

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**SUCESSÃO VEGETAL E RECONSTITUIÇÃO DE PALEOAMBIENTES DOS
ÚLTIMOS 24000 ANOS EM TORRES, EXTREMO NORTE DA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, SUL DO BRASIL**

Lionel Roth

Porto Alegre

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**SUCESSÃO VEGETAL E RECONSTITUIÇÃO DE PALEOAMBIENTES DOS
ÚLTIMOS 24000 ANOS EM TORRES, EXTREMO NORTE DA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, SUL DO BRASIL**

Lionel Roth

Orientadora: Maria Luisa Lorscheitter

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências: Botânica.

Porto Alegre

2014

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Maria Luisa Lorscheitter, pelos ensinamentos, orientação e presença constante durante todo o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Professor Luís Rios de Moura Baptista pela ilustre presença nas viagens, comentários sobre a flora local e ajuda na identificação das plantas coletadas nos trabalhos de campo;

Ao Professor Paulo Windisch pelo auxílio prestado na identificação de pteridófitos;

Ao colega de laboratório Ebráilon Masetto pela troca de conhecimentos principalmente na área de informática;

Ao Motorista do Departamento de Botânica, Darcy L. Dias, pelas viagens agradáveis e bem sucedidas;

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para as datações radiométricas e trabalhos de campo;

À CIENTEC por ter permitido a realização deste trabalho dentro do programa de treinamentos externos;

Às amigas Ana Maria, Nilva e Elizabeth que sempre estavam prestes a auxiliar e a dar conselhos positivos para que este trabalho fosse realizado;

Também a todos os amigos e colegas da UFRGS e CIENTEC que de uma forma ou de outra, apoiaram e incentivaram a realização deste trabalho;

Um especial agradecimento à minha família Eliane, Daniel e João Pedro, pelo incentivo e compreensão das minhas ausências durante a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	6
ÁREA DE ESTUDO	7
MATERIAL E MÉTODOS	11
1. Trabalho de campo	11
1.1. Escolha das matas e dos locais para coleta dos perfis sedimentares	11
1.2. Coleta dos perfis sedimentares	11
1.3. Coleta de sedimentos para datação radiométrica (^{14}C)	12
1.4. Levantamento da vegetação atual	12
2. Trabalho de laboratório	13
2.1. Coleta de amostras para processamento químico e análise litológica	13
2.2. Processamento químico das amostras	13
2.2.1. Retirada de sílica	14
2.2.2. Retirada de ácidos húmicos	14
2.2.3. Acetólise	14
2.3. Filtragem das amostras	15
2.4. Montagem das lâminas	15
2.5. Preparo das amostras para datação radiométrica (^{14}C)	16
3. Análise palinológica	16
3.1. Análise qualitativa	16
3.2. Análise quantitativa	18
3.2.1. Contagem dos palinomorfos	18
3.2.2. Cálculo de porcentagem	18
3.2.3. Cálculo da taxa de acumulação polínica	18
3.2.4. Análise de agrupamentos	19
3.3. Diagramas polínicos	19
RESULTADOS	20
1. Ordenação sistemática dos palinomorfos encontrados e aspectos morfológicos	20

FUNGOS	20
ALGAS	22
BRIÓFITOS	23
PTERIDÓFITOS	23
GIMNOSPERMAS	27
ANGIOSPERMAS	27
PALINOMORFOS OUTROS	34
2. Descrição dos diagramas	48
2.1. Pirataba	48
ZONA I	48
ZONA II	49
ZONA III	50
2.2. Faxinal	52
ZONA I	52
ZONA II	53
ZONA III	56
DISCUSSÃO	58
Análise dos paleoambientes	58
1. Pirataba	58
24000 - 7000 anos AP (Zona I)	58
7000 - 1500 anos AP (Zona II)	60
1500 anos AP - atualidade (Zona III)	60
2. Faxinal	61
7000 - 6700 anos AP (Zona I)	61
6700 - 3500 anos AP (Zona II)	63
3500 anos AP - atualidade (Zona III)	64
CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

FIGURAS, ESTAMPAS E TABELAS

Figura 1. Locais de estudo	10
Figura 2. Pirataba - Diagramas de porcentagem	68
Figura 3. Pirataba - Diagramas de taxa de acumulação polínica	69
Figura 4. Faxinal - Diagramas de porcentagem	70
Figura 5. Faxinal - Diagramas de taxa de acumulação polínica	71
Estampa I	36
Estampa II	37
Estampa III	38
Estampa IV	39
Estampa V	40
Estampa VI	41
Estampa VII	42
Estampa VIII	43
Estampa IX	44
Estampa X	45
Tabela 1. Agrupamento dos palinomorfos encontrados nos perfis sedimentares de Pirataba e Faxinal	46
Tabela 2. Datações radiométricas (¹⁴ C, AMS) dos perfis sedimentares das matas tropicais paludosas de Pirataba e do Faxinal (Beta Analytic Inc.).....	47

RESUMO

Foi realizado estudo palinológico em perfis sedimentares no interior de duas matas tropicais paludosas, pela primeira vez no extremo norte da Planície Costeira do Rio grande do Sul, visando entender a dinâmica da vegetação e do clima durante os últimos milênios. As matas estão no município de Torres, com latitudes semelhantes: Faxinal (29°21'S - 49°45'W), a cerca de 2 km da linha de costa, e Pirataba (29°15'S - 49°51'W), mais interiorizada, a cerca de 17 km da primeira. Usou-se o Amostrador de Hiller para a coleta dos perfis e das amostras para datação por ^{14}C (cinco datações por perfil). Para a análise palinológica retiraram-se 47 amostras do perfil do Faxinal (612 cm) e 24 amostras do perfil de Pirataba (254 cm), cada uma com 8 cm³, tratadas com HF, HCl, KOH e acetólise. Previamente adicionaram-se pastilhas de *Lycopodium clavatum* a cada amostra para cálculo da taxa de acumulação polínica. A montagem das lâminas foi feita em gelatina glicerinada. Em microscópio óptico foi contado um número mínimo de 300 grãos de pólen e 100 esporos de *L. clavatum* em cada amostra, com contagem paralela de todos os demais palinomorfos. Foram encontrados 133 táxons na soma dos dois perfis (13 fungos, nove algas, três briófitos, 29 pteridófitos, três gimnospermas, 65 angiospermas e 11 palinomorfos outros). O material foi identificado e agrupado por ambiente ou por grupo taxonômico. Para os diagramas palinológicos usaram-se os programas Tilia e Tilia Graph, e para a análise de agrupamentos o programa CONISS. Em Pirataba a análise dos resultados revelou, entre 24000 - 10000 anos AP, um clima frio e seco, com escassez vegetal, campos esparsos e pequenos agrupamentos de espécies arbóreas e herbáceas, ocupando locais um pouco mais úmidos. Os escassos elementos de Mata Atlântica, presentes nesta fase, permitem considerar uma possível migração norte-sul pela “Porta de Torres” em alguma fase mais amena do último estágio glacial. Entre 10000 - 8000 anos AP os registros de Pirataba mostram uma elevação da temperatura e umidade, com pequeno desenvolvimento da mata em agrupamentos arbóreos, e um leve adensamento do campo. Um declínio da umidade, entre 7000 - 6700 anos AP, tornou o clima um pouco mais seco em Pirataba, com leve retração da mata e do campo, não evidenciada no Faxinal devido à ampla transgressão marinha sobre o corpo lacustre existente no local neste intervalo. A partir de 6700 em Pirataba ocorre o retorno acentuado da umidade, com desenvolvimento da mata local, o que deve ter acontecido também em outras áreas não atingidas pela transgressão, e beneficiadas pela migração leste-oeste de elementos da Mata Atlântica.

Uma diminuição de palinórfos marinhos no Faxinal, entre 6700 - 5500 anos AP, certamente é resultante da regressão do mar. Ao mesmo tempo, a diminuição do pântano herbáceo, da mata e da vegetação campestre deve ser resultante da salinização do solo, enquanto em Piratuba a mata continuava seu desenvolvimento. A ausência de elementos marinhos no Faxinal, entre 5500 - 3500 anos AP, evidencia condições gradativamente mais adequadas à uma nova colonização vegetal, com progressiva dessalinização do solo. A partir de 3500 anos AP no Faxinal ocorre à expansão da vegetação nos terrenos já dessalinizados, e o solo passa a acumular mais sedimentos orgânicos. O desenvolvimento da mata nesta fase possivelmente deve ter sido influenciado pela possível migração, agora oeste-leste, de elementos da Mata Atlântica. Grande e progressivo desenvolvimento das matas do Faxinal e de Piratuba é registrado a partir dos últimos 1500 anos, indicando maior aporte de umidade e elevação da temperatura, com pouca influência antrópica. Assim, devido à transgressão marinha, a mata do Faxinal é mais jovem que a de Piratuba, o que deve refletir um evento regional, também detectado por outros autores em estudos na Planície Costeira ao sul de Torres.

ABSTRACT

A palynological study was performed for the first time in sedimentary profiles inside two tropical marsh forests in the extreme north of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul to elucidate the dynamics of vegetation and climate during the last millennia. The forests are located in the municipality of Torres, with similar latitudes, one near the sea (Faxinal - 29°21'S-49° 45'W) 2 km away from the coastline, and the other in a more inland region (Pirataba - 29°15'S-49°51'W) 17 km away from the Faxinal. The Hiller Sampler was used to collect the profiles and samples for ¹⁴C dating (five datings per profile). To the pollen analysis, 47 samples were withdrawn from the Faxinal profile (612cm) and 24 samples from the Pirataba profile (254cm), each one measuring 8 cm³, which were treated with HF, HCl, KOH, and acetolysis. Previously, *Lycopodium clavatum* tablets were added for calculating the pollen influx. The slides were mounted in glycerol-jelly. In a light microscope, a minimum number of 300 pollen grains and 100 *L. clavatum* spores were counted in each sample, with a parallel count of all the other palynomorphs. The sum of the two profiles identified 133 taxa (13 fungi, 9 algae, 3 bryophytes, 29 pteridophytes, 3 gymnosperms, 65 angiosperms and 11 other palynomorphs). The palynomorphs were identified and separated in environmental or taxonomic groups. For the diagrams, the Tilia and Tilia Graph software were used, and for the cluster analysis the CONISS software. In Pirataba, the analysis revealed a cold and dry climate between 24000-10000 years BP, with vegetation shortage, sparse fields and small clusters of trees occupying places with a little more humidity. Scarce elements of the Atlantic rain forest, found at this phase, allowed the assumption of a north-south tropical species migration by "Porta de Torres" in a possible previous milder phase of the last glacial stage. Between 10000 - 8000 years BP, Pirataba records showed a rise in temperature and humidity, with little development of the tropical forest in arboreal groups and a slight increase of the field. A decline in humidity, between 8000 - 6700 years BP, made the climate drier in Pirataba with slight retraction of the forest and the field, which was not evidenced in Faxinal (7000 - 6700 years BP) due to extensive marine transgression over the existing paleolagoon on that site. From 6700, a sharp humidity returned in Pirataba, with development of the local forest, which must have also occurred in other areas not affected by the transgression, and benefited from the east-west migration of the Atlantic rain forest elements. A decrease of marine elements in Faxinal, between 6700 - 5500 years BP, was certainly a result from the regression of the sea. At the same time, the decrease of the herbaceous marsh, the forest and the grassland

in Faxinal was certainly a result of soil salinity, while in Pirataba the forest continued its development. The absence of marine elements in Faxinal, between 5500 - 3500 years BP, outlined conditions gradually more appropriate to new plant colonization, with progressive desalination of the soil. From 3500 years BP, the expansion of the vegetation on desalted soils occurred in Faxinal, that started to accumulate peat sediments. The development of Faxinal forest must have been influenced by the possible west-east migration of the Atlantic rain forest elements in this phase. A large and progressive development of the Faxinal and Pirataba forests was recorded from the last 1500 years, indicating more humidity flow and temperature rise, with little human influence. Thus, the results have shown that, due to marine transgression, the Faxinal forest is younger than Pirataba's one, which should reflect a regional event, also detected by other authors in studies over the Coastal Plain at south of Torres.

INTRODUÇÃO

A sucessão que origina a vegetação atual de uma região é o resultado de fatores climáticos, edáficos, geológicos e antrópicos que ocorrem ao longo dos milênios. Assim, para compreender a distribuição da vegetação atual é necessário também estudar seu passado. A palinologia de sedimentos tem contribuído para elucidar essa dinâmica da vegetação, visto que pólen e esporos possuem três características fundamentais que contribuem para isso. A primeira é sua morfologia ligada diretamente à espécie que os originou, a segunda é a parede celular - exina - composta por esporopolenina, muito resistente a meio ácido, permitindo sua conservação durante milênios em depósitos sedimentares apropriados. A terceira característica é que pólen e esporos são produzidos em grande quantidade pelas plantas, propiciando análises quantitativas. Dessa maneira, a importância da palinologia de sedimentos está no fato de que pólen e esporos, após serem produzidos, dispersos e depositados em ambientes apropriados, vão deixando registradas, com o passar tempo, as mudanças da vegetação. Conhecendo-se os dados ecológicos das respectivas plantas, pode-se inferir assim as mudanças climáticas de uma região. Datações radiométricas permitem saber a idade do sedimento que está sendo analisado, para o estabelecimento da cronologia. Obtendo-se essas informações do passado, também é possível fazer previsões sobre as tendências naturais da vegetação e clima.

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul é formada por uma extensa faixa arenosa com cerca de 620 km de comprimento, que se estende desde a desembocadura do rio Mampituba, ao norte, no município de Torres, até a barra do Chuí, ao sul, no município de Santa Vitória do Palmar. Sua largura é muito variável, sendo mais estreita ao norte, em Torres, com cerca de 20 km desde a linha de costa até a base da Serra Geral, composta por Arenito Botucatu, recoberto por basalto. Mais ao sul, a partir do município de Osório, a Serra Geral direciona-se para oeste, e a Planície Costeira passa a ter 70 a 80 km de largura, alcançando os municípios de Gravataí e Viamão. A largura desta planície varia até o sul do Estado, atingindo no município de Camaquã sua extensão máxima de 100 km. Daí até Jaguarão, a Planície Costeira é delimitada pelo Escudo Sul Rio-grandense, de rochas ígneas. Toda a planície apresenta muitos corpos lacustres, dos quais os mais importantes são a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim. A vegetação em geral é caracterizada por halófitos e psamófitos na proximidade do Oceano, seguidos por xerófitos arbustivos e por vegetação

herbácea palustre, que invade pequenas lagoas e pântanos, além de matas paludosas, ricas em elementos tropicais da Mata Atlântica *stricto sensu* (*str. s.*), mais concentrados na zona norte (Rambo 1954, 1956).

O norte da Planície Costeira enquadra-se no clima Mesotérmico Brando Superúmido, com pluviosidade média anual entre 1250 e 1500 mm e temperatura média anual entre 18 e 20°C (Nimer 1979, 1990).

Rambo (1950) publica “A Porta de Torres”, apontando a zona de Torres como uma faixa estreita do norte da Planície Costeira, entre a serra e o oceano, um corredor por onde as espécies da Mata Atlântica *str. s.* migraram para o Rio Grande do Sul, provenientes dos outros estados da costa brasileira. De fato, em Torres encontra-se a maior concentração de elementos desta mata tropical no Estado, que vão ficando mais escassos a medida que se avança para sul e para oeste.

No Rio Grande do Sul, oscilações de nível do mar no final do Quaternário, motivadas por fatores climáticos globais, determinaram a geomorfologia atual da Planície Costeira e, dessa forma, afetaram sua vegetação (Villwock & Tomazelli 1998; Lorscheitter 2003). Há muito tempo botânicos tentam descrever a história da vegetação pretérita da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, utilizando observações da flora atual e da fisionomia da região (Rambo 1950, 1951, 1954, 1956, 1960, 1961; Klein 1961; Veloso 1962; Klein 1975).

Vários trabalhos tentaram elucidar a história da vegetação da Planície Costeira através da palinologia de sedimentos quaternários, especialmente do Holoceno, envolvendo sucessão vegetal, oscilações de nível do mar e clima, com respectiva cronologia. Essas pesquisas incluem trabalhos realizados em testemunhos de sedimentos marinhos, lagunares, de matas paludosas e de depósitos turfosos.

Estudo palinológico realizado em um testemunho marinho em águas profundas ao sul da Planície Costeira (3000 m, Cone de Rio Grande, 33° 33'S - 48° 28'W), detectou oscilações de nível do mar durante o último estágio glacial pleistocênico e o Holoceno. Em torno de 40000 anos AP, durante o último estágio glacial, uma fase mais amena foi evidenciada, seguida por outra acentuadamente fria e úmida, terminando num intervalo de clima semiárido até cerca de 11000 anos AP (Lorscheitter 1983, 1984; Lorscheitter & Romero 1985).

Para a Planície Costeira os seguintes trabalhos palinológicos foram realizados:

A palinologia de sedimentos de uma mata paludosa em Terra de Areia (29° 33'S - 50° 03'W) evidenciou acentuada mudança da vegetação e clima no final do último estágio

glacial (cerca de 23800 anos AP), com ambiente semiárido. Uma melhoria climática no limite Pleistoceno-Holoceno, há cerca de 11000 anos AP, foi associada a um clima mais quente e úmido, com desenvolvimento da vegetação em geral. Há cerca de 4100 anos AP registros apontam o início e desenvolvimento da mata (Neves 1991; Neves & Lorscheitter 1995a, 1996; Ledru *et al.* 1998).

A palinologia de um testemunho de sedimentos lagunares na Lagoa de Tramandaí (29°57'S - 50°10'W) evidenciou um máximo transgressivo há cerca de 5000 anos AP, seguido de uma grande regressão marinha. Outra leve transgressão, há cerca de 1800 anos AP, foi também detectada. A análise também mostrou ambientes altamente instáveis durante as oscilações eustáticas, alterando significativamente os padrões da vegetação litorânea (Lorscheitter & Dillenburg 1998),

Pesquisa palinológica em sedimentos de um testemunho na porção norte da Lagoa dos Patos (30° 50'S - 50° 59'W) evidenciou o máximo da transgressão marinha há cerca de 4100 anos AP. Após 4000 anos AP o mar regride e a vegetação florestal se desenvolve. (Cordeiro 1991; Cordeiro & Lorscheitter 1994; Ledru *et al.* 1998).

Na porção sul da Lagoa dos Patos foram detectados registros da transgressão holocênica em torno de 7000 anos AP (Medeanic *et al.* 2000, 2001).

Em um perfil sedimentar de uma mata paludosa em Capão do Leão (31° 47'S - 52° 15'W) a palinologia detectou uma fase de máxima influência marinha há cerca de 3900 anos AP, seguida de uma regressão, quando inicia o desenvolvimento da vegetação, a partir de 3750 anos AP (Neves & Lorscheitter 1997; Neves 1998).

Para zonas baixas e mais interiorizadas, vizinhas à Planície Costeira, os seguintes resultados palinológicos foram obtidos:

Registros de um testemunho no interior de mata paludosa em Serra Velha (29° 36'S - 51° 38'W), município de Brochier, evidenciam um clima semiárido para o final do último estágio glacial. Uma acentuada mudança climática no início do Holoceno (há cerca de 10000 anos AP), para um clima mais quente e úmido, parece iniciar o processo de *hidrossere*, que gera a mata atual. A sucessão vegetal continua durante todo o Holoceno, num clima em geral quente e úmido, porém com flutuações na umidade regional, que influenciaram esta sucessão. Indicadores da Mata Atlântica *str. s.* foram encontrados a partir de 8800 anos AP, evidenciando a migração leste-oeste de elementos tropicais. A partir de 7000 anos AP, os resultados apontam uma fase de clima seco, com retração da vegetação. O começo da última expansão da mata tropical (indicando maior umidade

ambiental) parece ocorrer entre 6000 - 5000 anos AP. (Grala & Lorscheitter 2001; Leal 2005; Leal & Lorscheitter 2007)

Bauermann (2003) estudou a palinologia de dois testemunhos de turfeiras, um em Barrocadas (30° 02'S - 50° 36'W), município de Santo Antônio da Patrulha, e outro em Águas Claras (30° 05'S - 50°51'W), município de Viamão. A evolução paleoambiental da turfeira de Barrocadas se caracterizou por uma vegetação herbácea a partir do final do Pleistoceno, e um lento e gradual aumento da vegetação arbórea durante o Holoceno. A turfeira de Águas Claras teve seu desenvolvimento iniciado a partir de um corpo lacustre circundado por uma escassa vegetação herbácea, paulatinamente colmatado pelo desenvolvimento de vegetação palustre e o progressivo aumento de elementos florestais.

Na mata paludosa de Guaíba (30° 11'S - 51° 22'W) resultados da palinologia do perfil sedimentar apontam evidências de um clima seco entre 12000 - 6000 anos AP e, a partir de 6000 anos AP, a última expansão da mata na região (Neves 1998, 2000).

A palinologia de paleoambientes do Rio Grande do Sul na Planície Costeira e Planalto, incluindo outros dados para o Sul e Sudeste do Brasil, são apresentados por Lorscheitter (1992, 1997). Para a Planície Costeira do Sul do Brasil foi mencionada a expansão da Mata Atlântica (*str. s.*) a partir de cerca de 4000 anos AP.

Através da palinologia de perfis sedimentares, Prieto *et al.* (1999) comparam as mudanças da vegetação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e da Província de Buenos Aires na fase de acentuado aumento da temperatura e umidade, a partir de 5000 anos AP. Assim, foi evidenciada, após a última transgressão marinha, uma tendência à formação florestal sobre os pântanos.

Lorscheitter (2003) elabora uma síntese de todos os trabalhos palinológicos para a Planície Costeira, indicando os seguintes intervalos: 10000 - 8000 anos AP (evidências de elementos de Mata Atlântica *str. s.* dispersos na região e áreas baixas adjacentes, mais interiorizadas); 8000 - 4000 anos AP (transgressão marinha, com danos à vegetação litorânea, e possibilidade de migração de elementos florestais para áreas adjacentes mais interiorizadas, sentido leste-oeste); 4000 - 2000 anos AP (regressão marinha e uma fase de dessalinização dos terrenos, com possibilidade de migração oeste-leste de elementos florestais das áreas adjacentes, para colonização dos terrenos da Planície Costeira); 2000 anos AP - atualidade (incipiente transgressão marinha). São incluídos dados muito preliminares sobre a história da mata do Faxinal (29°21'S - 49° 45'W), com duas datações radiométricas. São indicados uma fase com presença de elementos de Mata Atlântica *str. s.* entre 7000 - 6000 anos AP, indícios da transgressão marinha até cerca de 5000 anos AP. e

o último desenvolvimento da mata após 4000 anos AP. Estes resultados ficaram para ser aprofundados em trabalhos futuros.

As informações obtidas pela palinologia de vários testemunhos, em distintos locais da Planície Costeira e áreas vizinhas baixas, permitem, portanto, traçar um panorama dos principais eventos vegetacionais e climáticos, em especial do Holoceno. Entretanto, para o extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul não há informações palinológicas envolvendo reconstituições paleoambientais que sejam mais aprofundadas em relação à história da vegetação e clima dos últimos milênios, apesar de ser esta a zona com maior concentração de Mata Atlântica *str. s.* no Estado. Esta lacuna motivou o presente trabalho.

