

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

**Sucessão vegetal e reconstituição de
paleoambientes no interior de matas com
Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul,
Brasil**

Caroline Scherer

Porto Alegre

2008

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

**Sucessão vegetal e reconstituição de
paleoambientes no interior de matas com
Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul,
Brasil**

Caroline Scherer

Orientadora: Prof^ª Dr^ª 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 Doutora em Ciências: Botânica.

Porto Alegre

2008

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Maria Luisa Lorscheitter, pelos ensinamentos e dedicação ao estudo de palinologia.

Aos amigos do Laboratório de Palinologia, Adriana Leonhardt, Bianca Spalding e Renato Guerra, pelos bons momentos no laboratório e nos trabalhos de campo.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biociências e do Programa de Pós-Graduação em Botânica, pelos ensinamentos valiosos e atendimentos. Em especial, ao Darcy L. Dias, motorista do Departamento de Botânica.

Ao professor Bruno E. Irgang, *in memoriam*, pela hospedagem e pelos momentos agradáveis.

Aos ajudantes de campo, Jair G. Kray e Rodrigo F. Braga, que auxiliaram na procura das áreas de estudo e nas coletas dos perfis sedimentares e das amostras para datações.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa e auxílios financeiros que tornaram possível a realização deste trabalho.

Agradecimentos especiais aos amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal e colegas do PPG Botânica, pelos momentos agradáveis ao longo dessa etapa.

Ao Christopher Thomas, pelo carinho e amizade e, por me ajudar em situações difíceis.

A minha família, pelo apoio mesmo de longe, compreendendo minhas ausências em vários momentos.

Enfim, a todos que contribuíram das mais variadas maneiras e em diferentes momentos da realização desse estudo.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	7
LOCAIS DE ESTUDO	8
1. Alpes de São Francisco (perfil 1)	8
2. Banhado Amarelo (perfil 2)	9
MATERIAL E MÉTODOS	12
1. Obtenção e preparo das amostras para a paleopalinologia	12
1.1. Coleta dos perfis sedimentares	12
1.2. Coleta das amostras e análise litológica	13
1.3. Processamento químico	13
1.3.1. Retirada de carbonatos – ácido clorídrico	14
1.3.2. Retirada de sílica – ácido fluorídrico e ácido clorídrico	14
1.3.3. Retirada de ácidos húmicos – hidróxido de potássio	14
1.3.4. Tratamento dos palinomorfos – acetólise	15
1.3.5. Filtragem e tratamento final das amostras	15
1.4. Montagem das lâminas	15
2. Datações radiométricas (¹⁴ C)	16
3. Análises palinológicas qualitativas	17
3.1. Determinação do material	17
3.2. Caracterização dos palinomorfos e dados ecológicos	18
3.3. Fotomicrografias	18

4. Análises palinológicas quantitativas	18
4.1. Contagem dos palinomorfos	18
4.2. Cálculo de porcentagem – análise relativa	19
4.3. Cálculo de concentração – análise absoluta	19
4.4. Diagramas palinológicos	20
4.4.1. Diagramas de porcentagem	20
4.4.2. Diagramas de concentração	20
5. Estudo do perfil sedimentar.....	21
RESULTADOS	22
1. Taxonomia dos palinomorfos	22
1.1. Listagem do material contado	22
1.2. Descrições taxonômicas e dados ecológicos	29
FUNGOS	29
ALGAS	31
BRIÓFITOS	33
PTERIDÓFITOS	35
GIMNOSPERMAS	43
ANGIOSPERMAS	44
OUTROS PALINOMORFOS.....	67
2. Descrição das zonas dos diagramas palinológicos	79
2.1. Alpes de São Francisco	79
ZONA I (Profundidade: 125-98 cm)	79
ZONA II (Profundidade: 98-27 cm)	81
ZONA III (Profundidade: 27-0 cm)	84
2.2. Banhado Amarelo	87
ZONA I (Profundidade: 95-84 cm)	87

ZONA II (Profundidade: 84-29 cm)	88
ZONA III (Profundidade: 29-0 cm)	91
ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
1. Alpes de São Francisco	95
13000-11000 anos AP (ZONA I)	95
11000-3300 anos AP (ZONA II)	97
3300 anos AP-Atualidade (ZONA III)	103
2. Banhado Amarelo	106
4300-4100 anos AP (ZONA I)	106
4100-1600 anos AP (ZONA II)	106
1600 anos AP-Atualidade (ZONA III)	107
CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

FIGURAS, ESTAMPAS E TABELA

Figura 1. Locais de estudo.	11
Figura 2. Curvas de saturação (curvas de suficiência amostral).	94
Figura 3. Alpes de São Francisco – Diagramas de porcentagem	110
Figura 4. Alpes de São Francisco – Diagramas de concentração	111
Figura 5. Banhado Amarelo – Diagramas de porcentagem	112
Figura 6. Banhado Amarelo – Diagramas de concentração	113
Figura 7. Síntese da dinâmica da vegetação durante o Quaternário Tardio.	114
Estampas	68
Tabela 1. Separação dos palinomorfos contados visando reconstituições paleoambientais.	78

RESUMO

Palinomorfos preservados em sedimentos permitem estudos de sucessão vegetal e podem ser excelentes indicadores paleoambientais, possibilitando o melhor entendimento da dinâmica da vegetação e clima. O presente trabalho tem como objetivo estudar a sucessão vegetal e as mudanças climáticas dos últimos milênios no Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil, através da palinologia de um perfil sedimentar em cada uma de duas matas com Araucária em São Francisco de Paula: Alpes de São Francisco (perfil 1 - 29°27'26''S-50°36'57''W) e Banhado Amarelo (perfil 2 - 29°18'48''S-50°08'13''W). A coleta dos perfis e das amostras para datação por ¹⁴C foi feita com o Amostrador de Hiller. Para a análise palinológica extrairam-se 15 amostras do perfil 1 (132 cm) e oito amostras do perfil 2 (101 cm). No processamento químico foi usado HCl, HF, KOH e acetólise, com montagem das lâminas em gelatina-glicerinada. Pastilhas de *Lycopodium clavatum* foram introduzidas no início do processamento para cálculo da concentração polínica. Em microscópio óptico procurou-se contar um número mínimo de 500 grãos de pólen e 100 esporos de *L. clavatum* em cada amostra, com contagem paralela dos demais palinomorfos. As descrições taxonômicas foram acrescidas de dados ecológicos e as fotomicrografias realizadas, em geral, em aumento de 1000×. Os diagramas palinológicos foram montados nos programas Tilia e Tilia Graph, e a análise de agrupamentos realizada pelo programa CONISS. Identificaram-se 110 palinomorfos (8 fungos, 6 algas, 5 briófitos, 20 pteridófitos, 3 gimnospermas, 65 angiospermas e 3 outros palinomorfos). Em Alpes de São Francisco a análise dos resultados revelou, entre 13000-11000 anos AP, um clima frio e seco, com um corpo lacustre no local de estudo, com margens pantanosas, circundado por campo rarefeito. As matas provavelmente se encontravam em refúgios nesta fase. Entre 11000-10000 anos AP dados indicam uma melhoria climática, com a elevação da temperatura e umidade. Ocorre a colmatação gradativa do corpo lacustre local pela vegetação herbácea, o campo adjacente se adensa e as matas regionais iniciam sua expansão desde os refúgios. A partir de 9400 anos AP há evidências de condições climáticas mais adversas, com clima seco, que se prolonga até cerca de 5600 anos AP. A vegetação de campo se retrai e as matas se concentram em refúgios. Entre 5600-3300 anos AP, as condições de umidade voltam gradativamente à região, com expansão das matas e a transformação do pântano local em turfeira. Esta é substituída pela mata com Araucária, cujo máximo de expansão se dá há cerca de 3300 anos AP. Ao contrário, no Banhado Amarelo a fase entre 4300-3200 anos AP ainda mostra um pântano herbáceo no local, circundado por um campo rarefeito, e a presença provável de refúgios florestais na região, indicando um atraso na resposta à melhoria climática, provavelmente devido ao condicionamento geográfico. Os efeitos dessa melhoria só são perceptíveis para a fase entre 3200-1600 anos AP no Banhado Amarelo, com desenvolvimento da vegetação, especialmente da mata. Após 3300 anos AP, dados sugerem a possível redução da capacidade reprodutiva da vegetação de mata em Alpes de São Francisco, ao que tudo indica decorrente de aumento da temperatura global. No Banhado Amarelo o efeito desse aumento é perceptível mais tardiamente, no intervalo posterior há 1600 anos AP. A retração do pólen arbóreo no topo dos dois testemunhos deve estar ligada também à atividade humana recente. Os resultados mostram que, uma vez implantada a umidade regional necessária ao desenvolvimento da mata com Araucária, o início do desenvolvimento florestal dos últimos milênios no leste do Planalto dependeu das condições geográficas de cada local. Em Alpes de São Francisco as evidências mostram também a potencialidade das turfeiras atuais como possíveis predecessoras de futuras matas com Araucária no Planalto, dentro de um clima favorável.

ABSTRACT

Palynomorphs preserved in sediments allow studies of vegetal succession and may be excellent paleoenvironment indicators, allowing the best understanding of the dynamics of the vegetation and the climate. The present work aims at studying the vegetal succession and the climatic changes in the last millennia in the eastern plateau of Rio Grande do Sul, Brazil, through the palynology of a sedimentary profile in each of two Araucaria forests in São Francisco de Paula: Alpes de São Francisco (profile 1 - 29°27'26"S-50°36'57"W) and Banhado Amarelo (profile 2 - 29°18'48"S-50°08'13"W). The collection of the profiles and samples for ¹⁴C dating was made with the Hiller Sampler. For the palynological analysis were extracted 15 samples from profile 1 (132 cm) and eight samples from profile 2 (101 cm). HCl, HF, KOH and acetolysis were used in the chemical processing, with slides built in glycerol-jelly. *Lycopodium clavatum* tablets were introduced in the beginning of the process in order to calculate the pollen concentration. A minimum of 500 pollen grains and 100 spores of *L. clavatum* were counted in each sample, besides the parallel counting of the other palynomorphs, using light microscope. To the taxonomic descriptions were added ecological data and the photomicrographies were enlarged, in their majority, in a scale 1000×. Softwares Tilia, Tilia Graph and CONISS were used for diagrams and cluster analysis. A total of 110 palynomorphs were identified (8 fungi, 6 algae, 5 bryophytes, 20 pteridophytes, 3 gymnosperms, 65 angiosperms and 3 other palynomorphs). In Alpes de São Francisco the results indicate, between 13000-11000 yrs BP, a cold and dry climate, a water reservoir with marshy edges on the study site surrounded by rarefied grassland. The forests probably were in the refuges in this phase. Between 11000-10000 yrs BP there was a climatic improvement with a raise of temperature and humidity. The gradual filling up of the local water reservoir by herbaceous vegetation occurs, the adjacent grassland developed and the regional forests begin their expansion from the refuges. From about 9400 yrs BP until 5600 yrs AP there is evidence of more adverse conditions, with dry climate, retraction of the grassland vegetation and the forests in refuges. Between 5600-3300 yrs BP, the results are pointing to the gradual return of moisture to the region, with the expansion of the regional forests and the local bog formation. The local bog is substituted by Araucaria forest, whose maximum of expansion is about 3300 yrs BP. In contrast, in the Banhado Amarelo, the phase between 4300-3200 yrs BP still shows an herbaceous plant marsh in the study site, surrounded by rarefied grassland and the possibility of forest refuges in the region, indicating a delay in the response to the climatic improvement, due to the geographic condition. The effects of this climatic improvement are only perceivable for the phase between 3200-1600 yrs BP in Banhado Amarelo, with development of the vegetation especially the forest. After 3300 yrs BP, the data suggest the possible reduction of the reproductive capacity of the forest vegetation in Alpes de São Francisco, as a consequence of the increasing global temperature. In the Banhado Amarelo this effect is perceptible more lately after 1600 yrs BP. The retraction of the tree pollen in the top of the two profiles must be related with the recent human activity. The results indicate that once implanted the necessary regional humidity to the development of the Araucaria forest, the beginning of the forest development in the last millennia in the eastern plateau depended on the geographic conditions of each place. In Alpes de São Francisco the evidences show the potentiality of the present bogs as possible predecessors of future Araucaria forests, within a favorable climate.

INTRODUÇÃO

A fisionomia da paisagem nas partes mais altas do Planalto sul-brasileiro forma um conjunto típico, caracterizado por matas com Araucária e campos de altitude, com alguns afloramentos rochosos. Banhados, pântanos e turfeiras caracterizam as porções rebaixadas do relevo. A região é de origem ígnea e sedimentar, sendo composta respectivamente pela Formação Serra Geral e pela Formação Botucatu. A Formação Serra Geral, do Cretáceo, ocupa a parte superior, portanto a mais recente, constituída por sucessivos derrames de lavas sobre o arenito da Formação Botucatu, de idade Triássica. A sucessão de derrames em seqüência gerou as rochas ígneas predominantemente básicas, mas contendo também unidades ácidas, mais abundantes na porção superior (Carraro *et al.*, 1974; Petri & Fúlfaro, 1988). Os solos são pouco profundos, predominando os cambissolos e latossolos com inclusões de solos litólicos e hidromórficos (gley), muito ácidos e com altos teores de Al^{+3} (Boldrini, 1997; Streck *et al.*, 2002).

No Rio Grande do Sul, a proximidade do Planalto leste com o Litoral evita uma grande oscilação de temperatura devido à brisa marinha. A grande diferença de altitude entre a Planície Costeira e o Planalto (cerca de 1000 m) proporciona a formação de nevoeiros nos bordos da serra, resultado da ascensão de massas de ar quente e úmido (Nimer, 1989). Por estar situado a barlavento das correntes úmidas provenientes da Frente Polar Atlântica e em posição altimétrica elevada, o grau de umidade do Planalto leste é bem alto, com totais pluviométricos entre 1750 e 2500 mm anuais (IBGE, 1982), ou seja, o maior índice pluviométrico da região Sul do Brasil (Nimer, 1989). Não há estação seca definida e, tanto o máximo quanto o mínimo de chuvas podem ocorrer em qualquer estação do ano. A região apresenta altos níveis de pluviosidade em todos os meses do ano, sendo a precipitação pluviométrica média anual de 2252 mm (Backes *et al.*, 2000).

A alta concentração de umidade no bordo do Planalto leste do Estado espalha-se para o interior do continente, perdendo gradativamente sua intensidade. Até cerca de 10 km do bordo da serra a umidade é ainda muito alta, abrigando uma vegetação típica de ambiente frio e úmido, com clima classificado como Mesotérmico Médio Super-úmido (Nimer, 1989). Segundo Moreno (1961), o clima da região é do tipo Cfb, de acordo com o sistema de classificação de Köppen. A temperatura média anual no município de São

Francisco de Paula é de 14,5°C. A média das máximas é de 20,9°C, com máxima absoluta de 34°C e a média das temperaturas mínimas é de 9,9°C, com mínima absoluta de -6,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro. As geadas são freqüentes e durante seis meses as médias das mínimas são iguais ou inferiores a 10°C, e nos invernos mais rigorosos pode nevar (Backes, 1999).

As encostas íngremes dos paredões do Planalto sul-rio-grandense apresentam a matinha nebular, tipo fisionômico único no sul do Brasil, caracterizada pela vegetação de baixo porte, densamente ramificada e tortuosa, repleta de musgos e hepáticas, adaptada ao ambiente com fortes ventos e encoberta freqüentemente por neblina (Rambo, 1949, 1951). A matinha nebular invade algumas centenas de metros o topo do Planalto, abrigando a quase totalidade das espécies da mata com Araucária, menos o próprio pinheiro (Rambo, 1956b). Mais para o interior ocorrem os mosaicos de pinhais com matas dominadas pela *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, os campos e, nas baixadas úmidas, as turfeiras, caracterizadas pela presença de *Sphagnum* (Dill.) Hedwig e sua vegetação típica (Rambo, 1956b). Os campos da região são conhecidos como Campos de Cima da Serra. O terreno apresenta-se com coxilhas suavemente onduladas, interrompidas por um sistema ricamente ramificado de vales rasos (Hueck, 1972). A fisionomia dos campos é uniforme mas muito heterogênea em espécies (Boldrini, 1997). Estão compostos por comunidades de gramíneas de caules altos e também são ricos em espécies de leguminosas e compostas, entre outras (Hueck, 1972; Boldrini, 1997).

A classificação da vegetação, adotada pelo IBGE (1982), denomina as matas com Araucária como Floresta Ombrófila Mista. A área de distribuição da *A. angustifolia* no Brasil inclui as partes mais altas no Planalto sul-brasileiro. Segundo Hueck (1972), sua ocorrência no Rio Grande do Sul limita-se ao sul com os rios Vacacaí e Jacuí, onde o Planalto atinge rapidamente altitudes médias mais baixas, entre 600 a 800 m. Porém Reitz *et al.* (1978) observaram a ocorrência natural da espécie na região do Escudo Cristalino sul-rio-grandense, nos municípios de Santana da Boa Vista, Dom Feliciano, São Lourenço do Sul e, principalmente, Canguçu (cerca de 390 m de altitude), onde se localiza o limite austral de sua distribuição. A espécie ocorre em agrupamentos densos nos três estados sulinos. A partir do sul do estado de São Paulo até o sul de Minas Gerais (Serra da Mantiqueira) e no Rio de Janeiro (Serra dos Órgãos) os pinhais perdem sua continuidade, aparecendo como manchas esparsas, em altitudes cada vez maiores, atingindo 1200 m em Itatiaia, no Rio de Janeiro. Na Argentina há uma pequena área de ocorrência de *A. angustifolia* na Província de Misiones (Hueck,

1972). Reitz *et al.* (1978) e Backes (1999) registram a ocorrência do pinheiro brasileiro também no Paraguai.

As matas com Araucária apresentam um número considerável de espécies com foco de origem austral-antártica e andina (Rambo, 1951, 1956b). Além da *Araucaria angustifolia*, fisionomicamente a mais importante, destacam-se neste contingente *Acaena fuscescens* Bitter (Rosaceae), *Berberis laurina* Billb. (Berberidaceae), *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae), *Fuchsia regia* (Vell.) Munz (Onagraceae), *Griselinia ruscifolia* (Clos.) Taub. (Cornaceae), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (Podocarpaceae), *Scutia buxifolia* Reissek (Rhamnaceae), *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae), entre outras. Apesar da presença de espécies de clima temperado, a composição florística predominante nos pinhais é de espécies de origem tropical (Rambo, 1951, 1956b). Numa revisão feita por Waechter (2002), este propõe que as categorias florísticas apresentadas por Rambo (1953) correspondam a elementos antárticos e neoantárticos.

A região está sofrendo nos dias atuais a influência de vários fatores antrópicos, como queimadas, cultivo de hortaliças, pastejo do gado e, principalmente, plantação de *Pinus* L. em larga escala, que afetam drasticamente a paisagem natural, pondo em risco seus respectivos ecossistemas.

Nos estudos sobre a flora atual verifica-se que há muito a dinâmica entre campo e mata no Planalto do sul do Brasil tem despertado o interesse dos pesquisadores, resultando em preciosas informações, porém sem possibilidade de melhor investigar a história da vegetação e do clima nos últimos milênios. Vários estudos da vegetação atual apontam mudanças vegetacionais ao longo do tempo no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Rambo, 1953; Veloso, 1962; Hueck, 1972; Klein, 1975). Veloso (1962), sugere que no Quaternário delineou-se o atual quadro florístico da região Sul do Brasil. Aqui, os campos são considerados a vegetação mais antiga, sendo a primeira capa de fanerógamas desenvolvida sobre os últimos derrames de basalto, que originaram o Planalto (Rambo, 1953). Segundo Hueck (1972) e Rambo (1953), os campos de altitude da região estão em desarmonia com o clima atual, sendo remanescentes de uma paisagem que atualmente está em plena regressão. Seriam, assim, relictos de um clima semi-árido do Quaternário Tardio que, com o fim da glaciação, foi substituído por um período pluvial (Rambo, 1953). Desse modo, a mata com Araucária, apesar de dominada por espécies com origem em um grupo bastante primitivo e associada a vários gêneros também antigos (*Dicksonia* L'Hér., *Podocarpus* L'Hér. ex Pers., *Ocotea* Aubl.,

etc), expandiu-se recentemente. Conforme Klein (1975), esta expansão provavelmente se deve à flutuação climática de uma condição seca para úmida até super-úmida, e a evidência disso é a presente invasão das matas com Araucária sobre o campo. Veloso (1962) já salienta que somente a análise palinológica pode esclarecer a sucessão vegetal ao longo do tempo nas áreas hoje ocupadas por determinado tipo de vegetação. A palinologia de sedimentos é, portanto, uma ferramenta muito útil no estudo das mudanças vegetacionais e climáticas ocorridas no passado por trabalhar diretamente com material botânico, indicador de paleoambientes.

Três características de pólen e esporos dão base à palinologia: 1) parede celular resistente (exina), composta por esporopolenina, permitindo a preservação dos grãos nos sedimentos; 2) morfologia polínica ligada à espécie de origem; 3) alta produção, possibilitando análises quantitativas. Assim, através da palinologia de perfis sedimentares é possível inferir sucessão vegetal local e regional ao longo do tempo, com a reconstituição de paleoambientes, amarrados cronologicamente a datações por ^{14}C (Salgado-Labouriau, 2007).

No Rio Grande do Sul, a palinologia de sedimentos está concentrada na Planície Costeira e zonas adjacentes (Lorscheitter, 1984; Lorscheitter & Romero, 1985; Cordeiro, 1991; Neves, 1991, 1998; Cordeiro & Lorscheitter, 1994; Neves & Lorscheitter, 1995a, 1996, 1997; Lorscheitter & Dillenburg, 1998; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2007; Behling *et al.*, 2007), resultando em reconstituições paleoambientais para o Quaternário Tardio. Lorscheitter (1992, 1997, 2003) apresenta síntese dos principais eventos ocorridos nos últimos milênios no sul do Brasil. Behling *et al.* (2005) têm informações sobre o Holoceno para o oeste do Rio Grande do Sul.

Para a região o Planalto leste do Estado, no entanto, são poucos os estudos de palinologia de sedimentos ligados a reconstituições paleoambientais (Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993; Behling *et al.*, 2001, 2004; Leonhardt, 2007), todos realizados em turfeiras. Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993), realizaram estudo pioneiro em uma turfeira do Itaimbezinho, Cambará do Sul. Detectaram uma fase de semi-aridez para o final do último estágio glacial do Pleistoceno, com predomínio de vegetação campestre rarefeita e poucos indicadores arbóreos, sugerindo que a mata provavelmente estivesse confinada em refúgios. Para o início do Holoceno, datado em 10480 ± 140 anos AP (Antes do Presente), foi detectado o aumento na concentração de todos os palinomorfos, indicando uma fase mais quente e úmida. Nesta fase os campos teriam se desenvolvido e as matas apresentariam uma pequena expansão. A seguir, o declínio na concentração

de vários táxons regionais e locais indicou uma fase quente e seca para a região, porém sem uma cronologia muito precisa. No Holoceno Tardio, o retorno das condições de umidade foi observado, possibilitando que os campos, a mata com Araucária e a vegetação típica de turfeira pudessem se desenvolver. Behling *et al.* (2004), num estudo realizado em Cambará do Sul, evidenciaram que desde cerca de 40000 anos AP até o Holoceno Tardio uma vegetação característica de campo dominava a região, com clima frio e seco, estando a mata com Araucária e a Mata Atlântica apenas em refúgios. No Holoceno Tardio o clima teria mudado, havendo elevação da umidade, o que possibilitou o avanço da mata com Araucária. Behling *et al.* (2001) no trabalho feito em São Francisco de Paula, detectaram que entre 4000-1000 anos AP a região estaria coberta por uma vegetação campestre e com pequenos capões de mata com Araucária, indicando uma fase mais úmida que a anterior. A expansão inicial dessa mata teria ocorrido há cerca de 1000 anos AP, com maior frequência da *Araucaria angustifolia* desde 850 anos AP.

O trabalho realizado por Leonhardt (2007) em São Francisco de Paula evidencia para o final do último estágio glacial do Pleistoceno um clima relativamente frio e seco para o Planalto leste, com domínio do campo, estando a mata em refúgios. Há cerca de 11000 anos AP, com o início do Holoceno, teria ocorrido um acentuado aumento na temperatura e umidade, desenvolvendo a vegetação, em especial a campestre. Segundo a autora, entre 9700-6500 anos AP, as evidências apontam uma fase de clima quente e seco, quando a vegetação como um todo se retrai, interrompendo a tendência de expansão do início do Holoceno. A partir de 6500 anos AP as condições de umidade teriam aumentado, iniciando a expansão das matas desde os refúgios. Um clima talvez um tanto mais úmido parece instalar-se há cerca de 3000 anos AP, provavelmente com leve redução da temperatura, favorecendo o avanço de típicos elementos da mata com Araucária.

Trabalhos palinológicos ligados a reconstituições paleoambientais foram também realizados nas porções altas de outros estados sulinos e na região Sudeste: região serrana de Santa Catarina (Serra da Boa Vista, no Morro da Igreja e Serra do Rio Rastro, Behling, 1995) e Paraná (Serra Campos Gerais, Behling, 1997 e Serra de Araçatuba, Behling, 2007). Estes trabalhos também apontam um clima frio e seco para o final do último estágio glacial pleistocênico, com a predominância do campo, estando a mata em refúgios. Behling (1998, 2002) também afirma que os campos predominaram no sul e sudeste do Brasil no último estágio glacial, existindo atualmente distintos

ecossistemas florestais. Segundo Behling (1995, 2007), para o início do Holoceno e Holoceno Médio prevaleceram ainda os campos porque as condições climáticas não favoreciam a expansão da mata com Araucária, sugerindo para esta fase um clima quente e seco no Morro da Igreja, na Serra do Rio do Rastro e na Serra de Araçatuba. Ao contrário, para Serra da Boa Vista (Behling, 1995) e Serra Campos Gerais (Behling, 1997) foi observado um leve aumento na frequência de táxons relacionados às matas no início do Holoceno, interpretado como uma leve elevação na umidade.

Da análise dos resultados palinológicos obtidos até o momento para o Planalto sul-brasileiro pode-se observar, portanto, que há algumas contradições quanto ao clima do início do Holoceno (úmido ou seco), à extensão da fase seca holocênica e ao início da última fase úmida, que permitiu o avanço da mata com Araucária.

Também fica evidente o reduzido número de trabalhos palinológicos sobre reconstituições paleoambientais referido para o Planalto do sul do Brasil, em especial do Rio Grande do Sul, ao contrário da Planície Costeira, mais intensivamente investigada. Desta forma, maior número de informações sobre palinologia de sedimentos deve ser acumulado para que se possa ter uma compreensão mais clara dos processos que geraram o atual mosaico de turfeiras, campo e matas, típico do Planalto sul-riograndense.

OBJETIVOS

O presente estudo pretende contribuir com novas informações no entendimento da dinâmica da vegetação e do clima dos últimos milênios, que geraram os atuais padrões fisionômicos do Planalto leste do Rio Grande do Sul. Para isso, foram analisados, pela primeira vez, perfis sedimentares do interior de duas matas com Araucária.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Investigar a sucessão vegetal e respectivas alterações florísticas que culminaram com o estabelecimento atual das matas estudadas nos dois locais escolhidos;
- Comparar os eventos pretéritos ocorridos ao longo dos últimos milênios nos dois locais de estudo, com controle cronológico através de datações por ^{14}C ;
- Identificar flutuações climáticas e mudanças vegetacionais ligadas ao final do último estágio glacial, ao início do Holoceno e ao Holoceno Tardio, comparando os resultados com as informações já existentes, na tentativa de elucidar possíveis causas das aparentes contradições, ainda presentes na literatura sobre o Holoceno da região;
- Elaborar um catálogo palinológico com os palinomorfos encontrados nas amostras dos dois perfis sedimentares, que poderá servir de material de referência para futuros estudos paleoambientais para o Planalto do Estado.

LOCAIS DE ESTUDO

Foi estudado um perfil sedimentar (testemunho) em cada uma das duas matas com Araucária escolhidas, situadas em Alpes de São Francisco e no Banhado Amarelo, município de São Francisco de Paula, Planalto leste do Rio Grande do Sul (Fig. 1). Os perfis foram extraídos do interior das matas, em pontos bem preservados, onde o pacote sedimentar é mais espesso. Ambos os locais apresentam uma ampla turfeira contígua à mata e fazem parte da paisagem formada pelo mosaico de matas com Araucária, campo e turfeiras. Uma análise florística prévia (Scherer, C., 2004, 2005, dados não publicados) permitiu o levantamento das principais espécies dos dois locais de estudo, auxiliando na caracterização dos ambientes. Todo esse material encontra-se depositado no Herbário ICN, Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1. Alpes de São Francisco (perfil 1)

A mata com Araucária referente ao perfil 1 situa-se junto a sede do município, em Alpes de São Francisco (29°27'26''S-50°36'57''W), (Fig. 1). Tem cerca de 800 m de comprimento e altitude de 900 m, próxima a *canyons*. O pH do solo no ponto de coleta é 5,56, e o da turfeira adjacente 4,5.

