

# Descoberta de Microflora em um Nível Lignítico da Formação Alexandra, Terciário do Estado do Paraná, Brasil

MURILO RODOLFO DE LIMA<sup>1</sup> e RODOLFO JOSÉ ANGULO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 01498 São Paulo, SP e <sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, 81504 Curitiba, PA

Manuscrito recebido em 23 de agosto de 1990; aceito para publicação em 19 de novembro de 1990  
credenciado por CÂNDIDO SIMÕES FERREIRA

## ABSTRACT

The Alexandra Formation, situated on the coastal region of the State of Paraná, was originally proposed for a supposedly Tertiary sequence of clays, sandy clays and arkoses representative of alluvial fans. Chronological and paleoecological interpretations have changed with time, especially because of the absence of any paleontological support up till now. Recently, a lignitic intercalation bearing a great amount of plant remains, including trunks, was found. This material represents the first paleontological data on this formation.

The studied microfloras come from three distinct levels on the lignitic layer and include several stratigraphically important species, such as *Pseudoschizea circula*, *Cyatheacidites annulatus*, *Crasoretitriletes vanraadshooveni*, *Verrucatosporites usmensis*, *Monoporites annulatus*, *Areolipollis vespiformis*, *Retitricolporites hispidus* and *Psilatricolporites triangularis*, which leads to the conclusion that the fossil-bearing levels were deposited in the Early Miocene. Paleoenvironmental considerations were also made with the help of newly available sedimentologic data.

**Key words:** palinologia, mioceno, Paraná

## INTRODUÇÃO

As bacias tafrogênicas continentais de idade cenozóica alojadas paralelamente à linha da costa atual dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná representam um aspecto marcante na geologia da região. Relacionam-se, de modo mais ou menos claro, a movimentos de basculamento de blocos para NNW e integram o chamado "sistema de rifts da Serra do Mar" caracterizado por Almeida (1976).

No Estado do Paraná, pelo menos duas ocorrências distintas inserem-se neste contexto. São elas a Bacia de Curitiba e a Formação Alexandra.

A Bacia de Curitiba situa-se em terrenos pré-cambrianos que formam o "Primeiro Planalto" da Bacia do Paraná, nivelado pela superfície do Alto Iguaçu (Almeida, 1952). É preenchida por três unidades sedimentares distintas, intituladas, da base para o topo, Formações Guabirotuba, Tinguís e Boqueirão. Mal conhecida, esta bacia continua a apresentar pontos não solucionados, entre os quais a influência da tectônica na sua gênese e evolução, a definição da idade dos depósitos, o possível sincronismo com as bacias de São Paulo e Taubaté, etc.

## A FORMAÇÃO ALEXANDRA

### GENERALIDADES

A Formação Alexandra, objeto deste trabalho, foi proposta por Bigarella *et al.* (1959) para depósitos sedimentares continentais que ocorrem no litoral paranaense próximos à Vila Alexandra. Posteriormente, nas folhas Paranaguá (Riverau *et al.*, 1969) e Antonina (Riverau *et al.*, 1970), a Comissão da Carta Geológica do Paraná, a Formação Alexandra aparece mapeada em uma área mais extensa que a reconhecida originalmente. Silva *et al.* (1981) identificaram novos afloramentos próximos aos vales dos rios Guaraqueçaba e Taquari (Fig. 1).

A maior espessura observada em afloramento é de 24m (Bigarella *et al.*, 1959). Em sondagens,

Bigarella *et al.*, 1978 reportaram uma espessura de 75m. Nos afloramentos em que foi possível observar a base, a Formação Alexandra jaz sobre o embasamento pré-cambriano. Em algumas sondagens, tanto a base como o teto estariam em contato com sedimentos de origem marinha (Bigarella *et al.*, 1978).

A unidade é formada por uma sucessão de argilas e arcósios, com ocorrência subsidiária de areias e raros cascalhos. As argilas são acinzentadas ou variegadas, e portam ocasionalmente seixos ou grãos de areia. As variações faciológicas são frequentes, podendo ocorrer em transição argilas, argilas arenosas e areias argilosas. Os

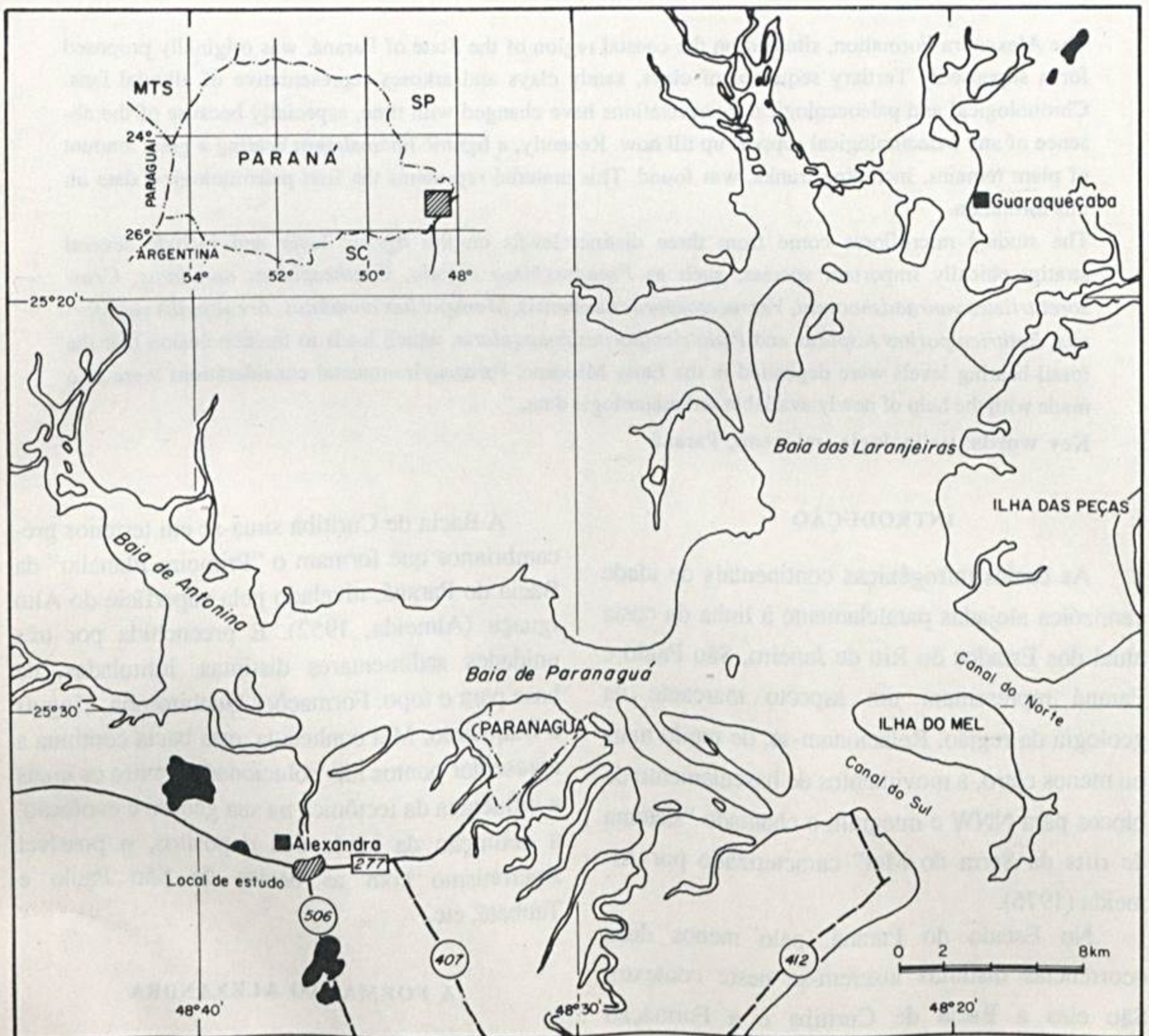


Fig. 1 — Área de ocorrência dos sedimentos da Formação Alexandra.

arcósios são de granulação fina a grossa, de cores violáceas ou brancas e podem conter pelotas de argila. Ocorrem também arcósios ritmicamente dispostos e mais raramente arcósios contendo seixos. As areias são finas a conglomeráticas, ricas ou pobres em argila. Os cascalhos são heterogêneos, com seixos subangulosos a arredondados e ocorrem na base da unidade.

