PALINOESTRATIGRAFIA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA, BACIA DE SÃO PAULO, BRASIL

DANIELI BENTO DOS SANTOS

Programa de Pós-Graduação em Análise Geoambiental, UnG, Praça Tereza Cristina, Guarulhos, 07023-070, SP, Brasil.
danieli_bs@yahoo.com.br

MARIA JUDITE GARCIA, ANTONIO ROBERTO SAAD

Laboratório de Palinologia e Paleobotânica, CEPP, UnG, Praça Tereza Cristina, Guarulhos, 07023-070, SP, Brasil.
mgarcia@ung.br, asaad@prof.ung.br

CARLOS ALBERTO BISTRICHI

PUC, Rua Monte Alegre, 964, São Paulo, 01303-050. *cabistrichi@uol.com.br*

ABSTRACT – ITAQUAQUECETUBA FORMATION PALYNOSTRATIGRAPHY, SÃO PAULO BASIN, BRAZIL. In order to identify the palynofloristic associations and their respective guide-species from the Mine Itaquareia 1 outcropping beds, in Itaquaquecetuba Formation (São Paulo sedimentary basin), 44 samples were analyzed, of which, 42 were collected along 10 columnar section and 2 of them immediately on the crystalline basement. The identification of the palynological associations endorsed the establishment of paleoclimate prevailing at the time of sedimentation, while the determination of the guide species aimed at defining the age of this lithostratigraphical unit. This age is very controversial in the literature, where is referred from the Eocene to the Pleistocene. This study has identified two palynofloristic associations: one Late Eocene and the other Early Oligocene. The first one is characterized by great diversity in palynoflora, especially, angiosperms, while the second, on the last three samples from the top of the section showed a reduction in biodiversity of flowering plants and increased amount of gymnosperms, especially, *Dacrydiumites florinii*. The Late Eocene palynofloristic associations suggested a subtropical to tropical moist paleoclimatic conditions, while the reduction of biodiversity and the expansion of gymnosperms, which occurs in the samples of the upper portion of the section, Early Oligocene in age, are evidence of colder weather in this period.

Key words: Paleogene, paleopalynology, Itaquaquecetuba Formation, Brazil.

RESUMO – Com o objetivo de identificar as associações palinoflorísticas e as respectivas espécies-guias nas camadas da Formação Itaquaquecetuba, bacia sedimentar de São Paulo, aflorantes na Mineradora Itaquareia 1, analisaram-se 44 amostras, das quais 42 foram coletadas ao longo de 10 seções colunares e 2 diretamente sobre o embasamento cristalino. A identificação das associações palinológicas visou o estabelecimento do paleoclima reinante à época da sedimentação, enquanto a determinação das espécies-guias teve como objetivo definir a idade dessa unidade litoestratigráfica, uma vez que é muito controversa na literatura, onde é referida desde o Eoceno até o Pleistoceno. Neste trabalho foram identificadas duas associações palinoflorísticas: uma do Neoeoceno e outra do Eo-Oligoceno. A primeira é caracterizada por grande diversidade na palinoflora, especialmente, angiospermas; enquanto a segunda, relativa às três últimas amostras do topo da seção, mostrou redução na biodiversidade de angiospermas e aumento na quantidade de gimnospermas, em especial, *Dacrydiumites florinii*. A associação palinológica do Neoeoceno evidenciou que a palinoflora presente corresponde a condições paleoclimáticas subtropicais a tropicais úmidas; enquanto a redução da biodiversidade e a expansão das gimnospermas, que ocorre nas amostras do Eo-Oligoceno, são evidências de condições climáticas mais frias neste período.

Palavras-chave: Paleógeno, palinoestratigrafia, Formação Itaquaquecetuba, Brasil.

INTRODUÇÃO

A Formação Itaquaquecetuba integra a bacia de São Paulo, que faz parte de um sistema de bacias tafrogênicas denominadas por Almeida (1976) “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar”, e, posteriormente, de “*Rift* Continental do Sudeste do Brasil - RCSB” por Riccomini (1989). Essa unidade tem sido objeto de estudos de muitos pesquisadores tanto sob o ponto de vista litoestratigráfico, sedimentológico e tectônico, quanto paleontológico. Suguio (1971) e Bigarella

(1971) dataram troncos fósseis, pelo método ^{14}C e obtiveram idades situadas acima do limite máximo de aplicabilidade desse método (40 ka). Trabalhos de cunho palinológico foram realizados por Melo *et al.* (1985, 1986), Lima *et al.* (1991), Yamamoto (1995), Santos (2005) e Santos *et al.* (2006 a,b); embora as interpretações sejam discordantes, os autores propuseram idades que variam do Mesoeoceno ao Eomioceno.

Riccomini (1989) considerou a idade da Formação Itaquaquecetuba como neógena, com base em argumentos

palinológicos, sedimentológicos e tectônicos. Riccomini *et al.* (2004) fizeram uma revisão e atribuíram idade eomiocena para esta unidade com base nos estudos paleopalínológicos de Yamamoto (1995). Riccomini (1989) e Riccomini *et al.* (2004) consideraram que as idades mais antigas, obtidas por outros autores, são provenientes de megaclastos de siltitos arenosos e de folhelhos, ricos em micro- e megarrestos vegetais, retrabalhados de antigos depósitos da Formação São Paulo e/ou de bacias mais antigas e completamente erodidas, assim as amostras utilizadas para as análises paleopalínológicas seriam provenientes desses níveis, portanto de origem extraclástica. Essa problemática também foi abordada por Fittipaldi (1990) e Lima *et al.* (1991).

Embora diversos estudos paleopalínológicos já tenham sido desenvolvidos na Formação Itaquaquetuba, nenhum deles apresentou as seções com a localização das amostras analisadas.

No presente trabalho foi realizada uma amostragem detalhada ao longo de seções na área da Mineração Itaquareia 1. Os

resultados obtidos forneceram novos dados quanto à idade da Formação Itaquaquetuba, bem como trouxeram subsídios para novas interpretações palinoflorísticas e paleoclimáticas.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se na margem direita do Rio Tietê ($23^{\circ}28'30,99''S/46^{\circ}20'07,05''O$), no município de Itaquaquetuba, aproximadamente 35 km ao E-NE da cidade de São Paulo (Figura 1). O acesso a área pode ser realizado pela Rodovia Ayrton Senna da Silva (SP070). Os perfis foram realizados na área da Mineradora Itaquareia 1, Porto Antero 1 e fazem parte da sequência sedimentar da Formação Itaquaquetuba.