A mata, bem preservada, apresenta diversas espécies típicas (Rambo, 1956b). Além de *Araucaria angustifolia*, espécie característica da Floresta Ombrófila Mista, destacam-se *Blechnum binervatum* (Poir.) C. V. Morton & Lellinger, *Chusquea* cf. *gracilis* McClure & L.B. Sm., *Cryptocarya aschersoniana* Mez, *Dicksonia sellowiana* Hook., *Drimys brasiliensis*, *Griselinia ruscifolia*, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Lamanonia ternata* Vell., *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav., *Podocarpus lambertii*, *Rudgea parquioides* (Cham.) Müll. Arg., *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax, *Weinmannia* sp., muitas espécies de *Miconia* e Myrtaceae, entre outras. No interior da mata crescem muitas espécies epifíticas, especialmente de Bromeliaceae, Orchidaceae, Hymenophyllaceae e de briófitos.

Adjacente à mata ocorre uma área com o predomínio de Asteraceae (*Baccharis milleflora* (Less.) DC., *B. usterii* Heering, *Eupatorium bupleurifolium* DC., *Mikania burchellii* Baker, *M. orleansensis* Hieron) e também Poaceae, formando uma capoeira,

cercada de um terreno campestre mais elevado e ondulado. Do outro lado da mata, e contígua a ela, encontra-se uma turfeira longa e irregularmente sinuosa, em grande parte cercada por um terreno também mais elevado e ondulado, coberto por mata e campo. A turfeira apresenta-se em grande parte bem preservada, com diversas espécies típicas, como *Sphagnum recurvum* P. Beauv, *Blechnum cf. imperiale* (Fee & Glaziou) H. Chr., *B. cordatum* (Desv.) Hieron., *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill, *Osmunda regalis* L., *Polygala linoides* Poir., *Xyris cf. teres* Alb. Nilsson e várias espécies de *Eryngium*, *Utricularia* e Eriocaulaceae. Na parte antropizada da turfeira, a qual sofre drenagens e é submetida periodicamente a queimadas, a flora típica encontra-se fortemente comprometida pela invasão de espécies, principalmente de Poaceae (*Briza calotheca* (Trin.) Hack., *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin., *Saccharum asperum* (Nees) Steud), como também *Baccharis microcephala* Baker, *Plantago* sp., entre outras. Um inventário florístico completo de toda a área da turfeira foi realizado por Paz & Irgang (2006). A grande quantidade de Poaceae campestres e alguns indivíduos de *Araucaria angustifolia* sobre a cobertura de *Sphagnum*, evidenciam uma turfeira pós-clímax, processo provavelmente acelerado pela ação antrópica.

2. Banhado Amarelo (perfil 2)

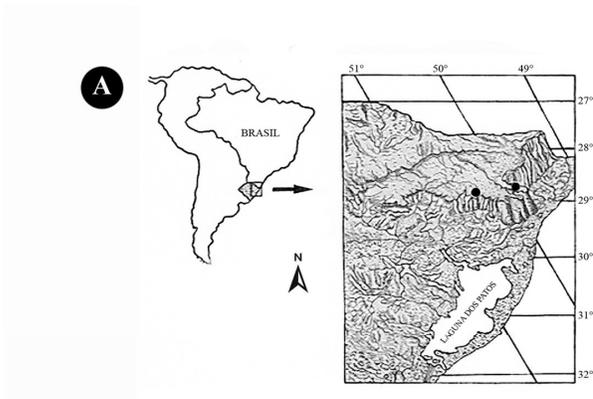
A mata referente ao perfil 2 situa-se a cerca de 57 km a nordeste da sede do município de São Francisco de Paula, no Banhado Amarelo (29°18'48''S-50°08'13''W), (Fig. 1). Tem cerca de 900 m de comprimento e altitude de 1003 m, estando próxima aos *canyons* da Serra das Pedras Brancas. O pH do solo no ponto de coleta é 5,50, e o da turfeira adjacente 4,06.

A mata, longa e sinuosa, situa-se em extenso terreno plano, com excelente estado de preservação, apresentando diversas espécies. Além de *A. angustifolia* destacam-se também *Chusquea cf. meyeriana* Rupr. ex Döll, *Coccocypselum* sp., *Daphnopsis fasciculata* (Meisn.) Nevling, *Drimys brasiliensis*, *Inga lentiscifolia* Benth., *Merostachys* sp., *Miconia cinerascens* Miq., *Myrsine lorentziana*, *Podocarpus lambertii*, *Sapium glandulatum*, *Smilax* sp., *Solanum iraniense* L. B. Sm. & Downs, *S. pseudocapsicum* L., várias espécies de Myrtaceae e um grande número de espécies epifíticas (entre Bromeliaceae, Orchidaceae, Hymenophyllaceae e briófitos). Contígua à mata, e acompanhando toda a sua extensão sinuosa, estende-se uma longa e bem preservada turfeira. Além de *S. recurvum*, que cobre quase toda sua superfície,

destacam-se também extensos mosaicos de *Cladonia confusa* R. Sant. e manchas isoladas de *Aulonemia ulei* (Hack.) McClure & L.B. Sm. Outras espécies como *Agarista* cf. *nummularia* (Cham. & Schltldl.) G. Don., *Baccharis milleflora*, *Blechnum* cf. *imperiale*, *Danthonia montana* Döll, *Polygala linoides*, *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Rhynchospora brasiliensis* Boeck., *Saccharum asperum*, são muito freqüentes, além de Eriocaulaceae, Juncaceae, Lentibulariaceae e Xyridaceae.

Entre as porções lobadas da mata pode-se observar um ambiente de transição entre turfeira-mata, onde destacam-se várias espécies formadoras de capoeiras, como *Baccharis dentata* (Vell.) G. M. Barroso, *B. milleflora*, *B. pseudovillosa* I. L. Teodoro & J. E. Vidal, *B. uncinella* DC., *Croton* sp., *Fuchsia regia*, *Holocheilus* cf. *illustris* Cabrera, *Hypochaeris lutea* Britton, *Mikania burchellii*, *Ortrosia scoparia* (Nutt.) Liede, *Ranunculus bonariensis* Poir., *Senecio juergensii* Mattf., *S. pulcher* Hook. & Arn., *Solanum laxum* Spreng. O solo nesta zona de transição é ainda um tanto turfoso e encharcado, e alguns indivíduos de *B. cf. imperiale*, abundantes na turfeira, podem ser observados aqui, como remanescentes da fase anterior.

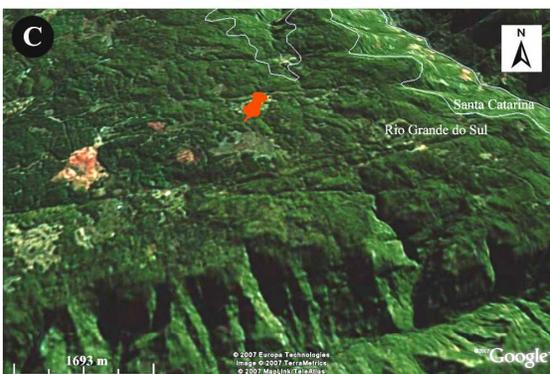
Todo esse conjunto apresenta-se fortemente ameaçado por extensas áreas com plantações de *Pinus*, que circundam perigosamente todo o ecossistema.



Alpes de São Francisco (perfil 1)



Banhado Amarelo (perfil 2)



~ Limite interestadual



Figura 1. Locais de estudo. A. Localização do Rio Grande do Sul, com detalhe em relevo do Planalto leste: Alpes de São Francisco, 29°27'26''S-50°36'57''W (esquerda), Banhado Amarelo, 29°18'48''S-50°08'13''W (direita). B-C. Imagens de satélite, com indicação dos pontos de testemunhagem (📍), (adaptado de GOOGLE EARTH, 2007). D-E. Vistas das matas, adjacentes às turfeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Obtenção e preparo das amostras para a paleopalinologia

A coleta dos perfis sedimentares e das amostras e o processamento químico das mesmas foram realizados com o máximo cuidado para evitar contaminação polínica. Isso pode ocorrer no arraste vertical de sedimento durante a coleta e no manuseio das amostras no laboratório.

1.1. Coleta dos perfis sedimentares

A coleta dos perfis sedimentares foi feita no interior das duas matas, em locais bem preservados e de pacote sedimentar espesso (perfil 1: 132 cm, perfil 2: 101 cm de comprimento, respectivamente), distante de fontes que pudessem causar alterações no solo, como revolvimento e arraste. Para a coleta foi utilizado o Amostrador de Hiller, cilindro de 26 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro, ao qual vão sendo acopladas hastes metálicas que permitem alcançar distintas profundidades. A coleta de sedimento é feita lateralmente, rotando a haste no sentido anti-horário. Fecha-se então o coletor, girando no sentido horário, e puxa-se verticalmente, coletando uma secção do perfil. As várias secções de 26 cm foram coletadas da base ao topo do depósito, permitindo posterior montagem das seqüências dos dois testemunhos. Cada secção foi coletada usando-se uma nova perfuração para evitar a contaminação por arraste de sedimento, sendo transferida para um tubo de PVC, de mesmo tamanho da porção coletora, aberto longitudinalmente, com marcação de topo, base e numeração de acordo com a seqüência. Após, cada tubo de PVC era fechado com fita isolante e embalado em plástico. Antes de nova perfuração o Amostrador era cuidadosamente lavado, evitando contaminação. As cinco secções do perfil 1 e as quatro secções do perfil 2, contidas nos tubos de PVC, foram levadas ao laboratório e mantidas sob congelamento até o momento da coleta das amostras para o processamento químico.

1.2. Coleta das amostras e análise litológica

O trabalho laboratorial foi realizado no laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os tubos de PVC contendo as secções de sedimento eram alinhados de acordo com a profundidade, resultando em um perfil sedimentar completo. No perfil 1, com cinco secções, foram coletadas 15 amostras, e no perfil 2, com quatro secções, sete amostras. As amostras foram retiradas em intervalos de cerca de 10 cm. Na coleta de cada amostra o sedimento era transferido para uma caixinha de polietileno de 8 cm³ com auxílio de uma alça de platina flambada. Após a caixa era tampada, etiquetada e mantida sob congelamento até o início do processamento químico. Devido à possível contaminação das extremidades das secções por arraste vertical de raízes durante a coleta, estas foram descartadas, bem como as porções superficiais do cilindro de sedimento, usando-se apenas as porções internas da secção.

A análise litológica foi feita durante a coleta das amostras, por observação direta e exame manual para verificar o tamanho das partículas e o teor de areia e argila do sedimento.

1.3. Processamento químico

O processamento químico e a montagem das lâminas, em cada bateria de amostras, foram realizados em capela com exaustor, e as centrifugações a 1500 rpm durante seis minutos. Toda a solução acrescentada aos tubos de centrífuga foi revolvida com bastão de vidro antes da centrifugação. O material utilizado durante o processamento químico foi previamente lavado com água e sabão e enxaguado com água destilada para evitar a contaminação ou flambado.

Inicialmente cada amostra congelada era transferida da caixinha para copos de polietileno com tampa, com capacidade para 300 ml. Em seguida eram adicionadas à amostra pastilhas de esporos de *Lycopodium clavatum* L. exótico, adquiridas do Department of Quaternary Geology, Suécia. Cada pastilha contém um número total de esporos estimado pelo fabricante, o que permite posterior cálculo de concentração de grãos por cm³ de sedimento fresco (Stockmarr, 1971).

O processamento químico das amostras seguiu, em linhas gerais, a metodologia descrita por Faegri & Iversen (1989).

1.3.1. Retirada de carbonatos – ácido clorídrico

Para a retirada de carbonatos adicionava-se ácido clorídrico (HCl) a 10% até a metade de cada copo. A seguir, o sedimento era revolvido e cada copo tampado, deixando-se em descanso por uma hora, em temperatura ambiente. Enchiam-se então os copos com água destilada, tampava-se novamente, deixando em decantação por duas horas. O sobrenadante era a seguir descartado com sifão de vidro. Repetia-se então outra vez o processo de lavagem e sifonagem, garantindo a retirada do ácido clorídrico.

1.3.2. Retirada de sílica – ácido fluorídrico e ácido clorídrico

Nesta etapa adiciona-se ácido fluorídrico (HF) a 47% às amostras até a metade dos copos, logo tampados e mantidos em aparelho agitador por seis horas. Após enchiam-se cada copo com água destilada, deixando-se em decantação por duas horas, com posterior sifonagem do sobrenadante. Repetia-se o processo de lavagem, decantação e sifonagem por mais três vezes para retirada completa do ácido fluorídrico. A amostra era então transferida dos copos de polietileno para tubos de centrífuga Pirex, com capacidade de 50 ml, através de centrifugações repetidas e descarte do sobrenadante, até a completa transferência do sedimento.

Para complementar o tratamento, acrescentava-se novamente HCl a 10% às amostras, colocando-se os tubos de centrífuga em banho-maria a 60°C por quatro minutos, revolvendo sempre o material com bastão de vidro, com posterior centrifugação e eliminação do sobrenadante. As amostras eram depois lavadas em água destilada e centrifugadas, com descarte do sobrenadante.

1.3.3. Retirada de ácidos húmicos – hidróxido de potássio

Acrescentava-se hidróxido de potássio (KOH) a 10% até a metade dos tubos de centrífuga, levando à fervura em banho-maria por quatro minutos e revolvendo sempre o material com bastão de vidro. Em seguida os tubos eram preenchidos com água destilada e centrifugados, com eliminação do sobrenadante. Este processo de lavagem era repetido várias vezes, até o sobrenadante tornar-se claro, indicando a eliminação da matéria orgânica dissolvida.

1.3.4. Tratamento dos palinomorfos – acetólise

A acetólise permite a retirada do conteúdo celular dos grãos e o clareamento de sua superfície para a visualização dos detalhes da morfologia da exina ao microscópio.

As amostras eram previamente desidratadas adicionando-se ácido acético glacial aos tubos de centrífuga, centrifugando e eliminando o sobrenadante. O líquido de acetólise era preparado pouco antes do processamento químico, correspondendo a nove partes de anidrido acético e uma parte de ácido sulfúrico concentrado, cuidadosamente misturados. Adicionava-se o líquido de acetólise a cada tubo logo após o tratamento com ácido acético glacial, sendo levado à fervura em banho-maria por três minutos, revolvendo com bastão de vidro. Em seguida, os tubos eram centrifugados, com descarte do sobrenadante. Repetia-se novamente a lavagem das amostras com ácido acético glacial, centrifugando e descartando o sobrenadante. A seguir, a amostra era lavada em água destilada, com nova centrifugação e descarte do sobrenadante.

1.3.5. Filtragem e tratamento final das amostras

O conteúdo de cada tubo era a seguir filtrado em malha metálica de 250 μm para novo tubo de centrífuga. O material retido na malha ($>250 \mu\text{m}$) era colocado em frascos de vidro com tampa e conservado em álcool, para análise complementar. O material filtrado ($<250 \mu\text{m}$) era novamente centrifugado e o sobrenadante descartado, colocando-se uma mistura, em partes iguais, de glicerol e água destilada, deixando em descanso por, no mínimo, 30 minutos. A seguir o material era centrifugado, com descarte do sobrenadante, e os tubos mantidos com a abertura voltada para baixo sobre papel de filtro, para escorrer todo o líquido e facilitar a confecção das lâminas.

1.4. Montagem das lâminas

De cada amostra contida num tubo de centrífuga foram feitas sete lâminas permanentes, usando-se gelatina-glicerinada como meio de montagem (Salgado-Labouriau, 1973). Todas as lâminas e lamínulas utilizadas foram previamente limpas com álcool e flambadas, para evitar contaminação. As lâminas eram montadas sobre uma placa aquecedora a 60°C, possibilitando o derretimento da gelatina-glicerinada. Com auxílio de uma alça de platina, previamente flambada, colocava-se uma pequena

porção de gelatina-glicerinada e de sedimento sobre uma lâmina. Após o derretimento da gelatina-glicerinada fazia-se a homogeneização da mistura, com movimentos rotatórios da própria alça de platina, evitando assim a formação de bolhas de ar. O material era então recoberto por lamínula, pressionando-se levemente para espalhar a mistura por toda a face inferior da mesma. Em seguida a lâmina era girada 180° sobre uma superfície lisa e pressionada verticalmente, até o esfriamento. Este procedimento deposita os palinórfos mais junto da lamínula por gravidade, permitindo uma melhor visualização do material ao microscópio. As lâminas eram então limpas, lutadas com esmalte de unhas incolor e etiquetadas, com anotação do local da coleta e da profundidade no perfil sedimentar.

2. Datações radiométricas (^{14}C)

As amostras para datações radiométricas foram também coletadas com o Amostrador de Hiller. Procurou-se fazer uma coleta o mais próximo da base dos perfis sedimentares e outras nos níveis onde houve alterações maiores nas frequências dos palinórfos, tomando muito cuidado para evitar contaminações com material orgânico.

Para cada datação foram feitas cerca de 25 perfurações. Em cada uma foi extraída uma subamostra, com 2 cm de comprimento, retirada da porção central do amostrador. As subamostras eram colocadas individualmente em papel alumínio, evitando contato com material orgânico. A secagem era feita em estufa a 40°C por vários dias. Uma raspagem posterior com bisturi permitiu a utilização apenas da porção central de cada subamostra.

O conjunto das cerca de 25 subamostras já raspadas assegurou o peso mínimo de 20g de sedimento seco, viabilizando as datações convencionais. Para níveis com grande escassez de matéria orgânica foi usada datação por AMS (Accelerator Mass Spectrometry). As datações foram feitas no laboratório Beta Analytic Inc., Miami, Flórida (USA).

3. Análises palinológicas qualitativas

3.1. Determinação do material

A determinação taxonômica dos palinomorfos contados foi feita em microscópio óptico Carl Zeiss Jena, com objetivas planapocromáticas, em aumentos de 400×. Foram utilizadas as lâminas de referência da palinoteca atual do Laboratório de Palinologia, além de catálogos palinológicos e bibliografia em geral. As principais referências usadas foram: Heusser (1971), Markgraf & D'Antoni (1978), Ybert (1979), Wingenroth & Heusser (1983), Lorscheitter (1988, 1989), Roubik & Moreno (1991), Neves & Lorscheitter (1992, 1995b), Pire *et al.* (1992, 1998, 2001), Colinvaux *et al.* (1999) e Neves & Bauermann (2003, 2004). Para pteridófitos foi utilizada a série de trabalhos de Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005). Foram também usados, para questões nomenclaturais, Erdtman (1969), Salgado-Laboriau (1973), Barth & Melhem (1988), Moore *et al.* (1991) e Punt *et al.* (2007).

Procurou-se determinar os palinomorfos na categoria taxonômica mais inferior possível. Palinomorfos morfologicamente distintos, pertencentes a mesma categoria taxonômica, receberam número após o nome (ex: *Mimosa* 1, *Mimosa* 2). A palavra “Tipo” foi empregada antes do nome em casos onde não houve possibilidade de assegurar a determinação em uma categoria taxonômica devido à semelhança morfológica com outros grupos afins (ex: Tipo *Baccharis*). Parte dos palinomorfos só pôde ser determinada a níveis taxonômicos mais elevados (ex: Fungos outros, Briófitos outros). Para material com morfologia distinta e característica, porém indeterminado, optou-se pela denominação segundo sua morfologia (ex: Tricolporado 1, Tricolporado 2). Quando nem essa separação morfológica foi possível, a classificação foi feita de acordo com sua característica morfológica geral (ex: Monoletes outros, Tricolpados outros).

Para a ordenação sistemática dos palinomorfos foram utilizados Alexopoulos *et al.* (1996) para fungos, Round (1973) para algas, Bold *et al.* (1987) para briófitos e gimnospermas, Tryon & Tryon (1982) para pteridófitos e Cronquist (1981) para angiospermas.

3.2. Caracterização dos palinomorfos e dados ecológicos

Os palinomorfos foram descritos de modo sucinto, de acordo com as principais características morfológicas e, sempre que possível, medidos os eixos equatorial e polar. As medidas foram feitas com ocular de fio móvel e convertidas para micrômetros a partir de uma lâmina micrometrada.

Dados ecológicos do organismo de origem foram incluídos nas descrições do material determinado, visando informações para análises paleoambientais.

3.3. Fotomicrografias

As fotomicrografias dos tipos polínicos encontrados foram feitas em microscópio óptico Leitz Diaplan com câmara automática Wild Leitz, geralmente em aumento de 1000×. Para localizar o material foram feitas previamente lâminas-ponto. Uma lâmina micrometrada foi fotografada em diferentes aumentos para a obtenção das escalas. O filme usado foi TMAX 100 da KODAK. As revelações e ampliações em papel fotográfico foram realizadas em laboratório especializado e após digitalizadas e montadas em estampas, seguindo a ordenação sistemática. Todos os palinomorfos apresentam a mesma escala, com exceção dos megásporos.

4. Análises palinológicas quantitativas

4.1. Contagem dos palinomorfos

A análise quantitativa baseou-se em contagens realizadas simultaneamente à determinação de cada material. Essas contagens foram feitas ao microscópio óptico em aumento de 400×, contando-se em transecções horizontais na lâmina. Em cada amostra procurou-se atingir um número mínimo de 500 grãos (pólen de Angiospermas e Gimnospermas) e um número mínimo de 100 esporos de *Lycopodium clavatum*, introduzidos na amostra no início do processamento químico (Stockmarr, 1971). Paralelamente foram sendo contados os esporos de Pteridófitos e Briófitos, além dos fungos, algas, pólen estranho à flora regional e outros palinomorfos. O número mínimo de 500 grãos de pólen foi monitorado por curvas de saturação (curvas de suficiência amostral) em algumas amostras de cada perfil.

4.2. Cálculo de porcentagem – análise relativa

Para o cálculo da porcentagem em cada amostra, os palinórfos foram separados de acordo com o ambiente preferencial de origem, ou grupo taxonômico:

- Conteúdo principal (aquáticos – excluindo algas, pântano herbáceo, mata, campo e ambiente indeterminado): porcentagem calculada sobre o total desses componentes;
- Algas: porcentagem calculada sobre o total dos componentes de algas + total de componentes do conteúdo principal;
- Fungos: porcentagem calculada sobre o total de componentes de fungos + total de componentes do conteúdo principal;
- Outros palinórfos: porcentagem calculada sobre o total de componentes de outros palinórfos + total de componentes do conteúdo principal;
- Estranhos à flora regional: porcentagem calculada sobre o total de componentes estranhos à flora regional + total de componentes do conteúdo principal.

Embora sendo um componente de mata, a altíssima quantidade de esporos de *Dicksonia sellowiana* em determinadas amostras do perfil do Banhado Amarelo obrigou a um cálculo diferenciado de sua porcentagem em cada amostra: porcentagem calculada sobre o total de *D. sellowiana* + total de componentes do conteúdo principal.

O cálculo das porcentagens foi feito através do programa Tilia (Grimm, 1987).

4.3. Cálculo de concentração – análise absoluta

A concentração do material encontrado baseou-se no número de palinórfos por cm³ de sedimento fresco. Este cálculo foi possível devido a adição de pastilhas de *Lycopodium clavatum* às amostras no início do processamento químico, tendo cada uma um número total de esporos previamente estimado. Desta forma, sabendo-se o número total de esporos de *L. clavatum* introduzidos numa amostra e o respectivo número de esporos dessa espécie contados, foi possível inferir o número de grãos de cada tipo polínico em 8 cm³ e a respectiva concentração por cm³ de sedimento fresco. Para o cálculo utilizou-se o programa Tilia (Grimm, 1987).

4.4. Diagramas palinológicos

As porcentagens e as concentrações dos palinomorfos por cm^3 de sedimento fresco foram representadas em diagramas polínicos desdobrados, confeccionados pelo programa Tilia Graph (Grimm, 1987). Para a montagem dos diagramas os palinomorfos foram separados de acordo com o ambiente preferencial de origem, ou grupo taxonômico. Os grupos seguiram a seguinte ordem: aquáticos, pântano herbáceo, mata, campo, ambiente indeterminado, fungos, outros palinomorfos e estranhos à flora regional.

4.4.1. Diagramas de porcentagem

Todos os tipos polínicos contados foram incluídos nos diagramas desdobrados de porcentagem, de acordo com os grupos estabelecidos, incluindo diagramas de somatórios das frequências dos indicadores paleoambientais. Um exagero de $50\times$ foi feito nos diagramas de palinomorfos com frequências mais baixas, permitindo a melhor visualização de sua ocorrência nos espectros polínicos. Diagramas compostos também foram elaborados para os principais indicadores.

A análise de agrupamentos foi feita pelo programa CONISS (Grimm, 1987), comparando as porcentagens dos palinomorfos entre as amostras, ao longo dos perfis sedimentares. A zonação dos diagramas foi estabelecida com auxílio da análise de agrupamentos e do exame das principais mudanças nos espectros polínicos.

4.4.2. Diagramas de concentração

Nos diagramas desdobrados de concentração foram incluídos apenas os palinomorfos mais bem representados, com um mínimo de 5000 grãos por cm^3 de sedimento fresco em pelo menos uma amostra do perfil sedimentar. Distintas escalas acomodaram os tipos polínicos com concentrações muito altas. Diagramas dos somatórios dos indicadores paleoambientais também foram incluídos. Exageros em determinados diagramas permitiram uma melhor visualização das curvas em componentes com baixa frequência.

5. Estudo do perfil sedimentar

Os diagramas foram descritos de modo sucinto, zona por zona, abrangendo dessa forma a litologia dos perfis sedimentares, as idades absolutas e as estimadas e o exame do conteúdo palinológico em porcentagem e concentração, incluindo a análise de agrupamentos e curvas de saturação. As interpretações paleoambientais dos últimos milênios para o Planalto leste sul-rio-grandense basearam-se no conjunto dessas informações.

RESULTADOS

1. Taxonomia dos palinórfos

Foram encontrados nas contagens palinórfos correspondentes a 8 fungos, 6 algas, 5 briófitos, 20 pteridófitos, 3 gimnospermas, 65 angiospermas e 3 outros palinórfos, que serviram de base para as interpretações paleoambientais.

1.1. Listagem do material contado

FUNGOS

Filo GLOMEROMYCOTA

Classe GLOMEROMYCETES

Ordem Glomerales

Família Glomeraceae

1. *Glomus* Tul. & C. Tul.

Filo ASCOMYCOTA

Classe ASCOMYCETES

Ordem Sordariales

Família Sordariaceae

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain

3. Tipo *Helicoon pluriseptatum* Beverw.

Filo BASIDIOMYCOTA

Classe BASIDIOMYCETES

Ordem Polyporales

Família Atheliaceae

4. Tipo *Athelia* Pers.

Outros esporos e hifas

5. Esporo 1

6. Esporo 2

7. Esporo 3

8. Esporo 4

9. Hifas

10. Fungos outros

ALGAS

Divisão CHLOROPHYTA

Classe CHLOROPHYCEAE

Ordem Chlorococcales

Família Dycyosphaeriaceae

11. *Botryococcus* Kützing
Classe ZYGNEMAPHYCEAE
Ordem Zygnemales
Família Zygnemataceae
12. *Debarya* (De Bary) Wittrock
13. *Mougeotia* C. A. Agardh
14. *Spirogyra* Link
15. *Zygnema* C. A. Agardh

Incertae sedis

16. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex
Christopher

BRIÓFITOS

Divisão ANTHOCEROTOPHYTA

Classe ANTHOCEROTOPSIDA

Ordem Anthocerotales

Família Anthocerotaceae

17. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov
18. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.
19. *Phaeoceros* Prosk.

Divisão BRYOPHYTA

Classe SPHAGNOPSIDA

Ordem Sphagnales

Família Sphagnaceae

20. *Sphagnum recurvum* P. Beauv

Outros esporos

21. Briófito
22. Briófitos outros

PTERIDÓFITOS

Divisão PTERIDOPHYTA

Classe FILICOPSIDA

Subclasse Polypodiidae

Ordem Marattiales

Família Marattiaceae

23. *Marattia laevis* Sm.

Ordem Polypodiales

Subordem Polypodiineae

Família Osmundaceae

24. *Osmunda* L.

Família Hymenophyllaceae

25. Tipo *Hymenophyllum* Sm.

Família Dicksoniaceae

26. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Família Cyatheaceae

- 27. Cyatheaceae
- Família Dennstaedtiaceae
- 28. *Hypolepis* Bernh.
- Família Dryopteridaceae
- 29. Tipo *Dryopteris* Adans.
- Família Aspleniaceae
- 30. *Asplenium serra* Langsd. & Fisch.
- Família Blechnaceae
- 31. *Blechnum* cf. *imperiale* (Fee & Glaziou) H. Chr.
- 32. Tipo *Blechnum* L.
- Família Polypodiaceae
- 33. *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price
- 34. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.
- 35. Tipo *Polypodium hirsutissimum* Raddi
- 36. Tipo *Polypodium* L.
- Subordem Salviniineae
- Família Salviniaceae
- 37. *Salvinia* Ség.

Classe LYCOPODIOPSIDA

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

- 38. *Huperzia* Bernh.
- 39. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill
- 40. Tipo *Lycopodium clavatum* L.

Ordem Selaginellales

Família Selaginellaceae

- 41. *Selaginella marginata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring

Ordem Isoetales

Família Isoetaceae

- 42. *Isoetes* L.

Outros esporos

- 43. Monoletes outros
- 44. Triletes outros
- 45. Pteridófitos outros

GIMNOSPERMAS

Divisão CONIFEROPHYTA

Classe CONIFEROPSIDA

Ordem Coniferales

Família Araucariaceae

- 46. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Família Podocarpaceae

- 47. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Divisão GNETOPHYTA

Classe GNETOPSIDA

Ordem Ephedrales
Família Ephedraceae
48. *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey.

ANGIOSPERMAS

Divisão MAGNOLIOPHYTA

Classe MAGNOLIOPSIDA

Subclasse Magnoliidae

Ordem Magnoliales

Família Winteraceae

49. *Drimys brasiliensis* Miers

Subclasse Hamamelidae

Ordem Urticales

50. Urticales

Família Ulmaceae

51. *Celtis* L.