Com respeito a fósseis, a Formação era considerada estéril. O ambiente deposicional sugerido inicialmente foi de "leques aluviais" e a idade considerada provavelmente terciária (Bigarella *et al.*, 1959). Posteriormente vários autores modificaram essas interpretações.

Por falta de dados conclusivos, a unidade vem sendo tentativamente posicionada no Terciário ou Quaternário.

#### A ÁREA ESTUDADA

A área em estudo localiza-se no encontro das estradas BR 277 (Curitiba-Paranaguá) e PR 508 (Alexandra-Matinhos). A recente construção desta última possibilitou observar novos cortes na área onde a formação foi definida.

Nos afloramentos estudados, a formação é constituída principalmente de arcósios e lamas, e subsidiariamente conglomerados sustentados pela matriz.

Num afloramento de aproximadamente 24m de altura ocorre na parte média uma camada de linhito de 80cm de espessura, limitada por lamas. Esta camada se estende horizontalmente apenas 18m, estando interrompida na parte central ao longo de 5m (Fig. 2). Trata-se de um sedimento carbonoso de cor preta e marrom nos dez centímetros superiores, no qual são visíveis restos vegetais de difícil identificação macroscópica. No terço superior da camada foram encontrados troncos de até 20cm de diâmetro, depositados horizontalmente e apresentando deformação por compactação. Neles se observam claramente as estruturas das fibras lenhosas. Na parte superior da lama subjacente, de cor cinza, são visíveis restos de raízes.

#### PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS

Cinco amostras foram coletadas para análise palinológica. Destas, uma representa a base da camada de linhito, três o topo e uma os sedimentos lamíticos associados. Todas foram preparadas segundo técnica palinológica padrão. Duas lâminas foram preparadas para cada amostra, estando depositadas na coleção científica do DPE-IG/USP sob os números GP/4T-267 a GP/AT-276, na seguinte ordem:

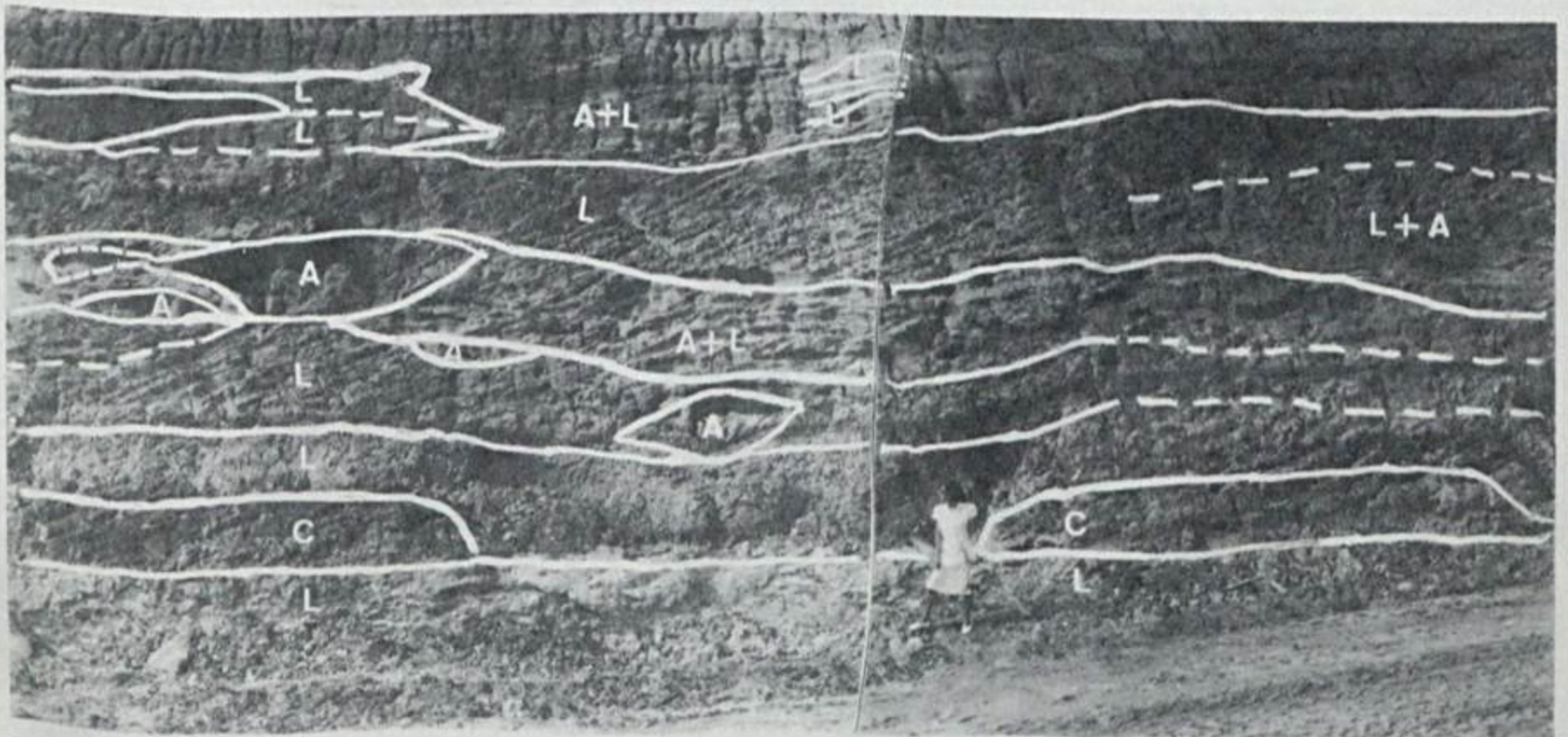


Fig. 2 — Vista parcial do afloramento contendo a camada de linhito estudada (C), lamas (L) e areias (A).

LINHITO - Amostra superior: lâminas GP/4T-267(A) e GP/4T-268(B)  
 Amostra superior: lâminas GP/4T-269(A) e GP/4T-270(B)  
 Amostra inferior: lâminas GP/4T-271(A) e GP/4T-272(B)  
 Amostra superior: lâminas GP/4T-273(A) e GP/4T-274(B)

ARGILITO - Amostra única: lâminas GP/4T-275(A) e GP/4T-276(B)

#### RESULTADOS QUALITATIVOS

Algas, fungos, esporos e grãos de pólen constituem os elementos figurados presentes nos resíduos polínicos estudados. Cinquenta tipos foram identificados a nível específico ou genérico com base na consulta, entre outros, aos trabalhos de Archangelsky (1973), Chateauneuf (1980), Freyle (1972), Germeraad *et al.* (1968), González-Guzmán (1967), Lima & Salard-Cheboldaeff (1975), Lima *et al.* (1976), Pocknall & Mildenhall (1984), Regali *et al.* (1974), Sah (1967), Salard-Cheboldaeff (1981) e Van Hoeken Klinkenberg (1966). A lista completa das formas identificadas é a seguinte:

#### ESPOROS

Turma Triletes (Reinsch 1884) Potonié & Kremp 1954  
 Subturma Azonotriletes Luber 1935 emend. Dettmann 1963  
 Infraturma Laevigati Bennie & Kidston 1886 emend. Potonié 1956

Gênero *Leiotriletes* (Naumova 1937)  
 Potonié & Kremp 1954  
*Leiotriletes adriennis* Krutzsch  
 Est. I, fig. 1  
 Afinidade botânica: *Lygodium?*

Gênero *Deltoidospora* Miner 1935 emend.  
 Potonié 1956

*Deltoidospora africana* Sah  
 Est. I, fig. 2

Afinidade botânica: *Lindsaya*

Gênero *Dictyophyllidites* Couper 1958

*Dictyophyllidites trilobiformis* Sah

Afinidade botânica: Dicksoniaceae

Infraturma Muornati Potonié & Kremp 1954

Gênero *Foveosporites* Balme 1957

*Foveosporites congoensis* Sah

Est. I, fig. 4

Afinidade botânica: Lycopodiaceae ou  
 Ophioglossaceae

Gênero *Ischyosporites* Balme 1957

*Ischyosporites* sp.