A Formação Itaquaquetuba é uma unidade da bacia de São Paulo. Seus depósitos exibem espessos pacotes de arenitos e conglomerados, com estratificações cruzadas acanaladas e planares e lentes argilosas; a análise mineralógica dos sedimentos sugere sua proveniência direta

Figura 1. Mapa de localização da área estudada (modificado de Lima *et al.*, 1991).

Figure 1. Location map of the study area (modified from Lima *et al.*, 1991).

das rochas do embasamento, condições de curto transporte e proximidade da área-fonte (Coimbra *et al.*, 1983). Seus depósitos atingem na região de Itaquaquecetuba, cerca de 50 m de espessura e são frequentemente capeados por sedimentos quaternários (Melo *et al.*, 1985).

Inicialmente, Coimbra *et al.* (1983) consideraram a área-tipo da Formação Itaquaquecetuba como o resultado de depósitos marginais dentro de um sistema fluvial anastomosado. Posteriormente, Melo *et al.* (1986) incluíram os mesmos depósitos descritos por Coimbra *et al.* (1983) dentro da fácies de planície de sistema fluvial entrelaçado (*braided*).

Recentemente, Zanão *et al.* (2006) propuseram para os sedimentos depositados na área da Mineradora Itaquareia 1, um sistema deposicional de leques aluviais e reconheceram fácies fluviais meandantes associadas a canais do tipo *ribbon*. Esse canal é fixo e estreito com razão largura/profundidade menor que 15. De acordo com os autores, canais do tipo *ribbon* formam-se quando há soerguimento da área fonte e, normalmente, encontram-se associados a leques aluviais.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras aqui analisadas são provenientes da Mineradora Itaquareia 1 (que atualmente engloba, também, os portos 2 e 3), situada no município de Itaquaquecetuba, São Paulo, onde afloram os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba.

Dez seções estratigráficas que distam, aproximadamente, 20 m entre si, com altura média de 40 m foram levantadas e analisadas por Zanão *et al.* (2006). Ao longo dessas seções foram coletadas 55 amostras, mais 11 amostras em duas seções, com 4 e 6 m de espessura, respectivamente, levantadas abaixo das seções reconhecidas pelos autores, e duas amostras logo acima do embasamento Pré-Cambriano, totalizando 68 amostras (Figura 2).

A posição estratigráfica das amostras é apresentada nas Figuras 2 e 3, onde se verifica que a maioria delas está posicionada nos níveis pelíticos, apenas as amostras IQ13 e IQ14 (perfil 1), IQ3a (perfil 4) e IQ23 (perfil 9), constam de pequenos intraclastos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica e localizados nos *sets* das estratificações cruzadas, algumas vezes associados a lenhos carbonificados.

O método de preparação palinológico utilizado no processamento químico para extração dos palinomorfos, baseou-se em Uesugui (1979), com modificações, como a adição do esporo exótico *Lycopodium clavatum* para análises estatísticas, objeto de trabalho em elaboração. Foram montadas lâminas permanentes com Entellan e semi-permanentes com glicerina. As lâminas encontram-se depositadas no Laboratório de Palinologia e Paleobotânica Prof. Dr. Murilo Rodolfo de Lima, da Universidade Guarulhos sob os códigos UnG PT-420 a UnG PT-1067. Foram confeccionadas, em média 15 lâminas por amostra, das quais dez foram montadas com Entellan e cinco com glicerina. A montagem com glicerina permitiu que alguns grãos

que não estavam achatados, fossem facilmente virados com a ação de um palito sobre a lamínula, a fim de verificar as aberturas de acordo com cada posição. Já as lâminas de Entellan fixam os palinórfos à lamínula e, por isso, podem ser obtidas suas coordenadas com a lâmina England Finder.

RESULTADOS

Das 68 amostras coletadas, 44 mostraram-se férteis do

ponto de vista palinológico e, destas, 34 foram utilizadas na elaboração de palinodiagramas (Figura 4). Pelo seu valor cronoestratigráfico, foram selecionados 43 palinórfos (Figuras 5, 6).

A sistemática para os palinórfos de fungos baseou-se em Kalgutkar & Jansonius (2000), a de esporos em Potonié (1956, 1958, 1960, 1966, 1970, 1975) e a de gimnospermas e angiospermas em Iversen & Troels-Smith (1950). O Apêndice 1 contém a relação dos palinórfos identificados.

Figura 3. Níveis com matéria orgânica. **A**, perfil da base, localizado entre os perfis 3 e 4; **B**, perfil 6, ponto de coleta da amostra IQ63; **C**, perfil 4, ponto de coleta das amostras IQ2, IQ2a e IQ2b. A e B sem escalas.

Figure 3. Organic levels. **A**, basal profile, localized between profiles 3 and 4; **B**, profile 6, sampling point of IQ63; **C**, profile 4, sampling point of IQ2, IQ2a and IQ2b. A and B not in scale.

Figura 4. Palinodiagrama de concentração com a soma total de cada grupo de palinórfos.

Figure 4. Palynodiagram of concentration with the total of each palynomorph group.

Figura 5. Fotomicrografias de espécies selecionadas. A, *Fusiformisporites polyhedricus*; B, *Dictyosporites ovalis*; C, *Deltoidospora adriennis*; D, *Deltoidospora* sp. cf. *D. juncta*; E, *Cyathidites subtilis*; F, *Echitriletes muelleri*; G, *Hamulatisporis* sp.; H, *Polypodiaceosporites potonie*; I, *Polypodiaceosporites gracillimus*; J, *Cicatricosisporites dorengensis*; K, *Reboulisporites fuegiensis*; L, *Appedicisporites* sp.; M, *Verrucatosporites usmensis*; N, *Laevigatosporites ovatus*; O, *Dacrydiumites florinii*; P, *Podocarpidites marwiickii*; Q, *Spinizonocolpites echinatus*; R, *Echitriporites* sp.; S, *Proteacidites dehanii*; T, *Malvacipollis spinulosa*; U, *Ulmoideipites krempii*; V, *Catinipollis geiseltalensis*.

Figure 5. Photomicrographs of selected species.

Figura 6. Fotomicrografias de espécies selecionadas. **A**, *Magnaperiporites spinosus*; **B**, *Perforiticolpites digitatus*; **C**, *Echiperiporites estelae*; **D**, *Psilaperiporites minimus*; **E**, *Scabraperiporites asymmetricus*; **F**, *Scabraperiporites nativensis*; **G-H**, *Favitricolporites baculoferus*; **I**, *Striatopollis catatumbus*; **J**, *Bombacacidites clarus*; **K**, *Bombacacidites* sp. cf. *B. bombaxoides*; **L**, *Psilatricolporites maculosus*; **M**, *Psilatricolporites operculatus*; **N**, *Psilatricolporites triangularis*; **O**, *Verrutricolporites rotundiporus*; **P**, *Psilastephanocolporites fissilis*; **Q-R**, *Perisyncolporites pokorny*; **S**, *Syncolporites lisamae*; **T**, *Syncolporites poricostatus*; **U**, *Margocolporites vanwijhei*; **V**, *Jandufouria seamrogiformis*; **X**, *Quadruplanus* sp.