52. *Trema micrantha* (L.) Blume

Ordem Fagales

Família Betulaceae

53. *Alnus* Mill.

Subclasse Caryophyllidae

Ordem Caryophyllales

Família Amaranthaceae

54. Tipo *Iresine* P. Browne

Família Amaranthaceae-Chenopodiaceae

55. Tipo *Amaranthus* L. - Chenopodiaceae

Família Caryophyllaceae

56. Caryophyllaceae

Ordem Polygonales

Família Polygonaceae

57. *Polygonum* L.

Subclasse Dillenidae

Ordem Malvales

Família Malvaceae

58. Malvaceae

Ordem Violales

Família Cucurbitaceae

59. Cucurbitaceae

Ordem Ebenales

Família Sapotaceae

60. *Chrysophyllum* L.

Ordem Primulales

Família Myrsinaceae

61. *Myrsine* L.

Subclasse Rosidae

Ordem Fabales

Família Mimosaceae

62. Tipo *Acacia* Mill. 1

- 63. Tipo *Acacia* Mill. 2
- 64. *Mimosa scabrella* Benth.
- 65. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth.
- 66. *Mimosa* L. 1
- 67. *Mimosa* L. 2
- Família Caesalpinaceae
- 68. *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa* (Vogel)
Fortunato & Wunderlin
- Família Fabaceae
- 69. Tipo *Vicia* L.
- Ordem Proteales
- Família Proteaceae
- 70. *Roupala* Aubl.
- Ordem Haloragales
- Família Haloragaceae
- 71. *Myriophyllum* L.
- Ordem Myrtales
- Família Lythraceae
- 72. *Cuphea carunculata* Koehne
- Família Myrtaceae
- 73. Myrtaceae
- Família Onagraceae
- 74. *Ludwigia* L.
- Família Melastomataceae
- 75. Melastomataceae
- Ordem Santalales
- Família Loranthaceae
- 76. *Phrygilanthus* Eichler
- Ordem Celastrales
- Família Aquifoliaceae
- 77. *Ilex* L.
- Ordem Euphorbiales
- Família Euphorbiaceae
- 78. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.
- 79. Tipo *Croton* L.
- Ordem Polygalales
- Família Polygalaceae
- 80. *Polygala* L.
- Ordem Sapindales
- Família Sapindaceae
- 81. *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A.
Juss.) Radlk.
- 82. Sapindaceae
- Família Anacardiaceae
- 83. Anacardiaceae
- Família Meliaceae
- 84. Tipo Meliaceae
- Ordem Apiales
- Família Apiaceae
- 85. *Eryngium* L.

Subclasse Asteridae

Ordem Lamiales

Família Verbenaceae
86. *Verbena* L.

Família Lamiaceae
87. Lamiaceae

Ordem Plantaginales

Família Plantaginaceae
88. *Plantago* L.

Ordem Scrophulariales

Família Scrophulariaceae
89. Tipo Scrophulariaceae

Família Bignoniaceae
90. Bignoniaceae

Família Lentibulariaceae
91. *Utricularia* L.

Ordem Rubiales

Família Rubiaceae
92. Tipo *Galium* L.
93. Tipo *Richardia* L.
94. Rubiaceae

Ordem Dipsacales

Família Valerianaceae
95. *Valeriana eichleriana* (C. Muell.) Graebn.
96. *Valeriana* L.

Ordem Asterales

Família Asteraceae
97. Tipo *Baccharis* L.
98. Tipo *Gnaphalium* L.
99. Tipo *Vernonia* Schreb.
100. Mutisieae 1
101. Mutisieae 2

Classe LILIOPSIDA

Subclasse Alismatidae

Ordem Alismatales

Família Alismataceae
102. Alismataceae

Subclasse Commelinidae

Ordem Eriocaulales

Família Eriocaulaceae
103. Eriocaulaceae

Ordem Cyperales

Família Cyperaceae
104. Cyperaceae

Família Poaceae
105. Poaceae

Ordem Typhales

Família Typhaceae
106. *Typha* L.

Subclasse Liliidae

Ordem Liliales

Família Pontederiaceae

107. *Eichhornia* Kunth

Família Liliaceae

108. Tipo Liliaceae 1

109. Tipo Liliaceae 2

Outros grãos de pólen

110. Estefanocolpado

111. Tricolporado 1

112. Tricolporado 2

113. Triporado verrucado

114. Tricolpados outros

115. Tricolporados outros

116. Indeterminados

OUTROS PALINOMORFOS

Filo ARTHROPODA

Subfilo CRUSTACEA

Classe Copepoda

117. Espermatóforo de Copepoda

Palinomorfos indeterminados

118. Palinomorfo 1

119. Palinomorfo 2

1.2. Descrições taxonômicas e dados ecológicos

FUNGOS

1. *Glomus* Tul. & C. Tul.

Estampa I: 1.

Clamidósporo esferoidal, psilado, preso a filamento de hifa cenocítica, formando micélios ramificados.

Diâmetro: 28-54 μm .

Referência: Schüßler *et al.* (2001).

Obs: citado para o Rio Grande do Sul pelos antigos nomes *Rhizophagites* Rosendahl (Lorscheitter, 1988) e *Rhizophagus* Dang (Neves & Lorscheitter, 1992; Neves & Bauermann, 2003).

Dados ecológicos: mais comum dentre os fungos micorrízicos arbusculares. Em solo, como endossimbionte em raízes de numerosas plantas vasculares (Schüßler *et al.*, 2001). Segundo Moreira-Souza *et al.* (2003), espécies de *Glomus* estão entre os principais fungos micorrízicos arbusculares presentes na mata com Araucária.

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain

Estampa I: 2.

Ascósporo marrom-escuro, elipsoidal, psilado, com pequenas perfurações circulares, distribuídas uniformemente pela superfície.

Eixo maior: cerca de 35 μm .

Eixo menor: cerca de 25 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: espécie decompositora de excrementos, madeira carbonizada e lignina (Van Geel, 1978).

3. Tipo *Helicoon pluriseptatum* Beverw.

Estampa I: 3.

Conídio castanho-escuro, de disposição helicoidal, septado, psilado.

Diâmetro: 24-26 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984), Ingold & Hudson (1993).

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: segundo Ingold & Hudson (1993) o gênero *Helicoon* compreende espécies aeroaquáticas, que geralmente crescem sob folhas submersas, em condições de baixa aeração.

4. Tipo *Athelia* Pers.

Estampa I: 4.

Células esferoidais, psiladas, densamente agrupadas, formando uma estrutura esferoidal a elipsoidal.

Diâmetro da estrutura: 24-63 μm .

Diâmetro das células: 6-10 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: o gênero inclui possivelmente patógenos de líquens e algas (Kirk *et al.*, 2001).

Outros esporos e hifas

5. Esporo 1

Estampa I: 5.

Unidade de dispersão marrom-escura, fusiforme, monosseptada, psilada. Robusta.

Eixo maior: 42-47 μm .

Eixo menor: 17-24 μm .

6. Esporo 2

Estampa I: 6.

Esferoidal, microequinado. Espinhos muito finos, densamente distribuídos por toda a superfície.

Diâmetro: 11-13 μm .

7. Esporo 3

Estampa I: 7.

Unidade de dispersão marrom-escura, fusiforme, estreita, monosseptada estriada. Estrias longitudinais muito próximas, finas e paralelas.

Eixo maior: 25-30 μm .

Eixo menor: 7-10 μm .

8. Esporo 4

Estampa I: 8.

Unidade de dispersão castanha-escura, fusiforme, com número variável de septos.
Envoltório hialino, com dobras irregulares por toda a superfície.

Eixo maior: 30-38 μm .

Eixo menor: 12-13 μm .

9. Hifas

Estampa I: 9.

Filamentos amarelados a escuros, simples ou ramificados, celulares ou cenocíticos, fragmentados.

Comprimento: variável.

Largura: 4-6 μm .

10. Fungos outros

Esporos de distintos tamanhos e formas, que não ofereceram características morfológicas que permitissem a inclusão em algum grupo de fungos, mas que, em conjunto, puderam fornecer subsídios às análises paleoambientais já que, em conjunto, estão ligados ao aumento de temperatura e umidade.

ALGAS

11. *Botryococcus* Kützing

Estampa I: 10-11.

Colônia escura irregularmente lobada, psilada e de tamanho variável, formada por inúmeros indivíduos unicelulares, densa e concentricamente dispostos.

Eixo maior da colônia: 24-50 μm .

Eixo menor da colônia: 18-38 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: em água doce, em poças ou lagos (Erdtman, 1969).

12. *Debarya* (De Bary) Wittrock

Estampa I: 12-13.

Zigósporo hialino, formado por dois hemisférios, radioossimétrico. Cada hemisfério com espessamento anelar característico em vista frontal, apresentando estrias finas, pouco perceptíveis e radialmente dispostas no centro, e outras, também de disposição radial, na periferia.

Diâmetro equatorial: 38-39 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Obs: encontrados zigósporos com apenas um dos hemisférios.

Dados ecológicos: em água doce, estagnada e com pouca profundidade (Van Geel & Van Der Hammen, 1978).

13. *Mougeotia* C. A. Agardh

Estampa I: 14.

Zigósporo hialino e aproximadamente quadrangular em vista frontal, psilado, com dobras características nos ângulos.

Largura: 40-48 μm .

Referências: Van Geel (1978), Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: em água doce e solos úmidos (Joly, 2002).

14. *Spirogyra* Link

Estampa I: 15.

Zigósporo hialino ou amarelado, esferoidal a elipsoidal. Parede celular psilada ou reticulada. Retículo robusto e irregular.

Eixo maior: cerca de 80 μm .

Eixo menor: 22-63 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: ambiente semelhante ao descrito para *Mougeotia*.

15. *Zygnema* C. A. Agardh

Estampa I: 16-17.

Zigósporo hialino, esferoidal a elipsoidal, psilado, apresentando características reentrâncias circulares, pequenas ou robustas, regularmente distribuídas por toda a superfície.

Eixo maior: 49-50 μm .

Eixo menor: 44-47 μm .

Diâmetro das reentrâncias: 2-8 μm .

Referências: Van Geel (1978), Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: em água doce e em solos úmidos (Smith, 1987; Joly, 2002). Segundo Van Geel & Van Der Hammen (1978) também em água estagnada, com pouca profundidade.

Incertae sedis

16. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher

Estampa I: 18-19.

Grão hialino, estriado, circular em vista frontal, inaperturado. Estrias finas e concêntricas, formando anéis e espiras às vezes incompletos.

Diâmetro em vista frontal: 33-37 μm .

Referência: Christopher (1976).

Obs: citado em trabalhos mais antigos como a forma A de *Concentricystes rubinus* Rossignol (Rossignol, 1962).

Dados ecológicos: material sem afinidade botânica confirmada, possivelmente originado de algas dulciaquícolas (Rossignol, 1962). Christopher (1976) incluiu a espécie em um grupo incerto dentro de algas.

BRIÓFITOS

17. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov

Estampa I: 20.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular em vista polar. Trilete, raios com extremidade distal bifurcada. Exospório reticulado-equinado no pólo distal, psilado no proximal. Retículo grosseiro, com projeções espinescentes alongadas e freqüentemente bifurcadas a trifurcadas, algumas simples, sobre o muro.

Eixo equatorial: cerca de 60 μm .

Obs: citado em publicações sobre o Quaternário do Rio Grande do Sul pelo antigo nome de *Anthoceros punctatus* L.

Dados ecológicos: cosmopolita, em relvas úmidas (Schultz, 1977).

18. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.

Estampa II: 1-6.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular em vista polar. Trilete, raios com extremidade distal bifurcada. Exospório microequinado a psilado no pólo distal. Espinhos finos, escassos a abundantes, regular a irregularmente distribuídos. Pólo proximal com exospório psilado ou com pouquíssimos espinhos diminutos.

Eixo equatorial: 55-63 μm .

Dados ecológicos: sobre solos úmidos, em locais sombreados. Comum em margem de arroios, rios, campos de cultivo e vertentes, crescendo juntamente com outros briófitos (Menéndez, 1962).

19. *Phaeoceros* Prosk.

Estampa II: 7-9.

Radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Trilete, raios com extremidade distal bifurcada. Exospório psilado. Reentrâncias circulares características entre os raios.

Eixo equatorial: 58-69 μm .

Dados ecológicos: ao que tudo indica, mesmo ambiente de *P. laevis*, já que ambiente úmido é uma característica do gênero (Menéndez, 1962).

20. *Sphagnum recurvum* P. Beauv

Estampa II: 10-11.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Trilete. Exospório com característico espessamento trilobado no pólo distal, lobos irregularmente dispostos. Pólo proximal com exospório psilado.

Eixo equatorial: 60-68 μm .

Dados ecológicos: gênero cosmopolita, com preferência a áreas elevadas, frias e temperadas, de alta pluviosidade anual. Plantas essencialmente higrófilas (subaquáticas), formando pequenos tufos ou extensas colônias em turfeiras (Joly, 2002). A espécie habita lagos, brejos, margens de rios e riachos, rochedos úmidos e solos úmidos de florestas (Yano *et al.*, 1985).

Outros esporos

21. Briófito

Estampa II: 12-14.

Radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Trilete. Exospório reticulado. Retículo grosseiro, irregular e fragmentado, por toda a superfície.

Eixo equatorial: 75-84 μm .

22. Briófitos outros

Esporos triletes com raios de extremidade bifurcada, com morfologia que não permitiu identificação taxonômica segura dentro dos briófitos.

PTERIDÓFITOS

23. *Marattia laevis* Sm.

Estampa III: 1-3.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monolete equinado. Espinhos distribuídos por toda a superfície.

Eixo polar: 28-31 μm .

Eixo equatorial maior: 33-42 μm .

Dados ecológicos: terrícola, no interior de florestas. Espécie relativamente rara no Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

24. *Osmunda* L.

Estampa III: 4-7.

Radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Robusto. Trilete verrucado, raios longos e finos. Exospório fino, facilmente dobrável. Verrugas de tamanho, forma e distribuição irregulares.

Eixo equatorial: 84-92 μm .

Obs: freqüentemente encontrado em fragmentos nas amostras.

Dados ecológicos: terrícola, em ambientes úmidos, raramente em terrenos com boa drenagem, mais freqüentemente em locais abertos, mas também nos sombreados. Na América tropical ocorre geralmente em ambientes sempre úmidos, abertos ou não, como

pântanos, turfeiras, campos e margens de lagos (Tryon & Tryon, 1982; Lorscheitter *et al.*, 1998).

25. Tipo *Hymenophyllum* Sm.

Estampa III: 8.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a circular em vista polar, hialino. Trilete papilado. Papilas densamente distribuídas por toda a superfície.

Eixo equatorial: 40-46 μm .

Dados ecológicos: muitas espécies epifíticas ou epipétricas na América tropical. O gênero ocorre especialmente em florestas nebulares e florestas úmidas de montanha e, em frequência mais baixa, em florestas tropicais de altitudes menores. De preferência em locais úmidos e sombreados, como ao longo dos rios e florestas de encosta (Tryon & Tryon, 1982; Lorscheitter *et al.*, 1999).

26. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Estampa III: 9-11.

Radiossimétrico, heteropolar. Subtriangular a triangular em vista polar, com ângulos truncados apresentando exospório distintamente mais espesso. Robusto. Trilete, margo desenvolvido. Pólo distal com espessamentos largos e irregulares, o proximal psilado.

Eixo equatorial: 70-76 μm .

Dados ecológicos: arborescente, com uma grossa camada de raízes adventícias no *caudex*, mais freqüente em ambientes sombreados. Em matas úmidas de montanha e florestas nebulares na América tropical, ao pé de encostas ou matas de galeria (Tryon & Tryon, 1982; Lorscheitter *et al.*, 1999). Espécie típica da mata com Araucária, capaz de sobreviver às condições rigorosas do inverno. No Rio Grande do Sul é encontrada em altitudes de 60 a 1200 m (Lorscheitter *et al.*, 1999).

27. Cyatheaceae

Estampa III: 12.

Radiossimétrico, heteropolar. Subtriangular a triangular em vista polar, com extremidades arredondadas. Trilete psilado, uniformemente espessado.

Eixo equatorial: 39-69 μm .

Dados ecológicos: arborescentes, com ampla distribuição, ocorrendo em florestas tropicais de montanha, florestas úmidas de montanha ou em florestas nebulares, assim

como ao longo dos rios e locais rochosos (Tryon & Tryon, 1982; Lorscheitter *et al.*, 1999).

28. *Hypolepis* Bernh.

Estampa III: 13-14.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monolete psilado, perispório equinado. Espinhos pequenos, irregulares, densamente distribuídos, cobrindo toda a superfície.

Eixo equatorial maior: 32-41 μm .

Eixo equatorial menor: 24-32 μm .

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: terrícola, no interior ou na borda das florestas, capoeiras, algumas vezes em ambientes úmidos e encharcados e em locais abertos (Tryon & Tryon, 1982).

No Rio Grande do Sul é encontrado desde o nível do mar até 1100 m de altitude, em florestas (Lorscheitter *et al.*, 2002).

29. Tipo *Dryopteris* Adans.

Estampa III: 15.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monolete psilado, perispório com numerosas dobras curtas e irregulares, de superfície psilada.

Eixo polar: cerca de 30 μm .

Eixo equatorial maior: cerca de 40 μm .

Dados ecológicos: gênero terrícola, rupestre ou raramente epifítico, em encostas de florestas úmidas, entre rochas, capoeiras, pântanos, campos e penhascos (Tryon & Tryon, 1982).

30. *Asplenium serra* Langsd. & Fisch.

Estampa III: 16-17.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monolete psilado, perispório reticulado. Retículo grosseiro e irregular, cobrindo toda a superfície. Altas pilas heterogêneas, formadas pelo perispório interno, sustentam o retículo. Espinhos curtos e isolados podem ocorrer sobre o muro.

Eixo polar: cerca de 35 μm .

Eixo equatorial maior: cerca de 40 μm .

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: terrícola, algumas vezes sobre rochas ou como epífita, em florestas e locais sombreados. No Rio Grande do Sul encontra-se desde o nível do mar até cerca de 900 m de altitude (Lorscheitter *et al.*, 2002).

31. *Blechnum cf. imperiale* (Fee & Glaziou) H. Chr.

Estampa IV: 1.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Amarelo escuro. Frequentemente plano-convexo em vista equatorial. Robusto. Monolete psilado. Às vezes com verrugas muito tênues, quase imperceptíveis.

Eixo polar: 63-73 μm .

Eixo equatorial maior: 84-88 μm .

Dados ecológicos: em geral subarborescente, terrícola, de ampla dispersão em locais pantanosos e úmidos, junto de águas correntes no campo, mas também em locais mais secos, em matas e capoeiras. No Rio Grande do Sul ocorre preferencialmente sobre turfeiras do Planalto leste (Sehnem, 1968).

32. Tipo *Blechnum* L.

Estampa IV: 2.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Amarelo claro. Plano-convexo em vista equatorial. Monolete psilado.

Eixo polar: 27-35 μm .

Eixo equatorial maior: 41-53 μm .

Obs: Tipo *Blechnum* difere de *B. cf. imperiale* pelo menor tamanho e pela coloração mais clara.

Dados ecológicos: gênero composto por plantas terrícolas, rupestres, algumas vezes epifíticas. Na América tropical cresce em florestas tropicais, florestas de montanha e florestas nebulares, ao longo de córregos e rios, também em pântanos e turfeiras, florestas de galeria e savanas. Algumas espécies vivem em locais alterados (Tryon & Tryon, 1982).

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

Estampa IV: 3-5.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monolete com margo, verrucado. Verrugas robustas, expandidas e distanciadas, de contorno regular.

Eixo polar: 38-55 μm .

Eixo equatorial maior: 49-75 μm .

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: epifítica, ocasionalmente epipétrica ou terrícola, em florestas. No Rio Grande do Sul encontra-se entre 30 a 1100 m de altitude (Lorscheitter *et al.*, 2005).

34. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.

Estampa IV: 6-7.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Monolete, verrucado. Verrugas robustas, irregulares, distribuídas por toda a superfície, diminuindo de tamanho em direção ao pólo proximal, onde se tornam bem menores.

Eixo polar: 50-60 μm .

Eixo equatorial: 66-82 μm .

Dados ecológicos: espécie epifítica a epipétrica, em locais sombreados e abertos, desde florestas de baixas altitudes até florestas nebulares e em rochas semi-sombreadas. No Rio Grande do Sul é encontrada em quase todas as regiões fisiográficas (Lorscheitter *et al.*, 2005).

35. Tipo *Polypodium hirsutissimum* Raddi

Estampa IV: 8-10.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Monolete, geralmente com margo desenvolvido, verrucado. Verrugas pequenas, baixas e delicadas, uniformemente distribuídas. Perispório papilado e com glóbulos grosseiros de distribuição irregular.

Eixo polar: cerca de 50 μm .

Eixo equatorial maior: cerca de 70 μm .

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: a espécie é epifítica, raramente epipétrica ou sobre ramos em decomposição no solo. Em florestas, locais sombreados ou mais abertos. No Rio Grande do Sul encontra-se desde o nível do mar até 1200 m de altitude (Lorscheitter *et al.*, 2005).

36. Tipo *Polypodium* L.

Estampa IV: 11-12.

Oblato a suboblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Monolete verrucado. Verrugas pequenas, uniformemente distribuídas por toda a superfície.

Eixo polar: 49-71 μm .

Eixo equatorial maior: 70-92 μm .

Obs: diferencia-se do Tipo *Microgramma vacciniifolia* por apresentar verrugas de tamanho semelhante por toda a superfície.

Dados ecológicos: gênero terrícola, rupestre ou epifítico. Na América tropical as espécies geralmente crescem nas florestas tropicais, de montanha, nebulares e de galeria, ou em savanas com vegetação alta (Tryon & Tryon, 1982). No Rio Grande do Sul o gênero ocorre, em geral, como epifítico, em florestas (Lorscheitter *et al.*, 2005).

37. *Salvinia* Ség.

Estampa V: 1.

Másculas de aspecto esponjoso, contendo esporos. Esporo radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Trilete psilado ou ligeiramente rugulado.

Referência: Tryon & Lugardon 1990.

Obs: encontrada apenas uma ocorrência de fragmento da máscula.

Dados ecológicos: plantas aquáticas flutuantes (Joly, 2002). Segundo Tryon & Tryon (1982) vegetam em lagos, rios, açudes, pântanos, muito raramente como terrícola em locais úmidos. Podem ser encontradas entre vegetação aquática ou formar grandes agrupamentos flutuantes. A maioria das espécies ocorre na América tropical e África, incluindo Madagascar (Sehnm, 1979). Na América cresce em altitudes baixas, menos de 100 m, raramente chegando a 1200 m (Tryon & Tryon, 1982).

38. *Huperzia* Bernh.

Estampa V: 2-4.

Radiossimétrico, heteropolar e piramidal. Subtriangular em vista polar. Trilete foveolado no pólo distal, psilado no proximal. Perfurações regularmente distribuídas.

Eixo equatorial: 42-47 μm .

Dados ecológicos: gênero epifítico ou rupestre, ocorrendo no interior ou na borda das matas e em locais úmidos (Lorscheitter *et al.*, 1998).

39. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill

Estampa V: 5-8.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a circular em vista polar, levemente cingulado. Trilete com margo, rugulado-reticulado no pólo distal, com projeções grosseiras e pequeno espessamento aproximadamente quadrangular central. Pólo proximal com exosporio tuberculado entre os raios. Tubérculos pequenos.

Eixo equatorial: 56-59 µm.

Dados ecológicos: terrícola, geralmente em turfeiras e campos úmidos. Em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

40. Tipo *Lycopodium clavatum* L.

Estampa V: 9-10.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar. Trilete reticulado. Retículo grosseiro no pólo distal. Pólo proximal com retículo irregularmente aberto, desaparecendo na porção mais central, onde o exosporio se torna psilado.

Eixo equatorial: cerca de 40 µm.

Obs: diferencia-se dos esporos de *L. clavatum* adicionados às amostras para cálculo de concentração por apresentar coloração mais clara.

Dados ecológicos: espécie terrícola, geralmente em capoeiras e ambientes semi-abertos (Tryon & Tryon, 1982). Em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

41. *Selaginella marginata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring

Estampa V: 11-12.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a circular em vista polar. Trilete baculado. Báculos pequenas, ainda menores no pólo proximal, densamente distribuídas.

Eixo equatorial: 42-56 µm.

Dados ecológicos: terrícola, em ambientes úmidos. Em todas as regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

42. *Isoetes* L.

Micrósporo

Estampa V: 13.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Hialino. Monolete psilado. Paraexospório psilado a escabrado, envolvendo frouxamente o grão, podendo estar a uma distância considerável deste, especialmente no pólo distal.

Eixo polar: com paraexospório: 28-32 μm

sem paraexospório: 17-24 μm .

Eixo equatorial maior: com paraexospório: 42-47 μm

sem paraexospório: 30-36 μm .

Eixo equatorial menor: com paraexospório: cerca de 30 μm

sem paraexospório: cerca de 20 μm .

Megáspero

Estampa V: 14-18.

Radiossimétrico, heteropolar. Subtriangular a circular em vista polar, com *cingulum*. Trilete, em geral com extremidades distintamente auriculadas. Levemente reticulado a escabrado no pólo distal, psilado a escabrado no proximal. Exospório externo lamelar e lacunoso, lacuna de espessura variável.

Eixo equatorial: 465-556 μm .

Obs: os megásporos foram encontrados no material retido na malha de 250 μm , durante a filtragem das amostras.

Dados ecológicos: aquático, palustre ou terrícola, geralmente submerso e/ou anfíbio em lagos, preferencialmente em águas rasas, poças ou córregos, também em margem de lagos, solos arenosos úmidos e em turfeiras (Tryon & Tryon, 1982). Gênero de distribuição cosmopolita (Tryon & Tryon, 1982; Fuchs-Eckert, 1986), ocorrendo em banhados e águas correntes no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Fuchs-Eckert, 1986).

Outros esporos

43. Monoletes outros

Esporos monoletes de pteridófitos, com morfologia que não permitiu uma identificação botânica mais acurada.

44. Triletes outros

Esporos triletes de pteridófitos (com raios não-bifurcados), com morfologia que não permitiu uma identificação botânica mais acurada.

45. Pteridófitos outros

Esporos mal-preservedos de pteridófitos, sem possibilidade de definição da marca (trilete ou monolete).

GIMNOSPERMAS

46. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Estampa VI: 1.

Globoso, aproximadamente esférico e isopolar. Robusto. Inaperturado, com exina delicada e escabrada, resultando em um grão irregularmente dobrado. Apresenta dois minúsculos descolamentos de parede celular, opostos, semelhantes aos de um grão bissacado, nem sempre perceptíveis.

Diâmetro: 67-92µm.

Dados ecológicos: árvore pioneira e heliófita, possibilitando a expansão das florestas sobre os campos no Planalto (Backes & Irgang, 2002). Irradia-se como elemento isolado sobre os campos limpos, formando agrupamentos, de início bastante esparsos, que vão tornando-se cada vez mais densos, até constituir capões de pinhais, preferencialmente em depressões dos campos, junto a cursos d'água, onde se iniciam os capões e matas de galeria, que se estendem por quase todos os campos (Reitz *et al.*, 1983). Sua ocorrência preferencial é no Planalto, em altitudes acima de 500 m (Backes & Irgang, 2002). Principal elemento fisionômico da Floresta Ombrófila Mista.

47. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Estampa VI: 2.

Bissacado. Corpo do grão esferoidal a elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monoulcerado no pólo distal, escabrado. Sacos grandes, com finas linhas irregulares, formadas pelo descolamento da exina.

Comprimento total (incluindo sacos): 52-115 µm.

Altura total (incluindo sacos): 35-107 µm.

Eixo equatorial maior (corpo): 35-101 µm.

Eixo equatorial menor (corpo): 32-95 µm.

Comprimento dos sacos: 24-68 µm.

Largura dos sacos: 50-94 µm.

Obs: a nomenclatura para as medições seguiu Erdtman (1957).

Dados ecológicos: árvore de médio porte, pioneira precursora em campos e capoeiras, indicada para recuperação de áreas degradadas ou matas ribeirinhas (Backes & Irgang, 2002), espécie esciófita e heliófita (Reitz *et al.*, 1983). Ocorrente no Planalto, junto à mata com Araucária, mas também mais ao sul, sobre as elevações da Serra do Sudeste.

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

Estampa VI: 3.

Peroblato, fusiforme, bilateral e isopolar. Inaperturado psilado, com dobras paralelas ao eixo maior, convergindo nas extremidades.

Eixo polar: cerca de 25 μm .

Eixo equatorial maior: cerca de 52 μm .

Dados ecológicos: espécie escandente, no Brasil ocorre somente no Rio Grande do Sul, habitando terrenos arenosos e secos do sul da Planície Costeira até os arredores de Porto Alegre (Baptista *et al.*, 1979; Lorscheitter, 1988). Segundo Waechter (1990), esta espécie é relativamente comum nas restingas arenosas das margens ocidental e setentrional da Laguna dos Patos, onde atinge seu limite norte de distribuição. Sua rara ocorrência no perfil sedimentar de Alpes de São Francisco só pode ser explicada por uma possível massa de ar ascendente, desde os terrenos baixos da Planície Costeira e zonas adjacentes.

ANGIOSPERMAS

49. *Drimys brasiliensis* Miers

Estampa VI: 4-6.