OBJETIVOS

A pesquisa tem como tema a reconstituição paleoambiental dos últimos milênios no extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul através da palinologia de dois perfis sedimentares, em duas matas tropicais paludosas, no município de Torres, com amarração cronológica. Pela primeira vez nesta zona, a escolha de dois remanescentes de Mata Atlântica *str. s.*, de latitudes semelhantes e a distintas distâncias do mar (cerca de 2 km, mata do Faxinal, e a 17 km desta, mata de Pirataba), visou um estudo comparativo da dinâmica da vegetação e seus aspectos migratórios, clima e influência das oscilações eustáticas durante os últimos milênios, ainda mal conhecidos para o extremo norte da Planície Costeira.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Estudar detalhadamente a gênese das duas matas escolhidas de modo comparativo, com estabelecimento da cronologia;
- Detectar possíveis migrações de elementos da Mata Atlântica *str. s.* sobre a Planície Costeira;
- Buscar evidências das oscilações de nível de mar e seus efeitos sobre o comportamento da vegetação litorânea;
- Comparar os resultados palinológicos do presente estudo com os já obtidos para os demais locais da Planície Costeira e zonas baixas adjacentes, buscando assim uma maior compreensão dos principais eventos envolvidos.

ÁREA DE ESTUDO

A área estudada situa-se no extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, formada por terrenos baixos e planos, localizados entre a linha de costa e os contrafortes da Serra geral, numa faixa estreita de 20 km. Os perfis sedimentares foram retirados do interior de duas matas paludosas, situadas aproximadamente na mesma latitude, no município de Torres. Apresentam vegetação com elementos tropicais da Mata Atlântica *str. s.*. No primeiro local, mata do Faxinal, o perfil sedimentar foi coletado a 29°21'S - 49°45'W, a cerca de 2 km da linha de costa. No segundo, mata de Pirataba, a coleta do perfil sedimentar foi realizada a 29°15'S - 49°51'W, a cerca de 17 km da linha de costa.

Segundo Kindel (2002) a mata paludosa do Faxinal caracteriza-se pela presença de espécies arbóreas, como *Ilex pseudobuxus* Reissek (Aquifoliaceae), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez, *Nectandra oppositifolia* Nees & Mart. (Lauraceae), *Ficus organensis* Miq. (Moraceae), *Myrsine umbellata* Mart (Primulaceae), *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae), *Miconia rigidiuscula* Cogn. (Melastomataceae), *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Guarea macrophylla* Vahl (Meliaceae), *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (Fabaceae), *Cecropia catarinenses* Cuatrec. (Urticaceae), *Daphnopsis fasciculata* (Meisn.) Nevling (Thymelaeaceae) e espécies dos gêneros *Myrcia* DC., *Marlierea* Cambess., *Myrceugenia* O. Berg. e *Eugenia* L. (Myrtaceae). Quatro espécies de Arecaceae imprimem características de mata tropical: *Bactris setosa* Mart., *Euterpe edulis* Mart., *Geonoma schottiana* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman.

Kindel (2002) cita como principais espécies arbustivas *Piper gaudichaudianum* Kunth, *Piper mikanianum* (Kunth) Steud. (Piperaceae), *Psychotria brachyceras* Müll. Arg., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltld. (Rubiaceae), e espécies do gênero *Leandra* Raddi (Melastomataceae). Segundo o autor, no estrato inferior da mata ocorrem herbáceas terrícolas, como *Asplenium serra* Langsd. & Fisch. (Aspleniaceae), *Nidularium innocentii* Lem. (Bromeliaceae), *Ctenitis connexa* (Kaulf.) Copel. (Dryopteridaceae), *Heliconia*

velloziana de Mello Filho, Luiz Emygdio (Heliconiaceae), *Maranta arundinacea* L. (Marantaceae) e várias espécies de Orchidaceae. Ainda segundo Kindel (2002), entre as pteridófitas epifíticas estão *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota, *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel., *Polypodium hirsutissimum* Raddi e espécies de *Pecluma* M.G. Price (Polypodiaceae), *Ctenitis* sp (C. Chr.) C. Chr. (Dryopteridaceae).

O levantamento florístico dos epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal (Waechter 1986) revela 120 espécies, riqueza típica das florestas tropicais e subtropicais úmidas. Deste total, 66 espécies pertencem as Orchidaceae, 12 delas do gênero *Pleurothallis* R. Br.. Seguem em abundância as famílias das Bromeliaceae, com sete espécies de *Vriesea* Lindl. e seis de *Tillandsia* L., e as Piperaceae, com seis espécies de *Peperomia* Ruiz & Pav.

No presente trabalho, o levantamento em campo mostrou que, na mata paludosa de Pirataba *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) e *Ficus organensis* Miq. (Moraceae) são as duas principais espécies ocupantes do estrato superior, esta última em menor quantidade. Também estão presentes espécies arbóreas como *Geonoma schottiana* Mart. e *Euterpe edulis* Mart.(Arecaceae), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Guarea macrophylla* Vahl (Meliaceae), *Weinmannia humilis* Engl. (Cunoniaceae), *Esenbeckia grandiflora* Mart. (Rutaceae) e espécies dos gêneros *Inga* Mill. (Mimosaceae), *Abarema* Pittier (Fabaceae), além de espécies de Myrtaceae e Bignoniaceae. Uma pteridófito arborecente, *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae), ocorre em grande número no interior da mata.

No estrato arbustivo destacam-se *Miconia cinerascens* Miq. e espécies de *Leandra* Raddi (Melastomataceae), *Psychotria* L. (Rubiaceae), *Piper* L. e *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae). Próximas ao bordo da mata encontram-se Asteraceae, como *Pluchea laxiflora* Hook.& Arn. Ex Baker, espécies de *Baccharis* L. e uma liana do gênero *Mikania*.Willd.

Ocupando grandes áreas do solo, no estrato inferior da mata, ocorre *Nidularium procerum* Lindm. (Bromeliaceae) e *Scleria secans* (L.) Urb. (Cyperaceae), esta partindo do solo em vários locais, apoiando-se na vegetação arbustiva e chega, às vezes, a três metros de altura.

Entre os epífitos encontram-se pteridófitos como *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.), *Polypodium hirsutissimum* Raddi e várias espécies de *Pecluma* M.G. Price, (Polypodiaceae) e *Ctenitis* (C. Chr.) C. Chr. (Dryopteridaceae), além de *Philodendron*

Schott (Araceae) e muitas Orchidaceae e Bromeliaceae. Desta última família destaca-se uma espécie de *Tillandsia* L., comum no interior da mata.

Podocarpus L'ela. ex Pers. (Podocarpaceae) e *Lygodium volubile* Sw. (Lygodiaceae) vegetam nas proximidades da mata, evidenciando sua relação original com elementos florestais da região.

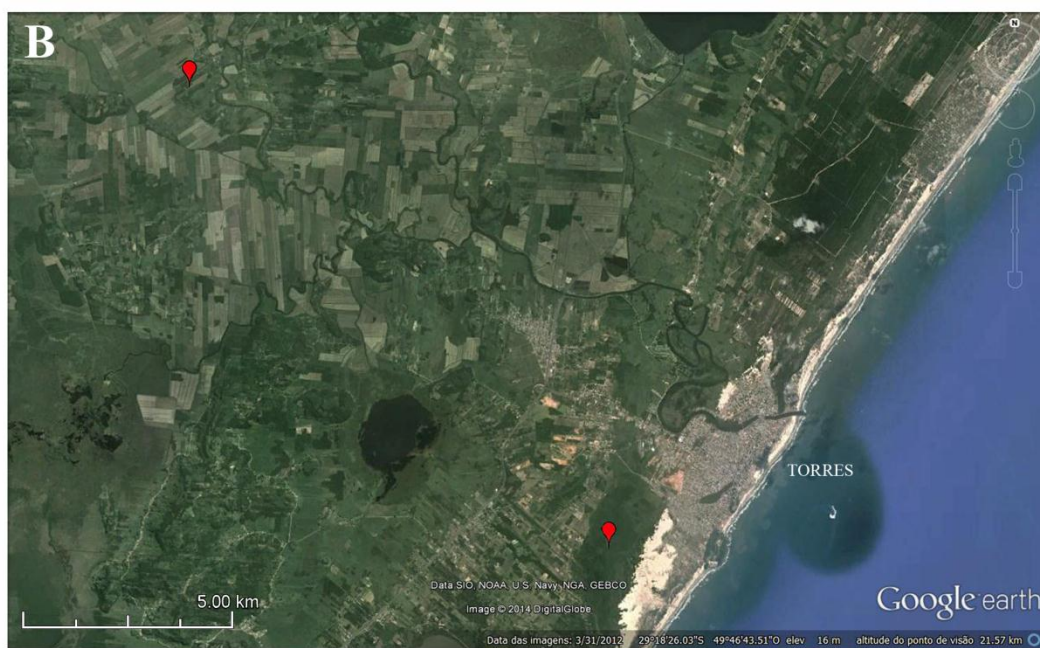
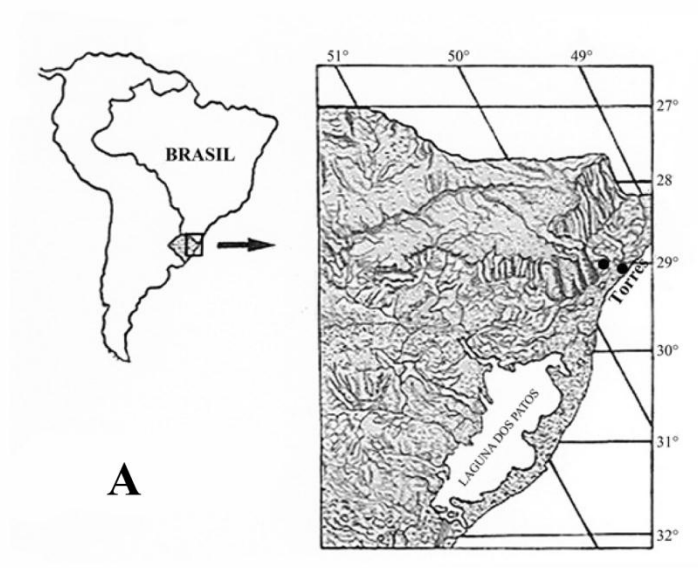


Figura 1. Locais de estudo. A. Localização do Rio Grande do Sul e mapa do relevo, mostrando o Norte da Planície Costeira e os locais das matas de Pirataba (esquerda) e do Faxinal (direita), no município de Torres. B. Imagem de satélite com indicação dos pontos de coleta dos perfis (♥), obtida do Google earth, 2012. Pirataba (29°15'S-49°45'W, acima) e Faxinal (29°21'S-49°51'W, abaixo).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Trabalho de campo

1.1. Escolha das matas e dos locais para coleta dos perfis sedimentares

A escolha das matas do Faxinal e de Pirataba e dos respectivos locais de perfuração obedeceram aos seguintes critérios:

- Mata distante de construções e habitações, com vegetação nativa preservada;
- Local de coleta distante de drenos ou córregos, evitando assim contaminação por arraste horizontal de sedimentos;
- Local de coleta com pacote sedimentar espesso, abrangendo maior intervalo relativo de tempo.

1.2. Coleta dos perfis sedimentares

Utilizou-se o Amostrador de Hiller para obtenção dos dois perfis sedimentares devido à praticidade de uso (leve e fácil de ser transportado no interior de matas paludosas) e pela não compactação do sedimento durante a coleta.

O amostrador consta de um compartimento cilíndrico com 26 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro, ao qual se acoplam hastes metálicas que possibilitam a coleta de sedimentos na profundidade desejada.

A coleta é realizada introduzindo no sedimento o amostrador fechado, com movimentos rotacionais no sentido horário, até a profundidade desejada. Em seguida gira-se a haste no sentido inverso (anti-horário), o compartimento abre e coleta o sedimento lateralmente por raspagem. Após gira-se novamente a haste no sentido horário, o compartimento fecha, e retira-se do solo o amostrador por movimento ascendente. Desta maneira o perfil sedimentar vai sendo coletado em várias secções, correspondentes ao compartimento cilíndrico (coletor).

As secções são coletadas do topo para a base dos perfis, e cada perfuração subsequente é feita ao lado da anterior para evitar a contaminação por arraste vertical.

Após cada coleta o compartimento do amostrador é aberto e a secção de sedimento transferida para um tubo de PVC, com dimensões idênticas, porém cortado longitudinalmente em duas metades. A secção de sedimento é colocada numa das metades

do tubo e coberta com a outra. O tubo é fechado com fita isolante e envolvido em filme plástico. Os tubos são marcados com o nome do local, indicação de topo e base da secção e número sequencial da secção coletada.

No intervalo de cada coleta o amostrador é lavado para evitar possíveis contaminações com os sedimentos da coleta anterior.

Dessa maneira foi retirado do interior da mata do Faxinal um perfil sedimentar com 24 secções, totalizando 612 cm de comprimento, e do interior da mata de Pirataba um perfil sedimentar com 10 secções totalizando 254 cm de comprimento.

Após a coleta as secções foram mantidas em posição horizontal, evitando-se a compactação dos sedimentos, e dessa maneira transportadas ao laboratório de palinologia, onde foram mantidas em congelamento até a coleta das amostras para o início do processamento químico.

1.3. Coleta de sedimentos para datação radiométrica (^{14}C)

Para a amarração cronológica por ^{14}C dos principais eventos estudados foram coletadas também, em cada local de estudo, amostras correspondentes a cinco profundidades ao longo do perfil. O amostrador também foi utilizado para a coleta dessas amostras. Em cada profundidade a ser datada efetuou-se a coleta de 25 secções, sempre realizando cada perfuração ao lado da anterior e o mais próximo possível umas das outras. Antes da coleta de cada secção o amostrador era lavado.

Coletou-se uma subamostra de 2 cm de comprimento na região central de cada uma das 25 secções (subamostra correspondente à profundidade desejada). Cada conjunto de 25 subamostras de uma mesma profundidade correspondeu a uma amostra e era acondicionado em tubos de PVC também cortados longitudinalmente e fechados com fita isolante, com registro da profundidade, e recobertos com filme plástico. As amostras para datação também foram transportadas na posição horizontal até laboratório e colocadas em estufa a 40°C para secagem.

1.4. Levantamento da vegetação atual

Durante o período de coleta de sedimentos realizou-se também o levantamento taxonômico das principais espécies vegetais da mata, das quais foram feitas exsiccatas para o Herbário ICN. O material não identificado foi também herborizado para posterior determinação.

2. Trabalho de laboratório

Esta etapa foi realizada no Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mantendo-se sempre todos os cuidados para evitar contaminação das amostras por outros palinomorfos.

2.1. Coleta das amostras para processamento químico e análise litológica

No laboratório as secções de cada perfil foram retiradas do congelador e dispostas longitudinalmente numa bancada em ordem de profundidade, obedecendo à posição topo e base.

Antes da coleta de amostras era feita a análise litológica de cada secção, levando-se em conta o tipo de sedimento, homogeneidade, compactação, plasticidade e cor. Com espátulas histológicas previamente flambadas o sedimento ia sendo aos poucos retirado da secção na profundidade desejada e depositado numa caixinha de polipropileno, de 8 cm³, até enchê-la totalmente, sendo depois tampada. Sempre era retirado material do interior do perfil para evitar contaminação da amostra. A caixinha era etiquetada de acordo com a profundidade da amostra, embrulhada em filme plástico e colocada no congelador. As amostras foram obtidas em intervalos de no máximo 10 cm. Esse procedimento foi realizado sucessivamente em todas as coletas.

2.2. Processamento químico das amostras

O processamento químico foi realizado em conjuntos de oito amostras. Cada amostra foi retirada, ainda congelada, da sua respectiva caixa plástica e colocada em um copo grande também de plástico, com tampa, onde eram a seguir adicionados tabletes de *Lycopodium clavatum*, com o número de esporos conhecidos, para cálculo da concentração polínica (Stockmarr 1971). Os tabletes foram adquiridos do “Laboratory of Quaternary Geology” Lund, Suécia.

O processamento químico das amostras seguiu basicamente as técnicas descritas por Faegri & Iversen (1975, 1989), sendo toda realizada em capela com exaustor, usando-se sempre água destilada para lavagem das amostras. Todas as centrifugações foram realizadas a 1500 RPM, durante 6 minutos.

2.2.1. Retirada de sílica

Iniciando o processamento químico era adicionado ácido fluorídrico a 47% a cada amostra, o copo logo a seguir tampado e colocado em aparelho agitador por seis horas. Esse procedimento é usado para a retirada da sílica presente no sedimento. Após, os copos eram cheios com água e mantidos tampados por duas horas para decantação. Com auxílio de um sifão o sobrenadante era depois retirado, repetindo-se essa lavagem por quatro vezes.

Após a última sifonagem todo o conteúdo de cada copo era transferido para um tubo de centrífuga (Pirex) após várias centrifugações com retirada do sobrenadante. Ao sedimentado no tubo de centrífuga acrescentava-se a seguir ácido clorídrico a 10%, mantendo-se em banho-maria a 60°C durante quatro minutos, tempo em que o material era revolvido continuamente com bastão de vidro. Este procedimento teve como objetivo a retirada de compostos silicosos que ainda podem persistir após o tratamento com ácido fluorídrico. A seguir o tubo era centrifugado e retirava-se o sobrenadante, seguindo-se uma lavagem com água, nova centrifugação e novo descarte do sobrenadante.

2.2.2. Retirada de ácidos húmicos

Dando prosseguimento, acrescentava-se hidróxido de potássio a 10% ao tubo de centrífuga, que era levado à fervura em banho-maria por quatro minutos, com revolvimento contínuo por bastão de vidro. O sobrenadante, escuro, era descartado após centrifugação, procedendo-se várias lavagens em água destilada e novos descartes do sobrenadante. Este procedimento só era concluído quando o líquido tornava-se translúcido após a centrifugação.

2.2.3. Acetólise

A acetólise retira o conteúdo dos palinomorfos e torna limpa e transparente sua parede celular, permitindo análise do material em microscopia óptica.

O líquido de acetólise consiste em uma mistura de nove partes de anidrido acético e uma parte de ácido sulfúrico concentrado, procedimento feito devagar e com cuidado em um béquer para evitar explosões.

Como o líquido de acetólise é explosivo em água, as amostras foram previamente desidratadas por lavagem em ácido acético glacial, revolvido com bastão de vidro, e a seguir centrifugadas, com retirada do sobrenadante.

Ao sedimento assim desidratado era colocado o líquido de acetólise, com fervura em banho-maria por três minutos, agitando-se essa mistura durante esse tempo com um bastão de vidro. Logo após centrifugava-se, retirava-se o sobrenadante e procedia-se nova lavagem em ácido glacial acético, com descarte do sobrenadante. Duas lavagens com água e respectivas centrifugações e descarte do sobrenadante encerravam o processo.

2.3. Filtragem das amostras

A filtragem para outro tubo de centrífuga se dava através de uma malha metálica de 250 μm . O material retido na malha ($>250 \mu\text{m}$) era acondicionado em frasco de vidro com álcool, tampado e identificado com o número da amostra. Este material servirá para futuras análises complementares de megásporos.

O material filtrado ($<250 \mu\text{m}$) era novamente centrifugado, retirando-se o sobrenadante. Adicionava-se a seguir às amostras uma mistura de glicerol e água destilada em partes iguais, revolvendo com bastão de vidro e deixando em repouso por um tempo mínimo de 30 minutos.

Após o conteúdo dos tubos era centrifugado, o sobrenadante descartado, mantendo o tubo de centrífuga emborcado sobre um papel de filtro para escoamento do líquido.

2.4. Montagem das lâminas

Foram montadas sete lâminas permanentes para cada amostra. Usou-se como meio de montagem gelatina glicerinada de Kisser, acondicionada em pequenos frascos, segundo Salgado-Labouriau (1973). Antes da montagem as lâminas e lamínulas eram lavadas com álcool e depois flambadas. Colocava-se cada lâmina a ser montada numa placa aquecida a 60°C. Flambava-se uma alça de platina, esperava-se esfriar e recolhia-se uma pequena porção de gelatina glicerinada, que era levada ao fundo do tubo de centrifuga para coleta do sedimento por aderência. Essa coleta era levada até a lâmina aquecida e, com movimentos circulares, misturava-se o sedimento na gelatina, que ia derretendo até homogeneizar. A seguir cobria-se a mistura com a lamínula e girava-se a lâmina a 180°, depositando-a em uma superfície lisa, pressionando-a até esfriar. Este procedimento aproxima os palinomorfos da lamínula, facilitando a futura observação microscópica. Após a confecção das lâminas adicionava-se glicerol ao tubo de centrífuga, homogeneizava-se a mistura com bastão de vidro e transferia-se o conteúdo para um frasco de vidro com tampa,

etiquetado com registro do local e número da amostra no perfil. Esses resíduos são mantidos para alguma possível utilização futura.

Posteriormente à confecção, limpava-se cuidadosamente cada lâmina montada, seguindo-se a lutagem, feita com esmalte de unha incolor. A lâmina era etiquetada com o nome do local da coleta e profundidade da amostra. As lâminas assim confeccionadas estão depositadas em posição horizontal na palinoteca no Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica da UFRGS.

2.5. Preparo das amostras para datação radiométrica (^{14}C)

Após a secagem as 25 subamostras de cada profundidade eram raspadas com bisturi para retirada de possíveis contaminações superficiais, sendo aproveitada de cada uma apenas sua porção central. Tomou-se especial cuidado para impedir o contato das subamostras com qualquer tipo de material orgânico. A utilização de 25 subamostras assegurou um mínimo 20g de sedimento seco por amostra, o que possibilitou datar por AMS (Accelerator Mass Spectrometry) amostras com baixo teor de matéria orgânica. O material obtido dessas raspagens foi embrulhado em papel alumínio e enviado para o Laboratório Beta Analytic Inc., Miami, Flórida (USA) para datação.

3. Análise palinológica

3.1. Análise qualitativa

A análise qualitativa dos palinomorfos foi realizada simultaneamente às contagens, em microscópio óptico Leitz Diaplan com objetivas planapocromáticas e aumento de 400x. Maiores detalhes foram observados no aumento de 1000x.

A determinação taxonômica dos palinomorfos foi feita por comparação com material existente no acervo da palinoteca do laboratório, onde existem lâminas com pólen e esporos da flora atual do Estado, usando-se principalmente os táxons relacionados à flora da Planície Costeira. Para a determinação foram também utilizados catálogos palinológicos e livros textos que descrevem palinomorfos. Os principais trabalhos utilizados para essas determinações botânicas foram os de Barth (1965, 1976), Barth & Melhem (1988), Barth & Silva (1965), Barth & Yoneshigue (1966), Colinvaux *et al.* (1999), Cordeiro (1991), Erdtman (1952, 1954, 1957, 1969), Heusser (1971), Hooghiemstra (1984), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007, 2008), Lorscheitter (1988, 1989),

Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005, 2009), Markgraf & D'Antoni (1978), Moore *et al.* (1991), Neves (1998), Neves & Bauermann (2003, 2004), Neves & Lorscheitter (1992, 1995b), Pire *et al.* (1992, 1998, 2001), Punt *et al.* (2007), Roth & Lorscheitter (2008), Roubick & Moreno (1991), Salgado-Laboriau (1973), Spalding & Lorscheitter (2009), Scherer & Lorscheitter (2008, 2009), Tryon & Lugardon (1990), Tryon & Tryon (1982), Traverse (1988), Van Geel (1978), Wingenroth & Heusser (1983), Ybert (1979).

Os palinórfos estão listados em ordem sistemática, seguindo as seguintes referências: fungos (Alexopoulos *et al.* 1996), algas (Round 1973), briófitos, pteridófitos, gimnospermas e angiospermas (APG III 2009; Chase & Reveal 2009; Pirani & Prado 2012, com atualização dos nomes científicos de acordo com MOBOT 2012).