Figure 6. Photomicrographs of selected species.

Zoneamento bioestratigráfico

As amostras da porção inferior das seções analisadas apresentam uma associação de palinomorfos que caracterizam a zona P. 630 - *Retibrevitricolpites triangulatus*, proposta por Regali *et al.* (1974 a,b) para as bacias costeiras do Brasil, que corresponde ao Neoeoceno. Inclui os seguintes palinomorfos: *Bombacacidites clarus*, *Bombacacidites* sp. cf. *B. bombaxoides*, *Catinipollis geiseltalensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Echiperiporites estelae*, *Echitriteles muelleri*, *Jandufouria seamrogiformis*, *Magnaperiporites spinosus*, *Margocolporites vanwijhei*, *Perfotricolpites digitatus*, *Verrucatosporites usmensis*, *Striatopollis catatumbus*, *Scabraperiporites nativensis*, *Polypodiaceosporites potonie*, *Polypodiaceosporites gracillimus*, *Psilastephanocolporites fissilis*, *Psilatricolporites maculosus*, *Reboulisporites fuegiensis*, *Scabraperiporites asymmetricus*, entre outros (Figuras 7-9).

Nas amostras próximas ao topo (IQ58, IQ57 e IQ54) há a redução drástica na biodiversidade, no entanto as gimnospermas sofrem expansão e tornam-se mais abundantes, especialmente *Dacrydiumites florinii* (Figura 4), o que permite incluí-las na biozona *Dacrydiumites florinii* de Maizatto (2001) de idade oligocena. Cabe ressaltar que a explosão de espécimes associados a podocarpaceas é uma característica marcante dessa zona (Regali *et al.*, 1974 a,b; Lima & Dino, 1984; Lima *et al.*, 1985,a,b; Pinto & Regali, 1990; Lima *et al.*, 1991; Yamamoto, 1995; Maizatto, 2001).

A palinoflora presente nos intraclastos (amostras IQ13, IQ14, IQ3a e IQ23), além de apresentar boa preservação, é a mesma daquela localizada nos estratos imediatamente inferiores e superiores, isto é, Neoeoceno.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A maioria dos trabalhos paleopalínológicos desenvolvidos no âmbito da Formação Itaquaquetuba mostra imprecisão ou ausência de posicionamento das amostras analisadas. Melo *et al.* (1985) assinalaram a profundidade de cinco amostras na seção-tipo da Mineradora Itaquareia 1, sem porém as localizar em seção estratigráfica; Lima *et al.* (1991) citaram duas amostras da seção-tipo e três coletadas em Barueri; e Yamamoto (1995) cita somente nove amostras na profundidade de 5,8 m da Mineradora Itaquareia 1. Os primeiros trabalhos que apresentaram as seções estratigráficas com a localização das amostras foram os de Santos (2005) e Santos *et al.* (2006 a,b).

Melo *et al.* (1985), com base na ocorrência do grão de pólen *Margocolporites vanwijhei*, sugeriram a idade neoeocena. Esse trabalho foi muito questionado, visto que essa espécie não está limitada ao Neo-Eoceno, ou seja, possui uma amplitude estratigráfica maior em outras regiões tais como, norte da América do Sul e Caribe, onde possui uma distribuição até os dias de hoje (Germerrad *et al.*, 1968; Muller *et al.*, 1987), no entanto Regali *et al.* (1974 a,b) indicaram a ocorrência dessa espécie, nas bacias costeiras brasileiras,

no intervalo Eoceno médio-superior (Figuras 7-9). Numa revisão dos resultados da seção-tipo (Mineradora Itaquareia 1) e com base nesse mesmo grão, Melo *et al.* (1986) optaram pela idade Mesoeoceno/Eo-Oligoceno para esta localidade.

Para as mesmas amostras, Lima *et al.* (1991) atribuíram a idade oligocena com base na ocorrência dos seguintes palinomorfos: *Cicatricosisporites dorogensis*, *Verrucatosporites usmensis*, *Sciadopityspollenites quintus* (= *Dacrydiumites florinii*), *Catinipollis geiseltalensis*, *Psilastephanoporites stellatus*, *Magnaperiporites spinosus* e *Margocolporites vanwijhei*. Utilizando a ocorrência de *Magnaperiporites spinosus* e *Margocolporites vanwijhei*, Lima *et al.* (1991) consideraram a primeira espécie como indicativa do Oligoceno, e questionaram as interpretações de Melo *et al.* (1985) por terem atribuído a *Margocolporites vanwijhei* a idade neoeocena, uma vez que a presença dessa espécie teria uma amplitude estratigráfica maior ou, ainda, poderia representar um ciclo de retrabalhamento. Vários autores confirmam a ampla amplitude dessa espécie: Germeraad *et al.* (1968) assinalaram sua ocorrência até o Quaternário; Jaramillo & Dilcher (2001) também a encontraram no Eoceno Inferior da Colômbia central (seção Regedera); assim como outros trabalhos em elaboração no sul da América do Sul mostram sua presença no Eoceno inferior (M. Quattrocchio, com. pes.).

Estudos posteriores mostraram que é comum a presença dessas duas espécies juntas desde o Eoceno, já que *Magnaperiporites spinosus* também aparece no Eoceno (Figuras 7-9). Cabe ressaltar que os palinomorfos utilizados por Lima *et al.* (1991), para datar os sedimentos como oligocenos, não são restritos a este período, ou seja, aparecem no Eoceno e alguns possuem uma amplitude estratigráfica maior, atingem o Mioceno e chegam ao Recente. A ausência da localização detalhada das amostras em seções, e uma análise quantitativa dos palinomorfos encontrados também não permitem refinar e confirmar tal idade.

Yamamoto (1995) reconheceu duas palinofloras distintas, uma do Neo-Oligoceno e outra do Eomioceno. No entanto este trabalho não apresentou seções estratigráficas com o posicionamento das amostras. A autora atribuiu idade neo-oligocena para a porção inferior da formação, com base principalmente na presença de *Magnaperiporites spinosus* e ausência de elementos posteriores ao Oligoceno, além da ocorrência de *Cicatricosisporites dorogensis*, *Hamulatisporis* sp., *Perfotricolpites digitatus*, *Margocolporites vanwijhei*, e *Quadruplanus* sp. As espécies-guias encontradas no Eomioceno, pela autora foram: *Cyatheacidites annulatus*, *Compositoipollenites maristellae*, *Areolipollis* sp., *Crototricolpites annemariae*, *Cichoreacidites* sp. e *Alnipollenites verus*.