Tétrade tetraédrica. Grão oblato, radioassimétrico e heteropolar. Circular em vista polar. Monoulcerado no pólo distal, per-reticulado. Retículo grosseiro, diminuindo em direção à abertura até desaparecer junto ao *ulcus*. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro da tétrade: 48-52 μm .

Grão: Eixo polar: 22-27 μm .

Eixo equatorial: 33-37 μm .

Dados ecológicos: árvore de pequeno porte, acompanha o domínio da mata com Araucária sobre o Planalto na transição campo-floresta (Schultz, 1990; Backes &

Irgang, 2002). Característica dos capões de campos, subosques, áreas alagadas e florestas de altitude nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Trinta & Santos, 1997; Souza & Lorenzi, 2005). Esciófita ou de luz difusa, menos freqüente como heliófita e levemente seletiva higrófito (Trinta & Santos, 1997).

50. Urticales

Estampa VI: 7-8.

Radiossimétrico e isopolar. Pequeno, circular em vista polar. Triporado psilado. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 14-17 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, arbóreas ou arbustivas (Barroso, 1978; Joly, 2002), em geral relacionadas à ambiente de mata.

51. *Celtis* L.

Estampa VI: 9-10.

Radiossimétrico e isopolar, aproximadamente circular em vista polar. Triporado psilado, poros com espessamento anelar. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 29-30 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos, em matas (Schultz, 1990; Joly, 2002). Presente no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b; IBGE, 1982).

52. *Trema micrantha* (L.) Blume

Estampa VI: 11.

Suboblato a oblato-esferoidal, bilateral e isopolar. Pequeno, elíptico nas vistas polar e equatorial. Biporado psilado a escabrado. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo polar: 17-20 μm .

Eixo equatorial maior: 19-21 μm .

Dados ecológicos: espécie arbórea, considerada uma das pioneiras mais importantes no sul do Brasil na recomposição de áreas degradadas ou mesmo em reflorestamento inicial, e a mais amplamente distribuída (Backes & Irgang, 2002). Ocorre na orla das matas e nos capoeirões, onde torna-se bastante freqüente, sobretudo na mata latifoliada do Alto Uruguai e da Depressão Central (Reitz *et al.*, 1983; Schultz, 1990; Backes & Irgang, 2002).

53. *Alnus* Mill.

Estampa VI: 12-13.

Oblato-esferoidal, radioossimétrico e isopolar. Poligonal em vista polar. Tetraporado a estefanoporado com cinco poros, psilado a levemente escabrado. Poros proeminentes, com espessamento anelar característico. Exina com espessamentos em forma de arco, conectando um poro a outro. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 31-33 μm .

Dados ecológicos: arvoreta, pioneira particularmente em solos pantanosos, podendo cobrir grandes áreas úmidas (Marchant *et al.*, 2002). Distribuição principalmente andina, comum em áreas pantanosas das florestas de altitude dos Andes (2550-3100 m), ocorrendo também em florestas tropicais e subtropicais de galeria e locais rochosos. Não há representantes nativos do gênero no Brasil (Markgraf & D'Antoni, 1978; Joly, 2002; Marchant *et al.*, 2002). Segundo Roth & Lorscheitter (1993), a presença do pólen de *Alnus* em sedimentos do Planalto do Rio Grande do Sul deve-se ao transporte por ventos do sudoeste desde a Argentina, uma vez que seu pólen pode percorrer grandes distâncias através da atmosfera.

54. Tipo *Iresine* P. Browne

Estampa VI: 14-16.

Esférico, radioossimétrico e apolar. Pantoporado per-reticulado. Um poro no interior de cada lúmen do retículo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: 21-31 μm .

Obs: o gênero *Iresine* ocorre no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b), apresentando morfologia polínica muito semelhante a *Gomphrena* L.

Dados ecológicos: gênero composto por ervas ou subarbustos, anuais ou perenes, com distribuição nas regiões quentes e temperadas da América e África, ocorrendo em campos secos e arenosos, clareiras ou borda de mata. Também encontrado em dunas litorâneas (Vasconcellos, 1973; Schultz, 1990; Joly, 2002).

55. Tipo *Amaranthus* L.-Chenopodiaceae

Estampa VI: 17-19.

Esférico, radioossimétrico e apolar. Pantoporado psilado. Poros numerosos e regularmente distribuídos por toda a superfície. Columelas evidentes.

Diâmetro: 24-27 μm .

Obs: o gênero *Amaranthus* e as Chenopodiaceae apresentam grande semelhança na morfologia polínica, sendo muito difícil a separação taxonômica entre ambos. Preferiu-se, assim, a denominação Tipo *Amaranthus* L.-Chenopodiaceae.

Dados ecológicos: representantes de *Amaranthus* são ervas geralmente anuais (Souza & Lorenzi, 2005). As espécies ocorrentes no Rio Grande do Sul crescem em terrenos alterados, como ruderais (Vasconcellos, 1973). A maioria das Chenopodiaceae são ervas anuais ou raramente arbustos, muitas ruderais ou halófitas (Barroso, 1978; Schultz, 1990; Joly, 2002).

56. Caryophyllaceae

Estampa VI: 20.

Esférico, radiossimétrico e apolar. Pantoporado psilado. Poros distanciados, com característico espessamento anelar. Columelas evidentes.

Diâmetro: 36-46 μm .

Dados ecológicos: cosmopolita, maioria dos representantes composta por ervas anuais ou perenes, raramente subarbustos ou arbustos (Schultz, 1990; Joly, 2002). Espécies encontradas principalmente em ambientes abertos, como campos naturais e cerrados; comuns em áreas de altitude do sul do Brasil (Schultz, 1990; Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, espécies da família ocorrem em matas, barrancos, campos, encostas, regiões pedregosas, brejos, habitando desde solos úmidos até secos (Ceroni, 1973).

57. *Polygonum* L.

Estampa VI: 21-22.

Esférico, radiossimétrico e apolar. Pantoporado per-reticulado. Retículo com muros altos. Poros no interior de alguns lumens, regularmente distribuídos. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: 46-58 μm .

Dados ecológicos: ervas ou subarbustos freqüentemente encontrados em locais alagáveis, alguns comportando-se como invasores de culturas, ruderais (Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Gênero com representantes no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

58. Malvaceae

Estampa VI: 23-24.

Esférico, radiossimétrico, isopolar ou apolar. Robusto. Estefanoporado ou pantoporado, equinado. Espessamento anelar em torno dos poros. Espinhos de tamanho avantajado, columelas evidentes, especialmente perceptíveis na zona abaixo dos espinhos.

Diâmetro: 48-68 μm .

Dados ecológicos: ervas, subarbustos ou arbustos, raramente árvores de pequeno porte, cosmopolitas, com centro de dispersão nas regiões tropicais. Espécies de ambientes variados (Barroso, 1978; Schultz, 1990; Joly, 2002).

59. Cucurbitaceae

Estampa VI: 25-27.

Esférico, radiossimétrico e apolar. Pantoporado equinado. Poros tênues, pouco perceptíveis. Espinhos esparsos. Columelas evidentes.

Diâmetro: 48-54 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, trepadeiras ou rastejantes, raramente subarbustos ou arbustos (Barroso, 1978; Schultz, 1990; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005), cosmopolitas, preferencialmente em regiões tropicais (Schultz, 1990). A maioria das espécies ocorrentes no Rio Grande do Sul é encontrada em capoeiras, campo ou bordas e interior de matas (Porto, 1974).

60. *Chrysophyllum* L.

Estampa VII: 1.

Prolato, radiossimétrico e isopolar. Elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Retículo muito fino. Sexina nitidamente mais espessa que a nexina nas regiões polares. Columelas evidentes.

Eixo polar: 29-38 μm .

Eixo equatorial: 20-22 μm .

Dados ecológicos: árvores e arbustos lactescentes. No Rio Grande do Sul ocorrem em matas ou capões (Reitz, 1968).

61. *Myrsine* L.

Estampa VII: 2-4.

Oblato-esferoidal, radioossimétrico e isopolar. Circular a levemente quadrangular em vista polar, aproximadamente circular em vista equatorial. Tetracolpado a tetracolporoidado psilado. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 25 μm .

Eixo equatorial: 26-28 μm .

Dados ecológicos: no Rio Grande do Sul o gênero apresenta espécies arbóreas pioneiras, com vasta distribuição (Reitz *et al.*, 1983). Desenvolvem-se em qualquer tipo de solo. Indicadas para a recuperação de áreas degradadas. Amplamente dispersas pela avifauna (Backes & Irgang, 2002). Frequentemente encontram-se associadas à vegetação da mata com Araucária (Marchant *et al.*, 2002).

62. Tipo *Acacia* Mill. 1

Estampa VII: 5-6.

Políade elipsoidal em vista frontal. Grão suboblato a oblato-esferoidal, radioossimétrico, heteropolar, verrucado. Poros não evidenciados. Estratificação obscura.

Eixo maior da políade: cerca de 40 μm .

Eixo menor da políade: cerca de 26 μm .

Grão: Eixo polar: 11-13 μm .

Eixo equatorial: 12-15 μm .

Dados ecológicos: as espécies nativas são arbustos ou árvores de pequeno porte (Schultz, 1990). Gênero cosmopolita, abundantemente representado em savanas e matas (Burkart, 1979).

63. Tipo *Acacia* Mill. 2

Estampa VII: 7.

Políade elipsoidal em vista frontal, hialina. Grão oblato-esferoidal a esférico, radioossimétrico, heteropolar, psilado. Poros não evidenciados. Estratificação obscura.

Eixo maior da políade: cerca de 34 μm .

Eixo menor da políade: cerca de 24 μm .

Grão: Eixo polar: 9-11 μm .

Eixo equatorial: 9-12 μm .

Dados ecológicos: como em Tipo *Acacia* 1.

64. *Mimosa scabrella* Benth.

Estampa VII: 8-9.

Tétrade tetraédrica, pequena e hialina. Grão oblato-esferoidal a prolato, radioossimétrico, levemente heteropolar. Aproximadamente circular em vista polar. Poros não evidentes, psilado. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: 15-17 μm .

Grão: Eixo polar: 7-10 μm .

Eixo equatorial: 4-11 μm .

Dados ecológicos: árvore, pioneira mais importante da mata com Araucária, no limite entre a mata e o campo, formando agrupamentos densos, que possibilitam sua expansão. Espécie importante na incorporação de nitrogênio e fósforo ao solo através dos nódulos radiculares e queda das folhas (Backes & Irgang, 2002). Heliófita e pouco exigente às condições físicas dos solos, ocorrendo principalmente nas associações secundárias. Vastamente dispersa pelas submatas dos pinhais e pelos capoeirões do Planalto leste do Rio Grande do Sul, onde encontra-se circunscrita às florestas com pinheiros situados em maiores altitudes, de 700 a 1200 m (Burkart, 1979; Reitz *et al.*, 1983).

65. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth.

Estampa VII: 10-11.

Tétrade tetragonal, subquadrangular em vista frontal. Grão suboblato a oblato-esferoidal, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal alargado e pólo proximal nitidamente afilado. Porado verrucado. Poros equatoriais salientes. Columelas levemente perceptíveis.

Diâmetro da tétrade: 28-30 μm .

Grão: Eixo polar: 13-17 μm .

Eixo equatorial: 17-18 μm .

Dados ecológicos: subarbustos até árvores, em locais úmidos a pantanosos (Burkart, 1979; Lins & Baptista, 1990).

66. *Mimosa* L. 1

Estampa VII: 12-13.

Tétrade tetragonal, circular ou subquadrangular em vista frontal. Grão oblato a suboblato, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal alargado e pólo proximal nitidamente afilado. Pantoporado microverrucado.

Diâmetro da tétrade: 27-28 μm .

Grão: Eixo polar: 10-14 μm .

Eixo equatorial: 15-16 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas e arbustos, raras vezes árvores, preferentemente heliófitas (Burkart, 1979).

67. *Mimosa* L. 2

Estampa VII: 14-15.

Tétrade tetraédrica. Grão oblato a esférico, radioassimétrico, heteropolar. Pólo proximal um pouco afilado. Aproximadamente circular em vista polar. Pantoporado verrucado, verrugas tênues. Poros em pouco número, distanciados e irregularmente distribuídos.

Columelas pouco evidentes.

Diâmetro da tétrade: 17-26 μm .

Grão: Eixo polar: 8-13 μm .

Eixo equatorial: 8-20 μm .

Dados ecológicos: como em *Mimosa* 1.

68. *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa* (Vogel) Fortunato & Wunderlin

Estampa VII: 16.

Suboblato a oblato-esferoidal, radioassimétrico, isopolar. Robusto. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado gemado. Gemas muito grosseiras e distanciadas, irregularmente distribuídas. Columelas evidentes.

Eixo polar: 45-66 μm .

Eixo equatorial: 59-70 μm .

Dados ecológicos: árvore de pequeno porte, decidual, pioneira, importante componente da vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002).

69. Tipo *Vicia* L.

Estampa VII: 17-19.

Prolato, radioassimétrico, isopolar. Elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado psilado, levemente escabrado junto à região equatorial, entre os colporos. Endoabertura grande e circular. Columelas evidentes.

Eixo polar: 46-68 μm .

Eixo equatorial: 32-41 μm .

Dados ecológicos: espécies nativas do Brasil normalmente de porte baixo, trepadeiras com gavinhas, em campos, entremeadas a espécies herbáceas ou arbustivas, formando touceiras, ou prostradas sobre o solo (Bastos, 1996). O gênero é citado para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b). Centro de dispersão nos Andes meridionais (Rambo, 1951).

70. *Roupala* Aubl.

Estampa VII: 20-21.

Radiossimétrico, isopolar. Triangular em vista polar, com zonas interangulares retas. Triporado psilado. Poros desenvolvidos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 30-31 μm .

Dados ecológicos: plantas arbóreas, com ampla dispersão em matas do sul do Brasil (Backes & Irgang, 2002). Ocorre na mata com Araucária no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b; IBGE, 1982).

71. *Myriophyllum* L.

Estampa VII: 22-24.

Oblato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar e levemente elíptico em vista equatorial. Triporado a tetraporado, psilado a microverrucado, verrugas tênues. Poros muito salientes, com acentuado espessamento anelar. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 36 μm .

Eixo equatorial: 25-38 μm .

Dados ecológicos: ervas aquáticas ou de locais brejosos, distribuídas nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais (Joly, 2002; Fevereiro, 1975).

72. *Cuphea carunculata* Koehne

Estampa VII: 25-26.

Radiossimétrico, isopolar. Triangular em vista polar. Tricolporado psilado, com zonas interangulares quase planas, levemente projetadas. Endoabertura com proeminência bem característica, perceptível em vista polar. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 26-31 μm .

Dados ecológicos: o gênero está composto por ervas ou arbustos de campos úmidos ou secos, podendo também ocorrer em borda de mata, mata aberta, em clareiras ou mesmo

em banhados (Lourteig, 1969). Distribui-se na América do Sul e Central, em regiões quentes e temperadas.

73. Myrtaceae

Estampa VII: 27.

Radiossimétrico, isopolar. Subtriangular a triangular em vista polar, com zonas interangulares retas a levemente convexas e extremidades arredondadas. Tricolporado psilado. Colporos freqüentemente unidos na região do apocólpio, formando uma figura triangular no pólo. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 20-28 μm .

Dados ecológicos: plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas, com distribuição tropical ou subtropical (Schultz, 1990). No Rio Grande do Sul é a família que apresenta o maior número de espécies na flora arbórea, também se destacando pela grande densidade em distintas formações florestais (Sobral, 2003).

74. *Ludwigia* L.

Estampa VII: 28-29.

Radiossimétrico, isopolar. Robusto. Subtriangular a aproximadamente triangular em vista polar. Tripolorado psilado a verrucado, com verrugas irregulares e tênues. Poros com característico espessamento anelar. Endoabertura muito desenvolvida, inflando a zona das aberturas. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 58-60 μm .

Dados ecológicos: ervas e arbustos de ampla distribuição na América tropical, associados a locais úmidos, como brejos, terrenos alagadiços e margens de lagos (Schultz, 1990; Joly, 2002; Marchant *et al.*, 2002; Souza & Lorenzi, 2005).

75. Melastomataceae

Estampa VII: 30.

Subprolato a prolato, radiossimétrico, isopolar. Pequeno. Circular em vista polar. Tricolporado psilado, pseudocolpos intercalados aos colporos. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 15-21 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, em campos, brejos, bordo das matas (Barroso, 1984; Joly,

2002; Souza & Lorenzi, 2005). Rambo (1956b) cita várias espécies de Melastomataceae para o Planalto do Rio Grande do Sul.

76. *Phrygilanthus* Eichler

Estampa VII: 31.

Radiossimétrico, isopolar. Triangular em vista polar, com zonas interangulares côncavas e ângulos truncados. Exina frouxa na região equatorial interangular, formando uma franja irregular. Tricolporado psilado, colporos unidos nos pólos.

Eixo equatorial: 28-31 μm .

Dados ecológicos: plantas hemiparasitas, conhecidas popularmente como erva-de-passarinho (Schultz, 1990). O gênero é citado para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

77. *Ilex* L.

Estampa VII: 32-35.

Suboblato a subprolato, radiossimétrico, isopolar. Circular a subtriangular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolporado clavado. Clavas pequenas, densamente dispostas. Estratificação obscura.

Eixo polar: cerca de 28 μm .

Eixo equatorial: 22-35 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos distribuídos em zonas tropicais e temperadas. Ocorrentes no Planalto do Rio Grande do Sul, na encosta atlântica e na restinga litorânea (Edwin & Reitz, 1967).

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

Estampa VII: 36-37.

Oblato-esferoidal a subprolato, radiossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado, com opérculos característicos nas aberturas. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 29 μm .

Eixo equatorial: 24-32 μm .

Dados ecológicos: árvore de grande porte, polimórfica, heliófita, de ampla distribuição, ocorrendo em quase todas as formações naturais (Backes & Irgang, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Mais freqüente em áreas abertas, como clareiras ou matas alteradas,

regenera-se abundantemente nas capoeiras, sendo indicada para a recuperação e enriquecimento de vegetação secundária. Encontrada em terrenos de altitude (Reitz *et al.*, 1983; Schultz, 1990; Backes & Irgang, 2002).

79. Tipo *Croton* L.

Estampa VIII: 1-3.

Esférico, radiossimétrico, apolar. Inaperturado verrucado. Verrugas em conjuntos concêntricos, formando o "padrão *Croton*" de ornamentação.

Diâmetro: cerca de 52 µm.

Obs: encontrado somente fragmentos de grão.

Dados ecológicos: gênero de árvores, arbustos ou ervas, predominantemente tropicais, podendo ocorrer em campos, brejos ou pântanos (Schultz, 1990; Smith *et al.*, 1988; Marchant *et al.*, 2002). Rambo (1956b) cita a ocorrência do gênero para o Planalto do Rio Grande do Sul.

80. *Polygala* L.

Estampa VIII: 4-5.

Prolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico-comprimido em vista equatorial. Estefanocolporado psilado. Colporos longos e estreitos, com endoaberturas largas, unidas lateralmente, formando uma faixa contínua na região equatorial. Columelas pouco evidentes.

Eixo polar: 27-33 µm.

Eixo equatorial: 16-24 µm.

Dados ecológicos: ervas ou subarbustos, anuais, bianuais ou perenes, de ampla distribuição, especialmente em áreas neotropicais, exceto Austrália e Nova Zelândia (Marques & Gomes, 2002). Encontrados em campos, capoeiras, banhados, turfeiras, matas de pinhais de encosta, matinha nebulosa, bordas de mata, dunas, topos de morros e na margem de estrada, em solos secos, úmidos ou pedregosos (Lüdtke & Miotto, 2004).

81. *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.

Estampa VIII: 6.

Radiossimétrico, isopolar. Quadrangular em vista polar. Tetraporado per-reticulado. Zonas interangulares retas a levemente convexas. Retículo muito fino. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 29-34 μm .

Dados ecológicos: árvore de pequeno porte, pioneira, indicada para plantio em áreas degradadas (Backes & Irgang, 2002), ocorrendo no interior e borda de matas, capões, capoeiras e beira de rios (Reitz, 1980; Schultz, 1990), como também na mata com Araucária (IBGE, 1982).

82. Sapindaceae

Estampa VIII: 7-8.

Radiossimétrico, isopolar. Triangular em vista polar, zonas interangulares retas a levemente côncavas. Tricolporado per-reticulado. Colporos unidos na região do apocólpio, formando uma figura triangular. Retículo fino. Columelas pouco evidentes.

Eixo equatorial: 34-45 μm .

Dados ecológicos: plantas trepadeiras com gavinhas, também arbustos e árvores, raramente ervas (Barroso, 1984; Reitz, 1980; Schultz, 1990; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005), distribuição tropical e subtropical. Representantes no Planalto leste do Rio Grande do Sul (IBGE, 1982).

83. Anacardiaceae

Estampa VIII: 9-10.

Prolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado estriado. Colporos longos, endoaberturas alongadas transversalmente, em geral levemente retangulares. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: 36-49 μm .

Eixo equatorial: 23-26 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos, raramente lianas ou ervas. (Barroso, 1984; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005), com distribuição predominante nas regiões tropicais e subtropicais, poucas espécies em regiões temperadas. Em ambientes variados, como interior ou borda de matas pouco densas, capões, margem de riachos, encostas de morros e campos alterados (Fleig, 1987). Encontrada na região de ocorrência da mata com Araucária (Rambo, 1956b; IBGE, 1982).

84. Tipo Meliaceae

Estampa VIII: 11-12.

Radiossimétrico, isopolar, aproximadamente quadrangular em vista polar. Tetracolporado per-reticulado. Retículo muito fino. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 25-34 μm .

Dados ecológicos: família composta por plantas arbóreas de grande porte ou arbustos, em geral em florestas (Schultz, 1990; Marchant *et al.*, 2002), com distribuição predominantemente tropical e subtropical. Poucas espécies chegam até o sul do Brasil (Girardi, 1975). Ocorrente no interior e borda de matas (Girardi, 1975; Joly, 2002). Família com representantes na mata com Araucária (IBGE, 1982).

85. *Eryngium* L.

Estampa VIII: 13.

Perprolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico a elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado psilado, colporos longos. Endoaberturas alongadas transversalmente, retangulares. Columelas evidentes.

Eixo polar: 27-41 μm .

Eixo equatorial: 10-18 μm .

Dados ecológicos: ervas anuais ou perenes (Irgang, 1974; Schultz, 1990; Joly, 2002). Gênero cosmopolita, ocorrendo em capoeiras, campos, locais encharcados, pântanos, lagoas e turfeiras. No Rio Grande do Sul está presente principalmente nos Aparados da Serra e Campos de Cima da Serra (Irgang, 1974).

86. *Verbena* L.

Estampa VIII: 14-15.

Subprolato a prolato, radiossimétrico, isopolar. Tricolporado psilado. Colporos com margem levemente espessada. Columelas evidentes.

Eixo polar: 47-49 μm .

Eixo equatorial: 34-41 μm .

Dados ecológicos: ervas campestres, comuns no Rio Grande do Sul (Schultz, 1990). Várias espécies do gênero no Planalto do Estado (Rambo, 1956b).

87. Lamiaceae

Estampa VIII: 16-18.

Radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Estefanocolpado per-reticulado, em geral com seis colpos. Retículo fino. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 26-28 μm .

Dados ecológicos: ervas anuais ou perenes, arbustos ou raramente árvores, ocorrendo em ambientes variados (Schultz, 1990; Harley, 1985; Barroso, 1986; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Família cosmopolita, com o maior centro de dispersão na região do Mediterrâneo e no Oriente (Joly, 2002).

88. *Plantago* L.

Estampa VIII: 19-21.

Esférico, radiossimétrico, apolar. Pantoporado verrucado. Poros tênues e distanciados. Verrugas delicadas. Columelas evidentes.

Diâmetro: 27-30 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas campestres ou ruderais. Cosmopolitas, preferencialmente em zonas temperadas e frias. Ocorrentes em terrenos arenosos da restinga, campos secos a pantanosos, banhados e turfeiras (Rahn, 1966; Schultz, 1990; Joly, 2002). Gênero com representantes no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

89. Tipo Scrophulariaceae

Estampa VIII: 22-23.

Subprolato, radiossimétrico, isopolar. Pequeno e hialino. Subtriangular em vista polar, levemente elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado. Estratificação pouco evidente.

Eixo polar: 10-13 μm .

Eixo equatorial: 8-10 μm .

Dados ecológicos: família de plantas em geral herbáceas ou subarbustivas, mais raramente arbóreas. Cosmopolita, com centro de dispersão nas zonas temperadas. No Brasil várias espécies são campestres ou ruderais (Ichaso & Barroso, 1970; Schultz, 1990; Barroso, 1986; Joly, 2002).

90. Bignoniaceae

Estampa VIII: 24-25.

Radiossimétrico, isopolar. Robusto. Circular a subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Tricolpado per-reticulado. Retículo de tamanho variável. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 41-45 μm .

Dados ecológicos: plantas arbóreas, arbustivas e também trepadeiras com gavinhas foliares, raramente herbáceas (Sandwith & Hunt, 1974; Schultz, 1990; Barroso, 1986; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Ampla distribuição nas regiões tropicais, poucas espécies na zona temperada (Schultz, 1990; Joly, 2002). Família representada no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

91. *Utricularia* L.

Estampa VIII: 26.

Radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Estefanocolporado psilado, endoaberturas unidas. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: cerca de 29 μm .

Dados ecológicos: pequenas ervas heliófitas e higrófitas seletivas, ocorrendo preferencialmente sobre solos rochosos úmidos, lagoas, lagos, represas, banhados rasos e turfeiras (Schultz, 1990; Joly, 2002), com utrículos apropriados para captura e absorção da microfauna aquática (Taylor, 1980; Souza & Lorenzi, 2005). Presente no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

92. Tipo *Galium* L.

Estampa VIII: 27-28.

Radiossimétrico, isopolar. Circular em vista polar. Estefanocolporado psilado. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 24-27 μm .

Obs: citado anteriormente para o Quaternário do Rio Grande do Sul pelo antigo nome de *Relbunium* (Endl.) Hook. f.

Dados ecológicos: gênero de ervas anuais ou perenes, trepadeiras, muito raramente subarbustos, eretos ou escandentes, de locais úmidos (Joly, 2002; Delprete *et al.*, 2004). Amplamente distribuído no Rio Grande do Sul (Porto & Mariath, 1975, como *Relbunium*) em ambientes variados, sobre campos úmidos de altitude, capoeiras, turfeiras, banhados, borda de capões, margens de rios ou locais brejosos (Delprete *et al.*, 2004).

93. Tipo *Richardia* L.

Estampa VIII: 29-34.

Oblato a subprolato, radioossimétrico, isopolar. Robusto. Circular em vista polar. Estefanocolporado per-reticulado. Colporos longos. Endoaberturas grandes. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 43 μm .

Eixo equatorial: 35-63 μm .

Obs: primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: gênero de ervas anuais ou perenes ou subarbustos, de distribuição na América tropical. Ocorrentes em campos, capoeiras ou terrenos baldios. Algumas espécies ruderais (Joly, 2002; Delprete *et al.*, 2005).

94. Rubiaceae

Estampa IX: 1-3.

Subprolato, radioossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Estefanocolporado per-reticulado. Colporos longos. Estratificação evidente.

Eixo polar: cerca de 39 μm .

Eixo equatorial: 31-63 μm .

Dados ecológicos: plantas de hábito muito variado, árvores, arbustos, ervas eretas ou rastejantes, trepadeiras volúveis herbáceas ou lenhosas, ou lianas, terrícolas ou raramente epifíticas (Schultz, 1990; Joly, 2002; Delprete *et al.*, 2004). Cosmopolitas, especialmente em zonas tropicais e subtropicais, com poucas espécies em zonas temperadas (Joly, 2002).

95. *Valeriana eichleriana* (C. Muell.) Graebn.

Estampa IX: 4-5.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Pantoporado psilado, poros pequenos, distanciados. Columelas evidentes.

Diâmetro: cerca de 44 μm .

Dados ecológicos: erva comum nos campos ruprestes de altitude (Savanas Gramíneo-Lenhosas) e na floresta nebulosa (Floresta Ombrófila Densa Altomontana), (Sobral, 1999).

96. *Valeriana* L.

Estampa IX: 6-10.

Suboblato a prolato-esferoidal, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, circular a levemente elíptico em vista equatorial. Tricolpado microequinado. Colpos longos. Espinhos finos, distanciados, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo polar: 29-35 μm .

Eixo equatorial: 26-40 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas ou arbustos, raro trepadeiras, com ampla distribuição no Rio Grande do Sul, em campos de altitude, interior e bordo de matas com Araucária, matas de galeria, matas nebulares e banhados (Sobral, 1999).

97. Tipo *Baccharis* L.

Estampa IX: 11-13.

Suboblato a prolato, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, circular a elíptico em vista equatorial. Tricolporado equinado. Espinhos robustos, regularmente distribuídos, podendo mascarar as aberturas. Columelas evidentes. Frequentemente com descolamento da nexina, formando uma cava abaixo das columelas.

Eixo polar: cerca de 29 μm .

Eixo equatorial: 19-36 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por espécies herbáceas e arbustivas, em campos. Pode ocorrer também em áreas intermediárias entre campo e a mata, com vegetação arbustiva (Joly, 2002), ou ainda em áreas entre pântano herbáceo e mata paludosa. Com várias espécies ocorrentes nos campos do Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

98. Tipo *Gnaphalium* L.

Estampa IX: 14.

