OF THE IRATI
FORMATION, SÃO PAULO, BRAZIL*Artur CHAHUD¹; Setembrino PETRI²

RESUMO: Restos de Sarcopterygii são descritos aqui de duas unidades do Permiano da Bacia do Paraná, Formação Tatuí e Membro Taquaral. O Membro Taquaral, da Formação Irati, recobre sedimentos da Formação Tatuí. Esses fósseis ocorrem em afloramentos do centro-leste do Estado de São Paulo. Escamas de Sarcopterygii Coelacanthimorpha são semelhantes em ambas as unidades. Os Coelacanthimorpha da Formação Tatuí são registrados pela primeira vez. O Membro Taquaral contém, além das escamas, dentes labirintodentes e ossos apendiculares, descritos como possíveis Osteolepimorpha ou tetrápodes.

Palavras-chave: Coelacanthimorpha; Osteolepimorpha; Formação Irati; Formação Tatuí; Permiano; Sarcopterygii.

ABSTRACT: Sarcopterygii remains from the Permian Tatuí Formation and Taquaral Member of the Irati Formation, cropping out at Center-east State of São Paulo, Brazil, are here described. The Taquaral Member lays on the Tatuí Formation. Scales of the Sarcopterygii Coelacanthimorpha found in both units, are very similar each other. The Coelacanthimorpha from Tatuí is here reported for the first time. The Taquaral Member bears, besides the scales, possibly labyrinthodont teeth and appendicular bones either Osteolepimorpha or tetrapods.

Keywords: Coelacanthimorpha; Osteolepimorpha; Irati Formation; Tatuí Formation; Permian; Sarcopterygii.

1 - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental. Rua do Lago, 562. Cidade Universitária 05508900 - São Paulo, SP - Brasil. E-mail: arturchahud@yahoo.com

2 - Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental. Rua do Lago, 562. Cidade Universitária 05508900 - São Paulo, SP - Brasil. Tel. profissional. (11) 3091-4662. E-mail: spetri@usp.br

INTRODUÇÃO

O Neopaleozóico da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, é constituído pelas unidades do Grupo Tubarão, Subgrupo Itararé (base) e Formação Tatuí (topo), e Grupo Passa Dois, formações Irati (base) e Corumbataí (topo).

A formação Corumbataí ocorre no Estado de São Paulo ao norte do Rio Tietê. Ao sul reconhece-se Serra Alta e Teresina (LELLIS, 1970).

A Formação Tatuí é caracterizada por siltitos e arenitos finos bem selecionados, com baixíssima quantidade de fósil, representada por raros microfósseis, lenhos, espículas, crustáceos e Palaeonisciformes, em ocorrências localizadas (FULFARO et al., 1984; SILVA-SANTOS, 1991; MEZZALIRA; MARTINS-NETO, 1992).

Na região centro-leste do estado de São Paulo, em discordância sobre a Formação Ta-tuú, ocorrem sedimentos relativamente grossos, arenitos com grânulos e arenitos conglomeráticos ou conglomerados, pertencentes a base do Membro Taquaral (HACHIRO, 1997; ASSINE et al, 2003; CHAHUD; PETRI, 2008a, b), ricos em ictiofósseis de Chondrichthyes e Osteichthyes (RAGONHA, 1978; CHAHUD, 2007).

Os peixes sarcopterígeos foram os vertebrados que originaram os celacantos, peixes pulmonados e todos os vertebrados terrestres. No Paleozóico foi uma subclasse de grande potencial evolutivo, evidenciado por diversidade de forma e habitat.

Os trabalhos sobre o Neopaleozóico da Bacia do Paraná sempre citaram a presença de escamas e dentes de peixes, sendo que alguns de sarcopterígeos, porém poucos foram os ilustrados.

O objetivo do presente artigo é ilustrar formas de Sarcopterygii ainda não observadas na Formação Tatuí e na base arenosa do Membro Taquaral da Formação Irati, além de

discutir a evolução dos estudos com peixes Sarcopterygii no Neopaleozóico brasileiro.

SARCOPTERYGII DO PALEOZÓICO BRASILEIRO

Os Sarcopterygii são constituídos pelas subclasses Coelacanthimorpha (celacantídeos) Tetrapoda, Rhizodontiformes, Osteolepimorpha, Dipnoi e Porolepimorpha, estas duas últimas podem representar um único grupo (NELSON, 2006). Na Bacia do Paraná foram encontradas apenas três subclasses: Coelacanthimorpha, Dipnoi e Osteolepimorpha.