Cabe ressaltar que as espécies-guias atribuídas por Yamamoto (1995) para o Eomioceno não foram encontradas no presente trabalho, e os palinomorfos utilizados para datar a porção inferior como Neo-Oligoceno não são restritos a este período, aparecem desde o Eoceno, incluindo *Magnaperiporites spinosus*.

Figura 7. Distribuição palinocronoestratigráfica. Legenda veja Figura 9.

Figure 7. Palynochronostratigraphic distribution. Legend see Figure 9.

Figura 8. Distribuição palinocronoestratigráfica (cont.). Legenda veja Figura 9.

Figure 8. Palynochronostratigraphic distribution (cont.). Legend see Figure 9.

Riccomini *et al.* (2004) interpretaram a idade da formação como eomiocena com base na análise paleopalinológica de Yamamoto (1995), e justificaram as demais idades apresentadas em outros trabalhos, como obtidas de megaclastos ricos em restos de vegetais e palinomorfs, que teriam sido retrabalhados de antigos depósitos pertencentes à Formação São Paulo e/ou de outras bacias que foram completamente erodidas, e redepositados na Formação Itaquaquecetuba.

Discorda-se da assertiva de Riccomini (1989), Lima *et al.* (1991) e Riccomini *et al.* (2004), uma vez que as amostras ora analisadas localizam-se em níveis pelíticos que, embora pouco espessos (centimétricos a decimétricos), são contínuos por até dezenas de metros, que não correspondem a megaclastos, mas sim a camadas e lentes conforme pode ser observado nas Figuras 2 e 3; ocasionalmente são encontrados pequenos intraclastos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica e associados a lenhos nos sets das estratificações cruzadas, remobilizados numa fase de maior energia. Adicionalmente, salienta-se também a excelente preservação dos palinomorfs, sua distribuição temporal e o posicionamento das amostras nas seções, bem como não se verifica mistura com formas miocenas. Não se constatarem vestígios de retrabalhamento dos grãos ao longo das seções analisadas, demonstrado pela ausência de quaisquer evidências de corrosão e/ou transporte dos palinomorfs. As camadas e lentes, além de palinomorfs apresentam também megarrestos vegetais fósseis, tais como, lenhos e folhas, estas muito bem preservadas, sem fragmentação, que sinaliza também para o não retrabalhamento.

A associação palinológica da porção inferior das seções (neoeocena) mostra que a palinoflora corresponde a condições paleoclimáticas subtropicais a tropicais úmidas. A redução da biodiversidade e a expansão das gimnospermas, conforme observado nas amostras próximas ao topo (eo-oligocenas) são evidências de condições climáticas mais frias que as anteriores (basal).

Condições climáticas mais frias têm sido sugeridas por diversos autores para o Neoeoceno/Oligoceno mundial (Willis & McElwain, 2002; Cione *et al.*, 2007; Lagabrielle *et al.*, 2009), quando as calotas polares começaram a se formar na Antártica, fruto da fragmentação da América do Sul/Antártica e do declínio do CO₂ atmosférico (De Conto & Pollard, 2003; Tripathi *et al.*, 2005). Os estudos de caráter tectônico desenvolvidos por diversos autores (*e.g.* Ghiglione *et al.*, 2008; Lagabrielle *et al.*, 2009; Lodolo & Tassone, 2010) assinalam essa ruptura e separação no Eoceno médio-superior e a lenta evolução do Estreito de Drake, entre o Eoceno e o Mioceno. Com a ruptura houve a formação da microplaca Scotia e foram produzidas diversas aberturas por onde as águas dos oceanos Pacífico e Atlântico começaram a passar, culminando com a formação do Estreito de Drake, que propiciou, posteriormente, a instalação da Corrente Circum Polar Antártica. Boltovskoy (1980), Simões *et al.* (2008) e Coimbra *et al.* (2009) mostraram, com base em foraminíferos e braquiópodes, que no Mioceno o Estreito de Drake ainda não estava plenamente estabelecido e a Corrente Circum Polar Antártica ainda não havia se intensificado.

As interpretações aqui apresentadas corroboram diversos trabalhos de cunho paleobotânico e paleopalinológico, realizados na Argentina e Chile, que apresentam, para o Neoeoceno/Oligoceno, paleofloras de clima temperado/frio e mistas (*e.g.* Berry, 1922, 1937a,b, 1938; Hinojosa & Villagrán, 1997; Hunicken, 1967; Maizatto, 2001; Menéndez, 1960, 1971; Palamarczuk & Barreda, 2000; Romero, 1977; Zamaloa & Romero, 1990; Zamaloa *et al.*, 1987).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem M. Quattrocchio, J.C. Coimbra, M.E. Bernardes de Oliveira, I. Mendes e um revisor anônimo pelos valiosos comentários e sugestões.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **48**(supl.):15-26.
- Almeida, F.F.M.; Riccomini, C.; Dehira, L.K. & Campanha, G.A.C. 1984. Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na grande São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984. *Anais*, Rio de Janeiro, SBG/RJ, **4**:1794-1808.
- Anderson, R.Y. 1960. Cretaceous-Tertiary palynology, eastern side of the San Juan Basin, New Mexico. *New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources Memoir*, **6**:1-58.
- Archangelsky, S. & Romero, E.J. 1974. Polen de gimnospermas (coníferas) del Cretácico Superior y Paleoceno de Patagonia. *Ameghiniana*, **11**(3):217-235.
- Archangelsky, S. & Zamaloa, M.C. 1986. Nuevas descripciones palinológicas de las formaciones Salamanca e Bororó, Paleoceno de Chubut, República Argentina. *Ameghiniana*, **23**:35-46.
- Barreda, V.D.; Ottone, E.G.; Dávila, F.M. & Astini, R.A. 2006. Idad y paleoambiente de la Formación del Buey (Mioceno), Sierra de Famatina, La Rioja, Argentina: evidencias sedimentológicas y palinológicas. *Ameghiniana*, **43**(1):215-226.
- Barreda, V. 1997. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene?-Miocene from Golfo de San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 1: terrestrial algae, trilete and monolete spores. *Ameghiniana*, **34**(1):69-80.
- Bigarella, J.J. 1971. Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do carbono 14. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, Série Paleoclimas*, **1**:1-22.
- Berry, E.W. 1922 The Flora of Concepción-Arauco Coal Measures of Chile. *John Hopkins University Studies in Geology*, **4**:73-142.
- Berry, E.W. 1937a. A Paleocene Flora from Patagonia. *John Hopkins University Studies in Geology*, **12**:33-50.
- Berry, E.W. 1937b. Eocene Plants from Rio Turbio, in the Territory of Santa Cruz, Patagonia. *John Hopkins University Studies in Geology*, **12**:91-97.
- Berry, E.W. 1938. Tertiary Flora from Rio Pichileufú, Argentina. *Special Papers of the Geological Society of America*, **12**:1-149.
- Boltovskoy, E. 1980. The age of the Drake Passage. *Alcheringa*, **4**(4):289-297.
- Cione, A.L.; Reguero, M.A. & Acosta Hospitaleche, C. 2007. Did the continent and sea have different temperatures in the northern Antarctic Peninsula during the Middle Eocene? *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **62**(4):586-596.
- Coimbra, A.M.; Riccomini, C. & Melo, M.S. 1983. A Formação

- Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, 1983. Atas, São Paulo, SBG/SP, p. 253-266.
- Coimbra, J.C.; Carreño, A.L. & Anjos-Zerfass, G.S. 2009. Biostratigraphy and paleoceanographical significance of the Neogene planktonic foraminifera from the Pelotas Basin, southernmost Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, **52**:1-14.
- Cookson, I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of the Kerguelen Archipelago. Science Reports. *British and New Zealand Antarctic Research Expedition, 1929-1931, Reports, Series A*, **2**(8):129-142.
- Cookson, I.C. & Pike, K.M. 1953. A contribution to the Tertiary occurrence of the genus *Dacrydium* in the Australian region. *Australian Journal of Botany*, **1**:474-484.
- Couper, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, **22**:1-77.
- Couper, R.A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic microfossils. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, **32**:1-87.
- Deconto, R.M. & Pollard, D. 2003. Rapid Cenozoic glaciation of Antarctica induced by declining atmospheric CO₂. *Nature*, **421**:245-249.
- Dueñas, H., 1980. Palynology of Oligocene-Miocene strata of Borehole Q-E-22, Planeta Rica, Northern Colombia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **30**(3/4):313-328.
- Felix, J. 1894. Studien über fossile Pilze. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **46**:269-280.
- Fittipaldi, F.C. 1990. *Vegetais fósseis da Formação Itaquaquecetuba, Cenozóico, bacia de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de doutorado, 149 p.
- Frederiksen, N.O. 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, Califórnia. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series*, **12**:32-109.
- Freile, C. 1972. Estudio palinológico de la Formación Cerro Dorotes (Maestrichtiano-Paleoceno) de la Provincia de Santa Cruz. I. *Revista Museo de la Plata, Paleontología*, **6**:39-63.
- Germeraad, J.H., Hopping, C.A. & Muller, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **6**:189-348.
- Ghiglione, M.C.; Yagupsky, D.; Ghidella, M. & RAMOS, V.A. 2008. Continental stretching preceding the opening of the Drake Passage: evidence from Tierra del Fuego. *Geology*, **36**(8):643-646.
- González-Guzmán, A.E. 1967. *A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador formations*. Leiden, E. J. Brill, p. 1-68.
- Harris, W.K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princetown area, Victoria, Australia. *Palaeontographica, Abt. B*, **115**:75-106.
- Hinojosa, F. & Villagrán, C. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciário del Cono Sur de América. *Revista Chilena de Historia Natural*, **70**:225-239.
- Hoeken-Klinkenberg, P.M.J. 1964. A palynological investigation of some Upper Cretaceous sediments in Nigeria. *Pollen et Spores*, **6**:209-231.
- Hoeken-Klinkenberg, P.M.J. 1966. Maastrichtian, Paleocene and Eocene pollen and spores from Nigeria. *Leidse Geologische Mededelingen*, **38**:37-48.
- Hoorn, C. 1994. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **109**:1-54.
- Hunicken, M. 1967. Flora Terciaria de los estratos de Río Turbio, Santa Cruz (niveles plantíferos del Arroyo Santa Flavia). *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **27**:139-227.
- Ibrahim, A. 1933. *Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr-Reviere*. Technische Hochschule zu Berlin, Dissertation, p. 1-46.
- Iversen, J. & Troels-Smith, J. 1950. Pollenmorfologiske definitioner og typer. *Denmarks Geologiske Undersogelse*, **3**(38):1-52.
- Jaramillo, C.A. & Dilcher, D.L. 2001. Middle Paleogene palynology of central Colombia, South America: a study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica, Abt. B*, **258**:87-213.
- Kalgutkar, R.M. & Jansonius, J. 2000. Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and fructifications. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series*, **39**:1-429.
- Kedves, M. 1961. Études palynologiques dans le Bassin de Dorog – II. *Pollen et Spores*, **13**:101-153.
- Krutzsch, W. 1966. Zur Kenntnis der präquartären periporaten pollenformen. *Geologie Jahrgang*, **15**(55):16-71.
- Krutzsch, W. 1959a. Sporen und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. *Zeitschrift für angewandte Geologie*, **3**:519-548.
- Krutzsch, W. 1959b. Einige Neue Formgattungen und Arten von Sporen und Pollen aus der Mitteleuropäischen Oberkreide und dem Tertiär. *Palaeontographica, Abt. B*, **105**:125-157.
- Lagabriele, Y.; Goddoris, Y.; Donnadieu, Y.; Malavieille, J. & Suarez, M. 2009. The tectonic history of Drake Passage and its possible impacts on global climate. *Earth and Planetary Science Letters*, **279**:197-211.
- Leidelmeyer, P. 1966. The Paleocene and Lower Eocene pollen flora of Guyana. *Leidse Geologische Mededelingen*, **38**:49-70.
- Lima, M.R. & Amador, E.S. 1985. Análise palinológica de sedimentos da Formação Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, 1983. *Anais*, Rio de Janeiro, ABC/DNPM, p. 371-378.
- Lima, M.R. & Angulo, R.J. 1990. Descoberta de Microflora em um nível linfítico da Formação Alexandra, Terciário do Estado do Paraná, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **62**(4):357-371.
- Lima, R.M. & Cunha, F.L.S. 1986. Análise palinológica de um nível linfítico da bacia de São José de Itaboraí, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**(4): 579-588.
- Lima, M.R. & Dino, R. 1984. Palinologia de amostras da bacia de Bonfim, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências da USP*, **15**:1-11.
- Lima, M.R. & Melo, M.S. 1994. Palinologia de depósitos rudáceos da região de Itatiaia, bacia de Resende, RJ. *Geonomos*, **2**(1):12-21.
- Lima, R.M. & Salard-Chebaldaff, M. 1981. Palynologie des bassins de Gandarela et Fonseca (Eocene de l'état de Minas Gerais, Brasil). *Boletim do Instituto de Geociências da USP*, **12**:33-54.
- Lima, M.R.; Marsis, C.J. & Stefani, F.L. 1996. Palinologia de sedimentos da Formação Macacu-Rifte da Guanabara, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**(4):531-543.
- Lima, M.R.; Melo, M.S. & Coimbra, A.M. 1991. Palinologia de