Esférico, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar e equatorial. Tricolporado microequinado. Espinhos regularmente dispostos sobre toda a superfície. Estratificação obscura.

Eixo polar: cerca de 22 μm .

Eixo equatorial: cerca de 22 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas comuns na região litorânea e em terrenos alterados (Joly, 2002). Presente nos campos do Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

99. Tipo *Vernonia* Schreb.

Estampa IX: 15-16.

Esférico, radioossimétrico, isopolar. Tricolporado per-reticulado equinado, lofado. Retículo grosseiro com muro muito alto, portando espinhos robustos, regularmente distribuídos, mascarando as aberturas. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: 28-55 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas, subarbustos, arbustos e árvores, amplamente representado no Rio Grande do Sul. Ocorrentes em distintos ambientes como campos, banhados, capoeiras, beira e interior de matas e margem de rios, também como ruderais (Matzenbacher & Mafioleti, 1994).

100. Mutisieae 1

Estampa IX: 17-18.

Subprolato a prolato, radioossimétrico, isopolar. Robusto. Elíptico-fusifforme em vista equatorial, com pólos levemente projetados. Tricolporado psilado. Colporos longos. Exina biestratificada, columelas evidentes. Camada interna de columelas mais espessa na zona equatorial.

Eixo polar: 53-56 μm .

Eixo equatorial: 39-43 μm .

Dados ecológicos: tribo constituída em geral por ervas e arbustos, menos freqüente como lianas e árvores. Maioria das espécies com formas de vida relacionadas predominantemente a ambientes campestres (Mondin, 1996).

101. Mutisieae 2

Estampa IX: 19-20.

Prolato-esferoidal, radioossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista equatorial. Tricolporado psilado. Exina biestratificada, columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 43 μm .

Eixo equatorial: cerca de 38 μm .

Obs: as diferenças entre Mutisieae 1 e Mutisieae 2 são a forma dos grãos e a distribuição das columelas.

Dados ecológicos: como em Mutisieae 1.

102. Alismataceae

Estampa IX: 21-23.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Pantoporado microequinado. Poros tênues e distanciados. Espinhos também distanciados, regularmente distribuídos, muito finos. Columelas evidentes.

Diâmetro: 29-32 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas lactescentes, cosmopolitas, aquáticas ou palustres (Schultz, 1990; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul podem ocorrer espécies submersas, flutuantes e emersas, habitando campos úmidos, banhados, bordas de lagos e rios (Irgang & Gastal Jr., 1996).

103. Eriocaulaceae

Estampa IX: 24-26.

Oblato, radioossimétrico, isopolar. Espiraperturado microequinado. Espinhos muito finos, distanciados, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 20 μm .

Eixo equatorial: cerca de 27 μm .

Obs: encontrado geralmente em fragmentos nas amostras.

Dados ecológicos: plantas herbáceas, heliófitas e higrófitas seletivas, em zonas tropicais e subtropicais, com centro de maior dispersão na região tropical da América do Sul, especialmente o Brasil (Joly, 2002). Em locais arenosos e úmidos, como também em banhados (Moldenke & Smith, 1976; Schultz, 1990). Citadas para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b), onde são freqüentes em turfeiras.

104. Cyperaceae

Estampa IX: 27.

Subprolato a prolato, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal em geral alargado, afilando em direção ao pólo proximal. Inaperturado, monoulcerado com *ulcus* no pólo distal e/ou com aberturas alongadas e irregulares, em número variável, na região

equatorial. Escabrado, com ornamentação mais grosseira nas aberturas. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo polar: 37-48 μm .

Eixo equatorial: 20-41 μm .

Obs: os grãos apresentam-se freqüentemente dobrados devido à fina espessura da exina.

Dados ecológicos: plantas herbáceas, raramente lianas ou arborescentes, cosmopolitas. Preferencialmente em locais abertos e úmidos, mas também em ambientes mais secos (Schultz, 1990; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Muitas espécies no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956b).

105. Poaceae

Estampa IX: 28-33.

Oblato-esferoidal a esférico, radiosimétrico, heteropolar. Circular em vista polar e equatorial. Monoporado psilado a levemente escabrado, poro com nítido espessamento anelar. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 47 μm .

Eixo equatorial: cerca de 48 μm .

Obs: os grãos apresentam-se freqüentemente dobrados devido à fina espessura da exina.

Dados ecológicos: plantas na grande maioria herbáceas, anuais ou perenes, predominando em áreas abertas de campo. Em variados ambientes no Rio Grande do Sul (Boldrini *et al.*, 2005).

106. *Typha* L.

Estampa X: 1-2.

Radiosimétrico, heteropolar. Aproximadamente circular em vista polar. Monoulcerado per-reticulado-rugulado, *ulcus* característico. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 30-40 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas aquáticas, perenes, de distribuição cosmopolita. Em ambientes palustres ou lacustres, formando densos agrupamentos (Reitz, 1984; Schultz, 1990; Joly, 2002).

107. *Eichhornia* Kunth

Estampa X: 3.

Peroblato, bilateral, heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Bicolpado psilado.

Colpos longos. Estratificação obscura.

Eixo equatorial maior: cerca de 35 μm .

Eixo equatorial menor: cerca de 15 μm .

Dados ecológicos: ervas paludosas ou aquáticas, flutuantes ou emergentes, comuns em rios, riachos e lagos (Schultz, 1990; Souza & Lorenzi, 2005).

108. Tipo Liliaceae 1

Estampa X: 4-5.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Monossulcado per-reticulado. Sulco longo.

Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial maior: cerca de 44 μm .

Eixo equatorial menor: 21-25 μm .

Dados ecológicos: família composta por plantas geralmente herbáceas, perenes, cosmopolitas, em diversos tipos de ambientes (Schultz, 1990; Joly, 2002;).

109. Tipo Liliaceae 2

Estampa X: 6-7.

Oblato, elipsoidal, bilateral e heteropolar. Robusto. Monossulcado per-reticulado. Sulco longo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial maior: 55-63 μm .

Eixo equatorial menor: 35-38 μm .

Obs: Tipo Liliaceae 2 difere do Tipo Liliaceae 1 pelo tamanho dos lumens do retículo.

Dados ecológicos: como em Tipo Liliaceae 1.

Outros grãos de pólen

110. Estefanocolpado

Estampa X: 8-9.

Esférico, amarronzado, radioossimétrico e isopolar. Estefanocolpado reticulado. Exina com camada basal grossa e teto fino. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 27 μm .

Eixo equatorial: cerca de 27 μm .

111. Tricolporado 1

Estampa X: 10.

Subprolato a prolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Colporos longos, retículo grosseiro. Columelas evidentes, sustentando o muro. Sexina nitidamente mais espessa do que a nexina, afinando acentuadamente nos pólos.

Eixo polar: 29-31 μm .

Eixo equatorial: 21-24 μm .

112. Tricolporado 2

Estampa X: 11-12.

Prolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado fino. Colporos longos, endoaberturas unidas. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 63 μm .

Eixo equatorial: cerca de 39 μm .

113. Triporado verrucado

Estampa X: 13.

Radiosimétrico, isopolar, aproximadamente circular em vista polar. Triporado verrucado.

Eixo equatorial: cerca de 37 μm .

114. Tricolpados outros

Pólen com três aberturas alongadas simples, cujas características morfológicas não permitiram uma identificação botânica dentro das angiospermas.

115. Tricolporados outros

Pólen com três aberturas alongadas compostas, portando nítida endoabertura, cujas características morfológicas não permitiram a identificação botânica dentro das angiospermas.

116. Indeterminados

Pólen com columelas, sem evidência clara do tipo e número de aberturas devido à má preservação, não havendo possibilidade de identificação.

OUTROS PALINOMORFOS

117. Espermatóforo de Copepoda

Estampa X: 14.

Corpo fusiforme, com longo prolongamento fino e curvilíneo, na extremidade do qual ocorre uma pequena dilatação com abertura circular. Superfície lisa.

Comprimento total: 53-68 μm .

Comprimento do corpo fusiforme: 17-30 μm .

Largura do corpo fusiforme: 6-9 μm .

Dados ecológicos: material originado de crustáceos ocorrentes nos mais variados ambientes aquáticos, tanto em água doce quanto em salgada. Também, em pântanos, águas subterrâneas, águas termais, sedimentos marinhos e associados a plantas e animais, como parasitas ou simbioses (Montú, 1999).

Palinomorfos indeterminados

118. Palinomorfo 1

Estampa X: 15.

Esférico, hialino. Parede celular fina, com inúmeras projeções tuberculadas.

Diâmetro: 26-37 μm .

119. Palinomorfo 2

Estampa X: 16.

Esférico, hialino. Robusto. Parede celular fina, com inúmeras projeções espinescentes.

Diâmetro: 46-76 μm .

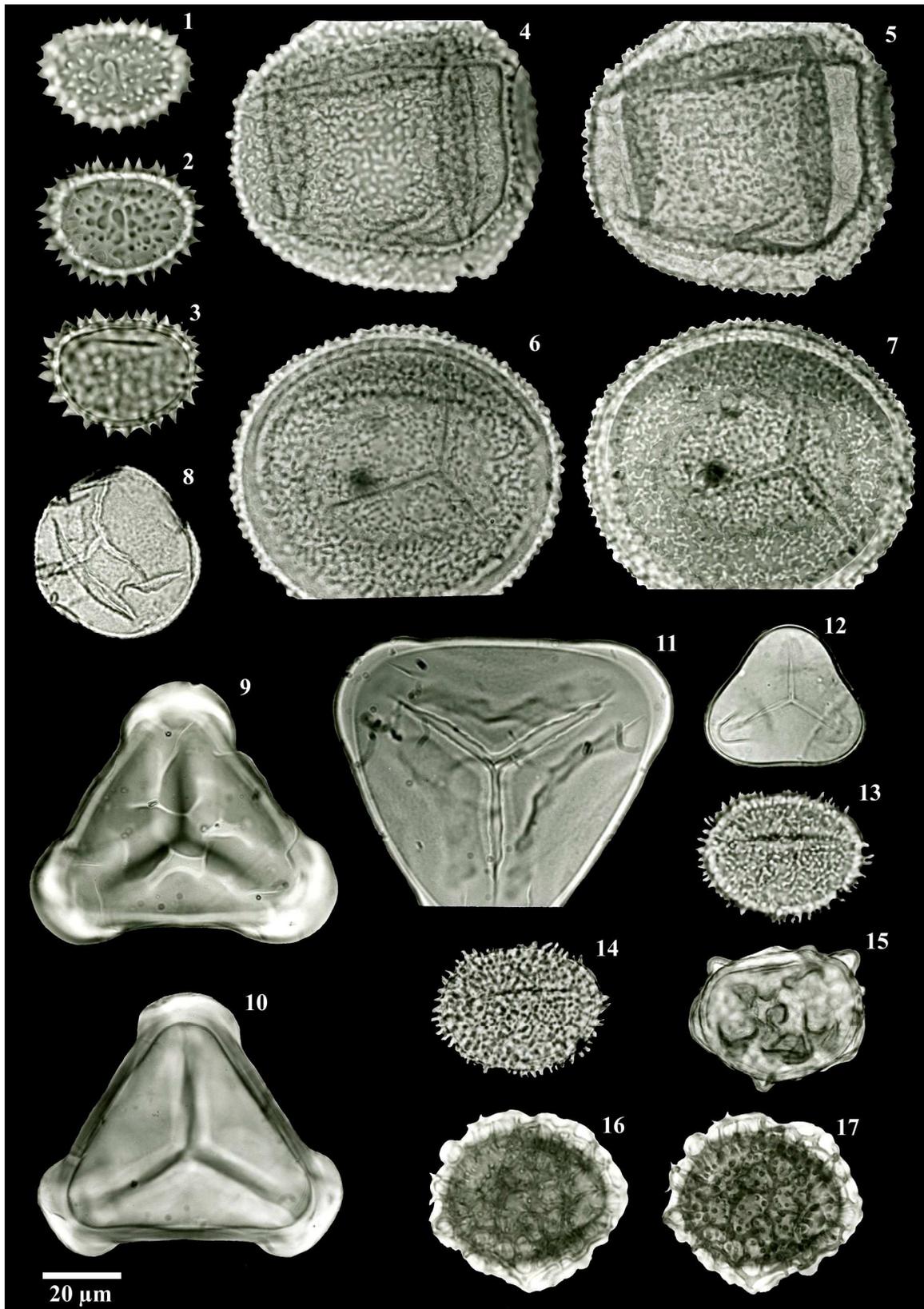
A separação dos palinomorfos, visando reconstituições paleoambientais, serviu de base às análises palinológicas (Tab. 1).



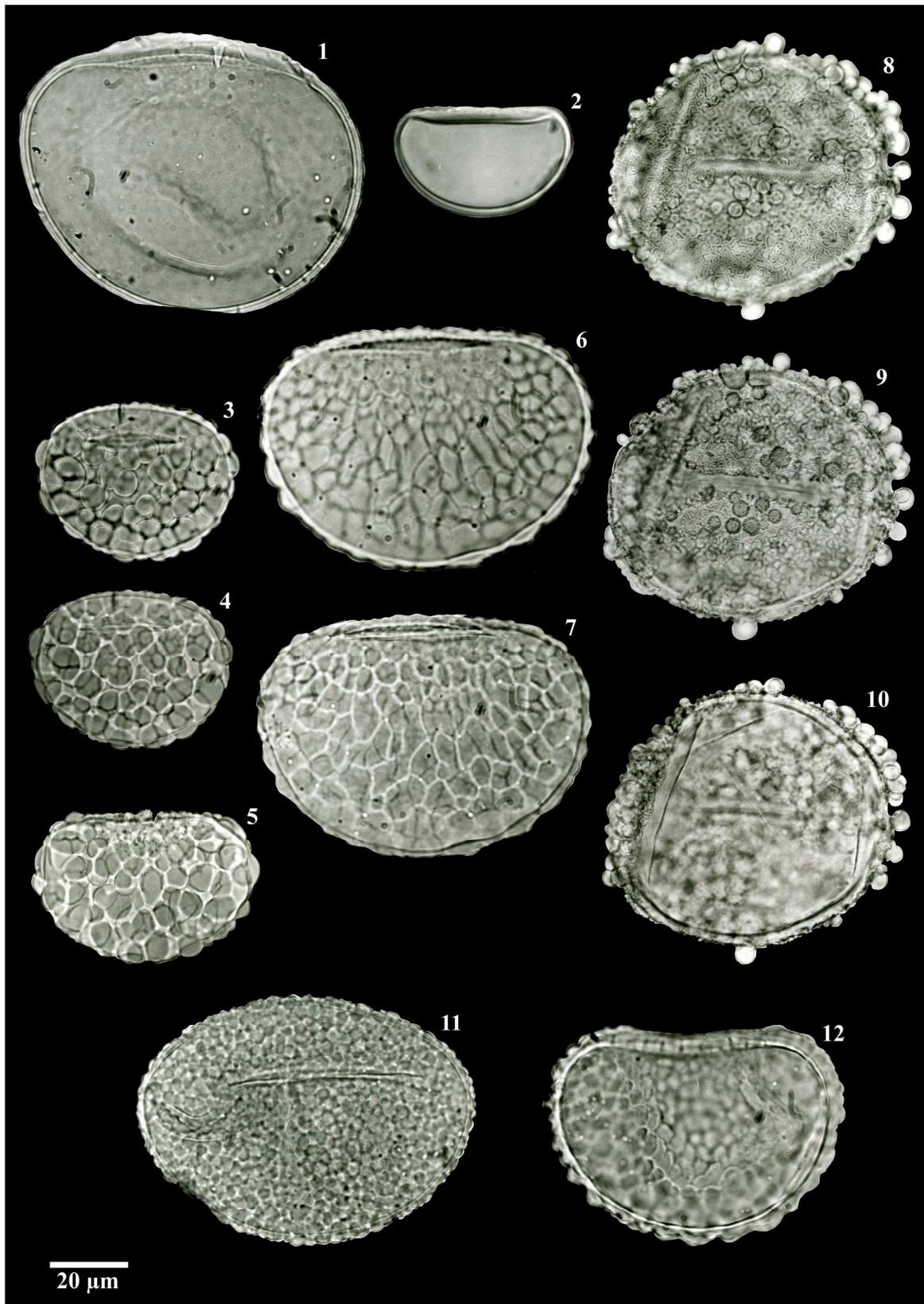
Estampa I: 1-9. Fungos. 1. *Glomus* Tul. & C. Tul.; 2. *Gelasinospora adjuncta* Cain; 3. Tipo *Helicoon pluriseptatum* Beverw.; 4. Tipo *Athelia* Pers.; 5. Esporo 1; 6. Esporo 2; 7. Esporo 3; 8. Esporo 4; 9. Hifas. **10-19. Algas.** 10-11. *Botryococcus* Kützing: 1°-2° pl; 12-13. *Debarya* (De Bary) Wittrock (vista frontal): 1°-2° pl; 14. *Mougeotia* C. A. Agardh; 15. *Spirogyra* Link (fraturado); 16-17. *Zygnema* C. A. Agardh. 16. Reentrâncias pequenas, 17. Reentrâncias robustas; 18-19. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher (vista frontal): 1°-2° pl. **20. Briófito.** 20. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov (fraturado). (pl=planos).



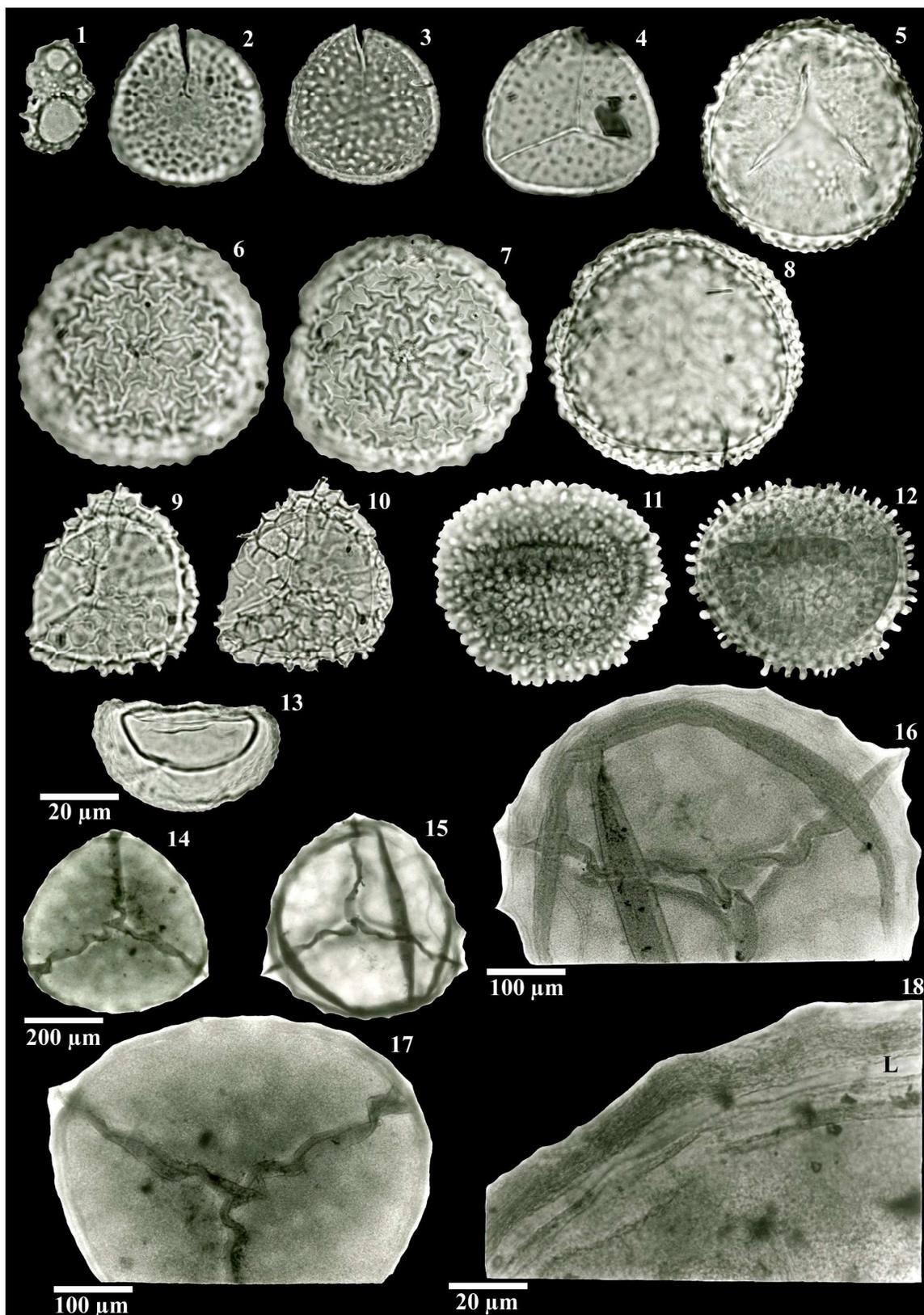
Estampa II: 1-14. Briófitos. 1-6. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. 1-4. (microequinado). 1-2. (PD, marca trilete vista por transparência): 1°-2° pl, 3-4. (PP, psilado): 1°-2° pl, 5-6. (PP, psilado): 1°-2° pl; 7-9. *Phaeoceros* Prosk. 7. (PP), 8-9. (PP): 1°-2° pl; 10-11. *Sphagnum recurvum* P. Beauv. 10. (PD, marca trilete vista por transparência), 11. (PP, lobos vistos por transparência); 12-14. Briófito (PP): 1°-3° pl. (pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal).



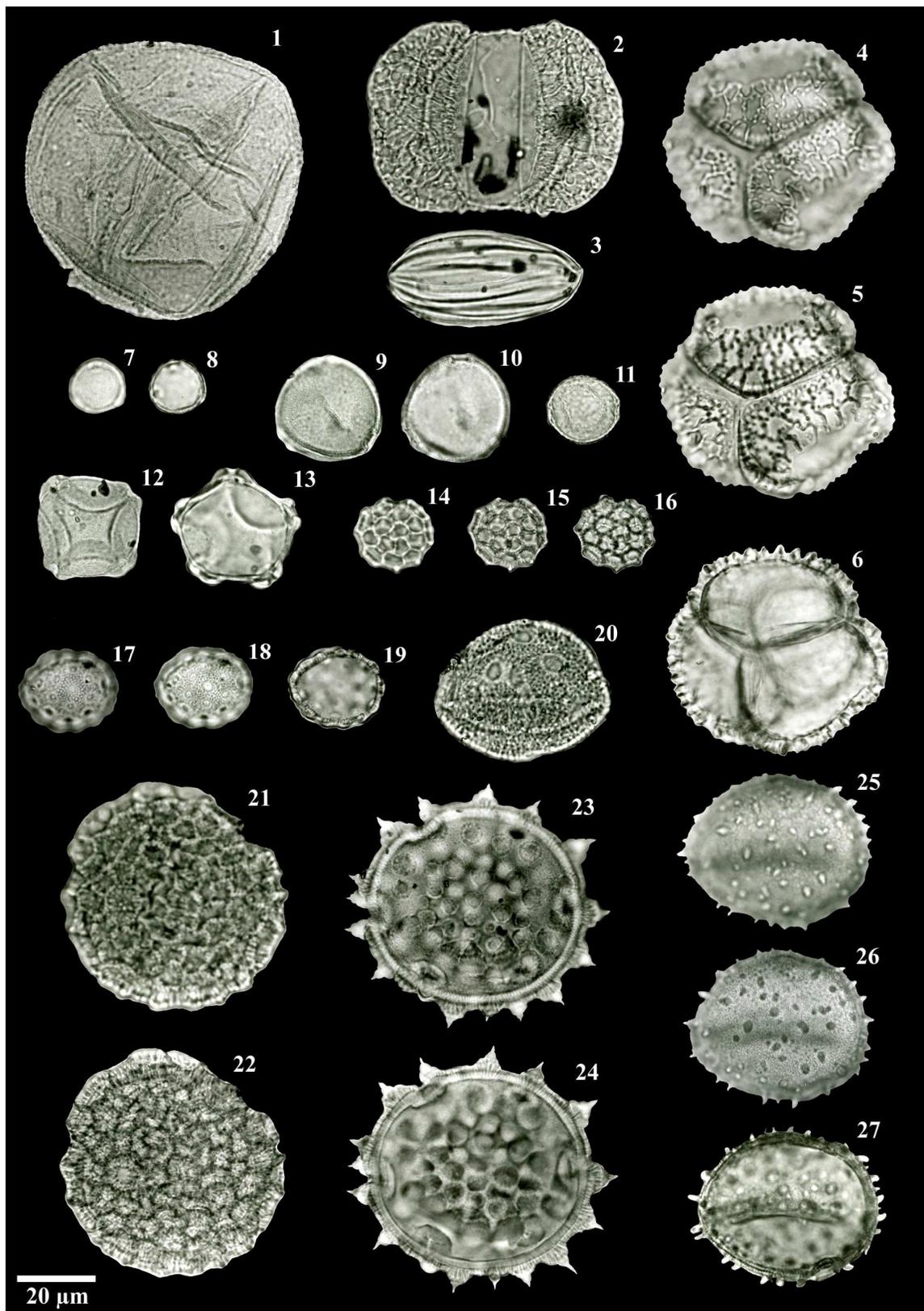
Estampa III: 1-17. Pteridófitos. 1-3. *Marattia laevis* Sm. (EQ): 1°-3° pl; 4-7. *Osmunda* L. 4-5. (EQ): 1°-2° pl, 6-7. (PP): 1°-2° pl; 8. Tipo *Hymenophyllum* Sm. (PP); 9-11. *Dicksonia sellowiana* Hook. 9-10. (PD): 1°-2° pl, 11. (PP); 12. Cyatheaceae (PP); 13-14. *Hypolepis* Bernh. (PD, marca monolete vista por transparência): 1°-2° pl; 15. Tipo *Dryopteris* Adans. (EQ); 16-17. *Asplenium serra* Langsd. & Fisch. (EQ): 1°-2° pl. (pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial).



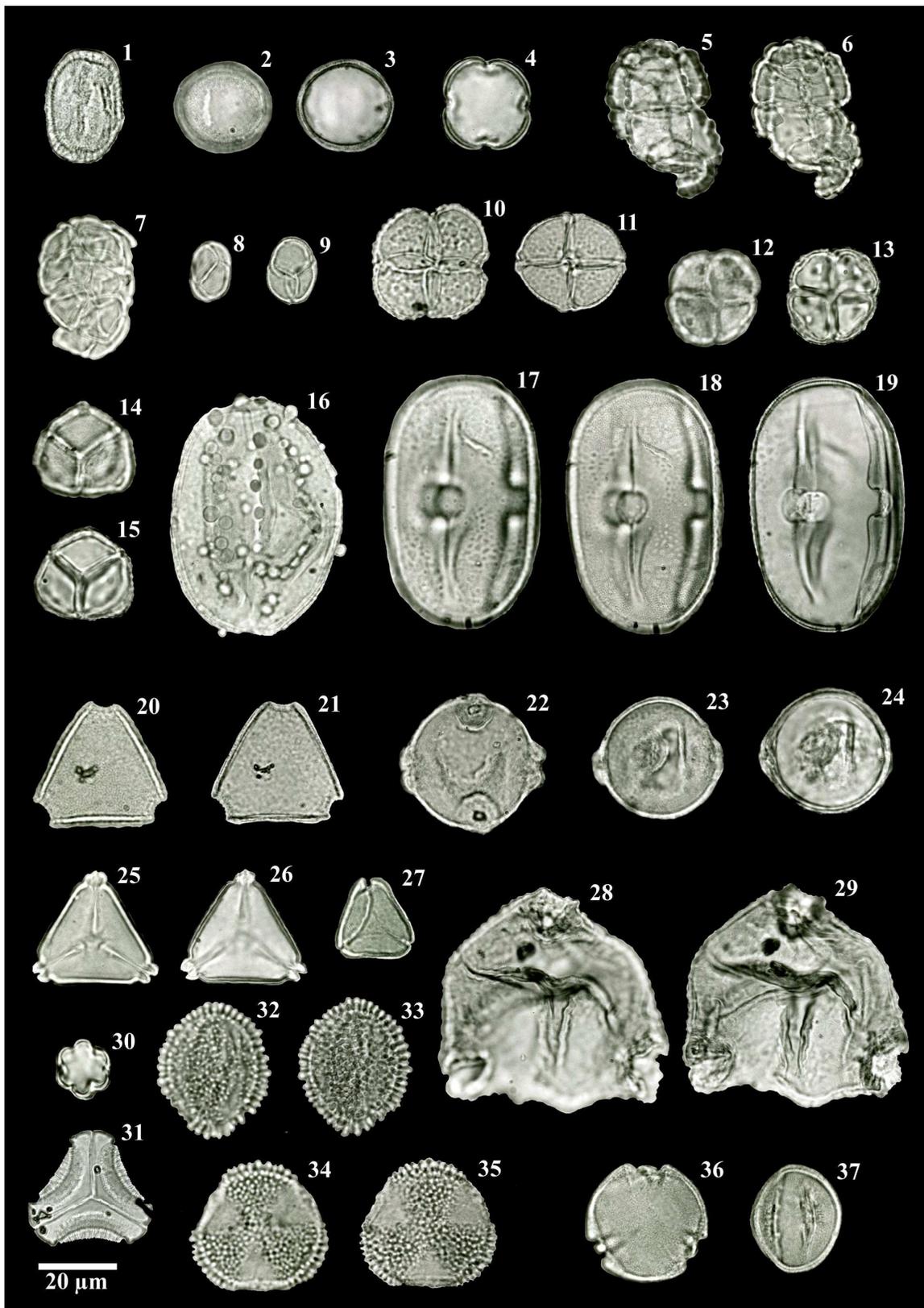
Estampa IV: 1-12. Pteridófitos. 1. *Blechnum* cf. *imperiale* (Fee & Glaziou) H. Chr. (EQ); 2. Tipo *Blechnum* L. (EQ); 3-5. *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price. 3-4. (obliquo): 1°-2° pl, 5. (EQ); 6-7. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel. (EQ): 1°-2° pl; 8-10. Tipo *Polypodium hirsutissimum* Raddi (PP): 1°-3° pl; 11-12. Tipo *Polypodium* L. 11. (PP), 12. (EQ). (pl=planos, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial).