Sempre que possível o material foi determinado ao nível de espécie, gênero, família ou ordem. No caso em que mais de um palinórfio tinha a mesma denominação taxonômica, porém com distinta morfologia, usaram-se números para separá-los (ex: *Typha* 1, *Typha* 2).

A palavra “Tipo” foi empregada antes do nome em casos onde não houve possibilidade de assegurar a determinação devido à semelhança morfológica com outros grupos taxonômicos afins (ex: Tipo *Baccharis*), seguindo Berglund (1986).

Parte do material só pôde ser separada em grandes grupos (ex: Fungos outros, Pteridófitos outros). Para material com morfologia característica, porém indeterminado, optou-se pela denominação morfológica (ex: Monoletes outros, Triletes outros, Pteridófitos outros).

Para as fotomicrografias foi utilizado um microscópio óptico Diaplan Leitz, com câmara digital Leica DFC 295, através do programa LAS de captura de imagens Leica V3.7.0. As fotomicrografias foram realizadas com objetiva planapocromática em aumento de 100x, às vezes com a objetiva de 40x devido ao tamanho avantajado do material.

As fotomicrografias digitalizadas foram reunidas em 10 estampas com auxílio do programa Adobe Photoshop CS5. A lista dos táxons, em ordenação sistemática, é acompanhada de uma breve caracterização morfológica dos palinórfos para auxiliar a compreensão das fotomicrografias.

Os palinórfos foram reunidos de acordo com o ambiente de origem ou grupo taxonômico (marinhos, aquáticos, pântano herbáceo, mata, campo, ambiente indeterminado, fungos, estranhos à flora atual, palinórfos outros).

3.2. Análise quantitativa

3.2.1. Contagem dos palinomorfos

A contagem dos palinomorfos foi realizada em transecções horizontais nas lâminas. Contou-se para cada amostra um número mínimo de 300 grãos de pólen e 100 esporos de *Lycopodium clavatum* (previamente adicionados às amostras). Paralelamente iam sendo contados todos os demais palinomorfos. O número mínimo de 300 grãos foi monitorado por curvas de suficiência amostral (curvas de saturação). Toda a contagem cessava quando os números mínimos eram alcançados.

3.2.2. Cálculo de porcentagem

Para o cálculo de porcentagem os palinomorfos foram agrupados da seguinte maneira:

- Conteúdo principal (aquáticos exceto algas + pântano herbáceo + mata + campo + ambiente indeterminado): porcentagem de cada táxon calculada sobre o total desses componentes;

- Marinhos: porcentagem de cada táxon marinho calculada sobre o total de componentes marinhos + conteúdo principal;

- Algas: porcentagem de cada táxon de algas calculada sobre o total de algas + conteúdo principal;

- Fungos: porcentagem de cada táxon de fungos calculada sobre o total de fungos + conteúdo principal;

- Estranhos à flora regional: porcentagem de cada táxon estranho à flora regional calculada sobre o total de estranho à flora regional + conteúdo principal;

- Palinomorfos outros: porcentagem de cada táxon de palinomorfos outros calculada sobre o total de palinomorfos outros + conteúdo principal;

Os cálculos de porcentagem foram realizados pelo programa Tilia (Grimm,1987).

3.2.3. Cálculo da taxa de acumulação polínica

Com os esporos de *Lycopodium clavatum* adicionados à cada amostra foi calculada a concentração de palinomorfos/cm³ de sedimento fresco e, a partir desse resultado, obtida a taxa de acumulação polínica/cm²/ano.

Todos os passos para o cálculo da taxa de acumulação polínica foram elaborados pelo programa Tilia (Grimm, 1987).

3.2.4. Análise de agrupamentos

A análise de agrupamentos foi elaborada pelo programa CONISS (Grimm 1987), o qual compara as porcentagens dos palinomorfos entre as amostras de cada perfil. Com essas análises e com a visualização das mudanças nos espectros polínicos foram delimitadas as zonas dos diagramas, base para as interpretações paleoambientais.

3.3. Diagramas polínicos

Os diagramas polínicos foram elaborados pelo programa Tilia Graph (Grimm 1987). Cada sequência de diagramas apresenta inicialmente o desenho do perfil sedimentar e respectiva litologia, com indicação da profundidade em centímetros, idades absolutas e idades estimadas.

Com o resultado dos cálculos de porcentagem, da taxa de acumulação polínica e da análise de agrupamentos das amostras foi elaborado o diagrama polínico de cada táxon e a zonation. Os diagramas desdobrados foram agrupados segundo o ambiente de origem ou grupo taxonômico: marinhos, aquáticos, pântano herbáceo, mata, campo, ambiente indeterminado, fungos, estranhos à flora regional e palinomorfos outros. Ao final da sequência de cada grupo foi incluído um diagrama com o somatório dos seus componentes. Um exagero de 20x no tamanho dos diagramas de porcentagem de táxons com frequência muito baixa possibilitou a melhor visualização de sua ocorrência. Também foram feitos diagramas compostos para os principais indicadores.

Nos diagramas de taxa de acumulação polínica foram incluídos somente os componentes com concentração igual ou maior que 100 grãos/cm²/ano em pelo menos uma amostra do respectivo perfil. Escalas diferenciadas foram usadas para os elementos com taxa de acumulação polínica elevada (indicadas na base dos diagramas). Também é apresentado o somatório dos elementos de cada grupo nos diagramas da taxa de acumulação polínica.

RESULTADOS

Os táxons encontrados estão agrupados na Tabela 1. As datações radiométricas estão plotadas na Tabela 2. Os diagramas de porcentagem e os resultados da análise de agrupamentos correspondem às Figuras 2 e 4 e os diagramas das taxas de acumulação polínica às Figuras 3 e 5.

1. Ordenação sistemática dos palinomorfos encontrados e aspectos morfológicos

Foram encontrados táxons correspondentes a 13 fungos, nove algas, três briófitos, 29 pteridófitos, três gimnospermas, 65 angiospermas e 11 palinomorfos outros.

FUNGOS

Filo Glomeromycota

Classe Glomeromycetes

Ordem Glomerales

Família Glomeraceae

1. *Glomus* Tul. & C. Tul.
(clamidósporo globoso levigado, estampa I: 1)

Filo Ascomycota

Classe Ascomycetes

Ordem Sordariales

Família Sordariaceae

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain
(ascósporo elipsoidal com perfurações, estampa I: 2-3)

Ordem Dothideales

Família Microthyriaceae

3. Microthyriaceae
(estrutura circular com margens lobadas, estampa I: 4)

Ordem Magnaporthales

Família Magnaporthaceae

4. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis* J. Walker
(hifopódio lobado, levigado, poro central, estampa I: 5)

Classe Leotiomycetes

Ordem Helotiales

Família Helotiaceae

5. *Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.
(esporo globoso hialino composto por placas, estampa I: 6-8)

Filo Basydiomycota

Classe Deuteromycetes

Ordem Moniliales

Família Dematiaceae

6. *Tetraploa aristata* Berkeley & Broome
(conídio multicelular alongado, verrucado, com quatro apêndices, estampa I: 9-10)

Indeterminados: esporos e hifas

7. Fungo 1
(unidade de dispersão fusiforme monosseptada, estampa I: 11)
8. Fungo 2
(unidade de dispersão alongada trisseptada, epispório ondulado, estampa I: 12)
9. Fungo 3
(unidade de dispersão alongada estriada, estampa I: 13)
10. Fungo 4
(esporo globoso com clavas, estampa I: 14)
11. Fungo 5
(esporo fusiforme levigado, estampa I: 15)
12. Fungo 6
(esporo fusiforme estriado-verrucado, estampa I: 16)
13. Fungo 7
(esporo fusiforme com projeções medianas, estampa I: 17)
14. Hifa
(estampa I: 18)
15. Fungos outros

ALGAS

Divisão Chlorophyta

Classe Chlorophyceae

Ordem Chlorococcales

Família Dictyosphaeriaceae

16. *Botryococcus* Kützing

(colônia irregularmente lobada, estampa I: 19)

Família Hydrodictyaceae

17. *Pediastrum* Meyen

(cenóbio circular plano, com células periféricas bifurcadas, estampa I: 20)

Classe Zygnematophyceae

Ordem Zygnematales

Família Zygnemataceae

18. *Debarya* (De Bary) Wittrock

(valva de um zigósporo com margens estriadas, estampa I: 21)

19. *Mougeotia* C. A. Agardh

(zigósporo de aspecto quadrangular, microverrucado, estampa I: 22)

20. *Spirogyra* Link

(zigósporo esferoidal com retículo irregular, estampa I: 23-24)

21. *Zygnema* C. A. Agardh

(zigósporo esferoidal hialino, com perfurações, estampa I: 25-26)

Divisão Dinophyta

Classe Dinophyceae

22. *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson)

Wall

(cisto esferoidal com finas projeções capitadas, estampa I: 27-28)

23. *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant
(cisto esferoidal com robustas projeções capitadas,
estampa I: 29)

Incertae sedis

24. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher
(vesículas hialinas com finas projeções concêntricas em ambos
os hemisférios, estampa I: 30-32)

BRIÓFITOS

Classe Embryopsida

Subclasse Anthocerotidae

Família Anthocerotaceae

25. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov
(trilete reticulado-equinado, estampa II: 1-2)
26. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.
(trilete microequinado no polo distal, levigado no
proximal, estampa II: 3-6)

Subclasse Bryidae

Família Sphagnaceae

27. *Sphagnum* L.
(trilete levigado, trilobado no polo distal, estampa II: 7-
9)

PTERIDÓFITOS

Classe Embryopsida

Subclasse Lycopodiidae

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

28. *Huperzia* Bernh.
(trilete foveolado no polo distal, levigado no proximal,
estampa II: 10-11)
29. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill
(trilete rugulado no polo distal, tuberculado no proximal,
estampa II: 12-13)

Ordem Selaginellales

Família Selaginellaceae

30. *Selaginella* P. Beauv.

(micrósporo, trilete baculado, estampa II: 14-15)

Ordem Isoëtales

Família Isoëtaceae

31. *Isoëtes* L.

(micrósporo, monolete, perispório-paraexospório escabrado, estampa II: 16)

Subclasse Equisetidae

Ordem Equisetales

Família Equisetaceae

32. *Equisetum giganteum* L.

(epispório com dobras irregulares, estampa II: 17)

Subclasse Marattiidae

Ordem Marattiales

Família Marattiaceae

33. *Marattia laevis* Sw.

(monolete equinado, estampa II: 18-19)

Subclasse Ophioglossidae

Ordem Ophioglossales

Família Ophioglossaceae

34. *Botrychium* Sw.

(trilete verrucado, estampa II: 20-21)

Subclasse Polypodiidae

Ordem Osmundales

Família Osmundaceae

35. *Osmunda* L.

(trilete tuberculado-equinado, estampa III: 1)

Ordem Schizaeales

Família Lygodiaceae

36. *Lygodium volubile* Sw.

(trilete escabrado, estampa III: 2 - 4)

Família Anemiaceae

37. *Anemia phyllitidis* (L.) Sw.

(trilete cicatricoso-baculado, estampa III: 5 - 6)

38. *Anemia* Sw.

(trilete cicatricoso, estampa III: 7-8)

Família Schizaeaceae

39. *Schizaea pennula* Sw.

(monoete foveolado, estampa III: 9-10)

Ordem Cyatheaes

Família Dicksoniaceae

40. *Dicksonia sellowiana* Hook.

(trilete levigado, espessamentos irregulares no pólo distal estampa III: 11)

Família Cyatheaceae

41. *Alsophila setosa* Kaulf.

(trilete com perisório irregularmente estriado, estampa III: 12-14)

42. *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin

(trilete levigado, estampa III: 15)

43. Tipo *Cyathea delgadii* Sternb.

(trilete verrucado, estampa III: 16-17)

Ordem Polypodiales

Família Pteridaceae

44. *Pityrogramma* Link

(trilete rugado no polo proximal, projeções grosseiras alongadas, paralelas ao *cingulum*, estampa III: 18)

45. *Pteris* L.

(pólo proximal levigado, rugado no distal, com *cingulum*, estampa III: 19 - 20)

Família Dennstaedtiaceae

46. *Hypolepis* Bernh.

(monoete, perispório densamente equinado, estampa III: 21-24)

Família Dryopteridaceae

47. Tipo *Dryopteris* Adans.

(monoete, perispório com dobras grosseiras e irregulares, estampa IV: 1)

Família Aspleniaceae

48. *Asplenium serra* Langsd. & Fisch.

(monoete, perispório reticulado, estampa IV: 2-4)

Família Blechnaceae

49. Tipo *Blechnum* L.

(monoete levigado, estampa IV: 5-6)

Família Polypodiaceae

50. *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price

(monoete verrucado, verrugas robustas e distanciadas, estampa IV: 7- -8)

51. Tipo *Polypodium hirsutissimum* Raddi

(monoete microverrucado, glóbulos distribuídos irregularmente, estampa IV: 9-10)

52. *Polypodium* L.

(monoete uniformemente verrucado, estampa IV: 11-12)

53. *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.

(monoete verrucado, verrugas irregulares, menores no polo proximal, estampa IV: 13-14)

Ordem Salviniales

Família Marsileaceae

54. *Regnellidium diphyllum* Lindm.

(micrósporo, epispório com dobras compactas formando tubérculos, estampa IV: 15)

Família Salviniaceae

55. *Salvinia* Ség.

(micrósporos, triletes levigados, envolvidos por uma matriz esponjosa de epispório (mássula), estampa IV: 16)

56. *Azolla filiculoides* Lam.

(micrósporos, triletes levigados, envolvidos por um episporio de aspecto esponjoso (máscula), com gloquídeos, estampa IV: 17)

Outros esporos

57. Monoletes outros

58. Triletes outros

59. Pteridófitos outros

GIMNOSPERMAS

Classe Embryopsida

Subclasse Pinidae

Ordem Araucariales

Família Araucariaceae

60. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

(inaperturado escabrado, estampa IV: 18)

Ordem Podocarpaceae

Família Podocarpaceae

61. *Podocarpus* L'ela. ex Pers.

(bissacado monoulcerado escabrado, estampa IV: 19-2,)

Subclasse Gnetidae

Ordem Ephedrales

Família Ephedraceae

62. *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey.

(inaperturado com dobras paralelas, estampa IV: 2)

ANGIOSPERMAS

Classe Embryopsida

Ordem Canellales

Família Winteraceae

63. *Drimys brasiliensis* Miers

(tétrade tetraédrica, grão monoulcerado reticulado, estampa V: 1-4)

Ordem Liliales

Família Liliaceae

64. Tipo Liliaceae

(monossulcado reticulado, estampa V: 5)

Ordem Poales

Família Cyperaceae

65. Cyperaceae

(monoulcerado com sulcos irregulares, escabrado, estampa V:
6)

Família Eriocaulaceae

66. Eriocaulaceae

(espiraperturado microequinado, estampa V: 7-8)

Família Poaceae

67. Poaceae

(monoporado psilado, estampa V: 9 - 10)

Família Typhaceae

68. *Typha* L. 1

(monoulcerado rugulado-reticulado, estampa V: 11-12)

69. *Typha* L. 2

(tétrade tetraédrica, grão monoporado levemente verrucado,
estampa V: 13-15)

Ordem Proteales

Família Proteaceae

70. *Roupala* Aubl.

(triporado reticulado, estampa V: 16-17)

Ordem Gunnerales

Família Gunneraceae

71. *Gunnera* L.

(tricolporado psilado, estampa V: 18-20)

Ordem Saxifragales

Família Haloragaceae

72. *Myriophyllum brasiliense* Cambess.

(triporado verrucado, estampa V: 21-22)

Ordem Malpighiales

Família Euphorbiaceae

73. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.

(tricolporado operculado, psilado estampa VI: 1-3)

74. Tipo *Croton* L.

(inaperturado verrucado, verrugas em "padrão *Croton*",
estampa VI: 4-6)

Família Passifloraceae

75. *Passiflora* L.

(sincolpado reticulado, com pseudopérculos caducos, estampa
VI: 7-8)

Ordem Fabales

Família Fabaceae

76. *Bauhinia* L.

(tricolporado baculado granuloso, estampa VI: 9-13)

77. Tipo *Inga* Mill

(políade, grãos verrucados, estampa VI: 14)

78. *Mimosa* L

(tétrade tetraédrica, grão inaperturado psilado, estampa VI: 15)

79. *Mimosa* série *Lepidotae* Benth

(tétrade tetragonal, grão escabrado, estampa VI: 16)

80. Tipo *Parapiptadenia* Brenan

(políade, grão inaperturado psilado, estampa VI: 17-18)

81. Tipo *Vicia* L.

(tricolporado psilado, microrreticulado na região equatorial,
estampa VI: 19-20)

Família Polygalaceae

82. *Polygala* L.

(estefanocolporado psilado, estampa VII: 1-2)

Ordem Rosales

Família Cannabaceae

83. *Celtis* L.

(triporado psilado, estampa VII: 3)

84. *Trema micrantha* (L.) Blume

(prolato, biporado psilado a escabrado, estampa VII: 4-5)

Família Urticaceae

85. *Cecropia* Loefl.

(oblato, biporado psilado, estampa VII: 6)

86. Urticaceae

(triporado psilado, estampa VII: 7-8)

Ordem Fagales

Família Betulaceae

87. *Alnus* Mill.

(estefanocolpado psilado, colpos curtos, espessamentos em arcos estampa VII: 9)

Família Nothofagaceae

88. *Nothofagus* Blume.

(estefanocolpado microequinado, estampa VII: 10)

Ordem Myrtales

Família Melastomataceae

89. Melastomataceae

(tricolporado psilado, pseudocolpos entre os colporos, estampa VII: 11-13)

Família Myrtaceae

90. Myrtaceae

(tricolporado sincolporado psilado, colporos formando figura triangular no apocolpio, estampa VII: 14)

Família Onagraceae

91. *Ludwigia* L.

(triporado psilado a escabrado, estampa VII: 15-16)

Ordem Sapindales

Família Anacardiaceae

92. Anacardiaceae

(tricolporado reticulado-estriado, estampa VII: 17-19)

Família Meliaceae

93. Meliaceae

(tetracolporado psilado, estampa VII: 20-22)

Família Sapindaceae

94. *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron.
ex Niederl.

(tetraporado psilado, estampa VII: 23)

95. Sapindaceae

(tricolporado microrreticulado, estampa VII: 24-26)

Ordem Malvales

Família Malvaceae

96. Tipo *Abutilon* Mill. 1

(triporado equinado, estampa VII: 27)

97. Tipo *Abutilon* Mill. 2

(triporado equinado, estampa VII: 28-30)

Família Thymelaeaceae

98. *Daphnopsis* Mart.

(pantoporado, reticulado, estampa VIII: 1-2)

Ordem Santalales

Família Loranthaceae

99. *Phrygilanthus* Eichler

(tricolporado sincolporado psilado, margem interangular com projeções hialinas densamente dispostas, estampa VIII: 3)

Ordem Caryophyllales

Família Amaranthaceae

100. *Alternanthera* Forssk.

(pantoporado reticulado microequinado sobre os muros do retículo, estampa VIII: 4-5)

101. Tipo *Amaranthus* L.

(pantoporado psilado, estampa VIII: 6-7)

102. *Gomphrena* L. 1

(pantoporado reticulado, estampa VIII: 8-10)

103. *Gomphrena* L. 2

(pantoporado reticulado, estampa VIII: 11-12)

Família Caryophyllaceae

104. Caryophyllaceae

(pantoporado psilado, estampa VIII: 13-15)

Família Polygonaceae

105. *Polygonum* L.

(pantoporado reticulado, estampa VIII: 16-18)

Ordem Ericales

Família Ericaceae

106. *Gaylussacia* Kunth

(tétrade tetraédrica, grão escabrado, estampa VIII: 19-20)

Família Primulaceae

107. *Myrsine* L.

(tetracolpado psilado, estampa VIII: 21-24)

Família Sapotaceae

108. *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk.

(tricolporado psilado, estampa VIII: 25-26)

Família Symplocaceae

109. *Symplocos* Jacq.

(triporado rugulado, estampa VIII: 27)

Ordem Gentianales

Família Apocynaceae

110. Apocynaceae

(triporado psilado, estampa VIII: 28-29)

Família Rubiaceae

111. *Relbunium* (Endl.) Benth. & Hook. f.

(estefanocolpado psilado, estampa VIII: 30)

112. Tipo *Borreria* G. Mey.

(estefanocolpado reticulado, estampa IX: 1-2)

113. Tipo Rubiaceae 1

(tricolporado reticulado, estampa IX: 3-4)

114. Tipo Rubiaceae 2

(estefanocolporado reticulado, estampa IX: 5-6)

115. Tipo Rubiaceae 3

(estefanocolporado reticulado, estampa IX: 7)

Ordem Lamiales

Família Bignoniaceae

116. Tipo Bignoniaceae
(tricolpado reticulado, estampa IX: 8)

Família Lamiaceae

117. Tipo Lamiaceae
(estefanocolpado reticulado, estampa IX: 9-11)

Família Plantaginaceae

118. *Plantago* L.
(pantoporado verrucado, estampa IX: 12-13)

Família Scrophulariaceae

119. Tipo Scrophulariaceae
(tricolporado psilado, estampa IX: 14)

Família Verbenaceae

120. *Verbena* L.
(tricolporado psilado, estampa IX: 15-16)

Ordem Aquifoliales

Família Aquifoliaceae

121. *Ilex pseudobuxus* Reissek
(tricolporado clavado, estampa IX: 17-22)

Ordem Asterales

Família Asteraceae

122. *Gnaphalium* L.
(tricolporado microequinado, estampa IX: 23-24)
123. *Mutisia* L. f.
(tricolporado psilado, estampa IX: 25)
124. *Vernonia* Schreb.
(tricolporado reticulado lofado estampa X: 1-2)
125. Tipo *Baccharis* L.
(tricolporado equinado, estampa X: 3-6)

Ordem Apiales

Família Apiaceae

126. *Eryngium* L.
(tricolporado psilado, estampa X: 7-8)

Ordem Dipsacales

Família Caprifoliaceae

127. *Valeriana* L.