Escamas de Coelacanthimorpha paleozóicos são encontradas em várias unidades no Brasil, porém poucos foram os trabalhos que as descreveram ou ilustraram. O primeiro a referi-las foi BRYANT (1929) que descreveu uma escama de celacantídeo proveniente de um "tilito" do Subgrupo Itararé do Estado de São Paulo.

A segunda referência no Subgrupo Itararé vem do Estado do Rio Grande do Sul (Fácies Budó) por BARCELLOS (1975) que descreveu diversas formas de escamas considerando-as de mesma espécie.

Escamas de celacantídeos do folhelho síptico-argiloso do Membro Taquaral, foram descritas por CHAHUD (2003) na região de Rio Claro no Estado de São Paulo. RICHTER (1985) descreveu uma escama no topo da Formação Irati do Rio Grande do Sul. WÜRDIG-MACIEL (1975) e MARANHÃO (1995) mencionaram a presença de escamas na Formação Corumbataí, região de Piracicaba, Estado de São Paulo.

As principais ocorrências brasileiras de dipnóicos do Paleozóico brasileiro são da Bacia do Paraná. Placas dentárias são provenientes da Formação Corumbataí do Estado de São Paulo e Formação Rio do Rasto dos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. As famílias Dipnoi identificadas são Ceratodontidae e Gnarthorizidae (TOLEDO; BERTINI, 2005).

SILVA-SANTOS (1990) citou placas dentárias na Formação Pedra do Fogo encontrados em associação com fósseis de Petalodontiformes e Xenacanthiformes do mesmo tipo dos observados na base da Formação Irati (CHAHUD; PETRI, 2008a).

Os Osteolepimorpha são peixes raros em rochas permianas, sendo que as únicas ocorrências brasileiras são possíveis escamas e dentes labirintodontes do Neopaleozóico da Bacia do Paraná (RAGONHA, 1978; CHAHUD, 2003).

Como os Osteolepimorpha e os tetrápodes basais possuíam dentição labirintodonte, torna-se difícil diferenciar os dentes destes grupos. Por exemplo, RAGONHA (1978) não identificou a presença de tetrápodes, mas apenas peixes Osteolepimorpha, ao contrário da opinião de TOLEDO (2001) que colocou todos os dentes labirintodontes da Formação Corumbataí em Tetrapoda. Portanto deve-se considerar a possibilidade da ocorrência de ambos nesta formação, uma vez que ocorrem dentes e ossos de diversos tamanhos, sendo possível considerar os menores, Osteolepimorpha.

MATERIAL E MÉTODOS

A maior parte dos fósseis provém do Sítio Santa Maria na região de Rio Claro (Fig. 1), sempre em camadas sedimentares da base da Formação Irati. A escama da Formação Tatuí provém de um afloramento 6 km a sul. A escolha da área e do intervalo estratigráfico de estudo foi motivada pela abundância de afloramentos fossilíferos e pela disponibilidade de dados geológicos. A região de estudo é bem servida por estradas, na maioria não pavimentada, e tem como acesso as rodovias SP-191, SP-310 e SP-330.

Foram obtidas imagens digitais em um Omega Megascan - ACCU 6000 Scanner, uma máquina fotográfica analógica SONY 3CCD e processadas em um analisador de imagem da LEICA do Laboratório de Petrografia Sedimen-

tar do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP). Foram usados softwares como Corel Draw 12, MGI Photo Suíte para o tratamento de imagens e figuras. Todos os espécimes estão registrados e depositados na coleção fóssil (GP/2E) do Laboratório de Paleontologia Sistemática (LPS) do IGc-USP.