Est. I, fig. 5

Afinidade botânica: Schizeaceae

Gênero *Rugulatisporites* Pflug 1953

*Rugulatisporites caperatus* Van Hoeken

Klinkenberg

Est. I, fig. 6

Afinidade botânica: Lycopodiaceae

Gênero *Crassoretiriletes* Germeraad *et al.*, 1968

*Crassoretiriletes vanraadshooveni*

Germeraad *et al.*

Est. I, fig. 10

Afinidade botânica: *Lygodium*

Subturma Zonotriletes Waltz 1935 (in Luber & Waltz 1938)

Infraturma Cingulati Potonié & Klaus 1954 emend. Dettmann 1954

Gênero *Polypodiaceoisporites* Potonié 1956

*Polypodiaceoisporites elegans* Archangelsky  
 & Gamarro

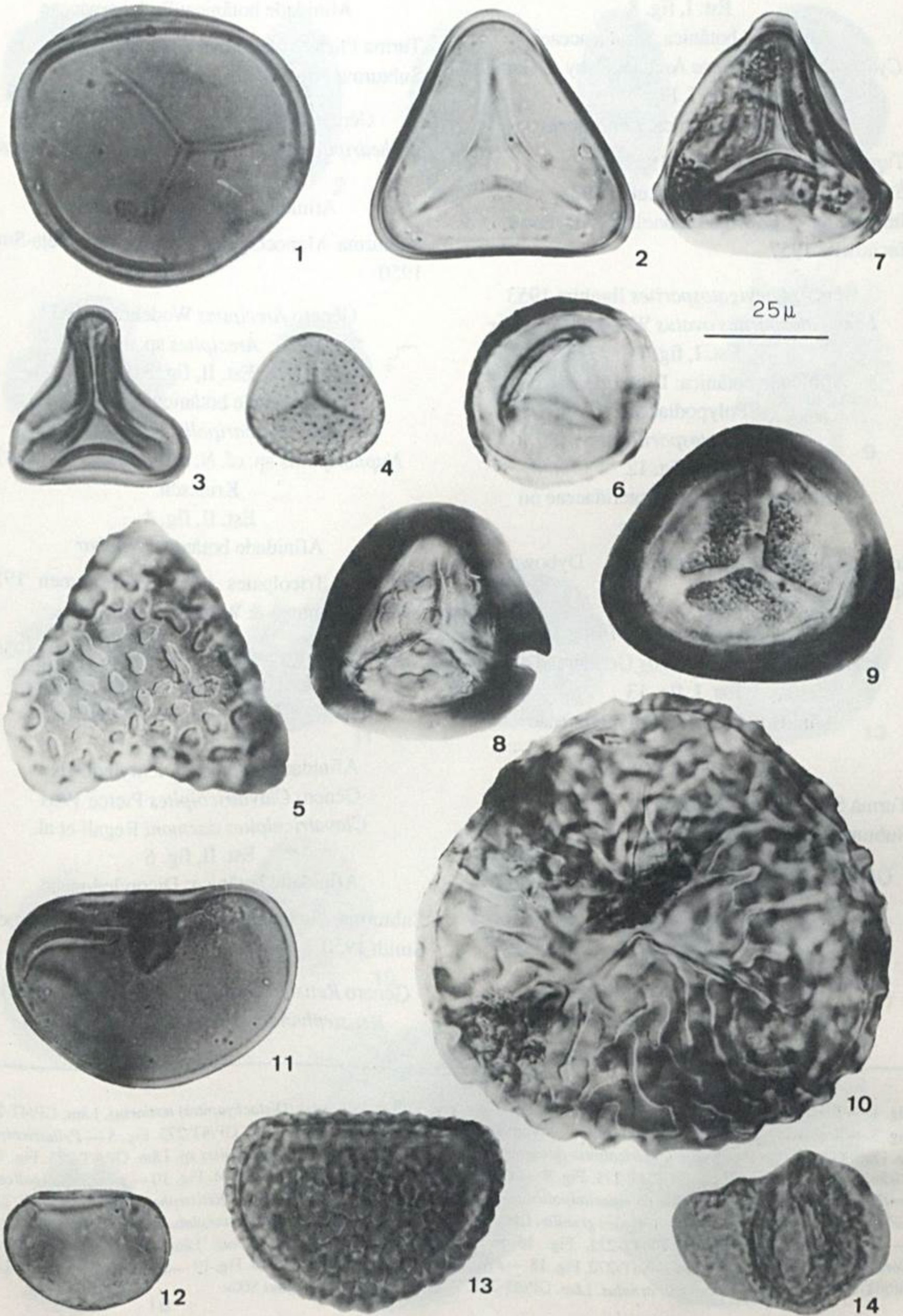
Est. I, fig. 7

Afinidade botânica: Pteridaceae

Gênero *Cyatheacidites* Cookson 1947 emend.

Fig. 1 — *Leiotriletes adriennis*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 2 — *Deltoidospora africana*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 3 — *Dictyophyllidites trilobiformis*. Lâm. GP/4T-272. Fig. 4 — *Foveosporites congoensis*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 5 — *Ischyosporites* sp. Lâm. GP-4T-267. Fig. 6 — *Rugulatisporites caperatus*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 7 — *Polypodiaceoisporites elegans*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 8 — *Cyatheacidites annulatus*. Lâm. GP/4T-268. Fig. 9 — *Cyatheacidites tectifera*. Lâm. GP/4T-271. Fig. 10 — *Crassoretiriletes vanraadshooveni*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 11 — *Laevigatosporites ovatus*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 12 — *Laevigatosporites* sp. Lâm. GP/4T-267. Fig. 13 — *Verrucatosporites usmensis*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 14 — *Pityosporites* sp. Lâm. GP/4T-267. Todas as figuras aumentadas 800x.