(tricolporado microequinado, estampa X: 9-13)

Outros grãos de pólen

128. Tricolpados outros

129. Tricolporados outros

130. Indeterminados

PALINOMORFOS OUTROS131. *Cymathiosphaera* O. Wetzel*(incertae sedis*, cisto reticulado, estampa X: 14-16)

132. Escolecodontes

(mandíbulas de anelídeos em forma de placas denteadas quitino-carbonosas, estampa X: 17)

133. Espermatóforo de Copépodo

(estrutura reprodutora alongada característica, dilatada em um das extremidades, estampa X: 18)

134. *Michrystridium* Deflandre emend. Sarjeant*(incertae sedis*, globoso microequinado, estampa X: 19-20)

135. Microforaminífero

(indivíduo formado por vesículas dispostas em hélice, estampa X: 21)

136. Ovo de Plelminto

(estrutura em forma de cúpula afilada, estampa X: 22)

137. Palinomorfo 1

(incertae sedis, globoso microtuberculado, estampa X: 23-24)

138. Palinomorfo 2

(incertae sedis, globoso com finas perfurações, estampa X: 25-26)

139. Palinomorfo 3

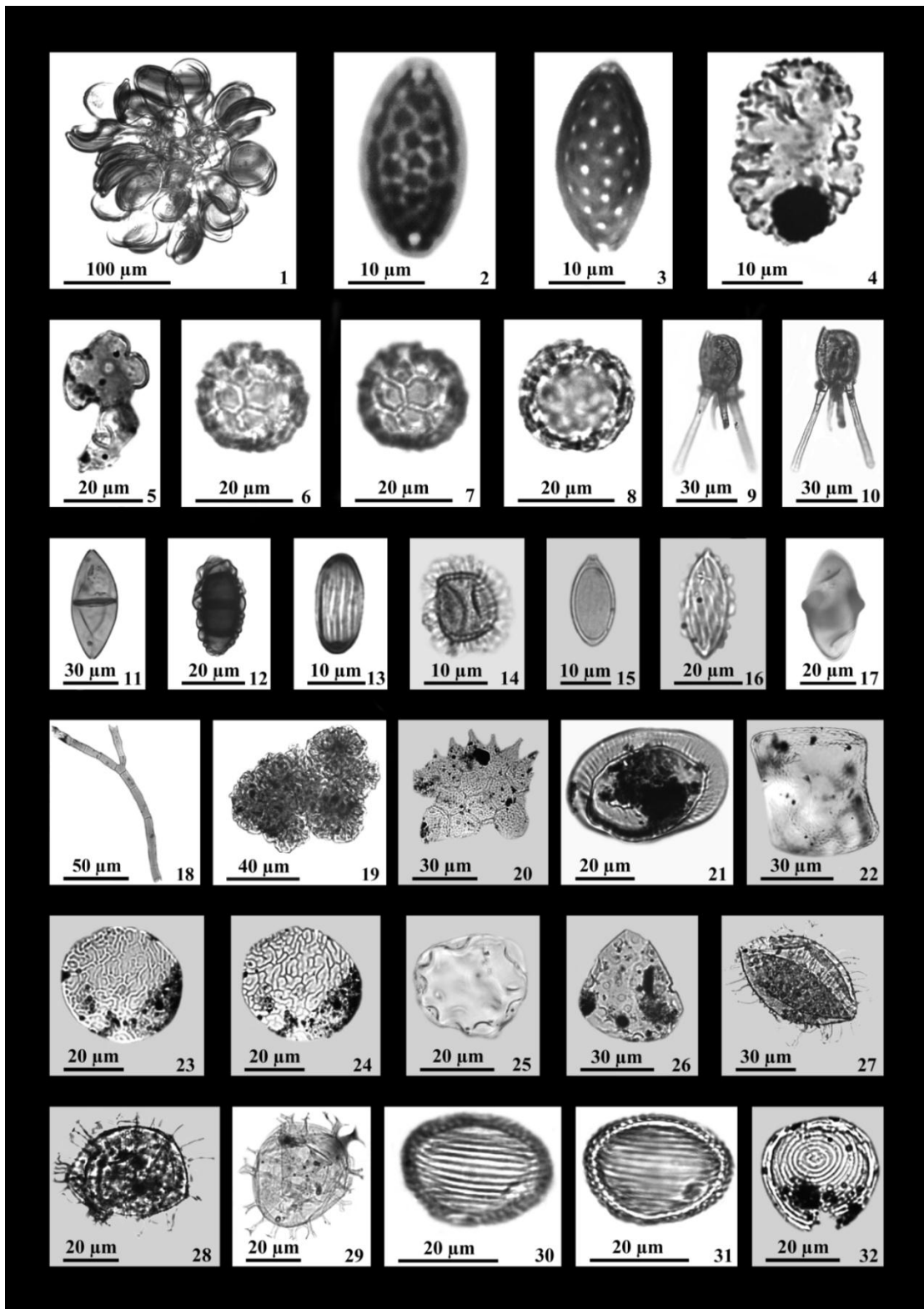
(incertae sedis, globoso com grosseiras projeções arredondadas, estampa X: 27-28)

140. Palinomorfo 4

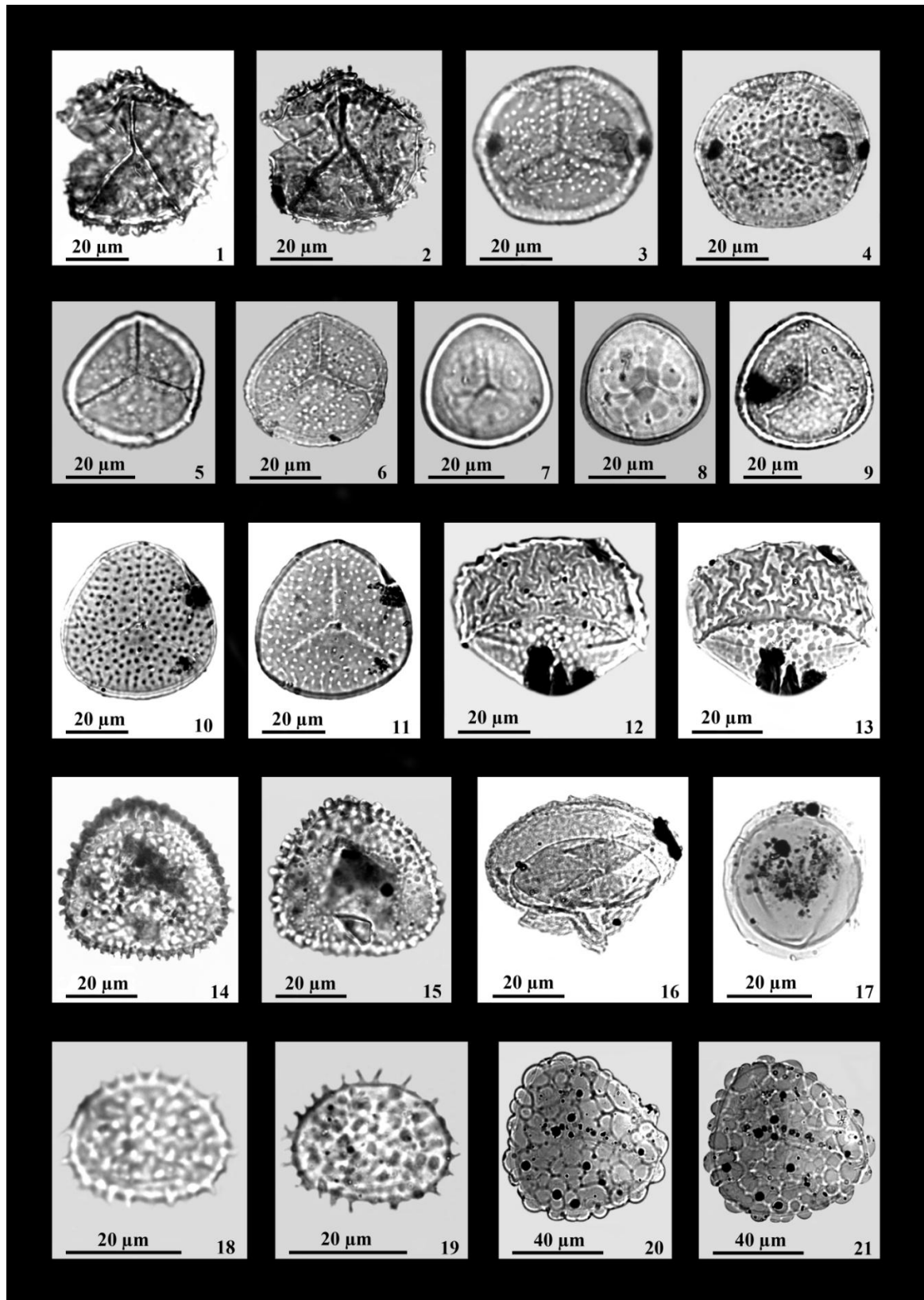
(*incertae sedis*, globoso reticulado com longas e finas projeções baculadas, estampa X: 29-30)

141. Palinomorfo 5

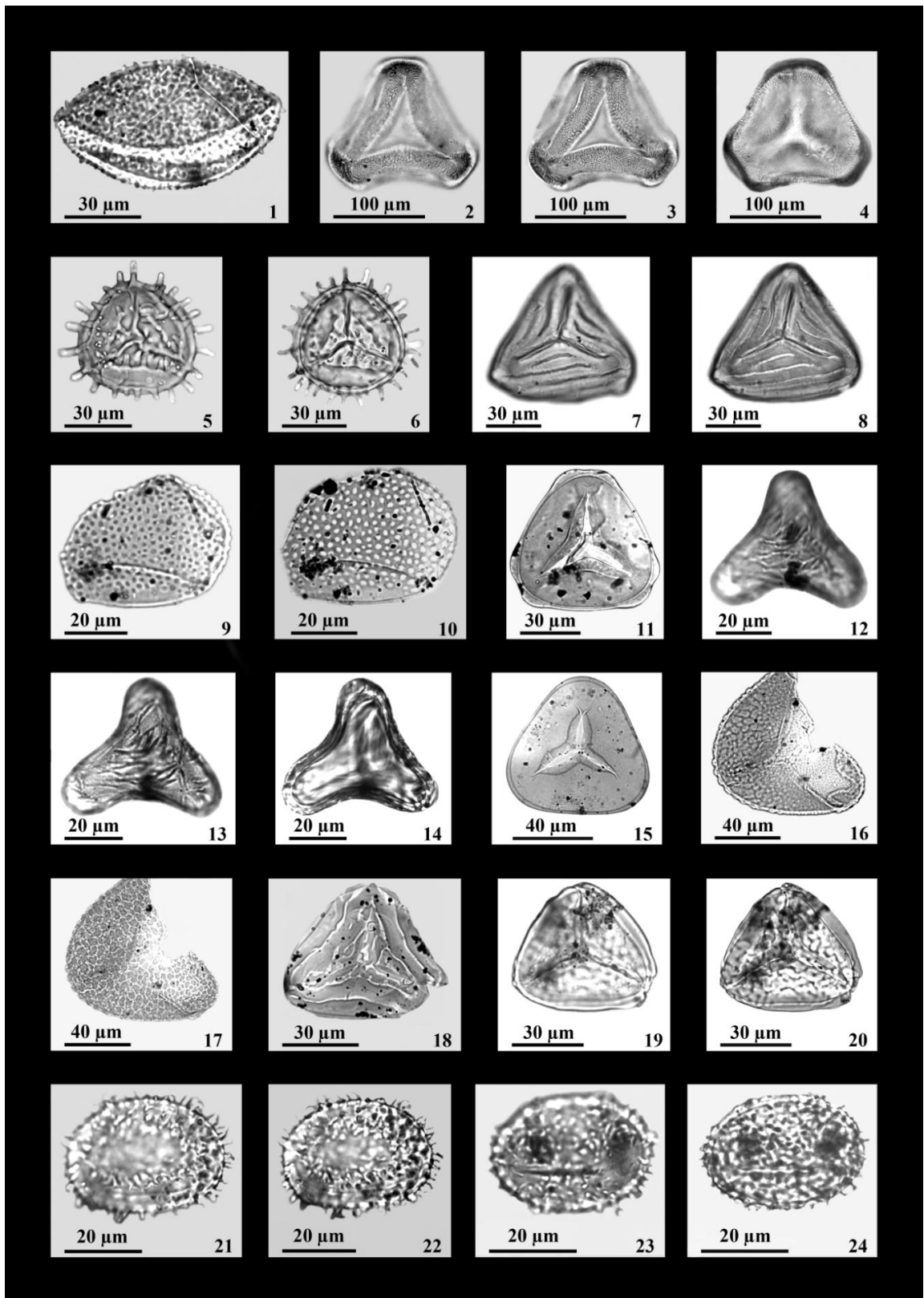
(estrutura globosa com projeções dispostas em espiral, estampa X: 31)



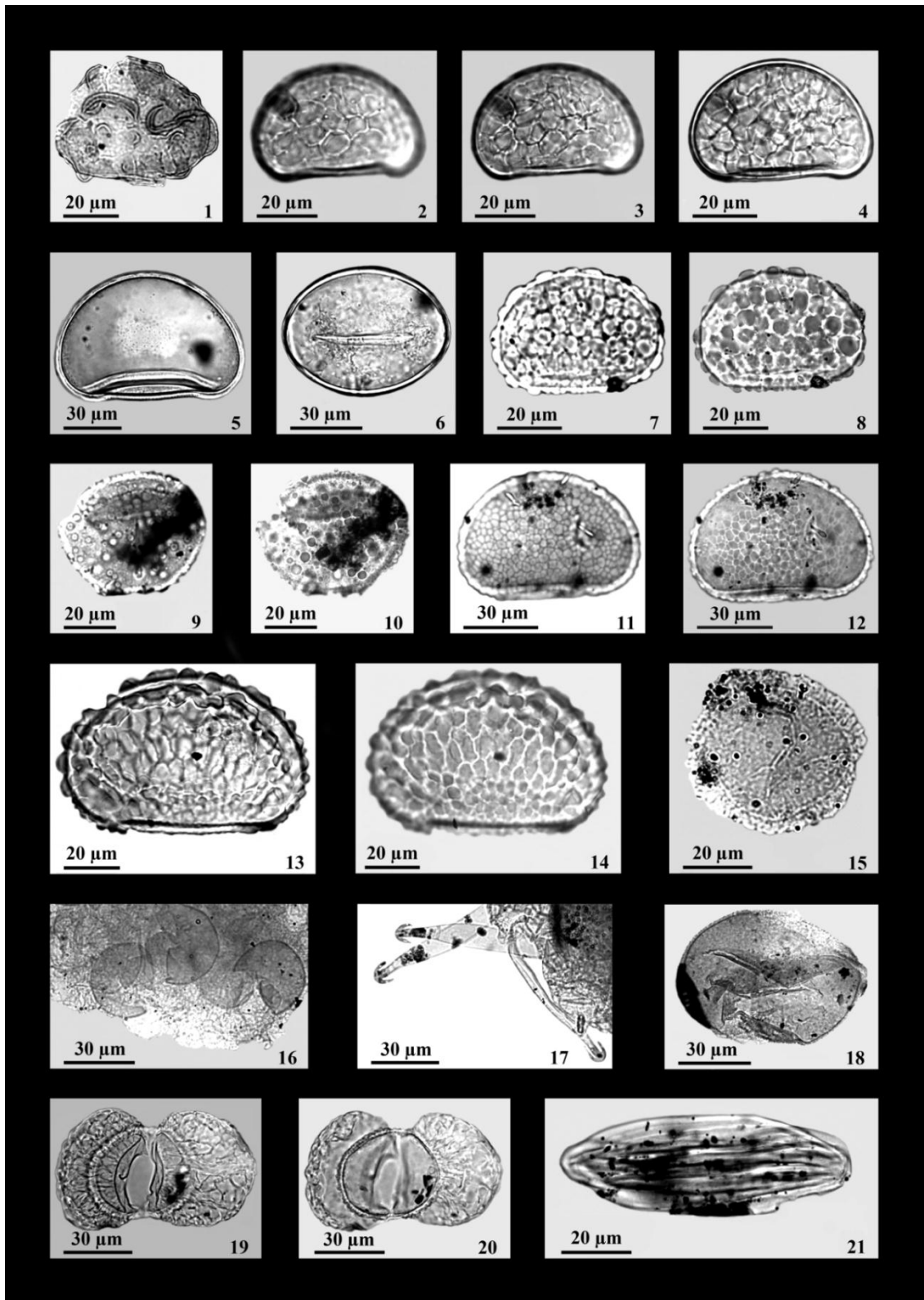
Estampa I. 1-18. **Fungos.** 1. *Glomus* Tul. & C. Tul.; 2-3. *Gelasinospora adjuncta* Cain: 1°-2°pl; 4. Microthiriaceae; 5. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis* J. Walker; 6-8. *Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.: 1°-3°pl; 9-10. *Tetraploa aristata* Berkeley & Broome: 1°-2°pl; 11. Fungo 1; 12. Fungo 2; 13. Fungo 3; 14. Fungo 4; 15. Fungo 5; 16. Fungo 6; 17. Fungo 7; 18. Hifa. 19-32. **Algas.** 19. *Botryococcus* Kützing; 20. *Pediastrum* Meyen (fraturado); 21. *Debarya* (De Bary) Wittrock: vista frontal; 22. *Mougeotia* C. A. Agardh; 23-24. *Spirogyra* Link.: 1°-2°pl; 25-26. *Zygnema* C. A. Agardh. 25. Reentrâncias robustas, 26. Reentrâncias pequenas; 27-28. *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Wall; 29. *Spiniferites mirabilis* (Rossignol) Sarjeant; 30-32. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher. 30-31. Vista lateral: 1°-2°pl, 32. Vista frontal (fraturado). (pl=planos).



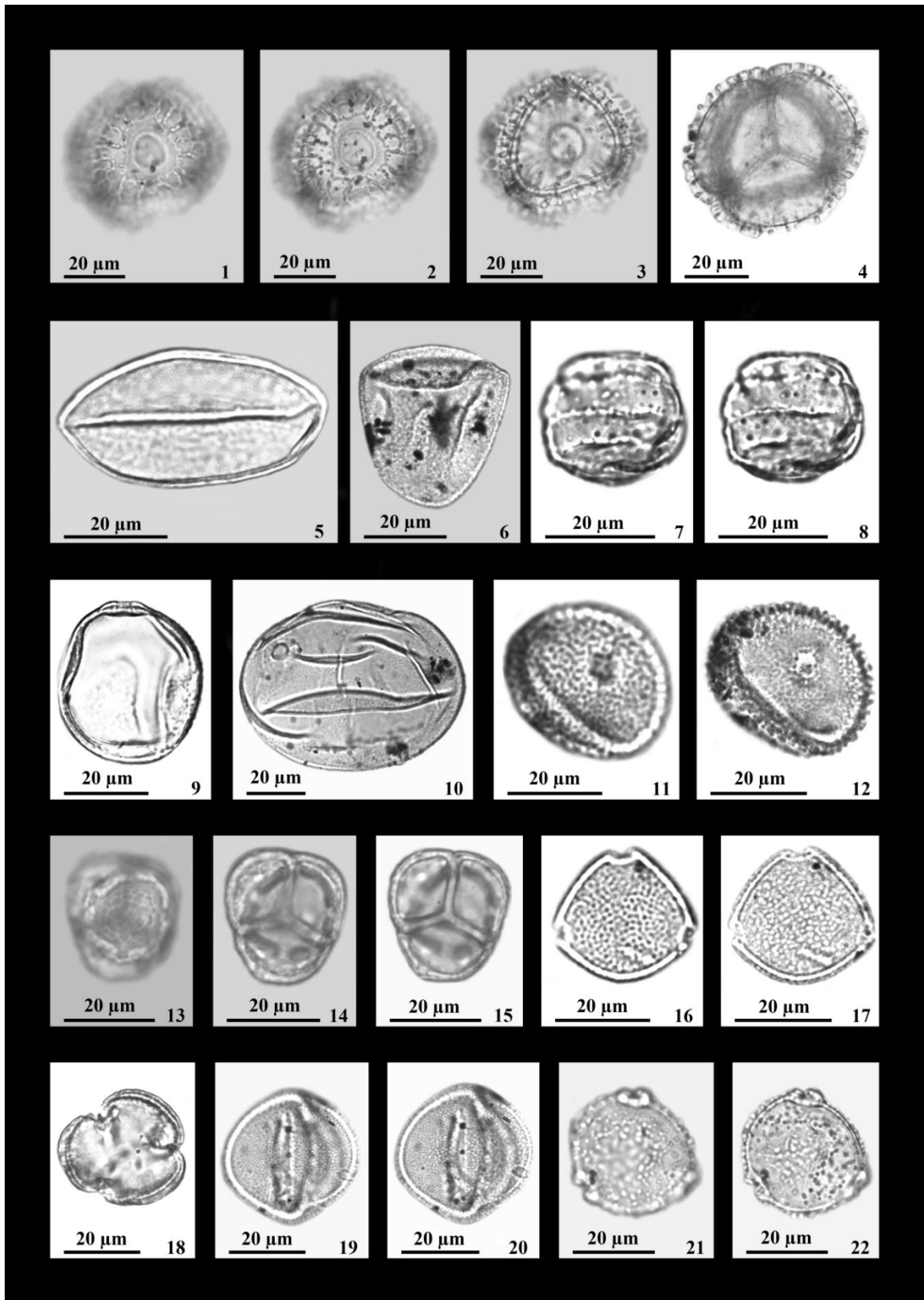
Estampa II. **1-9. Briófitos.** 1-2. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov (PP): 1°-2°pl; 3-6. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. 3-4. (PD): 1°-2°pl (marca vista por transparência), 5-6. (PP): 1°-2°pl; 7-9. *Sphagnum* L. 7-8. (PD): 1°-2°pl, 9. (PP). **10-21. Pteridófitos.** 10-11. *Huperzia* Bernh. (PD): 1°-2°pl; 12-13. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill. (EQ): 1°-2°pl; 14-15. *Selaginella* P. Beauv. (PP): 1°-2°pl; 16. *Isoëtes* L.; 17. *Equisetum giganteum* L. (OB); 18-19. *Marattia laevis* Sm. (EQ): 1°-2°pl; 20-21. *Botrychium* Sw. (PD): 1°-2°pl. (PP = polo proximal; PD = polo distal; EQ = vista equatorial; OB = obliquo; pl = planos).



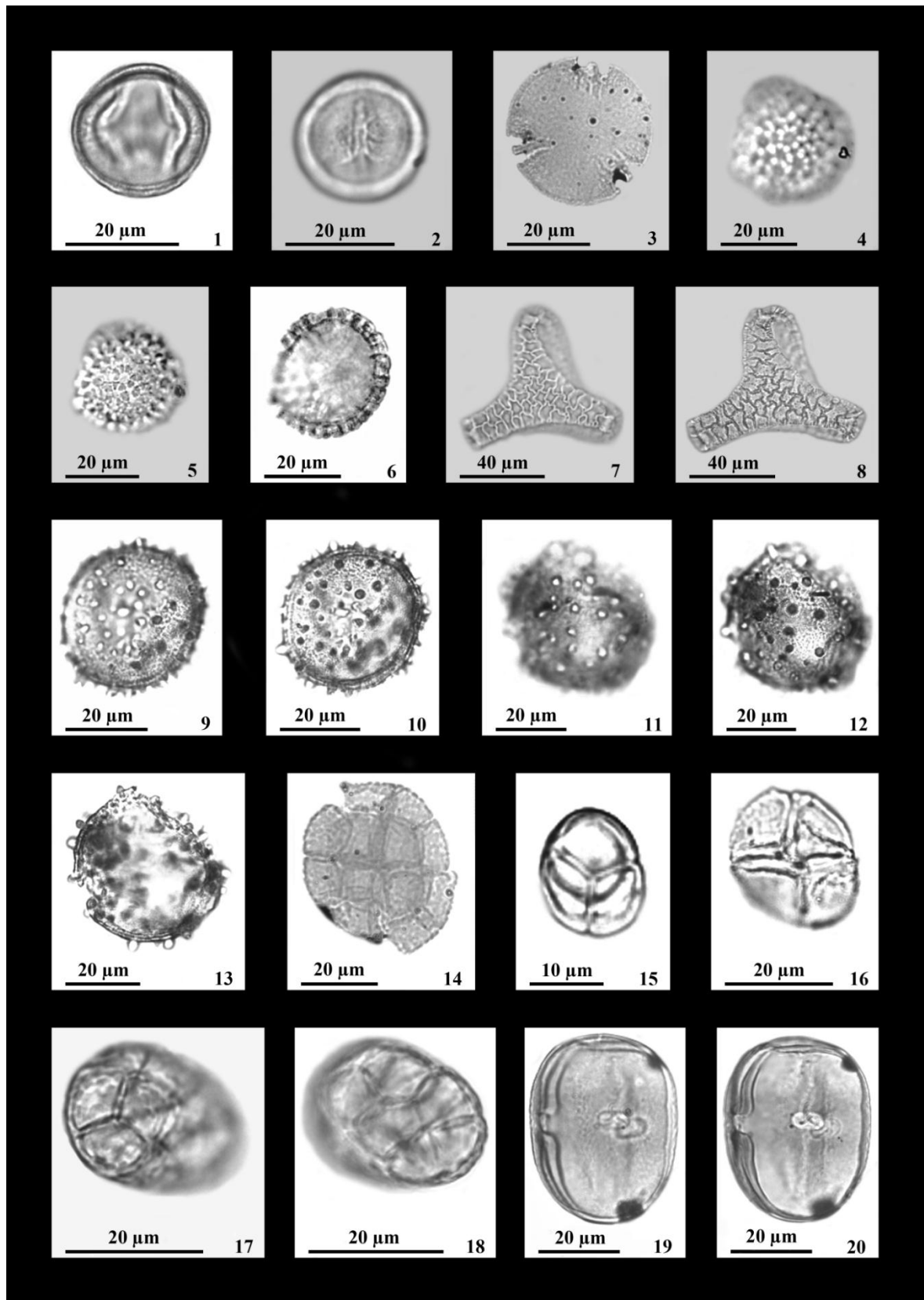
Estampa III. 1-24. **Pteridófitos.** 1. *Osmunda* L. (OB, dobrado); 2-4. *Lygodium volubile* Sw. (PP): 1°-3°pl; 5-6. *Anemia phyllitidis* (L.) Sw. (PP): 1°-2°pl; 7-8. *Anemia* Sw. (PP): 1°-2°pl; 9-10. *Schizaea pennula* Sw. (EQ): 1°-2°pl; 11. *Dicksonia sellowiana* Hook. (PP); 12-14. *Alsophila setosa* Kaulf. (PD): 1°-3°pl; 15. *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin. (PP); 16-17. *Cyathea delgadii* Sternb type (PP, fraturado): 1°-2°pl; 18. *Pityrogramma* Link. (PP); 19-20. *Pteris* L. (PP): 1°-2°pl; 21-24. *Hypolepis* Bernh. 21-22. (EQ): 1°-2°pl, 23-24. (PP): 1°-2°pl. (PP = polo proximal; PD = polo distal; EQ = vista equatorial; OB = oblíquo; pl = planos).