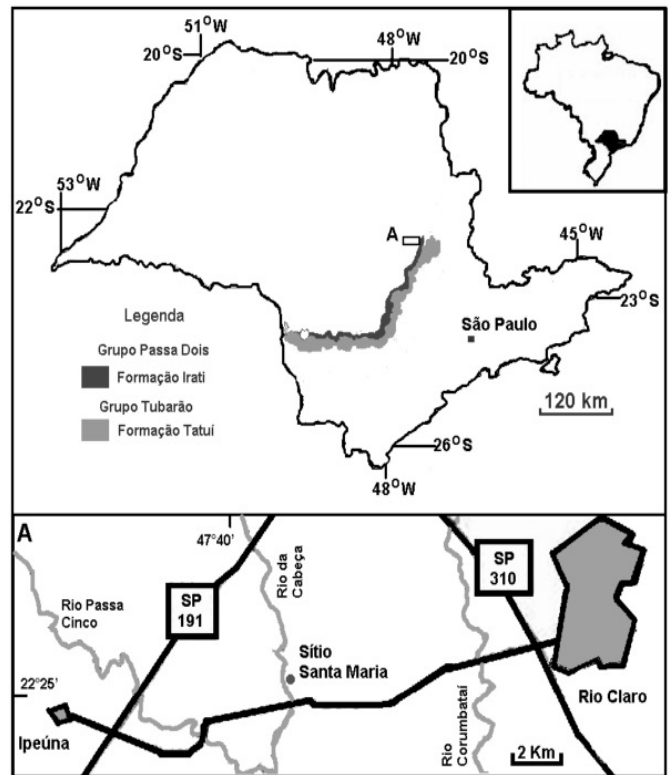


Figura 1: Faixa de afloramentos das formações Tatuí e Irati no Estado de São Paulo (acima) e acesso ao Sítio Santa Maria (abaixo).

Figure 1: Outcrop belt of the Tatuí and Irati Formations in the State of São Paulo (above) and access to the Santa Maria homestead (below).

COELACANTHIMORPHA DAS FORMAÇÕES TATUÍ E IRATI

CLASSE SARCOPTERYGII
SUBCLASSE COELACANTHIMORPHA
ORDEM "Incertae sedis"

Fig. 2

Escama do topo da Formação Tatuí

- **Material:** GP/2E-5965. Escama (Fig. 2A).
- **Localização:** Proveniente do município de Rio Claro, no centro-leste do Estado de São

Paulo, próximo às margens do Rio Passa Cinco, UTM: 23K 228537/7512610.

- **Distribuição estratigráfica:** Arenito fino, Topo da Formação Tatuí.

- **Descrição** - O exemplar, incompleto, foi encontrado em arenito bege muito fino, maciço, bem selecionado. Trata-se da parte distal bem preservada de uma escama com as linhas de crescimento e uma pequena parte da zona de imbricação.

As linhas de crescimento são finas, retas, separadas por pequenos espaços e divergentes nas regiões mais distais da estrutura. Próximo da região de articulação as linhas de crescimento estão unidas e ligeiramente encurvadas. A parte articulatória aparece fragmentada com apenas quatro pequenos fragmentos das costelas.

O comprimento máximo da parte conservada da escama é de 7,3mm e a largura é de aproximadamente 5,0mm. A maior costela da zona de imbricação possui 1,0mm de comprimento. A espessura da escama é muito fina, impossível de ser medida.

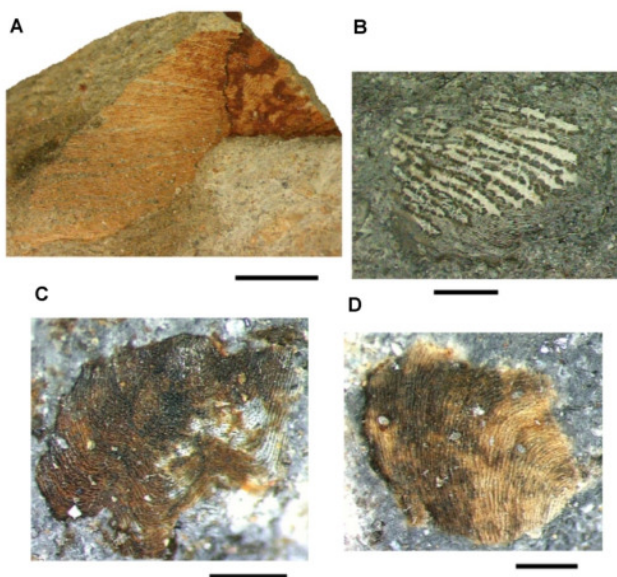


Figura 2: Escamas de Coelacanthimorpha. A) GP/2E-5965, Formação Tatuí, escala 2 mm. B) GP/2E-5966, Membro Taquaral, escala 1mm. C) GP/2E-5967, Membro Taquaral, escala 0,6mm. D) GP/2E-5968, Membro Taquaral, escala 0,6mm.

Figure 2: Coelacanthimorpha scales. A) GP/2E-5965, Tatuí Formation, bar scale 2 mm. B) GP/2E-5966, Taquaral Member, bar scale 1mm. C) GP/2E-5967, Taquaral Member, bar scale 0,6mm. D) GP/2E-5968, Taquaral Member, bar scale 0,6mm.