- sedimentos da bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, **2**(1):7-20.
- Lima, M.R.; Riccomini, C. & Souza, P.A. 1994. Palinologia de folhelhos do Gráben Casa de Pedra, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, **39**:485-504.
- Lima, M.R.; Salard-Chebodaeff, M. & Suguio, K. 1985a. Étude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté, (État de São Paulo, Brésil), d'après les échantillons du sondage n°42 du CNP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, 1983. *Anais*, Rio de Janeiro, ABC/DNPM, p. 379-393.
- Lima, M.R.; Vespucci, J.B. O. & Suguio, K. 1985b. Estudo palinológico de uma camada de linho da Formação Caçapava, bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **57**(2):183-197.
- Lodolo, E. & Tassone, A. 2010. Gateways and climate: the Drake Passage opening. *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata*, **51**(2/3):77-88.
- Lorente, M.A. 1986. Palynology and Palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela. *Dissertationes Botanicae*, **99**:1-224.
- Maizatto, J. R. 2001. *Análise bioestratigráfica, paleoecológica e sedimentológica das bacias terciárias do Gandarela e Fonseca, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, com base nos aspectos palinológicos e sedimentares*. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Tese de Doutorado, 249 p.
- Melo, M.S.; Caetano, S.L.V. & Coimbra, A.M. 1986. Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1986. *Anais*, Goiânia, SBG, p. 321-336.
- Melo, M.S.; Vincens, A. & Tucholka, P. 1985. Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquetuba, SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **57**(2):175-181.
- Menéndez, C.A. 1960. Elementos florísticos del Terciario en Argentina I. *Ruprechtia latipedunculata* n. sp. del Arroyo Chenqueñien, Rio Negro. *Acta Geológica Lilloana*, **3**:15-19.
- Menéndez, C.A. 1971. Floras Terciarias de la Argentina. *Ameghiniana*, **8**:357-371.
- Menéndez, C.A. & Caccavari De Felice, M. 1975. Las especies de *Nothofagidites* (polen fossil de *Nothofagus*) de sedimentos terciarios y cretácicos de Estancia La Sara, norte de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana*, **12**(2):165-183.
- Miner, E.L. 1935. Paleobotanical examination of Cretaceous and Tertiary coals. *American Midland Naturalist*, **16**:585-625.
- Muller, J. 1968. Palynology of the Pedawan and Plateau Sandstone Formations (Cretaceous-Eocene) in Sarawak, Malaysia. *Micropaleontology*, **14**:1-37.
- Muller, J.; Di Giacomo, E.D. & Van Erve, A.W. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of northern south América. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series*, **19**:7-76.
- Nagy, E. 1963. Some new spore and pollen species from the Neogene of the Mecsek Mountain. *Acta Botanica*, **9**:387-404.
- Palamarczuk, S. & Barreda, V.D. 2000. Palinología del Paleogeno tardio-Neogeno temprano, Pozo Aries x-1, plataforma continental argentina, Tierra del Fuego. *Ameghiniana*, **37**(2):221-234.
- Pierce, R.L., 1961. Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. *Minnesota Geological Survey Bulletin*, **42**:1-86.
- Pinto, A.D.P. & Regali, M.S.P. 1991. Palinoestratigrafia dos sedimentos terciários da bacia de Gandarela, Minas Gerais, Brasil. *Revista da Escola de Minas*, **44**(1):10-15.
- Playford, D.T. 1982. Neogene palynomorphs from the Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Palynology*, **6**:29-54.
- Potonié, H. 1893. Die Flora des Rothliegenden von Thüringen. *Abhandlungen der Königlich Preussischen Geologischen Landanstalt*, **9**:185-189.
- Potonié, R. 1931. Zur Mikroskopie der Braunkohlen, Tertiäre Blütenstaubformen. *Braunkohle*, **30**:325-333.
- Potonié, R. 1934. Zur Mikrobotanik des Eocänen Humodils des Geiseltals. *Arbeiten aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine*, **4**:25-125.
- Potonié, R. 1951. Revision stratigraphisch wichtiger sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontographica, Abt. B*, **91**:131-151.
- Potonié, R. 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil: Sporites. *Bein. Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **23**:1-103.
- Potonié, R. 1958. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpites, Polyplicates, Monocolpates. *Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **31**:1-114.
- Potonié, R. 1960. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites. Mit Generalregister zu Teil I-III. *Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **39**:1-189.
- Potonié, R. 1966. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. IV. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **72**:1-244.
- Potonié, R. 1970. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. V. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Geologisches Jahrbuch Beihefte*, **87**:1-172.
- Potonié, R. 1975. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. VII. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **25**:23-151.
- Potonié, R. & Gelletich, J. 1933. Über Pteridophytensporen einer eocänen Braunkohle aus Dorog in Ungarn. *Sitzungsber Gesell. Naturforsch. Freunde Berlin*, **33**:517-526.
- Potonié, R. & Kremp, G.O.W. 1954. Die Gattungen der paläozoischen sporae dispersae und ihre stratigraphie. *Geologisches Jahrbuch*, **69**:111-194.
- Raine, J.I.; Mildenhall, D.C. & Kennedy, E.M. 2006. New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue. Available at http://www.gns.cri.nz/what/earthhist/fossils/spore_pollen/catalog/index.htm; accessed on 02/09/2007.
- Ramanujam, C.G.K. 1966. Palynology of the Miocene lignite from Arcot District, Madras, India. *Pollen et Spores*, **8**:149-203.
- Regali, M.S.P.; Uesugui, N. & Santos, A.S. 1974a. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da Petrobrás*, **13**(3):177-191.
- Regali, M.S.P.; Uesugui, N. & Santos, A.S. 1974b. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (II). *Boletim Técnico da Petrobrás*, **17**(4):263-301.
- Reinsch, P. 1881. *Neue Untersuchungen über die mikrostruktur der steinkohle des carbon der Dyas and Trias*. Leipzig, T.O. Weige, 124 p.
- Riccomini, C. 1989. *O rift continental do sudeste do Brasil*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de doutorado, 256 p.
- Riccomini, C.; Sant'anna, L.G. & Ferrari, A.L. 2004. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: Mantesso-Neto, V.; A.A. Bartorelli; C.D.R. Carneiro & B.B. Brito-Neves (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Marques de Almeida*, Beca, p. 351-373.
- Romero, E.J. 1977. *Polen de gimnospermas y fagáceas de la*