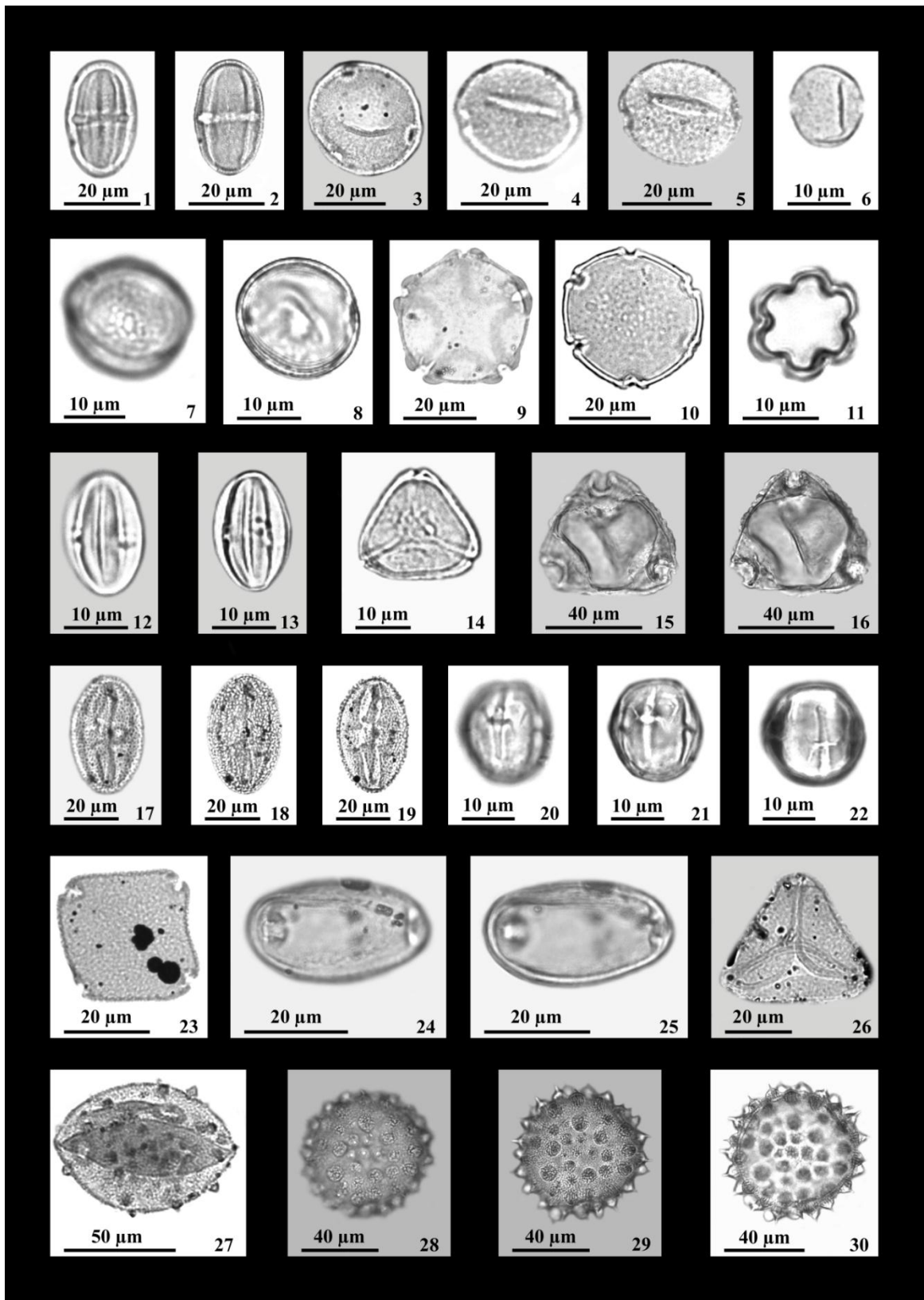
Estampa IV. **1-17. Pteridófitos.** **1.** *Dryopteris* Adans type (EQ); **2-4.** *Asplenium serra* Langsd. & Fisch. (EQ): 1°-3° pl; **5-6.** *Blechnum* L. type **5.** (EQ), **6.** (PP); **7-8.** *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price (EQ): 1°-2°pl; **9-10.** *Polypodium hirsutissimum* Raddi. type (OB): 1°-2°pl; **11-12.** *Polypodium* L. (EQ): 1°-2°pl; **13-14.** *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel. (EQ): 1°-2°pl; **15.** *Regnellidium diphyllum* Lindm. (OB); **16.** *Salvinia* Seg; **17.** *Azolla filiculoides* Lam. **18-21. Gimnospermas.** **18.** *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze; **19-20.** *Podocarpus* L'ela. ex Pers. (PD): 1°-2°pl; **21.** *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey. (PP = polo proximal; EQ = vista equatorial; OB = oblíquo; pl = planos).



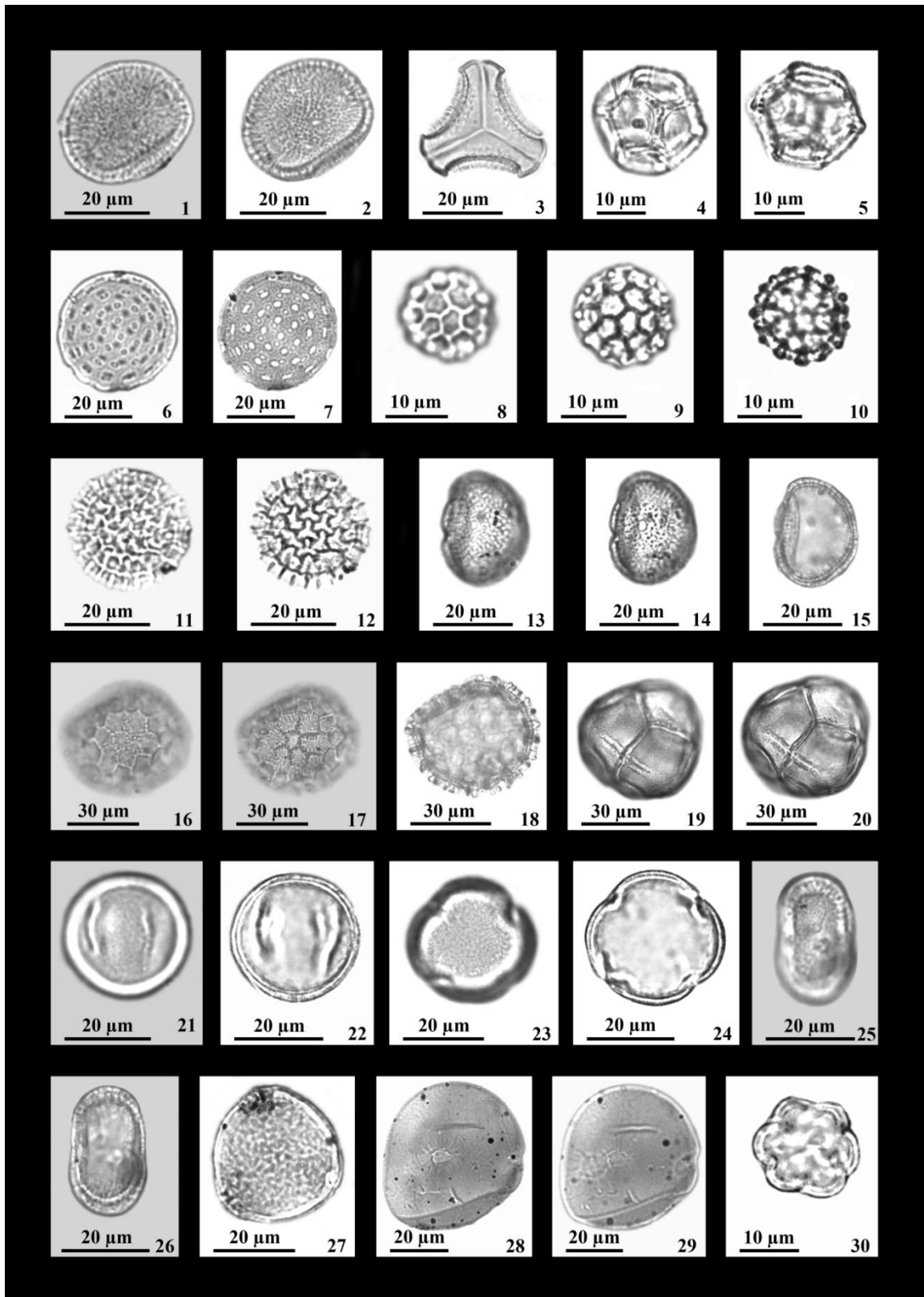
Estampa V. 1-22. Angiospermas. 1-4. *Drimys brasiliensis* Miers: 1°-4°pl; 5. Tipo Liliaceae (PD); 6. Cyperaceae (EQ); 7-8. Eriocaulaceae (EQ): 1°-2°pl; 9-10. Poaceae. 9 (EQ), 10. (oblíquo); 11-12. *Typha* L. 1 (PD): 1°-2°pl; 13-15. *Typha* L. 2: 1°-3°pl; 16-17. *Roupala* Aubl. (P): 1°-2°pl; 18-20. *Gunnera* L. 18. (P), 19-20. (EQ): 1°-2°pl; 21-22. *Myriophyllum brasiliense* Cambess.(P): 1°-2°pl. (PD = polar distal; EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos).



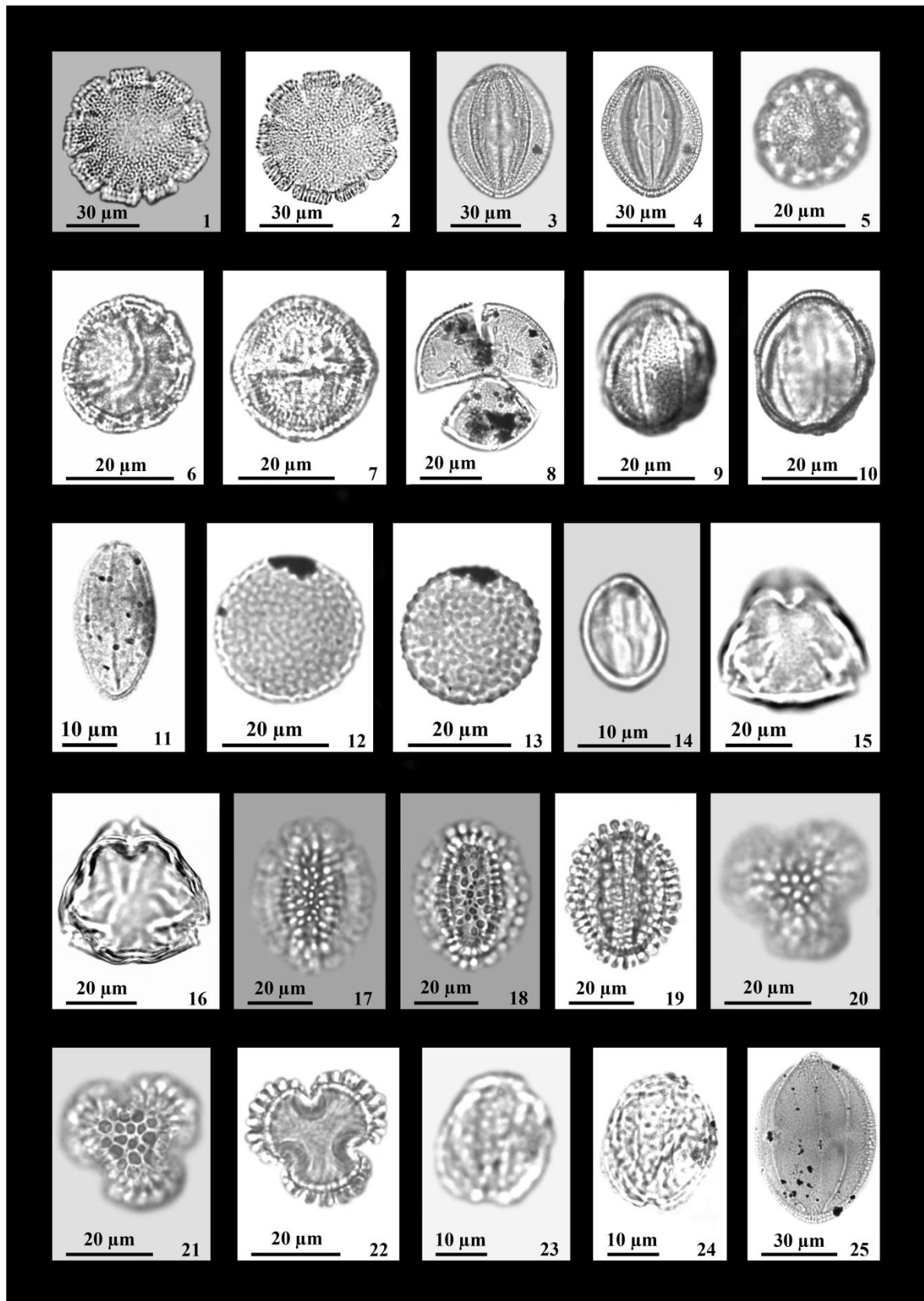
Estampa VI. 1-20. Angiospermas. 1-3. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. 1-2. (EQ): 1°-2°pl, 3. (P); 4-6. Tipo *Croton* L.: 1°-3°pl; 7-8. *Passiflora* L. (P): 1°-2°pl; 9-13. *Bauhinia* L. 9-10. (EQ): 1°-2°pl, 11-13. (P): 1°-3°pl; 14. Tipo *Inga* Mill; 15. *Mimosa* L; 16. *Mimosa* série. Lepidotae Benth; 17-18. Tipo *Parapiptadenia* Brenan: 1°-2°pl; 19-20. Tipo *Vicia* L. (EQ): 1°-2°pl. (EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos).



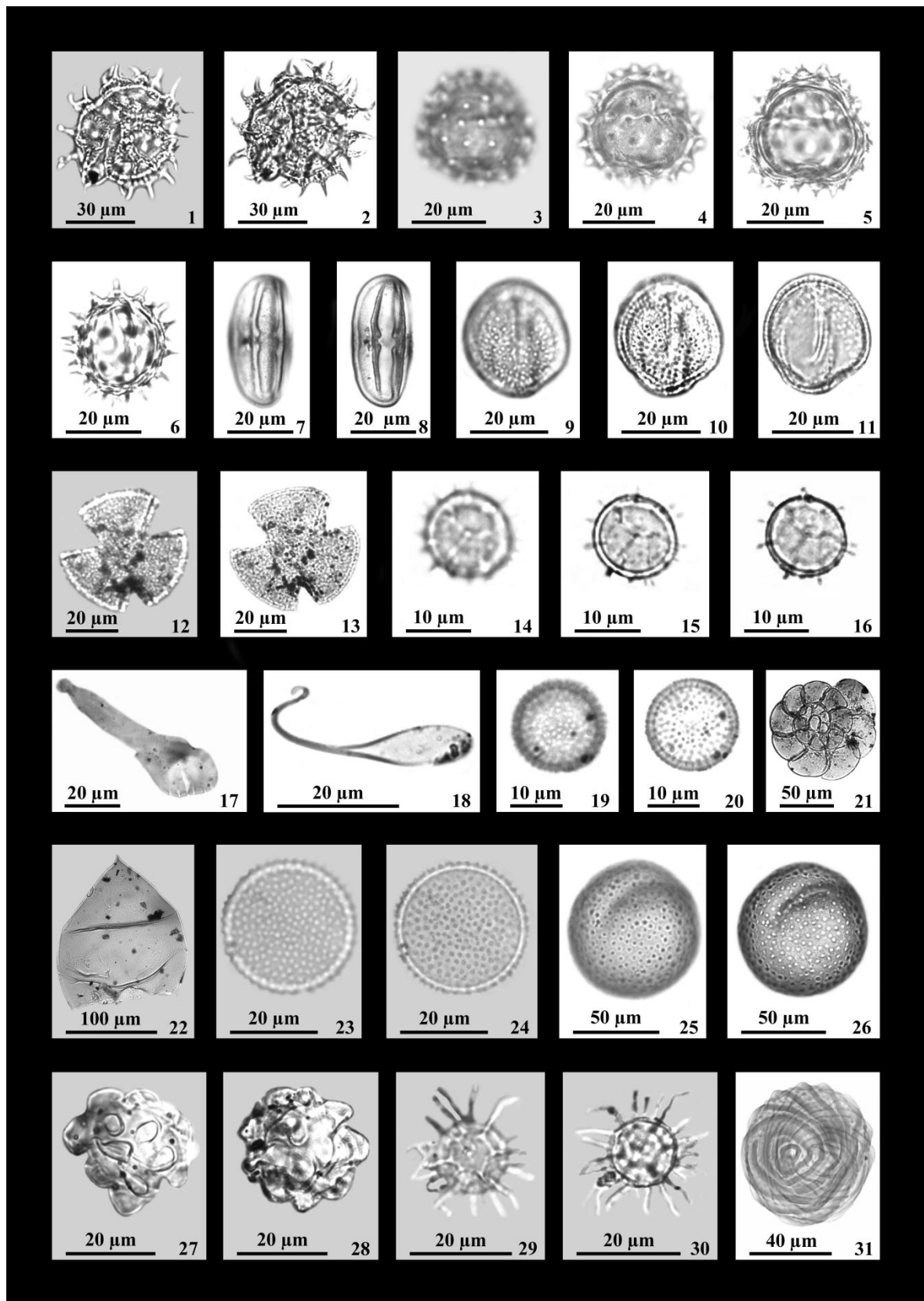
Estampa VII. 1-30. **Angiospermas.** 1-2. *Polygala* L. (EQ): 1°-2°pl; 3. *Celtis* L. (P); 4-5. *Trema micrantha* (L.) Blume (EQ): 1°-2°pl; 6. *Cecropia* Loefl. (EQ); 7-8. **Urticales** (EQ): 1°-2°pl; 9. *Alnus* Mill. (P); 10. *Nothofagus* Blume. (P); 11-13. **Melastomataceae** 11. (P), 12-13. (EQ): 1°-2°pl; 14. **Myrtaceae** (P); 15-16. *Ludwigia* L. (P): 1°-2°pl; 17-19. **Anacardiaceae** (EQ): 1°-3°pl; 20-22. **Meliaceae** (EQ): 1°-3°pl; 23. *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.; 24-26. **Sapindaceae** 24-25. (EQ): 1°-2°pl, 26. (P); 27. Tipo *Abutilon* Mill. 1 (com dobras); 28-30. Tipo *Abutilon* Mill. 2 (P): 1°-3°pl. (EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos).



Estampa VIII. 1-30. Angiospermas. 1-2. *Daphnopsis* Mart.: 1°-2°pl; 3. *Phrygilanthus* Eichler. (P); 4-5. *Alternanthera* Forssk.: 1°-2°pl; 6-7. Tipo *Amaranthus* L.: 1°-2°pl; 8-10. *Gomphrena* 1 L.: 1°-3°pl; 11-12. *Gomphrena* 2 L.: 1°-2°pl; 13-15. Caryophyllaceae: 1°-3°pl; 16-18. *Polygonum* L.: 1°-3°pl; 19-20. *Gaylussacia* Kunth: 1°-2°pl; 21-24. *Myrsine* L.: 21-22. (EQ): 1°-2°pl, 23-24. (P): 1°-2°pl; 25-26. *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) (EQ): 1°-2°pl; 27. *Symplocos* Jacq. (P); 28-29. Apocynaceae (EQ): 1°-2°pl; 30. *Relbunium* (Endl.) Benth. & Hook. F. (P). (EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos).



Estampa IX. **1-25. Angiospermas.** **1-2.** Tipo *Borreria* G. Mey. (P): 1°-2°pl; **3-4.** Tipo Rubiaceae 1. (EQ): 1°-2°pl; **5-6.** Tipo Rubiaceae 2. (P): 1°-2°pl; **7.** Tipo Rubiaceae 3. (EQ); **8.** Tipo Bignoniaceae (P); **9-11.** Tipo Lamiaceae **9-10.** (EQ): 1°-2°pl, **11.** (EQ); **12-13.** *Plantago* L. 1°-2°pl; **14.** Tipo Scrophulariaceae (EQ); **15-16.** *Verbena* L. (P): 1°-2°pl; **17-22.** *Ilex pseudobuxus* Reissek **17-19.** (EQ): 1°-3°pl, **20-22.** (P): 1°-3°pl; **23-24.** *Gnaphalium* L. (EQ): 1°-2°pl; **25.** *Mutisia* L. f. (EQ). (EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos).



Estampa X. 1-13. Angiospermas. 1-2. *Vernonia* Schreb. (P): 1°-2°pl; 3-6. Tipo *Baccharis* L. 3-5. (P): 1°-3°pl, 6. (EQ); 7-8. *Eryngium* L. (EQ): 1°-2°pl; 9-13. *Valeriana* L. 9-11. (OB): 1°-3°pl, 12-13. (P): 1°-2°pl. 14-31. Palinomorfos outros. 14-16. *Cymathiosphaera*: 1°-3°pl; 17. Escolecodontes; 18. Espermatóforo de Copepodos; 19-20. *Micrhystridium* Deflandre emend. Sarjeant: 1°-2°pl; 21. Microforaminífero; 22. Ovo de Platelmintos; 23-24. Palinomorfo 1: 1°-2°pl; 25-26. Palinomorfo 2: 1°-2°pl; 27-28. Palinomorfo 3: 1°-2°pl; 29-30. Palinomorfo 4: 1°-2°pl; 31. Palinomorfo 5. (EQ = vista equatorial; P = vista polar; pl = planos.).