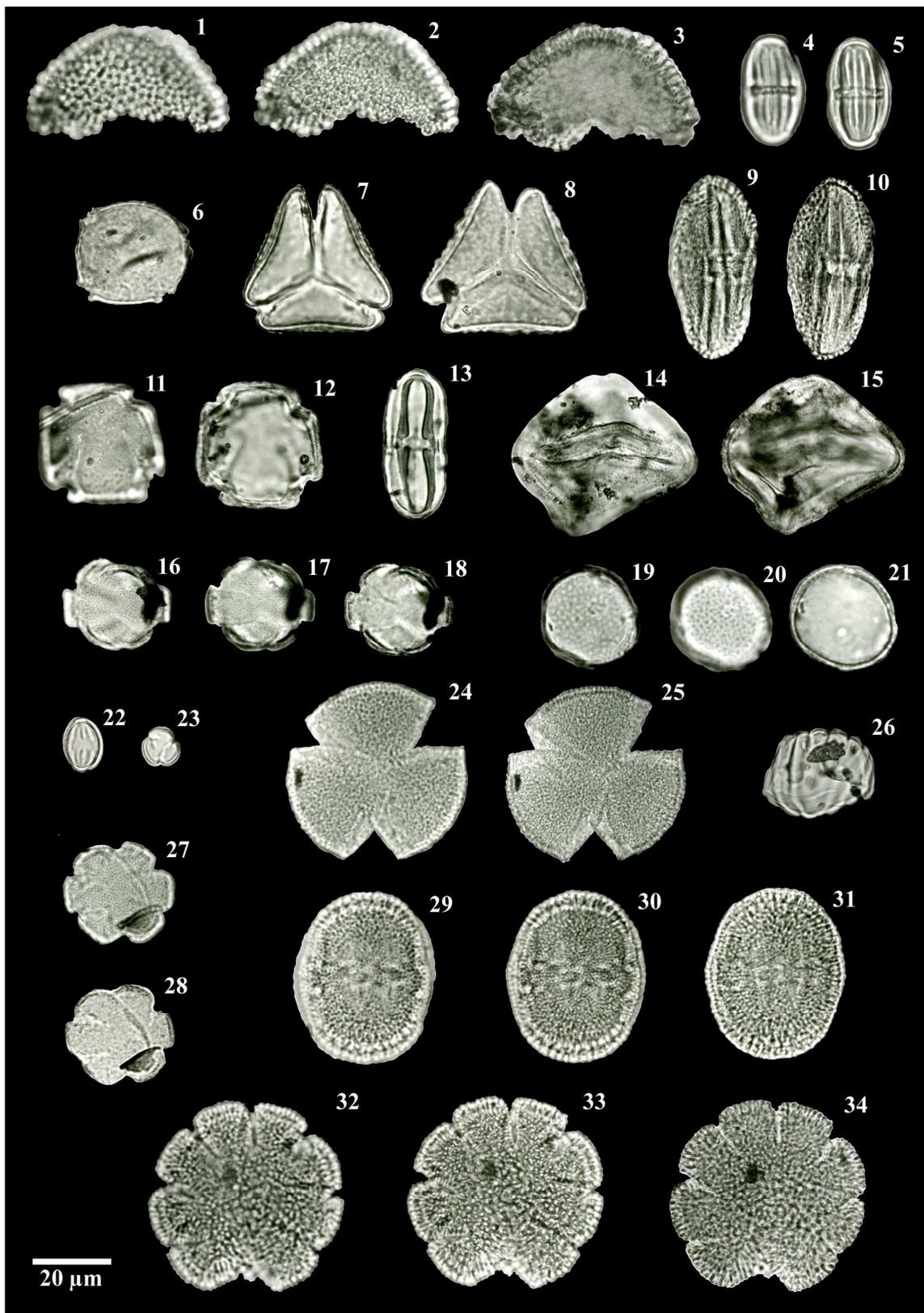
Estampa V: 1-18. Pteridófitos. 1. *Salvinia* Ség. (fragmento da mássula); 2-4. *Huperzia* Bernh. 2-3. (PD, fraturado); 1°-2° pl, 4. (PP, perfurações vistas por transparência); 5-8. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill. 5. (PP), 6-8. (PD); 1°-3° pl; 9-10. Tipo *Lycopodium clavatum* L. (PD, fragmentado, marca trilete vista por transparência); 1°-2° pl; 11-12. *Selaginella marginata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring (oblíquo); 1°-2° pl; 13-18. *Isoetes* L. 13. Microsporo (EQ, paraexspório desenvolvido), 14-18. Megásporos. 14. (PD, marca trilete vista por transparência), 15-16. (PP, raios com aurículas evidentes), 17. (PD, marca trilete vista por transparência), 18. Detalhe do exospório lamelar com lacuna (L). (pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial).



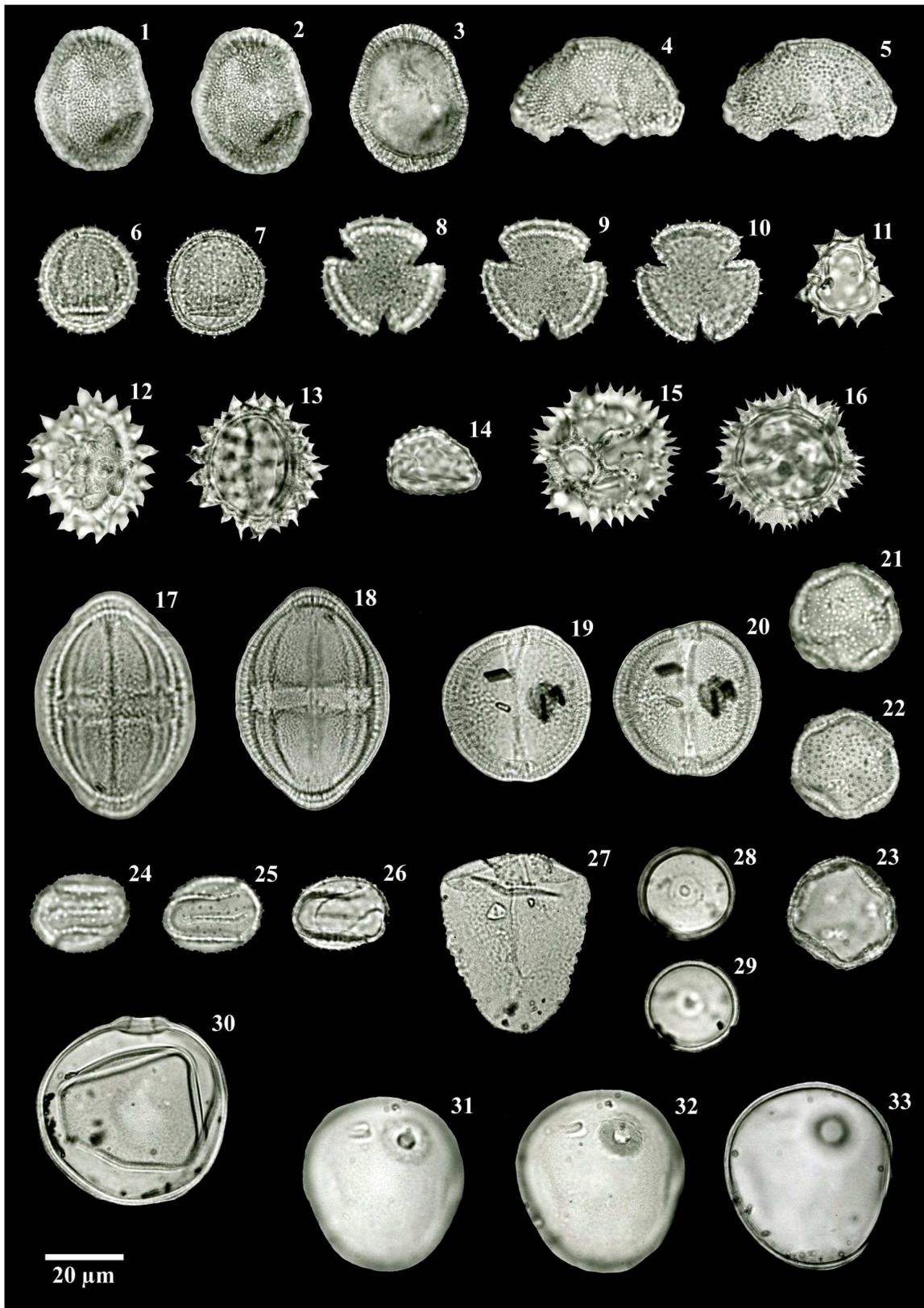
Estampa VI: 1-3. Gimnospermas. 1. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze; 2. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. (PD); 3. *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey. **4-27. Angiospermas.** 4-6. *Drimys brasiliensis* Miers: 1°-3° pl; 7-8. Urticales (P): 1°-2° pl; 9-10. *Celtis* L. (P): 1°-2° pl; 11. *Trema micrantha* (L.) Blume; 12-13. *Alnus* Mill. (P); 14-16. Tipo *Iresine* P. Browne: 1°-3° pl; 17-19. Tipo *Amaranthus* L. – Chenopodiaceae: 1°-3° pl; 20. Caryophyllaceae; 21-22. *Polygonum* L.: 1°-2° pl; 23-24. Malvaceae: 1°-2° pl; 25-27. Cucurbitaceae: 1°-3° pl. (pl=planos, PD=pólo distal, P=vista polar, EQ=vista equatorial).



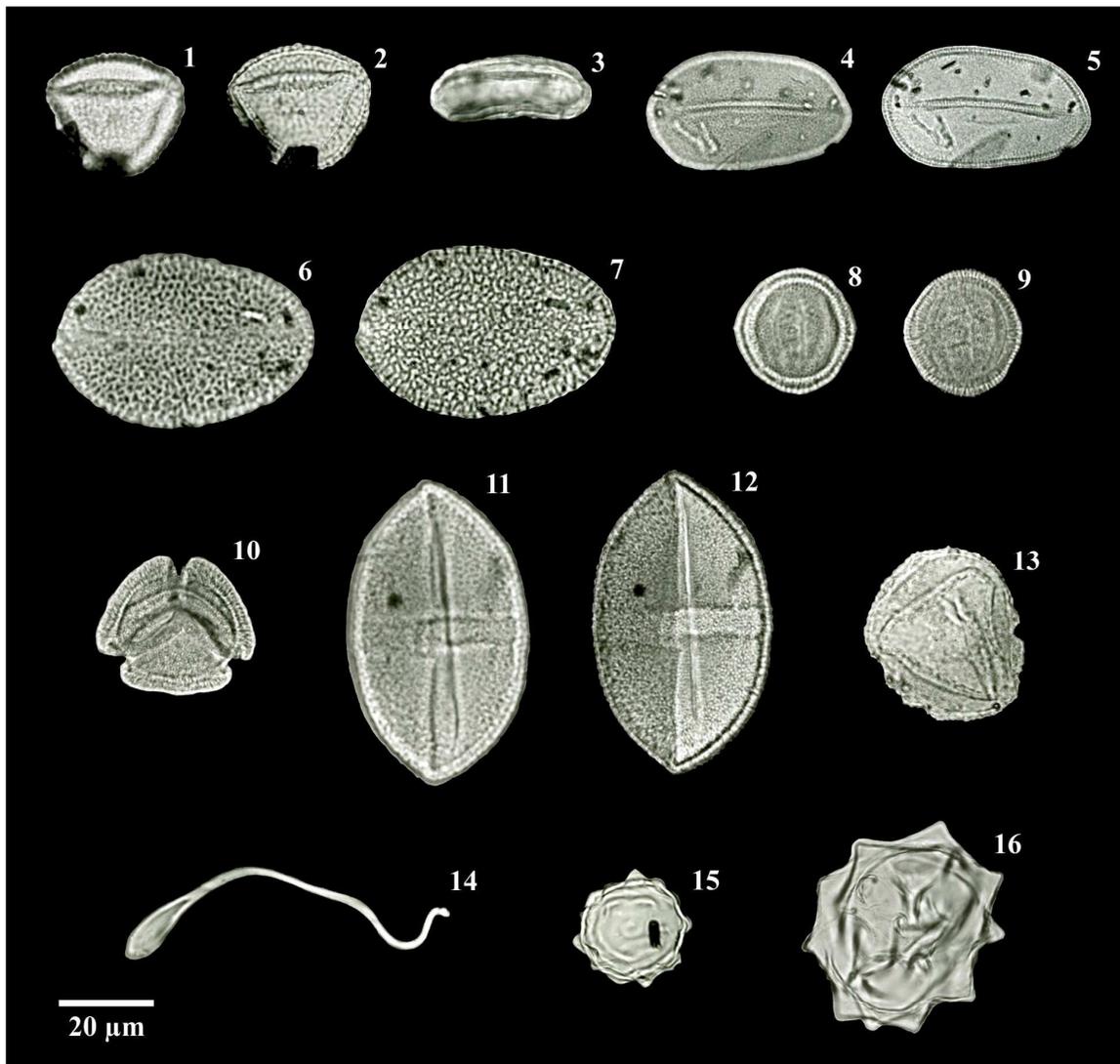
Estampa VII: 1-37. Angiospermas. 1. *Chrysophyllum* L.; 2-4. *Myrsine* L. 2-3. (EQ): 1°-2° pl, 4. (P); 5-6. Tipo *Acacia* Mill. 1 (fraturado): 1°-2° pl; 7. Tipo *Acacia* Mill. 2; 8-9. *Mimosa scabrella* Benth.; 10-11. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth.; 12-13. *Mimosa* L. 1: 1°-2° pl; 14-15. *Mimosa* L. 2: 1°-2° pl; 16. *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa* (Vogel) Fortunato & Wunderlin (oblíquo); 17-19. Tipo *Vicia* L. (EQ): 1°-3° pl; 20-21. *Roupala* Aubl. (P): 1°-2° pl; 22-24. *Myriophyllum* L. 22. (oblíquo), 23-24. (EQ): 1°-2° pl; 25-26. *Cuphea carunculata* Koehne (P): 1°-2° pl; 27. Myrtaceae (P); 28-29. *Ludwigia* L.: 1°-2° pl; 30. Melastomataceae (P); 31. *Phrygilanthus* Eichler (P); 32-35. *Ilex* L. 32-33. (EQ): 1°-2° pl, 34-35. (P): 1°-2° pl; 36-37. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. 36. (P), 37. (EQ). (pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial).



Estampa VIII: 1-34. Angiospermas. 1-3. Tipo *Croton* L. (fragmentado): 1°-3° pl; 4-5. *Polygala* L. (EQ): 1°-2° pl; 6. *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. (P); 7-8. Sapindaceae (P, fraturado): 1°-2° pl; 9-10. Anacardiaceae (EQ): 1°-2° pl; 11-12. Tipo Meliaceae (P): 1°-2° pl; 13. *Eryngium* L. (EQ); 14-15. *Verbena* L. (oblíquo): 1°-2° pl; 16-18. Lamiaceae (oblíquo): 1°-3° pl; 19-21. *Plantago* L.: 1°-3° pl; 22-23. Tipo Scrophulariaceae. 22. (EQ), 23. (P); 24-25. Bignoniaceae (P): 1°-2° pl; 26. *Utricularia* L. (oblíquo); 27-28. Tipo *Galium* L. (P): 1°-2° pl; 29-34. Tipo *Richardia* L. 29-31. (EQ): 1°-3° pl, 32-34. (P): 1°-3° pl. (pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial).



Estampa IX: 1-33. Angiospermas. 1-3. Rubiaceae (EQ): 1°-3° pl; 4-5. *Valeriana eichleriana* (C. Muell.) Graebn. (fragmentado, columelas vistas por transparência): 1°-2° pl; 6-10. *Valeriana* L. 6-7. (EQ): 1°-2° pl, 8-10. (P): 1°-3° pl; 11-13. Tipo *Baccharis* L.. 11. (P), 12-13. (EQ): 1°-2° pl; 14. Tipo *Gnaphalium* L. (oblíquo); 15-16. Tipo *Vernonia* Schreb.: 1°-2° pl; 17-18. Mutisieae 1 (EQ): 1°-2° pl; 19-20. Mutisieae 2 (EQ): 1°-2° pl; 21-23. Alismataceae: 1°-3° pl; 24-26. Eriocaulaceae (EQ): 1°-3° pl; 27. Cyperaceae (EQ); 28-33. Poaceae. 28-29. (P): 1°-2° pl, 30. (EQ), 31-33. (oblíquo): 1°-3° pl. (pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial).



Estampa X: 1-13. Angiospermas. 1-2. *Typha* L. (PD): 1°-2° pl; 3. *Eichhornia* Kunth (EQ); 4-5. Tipo Liliaceae 1 (PD, sulco visto por transparência): 1°-2° pl; 6-7. Tipo Liliaceae 2 (PD): 1°-2° pl; 8-9. Estefanocolpado (EQ): 1°-2° pl; 10. Tricolporado 1 (P); 11-12. Tricolporado 2 (EQ): 1°-2° pl; 13. Triporado verrucado (P). **14-16. Outros palinomorfos.** 14. Espermatóforo de Copepoda; 15. Palinomorfo 1; 16. Palinomorfo 2. (pl=planos, PD=pólo distal, P=vista polar, EQ=vista equatorial).

Tabela 1. Separação dos palinomorfos contados visando reconstituições paleoambientais. Alpes de São Francisco (perfil 1) + Banhado Amarelo (perfil 2), São Francisco de Paula, RS, Brasil.

GRUPOS	PÓLEN, ESPOROS E OUTROS PALINOMORFOS
AQUÁTICOS	Alismataceae, <i>Botryococcus</i> Kützing, <i>Debarya</i> (De Bary) Wittrock, <i>Eichhornia</i> Kunth, <i>Isoetes</i> L., <i>Mougeotia</i> C. A. Agardh, <i>Myriophyllum</i> L., <i>Pseudoschizaea rubina</i> Rossignol ex Christopher, <i>Salvinia</i> Ség., <i>Spirogyra</i> Link, <i>Zygnema</i> C. A. Agardh
PÂNTANO HERBÁCEO	<i>Aspiromitus punctatus</i> (L.) Schljakov, <i>Blechnum</i> cf. <i>imperiale</i> (Fee & Glaziou) H. Chr., Cyperaceae, Eriocaulaceae, <i>Ludwigia</i> L., <i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill, <i>Phaeoceros</i> Prosk., <i>Phaeoceros laevis</i> (L.) Prosk., <i>Polygala</i> L., <i>Osmunda</i> L., <i>Selaginella marginata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring, <i>Sphagnum recurvum</i> P. Beauv., Tipo <i>Blechnum</i> L., Tipo <i>Lycopodium clavatum</i> L., <i>Typha</i> L., <i>Utricularia</i> L.
MATA	Tipo <i>Acacia</i> Mill. 1, Tipo <i>Acacia</i> Mill. 2, <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg., <i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., Anacardiaceae, <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze, <i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch., <i>Bauhinia forficata</i> subsp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin, <i>Celtis</i> L., Bignoniaceae, <i>Chrysophyllum</i> L., Cyatheaceae, <i>Dicksonia sellowiana</i> Hook., <i>Drimys brasiliensis</i> Miers, <i>Huperzia</i> Bernh., <i>Hypolepis</i> Bernh., <i>Ilex</i> L., <i>Marattia laevis</i> Sm., <i>Mimosa scabrella</i> Benth., <i>Myrsine</i> L., Myrtaceae, <i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G. Price, <i>Phrygilanthus</i> Eichler, <i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl., <i>Roupala</i> Aubl., Sapindaceae, Tipo <i>Dryopteris</i> Adans., Tipo <i>Hymenophyllum</i> Sm., Tipo Meliaceae, Tipo <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel., Tipo <i>Polypodium</i> L., Tipo <i>Polypodium hirsutissimum</i> Raddi, <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume, Urticales
CAMPO	Caryophyllaceae, <i>Cuphea carunculata</i> Koehne, Mutisieae 1, Mutisieae 2, <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Polygonum</i> L., Tipo <i>Amaranthus</i> L. – Chenopodiaceae, Tipo <i>Baccharis</i> L., Tipo <i>Gnaphalium</i> L., Tipo <i>Iresine</i> P. Browne, Tipo Scrophulariaceae, Tipo <i>Vernonia</i> Schreb., Tipo <i>Vicia</i> L., <i>Valeriana eichleriana</i> (C. Muell.) Graebn., <i>Verbena</i> L.
AMBIENTE INDETERMINADO	Cucurbitaceae, <i>Eryngium</i> L., Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, <i>Mimosa</i> L. 1, <i>Mimosa</i> L. 2, <i>Mimosa</i> ser. <i>Lepidotae</i> Benth., Rubiaceae, Tipo <i>Croton</i> L., Tipo <i>Galium</i> L., Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, Tipo <i>Richardia</i> L., <i>Valeriana</i> L., , Angiospermas indeterminadas, Briófito, Briófitos outros, Estefanocolpado, Monoletes outros, Pteridófitos outros, Tricolpados outros, Tricolporado 1, Tricolporado 2, Tricolporados outros, Triletes outros, Triporado verrucado
FUNGOS	<i>Gelasinospora adjuncta</i> Cain, <i>Glomus</i> Tul. & C. Tul., Tipo <i>Athelia</i> Pers., Tipo <i>Helicoon pluriseptatum</i> Beverw., Esporo 1, Esporo 2, Esporo 3, Esporo 4, Fungos outros, Hifas
OUTROS PALINOMORFOS	Espermatóforo de Copepoda, Palinomorfo 1, Palinomorfo 2
ESTRANHOS À FLORA REGIONAL	<i>Alnus</i> Mill., <i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey.

2. Descrição das zonas dos diagramas palinológicos

2.1. Alpes de São Francisco

ZONA I (Profundidade: 125-98 cm)

Sedimentos de cor cinza claro, plásticos, argilo-arenosos com areia fina, entrando em contato, no início da metade superior da zona, com sedimentos orgânicos, cinza-escuros, plásticos, levemente arenosos, com areia também fina.

Idade absoluta (^{14}C): 12650±70 anos AP (Beta 200630) na base da seqüência, a 119 cm de profundidade, e 10830±70 anos AP (Beta 204453) a 100 cm.

Intervalo de tempo estimado: 13000-10600 anos AP.

A curva de saturação, da amostra de 110 cm de profundidade, resultou num total de 23 tipos polínicos em 500 grãos contados, o mais baixo índice entre os três níveis considerados (Fig. 2A).

Os componentes aquáticos têm a maior freqüência do testemunho na porção inferior da zona I, tornando-se em geral muito escassos já ao final da mesma. Isto fica evidente nas porcentagens dos diagramas desdobrados e nos somatórios dos indicadores aquáticos. É também claramente observado no diagrama composto (aquáticos x pântano herbáceo), (Fig. 3). *Isoetes* destaca-se entre os indicadores aquáticos, com freqüências entre 0,2-3%, seguido por *Myriophyllum*, com 0,1-3%. *Zygnema* tem sua maior freqüência no centro da zona (2%). Os demais componentes aquáticos (com freqüências inferiores a 0,6%) são *Alismataceae*, *Salvinia*, *Eichhornia*, *Botryococcus*, *Spirogyra*, *Debarya* e *Pseudoschizaea rubina* (Fig. 3). As maiores concentrações dos componentes aquáticos correspondem aos indicadores de lago, especialmente *Isoetes*, também com retração ao final da zona. As concentrações das algas são escassas no intervalo quando comparadas às da metade superior da próxima zona (Fig. 4). Na zona I há também a presença de megásporos de *Isoetes* nas amostras.

Ao contrário dos aquáticos, os indicadores de pântano herbáceo aumentam a freqüência ao longo da zona até seu topo, como pode ser observado nos diagramas desdobrados, no somatório de porcentagem e no diagrama composto (aquáticos x pântano herbáceo), (Fig. 3). *Cyperaceae* domina a porcentagem (12-22%). Com freqüências bem mais baixas estão *Phaeoceros laevis* (0,1-3%) e *Sphagnum recurvum* (0,1-2%) e, em baixíssimas porcentagens (inferiores a 0,7%), *Blechnum cf. imperiale*,

Eriocaulaceae, Tipo *Blechnum*, *Osmunda*, *Selaginella marginata*, *Phaeoceros*, *Utricularia*, *Lycopodiella alopecuroides*, *Aspiromitus punctatus*, *Polygala* e *Ludwigia*, (Fig. 3). As concentrações dos indicadores de pântano herbáceo são muito baixas quando comparadas às das demais zonas, o somatório evidenciando também um aumento em direção ao topo do intervalo. Cyperaceae tem a maior concentração do grupo (Fig. 4).

Os indicadores de mata ocorrem em porcentagens baixíssimas ao longo de toda a zona, tanto nos diagramas desdobrados quanto em seu somatório. Nos diagramas compostos (aquáticos + pântano herbáceo x mata e mata x campo) também são observadas essas baixas frequências de indicadores de florestais, que se mantêm uniformes em toda a zona (Fig. 3). Urticales (0,1-1,4%) e *Celtis* (0-0,4%) são os indicadores de florestais com frequências mais altas. Os demais têm porcentagens inferiores a 0,2%: *Chrysophyllum*, Bignoniaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, *Alchornea triplinervia*, *Trema micrantha*, *Myrsine*, *Marattia laevis*, Tipo *Polypodium*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Cyatheaceae, *Mimosa scabrella*, *Podocarpus lambertii*, *Ilex* e *Dicksonia sellowiana* (Fig. 3). As concentrações de indicadores florestais são também baixíssimas na zona quando comparadas às demais, destacando-se *Podocarpus lambertii* como o principal componente (Fig. 4).

Os indicadores de campo, ao contrário dos de mata, têm porcentagens altas e uniformes em toda a zona, tanto no diagrama do somatório de porcentagens quanto no diagrama composto (mata x campo), (Fig. 3). Destacam-se Poaceae, com porcentagens uniformes ao longo do intervalo (39-46%), *Plantago*, com maior frequência na porção inferior da zona (11%), decaindo na porção superior (0,8%), e Tipo *Baccharis*, apresentando um acentuado aumento ao longo da zona, de 5% na porção inferior para 21% na superior. Os demais indicadores campestres têm porcentagens baixíssimas, inferiores a 0,6%: Tipo *Gnaphalium*, Caryophyllaceae, Tipo *Vernonia*, Tipo *Iresine*, *Cuphea carunculata*, Tipo *Vicia*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, Mutisieae 1 e *Polygonum* (Fig. 3). Ao contrário das porcentagens, o somatório das concentrações de componentes de campo mostra-se com valores muito baixos no início do intervalo quando comparados aos da porção superior da próxima zona. Sua frequência aumenta em direção ao topo da zona I devido ao aumento da concentração de integrantes do conteúdo principal: Poaceae, Tipo *Baccharis*, Tipo *Vicia* e Mutisieae 1 (Fig. 4).

Os componentes de ambiente indeterminado têm porcentagens muito baixas na zona, grande parte deles diminuindo ainda mais em sua porção superior. Destacam-se

Eryngium (0,7-3%), Tricolporados outros (2-4%) e Angiospermas indeterminadas (0,5-5%). Os demais têm frequências inferiores a 1%: Tipo *Croton*, *Mimosa* série *Lepidotae*, Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, *Valeriana*, *Mimosa* 1, Tipo *Galium*, Tipo *Richardia*, *Mimosa* 2, Malvaceae, Briófito, Briófitos outros, Monoletes outros, Triletes outros, Pteridófitos outros, Triporado verrucado, Tricolpados outros e Tricolporado 1 (Fig. 3). Os diagramas de concentração apresentam também frequências muito baixas de integrantes de ambiente indeterminado quando comparadas às porções mais superiores da próxima zona, sendo Tipo *Croton*, *Mimosa* série *Lepidotae* e *Eryngium* os principais (Fig. 4).

Os fungos têm baixíssimas porcentagens na zona (0,4-0,9%). Ocorrem apenas Fungos outros e Hifas, com frequências entre 0,4-0,7% e 0-0,2%, respectivamente. As concentrações de fungos são também bastante baixas quando comparadas às da porção superior da próxima zona (Fig. 3-4).

Outros palinórfos têm baixíssimas porcentagens (0-0,1%), correspondendo a Espermatóforo de Copepoda e Palinórfos 1. *Alnus* e *Ephedra tweediana*, estranhos à flora regional, ocorrem em porcentagens ainda menores (Fig. 3).

A zona I coincide com quase todo o primeiro agrupamento do dendrograma (Fig. 3).

ZONA II (Profundidade: 98-27 cm)

Sedimentos escuros, ricos em matéria orgânica, friáveis, argilo-arenosos, baixo teor de areia fina, aquosos. Aproximadamente homogêneos na cor e na litologia.

Idade absoluta (^{14}C): 4120±40 anos AP (Beta 211189), a 34 cm de profundidade.

Intervalo de tempo estimado: 10600-3300 anos AP.