- formación río Turbio (Eoceno), Santa Cruz, Argentina. Buenos Aires, Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 223 p.
- Rouse, G.E. 1962. Plant microfossils from Burrad Formation of Western British Columbia. *Micropalaeontology*, **8**:187-218.
- Sah, S.C.D. 1967. Palynology of an Upper Neogene profile from Rusizi Valley, Burundi. *Annales du Musée Royal de L'Afrique Central, Série 8, Sciences Géologiques, Mémoires*, **57**:1-173.
- Salard-Cheboldaef, M. 1990. Intertropical African palynostratigraphy from Cretaceous to Late Quaternary times. *Journal of African Earth Sciences*, **11**(1-2):1-24.
- Santos, D. 2005. *Palinologia de amostras da seção-tipo da Formação Itaquaquetuba, bacia de São Paulo, na Mineradora Itaquareia I: implicações palinocronoestratigráficas e paleoambientais*. Universidade Guarulhos, Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas), 166 p.
- Santos, D.; Garcia, M.J.; Fernandes, R.S.; Saad, A.R. & Bistrichi, C.A. 2006a. Composição paleopalinoestratigráfica dos depósitos terciários da Formação Itaquaquetuba (Mineradora Itaquareia I), município de Itaquaquetuba, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7/SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL, 1, 2006, *Resumos*, Serra Negra, UNESP, p. 20.
- Santos, D.; Garcia, M.J.; Fernandes, R.S.; Saad, A.R. & Bistrichi, C.A. 2006b. Paleopalinoestratigrafia na reconstituição da paisagem terciária da Formação Itaquaquetuba (Mineradora Itaquareia I), município de Itaquaquetuba, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÁNICA Y PALINOLOGÍA, 13, 2006, *Resumos*, Bahía Blanca, Argentina, p. 72.
- Sheff, M.V. & Dilcher, D.L. 1971. Morphology and taxonomy of fungal spores. *Palaeontographica, Abt. B.*, **133**:34-51.
- Simões, M.G.; Silva, S.A.M.; Rodrigues, S.C. & Coimbra, J.C. 2008. Braquiópodes (Rhynchonelliformea, Bouchardioida) neógenos da bacia de Pelotas (RS) e seu significado paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**(4): 676-685.
- Singh, C. 1964. Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, east-central Alberta. *Research Council of Alberta Bulletin*, **15**:1-238.
- Sole de Porta, N. 1963. Asociación esporo-polinica hallada em uma serie pertenciente a la Formación La Cira Del Vale Del Magdalena (Colômbia). *Boletín de Geología*, **11**:1-3.
- Srivastava, S.K. 1972. Some spores and pollen from the Paleocene Oak Hill Member of the Naheola Formation, Alabama (U.S.A.). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **14**:217-285.
- Stover, L.E. & Partridge, A.D. 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **85**:237-286.
- Suguio, K. 1971. Estudo dos troncos de árvores "linhitificados" dos aluviões antigos do Rio Pinheiros (São Paulo): significados geocronológico e possivelmente paleoclimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971. *Anais*, São Paulo, SBG, p. 53-59.
- Thomson, P.W. & Pflug, H. 1953. Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. *Palaeontographica, Abt. B.*, **94**:1-138.
- Tripathi, A.; Backman J.; Elderfield, H. & Ferretti, P. 2005. Eocene bipolar glaciation associated with global carbon cycle changes. *Nature*, **436**:341-346.
- Uesugui, N. 1979. Palinologia: técnicas de tratamento de amostras. *Boletim Técnico da Petrobrás*, **22**(4):229-240.
- Van Der Hammen, T. & Wymstra, T. A. 1964. A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana. *Leidsche Geology Mededelingen*, **30**: 183-241.
- Weyland, H. & Greifeld, G. 1953. Über strukturbietende Blätter und pflanzliche Mikrofossilien aus den Untersenkungen Tonen der Gegend von Quedlinburg. *Palaeontographica, Abt. B.*, **95**:30-52.
- Weyland, H. & Krieger, W. 1953. Die Sporen und Pollen der Aachener Kreide und ihre Bedeutung für die Charakterisierung des Mittleren Senons. *Palaeontographica Abt.B.*, **95**:6-29.
- Willis, K. & McElwain, J.C. 2002. *The evolution of plants*. Oxford, Oxford University Press, 378 p.
- Wilson, L.R. & Webster, R.M. 1946. Plant microfossils of the Fort Union coal of Montana. *American Journal of Botany*, **33**:271-278.
- Yamamoto, I.T. 1995. *Palinologia das bacias tafrogênicas do sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação paleoambiental*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Dissertação de Mestrado, 217 p.
- Zamaloa, M. C. & Romero, E. J. 1990. Some spores and pollen from the Cullen Formation (Upper Eocene to Middle Oligocene), Tierra del Fuego, Argentina. *Palynology*, **14**:123-133.
- Zamaloa, M.C.; Romero, E.J. & Stinco, L. 1987. Polen y esporas de la Formación La Meseta (Eoceno superior-Oligoceno) de la Isla Marambio (Seymour), Antártida. In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEOBOTÁNICA Y PALINOLOGÍA, 7, 1987. *Actas*, Buenos Aires, UBA, p. 199-203.
- Zanao, R.; Castro, J.C. & Saad, A.R. 2006. Caracterização geométrica de um sistema fluvial, Formação Itaquaquetuba, Terciário da bacia de São Paulo. *Geociências*, **25**:311-330.

Received in January, 2009; accepted in May, 2010.

Apêndice 1. Lista de táxons identificados no presente estudo.

Appendix 1. List of taxa identified in this study.

Divisão Eumycota

Classe Fungi Imperfecti

Grupo Amerosporae

Fusiformisporites polyhedricus Regali, Uesugui & Santos, 1974 (Figura 5A)

Grupo Phragmosporae

Dictyosporites ovalis (Sheffy & Dilcher, 1971) emend. Kalgutkar & Jansonius, 2000 (Figura 5B)

Divisão I Sporites H. Potonié, 1893

Classe A Triletes (Reinsch, 1881) Potonié & Kremp, 1954

Appendicisporites sp. (Figura 5L)

Afinidade botânica: *Anemia* (Schizaeaceae/Anemiaceae)

Cicatricosisporites dorogensis Potonié & Gelletich, 1933 (Figura 5J)

Afinidade botânica: *Mohria* e *Anemia*-Schizaeaceae/Anemiaceae (Germeraad *et al.*, 1968)

Cyathidites subtilis (Partridge) in Stover & Partridge, 1973 (Figura 5 E)

Afinidade botânica: Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Schizaceae e Polypodiaceae?