Tabela 1. Agrupamentos dos palinomorfos encontrados nos perfis sedimentares de Piratuba e Faxinal.

GRUPOS	PÓLEN, ESPOROS E PALINOMORFOS OUTROS
MARINHOS	Microforaminíferos, <i>Operculodinium centrocarpum</i> (Deflandre & Cookson) Wall, <i>Spiniferites mirabilis</i> (Rossignol) Sarjeant.
AQUÁTICOS	<i>Azolla filiculoides</i> Lam., <i>Botryococcus</i> Kützing, <i>Debarya</i> (De Bary) Wittrock, <i>Isoetes</i> L., <i>Mougeotia</i> C. A. Agardh, <i>Myriophyllum brasiliense</i> Cambess., <i>Pediastrum</i> Meyen, <i>Pseudoschizaea rubina</i> Rossignol ex Christopher, <i>Regnellidium diphyllum</i> Lindm., <i>Salvinia</i> Ség., <i>Spirogyra</i> Link, <i>Zygnema</i> C. A. Agardh
PÂNTANO HERBÁCEO	<i>Aspiromitus punctatus</i> (L.) Schljakov, Cyperaceae, <i>Equisetum giganteum</i> L., Eriocaulaceae, <i>Ludwigia</i> L., <i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill, <i>Osmunda</i> L., <i>Phaeoceros laevis</i> (L.) Prosk., <i>Polygala</i> L., <i>Selaginella</i> P. Beauv., <i>Sphagnum</i> L., Tipo <i>Blechnum</i> L., <i>Typha</i> L. 1, <i>Typha</i> L. 2
MATA	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg., <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl., <i>Alsophila setosa</i> Kaulf., Anacardiaceae, <i>Anemia</i> Sw., <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw., <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze, <i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch., <i>Bauhinia</i> L., <i>Botrychium</i> Sw., <i>Cecropia</i> Loefl., <i>Celtis</i> L., <i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk., <i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin, <i>Daphnopsis</i> Mart., <i>Dicksonia sellowiana</i> Hook., <i>Drimys brasiliensis</i> Miers, <i>Gaylussacia</i> Kunth, <i>Huperzia</i> Bernh., <i>Hypolepis</i> Bernh., <i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek, <i>Lygodium volubile</i> Sw., <i>Marattia laevis</i> Sw., Meliaceae, <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel., <i>Myrsine</i> L., Myrtaceae, <i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G. Price, <i>Phrygilanthus</i> Eichler, <i>Pityrogramma</i> Link, <i>Podocarpus</i> L'ela. ex Pers., <i>Polypodium</i> L., <i>Pteris</i> L., <i>Roupala</i> Aubl., Sapindaceae, <i>Schizaea pennula</i> Sw., Tipo Bignoniaceae, Tipo <i>Cyathea delgadii</i> Sternb., Tipo <i>Dryopteris</i> Adans., Tipo <i>Inga</i> Mill., Tipo <i>Parapiptadenia</i> Brenan, Tipo <i>Polypodium hirsutissimum</i> Raddi, <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume, Urticaceae
CAMPO	<i>Alternanthera</i> Forssk., Caryophyllaceae, <i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey., <i>Gnaphalium</i> L., <i>Gomphrena</i> L. 1, <i>Gomphrena</i> L. 2 <i>Gunnera</i> L., <i>Mutisia</i> L. f., <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Polygonum</i> L., Tipo <i>Amaranthus</i> L., Tipo <i>Baccharis</i> L., Tipo Scrophulariaceae, Tipo <i>Vicia</i> L., <i>Verbena</i> L., <i>Vernonia</i> Schreb.
AMBIENTE INDETERMINADO	Apocynaceae, <i>Eryngium</i> L., Melastomataceae, <i>Mimosa</i> L., <i>Mimosa</i> série <i>Lepidotae</i> Benth, <i>Passiflora</i> L., <i>Relbunium</i> (Endl.) Benth. & Hook. f., <i>Symplocos</i> Jacq., Tipo <i>Abutilon</i> Mill. 1, Tipo <i>Abutilon</i> Mill. 2, Tipo <i>Borreria</i> G. Mey., Tipo <i>Croton</i> L., Tipo Lamiaceae, Tipo Liliaceae, Tipo Rubiaceae 1, Tipo Rubiaceae 2, Tipo Rubiaceae 3, <i>Valeriana</i> L., Indeterminados, Monoletes outros, Pteridófitos outros, Tricolpados outros, Tricolporados outros, Triletes outros
FUNGOS	<i>Bryophytomyces sphagni</i> (Navashin) Cif., <i>Gelasinospora adjuncta</i> Cain, <i>Glomus</i> Tul. & C. Tul., Microthyriaceae, <i>Tetraploa aristata</i> Berkeley & Broome, Tipo <i>Gaeumannomyces</i> cf. <i>caricis</i> J. Walker, Fungo 1, Fungo 2, Fungo 3, Fungo 4, Fungo 5, Fungo 6, Fungo 7, Fungos outros, Hifas
ESTRANHOS A FLORA REGIONAL	<i>Alnus</i> Mill., <i>Nothofagus</i> Blume
PALINOMORFOS OUTROS	<i>Cymathiosphaera</i> O. Wetzel, Escolecodontes, Espermatóforo de Copépodo, <i>Michrystridium</i> Deflandre emend. Sarjeant, Ovo de Platelmino, Palinomorfo 1, Palinomorfo 2, Palinomorfo 3, Palinomorfo 4, Palinomorfo 5

Tabela 2. Datações radiométricas (^{14}C , AMS) dos perfis sedimentares das matas tropicais paludosas de Pirataba e do Faxinal (Beta Analytic Inc.).

Profundidade da amostra (cm)	Idades convencionais (^{14}C anos AP, AMS)	Número de registro do laboratório
Pirataba		
50	1620 \pm 30	330627
100	4060 \pm 30	326231
150	6940 \pm 40	323726
200	11230 \pm 40	320745
250	23190 \pm 100	301882
Faxinal		
50	1810 \pm 30	334876
137	3500 \pm 50	344188
199	4910 \pm 40	151166
328	6670 \pm 40	342988
612	7020 \pm 70	154708

2. Descrição dos diagramas

2.1. Pirataba

ZONA I (Profundidade: 254-149,5 cm, 24000 - 7000 anos AP, 9 amostras).

Sedimento de cor amarronzada, levemente friável, argilo-arenoso, homogêneo, com baixo teor de areia fina, tornando-se plástico ao final da zona.

Entre os indicadores aquáticos, que são raros nesta zona, as algas (Σ 0 - 1,2%) são os principais componentes, porém com escassas porcentagens (Fig. 2), não tendo sido incluídas nos diagramas de taxa de acumulação polínica.

Os elementos de pântano herbáceo (Σ 7,3-14,6%) estão bem mais representados que os aquáticos. Cyperaceae (3,5-6,6%) são o indicador principal, seguido do Tipo *Blechnum* (1-4,5%) e *Phaeoceros laevis* (0,5-4,3%), (Fig. 2). No entanto, devido à escassez, todos os indicadores de pântano herbáceo não são perceptíveis nos diagramas de taxa de acumulação polínica.

Embora os componentes de mata (Σ 9,2-24,4%) ocorram em porcentagens maiores que os de pântano herbáceo, sua frequência é ainda baixa. Os principais componentes são *Ilex pseudobuxus* (1,2-6,5%), *Cyathea atrovirens* (0-6,5%), *Podocarpus* (0,3-5,2%), Myrtaceae (0-3,0%) e *Myrsine* (0-3,5%). O diagrama composto mostra alta frequência da mata (44,4-64,6%) quando comparada com os elementos aquáticos e de pântano herbáceo (35,4-55,6%), (Fig. 2). Ao contrário, a taxa de acumulação do somatório dos elementos de mata é muito escassa na zona, apresentando um leve aumento no seu final (cerca de 8000 anos AP), (Fig. 3).

Os elementos de campo (Σ 45,5-70,6%) têm altas porcentagens nesta zona. Poaceae (37,2-55,3%) são o principal componente. Com frequências mais baixas estão Tipo *Baccharis* (4,3-22,3%) e Tipo Scrophulariaceae (0-4,2%), (Fig. 2). Embora com as mais elevadas porcentagens de todo o perfil, a taxa de acumulação polínica dos indicadores de campo é muito baixa nesta zona, apresentando um leve aumento ao seu final (cerca de 8000 anos AP), (Fig. 3).

Os táxons de ambiente indeterminado (Σ 12,1-17,3%) ocorrem em porcentagens mais ou menos uniformes na zona, destacando-se o Tipo Liliaceae (0,2-3,9%), Tricolporados outros (1,0-5,7%), Pteridófitos outros (2,3-6,7%) e Indeterminados (2,0-

4,6%), (Fig. 2). A taxa de acumulação polínica desse grupo apresenta grande escassez (Fig. 3).

Os fungos (Σ 16-0,5%) têm as suas maiores porcentagens no início da zona, diminuindo em direção ao final. Fungos outros (13,5-0,5%) e Hifas (3,6-0%) são seus principais componentes (Fig. 2). A taxa de acumulação indica que os fungos são raros na zona (Fig. 3).

A taxa de acumulação polínica total é também muito escassa na zona, apresentando um leve aumento ao seu final (cerca de 8000 anos AP), (Fig. 3).

ZONA II (Profundidade: 149,5-46 cm, 7000 - 1500 anos AP, 8 amostras).

Sedimento de cor amarronzada, plástico, argilo-arenoso, homogêneo, com baixo teor de areia fina.

Os indicadores aquáticos, incluindo as algas, são mais raros que na zona anterior. Decrescem em porcentagem e desaparecem ao final da zona. (Σ aquáticos, exceto algas, 0,5-0%), algas (Σ 0,9-0%), (Fig. 2).

Os elementos de pântano herbáceo (Σ 4,5-11,5%) apresentam uma leve diminuição das porcentagens em relação à zona I. Cyperaceae (1,7-6,4%) são o componente principal, seguido por Tipo *Blechnum* (1,3-4,4%), (Fig. 2). A taxa de acumulação polínica desse grupo é escassa, mas um pouco superior a da zona I, com gradual crescimento em direção ao final da zona (Fig. 3).

Os representantes da mata (Σ 14,2-62,8%) têm um brusco aumento em porcentagem na porção inferior da zona, mantendo-se em altas frequências até o seu final. Seus principais elementos são *Cyathea atrovirens* (2,6-27,9%), *Ilex pseudobuxus* (1,6-11,1%), *Podocarpus* (0,5-15,1%), Myrtaceae (1,4-4,9%) e *Myrsine* (0,9-2,4%). O diagrama composto mostra um grande aumento da mata a partir do início da zona, permanecendo com frequências muito altas até o seu final (61,0-92,6%). De modo complementar, os elementos aquáticos e de pântano herbáceo, apresentam grande redução no início da zona, mantendo-se com frequências baixas (39,0-7,4%), (Fig. 2). Coincidente com as porcentagens, o somatório da taxa de acumulação polínica da mata aumenta muito a partir do início da zona, e os principais componentes são *Podocarpus*, *Cyathea atrovirens*, *Ilex pseudobuxus*, *Myrsine* e *Microgramma vacciniifolia* (Fig. 3).

Os elementos de campo (Σ 61,0-15,2%) têm, em geral, uma acentuada diminuição da porcentagem no início da zona, permanecendo assim até o seu final. Poaceae (49,4-

9,3%) são o principal componente, seguido por Tipo *Baccharis* (9,0-0,1%). Tipo Scrophulariaceae, (0,9-6,6%) ao contrário, permanece com porcentagens mais ou menos uniformes em toda a zona, (Fig. 2). O somatório da taxa de acumulação polínica do campo é levemente superior ao da zona anterior e, ao contrário das porcentagens, permanece estável em toda a zona (Fig. 3).

As porcentagens dos táxons de ambiente indeterminado (Σ 12,9-25,8%) crescem levemente quando comparadas às da zona I. Pteridófitos outros (3,2-18,1%) apresentam um aumento da frequência do início ao final da zona. Entre os outros componentes principais estão Tipo Liliaceae (0,9-6,8%), Tricolporados outros (1,6-7,5%) e Indeterminados (1,4-3,3%), (Fig. 2). O somatório da taxa de acumulação polínica aumenta gradualmente do início ao final da zona (Fig. 3).

As porcentagens dos fungos (Σ 16,5-1,4%) se elevam na porção inferior da zona, com frequências mais baixas na metade superior. Os principais componentes são Fungos outros (10,3-1,1%) e Hifas (5,6-0%), (Fig. 2). A taxa de acumulação dos fungos é um pouco superior à da zona I e levemente maior na metade inferior da zona (Fig. 3).

A taxa de acumulação polínica total é bem maior que a da zona I e mantém-se mais ou menos uniforme (Fig. 3).

ZONA III (Profundidade: 46-0 cm, 1500 anos AP - Atualidade, 7 amostras).

Sedimento de cor amarronzada, plástico, argilo-arenoso, homogêneo, com baixo teor de areia fina.

Os indicadores aquáticos, exceto algas, (Σ 0-0,1%) são muito raros nesta zona, ocorrendo somente na metade superior, o que ocorre também com as algas (Σ 0-0,5%), (Fig. 2).

O pântano herbáceo (Σ 3,3-7,9%) apresenta uma leve diminuição das porcentagens em relação à zona anterior. Cyperaceae (1,9-5,1%) continuam como principais elementos, seguido por Tipo *Blechnum* (0,6-3,5%), (Fig. 2). O somatório da taxa de acumulação polínica desse grupo aumenta em relação à zona anterior (Fig. 3).

As porcentagens dos elementos de mata (Σ 47,5-60,9%) permanecem muito altas, semelhante às da zona anterior. Os indicadores principais são Myrtaceae (1,6-20,5%), *Myrsine* (1,3-6,4%) e *Alchornea triplinervia* (0,5-10,7%), que aumentam em direção ao topo do perfil. *Cyathea atrovirens* (35,6-6,9%), ao contrário, tem um aumento no início da zona e decresce muito a partir da metade inferior. *Ilex pseudobuxus* (6,1-11,3%) e

Podocarpus (3,8-6,9%) se mantêm estáveis. No diagrama composto os elementos de mata permanecem com frequências muito altas (85,8-93,8%) em relação aos componentes aquáticos e de pântano herbáceo (6,2-14,2%), (Fig. 2). O somatório da taxa de acumulação polínica da mata mostra um grande aumento em relação à zona II, especialmente no topo do perfil. *Myrsine*, Myrtaceae e *Alchornea triplinervia* têm a maior taxa de acumulação polínica no final da zona. *Ilex pseudobuxus*, *Podocarpus* e *Microgramma vacciniifolia* também se destacam na zona. Como nas porcentagens, *Cyathea atrovirens* tem aumento da taxa de acumulação no início da zona, decrescendo acentuadamente até o seu final (Fig. 3).

As porcentagens dos elementos de campo (Σ 13,2-22,8%) permanecem baixas como na zona anterior. Os principais elementos são Poaceae (5,9-14,5%), Tipo Scrophulariaceae (3,3-13,8%) e Tipo *Baccharis* (0,5-2,7%), (Fig. 2). Ao contrário das porcentagens, a taxa de acumulação polínica do campo é bem maior que na zona II. Os componentes principais são Poaceae, Tipo Scrophulariaceae e Tipo *Baccharis*, este último aumentando no topo do perfil (Fig. 3).

Os táxons de ambiente indeterminado (Σ 18,6-28,2%) ocorrem em porcentagens mais ou menos uniformes na zona e com frequências similares às da zona II. Tipo Liliaceae (1,0-7,4%), Tricolporados outros (1,6-4,9%), Indeterminados (0,8-3,2%) e Pteridófitos outros (8,3-18,1%), são seus principais componentes (Fig. 2). A taxa de acumulação polínica é muito maior que na zona II e cresce do início ao topo do perfil (Fig. 3).

As porcentagens dos fungos (Σ 5,5-35,7%) crescem acentuadamente do início da zona ao topo do perfil, sendo muito mais elevadas que na zona II. Os principais indicadores são Fungos outros (4,1-25,2%) e Hifas (0,9-11,2%) (Fig. 2). Coincidente com as porcentagens, a taxa de acumulação dos fungos é muito maior que na zona anterior, e cresce acentuadamente em direção ao topo do perfil (Fig. 3).

Também aumenta consideravelmente até o topo a taxa de acumulação polínica total, que é muito mais elevada que na zona II (Fig. 3).

2.2. Faxinal

ZONA I (Profundidade: 612-358 cm, 7000 - 6700 anos AP, 21 amostras).

Sedimento cinza escuro, plástico, argilo-arenoso, com fragmentos de conchas a partir metade inferior da zona.

Os indicadores marinhos (Σ 8,9-36,9%) têm porcentagens mais altas no início da zona, diminuindo no centro e aumentando novamente ao final. Estão representados por *Operculodinium centrocarpum* (1,7-27,7%), *Spiniferites mirabilis* (0,7-9,0%) e Microforaminíferos (0-16,9%). O diagrama composto por indicadores continentais versus marinhos evidencia que a frequência desses últimos é maior no início da zona, diminuindo a seguir, mantendo-se estável até o final do intervalo, onde apresenta novamente porcentagens altas (Fig. 4). Coincidente com as porcentagens, o somatório da taxa de acumulação dos indicadores marinhos é a mais elevada da zona no início do perfil, decrescendo na porção central, com novo aumento ao final da mesma (Fig. 5).

Os componentes aquáticos, exceto algas, (Σ 0-6,2%) têm porcentagens baixas nesta zona quando comparados aos indicadores marinhos. Os aquáticos estão representados principalmente por *Salvinia* (0-5,4%) e *Isoëtes* (0-1,5%). Entre as algas (Σ 0-3,7%) destaca-se *Botryococcus* (0-3,4%), (Fig. 4). Ao contrário das porcentagens, a taxa de acumulação dos indicadores aquáticos (exceto algas) é alta no início da zona, diminuindo em direção ao seu final, e as algas têm frequências que oscilam em toda a zona (Fig. 5).

Os elementos de pântano herbáceo (Σ 9,5-34,0%) estão bem representados no intervalo. Cyperaceae (1,5-27,7%) são o indicador principal, seguido do Tipo *Blechnum* (1,8-15,1%), *Osmunda* (0-8,2%), *Phaeoceros laevis* (0-4,5%) e *Sphagnum* (0-2,0%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica dos elementos de pântano herbáceo é alta em toda a zona, com um aumento brusco no início da metade superior (cerca de 6500 anos AP), e posterior decréscimo. Os principais componentes são Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum* e *Typha* 1 (Fig. 5).

As porcentagens dos elementos de mata (Σ 19,1-40,5%) são altas nesta zona. *Alchornea triplinervia* (2,2-13,3%) é o principal indicador, além de *Ilex pseudobuxus* (0-12,2%), Myrtaceae (0,2-5,6%), *Myrsine* (0-3,1%), *Microgramma vacciniifolia* (0,3-4,6%), *Celtis* (0,8-3,2%), Anacardiaceae (0,7-4,3%), Urticaceae (0-3,0%), *Trema micrantha* (0,2-3,1%), *Gaylussacia* (0-4,5%), *Dicksonia sellowiana* (0-1,0%) *Cyathea atrovirens* (0-1,8%), *Polypodium* (0-4,2%) e Tipo *Dryopteris* (0-1,8%). O diagrama composto mostra

que a frequência da mata (33,6-71,9%) é alta em toda a zona, diminuindo ao final da mesma. De modo complementar, os elementos aquáticos e de pântano herbáceo (28,1-66,4%) também estão bem representados neste diagrama, aumentando ao final da zona (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica da mata também é alta em toda a zona, com súbita elevação no início da metade superior (cerca de 6500 anos AP), seguida de acentuado decréscimo, como ocorre nos indicadores de pântano herbáceo. Os componentes principais são *Alchornea triplinervia*, *Ilex pseudobuxus* e Myrtaceae, seguidos por Anacardiaceae, *Celtis*, *Microgramma vacciniifolia*, *Myrsine*, *Polypodium*, *Gaylussacia*, *Trema micranta*, Urticaceae, *Pecluma pectinatiformis*, *Dicksonia sellowiana*, *Hypolepis*, *Cyathea atrovirens* e Tipo *Dryopteris* (Fig. 5).

Os elementos de campo (Σ 20,4-44,3%) têm porcentagens maiores que os de mata e se mantêm mais ou menos constantes em toda a zona. O principal elemento é Poaceae (14,6-31,8%), seguido por Tipo *Baccharis* (1,8-5,2%), Tipo *Amaranthus* (1,6-8,5%), Tipo Scrophulariaceae (0-2,2%) e *Plantago* (0-2,2%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica do campo é alta na zona, especialmente na porção central. Poaceae é o principal componente, seguido por Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Amaranthus*, Tipo *Baccharis*, *Gomphrena* e *Plantago* (Fig. 5).

Os componentes de ambiente indeterminado (Σ 12,5-23,6%) estão representados principalmente por Indeterminados (1,3-12,2%), Tricolporados outros (1,6-6,6%) e Tipo Liliaceae (0,3-3,8%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica desse grupo diminui na metade superior da zona (Fig. 5).

Os fungos (Σ 30,0-64,7%) têm as maiores porcentagens de todos os demais componentes da zona. Os principais elementos são Fungos outros (8,3-53,9%) e Hifas (5,7-42,0%), (Fig. 4). Fungos também apresentam altas frequências na taxa de acumulação (Fig. 5).

Entre os palinomorfos outros, Escolecodontes (0-30,7%), *Micrhystridium* (4,4-23,0%) e *Cymathiosphaera* (0,6-3,9%) são os principais componentes (Fig. 4).

A taxa de acumulação polínica total é em geral alta na zona, especialmente junto à base do perfil e no início da metade superior (cerca de 6500 anos AP), (Fig. 5).

ZONA II (Profundidade: 358-137 cm, 6700 - 3500 anos AP, 17 amostras).

Sedimento cinza escuro, plástico, argilo-arenoso, com muitos fragmentos de conchas até a metade da zona.

Os indicadores marinhos (Σ 40,7-0,1%) continuam com porcentagens altas no início da zona, elevando-se ainda mais a seguir, atingindo próximo à metade do intervalo frequências semelhantes às da base do perfil. A partir daí, os elementos marinhos decrescem acentuadamente, tornando-se muito raros ao final da zona. Estão representados por *Operculodinium centrocarpum* (25,8-0,1%), *Spiniferites mirabilis* (10,3-0%) e Microforaminíferos (17,3-0%). O diagrama composto mostra acentuado aumento dos elementos marinhos (40,7-0,1%) próximo à metade do intervalo, com acentuada redução até o final da zona, onde se tornam muito raros. Assim, elementos continentais (59,3-99,9%) passam a ter sua maior frequência ao final desta zona (Fig. 4). Diferente das porcentagens, o somatório da taxa de acumulação dos indicadores marinhos é elevado no início da zona, decrescendo muito até a metade da mesma, tornando-se escasso até o final (Fig. 5).

Os componentes aquáticos, exceto algas, (Σ 0,5-7,5%) têm porcentagens mais elevadas que as da zona anterior, mas bem inferiores quando comparadas às dos indicadores marinhos. Os principais elementos aquáticos são *Salvinia* (0-6,1%) e *Isoetes* (0-7,5%). Entre as algas (Σ 0,7-13,9%) destaca-se *Botryococcus* (0,5-13,9%), (Fig. 4). Ao contrário das porcentagens, a taxa de acumulação dos indicadores aquáticos (exceto algas) é bem mais baixa que na zona anterior. As algas também estão com taxas de acumulação bem inferiores (Fig. 5).