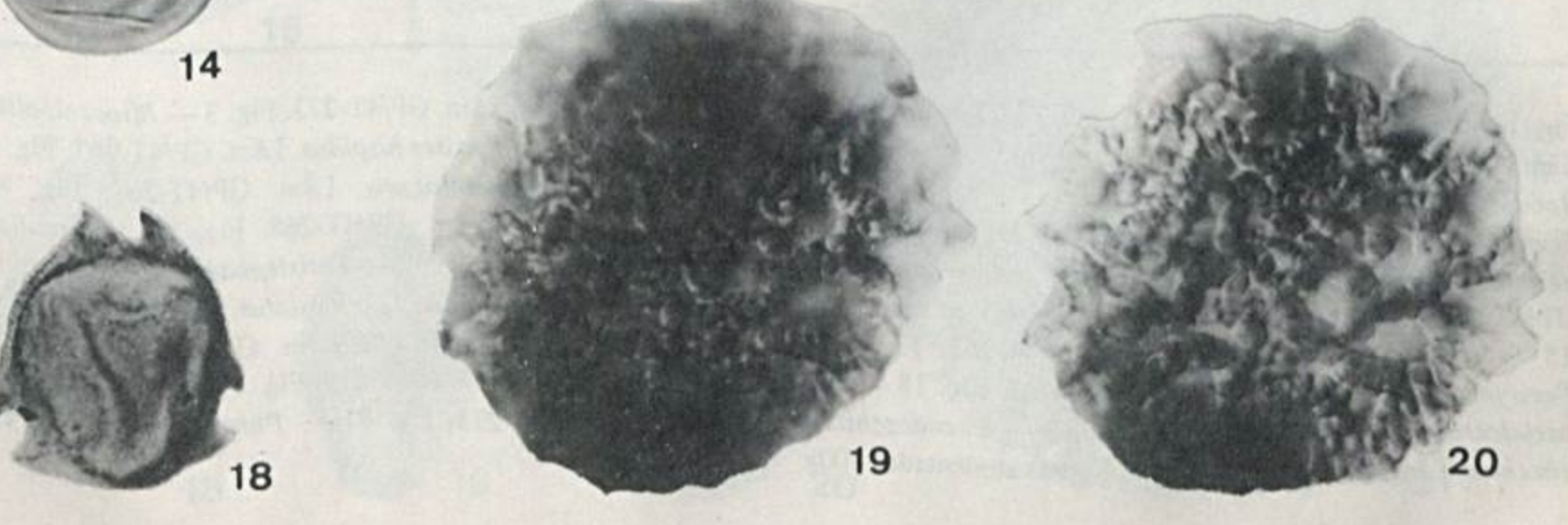
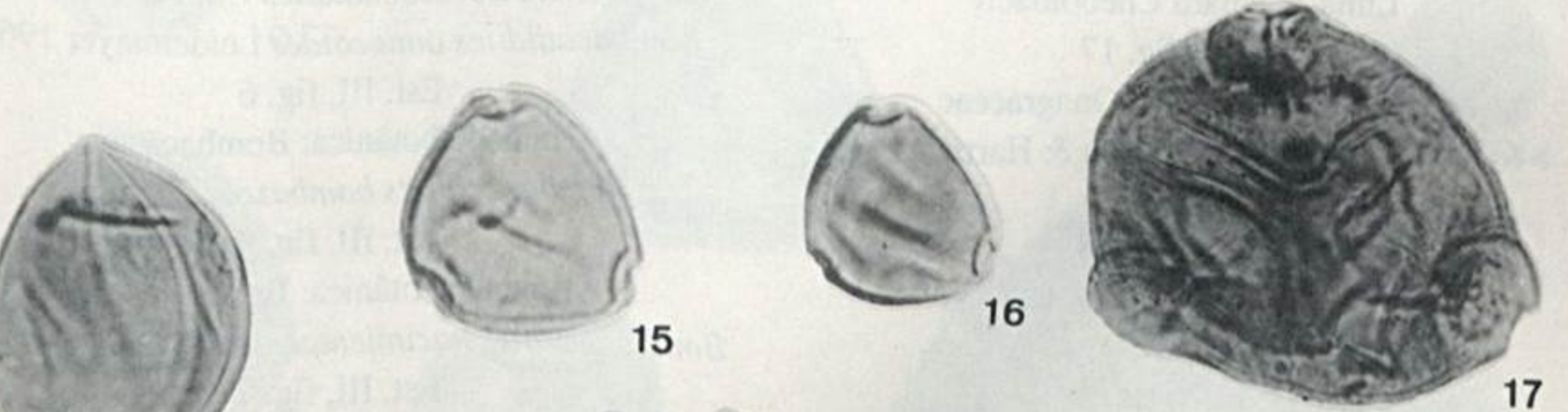
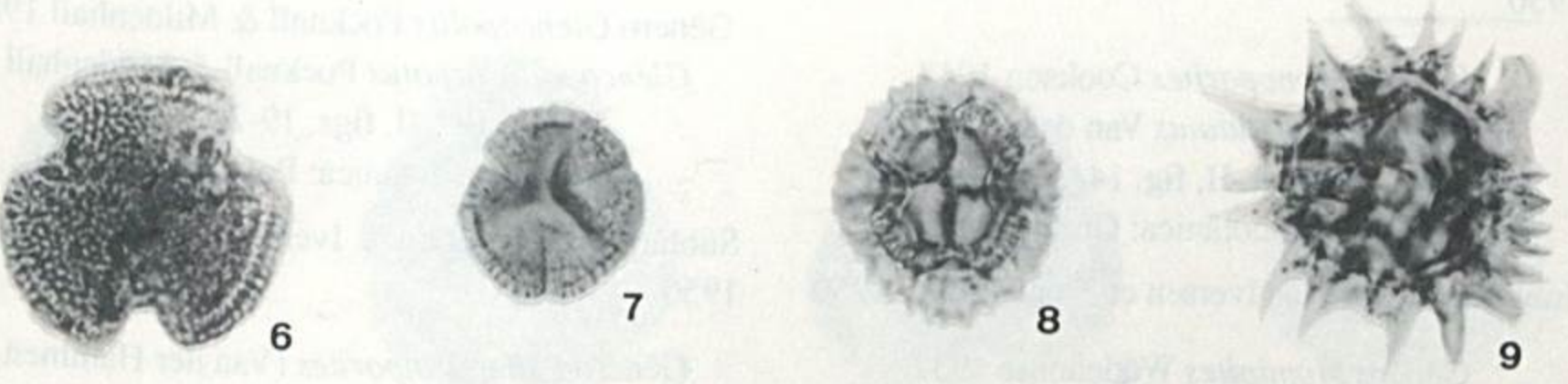
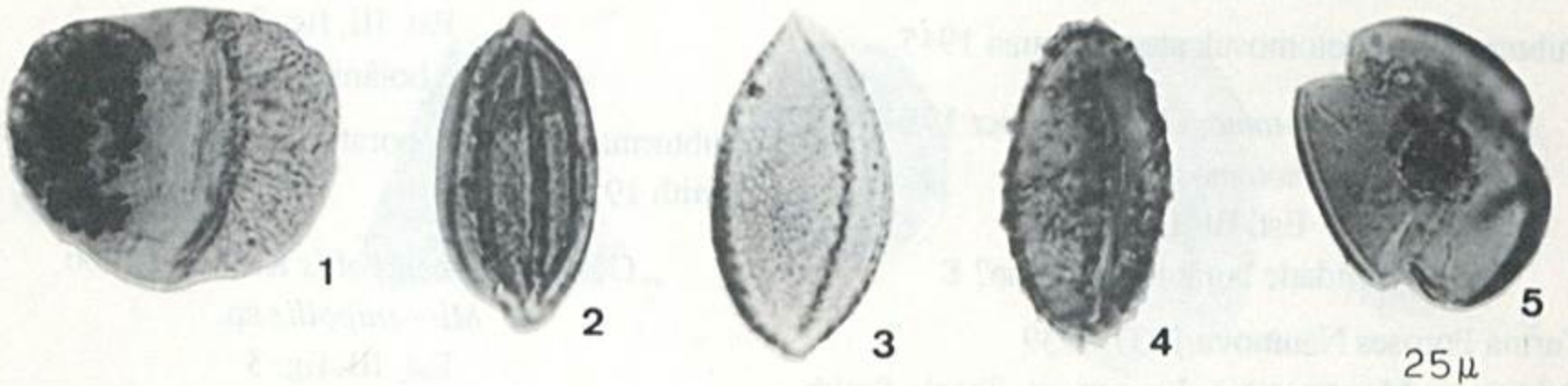
ESTAMPA I