Escamas da base do Membro Taquaral

- **Material:** GP/2E-5966. Parte proximal de escama (Fig. 2B). GP/2E-5967. Fragmento distal de uma escama (Fig. 2C). GP/2E-5968. Fragmento distal de escama (Fig.2D).

- **Localização:** Provenientes da divisa entre os municípios de Rio Claro e Ipeúna, no centro-leste do Estado de São Paulo. Sítio Santa Maria (UTM: 23K 227055/7517325).

- **Distribuição estratigráfica:** Base arenosa do Membro Taquaral, contato com a Formação Tatuí.

Descrição do Exemplar 1 (GP/2E-5966)

O espécime encontrado é uma escama muito fina, incompleta, de forma irregular, com pouquíssimas linhas de crescimento concêntricas na região livre de articulação e, algumas, dentro da própria zona de imbricação entre as costelas.

A zona articulatória ocupa a maior parte da área da escama e é marcada por costelas longitudinais, curtas e longas, sobrepondo-se em alguns casos até atingirem a margem posterior. Pequenos “dentículos” laterais das costelas que chegam a tocar outras costelas.

O que restou da escama foi praticamente só a zona de imbricação. Por isso, o tamanho é reduzido, com comprimento máximo de 3mm e largura de 2,5mm.

Descrição do Exemplar 2 (GP/2E-5967)

O espécime representa a parte distal de uma escama, onde se observam apenas as linhas de crescimento. São muito finas, concêntricas, sem espaçamento entre elas, porém não circulares. O comprimento máximo do fragmento é de 2,3mm e a largura, 1,8mm.

Descrição do Exemplar 3 (GP/2E-5968)

O espécime é muito parecido com o exemplar 2 e como foram encontrados próximos, provavelmente fazem parte do mesmo indivíduo. Só a parte distal, se conservou ornamentada por linhas de crescimento finas e concêntricas, sem espaçamento. O comprimento máximo do fragmento é de 2,1mm e a largura, 1,8mm.

DISCUSSÃO

A grande semelhança entre as escamas descritas e as de celacantídeos atuais do Oceano Índico (*Latimeria*) justifica sua classificação dentro dos actinístios.

Os exemplares da base do Membro Taquaral e a escama encontrada na Formação Tatuí são muito semelhantes, no formato das linhas de crescimento e na zona articulatória, ao material descrito por BRYANT (1929) e BARCELLOS (1975) provenientes do Subgrupo Itararé, respectivamente, de São Paulo e Rio Grande do Sul.

BARCELLOS (1975) foi quem mais descreveu escamas de actinístios no Brasil. Entre seus exemplares, a zona de imbricação e de tamanhos mais variados ocorrendo formas, com costelas lisas pequenas ou irregulares, lembrando o Exemplar 1 da base do Membro Taquaral.

A parte distal e as linhas de crescimento dos exemplares das duas unidades são morfologicamente idênticas. Contudo, o exemplar 1 da base da Formação irati apresenta zona de imbricação diferenciada dos outros exemplares, com costelas denteadas e linhas de crescimento ainda dentro da zona de imbricação. Esta diferença não representaria, com segurança, diferenciação de espécies, pois seria necessária maior quantidade de exemplares para análise detalhada.

A presença de *Coelacanthimorpha* nas Formações Tatuí e na parte basal do Membro Taquaral, preenche a lacuna que faltava para confirmar a existência deste grupo em todo Neopaleozoico da Bacia do Paraná, do Carbonífero ao fim do Permiano.

OUTROS SARCOPTERYGII DA BASE DO MEMBRO TAQUARAL

- **Material:** dente labirintodonte (?) (GP/2E-6309) e osso de vertebrado não identificado (GP/2E-6457).

Localização: Provenientes da divisa entre os municípios de Rio Claro e Ipeúna, no centro-

leste do Estado de São Paulo. Sítio Santa Maria (UTM: 23K 227055/7517325).

Distribuição estratigráfica: Base arenosa do Membro Taquaral, contato com a Formação Tatuí.

Características gerais: Formas como a encontrada no exemplar GP/2E - 6309 (Fig. 3) geram dúvidas de classificação. O fóssil é nitidamente estriado na parte inferior, possui uma cúspide arredondada indicando forte abrasão. Tem a forma cônica robusta ligeiramente encurvada e com algumas fraturas ou rachaduras superficiais.



Figura 3: Possível dente labirintodonte (GP/2E-6309), escala 2mm.

Figure 3: Possible labyrinthodont tooth (GP/2E-6309), bar scale 2mm.