Os elementos de pântano herbáceo (Σ 17,4-38,1%) têm porcentagens que aumentam do início ao final da zona, e estão mais bem representados que na zona I. O principal componente é Cyperaceae (5,7-22,4%), seguido por Tipo *Blechnum* (3,6-18,8%), *Osmunda* (0-9,9%), *Phaeoceros laevis* (0-5,2%) e *Sphagnum* (0-3,4%), (Fig. 4). Ao contrário das porcentagens, a taxa de acumulação polínica dos elementos de pântano herbáceo diminui no início da zona, permanecendo baixa em todo o intervalo, voltando a aumentar um pouco ao seu final. Os principais componentes são Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum* e *Typha* 1 (Fig. 5).

As porcentagens dos elementos de mata (Σ 40,7-11,5%) mantêm-se altas, com decréscimo ao final da zona. Os principais táxons são *Alchornea triplinervia* (1,2-10,5%), *Ilex pseudobuxus* (0,2-14,5%), Myrtaceae (0,4-12,0%), *Myrsine* (0,7-3,5%), *Microgramma vacciniifolia* (1,0-6,4%), *Celtis* (0,1-3,6%), Anacardiaceae (0-3,9%), Urticaceae (0-2,6%), *Trema micrantha* (0,2-3,5%), *Gaylussacia* (0-3,6%), *Dicksonia sellowiana* (0-2,0%), *Cyathea atrovirens* (0,4-27,7%), *Polypodium* (0-1,6%) e Tipo *Dryopteris* (0-1,6%). O diagrama composto mostra que a mata (19,6-56,5%) tem frequências altas na zona, e

diminui ao final do intervalo. Também tem frequências altas os elementos aquáticos e de pântano herbáceo (43,5-80,4%), (Fig. 4). Ao contrário das porcentagens, a taxa de acumulação polínica da mata diminui muito no início da zona, tornando-se escassa no restante do intervalo. Os componentes principais são *Alchornea triplinervia*, *Ilex pseudobuxus* e Myrtaceae, seguidos por Anacardiaceae, *Celtis*, *Microgramma vacciniifolia*, *Myrsine*, *Polypodium*, *Gaylussacia*, *Trema micranta*, Urticaceae, *Dicksonia sellowiana*, *Cyathea atrovirens* e Tipo *Dryopteris* (Fig. 5).

Os elementos de campo (Σ 14,1-35,2%) têm porcentagens levemente inferiores às da zona I. As porcentagens desse grupo diminuem na porção central da zona, voltando a crescer ao final. O principal elemento é Poaceae (35,2-14,1%) que decresce gradativamente do início ao final da zona, seguido por Tipo *Baccharis* (1,8-23,4%) e Tipo *Amaranthus* (0,2-8,7%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica do campo decresce bruscamente no início da zona, permanecendo baixa até a porção final, onde volta a crescer. Os principais componentes são Poaceae, Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Amaranthus*, Tipo *Baccharis*, *Gomphrena* e *Plantago* (Fig. 5).

Os componentes de ambiente indeterminado (Σ 19,9-10,4%) têm um leve decréscimo em porcentagem ao longo da zona e estão representados principalmente por Indeterminados (1,4-9,1%), Tricolporados outros (1,5-4,6%) e Tipo Liliaceae (0-3,8%). A taxa de acumulação polínica, ao contrário das porcentagens, diminui no início da zona, permanecendo muito baixa até o final da mesma, onde ocorre um leve aumento (Fig. 5).

Os fungos (Σ 11,4-64,1%) continuam com porcentagens altas quando comparadas às dos demais componentes da zona. Fungos outros (3,4-43,4%) e Hifas (6,5-19,9%) são os seus principais indicadores (Fig. 4). Embora os fungos continuem com altas porcentagens, a taxa de acumulação mostra que decrescem no início da zona, sendo muito escassos até o final do intervalo (Fig. 5).

Entre os palinómorfos outros, Escolecodontes (42,7-0%), *Micrhystridium* (17,9-0%) e *Cymathiosphaera* (5,7-0%) são os principais componentes, desaparecendo ao final da zona (Fig. 4).

A taxa de acumulação polínica total tem com acentuada redução no início do intervalo, mantendo-se assim até o seu final, onde cresce levemente (Fig. 5).

ZONA III (Profundidade: 137-0 cm, 3500 anos AP - Atualidade, 11 amostras).

Sedimento escuro, friável, rico em matéria orgânica, com fragmentos vegetais junto ao topo do perfil.

Os indicadores marinhos estão ausentes nesta zona o que fica evidente nos diagramas (Figs. 4 e 5).

Os elementos aquáticos, exceto algas, (Σ 6,8-0%) têm porcentagens muito mais baixas que as da zona anterior. Estão representados somente no início da zona, tendo como principal elemento *Isoëtes* (6,4-0%). As algas (Σ 0,4-1,7%) têm porcentagens baixíssimas em relação à zona anterior (Fig. 4). A taxa de acumulação dos elementos aquáticos (exceto algas) é alta no início da zona, diminuindo em direção ao topo do perfil, até desaparecer na porção superior do intervalo, e as algas têm frequências baixas, que oscilam em toda a zona (Fig. 5).

As porcentagens dos componentes de pântano herbáceo (Σ 9,3-74,6%) crescem muito a partir do início da zona, atingindo na metade do intervalo a maior frequência do perfil, diminuindo após acentuadamente até o final. O principal elemento continua a ser Cyperaceae (3,4-60,4%), com grande expansão na porção inferior da zona e posterior decréscimo até o topo. Seguem como componentes principais o Tipo *Blechnum* (3,8-12,9%), *Osmunda* (0,1-29,0%), *Phaeoceros laevis* (0-7,2%) e *Sphagnum* (0-12,1%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica é muito mais elevada que na zona II, com brusco aumento no início do intervalo, declinando após até o topo do perfil. Os principais componentes são Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum*, *Typha* 1, Eriocaulaceae e *Ludwigia* (Fig. 5).

Os elementos de mata (Σ 5,8-64,3%) têm suas porcentagens baixas na metade inferior da zona, aumentando acentuadamente até o topo, onde alcançam a sua maior frequência do perfil. Os principais táxons são *Alchornea triplinervia* (0,3-25,0%), *Ilex pseudobuxus* (0-25,6%), Myrtaceae (0-17,7%), *Myrsine* (0,4-3,1%), *Microgramma vacciniifolia* (0,7-12,2%), *Celtis* (0-1,2%), Urticaceae (0,3-1,5%), *Trema micrantha* (0,2-1,0%), *Gaylussacia* (0-5,2%), *Dicksonia sellowiana* (0-1,0%), *Cyathea atrovirens* (0,1-2,9%) e *Polypodium* (0-6,4%), a maioria com frequências mais altas na metade superior da zona. O diagrama composto salienta a mata (7,7-86,9%), com um acentuado aumento em direção ao topo do perfil. Nesse diagrama os elementos aquáticos e de pântano herbáceo (92,3-13,1%) estão muito bem representados até a metade da zona, diminuindo bruscamente até o seu final (Fig. 4). Corroborando as porcentagens, a taxa de acumulação

polínica dos componentes de mata cresce acentuadamente a partir da metade superior do intervalo até o topo da zona, onde atinge a maior frequência do perfil. Cresce também a frequência de Anacardiaceae, *Pecluma pectinatiformis*, *Hypolepis* e Tipo *Dryopteris* (Fig. 5).

As porcentagens dos elementos de campo (Σ 3,5-29,2%) diminuem muito do início até a metade superior do intervalo, voltando a crescer um pouco junto ao topo do perfil. O principal elemento é Poaceae (13,8-1,0%), que decresce gradativamente do início ao final do intervalo, seguido por Tipo *Baccharis* (0,3-15,0%) e Tipo Scrophulariaceae (0-11,9%), (Fig. 4). A taxa de acumulação polínica dos componentes de campo é maior que na zona anterior. Diminui na porção central do intervalo, aumentando após em direção ao topo do perfil. Os principais componentes são Poaceae, Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Amaranthus*, Tipo *Baccharis*, *Gomphrena* e *Plantago*, a maioria com maior frequência junto ao topo (Fig. 5).

A porcentagem dos elementos de ambiente indeterminado (Σ 7,6-13,4%) tem um leve decréscimo em relação à zona anterior e mantem-se estável em todo o intervalo. Estão representados principalmente por Indeterminados (1,0-3,2%), Tricolporados outros (1,1-4,5%) e Tipo Liliaceae (0,1-2,9%), (Fig. 4). A taxa de acumulação dos elementos de ambiente indeterminado é maior que na zona anterior, com leve acréscimo no topo do perfil (Fig. 5).

As porcentagens dos fungos (Σ 39,4-69,7%) são altas, com leve aumento em relação à zona II. Fungos outros (23,4-57,6%) e Hifas (6,2-18,0%) são os principais representantes (Fig. 4). A taxa de acumulação desses elementos é bem mais alta que a da zona anterior (Fig. 5).

Entre os palinórfos outros, somente raros Escolecodontes (0-1,6%) são encontrados na porção central da zona (Fig. 4).

A taxa de acumulação polínica total volta a crescer nesta zona em relação a anterior, com frequências mais elevadas no início e no topo do perfil (Fig.5).

DISCUSSÃO

Análise dos paleoambientes

1. Pirataba

24000 - 7000 anos AP (Zona I)

24000 - 10000 anos AP

Os resultados obtidos apontam, entre 24000 - 10000 anos AP (final do último estágio glacial), a existência de um solo úmido no local hoje ocupado pela mata paludosa, com escassez de espécies aquáticas (incluindo algas) e herbáceas (registro de *Myriophyllum brasiliense*, *Debarya*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Cyperaceae*, Tipo *Blechnum*, *Phaeoceros laevis*, *Ludwigia*, *Typha* 1, *Typha* 2, *Sphagnum*, *Selaginella*, *Eriocaulaceae* e *Osmunda*, todos escassos ou raros, Figs. 2 e 3).

Dados registam também a presença de poucos táxons de mata coexistindo no local, compatíveis com um agregado de espécies arbóreas pioneiras e elementos associados (escassos ou raros táxons, como *Ilex pseudobuxus*, *Cyathea atrovirens*, *Podocarpus*, *Myrtaceae*, *Myrsine*, *Alchornea triplinervia*, *Microgramma vacciniifolia*, *Urticaceae*, *Polypodium*, *Roupala*, *Sapindaceae*, *Celtis*, *Araucaria angustifolia*, *Trema micrantha*, *Drimys brasiliensis*, *Cecropia*, *Gaylussacia* e *Bauhinia*, Figs. 2 e 3).

Os registros parecem mostrar assim uma paisagem regional compatível com um clima de temperaturas mais baixas no extremo norte da Planície Costeira nesta fase semiárida, quando campos ralos provavelmente recobriam solos em geral arenosos (escassos representantes de *Poaceae*, Tipo *Baccharis*, Tipo *Scrophulariaceae*, *Plantago*, *Vernonia*, Tipo *Amaranthus*, *Alternanthera*, *Gunnera*, *Polygonum*, *Gomphrena* e *Ephedra tweediana*, Figs 2 e 3). Para zonas da Planície Costeira mais ao sul de Torres, clima de semiaridez também foi registrado em Terra de Areia (23000 - 11000 anos AP, Neves 1991; Neves & Lorscheitter 1995a, 1996) e Guaíba (cerca de 12000 anos AP, com raros elementos da Mata Atlântica, Neves 1998, 2000).

Outra evidência de campo é a presença de *Alternanthera* e *Ephedra tweediana* somente nesta fase, o que provavelmente reflita uma comunidade xerófila pioneira, com escassez de precipitação, sob um clima semiárido, também registrado por Neves (1991) e Neves & Lorscheitter (1995a) para o final do último estágio glacial.

Muito provavelmente componentes de mata, como os ocorrentes no local estudado, tenham se distribuído de modo esparsos na região como um todo, sobre o campo rarefeito, em locais restritos, com solo um pouco úmido, formando pequenos agrupamentos arbóreos na paisagem.

Entre os táxons de mata registrados no perfil nesta fase, encontram-se raros elementos de Mata Atlântica *str. s.* (*Cecropia* e *Ilex pseudobuxus*), que permitem supor uma possível migração incipiente de táxons tropicais pela “Porta de Torres” (Rambo 1950, 1951, 1961; Baptista 1964) em alguma possível fase mais amena dentro do último estágio glacial, como a registrada em sedimentos oceânicos no sul do Rio Grande do Sul por Vicalvi (1977), Lorscheitter (1983, 1984) e Lorscheitter & Romero (1985).

Trabalho realizado em perfil sedimentar de mata tropical paludosa mais ao sul de Torres também registra *Ilex* para o último estágio glacial, o que corrobora a presença da Mata Atlântica na Planície Costeira antes do início do Holoceno: 24000 anos AP (Terra de Areia, Neves 1991; Neves e Lorscheitter 1995a; Lorscheitter 2003).

10000 - 7000 anos AP

Entre 10000 - 7000 anos AP (início do Holoceno) dados apontam clima um pouco mais ameno, com elevação da temperatura e da umidade regional, resultando num leve desenvolvimento dos componentes de mata e de campo há cerca de 8000 anos AP (pequeno aumento do somatório das frequências da taxa de acumulação polínica da mata, do campo. Táxons como *Podocarpus*, *Cyathea atrovirens*, *Anacardiaceae*, *Bauhinia*, *Poaceae* e Tipo *Baccharis* se destacam, Figs. 2 e 3). Muito provavelmente os agrupamentos de espécies arbóreas, que eram esparsos na fase anterior, começam a se tornar um pouco mais densos, como no local de estudo. A vegetação campestre também se desenvolve levemente nesta fase.

Entre 8000 - 7000 anos AP os registros mostram o começo de um declínio da umidade (redução de alguns elementos de mata, como *Podocarpus*, *Cyathea atrovirens*, *Anacardiaceae* e *Bauhinia*, Fig. 2). O campo parece um pouco mais seco (presença de Tipo *Amaranthus*, Fig. 2).

7000 - 1500 anos AP (Zona II)

7000 - 6700 anos AP

Tudo indica que o clima levemente mais seco mantém-se até cerca de 6700 anos AP. No local, mata e campo permanecem reduzidos, o que deve refletir as condições regionais (Figs. 2 e 3).

6700 - 1500 anos AP

A partir de 6700 anos AP registros mostram um acentuado aumento da umidade, com o desenvolvimento e expansão da mata local, o que deve ter ocorrido também em outros terrenos interiorizados do extremo norte da Planície Costeira (aumento da frequência de *Ilex pseudobuxus*, *Cyathea atrovirens*, *Podocarpus*, Myrtaceae, *Myrsine*, *Pecluma pectinatiformis*, *Alchornea triplinervia*, *Microgramma vacciniifolia*, Urticaceae, Anacardiaceae, *Polypodium*, *Roupala*, Sapindaceae, *Celtis*, *Trema micrantha*, *Drimys brasiliensis*, *Gaylussacia*, *Bauhinia*, *Lygodium volubile*, *Hupersia*, Tipo Bignoniaceae, *Alsophila setosa*, *Dicksonia sellowiana*, *Daphnopsis*, *Allophylus edulis* e *Pityrogramma*, Figs. 2 e 3). Atividades micorrízicas parecem estar presentes no solo da mata (aumento da taxa de acumulação de fungos e presença de *Glomus*, Figs. 2 e 3).

Os elementos de campo mantêm-se estáveis em relação à fase anterior (registro de Poaceae, Tipo *Baccharis* e Tipo Scrophulariaceae, Fig. 2).

A cronologia obtida para o início da mata de Pirataba (6700 anos AP) é comparável às encontradas para o início das matas em zonas mais interiorizadas da Planície Costeira e áreas baixas adjacentes, ao sul de Torres, que não tiveram influência das oscilações eustáticas durante sua gênese: Terra de Areia (4000 anos AP, Neves 1991; Neves & Lorscheitter 1995a, 1996), Guaíba (6000 anos AP, Neves 1998, 2000), Serra Velha (6000 – 5000 anos AP, Grala & Lorscheitter 2001; Leal 2005; Leal & Lorscheitter 2007). Portanto, o desenvolvimento dessas matas foi beneficiado pelo aumento de temperatura e umidade, em torno de 5000 anos AP (*Optimum Climaticum*, Berglund 1986) e pela distância da linha de costa que as preservou dos danos da transgressão holocênica.

1500 anos AP - atualidade (Zona III)

A partir de 1500 anos AP (Holoceno Tardio) um acentuado aumento da umidade regional parece evidente, resultando numa expansão ainda maior da mata até a atualidade (elevada taxa de acumulação e grande riqueza de elementos arbóreos, como *Ilex*

pseudobuxus, *Cyathea atrovirens*, *Podocarpus*, Myrtaceae, *Myrsine*, *Pecluma pectinatiformis*, *Alchornea triplinervia*, *Microgramma vacciniifolia*, Urticaceae, Anacardiaceae, *Polypodium*, *Roupala*, Sapindaceae, *Celtis*, *Trema micrantha*, *Drimys brasiliensis*, *Gaylussacia*, *Bauhinia*, *Lygodium volubile*, *Hupersia*, Tipo Bignoniaceae, *Alsophila setosa*, *Dicksonia sellowiana*, *Daphnopsis*, *Allophylus edulis*, *Pityrogramma*, *Araucaria angustifolia*, *Cecropia*, Meliaceae, *Hypolepis*, *Phrygilanthus*, Tipo *Parapiptadenia* e *Anemia phyllitidis*, Figs. 2 e 3).

Também nesta fase os registros mostram o desenvolvimento de um solo pantanoso no local de estudo (aumento do somatório da taxa de acumulação polínica do pântano herbáceo, com representantes de Cyperaceae e Tipo *Blechnum*, Fig. 3).

Os resultados apontam também maior presença de fungos, alguns com características atividades micorrízicas, demonstrando a evolução do solo no local de estudo, o que deve ter também ocorrido em outras matas paludosas regionais (aumento acentuado da frequência da taxa de acumulação de esporos de fungos e presença de *Glomus*, Figs. 2 e 3).

2. Faxinal

7000 - 6700 anos AP (Zona I)

Os resultados obtidos entre 7000 - 6700 anos AP (Holoceno Médio) apontam a existência de um corpo lacustre no local onde atualmente se desenvolve a mata paludosa (aumento do somatório da taxa de acumulação de algas e dos demais indicadores aquáticos, Fig. 5).

Há cerca de 7000 anos AP, dados indicam o começo da influência marinha sobre o corpo lacustre e terrenos baixos circunvizinhos (altas frequências do somatório de componentes marinhos, como *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites mirabilis*, Microforaminíferos, além de fragmentos de conchas, Figs. 4 e 5), permanecendo essa fase transgressiva até cerca de 6700 anos AP. Parece haver também um grande aporte de sedimentos ao corpo lacustre neste intervalo (alta taxa de sedimentação, quando comparada à das demais zonas, Figs. 4 e 5).

Pântano, mata e campo permanecem em terrenos provavelmente um pouco mais elevados e interiorizados, sem a influência direta do mar. Nesses locais o pântano herbáceo se desenvolve (alta frequência do somatório da taxa de acumulação de elementos de pântano, como Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum* e

Typha 1, quando comparados a próxima zona, Figs. 4 e 5). Por sua vez, a mata também ocupa parte desses terrenos paludosos (elevada frequência do somatório da taxa de acumulação da mata em relação à próxima zona e presença de táxons como *Alchornea triplinervia*, *Ilex pseudobuxus*, Myrtaceae, *Myrsine*, *Microgramma vacciniifolia*, *Celtis*, Anacardiaceae, Urticaceae, *Trema micrantha*, *Gaylussacia*, *Dicksonia sellowiana*, *Cyatheaatrovirens*, *Polypodium*, Tipo *Dryopteris*, *Anemia*, *Pteris*, *Podocarpus*, *Roupala*, *Araucaria angustifolia*, Meliaceae, Tipo *Inga*, *Chrysophyllum marginatum*, *Cecropia*, *Drimys brasiliensis*, *Alsophyla setosa*, *Botrychium*, Tipo Bignoniaceae, *Pecluma pectinatiformis*, *Allophylus edulis*, *Hupersia*, Tipo *Parapiptadenia*, Tipo *Polypodium hirsutissimum*, *Daphnopsis*, *Hypolepis*, Sapindaceae, *Pityrogramma* e *Schizaea pennula*, Figs. 4 e 5).

O campo parece também cobrir uma grande extensão em locais mais protegidos (maiores frequências do somatório da taxa de acumulação de campo de todo perfil, com a presença de componentes como Poaceae, Tipo *Baccharis*, Tipo *Amaranthus*, Tipo Scrophulariaceae, *Plantago*, *Vernonia*, *Gomphrena*, *Gunnera*, *Ephedra tweediana*, *Mutisia*, *Polygonum*, *Gnaphalium*, *Alternanthera*, *Verbena* e Tipo *Vicia*, Figs. 4 e 5).

Fungos também são abundantes nesta fase, alguns possivelmente ligados a atividades micorrízicas em solos das matas (altas taxas de acumulação de esporos de fungos em comparação à próxima zona e presença de *Glomus*, Figs. 4 e 5).

Os resultados obtidos devem refletir, ao que tudo indica, um amplo evento marinho transgressivo sobre o extremo norte da Planície Costeira e um clima com aumento de temperatura e umidade, propiciando o desenvolvimento da vegetação nos locais não alcançados pelo mar. Para outras zonas próximas ao mar, ao sul de Torres, palinomorfos marinhos em sedimentos foram registrados para esta fase transgressiva na Lagoa de Tramandaí (6000 - 5000 anos AP, Lorscheitter & Dillenburg 1998), na Lagoa dos Patos (5000 - 4000 anos AP, Cordeiro 1991; Cordeiro & Lorscheitter 1994), e em Capão do Leão (6000 - 4000 anos AP, Neves & Lorscheitter 1997; Neves 1998). Uma síntese das informações palinológicas envolvendo oscilações eustáticas sobre a Planície Costeira indicou um intervalo entre 8000 - 4000 anos AP para a fase transgressiva, acompanhada do aumento de temperatura e umidade (Lorscheitter 2003).

Certamente a transgressão deve ter danificado a vegetação litorânea dos terrenos mais próximos ao mar, levando a uma possível migração de elementos da Mata Atlântica para porções mais interiorizadas no extremo norte da Planície Costeira e zonas baixas adjacentes. Esta migração leste-oeste é compatível com o início do desenvolvimento da

mata de Piratuba (6700 anos AP) nesta fase transgressiva. É interessante ressaltar que pólen de táxons exclusivos da Mata Atlântica *str. s.*, como *Ilex pseudobuxus* e/ou *Cecropia* foram encontrados em sedimentos holocênicos ao sul de Torres, na Depressão Central: Serra Velha (Lorscheitter 2003; Leal 2005; Leal & Lorscheitter 2007) e Planície Costeira: Capão do Leão (Neves 1998; Lorscheitter 2003), evidenciando esta migração.

As informações palinológicas obtidas quanto à elevação do nível do mar estão de acordo com os estudos geológicos sobre a evolução da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Villwock & Tomazelli 1998) e com o que se conhece, a nível mundial, sobre o máximo da transgressão holocênica: cerca de 5000 anos AP, com aumento da temperatura e umidade (*optimum* climático, Berglund 1986).