- Potonié 1956  
*Cyatheacidites annulatus* Cookson  
 Est. I, fig. 8  
 Afinidade botânica: Cyatheaceae?  
*Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamarro  
 Est. I, Fig. 9  
 Afinidade botânica: *Lophosoria*
- Turma Monoletes Ibrahim 1933  
 Subturma Azonomonoletes Luber 1935  
 Infraturma *Laevigatomonoleti* Dybowa & Jachowitz 1957
- Gênero *Laevigatosporites* Ibrahim 1953  
*Laevigatosporites ovatus* Wilson & Webster  
 Est. I, fig. 11  
 Afinidade botânica: Dipteridaceae ou Polypodiaceae  
*Laevigatosporites* sp.  
 Est. I, fig. 12  
 Afinidade botânica: Dipteridaceae ou Polypodiaceae
- Infraturma *Sculptatomonoleti* Dybowa & Jachowitz 1957
- Gênero *Verrucatosporites* Pflug 1952  
*Verrucatosporites usmensis* Germeraad *et al.*  
 Est. I, fig. 13  
 Afinidade botânica: Polypodiaceae
- GRÃOS DE POLEN**
- Turma Saccites Erdtman 1847  
 Subturma Disaccites Cookson 1947
- Gênero *Pityosporites* (Seward 1914) Potonié & Klaus 1957  
*Pityosporites* sp.  
 Est. I, fig. 14  
 Afinidade botânica: Pinaceae  
 Gênero *Podocarpidites* Cookson 1947
- Podocarpidites* sp. cf. *P. congoensis* Sah  
 Est. II, fig. 1  
 Afinidade botânica: Podocarpaceae
- Turma Plicates Naumova 1937-1939  
 Subturma Polyplicates Erdtman 1952
- Gênero *Ephedripites* Bolkhovitina 1953  
*Ephedripites (Distachyapites) tertiarius* Krutzsch  
 Est. II, fig. 2  
 Afinidade botânica: Ephedrales
- Subturma Monocolpates Iversen & Troels-Smith 1950
- Gênero *Arecipites* Wodehouse 1933  
*Arecipites* sp.  
 Est. II, fig. 3  
 Afinidade botânica: Palmae
- Gênero *Nupharipollis* Krutzsch 1970  
*Nupharipollis* sp. cf. *N. mortonensis* (Couper) Krutzsch  
 Est. II, fig. 4  
 Afinidade botânica: *Nuphar*
- Subturma Tricolpates (Van der Hammen 1956) Van der Hammen & Wijmstra 1966
- Gênero *Psilatricolpites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen & Wijmstra 1966  
*Psilatricolpites* sp.  
 Est. II, fig. 5  
 Afinidade botânica: Dicotyledoneae
- Gênero *Clavatricolpites* Pierce 1961  
*Clavatricolpites daemonei* Regali *et al.*  
 Est. II, fig. 6  
 Afinidade botânica: Dicotyledoneae
- Subturma Stephanocolpates Iversen & Troels-Smith 1950
- Gênero *Retistephanocolpites* Leidelmeyer 1966  
*Retistephanocolpites gracilis* Regali *et al.*

Fig. 1 — *Podocarpites* sp. cf. *P. congoensis*. Lâm. GP/4T-268. Fig. 2 — *Ephedripites (Distachyapites) tertiarius*. Lâm. GP/4T-268. Fig. 3 — *Arecipites* sp. Lâm. GP/4T-274. Fig. 4 — *Nupharipollis* sp. cf. *N. mortonensis*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 5 — *Psilatricolpites* sp. Lâm. GP/4T-268. Fig. 6 — *Clavatricolpites daemonei*. Lâm. GP/4T-269. Fig. 7 — *Ilexpollenites* sp. Lâm. GP/4T-273. Fig. 8 — *Cichoreacidites echinatus*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 9 — *Compositoipollenites* sp. Lâm. GP/4T-274. Fig. 10 — *Compositoipollenites sentis*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 11 — *Compositoipollenites conicus*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 12 — *Retistephanocolpites gracilis*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 13 — *Retistephanocolpites gracilis*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 14 — *Monoporites annulatus*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 15 — *Momipites africanus*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 16 — *Engelhardtoidites microcoryphaeus*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 17 — *Corsinipollenites undulatus*. Lâm. GP/4T-270. Fig. 18 — *Propilypollis* sp. 1 Lâm. GP/4T-274. Fig. 19 — *Glencopollis ornatus*. Lâm. GP/4T-271. Fig. 20 — *Glencopollis ornatus*. Lâm. GP/4T-271. Todas as figuras aumentadas 800x.