Pelas características morfológicas como estrias na base e uma cavidade pulpar central difere de paleoniscoides e *Chondrichthyes* e apresentam características semelhantes a dentes de tetrápodes basais e ripidístios (RICHTER et al. 2004), porém como a zona de

inserção com a mandíbula não foi preservada e não foi possível a caracterização do dobramento de dentina, característico de dentes tipo labirintodonte, não foi possível identificá-lo com segurança.

Apesar do fóssil ilustrado GP/2E - 6309 ter sua identificação duvidosa, outros indícios, como a presença de ossos longos ou apendiculares, GP/2E - 6457 (Fig. 4), também foram encontrados e a possibilidade de pequenos tetrápodes ou Osteolepimorpha não deve ser descartada.

em todo o Permiano na Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. Sua primeira aparição foi durante a glaciação do Subgrupo Itararé (Permo-carbonífero) e perdurou até o final da deposição da Formação Corumbataí (Neopermiano).

A morfologia básica das escamas não mudou dos espécimes do Subgrupo Itararé aos da Formação Corumbataí. Apesar disto não é possível a diferenciação de espécies e famílias.

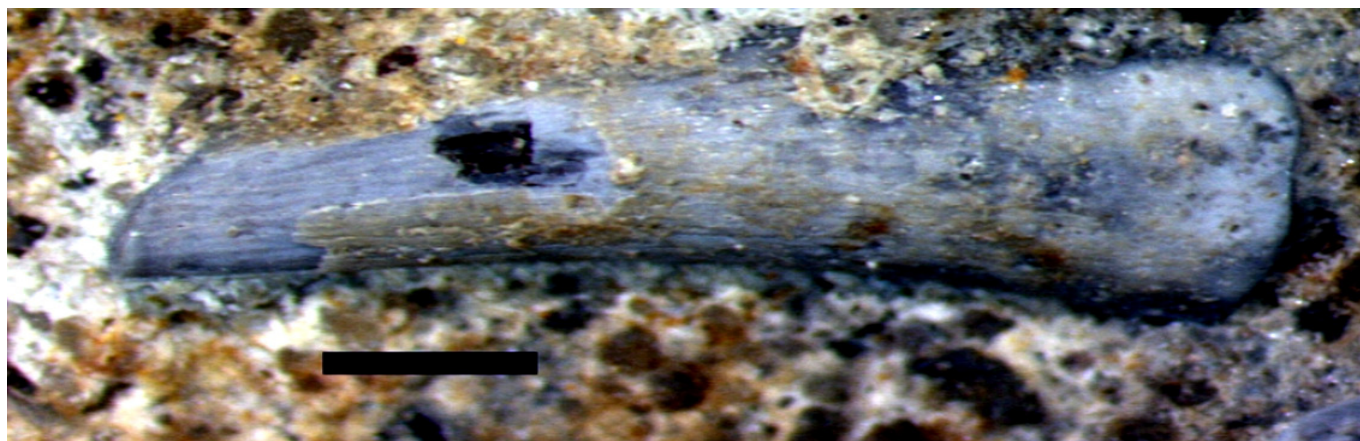


Figura 4: Osso indeterminado de Sarcopterygii (GP/2E-6457), escala 1mm.

Figura 4: Indeterminate bone of Sarcopterygii (GP/2E-6457), bar scale 1mm.

CONCLUSÕES

Os fósseis atribuídos a Sarcopterygii (exceto tetrápodes) no Paleozóico brasileiro são representados por escamas e dentes, sem nenhum exemplar completo ou articulado. As unidades em que ocorrem registros são o Eopermiano da Formação Pedra do Fogo, Bacia do Parnaíba, e o permo-carbonífero da Bacia do Paraná, Subgrupo Itararé e formações Tatuí, Irati e Corumbataí.

Com os Coelacanthimorpha noticia-se aqui o segundo tipo de ictiofóssil da Formação Tatuí, onde até agora eram conhecidos apenas dentes, escamas e fósseis semi-articulados de "Palaeonisciformes" (Silva-Santos, 1991).