6700 - 3500 anos AP (Zona II)

6700 - 5500 anos AP

A partir de 6700 anos AP o mar começa a recuar até cerca de 5500 anos AP, quando atinge a sua fase regressiva final (somatório da taxa de acumulação dos indicadores marinhos bem mais baixa, assim como dos diagramas individualizados de *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites mirabilis* e Microforaminíferos, Fig. 5).

O pântano herbáceo torna-se escasso devido à salinização ainda existente nos terrenos (grande diminuição do somatório da taxa de acumulação polínica do pântano e de elementos como Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum* e *Typha* 1, Fig. 5).

Há também acentuada diminuição da mata nas zonas adjacentes ao corpo lacustre, provavelmente também causada pela salinização dos solos (acentuada diminuição do somatório da taxa de acumulação polínica da mata e de táxons como *Ilex pseudobuxus*, *Alchornea triplinervia*, Myrtaceae, Anacardiaceae, *Celtis*, *Microgramma vacciniifolia*, *Myrsine*, *Polypodium*, *Gaylussacia*, *Trema micrantha*, Urticaceae, *Pecluma pectinatiformis*, *Dicksonia sellowiana*, *Cyathea atrovirens* e Tipo *Dryopteris*, Fig. 5).

Da mesma forma, os elementos campestres se tornam escassos na área (grande redução do somatório da taxa de acumulação polínica do campo e de elementos como Poaceae, Tipo *Amaranthus*, Tipo *Baccharis*, *Gomphrena* e *Plantago*, Fig. 5).

Os fungos também reduzem sua frequência (baixa taxa de esporos no somatório da taxa de acumulação) corroborando a salinização dos solos (Fig. 5).

A salinização deve ter sido extensa, abrangendo provavelmente terrenos mais amplos do extremo norte da Planície Costeira.

Os resultados relacionados à fase regressiva são semelhantes aos encontrados para outros locais ao longo da Planície Costeira ao sul de Torres (Lagoa de Tramandaí, Lorscheitter & Dillenburg 1998; Lagoa dos Patos, Cordeiro 1991; Cordeiro & Lorscheitter 1994; Capão do Leão, Neves & Lorscheitter 1997; Neves 1998).

5500 - 3500 anos AP

Para 5500 - 3500 anos AP (Holoceno Tardio) os registros apontam fase de dessalinização do terreno já colmatado do antigo corpo lacustre (grande diminuição do somatório da taxa de acumulação dos indicadores marinhos a partir do início do intervalo, que desaparecem ao seu final, seguindo comportamento semelhante ao de cada um dos indicadores: *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites mirabilis* e Microforaminíferos, Fig. 5).

Lorscheitter (2003), fazendo uma síntese dos trabalhos palinológicos até então disponíveis, cita o intervalo entre 4000 - 2000 anos AP para a fase de regressão e dessalinização dos terrenos da Planície Costeira.

3500 anos AP - atualidade (Zona III)

Como resultante do processo de dessalinização o pântano herbáceo, a mata e o campo iniciam seu desenvolvimento em torno de 3500 anos AP, possivelmente com contribuição da migração, agora oeste-leste de elementos da mata tropical (o que já foi mencionado por Grala & Lorscheitter 2001; Lorscheitter 2003; Leal 2005; Leal & Lorscheitter 2007). É muito expressivo o aumento da vegetação em geral: elevação da taxa de acumulação de táxons de pântano herbáceo (Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Phaeoceros laevis*, *Sphagnum*, *Typha* 1), de mata (*Alchornea triplinervia*, *Celtis*, *Microgramma vacciniifolia*, *Myrsine*, *Polypodium*, *Gaylussacia*, Urticaceae, *Dicksonia sellowiana*, *Hypolepis*, *Cyathea atrovirens*) e de campo (Poaceae, Tipo *Amaranthus*, Tipo *Baccharis*, Figs. 4 e 5). O solo dessalinizado passa a acumular uma concentração maior de sedimentos orgânicos.

Dados apontam um grande desenvolvimento do pântano herbáceo, declinando a seguir (de acordo com as frequências do somatório de indicadores de pântano, Figs. 4 e 5). Esta acentuada redução deve estar relacionada à expansão da mata tropical sobre o terreno

paludoso a partir de 3500 anos AP, com destaque ainda maior nos últimos 1500 anos (aumento elevado da frequência de táxons como *Alchornea triplinervia*, *Ilex pseudobuxus*, Myrtaceae, *Microgramma vaccinnifolia*, Urticaceae, *Trema micrantha*, *Gaylussacia*, *Pecluma pectinatiformis* e *Hypolepis*, Figs. 4 e 5), o mesmo que em Piratuba, refletindo um evento regional (Figs. 3 e 5).

O aumento da frequência dos fungos parece indicar desenvolvimento do solo da mata, corroborando sua expansão (maior aumento do somatório de fungos relacionado à taxa de acumulação de esporos em geral e à presença de *Glomus*, Figs. 4 e 5).

Para zonas próximas ao mar, ao sul de Torres, registros indicam que o início do desenvolvimento da mata tropical, após a dessalinização dos terrenos, ocorreu a partir de cerca de 4000 anos AP: Lagoa dos Patos (Cordeiro 1991; Cordeiro & Lorscheitter 1994), Capão do Leão (Neves & Lorscheitter 1997; Neves 1998), corroborando o presente resultado.

CONCLUSÕES

Pela primeira vez no extremo norte da Planície Costeira foi feita a palinologia de dois perfis sedimentares no interior de matas tropicais paludosas, com latitudes semelhantes, objetivando análises paleoambientais dos últimos 24000 anos;

A posição geográfica escolhida para os perfis permitiu a comparação da dinâmica da vegetação, especialmente quanto às oscilações de nível do mar;

Os 133 táxons encontrados na soma dos dois perfis (13 fungos, nove algas, três briófitos, 29 pteridófitos, três gimnospermas, 65 angiospermas e 11 palinomorfos outros) evidenciaram um farto material de distintos ambientes, que possibilitou as análises paleoambientais;

Entre 24000 - 10000 anos AP (final do último estágio glacial) o clima deve ter sido frio e seco, com grande escassez vegetal: campos esparsos, pequenos agregados de espécies arbóreas e herbáceas ocupando raros locais um pouco mais úmidos, conforme o encontrado na área interiorizada de Pirataba;

Elementos de Mata Atlântica *str. s.* presentes nos sedimentos de Pirataba entre 24000 - 10000 anos AP, permitem supor sua migração norte-sul pela “Porta de Torres” em alguma possível fase mais amena, dentro do último estágio glacial;

Entre 10000 - 8000 anos AP (início do Holoceno) um clima com pequena elevação da temperatura e umidade regional pôde ser detectado em Pirataba, resultando num leve aumento da mata, provavelmente em esparsos agrupamentos arbóreos. O campo também se apresenta pouco desenvolvimento nesta fase;

O declínio da umidade (Holoceno Médio) tornou o clima um pouco mais seco (7000 - 6700 anos AP), com leve retração dos elementos de mata e campo, conforme os registros de Pirataba. Nesta fase a transgressão holocênica atingia o Faxinal.

A partir de 6700 anos AP em Pirataba, dados apontam acentuado aumento da umidade, com o desenvolvimento da mata local, o que deve ter acontecido também em outras áreas mais interiorizadas do extremo norte da Planície Costeira, não alcançadas pela

transgressão holocênica e beneficiadas com uma possível migração leste-oeste dos elementos de Mata Atlântica nesta fase;

Entre 6700 - 5500 anos AP ocorre no Faxinal a regressão marinha, com acentuada diminuição do pântano herbáceo, da mata e da vegetação campestre, provavelmente devido aos terrenos salinizados, enquanto em Piratuba a mata continuava seu desenvolvimento;

No Faxinal, a ausência de elementos marinhos entre 5500 - 3500 anos AP indica que, gradativamente, a condição necessária para uma nova colonização vegetal dos terrenos é alcançada através da dessalinização progressiva;

Só a partir de 3500 anos AP no Faxinal ocorre à expansão da vegetação como um todo, ocupando os terrenos dessalinizados, e o solo passa a acumular sedimentos orgânicos. O desenvolvimento da mata a partir de então deve ter sido influenciado também pela possível migração, agora oeste-leste, de elementos da Mata Atlântica;

Nos últimos 1500 anos, um grande e progressivo desenvolvimento das matas do Faxinal e de Piratuba é registrado até a atualidade, indicando maior aporte de umidade. Esta condição de desenvolvimento contínuo corrobora o estado de boa preservação dessas matas, com pouca influência antrópica;

Assim, devido à transgressão holocênica, a mata paludosa do Faxinal (próxima à linha de costa) é mais jovem que a de Piratuba (mais interiorizada), o que deve refletir um evento regional mais amplo, já detectado por outros autores para a Planície Costeira e áreas baixas adjacentes, mais ao sul de Torres.

Os resultados alcançados com a presente pesquisa complementam portanto os já existentes e trazem informações inéditas que permitem a maior compreensão da história da vegetação e clima dos últimos milênios na região costeira como um todo.

Sugere-se um maior número de áreas de estudo para ampliar e aprofundar ainda mais o conhecimento desses paleoambientes.

Fig. 2. Planșă TIRPEȘ - Diagramă de poranizaj

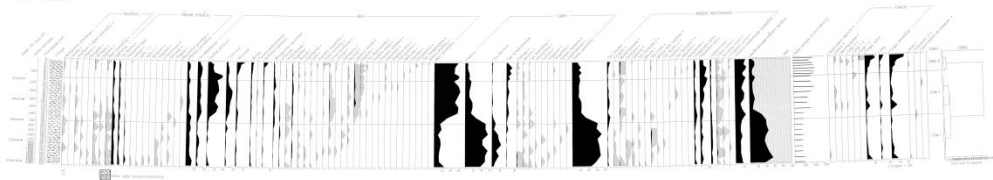
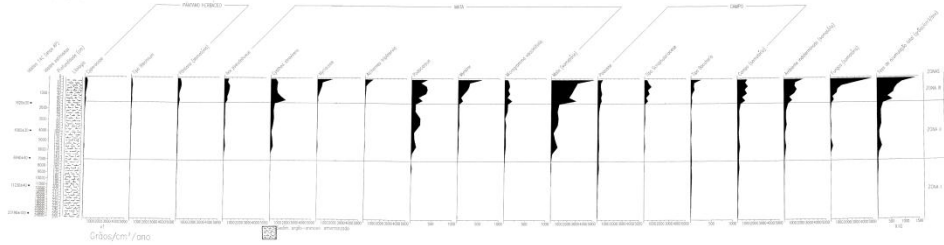
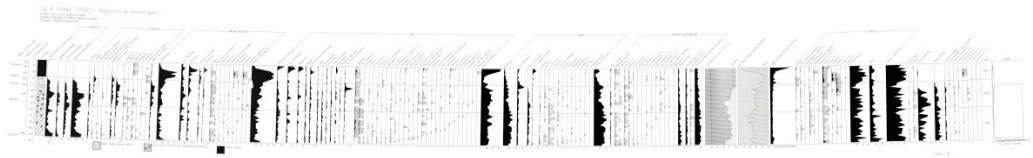
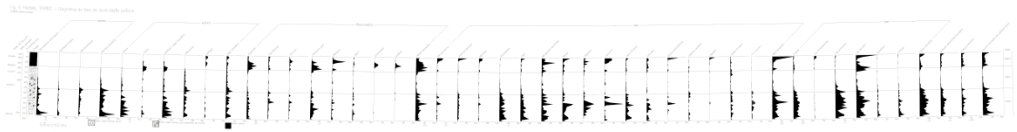


Fig. 3. FERTABA, TORRES - Diagramas de taxa de acumulação polínica







REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexopoulos CJ, Mins CW. & Blackwell M. 1996. *Introductory Mycology*. 4th John Wiley & Sons, New York.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Baptista LRM. 1964. Sobre uma comunidade florestal em Morungava (Mun. de Gravataí, RS) Anais do XV Congresso da Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre: 197-201.
- Barth OM. 1965. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional. *Glossário Palinológico. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 63: 133-177.
- Barth OM. 1976. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional. XXIV Urticaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 74: 341-6.
- Barth OM. & Melhem TS. 1988. *Glossário ilustrado de palinológica*. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Barth OM. & Silva SAF. 1965. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional. VII - Thymelaeaceae, Lythraceae, Lecythidaceae, Rhizophoraceae e Combretaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 63: 255-79.
- Barth OM. & Yoneshigue Y. 1966. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional. VIII Leguminosae (Mimosoideae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 64: 79-123.
- Bauermann SG. 2003. *Análises Palinológicas e Evolução Paleovegetacional e Paleoambiental das Turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. Tese de Doutorado, PPG em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 210p.
- Berglund BE. 1986. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons, New York.

- Chase MW. & Reveal JL. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 16: 122-127.
- Colinvaux P, Oliveira PED. & Patiño JEM. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Cordeiro SH. 1991. *Palinologia de sedimentos da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 213p.
- Cordeiro SH. & Lorscheitter ML. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Paleolimnology* 10: 35-42.
- Erdtman G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Erdtman G. 1954. *An introduction to pollen analysis*. Almqvist & Wiksell, Massachusetts.
- Erdtman G. 1957. *Pollen and spore morphology/plant taxonomy. Gymnospermae, pteridophyta, bryophyta*. The Ronald Press Company, New York.
- Erdtman G. 1969. *Handbook of Palynology*. Hafner Publishing Co. U.S.A.
- Fægri K. & Iversen J. 1975. *Textbook of pollen analysis*. 3th ed., Hafner Press, New York.
- Fægri K. & Iversen J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Grala MM. & Lorscheitter ML. 2001. The Holocene paleoenvironment in the Serra Velha region. RS, Brazil through a study of plant succession. *Pesquisas* 28: 245-249.
- Grimm EC. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences* 13: 13-35.
- Heusser CJ. 1971. *Pollen and Spores of Chile*. The University of Arizona Press, U.S.A.
- Hooghiemstra H. 1984. *Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3,5 million years*. Strauss & Cramer, Venediz.
- Kindel A. 2002. *Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS. 102p.

- Klein RM. 1961. Aspectos fitofisionômicos da Mata Pluvial da costa atlântica do sul do Brasil. *Boletim de la Sociedad Argentina de Botanica* IX: 121-140.
- Klein RM. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Boletim Paranaense de Geografia* 33: 67-88.
- Leal MG. 2005. Gênese e desenvolvimento de uma floresta paludosa na Encosta Inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil, e paleoambientes da região durante o Holoceno. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 102p.
- Leal MG. & Lorscheitter ML. 2006. Pólen, esporos e demais palinóforos de sedimentos holocênicos de uma floresta paludosa, Encosta inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 61: 13-47.
- Leal MG. & Lorscheitter ML. 2007. Plant succession in a Forest on the Lower Northeast Slope of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and Holocene Palaeoenvironments, Southern Brazil. *Acta bot. bras.* 21: 1-10.
- Ledru MP, Salgado-Labouriau ML. & Lorscheitter ML. 1998. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000yr B.P. *Review of Palaeobotany and Palynology*.99:131-142.
- Leonhardt A. & Lorscheitter ML. 2007. Palinóforos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. *Revista Brasil.Bot.*30: 47-50.
- Leonhardt A. & Lorscheitter ML. 2008. Pólen de gimnospermas e angiospermas do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 31: 645-658.
- Lorscheitter ML. 1983. Evidence of sea oscillations of the Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provided by palynological studies. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 1: 53-60.
- Lorscheitter ML. 1984. Palinologia de sedimentos quaternários do Cone de Rio Grande - Brasil. Tese de Doutorado, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 267p.

- Lorscheitter ML. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. *Descrições Taxonômicas. Pesquisas* 21: 61-117.
- Lorscheitter ML. 1989. Palinologia de sedimentos Quaternários do testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. *Descrições Taxonômicas - parte II. Pesquisas* 22: 89-127.
- Lorscheitter ML. 1992. Pollen Registers of the south and southeast regions of Brazil during the last 40.000 years. Paleoclimatic changes and the carbon cycles. *Série Geoquímica ambiental* 1: 55-61.
- Lorscheitter ML. 1997. Paleoambientes do sul do Brasil no Quaternário através da palinologia: revisão dos resultados obtidos. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências II (número especial)*: 197-199.
- Lorscheitter, ML. 2003. Contribution to the Holocene history of Atlantic rain forest in the Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 261-271.
- Lorscheitter ML, Ashraf AR, Bueno RM. & Mosbrugger V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica* 246: 1-113.
- Lorscheitter ML, Ashraf AR, Windisch, PG. & Mosbrugger V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. *Palaeontographica* 251: 71-235.
- Lorscheitter ML, Ashraf AR, Windisch PG. & Mosbrugger V. 2001. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. *Palaeontographica* 260: 1-165.
- Lorscheitter ML, Ashraf AR, Windisch PG & Mosbrugger V. 2002. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part IV. *Palaeontographica* 263: 1-159.
- Lorscheitter ML, Ashraf, AR, Windisch PG. & Mosbrugger V. 2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. *Palaeontographica* 270: 1-180.
- Lorscheitter ML, Ashraf AR, Windisch PG. & Mosbrugger V. 2009. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part VI. *Palaeontographica* 281: 1-96.

- Lorscheitter ML. & Dillenburg SR. 1998. Holocene paleoenvironments of the northern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandaí lagoon sediments. *Quaternary of south America and Antarctic Peninsula* 11: 73-97.
- Lorscheitter ML. & Romero EJ. 1985. Palynology of Quaternary sediments of the core T15, Rio Grande Cone, South Atlantic, Brazil. *Quaternary of south America and Antarctic Peninsula* 3: 55-92.
- Markgraf V. & D'Antoni HL. 1978. *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press, U.S.A.
- Medeanic S., Toldo Jr.EE. & Dillenburg SR. 2000. Evidência Palinológica de invasão marinha na Lagoa dos Patos durante o Holoceno Tardio. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências V (número especial)*: 141-145.
- Medeanic S., Dillenburg SR. & Toldo Jr.EE. 2001. Novos dados palinológicos da transgressão marinha pós-glacial em sedimentos da Laguna dos Patos. RS, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências VI*: 64-76.
- MOBOT - Missouri Botanical Garden 2012. Eletronic Database accessible at <http://www.tropicos.org> (accessed 2012 July 10).
- Moore PD, Webb JA. & Collinson ME. 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Neves PCP. 1991. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 232p.
- Neves PCP. 1998. Palinologia de sedimentos quaternários no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 319p.
- Neves PCP. 2000. The Late Pleistocene and the Holocene of Guaíba, RS Brazil. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências V (número especial)*: 146-149.

- Neves PCP. & Bauermann SG. 2003. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias no Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão). Brasil. Descrições taxonômicas–Parte I: fungos, algas, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. *Pesquisas Botânica* 53: 121-149.
- Neves PCP. & Bauermann SG. 2004. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão). Brasil. Descrições taxonômicas–Parte II: bryophyta e pteridophyta. *Pesquisas Botânica* 55: 227-251.
- Neves PCP. & Lorscheitter ML. 1992. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas, Parte I: fungos, algas, briófitos, pteridófitos, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. *Acta Geologica Leopoldensia* 15: 83-114.
- Neves PCP. & Lorscheitter ML. 1995a. Upper Quaternary palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9: 39-67.
- Neves PCP. & Lorscheitter ML. 1995b. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa (Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil). Descrições Taxonômicas, Parte II: Gimnospermas e Angiospermas. *Acta Geológica Leopoldensia* 18: 45-82.
- Neves PCP. & Lorscheitter ML. 1996. Feições de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul Brasil. *Centro de estudos de geologia costeira e oceânica, Notas Técnicas* 9: 28-38.
- Neves PCP. & Lorscheitter ML. 1997. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. In: 6º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Curitiba, Proceedings: 341-344. ABEQUA and Reunião sobre o Quaternário da América do Sul.
- Nimer E. 1979. Climatologia do Brasil. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, SUPREN. Rio de Janeiro.
- Nimer E. 1990. Clima. In: Geografia do Brasil. Região Sul. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, Rio de Janeiro.

- Pirani JR. & Prado J. 2012. Embryopsida, a new name for the class of land plants. *Taxon* 61: 1096-1098.
- Pire SM, Anzótegui LM. & Cuadrado GA. 1992. Atlas Palinológico del Nordeste Argentino. Vol. I: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Araliaceae y Sapindaceae. D'Orbignyana 7.
- Pire SM, Anzótegui LM. & Cuadrado GA. 1998. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Vol.1. EUDENE-UNNE, Buenos Aires.
- Pire SM, Anzótegui LM. & Cuadrado GA. 2001. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Vol.2. EUDENE-UNNE, Chaco.
- Prieto AR, Lorscheitter ML. & Stutz S. 1999. Holocene vegetation changes in relation to the coastal evolution in Buenos Aires Province (Argentina) and Rio Grande do Sul (Brazil). In: 7º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, 1999. Anais...Porto Seguro (<http://www.pppg.utba.br/-pgeol/abeq>).
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S. & Thomas ALE. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143:1-81.
- Rambo B. 1950. A Porta de Torres. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 2: 125-136.
- Rambo B. 1951. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. *Sellowia, Anais Botânicos* 3: 55-91.
- Rambo B. 1954. História da flora do Litoral riograndense. *Sellowia, Anais Botânicos* 6: 113-172.
- Rambo B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Livraria Selbach, Porto Alegre.
- Rambo B. 1960. Die Südgrenze des Brasilianischen Regenwaldes. *Pesquisas, Botânica* 8: 5-41.
- Rambo B. 1961. Migration routes of the south brazilian rain forest. *Pesquisas, Botânica* 12: 5-53.
- Roth L. & Lorscheitter ML. 2008. Palinomorfos de um perfil sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, *Iheringia, Sér. Bot.* 63: 101-127.

- Roubik DW. & Moreno PJH. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Missouri Botanical Garden, USA.
- Round FE. 1973. The Biology of the Algae. 2th Edward Arnold Limited, London.
- Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Scherer C. & Lorscheitter ML. 2008. Palinomorfos de fungos e criptógamas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul. Acta bot. bras. 22: 131-144.
- Scherer C. & Lorscheitter ML. 2009. Pólen de gimnospermas e angiospermas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta bot. bras. 23: 681-696.
- Spalding BBC. & Lorscheitter ML. 2009. Palinologia de sedimentos da turfeira do Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Fungos e criptógamas. Hoehnea 36: 219-232.
- Stockmarr J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen et Spores, 13: 615-621.
- Traverse A. 1988. Paleopalynology. Unwin Hyman, Boston.
- Tryon RM. & Tryon AF. 1982. Ferns and allied plants. Springer-Verlag, New York.
- Tryon AF. & Lugardon B. 1990. Spores of the Pteridophyta. Springer-Verlag, New York.
- Van Geel B. 1978. A Palaeoecological study of Holocene peat bog section in Germany and the Netherlands. Review of palaeobotany and Palynology, Amsterdam, 25: 1-120.
- Veloso HP. 1962. Os grandes climaxes do Brasil. I - Considerações sobre os tipos vegetativos da região sul. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 60: 175-189.
- Vicalvi MA. 1977. Sedimentos Quaternários da Plataforma Continental e Talude do Sul do Brasil: Estratigrafia e Curvas Paleoclimáticas. - Projeto Remac, Rio de Janeiro. Petrobrás 2: 27-76.
- Villwock JA. & Tomazelli LJ. 1998. Holocene coastal evolution in Rio Grande do Sul, Brazil. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 11: 283-296.
- Waechter JL. 1986. Epifitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Série Botânica. 34: 39-49.

Wingenroth M. & Heusser CJ. 1983. Pollen of the High Andean Flora. IANIGLA, Mendoza.

Ybert JP. 1979. Atlas de Pollens de Cote d'ivoire. Office de La Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, France.