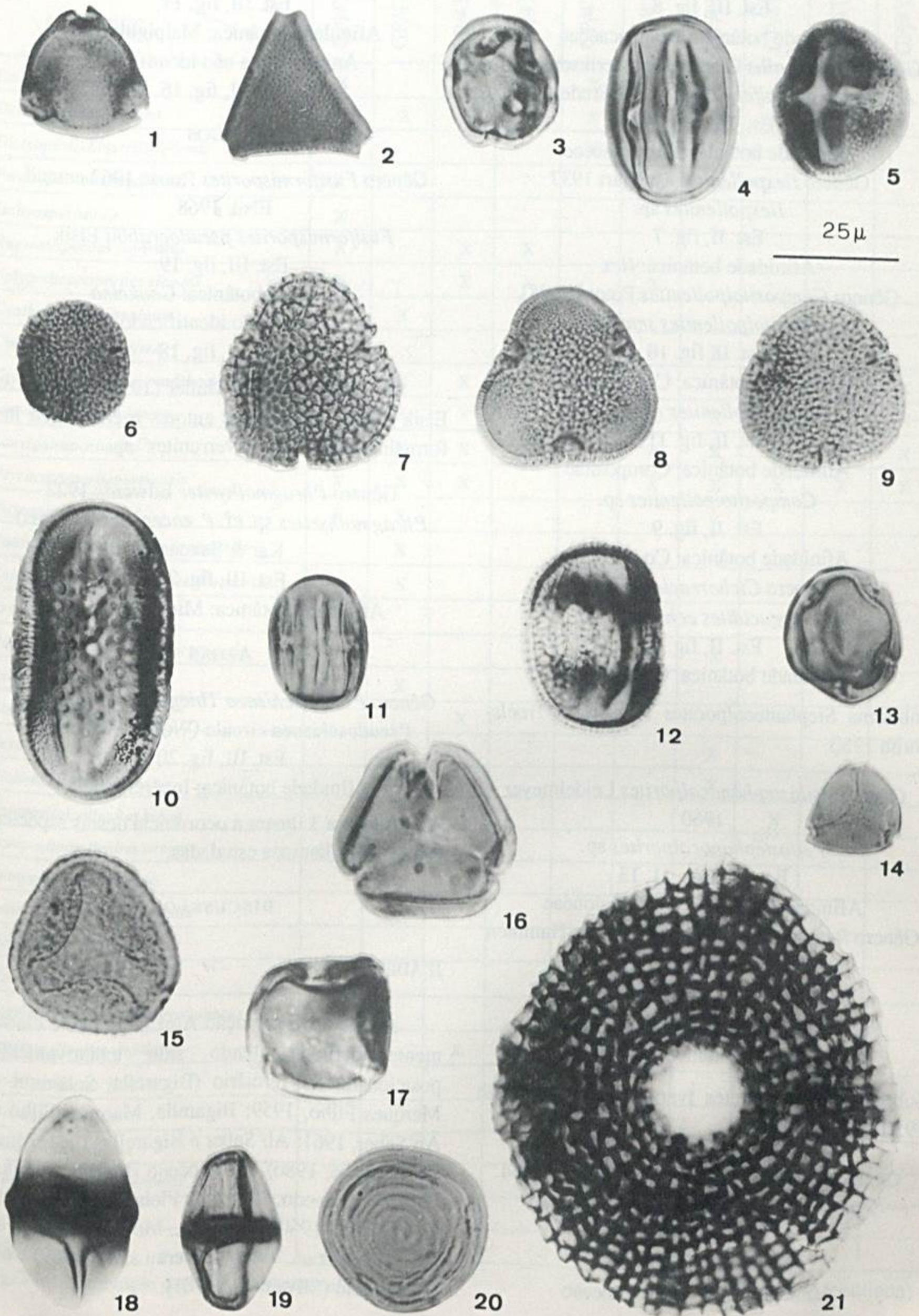
ESTAMPA II



- Est. II, fig. 12-13  
Afinidade botânica: Rubiaceae  
Subturma *Trichotomosulcates* Erdtman 1945  
Gênero *Trichotomosulcites* Couper 1953  
*Trichotomosulcites* sp.  
Est. III, fig. 15  
Afinidade botânica: Palmae?
- Turma Poroses Naumova 1937-1939  
Subturma *Monoporates* Iversen et Troels-Smith 1950  
Gênero *Monoporites* Cookson 1947  
*Monoporites annulatus* Van der Hammen  
Est. II, fig. 14  
Afinidade botânica: Gramineae  
Subturma *Triporates* Iversen et Troels-Smith 1950  
Gênero *Momipites* Wodehouse 1932  
*Momipites africanus* Van Hoeken Klinkenberg  
Est. II, fig. 15  
Afinidade botânica: Moraceae  
Gênero *Engelhardtoidites* Potonié, Thomson & Thiegart 1950  
*Engelhardtoidites microcoryphaeus* Potonié  
Est. II, fig. 16  
Afinidade botânica: *Engelhardtia*  
Gênero *Corsinipollenites* Nakoman 1965  
*Corsinipollenites undulatus* (Gonzalez-Guzman) Lima & Salard Cheboldaeff  
Est. II, fig. 17  
Afinidade botânica: Onagraceae  
Gênero *Propilypollis* Martin & Harris 1975  
*Propilypollis* sp. 1  
Est. II, fig. 18  
Afinidade botânica: Proteaceae  
*Propilypollis* sp. 2  
Est. III, fig. 1
- Gênero *Proteacidites* Cookson 1950  
*Proteacidites adenanthoides* Cookson  
Est. III, fig. 2  
Afinidade botânica: Proteaceae  
Subturma *Stephanoporates* Iversen & Troels-Smith 1950  
Gênero *Miocenipollis* Krutzsch 1966  
*Miocenipollis* sp.  
Est. III, fig. 3  
Afinidade botânica: Malpighiaceae  
Gênero *Glencopollis* Pocknall & Mildenhall 1984  
*Glencopollis ornatus* Pocknall & Mildenhall  
Est. II, figs. 19-20  
Afinidade botânica: Polygonaceae  
Subturma *Tricolporates* Iversen & Troels-Smith 1950  
Gênero *Psilatricolporites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen & Wijmstra 1966  
*Psilatricolporites* sp.  
Est. III, fig. 4  
Afinidade botânica: Dicotyledoneae  
Gênero *Retitricolporites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen & Wijmstra 1966  
*Retitricolporites hispidus* Van der Hammen & Wijmstra  
Est. III, fig. 5  
Afinidade botânica: Dicotyledoneae  
Gênero *Bombacidites* Couper 1960  
*Bombacidites annaeoides* Leidelmeyer 1966  
Est. III, fig. 6  
Afinidade botânica: Bombacaceae  
*Bombacidites bombaxoides* Couper  
Est. III, fig. 9  
Afinidade botânica: Bombacaceae  
*Bombacidites nacimientoensis* (Anderson) Elsik  
Est. III, fig. 7

Fig. 1 — *Propilypollis* sp. 2. Lâm. GP/4T-274. Fig. 2 — *Proteacidites adenanthoides*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 3 — *Miocenipollis* sp. Lâm. GP/4T-267. Fig. 4 — *Psilatricolporites* sp. Lâm. GP/4T-267. Fig. 5 — *Retitricolporites hispidus*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 6 — *Bombacidites annaeoides*. Lâm. GP/4T-268. Fig. 7 — *Bombacidites nacimientoensis*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 8 — *Bombacidites clarus*. Lâm. GP/4T-274. Fig. 9 — *Bombacidites bombaxoides*. Lâm. GP/4T-268. Fig. 10 — *Areolipollis vespiformis*. Lâm. GP/4T-272. Fig. 11 — *Psilastephanocolporites* sp. Lâm. GP/4T-274. Fig. 12 — *Retistephanocolporites*, sp. Lâm. GP/4T-268. Fig. 13 — *Psilastephanocolporites* sp. Lâm. GP/4T-274. Fig. 14 — *Syncolporites poricostatus*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 15 — *Trichotomosulcites* sp. Lâm. GP/4T-268. Fig. 16 — Angiosperma não identificada. Lâm. GP/4T-271. Fig. 17 — *Perisyncolporites pokorny*. Lâm. GP/4T-267. Fig. 18 — Fungo não identificado. Lâm. GP/4T-273. Fig. 19 — *Fusiformisporites pseudocrabbii*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 20 — *Pseudoschizaea circula*. Lâm. GP/4T-273. Fig. 21 — *Phragmothyrites* sp. cf. *P. eocenica*. Lâm. GP/4T-273. Todas as figuras aumentadas 800x

ESTAMPA III



Afinidade botânica: Bombacaceae

*Bombacadidites clarus* Sah

Est. III, fig. 8

Afinidade botânica: Bombacaceae

Gênero *Areolipollis* Clarke & Frederiksen 1968

*Areolipollis vespiformis* Clarke & Frederiksen

Est. III, fig. 10

Afinidade botânica: Acanthaceae

Gênero *Ilexpollenites* Thiegart 1937

*Ilexpollenites* sp.

Est. II, fig. 7

Afinidade botânica: *Ilex*

Gênero *Compositoipollenites* Potonié 1951

*Compositoipollenites sentis* Sah

Est. II, fig. 10

Afinidade botânica: Compositae

*Compositoipollenites conicus* Sah

Est. II, fig. 11

Afinidade botânica: Compositae

*Compositoipollenites* sp.

Est. II, fig. 9

Afinidade botânica: Compositae

Gênero *Cichoreacidites* Sah

*Cichoreacidites echinatus* Sah

Est. II, fig. 8

Afinidade botânica: Compositae

Subturma *Stephanocolporates* Iversen & Troels-Smith 1950

Gênero *Psilastephanocolporites* Leidelmeyer  
1960

*Psilastephanocolporites* sp.

Est. III, figs. 11, 13

Afinidade botânica: Dicotyledoneae

Gênero *Retistephanocolporites* Van der Hammen  
& Wijmstra 1966

*Retistephanocolporites* sp.

Est. III, fig. 12

Afinidade botânica: Labiatae?

Subturma *Syncolporates* Iversen & Troels-Smith  
1950

Gênero *Syncolporites* Van der Hammen 1954

*Syncolporites poricostatus* Van Hoeken

Klinkenberg

Est. III, fig. 14

Afinidade botânica: Myrtaceae

Gênero *Perisyncolporites* Germeraad *et al.* 1968

*Perisyncolporites pokorny* Germeraad *et al.*

Est. III, fig. 17

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Angiosperma não identificada

Est. III, fig. 16

## FUNGOS

Gênero *Fusiformisporites* Rouse 1962 emend.

Elsik 1968

*Fusiformisporites pseudocrabbii* Elsik

Est. III, fig. 19

Afinidade botânica: *Cookeina*

Fungo não identificado

Est. III, fig. 18

Obs.: Ilustrado por Muller (1959) e Jarzen & Elsik (1986). Os últimos autores o chamaram informalmente de "Mediaverrunites" sp.

Gênero *Phragmothyrites* Edwards 1922

*Phragmothyrites* sp. cf. *P. eocenica* (Edwards)

Kar & Saxena

Est. III, fig. 21

Afinidade botânica: Microthyriaceae

## ALGAS

Gênero *Pseudoschizaea* Thiegart & Frantz 1962

*Pseudoschizaea circula* (Wolf) Christopher

Est. III, fig. 20

Afinidade botânica: Incertae sedis

A figura 3 ilustra a ocorrência destas espécies nas diversas lâminas estudadas.