Deltoidospora adriennis (Potonié & Gelletich, 1933) Frederiksen, 1983 (Figura 5C)

Afinidade botânica: *Acrostichum aureum*-Polypodiaceae (Lorente, 1986)

Deltoidospora sp. cf. *D. juncta* (Kara-Murza) Singh, 1964 (Figura 5D)

Afinidade botânica: *Lyndsaya* (Lima *et al.*, 1991)

Echitriletes muelleri Regali, Uesugui & Santos, 1974 (Figura 5F)

Afinidade botânica: *Selaginella*

Hamulatisporis sp. (Figura 5G)

Afinidade botânica: *Lycopodium adpressum* (Srivastava, 1972)

Polypodiaceosporites gracillimus Nagy, 1963 (Figura 5I)

Afinidade botânica: Polypodiaceae

Polypodiaceosporites potonie Kedves, 1961 (Figura 5H)

Afinidade botânica: Polypodiaceae

Reboulisporites fuegiensis Zamaloa & Romero, 1990 (Figura 5K)

Afinidade botânica: Aytoniaceae (Yamamoto, 1995)

Classe B Monoletes Ibrahim, 1933

Laevigatosporites ovatus Wilson & Webster, 1946 (Figura 5N)

Afinidade botânica: Aspleniaceae, Blechnaceae, Polypodiaceae, Schizaeaceae, entre outros (Raine, Mildenhall & Kennedy, 2006)

Verrucatosporites usmensis Germeraad, Hopping & Muller, 1968 (Figura 5M)

Afinidade botânica: *Stenochlaena palustris* (Blechnaceae), segundo Germeraad *et al.* (1968)

Divisão II Pollenites R. Potonié, 1931

Classe Vesiculatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Dacrydiumites florinii (Cookson & Pike, 1953) Harris, 1965 (Figura 5O)

Afinidade botânica: *Dacrydium* (Gymnospermae)

Podocarpidites marwickii Couper, 1953 (Figura 5P)

Afinidade botânica: Podocarpaceae

Classe Monocolpatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Spinizonocolpites echinatus Muller, 1968 (Figura 5Q)

Afinidade botânica: Arecaceae

Classe Triporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Echitriporites sp. (Figura 5R)

Afinidade botânica: Sterculiaceae? (Lima & Amador, 1985)

Proteacidites dehanii Germeraad, Hopping & Muller, 1968 (Figura 5S)

Afinidade botânica: Proteaceae

Classe Stephanoporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Malvacipollis spinulosa Frederiksen, 1983 (Figura 5T)

Afinidade botânica: Euphorbiaceae (Frederiksen *et al.*, 1983)

Ulmoideipites krempii Anderson, 1960 (Figura 5U)

Afinidade botânica: *Ulmus*-Ulmaceae

Classe Periporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Catinipollis geiseltalensis Krutzsch, 1966 (Figura 5V)

Afinidade botânica: Zygymataceae (Palamarczuk & Barreda, 2000, usado no presente trabalho) e *Craniolaria* -Martyniaceae (Lima *et al.*, 1991; Yamamoto, 1995)

Echiperiporites estelae Germeraad, Hopping & Muller, 1968 (Figura 6C)

Afinidade botânica: Malvaceae (*Thespesia populnea* e *Hibiscus tiliaceus*), segundo Germeraad *et al.* (1968)

Magnaperiporites spinosus González-Guzmán, 1967 (Figura 6A)

Afinidade botânica: Malvaceae (Lima *et al.*, 1991) e Nyctaginaceae (Lima *et al.*, 1985a)

Psilaperiporites minimus Regali, Uesugui & Santos, 1974 (Figura 6D)

Afinidade botânica: Chenopodiaceae

Scabraperiporites nativensis Regali, Uesugui & Santos, 1974 (Figura 6F)

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Scabraperiporites asymmetricus Dueñas, 1980 (Figura 6E)

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Classe Tricolpatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Perforicolpites digitatus González-Guzmán, 1967 (Figura 6B)

Afinidade botânica: Convolvulaceae

Striatopollis catatumbus (González-Guzmán) Ward, 1986 (Figura 6I)

Afinidade botânica: *Crudia*, *Anthonotha*, *Isobertinia*, *Macrolobium bifilium*-Fabaceae (Germeraad *et al.*, 1968)

Classe Tricolporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Bombacacidites sp. cf. *B. bombaxoides* Couper, 1960 (Figura 6K)

Afinidade botânica: Bombacaceae (Malvaceae)

Bombacacidites clarus Sah, 1967 (Figura 6J)

Afinidade botânica: Bombacaceae (Malvaceae)

Favitricolporites baculoferus Srivastava, 1972 (Figuras 6G,H)

Afinidade botânica: Angiospermae

Margocolporites vanwijhei Germeraad, Hopping & Muller, 1968 (Figura 6U)

Afinidade botânica: Caesalpinioidea

Psilatricolporites maculosus Regali, Uesugui & Santos, 1974 (Figura 6L)

Afinidade botânica: *Chrysophyllum argenteum*/Sapotaceae (Lorente, 1986)

Psilatricolporites operculatus Van der Hammen & Wymstra, 1964 (Figura 6M)

Afinidade botânica: *Alchornea*, Euphorbiaceae

Psilatricolporites triangularis Van der Hammen & Wymstra, 1964 (Figura 6N)

Afinidade botânica: Angiospermae

Verrutricolporites rotundiporus Van der Hammen & Wymstra, 1964 (Figura 6O)

Afinidade botânica: Angiospermae

Classe Stephanocolporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Jandoufouria seamrogiformis Germeraad, Hopping & Muller, 1968 (Figura 6V)

Afinidade botânica: *Catostemma*-Bombacaceae (Hoon, 1994)

Psilastephanocolporites fissilis Leideimyer, 1966 (Figura 6P)

Afinidade botânica: Polygalaceae

Classe Pericolporatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Perisyncolporites pokorny Germeraad, Hopping & Müller, 1968 (Figura 6Q,R)

Afinidade botânica: *Triopteris brachypteris*-Malpighiaceae (Maizatto, 2001)

Classe Syncolpatae Iversen & Troels-Smith, 1950

Syncolporites lisamae van der Hammen, 1954 (Figura 6S)

Afinidade botânica: Myrtaceae

Syncolporites poricostatus Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 (Figura 6T)

Afinidade botânica: Myrtaceae

Classe Tetradeae Iversen & Troels-Smith, 1950

Quadruplanus sp. (Figura 6X)

Afinidade botânica: Mimosoideae