As escamas paleozóicas de Coelacanthimorpha ocorrem do fim do Carbonífero e

Outros peixes Sarcopterygii, possíveis Osteolepimorpha, são representados por dentes e partes ósseas, porém sua identificação é incerta como peixes ou tetrápodes basais.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu agradecimento ao Professor Doutor Thomas Rich Fairchild pelo apoio e auxílio dado em vários momentos durante essa pesquisa. Aos proprietários do Sítio Santa Maria no município de Rio Claro, onde foi desenvolvida a pesquisa. Ao Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo que permitiu que os trabalhos fossem realizados em seus laboratórios. Por último um agradecimento especial a FAPESP

(processo 2007/51071-4) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSINE, M.L.; ZACHARIAS, A.A.; PERINOTTO, J.A.J. Paleocorrentes, paleogeografia e seqüências deposicionais da Formação Tatuí, centro-leste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 33. n. 1. p. 33-40. 2003.
- BARCELLOS, M.T. Estudo de escamas e dentes de peixes da Fácies Budó, Sub-grupo Itararé, RGS. **Boletim Paranaense de Geociências**. v. 32. p. 3-65. 1975.
- BRYANT, W.L. Fossil fish remains from the Permian tillite of Brazil. **Bulletin Geological Society American**. New York. v. 40. p. 424-426. 1929.
- CHAHUD, A. **Paleoictiologia do topo da Formação Tatuí e base da Formação Taquaral (Subgrupo Irati), Permiano, Alto Estrutural de Pitanga, região de Rio Claro, SP**. Monografia (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003
- CHAHUD, A. **Paleontologia de Vertebrados da Transição entre os grupos Tubarão e Passa Dois no Centro-Leste do Estado de São Paulo**. 2007. 172f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.
- CHAHUD, A.; PETRI, S. Chondrichthyes no Membro Taquaral, base da Formação Itati, no centro-leste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 21, p. 169-179. 2008a.
- CHAHUD, A.; PETRI, S. Registro de paleoniscóides na base do Membro Taquaral, Formação Irati, Permiano da Bacia do Paraná. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo. v. 29, n. 1/2, no prelo. 2008b.
- FÚLFARO, V.J.; STEVAUX, J.C.; SOUZA-FILHO, E.E.; BARCELOS, J.H. A Formação Tatuí (P) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, 1984. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia. **Anais...**, 1984. v.2. p. 711-723.
- HACHIRO, J. **O Subgrupo Irati (Neopermiano) da Bacia do Paraná**. 1997. 196f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1997.
- LELLIS, H.S. **Contribuição a geologia da região de Pereiras-Cesário Lange-Bofete, Estado de São Paulo**. 1970. 70f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1970.
- MARANHÃO, M.S.A.S. **Fósseis das Formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo: Subsídios ao conhecimento Paleontológico e Bioestratigráfico**. 1995. 2v. 790 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1995.
- MEZZALIRA, S.; MARTINS-NETO, R.G. Novos crustáceos paleozóicos do Estado de São Paulo com descrição de novos taxa. **Acta Geológica Leopoldensia. Estudos Tecnológicos**. São Leopoldo. v. 15. n. 36. p. 49-65. 1992.
- NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 4th ed., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006, 624p.
- RAGONHA, E.W. **Chondrichthyes do Membro Taquaral (Formação Irati) no Estado de São Paulo**. 1978. 65f. Dissertação (Mestrado).

Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1978.

RICHTER, M. Situação da Pesquisa Paleoictiólogica no Paleozóico Brasileiro. In: **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos**. DNPM, Série Geologia. Seção de Paleontologia e Estratigrafia. Brasília. v. 2. n. 27. p.105-110. 1985.

RICHTER, M.; VIANA, M.S.S. & MALABARBA, M.C.S.L. 2004. Agnatos e Peixes. In: CARVALHO. I. S. (Ed.) **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, v.1. p. 733-761.

SILVA SANTOS, R. Paleoictiofáunula da Formação Pedra do Fogo, Nordeste do Brasil: Holocephali – Petalodontidae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 62. n. 4. p. 347-355. 1990.

SILVA SANTOS, R. Palaeonisciformes do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12, 1991. São Paulo. **Resumos...**: IG-USP, v.11. 1991.

TOLEDO, C. E. V. **Análise paleontológica da Formação Corumbataí na Região de Rio Claro, Estado de São Paulo**. 2001. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, Rio Claro. 2001.

TOLEDO, C. E. V. & BERTINI, R, J. Occurrences of the fossil Dipnoiformes in Brazil and its stratigraphic and chronological distributions. **Revista Brasileira de Paleontologia**. v.8. n.1. p. 47-56. 2005.

WÜRDIG-MACIEL, N.L. Ichtiodontes e ichtiodorulitos (Pisces) da Formação Estrada Nova e sua aplicação na estratigrafia do Grupo Passa Dois. **Pesquisas**, v. 5. p. 7-165. 1975.