## DISCUSSÃO

### IDADE

A idade da Formação Alexandra não é claramente definida, tendo sido tentativamente posicionada no Terciário (Bigarella, Salamuni e Marques Filho, 1959; Bigarella, Marques Filho e Ab'Saber, 1961; Ab'Saber e Bigarella, 1961; Martin e Suguio, 1986), no Plioceno (Martin, Suguio, Flexor e Azevedo, 1988), no Pleistoceno (Bigarella e Freire, 1960; Bigarella, Mousinho e Silva, 1965; Fuck *et al.*, 1969 e Riverau *et al.*, 1969) e no Quaternário (Silva *et al.*, 1981).

ESPÉCIES \ LÂMINAS	GP/4T-267	GP/4T-268	GP/4T-269	GP/4T-270	GP/4T-271	GP/4T-272	GP/4T-273	GP/4T-274	GP/4T-275	GP/4T-276
<i>Leiotriletes adriennis</i>	X		X	X	X		X	X		
<i>Deltoidospora africana</i>	X	X	X		X	X	X			
<i>Dictyophyllidites trilobiformis</i>					X					
<i>Foveosporites congoensis</i>							X			
<i>Ischyosporites</i> sp.	X									
<i>Rugulatisporites caperatus</i>	X		X	X						
<i>Polypodiceoisporites elegans</i>	X		X	X		X				
<i>Cyatheacidites annulatus</i>		X			X					
<i>Cyatheacidites tectifera</i>					X	X	X			
<i>Crassoretitriletes vanraadshooveni</i>	X	X	X	X	X				X	X
<i>Laevigatosporites ovatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Laevigatosporites</i> sp.	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	X	X	X			X	X	X	X	X
<i>Pityosporites</i> sp.	X	X								
<i>Podocarpidites</i> sp. cf. <i>P. congoensis</i>		X								
<i>Ephedripites (Distachyapites) tertarius</i>		X								
<i>Arecipites</i> sp.								X		
<i>Nupharipollis</i> sp. cf. <i>N. mortonensis</i>					X	X	X			
<i>Psilatricolpites</i> sp.		X								
<i>Clavatricolpites daemoni</i>			X							
<i>Ilexpollenites</i> sp.							X			
<i>Cichoreacidites echinatus</i>							X			
<i>Compositoipollenites sentis</i>							X	X		
<i>Compositoipollenites conicus</i>							X			
<i>Compositoipollenites</i> sp.								X		
<i>Retistephanocolpites gracilis</i>								X		
<i>Monoporites annulatus</i>							X	X		
<i>Momipites africanus</i>								X		
<i>Engelhardtoidites microcoryphaeus</i>							X	X		
<i>Corsinipollenites undulatus</i>			X	X						
<i>Propilypollis</i> sp. 1								X		
<i>Propilypollis</i> sp. 2								X		
<i>Glencopollis ornatus</i>					X					
<i>Proteacidites adenantoides</i>							X			
<i>Miocenipollis</i> sp.	X						X			
<i>Psilatricolporites</i> sp.	X									

Fig. 3 — Distribuição das espécies encontradas.

(continua)

(Continuação)

ESPÉCIES \ LÂMINAS	GP/4T-267	GP/4T-268	GP/4T-269	GP/4T-270	GP/4T-271	GP/4T-272	GP/4T-273	GP/4T-274	GP/4T-275	GP/4T-276
<i>Retitricolporites hispidus</i>	X									
<i>Bombacacidites annaeoides</i>		X								
<i>Bombacacidites nacimientoensis</i>	X									
<i>Bombacacidites clarus</i>								X		
<i>Bombacacidites bombaxoides</i>		X								
<i>Areolipollis vespiformis</i>						X				
<i>Psilastephanocolporites</i> sp.							X			
<i>Retistephanocolporites</i> sp.		X								
<i>Syncolporites poricostatus</i>							X			
<i>Trichotomosulcites</i> sp.	X	X								X
Angiosperma não identificada					X					
<i>Perisyncolporites pokorny</i>	X	X					X			
Fungo não identificado							X			
<i>Fusiformisporites pseudocrabbii</i>							X	X		
<i>Pseudoschizea circula</i>							X			
<i>Phragmothyrites</i> sp. cf. <i>eocenica</i>							X			

Fig. 3 — Distribuição das espécies encontradas.

O conteúdo das amostras estudadas revelou uma palinoflora composta de 50 espécies identificadas de algas, fungos, esporos e grãos de pólen. As assembléias possuem pequena variação em função do nível tratado. Entre as espécies presentes, várias possuem valor estratigráfico e têm sido utilizadas, inclusive no Brasil, para fins de datação (Fig. 4). Destacam-se, entre outras, *Pseudoschizea circula*, *Cyatheacidites annulatus*, *Crassoretitriletes vanraadshooveni*, *Verucatosporites usmensis*, *Monoporites annulatus*, *Areolipollis vespiformis* (= *Multiareolites formosus*) e *Retitricolporites hispidus*.

O conjunto das espécies permite atribuir uma idade correspondente à parte alta do Mioceno Inferior (em divisão bipartite) para o nível portador, correspondentes às Zonas P-740 (*Psilatricolporites triangularis*) e P-760 (*Crassoretitriletes vanraadshooveni*) do zoneamento utilizado pela

Petrobrás (Regali, 1974), ou Mioceno Médio (em divisão tripartite), correspondente à zona 28 do zoneamento de Muller et al. (1985).

#### PALEOAMBIENTE

Inicialmente o ambiente deposicional foi considerado como de "leques aluviais" (Bigarella, Salamuni e Marques Filho, 1959). Posteriormente foi reinterpretado como sendo de "caráter fluvio-lacustre" (Bigarella, Marques Filho e Ab'Saber, 1961 e Ab'Saber e Bigarella, 1961), "bajada" e "playa lakes" em clima semi-árido (Bigarella, Mousinho e Silva, 1965 a, b) e fluvial (Silva et al., 1981).

Antes de discutir o ambiente deposicional deve-se esclarecer o que considerar como Formação Alexandra, pois alguns autores incluíram sedimentos que dificilmente podem ser

ESPÉCIES		<i>Fusiformisporites pseudocrabbii</i>	<i>Crassoretiriletes vanraadshooveni</i>	<i>Verrucatosporites usmensis</i>	<i>Cyatheacidites annulatus</i>	<i>Pseudoschizea circula</i>	<i>Perisyncolporites pokorny</i>	<i>Areolipollis vespiformis</i> (= <i>Multiareolites formosus</i> )	<i>Clavatricolpites daemone</i>	<i>Retriticolporites hispidus</i>	<i>Monoporites annulatus</i>	<i>Compositoipollenites sp.</i>
PLIOCENO	M-S	—	—	—	—	---	—	—	—	—	—	—
	I	—	—	—	—	---	—	—	—	—	—	—
MIOCENO	S		.....									
	I											
OLIGOCENO	S											
	I											
EOCENO	S											
	M											
	I											
PALEOCENO												

Fig. 4 — Distribuição estratigráfica de espécies selecionadas na América do Sul.

- Regali et al., 1974
- ..... Muller et al., 1985
- Outros

considerados como pertencentes a essa formação. Riverau *et al.* (1969) incluíram uma unidade “constituída por sedimentos areno-argilosos estratificados”. Esses sedimentos foram excluídos pois correspondem a terraços marinhos do Pleistoceno. Também foram excluídos alguns afloramentos próximos a Guaraqueçaba constituídos por conglomerados de origem fluvial, que foram mapeados como pertencentes à Formação Alexandra por Silva *et al.* (1981), porque não foram encontradas suficientes evidências das relações estratigráficas com os sedimentos típicos da formação.

Os processos atuantes na formação das facies da Formação Alexandra foram interpretados como sendo principalmente fluxos gravitacionais do tipo fluxo de detritos (conglomerados sustentados pela matriz) e fluxos de lama (lamas e lamas arenosas). Os arcósios e areias arcósianas sugerem fluxos em canais entrelaçados (braided), ocorrendo transição para fluxos mais densos não confinados (Angulo, *em prep.*). O linhito indica um ambiente do tipo pântano. O conjunto dos depósitos sugere um ambiente de leque aluvial.