A curva de saturação, da amostra de 48 cm de profundidade, resultou num total de 28 tipos polínicos em 500 grãos contados, evidenciando um aumento em relação à primeira curva (Fig. 2A).

Entre os indicadores aquáticos, *Isoetes* e *Myriophyllum* decaem em porcentagem e desaparecem no seu início. *Isoetes* volta a ocorrer, em baixas frequências, na metade superior. Dentre as algas, as porcentagens se mantêm muito baixas, destacando-se *Zygnema* (0,7-3%), com diagrama muito similar ao do somatório das algas, e *Pseudoschizaea rubina* (0-1%). Também em baixíssimas porcentagens estão *Debarya*, *Mougeotia* e *Spirogyra* (Fig. 3). Ao contrário dos diagramas de porcentagem, na metade

superior e no topo da zona aumentam muito as concentrações de *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Pseudoschizaea rubina* e *Zygnema*, tornando-se as maiores de todo testemunho (Fig. 4).

Já na metade inferior da zona II grande parte dos componentes de pântano herbáceo, ao contrário dos aquáticos, começa a aumentar suas porcentagens, o que fica também evidente no somatório do grupo e no diagrama composto (aquáticos x pântano herbáceo), (Fig. 3). Nos diagramas desdobrados, as porcentagens de *Sphagnum recurvum* (2-18%), *Blechnum cf. imperiale* (8-21%), *Eriocaulaceae* (0,7-5%), Tipo *Blechnum* (0,1-6%) e *Osmunda* (0-29%), componentes do conteúdo principal do pântano herbáceo, aumentam na metade superior da zona. Ao contrário, Cyperaceae (8-21%) apresenta declínio geral neste intervalo. *Phaeoceros laevis* (0,6-9%) é mais freqüente na porção inferior da zona. Em baixas porcentagens (inferiores a 1%) ocorrem *Selaginella marginata*, *Phaeoceros*, *Utricularia*, *Lycopodiella alopecuroides*, *Aspiromitus punctatus*, *Typha*, *Polygala* e *Ludwigia* (Fig. 3).

Diferentemente dos diagramas de porcentagem, nos de concentração Cyperaceae, *P. laevis* e *S. recurvum*, componentes do conteúdo principal, se retraem próximo à porção central da zona, voltando a aumentar na metade superior, onde atingem as mais altas concentrações do testemunho. Isto fica também evidente no somatório das concentrações do grupo (Fig. 4).

Ao contrário dos indicadores de pântano herbáceo, os componentes de mata apresentam porcentagens baixíssimas em praticamente toda a zona II. Somente no somatório dos indicadores de mata e nos diagramas compostos (aquáticos + pântano herbáceo x mata e de mata x campo) é perceptível uma elevação da freqüência de componentes florestais (Fig. 3). Destacam-se Urticales (0,1-7%), Myrtaceae (0-3%), *Myrsine* (0,1-1%), Tipo *Polypodium* (0-1%) e *Dicksonia sellowiana* (0-4%). Em freqüências muito baixas (inferiores a 0,9%) ocorrem *Chrysophyllum*, Bignoniaceae, Anacardiaceae, *Celtis*, *Alchornea triplinervia*, *Trema micrantha*, *Marattia laevis*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Cyatheaceae, *Mimosa scabrella*, Tipo Meliaceae, *Allophylus edulis*, Sapindaceae, *Hypolepis*, *Pecluma pectinatiformis*, *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa*, *Roupala*, Tipo *Acacia* 2, *Phrygilanthus*, *Podocarpus lambertii*, *Ilex* e *Araucaria angustifolia* (Fig. 3).

As concentrações dos indicadores de mata são baixas no início da seqüência quando comparadas às da sua metade superior, onde quase todos os componentes florestais atingem as mais altas freqüências do testemunho. Tipo *Polypodium*, Tipo

Microgramma vacciniifolia e *Podocarpus lambertii* têm também uma nítida retração junto à porção central da zona (Fig. 4).

Como na zona anterior, as porcentagens dos indicadores de campo são altas na zona II, com domínio sobre os de mata, especialmente em sua porção inferior, retraindo na metade superior, onde os de mata aumentam (diagrama composto de mata x campo), (Fig. 3). No somatório das porcentagens, os componentes de campo declinam gradualmente até o final da zona. Destacam-se Poaceae (9-42%), com acentuado decréscimo ao longo da zona, Tipo *Baccharis* (12-23%), *Plantago* (0,5-4%) e Tipo Scrophulariaceae (0-4%), representado apenas na metade superior da zona. Outros componentes de campo, com baixas porcentagens (inferiores a 2%), são: Tipo *Vernonia*, Tipo *Iresine*, *Cuphea carunculata*, Tipo *Vicia*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, Mutisieae 1, *Polygonum*, *Valeriana eichleriana* e Mutisieae 2 (Fig. 3).

Retração acentuada de componentes de campo é observada próximo à porção central da zona no somatório da concentração do grupo, com um grande aumento das freqüências na sua metade superior, atingindo suas mais altas concentrações no testemunho. O mesmo observa-se em Poaceae e Tipo *Baccharis* (Fig. 4).

O somatório das porcentagens dos componentes de ambiente indeterminado apresenta aumento na porção central da zona. Destacam-se *Eryngium* (0,1-3%), *Valeriana* (0,5-5%), Tricolporados outros (3-5%) e Angiospermas indeterminadas (0,4-4%). Também ocorrem, em baixíssimas porcentagens (inferiores a 2%), Tipo *Croton*, *Mimosa* série *Lepidotae*, Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, *Mimosa* 1, Tipo *Galium*, Tipo *Richardia*, *Mimosa* 2, Malvaceae, Melastomataceae, Cucurbitaceae, Lamiaceae, Briófito, Monoletes outros, Triletes outros, Pteridófitos outros, Estefanocolpado e Tricolporado 1 (Fig. 3).

Ao contrário dos diagramas de porcentagem, a grande maioria dos componentes de ambiente indeterminado tem sua concentração consideravelmente elevada na metade superior da zona: *Mimosa* série *Lepidotae*, *Eryngium*, Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, *Valeriana*, *Mimosa* 1, Tipo *Galium*, *Mimosa* 2, Malvaceae, Melastomataceae, Triletes outros, Pteridófitos outros e Tricolporados outros. Isto também fica muito evidente no somatório de suas concentrações. Concentrações mais baixas ocorrem junto à porção central da zona no Tipo Liliaceae 2, *Mimosa* 1, Melastomataceae e Tricolporados outros (coincidindo com a ausência dos componentes de lago e a redução das concentrações de pântano herbáceo, campo e de alguns indicadores florestais nesta parte da seqüência), (Fig. 4).

Como na zona anterior, o somatório das porcentagens dos fungos tem frequências muito baixas em toda a zona II, com leve aumento em sua metade superior. Destacam-se Fungos outros (0,3-2%) e Hifas (0,1-1%). Em porcentagens baixíssimas (inferiores a 0,5%) estão *Glomus*, *Gelasinospora adjuncta*, Esporo 1 e Esporo 2. O somatório das concentrações de fungos, ao contrário, eleva-se consideravelmente na porção superior da zona (Fig. 3-4).

O pólen estranho à flora local está representado apenas por *Alnus*, em baixíssimas porcentagens. Dentre os outros palinórfos, Palinomorfo 1 e Palinomorfo 2 têm porcentagens muito baixas (inferiores a 0,1%), (Fig. 3).

Esta zona coincide com parte do primeiro e segundo agrupamento do dendrograma (Fig. 3).

ZONA III (Profundidade: 27-0 cm)

Sedimentos escuros, ricos em matéria orgânica, friáveis, argilo-arenosos, com baixo teor de areia fina, com muitos fragmentos vegetais pequenos na porção próxima à superfície.

Intervalo de tempo estimado: 3300 anos AP - Atualidade.

A curva de saturação, da amostra de 2 cm de profundidade, resultou num total de 32 tipos polínicos em 500 grãos contados, o mais alto índice entre os três níveis considerados (Fig. 2A).

Todos os indicadores aquáticos têm porcentagens muito baixas nesta zona (0,1-2%), diminuindo acentuadamente já no seu início, o que pode ser observado também no diagrama composto (aquáticos x pântano herbáceo), (Fig. 3). Os componentes melhor representados têm escassas porcentagens: *Pseudoschizaea rubina* (0-0,1%) e *Zygnema* (0-2%). Com porcentagens ainda menores, ocorrem também *Isoetes*, *Mougeotia* e *Spirogyra* (Fig. 3). Estes dados são corroborados pela baixíssima concentração dos indicadores aquáticos nos diagramas, associada a uma grande redução da frequência em relação às zonas anteriores (Fig. 4).

Os indicadores de pântano herbáceo têm uma porcentagem alta na zona, que fica evidente em seu somatório. Mostram também domínio quase total sobre os componentes de ambiente aquático no diagrama composto (aquáticos x pântano herbáceo), (Fig. 3). Destacam-se *Osmunda* (12-23%), com acentuada redução da frequência no início da zona, Cyperaceae (6-14%), *Blechnum cf. imperiale* (0,7-8%) e

Tipo *Blechnum* (0,4-8%), que apresenta ascensão em direção ao topo. *Sphagnum recurvum* tem drástica redução da porcentagem em relação à zona anterior, mantendo-se em frequências muito baixas (0,2-1%). Com frequências escassas (inferiores a 4%) ocorrem ainda *Phaeoceros laevis*, Eriocaulaceae, *Selaginella marginata*, *Lycopodiella alopecuroides*, *Typha*, *Polygala*, *Ludwigia* e Tipo *Lycopodium clavatum* (Fig. 3). Quanto à concentração, a mais alta frequência dos componentes de pântano herbáceo na porção inferior da zona reduz-se consideravelmente a seguir (com exceção de *S. marginata*), chegando bem menos representados ao topo do testemunho (Fig. 4).

O somatório dos indicadores de mata mostra acentuado aumento de porcentagem na zona III, o que também fica evidente nos diagramas compostos (aquáticos + pântano herbáceo x mata e mata x campo), (Fig. 3). Destaca-se principalmente *Dicksonia sellowiana*, com porcentagens muito aumentadas e constantes ao longo da zona, atingindo sua maior frequência no perfil (0,3-31%). Também estão presentes *Araucaria angustifolia* (0,1-4%), com leve aumento em direção ao topo do testemunho, Myrtaceae (1-3%), *Myrsine* (1-2%), Tipo *Polypodium* (0,1-3%) e *Podocarpus lambertii* (0-2%), *Ilex* (0,2-3%). Com frequências mais baixas (inferiores a 1%), estão *Chrysophyllum*, Urticales, Anacardiaceae, *Celtis*, *Alchornea triplinervia*, *Trema micrantha*, *Marattia laevis*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Cyatheaceae, *Mimosa scabrella*, Sapindaceae, *Hypolepis*, *Pecluma pectinatiformis*, *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa*, *Phrygilanthus*, Tipo *Hymenophyllum*, *Huperzia*, Tipo *Polypodium hirsutissimum*, Tipo *Dryopteris*, Tipo *Acacia* 1, *Asplenium serra* e *Drimys brasiliensis* (Fig. 3). Ao contrário dos diagramas de porcentagem, os de concentração evidenciam um acentuado declínio da grande maioria dos indicadores florestais já na porção inferior da zona, mantendo-se a seguir aproximadamente constante até o topo do testemunho, o que também fica nítido no somatório das concentrações. *P. lambertii*, ao contrário, tem sua concentração claramente aumentada no final do perfil (Fig. 4).

O somatório dos indicadores de campo tem uma forte redução de porcentagem no início da zona, seguindo um declínio observado desde o começo da zona II. Mantém-se assim, na zona III, com a menor frequência do perfil, até o topo do testemunho. Baixas porcentagens de componentes de campo também estão registradas no diagrama composto (mata x campo), (Fig. 3). Destacam-se em porcentagem Poaceae (3-6%), Tipo *Baccharis* (3-17%), *Cuphea carunculata* (0-2%) e Tipo Scrophulariaceae (5-12%). Ocorrem ainda, em mais baixas porcentagens (inferiores a 0,3%), *Plantago*, Tipo *Vernonia*, Tipo *Iresine*, Tipo *Vicia*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, Mutisieae 1,

Polygonum e *Verbena*. O somatório das porcentagens dos componentes de campo indica também uma acentuada redução na zona III, o que é igualmente evidenciado em Poaceae, *Plantago*, Tipo *Baccharis*, Tipo *Iresine*, *Cuphea carunculata* e Tipo Scrophulariaceae (Fig. 3). No somatório das concentrações, os indicadores de campo reduzem-se muito, ainda na metade inferior da zona, permanecendo assim até o topo do testemunho, o que é influenciado pelo comportamento de Poaceae, *Plantago*, Tipo *Baccharis*, *Cuphea carunculata* e Tipo Scrophulariaceae, integrantes do conteúdo polínico principal (Fig. 4).

Os componentes de ambiente indeterminado têm porcentagens baixas ao longo desta zona. Destacam-se Monoletes outros (0-1%), Pteridófitos outros (0,7-2%), Tricolporados outros (2-5%) e Angiospermas indeterminadas (0,8-2%). Com porcentagens bem menores (inferiores a 1%) estão *Mimosa* série *Lepidotae*, *Eryngium*, Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, *Valeriana*, *Mimosa* 1, Tipo *Galium*, *Mimosa* 2, Malvaceae, Melastomataceae, Cucurbitaceae, Rubiaceae, Briófitos outros, Triletes outros, Tricolporado 1 e Tricolporado 2 (Fig. 3). A concentração de componentes de ambiente indeterminado é também mais baixa, vários sofrendo redução considerável já na porção inferior da zona (*Mimosa* série *Lepidotae*, Tipo Liliaceae 1, *Valeriana*, *Mimosa* 1, Tipo *Galium*, Pteridófitos outros e Tricolporados outros), refletindo no diagrama do somatório das concentrações. Esta redução acentuada, a partir da porção inferior da zona, segue um padrão geral, ocorrente também nos somatórios das concentrações de algas, pântano herbáceo, mata e campo (Fig. 4).

Os fungos estão bem representados na zona. Seu somatório de porcentagens evidencia uma considerável elevação em direção ao topo do perfil, com as mais altas frequências do testemunho. Destacam-se Fungos outros (1-19%) e Hifas (0,4-32%). Também ocorrem, em baixas porcentagens (inferiores a 0,7%), *Glomus*, Tipo *Athelia*, Tipo *Helicoon pluriseptatum*, Esporo 1, Esporo 2 e Esporo 3 (Fig. 3). Frequências mais altas em fungos também são observadas nesta zona nos diagramas de concentração, seguindo uma tendência já existente na porção superior da zona II (Fig. 4). Dentre o pólen estranho à flora local, *Alnus* ocorre em baixíssima porcentagem (0,1%), (Fig. 3).

Esta zona coincide com o segundo e terceiro agrupamento do dendrograma (Fig. 3).

2.2. Banhado Amarelo

ZONA I (Profundidade: 95-84 cm)

Sedimentos de cor cinza claro, plásticos, argilo-arenosos com areia fina.

Idade absoluta (^{14}C): 4240 ± 40 anos AP (Beta 233965) junto à base da seqüência, a 89,5 cm de profundidade.

Intervalo de tempo estimado: 4300-4100 anos AP.

A curva de saturação, da amostra de 95 cm de profundidade, estabilizou ao atingir 10 tipos polínicos em 178 grãos contados, o mais baixo índice entre os três níveis considerados (Fig. 2B).

Os componentes aquáticos têm baixíssimas porcentagens na zona, representados apenas por *Botryococcus* (0-0,1%), (Fig. 5), não sendo perceptíveis nos diagramas de concentração (Fig. 6).

Os indicadores de pântano herbáceo, ao contrário dos aquáticos, ocorrem em porcentagens elevadas, as maiores do grupo em todo o perfil (40-62%), como o observado nos diagramas desdobrados, nos somatórios de porcentagem e no diagrama composto (aquáticos + pântano herbáceo x mata), (Fig. 5). Cyperaceae domina as porcentagens (14-27%), diminuindo na porção superior da zona. Tipo *Blechnum* também ocorre em porcentagens elevadas (cerca de 21%), mantendo-se constante ao longo da zona. *Blechnum* cf. *imperiale* (4-13%), diminui acentuadamente na porção superior do intervalo. Com porcentagens bem mais baixas (menores de 0,7%) ocorrem *Osmunda*, *Sphagnum recurvum* e *Phaeoceros laevis* (Fig. 5). As concentrações dos indicadores de pântano herbáceo são baixíssimas quando comparadas às das demais zonas, não sendo perceptíveis nos diagramas (Fig. 6).

Os indicadores de mata apresentam porcentagens baixas na zona, exceto *Dicksonia sellowiana*, com a maior frequência de todo o perfil (45-61%). A influência dos elementos de mata aumenta ao final da zona, onde pode-se observar a elevação da porcentagem de Myrtaceae (0,3-14%), do somatório dos indicadores de mata e da curva da mata nos diagramas compostos (6-22%), (Fig. 5). Destacam-se ainda nesta zona *Myrsine* (2-3%), Tipo *Polypodium* (0,8-1%), Cyatheaceae (0,9-1%) e *Ilex* (0,7-1%). Os demais indicadores florestais têm porcentagens inferiores a 0,6%: *Pectuma pectinatiformis*, Anacardiaceae, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, *Huperzia*, *Roupala*,

Allophylus edulis, *Hypolepis*, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, *Marattia laevis*, *Drimys brasiliensis* e *Podocarpus lambertii* (Fig. 5). As concentrações de indicadores de mata são baixíssimas na zona quando comparadas às demais, mesmo em relação a *Dicksonia sellowiana*, não sendo perceptíveis nos diagramas (Fig. 6).

Os elementos de campo têm porcentagem uniforme em toda a zona (24-26%), como se observa no diagrama do somatório de porcentagens. Ao contrário dos arbóreos, os componentes campestres diminuem ao final da zona no diagrama composto (mata x campo). Destacam-se Poaceae (15-16%) e Tipo *Baccharis* (7-9%), com porcentagens uniformes ao longo do intervalo, além do Tipo Scrophulariaceae (0,4-1%) e *Cuphea carunculata* (0,7%). Os outros indicadores campestres têm porcentagens baixas, inferiores a 0,2%: *Plantago*, Tipo *Vernonia*, *Verbena* e Tipo *Iresine* (Fig. 5). Todos apresentam concentrações muito baixas, que não aparecem nos diagramas (Fig. 6).

Os componentes de ambiente indeterminado tem porcentagem baixa na zona e mantêm-se assim ao longo desta, como pode ser observado no diagrama do seu somatório (7-11%). Destacam-se Pteridófitos outros (4-7%), Tricolporados outros (1%) e Angiospermas indeterminadas (2-3%). Os demais têm freqüências inferiores a 0,2%: Tipo Liliaceae 1, Monoletes outros e Triletes outros (Fig. 5). As concentrações são muito baixas, não visíveis nos diagramas (Fig. 6).

Os fungos também têm baixas porcentagens na zona (2-5%): Fungos outros (1-2%), Hifas (0,5-2%), *Glomus* e Esporo 2 (inferiores a 0,3%), (Fig. 5). As concentrações são inexpressivas, não perceptíveis (Fig. 6).

Esta zona coincide com a porção inferior do primeiro agrupamento do dendrograma (Fig. 5).

ZONA II (Profundidade: 84-29 cm)

Sedimentos de cor cinza claro, plásticos, argilo-arenosos com areia fina na porção inferior da zona, gradando para sedimentos de cor cinza escuro, plásticos, argilo-arenosos, com areia fina, ricos em matéria orgânica. Na porção final da zona os sedimentos passam para uma coloração ainda mais escura, sendo argilo-arenosos com leve teor de areia fina, ricos em matéria orgânica e com muitos restos vegetais.

Idade absoluta (^{14}C): 3860±40 anos AP (Beta 205843), a 64 cm de profundidade, e 2770±40 anos AP (Beta 233966) a 49,5 cm.

Intervalo de tempo estimado: 4100-1600 anos AP.

A curva de saturação, da amostra de 55,5 cm de profundidade, resultou num total de 24 tipos polínicos em 500 grãos contados, o mais alto índice entre os três níveis considerados (Fig. 2B).

Os indicadores aquáticos continuam muito escassos na zona II, apresentando porcentagens baixíssimas ao longo do intervalo. Entre eles estão, com porcentagens inferiores a 0,1%, *Myriophyllum*, *Botryococcus*, *Zygnema* e *Pseudoschizaea rubina*. Ao contrário, os diagramas de concentração mostram aumento de *P. rubina* e do somatório das algas no topo da zona (Fig. 5-6).

Já os componentes de pântano herbáceo, ao contrário dos aquáticos, apresentam porcentagens altas ao longo da zona II, o que fica também evidente no somatório dos indicadores campestres e no diagrama composto (aquáticos + pântano herbáceo x mata), (Fig. 5). Nos diagramas desdobrados, as porcentagens de Cyperaceae (14-29%) apresentam uma ascensão na porção inferior, mantendo-se estável ao longo da zona. Tipo *Blechnum* (8-21%) tem redução gradual no intervalo. *Blechnum cf. imperiale* (3-11%) tem leve aumento da porcentagem na porção superior, declinando a seguir, ao seu final. *Osmunda* (0,1-1%) mantém-se com frequência estável ao longo da zona. Em baixas porcentagens (inferiores a 0,6%) estão *Sphagnum recurvum*, *Phaeoceros laevis*, *Aspiromitus punctatus*, *Ludwigia* e *Selaginella marginata* (Fig. 5). Nos diagramas de concentração os componentes do pântano herbáceo apresentam baixíssimas concentrações na porção inferior da zona, aumentando drasticamente na metade superior, onde atingem o máximo de frequência no perfil. Isto fica também evidente no somatório das concentrações do grupo (Fig. 6).

Os componentes de mata têm oscilações nas porcentagens ao longo da zona, como observado no somatório dos indicadores de mata e nos diagramas compostos (aquáticos + pântano herbáceo x mata e de mata x campo). *Dicksonia sellowiana* (14-49%) apresenta porcentagens muito altas na metade inferior, com forte declínio a seguir, até o topo da zona. Ocorrem também Myrtaceae (0,9-14%), *Myrsine* (3-17%), Cyatheaceae (0,2-1%), Tipo *Polypodium* (0,5-2%), *Araucaria angustifolia* (0-1%), *Ilex* (0,5-1%) e *Drimys brasiliensis* (0,2-1%). Em frequências muito baixas (inferiores a 0,6%) estão *Pecluma pectinatiformis*, Anacardiaceae, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, *Huperzia*, *Roupala*, *Allophylus edulis*, Urticales, *Hypolepis*, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, *Marattia laevis*, *Trema micrantha*, *Phrygilanthus*, *Chrysophyllum*, Sapindaceae, *Alchornea triplinervia* e *Podocarpus lambertii* (Fig. 5).

As concentrações dos indicadores de mata são muito baixas no início da zona quando comparadas às da sua metade superior, onde todos os componentes florestais atingem brusco e acentuado aumento, com as mais altas frequências do perfil (Fig. 6).

Como na zona anterior, as porcentagens dos indicadores de campo são altas no diagrama composto de mata x campo, atingindo mais de 80% ao final da zona (Fig. 5). O somatório das porcentagens dos componentes de campo também é alto, apresentando considerável aumento no topo da zona, onde atinge sua maior frequência do perfil (51%). Destacam-se Poaceae (14-20%) e Tipo *Baccharis* (4-9%), com porcentagens relativamente estáveis ao longo da zona. Tipo Scrophulariaceae (1-25%) apresenta aumento marcante no topo da zona, sua maior frequência no perfil. Outros componentes de campo, com baixas porcentagens (inferiores a 1%) são: *Cuphea carunculata*, *Plantago*, Tipo *Vernonia*, *Verbena*, Tipo *Iresine*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae e Mutisieae 1 (Fig. 5). Assim como o ocorrido com os indicadores de mata, os diagramas de concentração dos indicadores campestres também apresentam brusco e acentuado aumento ao final da zona, onde todos atingem as mais altas concentrações do testemunho (Fig. 6).

O somatório das porcentagens dos componentes de ambiente indeterminado mostra certa estabilidade ao longo da zona. Destacam-se Pteridófitos outros (2-7%), Tricolporados outros (0,8-1%) e Angiospermas indeterminadas (0,3-3%). Também ocorrem, em baixíssimas porcentagens (inferiores a 0,5%), Tipo Liliaceae 1, *Valeriana*, Melastomataceae, Tipo Liliaceae 2, Tipo *Galium*, Monoletes outros, Triletes outros e Tricolporado 1 (Fig. 5). Ao contrário dos diagramas de porcentagem, a grande maioria dos componentes de ambiente indeterminado tem sua concentração consideravelmente elevada na metade superior da zona, coincidindo com os de mata e de campo. Isto também fica muito evidente no somatório de suas concentrações (Fig. 6).

Como na zona anterior, o somatório das porcentagens dos fungos é baixo em toda a zona, aumentando significativamente na sua porção superior. Destacam-se Esporo 2 (0,1-1%), Fungos outros (0,5-10%) e Hifas (0,9-11%). Em porcentagens baixíssimas (inferiores a 0,1%) estão *Glomus* e Esporo 4 (Fig. 5). O somatório das concentrações dos fungos mostra brusca ascensão no topo da zona (Fig. 6).

Palinomorfo 1 e *Alnus* ocorrem escassamente (Fig. 5).

Esta zona inclui todo o primeiro agrupamento do dendrograma (Fig. 5).

ZONA III (Profundidade: 29-0 cm)

Sedimentos de coloração escura, argilo-arenosos com leve teor de areia fina, friáveis, ricos em matéria orgânica e com muitos restos vegetais.

Intervalo de tempo estimado: 1600 anos AP - Atualidade.

A curva de saturação, da amostra de 3 cm de profundidade, resultou num total de 20 tipos polínicos em 500 grãos contados, índice levemente mais baixo que o da amostra anterior (Fig. 2B).

Como em todo o perfil, os indicadores aquáticos continuam tendo porcentagens baixíssimas nesta zona (0-0,2%), ocorrendo *Isoetes*, *Zygnema* e *Pseudoschizaea rubina* (Fig. 5). Estes dados são coincidentes com a baixíssima frequência dos indicadores aquáticos nos diagramas de concentração, onde apenas *P. rubina* está representada (Fig. 6). Alguns escassos megásporos de *Isoetes* foram também encontrados próximos ao topo da zona (topo do perfil).

Os indicadores de pântano herbáceo têm uma redução considerável da porcentagem quando comparados à zona anterior (31-36%), também observada no diagrama composto (aquáticos + pântano herbáceo x mata), (Fig. 5). Entre os componentes destacam-se Cyperaceae (16-22%) e Tipo *Blechnum* (6-8%), com frequências estáveis, além de *Blechnum* cf. *imperiale* (1-7%), *Osmunda* (0,6-1%). Com frequências escassas (inferiores a 0,4%) aparecem *Sphagnum recurvum*, *Phaeoceros laevis* e *Selaginella marginata* (Fig. 5). A alta concentração dos elementos de pântano herbáceo no início da zona reduz-se muito a seguir, até o topo do testemunho (Fig. 6).

O somatório dos indicadores de mata mostra acentuado aumento de porcentagem na metade superior da zona III, o que também fica evidente nos diagramas compostos (aquáticos + pântano herbáceo x mata e mata x campo), (Fig. 5). Destaca-se principalmente *Dicksonia sellowiana*, com porcentagem aumentada na porção central da zona (12-26%). Também ocorrem Myrtaceae (1-8%), *Myrsine* (3-10%), *Araucaria angustifolia* (1-5%, com leve aumento em direção ao topo do testemunho), Tipo *Polypodium* (0,5-2%), *Ilex* (0,8-1%), *Drimys brasiliensis* (0,2-1%). Com frequências mais baixas (inferiores a 0,8%), estão *Pecluma pectinatiformis*, Cyatheaceae, Anacardiaceae, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, *Huperzia*, *Roupala*, *Allophylus edulis*, Urticales, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, *Marattia laevis*, *Trema micrantha*, *Chrysophyllum*, Sapindaceae, *Alchornea triplinervia* e *Podocarpus lambertii* (Fig. 5). Ao contrário do diagrama do somatório das porcentagens e dos diagramas compostos, os de

concentração evidenciam um acentuado declínio dos indicadores florestais logo após sua máxima ocorrência na base da zona, o que também fica evidente entre os elementos típicos da mata com Araucária, que chegam com frequências muito reduzidas ao topo do perfil (*Araucaria angustifolia*, *Ilex*, *Drimys brasiliensis*, *Podocarpus lambertii* e *Dicksonia sellowiana*). *Myrsine* e Myrtaceae acompanham o forte declínio, mas aumentam um pouco suas concentrações no topo do perfil (Fig. 6).

O somatório dos indicadores de campo tem redução de porcentagem no início da zona e após mantém-se assim até o topo do perfil. A baixa na porcentagem dos componentes de campo também está registrada no diagrama composto (mata x campo), (Fig. 5). Destacam-se Poaceae (14-18%) e Tipo *Baccharis* (6-9%), que mantêm suas porcentagens relativamente constantes ao longo da zona, Tipo Scrophulariaceae (7-25%) que apresenta uma forte redução em direção ao topo e *Cuphea carunculata* (1-7%) que, ao contrário, tem sua frequência levemente aumentada até o topo. Ocorrem ainda, em mais baixas porcentagens (inferiores a 0,6%), *Plantago*, *Verbena*, Tipo *Iresine*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, Mutisieae 1 e Tipo *Gnaphalium* (Fig. 5). No somatório das concentrações, os indicadores de campo reduzem-se muito ainda na metade inferior da zona, permanecendo em baixas frequências até o topo do testemunho. Após acentuada redução, as concentrações do Tipo *Baccharis* e *C. carunculata* têm aumento na porção superior da zona (Fig. 6).