Com relação ao paleoclima, a maioria dos autores considera mais provável a existência de

condições semi-áridas na época de formação dos depósitos; porém, a presença da camada do linhito, embora de ocorrência restrita, indica um clima capaz de manter um corpo de água, ainda que de pequenas dimensões, de forma permanente. A vegetação local é bem adaptada a estas condições, fato este atestado pela abundância de algas, fungos e pteridófitas, bem como de angiospermas aquáticas, tais como ninfeáceas e onagráceas. Por outro lado, a vegetação circundante sugere condições de bosque, no qual os elementos herbáceos ou arbustivos (labiadas, gramíneas, compostas) são predominantes em relação aos elementos arbóreos (bombacáceas, moráceas). Por outro lado, o conjunto indica ao mesmo tempo a presença de elementos mais adaptados a clima seco, tais como pólenes bissacados (*Pityosporites*, *Podocarpidites*) ou poliplicados (*Ephedripites*), e úmido (proteáceas, acantáceas). Condições intermediárias parecem ser as únicas que poderiam propiciar a co-existência dos grupos citados. Esta possibilidade poderia inclusive explicar o tipo de intemperismo na área fonte, que deveria fornecer, a partir das litologias existentes (granitos, migmatitos, gnaisses, xistos e diabásios) tanto grãos de quartzo e feldspato como abundantes argilas, o que efetivamente ocorre. Estas últimas seriam, como é sabido, produzidas pelo intemperismo químico, mais desenvolvido em clima com teores de umidade mais significativos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. & BIGARELLA, J. J., (1961a), Considerações sobre a morfogênese da Serra do Mar no Paraná. *Bol. Paran. Geogr.*, 4-5: 94-110, Curitiba.
- AB'SABER, A. N. & BIGARELLA, J. J., (1961b), Superfícies aplainadas do Primeiro Planalto do Paraná. *Bol. Paran. Geogr.*, 45: 116-125, Curitiba.
- ALMEIDA, F. F. M., (1952), Novas ocorrências de camadas supostamente pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 1: 53-58.
- ALMEIDA, F. F. M., (1976), The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. bras. Ci.*, 48: 15-26 (Suplemento).
- ANGULO, R. J., (Em prep.), Evolução geológica da costa do Estado do Paraná no Quaternário.
- ARCHANGELSKY, S., (1973), Palinologia del Paleoceno de Chubut. I. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana*, 10 (4): 339-399.
- BIGARELLA, J. J. & FREIRE, S. S., (1960), Nota sobre a ocorrência do cascalheiro marinho no litoral do Paraná. *Bol. Univ. Paraná. Geol.*, 3: 1-22, Curitiba.
- BIGARELLA, J. J.; MARQUES FILHO, P. L. & AB'SABER, A. N., (1961), Ocorrência de pedimentos remanescentes nas fraldas da Serra do Iquererim (Garuva, Santa Catarina). *Bol. Paran. Geogr.*, 4-5: 82-93, Curitiba.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X., (1956a), Processes and environments of the Brazilian Quaternary. Paper prepared for the Symposium on Cold Climate, Processes and Environments, Fairbanks, Alaska. VII INQUA Congress, *Univ. Fed. Paraná*, 71 p., Curitiba.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X., (1956b), Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Bol. Paran. Geogr.*, 16-17: 117-151, Curitiba.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. & MARQUES FILHO, P. L., (1959), Ocorrência de depósitos sedimentares continentais no litoral do Estado do Paraná (Formação Alexandra). *Not. Prel. Est. Inst. Biol. Pesq. Tecn.*, 1: 1-7, Curitiba.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J. & WERNER, A. (Eds.), (1978), A serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná... Um problema de segurança ambiental e nacional (Contribuições à geografia, geologia e ecologia regional). *Gov. Est. Paraná, Secret. Estad. Plan. e ADEA*, 249 p., Curitiba.
- CHATEAUNEUF, J. J., (1980), Palynostratigraphie et Paléoclimatologie de l'Eocène Supérieur et de l'Oligocène du Bassin de Paris (France). *Mém. BRGM 116*, 357 p.
- FREYLE, C., (1972), Estudio palinológico de la Formación Cerro Dorotea (Maestrichtiano-Paleoceno) de la Provincia de Santa Cruz. *I. Rev. Mus. de la Plata (n.s.) Paleont.*, 6: 39-63.
- FUCK, R. A.; TREIN, E.; MURATORI, A. & RIVERAU, J. C., (1969), Mapa geológico preliminar do litoral, da Serra do Mar e parte do Primeiro Planalto no Estado do Paraná. *Bol. Paran. Geogr.*, 27: 123-152, Curitiba.

- GERMERAAD, C. A.; HOPPING, C. A. & MULLER, J., (1968), Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **8** (3): 189-348.
- GONZÁLEZ-GUZMÁN, A. E., (1967), A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations. Ed. Brill. (Leyden), 68 p.
- JARZEN, D. M. & ELSIK, W. C., (1986), Fungal palynomorphs recovered from recent river deposits, Luangwa Valley, Zambia. *Palynology*, **10**: 35-60.
- LIMA, M. R.; SALARD-CHEBOLDAEFF, M. & SUGUIO, K., (1985), 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. VIII Cong. Bras. Paleont., MME-DNPM, Sér. Geologia n° 27, Paleont. Estrat. n° 2, p. 379-393.
- LIMA, M. R.; VESPUCCI, J. B. O. & SUGUIO, K., (1985), Estudo palinológico de uma camada de linhito da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. bras. Ci.*, **57** (2): 183-197.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K., (1986), Excursion route along the coastal plains of the States of Paraná and Santa Catarina. Intern. Symp. Sea Level Changes and Quatern. Shorelines, Spec. Public. 1, 124 p., São Paulo.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. & AZEVEDO, A. E. G., (1988), Mapa geológico do quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. DNPM Sér. Geol. 28ª Seção, Geol. Básica 18, 40 p., 2 mapas, Brasília.
- MULLER, J., (1959), Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropal.*, **5** (1): 1-32.
- MULLER, J.; DI GIACOMO, E. & VAN ERVE, A., (1985), A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America. *An. VI Congr. Geol. Venez.*, 1041-1079.
- POCKNALL, D. T. & MILDENHALL, D. C., (1984), Late Oligocene Early Miocene spores and pollen-grains from Southland, New Zealand. *New Zeal. Geol. Surv. Paleontol. Bull.*, **51**, 66 p., 26 Est.
- REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A. S., (1974), Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil. *Bol. Tecn. Petrobrás*, **17** (4): 263-301.
- RIVERAU, J. C.; FUCK, R. A.; MURATORI, A. & TREIN, E., (1969), Paranaguá, folha geológica. Comissão da Carta Geológica do Paraná. Curitiba (Esc. 1:70.000).
- RIVERAU, J. C.; TREIN, E.; MURATORI, A.; FUCK, R. A.; BASUMALLICK, S. & BERTOLDO, A. L., (1970), Antonina, folha geológica. Comissão da Carta Geológica do Paraná, Curitiba (Esc. 1:70.000).
- SAH, S. C. D., (1967), Palynology of an Upper Neogene Profile from Rusizi Valley (Burundi). *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr.*, Sér. I n° 8, *Scien. Geol.*, **57**, 173 p., 13 est.
- SALARD-CHEBOLDAEFF, M., (1978), Sur la palynoflore maestrichtienne et tertiaire du Bassin Sédimentaire Littoral du Cameroun. *Pollen et Spores*, **20** (2): 215-260.
- SILVA, A. T. S. F.; FRANCISCONI, O.; GODOY, A. M. & BATTOLA, JR., (1981), Projeto integração e detalhe geológico no vale do Ribeira. Relatório Final. Integração Geológica. CPRM **1**: 205 p., São Paulo.