Os componentes de ambiente indeterminado apresentam porcentagens baixas ao longo da zona (4-6%). Destacam-se Pteridófitos outros (2%), Tricolporados outros (0,9-2%) e Angiospermas indeterminadas (0,7-1%). Com porcentagens bem menores (inferiores a 0,4%) estão Tipo Liliaceae 1, Melastomataceae, Tipo *Galium*, Tipo *Croton*, Monoletes outros, Triletes outros e Tricolporados outros (Fig. 5). As concentrações dos componentes de ambiente indeterminado sofrem considerável redução a partir da porção inferior da zona, seguindo o padrão da grande maioria dos tipos polínicos de distintos ambientes (Fig. 6).

Os fungos estão bem representados na zona, tanto nos diagramas de porcentagem quanto nos de concentração. No somatório de porcentagens observa-se a considerável elevação de sua frequência em direção ao topo do perfil, a mais alta do testemunho (22-58%). Destacam-se Fungos outros (10-22%) e Hifas (11-36%). Também ocorrem, em baixas porcentagens (inferiores a 1%), *Glomus*, *Gelasinospora adjuncta*, Esporo 2, Esporo 4, Esporo 3 e Esporo 1 (Fig. 5). Altas concentrações de

fungos, observadas na base da zona, logo se reduzem, com posterior aumento no topo do testemunho (*Glomus*, Hifas e somatório dos fungos), (Fig. 6).

Esta zona coincide com o segundo agrupamento do dendrograma (Fig. 5).

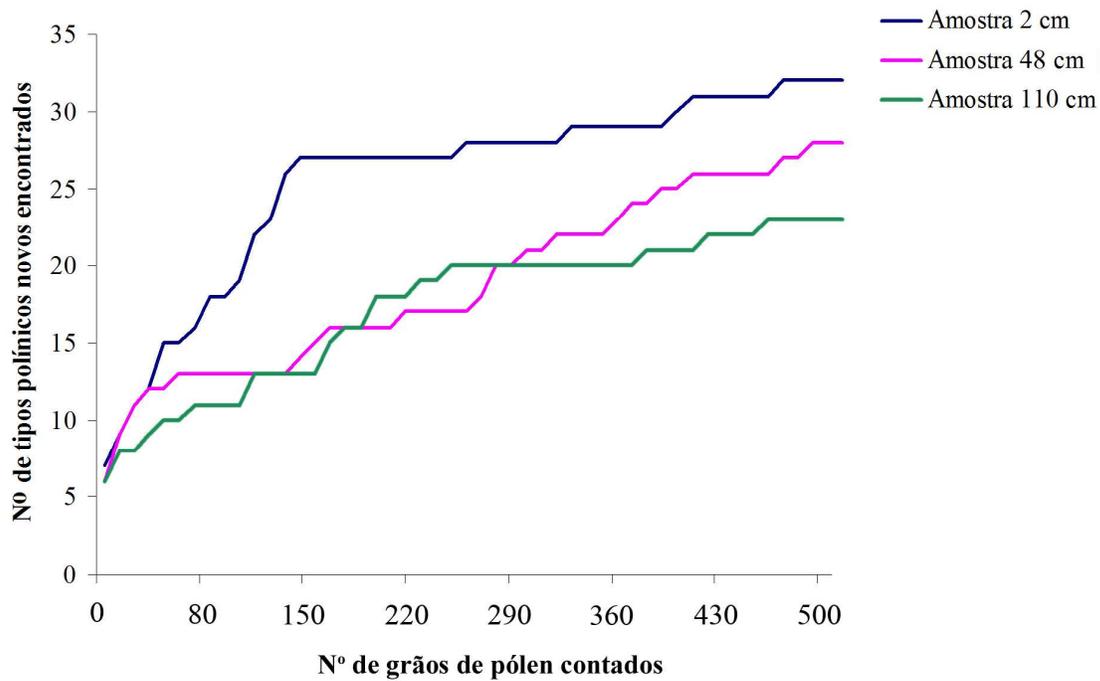
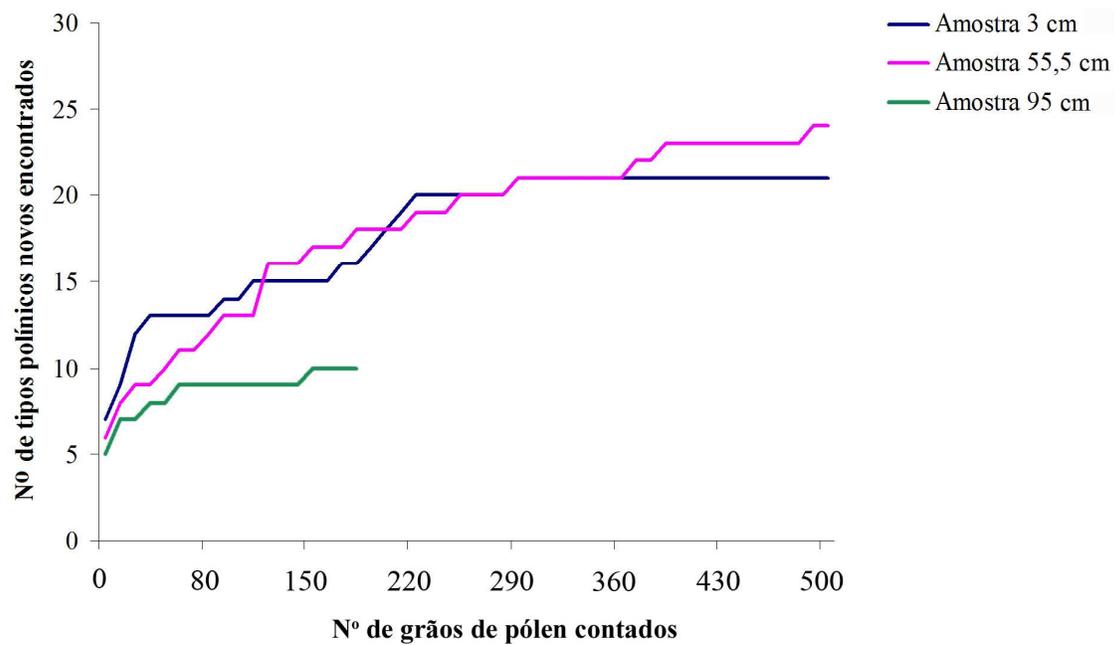
A**B**

Figura 2. Curvas de saturação (curvas de suficiência amostral). A. Alpes de São Francisco (perfil 1), B. Banhado Amarelo (perfil 2), São Francisco de Paula, RS, Brasil.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Alpes de São Francisco

13000-11000 anos AP (ZONA I)

Entre 13000-11000 anos AP os dados indicam a existência de um corpo lacustre raso na bacia deposicional onde hoje se localiza a mata com Araucária (evidenciado especialmente no diagrama composto de elementos aquáticos x pântano herbáceo e nos diagramas de concentração de *Isoetes* e *Myriophyllum*, Fig. 3-4). As margens pantanosas parecem ter sido vegetadas por uma quantidade considerável de Cyperaceae (altas frequências no espectro polínico) e por *Eryngium*, que também pode ser encontrado em ambientes paludosos, dependendo da espécie (Irgang, 1974).

O campo adjacente deve ter tido uma vegetação rarefeita nesta fase (destacam-se Tipo *Baccharis*, Poaceae, *Plantago*, em baixíssimas concentrações, Fig. 4).

As evidências apontam para refúgios florestais distanciados, onde a sobrevivência das espécies poderia estar condicionada a um microclima mais favorável (baixíssima frequência de componentes florestais nos diagramas, tendo Urticales, *Celtis*, *Podocarpus lambertii* e *Ilex* como principais indicadores). Os refúgios estariam possivelmente situados em fundos de vales, ao longo de rios, ou junto à borda dos *canyons* (grande escassez polínica relacionada a esta fase, Fig. 3-4).

O conjunto das informações obtidas indica, portanto, que entre 13000-11000 anos AP, final do último estágio glacial (Pleistoceno Tardio), a região onde se localiza a área de estudo parece ter tido um clima frio e seco, retratado por uma vegetação campestre rarefeita, com ausência de um mosaico florestal (baixas concentrações de indicadores de pântano herbáceo, campo, mata, componentes de ambiente indeterminado e fungos, Fig. 4,7).

Evidências desta paisagem de semi-aridez, entre 13000-11000 anos AP, foram também observadas em sedimentos da turfeira adjacente à mata estudada (Leonhardt, 2007) e em sedimentos de outras turfeiras do Planalto leste do Rio Grande do Sul, em Cambará do Sul (Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993; Behling *et al.*, 2004). Para a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, e zonas adjacentes, também foi detectada uma fase seca para o final do Pleistoceno (Lorscheitter, 1984, 1992, 1997, 2003; Lorscheitter

& Romero, 1985; Neves, 1991, 1998; Neves & Lorscheitter, 1995a; Grala & Lorscheitter, 2001; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2007). Para a região oeste do Estado, uma fase seca foi igualmente detectada a partir de 22000 anos AP (Bombin, 1976; Behling *et al.*, 2005). Outras evidências de clima seco para o final do último estágio glacial pleistocênico são referidas para a Serra Geral de Santa Catarina (14000-10000 anos AP, Behling, 1995). Também para o Paraná, região da Serra Campos Gerais (12500 anos AP, Behling, 1997) e Serra do Araçatuba (14880-12950 anos AP, Behling, 2007), com a vegetação dominada por campos, onde as áreas florestadas com Araucária estariam em fundos de vales, correspondendo a um clima adverso. A paisagem no sul e sudeste do Brasil, como mostram outros estudos, parece ter sido formada por extensas áreas cobertas de campos gramináceos subtropicais, indicando um clima com temperaturas muito mais baixas que as atuais e condições secas durante o final do último estágio glacial, com umidade um pouco maior nos fundos de vales, abrigando pequenas áreas florestadas (Ab'Saber, 1977; Behling, 1998, 2002; Lichte & Behling, 1999). Em locais ao sul do Rio Grande do Sul, na Província de Buenos Aires, Quattrocchio & Borromei (1998) e Prieto (2000) identificaram uma vegetação campestre graminácea e também de estepe seca arbustiva, com condições climáticas frias e secas ou subúmidas-secas a semi-áridas para o final do último estágio glacial. Em outras regiões da América do Sul, como em Bariloche (Markgraf, 1984) e no sul da Terra do Fogo (Quattrocchio & Borromei, 1998), resultados semelhantes para esta fase também foram encontrados.

Ao leste dos Andes, o final do último estágio glacial parece ter tido condições climáticas com temperaturas mais baixas que as atuais e reduzida umidade, sendo este cenário geral para a região (Markgraf, 1983, 1989), o que parece corresponder, assim, a um evento de dimensões muito amplas. O principal fator determinante deste ambiente adverso, ao que tudo indica, deve ter sido a circulação atmosférica do Cone Sul durante os últimos avanços glaciais pleistocênicos (20000-14000 anos AP), mais influenciada pelo Sistema Anticiclônico Polar Pacífico (Bombin, 1976; D'Antoni, 1983; Markgraf, 1983, 1989) e por uma forte atividade das correntes marinhas do Peru e das Malvinas, que subiam em direção ao norte ao longo dos litorais sul-americanos até as latitudes intertropicais, contribuindo para a semi-aridez regional (Kern, 1982). Quando, nesta fase, a temperatura global e o nível do mar estavam mais baixos e as zonas continentais ao leste dos Andes mais secas, ao sul da cordilheira havia glaciares mais extensos que na atualidade porque eram supridos por ventos úmidos do Pacífico (Clapperton, 1993).

Já sobre o conjunto do território sul-rio-grandense, a acentuada redução do aporte de umidade parece ter sido causada por precipitações atmosféricas de pequena intensidade, pois rara umidade era trazida pelos ventos frios, provenientes do sul (Kern, 1982). Também deve ter contribuído para a semi-aridez o máximo de regressão marinha sobre a Plataforma Continental que, no Rio Grande do Sul, está referido para 18000 anos AP (Villwock & Tomazelli, 1998). Em consequência, a linha de costa retraiu-se até a atual isóbata de 110 m (Kowsmann *et al.*, 1977), resultando na acentuada redução do aporte de umidade à área que, atualmente, corresponde à Planície Costeira. Além disso, as correntes frias desta fase, muito mais largas e climaticamente ativas, atingiam em cheio a costa sul do Brasil, e apenas a Serra Geral, no seu trecho leste-oeste (no Rio Grande do Sul), poderia formar uma barreira suficientemente alta para provocar alguma condensação de chuvas orográficas em seus trechos médios e superiores (Ab'Saber, 1977).

11000-3300 anos AP (ZONA II)

Entre 11000-10000 anos AP (cerca de 10600 anos AP) dados apontam um adensamento da vegetação no local de estudo (aumento da concentração dos indicadores de pântano herbáceo, campo e de alguns componentes de mata e de ambiente indeterminado, Fig. 4), compatível com a litologia do perfil (sedimentos escuros, ricos em matéria orgânica a partir de 11000 anos AP, contrastando com os de cor cinza do intervalo anterior).

O desenvolvimento da vegetação de pântano herbáceo no local e a diminuição dos elementos aquáticos (como o observado no diagrama composto de aquáticos x pântano herbáceo e nas frequências de Cyperaceae, *Phaeoceros laevis* e *Sphagnum recurvum*, Fig. 3-4) certamente se deve à colmatação gradativa do corpo lacustre. Parece ter havido também um adensamento da vegetação de campo em torno à bacia deposicional, dominada principalmente por Poaceae nesta fase (também Tipo *Baccharis* e Tipo *Vicia* entre os elementos principais, Fig. 4). Alguns poucos elementos pioneiros de mata parecem iniciar a colonização do pântano herbáceo, provavelmente resultado da migração desde os refúgios (*Ilex* e *Podocarpus lambertii*). Tipo *Polypodium* e Tipo *Microgramma vaccinifolia* também encontram-se no espectro polínico (Fig. 4).

As mudanças ocorridas no local de estudo entre 11000-10000 anos AP indicam, portanto, uma paisagem regional ainda essencialmente de campo, porém mais adensado,

com corpos lacustres um tanto colmatados e elementos arbóreos pioneiros em processo de expansão, resultado de uma melhoria climática, com maior aporte de umidade, pluviosidade e de elevação da temperatura global, correspondendo ao início do Holoceno (Berglund, 1986), (Fig. 7).

As mudanças na vegetação, observadas para o início do Holoceno, coincidem com os resultados de Leonhardt (2007) para a turfeira adjacente à mata estudada. São também semelhantes às informações obtidas por Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993) para uma outra turfeira em Cambará do Sul, no Planalto leste. Na Planície Costeira e regiões adjacentes, a maior umidade do início do Holoceno também foi constatada (Neves, 1991, 1998; Lorscheitter, 1992, 1997, 2003; Neves & Lorscheitter, 1995a; Grala & Lorscheitter, 2001; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2007). Na maioria desses trabalhos observa-se um aumento da concentração polínica nas amostras relacionadas ao início do Holoceno, evidenciando uma nítida melhoria climática, o que não é tão claramente percebido nos diagramas desdobrados de porcentagem. Na Serra Geral de Santa Catarina (Serra da Boa Vista, Behling, 1995), resultados apontam aumento regional da precipitação, com expansão de elementos da Floresta Pluvial Atlântica e da Floresta com Araucária nesta fase. No Paraná (Serra Campos Gerais, Behling, 1997), o início do Holoceno é marcado pela vegetação campestre, desenvolvida nas partes mais altas, e a expansão de árvores da Mata Atlântica nos vales, indicando clima mais quente e úmido, com aumento na precipitação anual, quando comparado com o último estágio glacial. No entanto, segundo o autor, secas sazonais poderiam explicar a falta de expansão da mata com Araucária nas terras altas do sul do Brasil no início do Holoceno até Holoceno Médio, diferindo dos resultados obtidos pelo mesmo autor na Serra da Boa Vista (Behling, 1995).

Alguns trabalhos na região sul do Brasil apresentam resultados climáticos distintos para esta fase do início do Holoceno: clima sazonal com longo período anual seco, que prevaleceu até o Holoceno Tardio (Cambará do Sul, Rio Grande do Sul, Behling *et al.*, 2004); clima quente e seco até cerca de 5000 anos AP, com posterior expansão das matas de galeria, conseqüência da mudança para condições climáticas mais úmidas (São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul, Behling *et al.*, 2005); clima quente e seco entre 10000-2900 anos AP (Morro da Igreja e Serra do Rio do Rastro, Santa Catarina), contrastando com os resultados da Serra da Boa Vista, onde há evidências de expansão da Mata Pluvial Atlântica neste intervalo (Behling, 1995); clima relativamente seco até o Holoceno Tardio devido à baixa proporção de elementos da

mata com Araucária e da Mata Atlântica, e alta frequência de *Eryngium* (Serra de Araçatuba, Paraná, Behling, 2007).

No trabalho de Behling *et al.* (2004) constatam-se nos diagramas palinológicos aumento repentino e acentuado da frequência de esporos de *Blechnum cf. imperiale* (como Tipo *Blechnum imperiale*) no início do Holoceno, há cerca de 10000 anos AP, como também presença de sedimentos escuros e ricos em matéria orgânica, características relacionadas a um ambiente de turfeira (segundo os próprios autores), o que estaria mais compatível com um clima úmido. Neste mesmo trabalho, a presença de *Phaeoceros laevis*, típico de solos úmidos (Menéndez, 1962), foi utilizado pelos autores para inferir solos ressecados ao redor da turfeira, sugerindo clima quente e seco (ao invés de quente e úmido) para o início do Holoceno. Nos diagramas de Behling *et al.* (2005) evidencia-se uma elevação na concentração total de palinomorfos há cerca de 10000 anos AP, compatível com uma melhoria climática relacionada a um ambiente quente e úmido, e não quente e seco. Por outro lado, a falta de diagramas individualizados de concentração nesses trabalhos dificulta as interpretações e a comparação dos resultados. Ybert *et al.* (2001) sugerem uma reinterpretção dos resultados obtidos por Behling (1995) para o Morro da Igreja e Serra do Rio do Rastro, indicando que a expansão da Mata Pluvial Atlântica, há cerca de 10000 anos AP, deveria ser interpretada como correspondendo a um clima quente e úmido.

Na Argentina, vários estudos detectaram fase úmida para o início do Holoceno. O aumento de temperatura e umidade foi constatado para a Província de Buenos Aires e sul da Terra do Fogo (Quatrocchio & Borromei, 1998). Nas planícies do Pampa, região leste da Argentina, ocorre nesta fase a mudança de estepe seca para campos gramináceos úmidos e a rápida evolução para ambientes brejosos, correspondendo às mudanças ambientais relativas a clima subúmido a úmido (Prieto, 2000). Também para o nordeste do Pampa da Argentina há evidências de um aumento de umidade no início do Holoceno (Prieto *et al.*, 2004), o mesmo ocorrendo para a região nordeste das florestas temperadas de *Nothofagus*, com elevação das precipitações (Markgraf, 1984). Em outras regiões da Argentina, como no sudoeste da Patagônia, zonas subantárticas, temperadas e de ambientes áridos, uma melhoria climática no início do Holoceno parece evidente (Markgraf, 1983; Mancini, 2002) o que corrobora as informações sobre um evento climático geograficamente mais amplo.

As informações obtidas em Alpes de São Francisco para o início do Holoceno estão, portanto, de acordo com as várias já obtidas em distintos locais do Cone Sul,

indicando um aumento de temperatura e umidade nesta fase. A causa da melhoria climática parece ter sido a mudança no padrão de circulação das massas de ar do Cone Sul a partir de cerca de 10000 anos AP, com o predomínio do Anticiclone Polar Atlântico sobre o Anticiclone Polar Pacífico (D'Antoni, 1983). Sugere-se, assim, reavaliação dos resultados que inferem clima quente e seco para o início do Holoceno no sul do Brasil. Também importante é ampliar os locais de estudo para melhor distinguir eventos regionais dos de ampla extensão, relacionados às mudanças globais.

Após este ameno início do Holoceno as condições ambientais parecem ter se tornado adversas no local de estudo, com redução da umidade a partir de 9400 anos AP, gerando um clima seco. A vegetação se retrai como um todo (redução na concentração de indicadores de algas, pântano herbáceo, mata, campo e de ambiente indeterminado, Fig. 4), prolongando-se assim até cerca de 5600 anos AP (Holoceno Médio), (Fig. 7). O pântano herbáceo parece estar cercado agora por um campo seco e a mata retraída, mantendo-se em refúgios (diagrama composto de mata x campo, Fig. 3). Na turfeira contígua à mata estudada, Leonhardt (2007) detectou esta fase seca, com retração da vegetação regional entre 9700-6500 anos AP. Estudos semelhantes em turfeiras do Planalto leste do Estado mostram fase seca em São Francisco de Paula, com escassez polínica nos sedimentos, entre 7500-4000 anos AP (Behling *et al.*, 2001). Também para Cambará do Sul, Roth & Lorscheitter (1993) encontraram grande retração de indicadores de campo após o ameno início do Holoceno, embora sem uma cronologia detalhada. Na Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul, evidências apontam, entre 7000-5000 anos AP, um clima também seco (Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2007). Nas regiões montanhosas do sul do Brasil (Behling, 1995, 1997, 2007; Behling *et al.*, 2001, 2004) e no oeste do Rio Grande do Sul (Behling *et al.*, 2005), a palinologia de sedimentos revelou um clima relativamente seco ao longo do Holoceno, impedindo a expansão principalmente dos indicadores florestais. Já para a região litorânea do Rio Grande do Sul não há informações palinológicas sobre esta fase seca porque a ampla transgressão marinha holocênica (8000-4000 anos AP), resultante do aumento de temperatura global, danificou a vegetação (Lorscheitter, 2003). Nas demais regiões ao sul do Rio Grande do Sul as evidências sobre essa fase são ainda escassas. No sudeste dos Andes, Markgraf & Bradbury (1982) constataram um clima árido entre 8000-6000 anos AP. Em Bariloche, Markgraf (1984) evidenciou o retorno às condições de estepe entre 8500-7000 anos AP e florestas rarefeitas entre 8000-6000 anos AP. Para o sul da

Terra do Fogo, Quatrocchio & Borromei (1998) sugerem um clima seco entre 9500-5000 anos AP.

A comparação das informações em distintos locais do Cone Sul, portanto, reforçam a idéia de uma fase seca após a melhoria climática do início do Holoceno. As diferenças cronológicas encontradas para este intervalo, no entanto, devem ser melhor investigadas, podendo estar ligadas às características locais, como a compartimentação geográfica, que influencia o microclima.

Entre 5600-3300 anos AP (Holoceno Médio/Tardio) evidências apontam grande expansão da vegetação no local de estudo (acentuado aumento na concentração de quase todos os componentes nos diagramas palinológicos, com as maiores frequências do perfil, Fig. 4). A vegetação do pântano herbáceo se adensa (altas concentrações principalmente de Cyperaceae, *Phaeoceros laevis*, *Blechnum cf. imperiale*, Eriocaulaceae e *Osmunda*), com a presença de distintas algas, próprias de locais encharcados (altas concentrações de *Zygnema*, *Pseudoschizaea rubina*, *Spirogyra* e *Mougetia*). A maior frequência de *Sphagnum recurvum*, principalmente há cerca de 5000 anos AP (maior concentração de todo o perfil: 2900000 grãos/cm³ de sedimento fresco, Fig. 4), indica a transformação do pântano herbáceo em uma turfeira desenvolvida. O campo também encontra-se, ao que tudo indica, bem adensado na zona adjacente ao local de estudo (destacam-se como principais indicadores Tipo *Baccharis*, Tipo Scrophulariaceae e Poaceae). Plantas arbóreas pioneiras parecem recolonizar as margens do pântano herbáceo nesta fase, provavelmente conquistando porções cada vez mais interiorizadas da bacia deposicional (como Myrtaceae, *Trema micrantha* e *Myrsine*).

Esses resultados apontam um retorno da melhoria climática, com um clima úmido e de alta pluviosidade entre 5600-3300 anos AP, relacionado ao *optimum* climático, evento de caráter global (cerca de 5000 anos AP, Berglund, 1986). Tudo indica que o principal fator para o maior aporte de umidade à região do Planalto leste nesta fase tenha sido o máximo da transgressão marinha holocênica sobre a Planície Costeira (cerca de 5000 anos AP, Kowsmann *et al.*, 1977; Villwock & Tomazelli, 1998). Esta transgressão aproximou o mar dos paredões rochosos, gerando massas de ar ascendentes saturadas de umidade que trazem, desde então, chuvas frequentes ao Planalto adjacente, beneficiando a vegetação. Ao contrário, dados indicam ampla destruição da vegetação litorânea devido ao máximo transgressivo (Cordeiro, 1991;

Cordeiro & Lorscheitter, 1994; Lorscheitter & Dillenburg, 1998; Neves, 1998; Prieto *et al.*, 1999; Werneck & Lorscheitter, 2001; Lorscheitter, 2003).

Apesar do desenvolvimento do pântano herbáceo, a partir de 5000 anos AP *Sphagnum recurvum* começa a regredir de modo acentuado na seqüência estudada, possivelmente pela perda da capacidade competitiva devido à invasão de espécies campestres e florestais pioneiras no local, o que indica declínio da turfeira após seu clímax (alta concentração de Poaceae, *Plantago*, Tipo *Baccharis*), (Fig. 4). Tipo *Baccharis* (indicador campestre) pode também refletir um estágio intermediário de sucessão entre campo e mata ou entre pântano herbáceo e mata, apontando adensamento da vegetação arbustiva, já que muitas espécies deste gênero ocorrem freqüentemente em capoeiras (Joly, 2002).

Ao lado de espécies arbóreas pioneiras têm maior expressão, há cerca de 3300 anos AP, elementos típicos da mata com Araucária, que se estabelece no terreno (mais altas concentrações de *Podocarpus lambertii*, *Ilex*, *Araucaria angustifolia* e *Dicksonia sellowiana*), o que coincide com o franco declínio de *S. recurvum* e, portanto, da própria turfeira. Essas evidências mostram, pela primeira vez no sul do Brasil, a substituição de uma turfeira pretérita por mata com Araucária durante a sucessão vegetal e, portanto, colocam as turfeiras atuais como possíveis predecessoras de novas matas com Araucária, dentro de condições climáticas apropriadas. As informações são corroboradas por Leonhardt (2007), que detectou desenvolvimento da turfeira, adjacente à mata em estudo, também em torno de 5000-4000 anos AP (*S. recurvum* = 58000 grãos/cm³ de sedimento fresco), com declínio na atualidade, quando se encontra colonizada por espécies de Poaceae, como *Briza calotheca*, *Paspalum polyphyllum* e *Saccharum asperum*, que recobrem parcialmente tufos de *S. recurvum* em muitos pontos (*S. recurvum* = 18000 grãos/cm³ de sedimento fresco na amostra de topo do perfil). Também a própria *A. angustifolia* apresenta alguns indivíduos invadindo a turfeira atual desde a mata em estudo (o mesmo acontecendo com a turfeira do Itaimbezinho – Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993). Repete-se assim, atualmente, um processo de sucessão vegetal detectado ao longo do perfil sedimentar do interior da mata em estudo (*S. recurvum* = 2300 grãos/cm³ de sedimento fresco na amostra de topo do perfil).

O conjunto de informações obtidas no local de estudo parece indicar, portanto, que entre 5600-3300 anos AP o Planalto leste esteve condicionado a uma fase de alta umidade, com o desenvolvimento de pântanos, turfeiras, campos e expansão das matas

desde os antigos refúgios. Inicialmente com espécies arbóreas pioneiras, há cerca de 3300 anos AP os elementos típicos da mata com Araucária parecem ter se tornado abundantes, compondo matas da região (Fig. 7). Neste processo, muitas paleoturfeiras podem ter dado origem a matas atuais com Araucária.

A alta pluviosidade, resultando em condições climáticas provavelmente muito úmidas à região, mantém uma vegetação desenvolvida até cerca de 3300 anos AP, no Holoceno Tardio (altas concentrações de indicadores de pântano herbáceo, mata, campo e ambiente indeterminado, Fig. 4).

3300 anos AP – Atualidade (ZONA III)

Após 3300 anos AP observa-se no local de estudo o declínio acentuado do pântano herbáceo, resultado, ao que tudo indica, do próprio processo de sucessão vegetal, no qual foi substituído pelos elementos florestais (diagrama composto de aquáticos + pântano herbáceo x mata, Fig. 3). Destaca-se também o desaparecimento da turfeira há cerca de 2500 anos AP (escassos esporos de *Sphagnum recurvum* a partir desta fase).

No entanto, é marcante no local a retração dos elementos da mata como um todo de 3300 anos AP até a atualidade (perceptível nos diagramas de concentração, Fig. 4). Com exceção do Tipo *Microgramma vacciniifolia* e de *Podocarpus lambertii*, todos os indicadores de mata sofrem redução da concentração nesta fase, inclusive a própria *Araucaria angustifolia*. Esta menor circulação de material polínico florestal na atmosfera também foi detectada na análise palinológica de sedimentos da turfeira atual adjacente, onde os grãos são amplamente depositados sobre a bacia deposicional (Leonhardt, 2007).

Considerando que o local de estudo apresenta hoje uma cobertura arbórea onde elementos típicos da mata com Araucária estão presentes (como *A. angustifolia*, *Drimys brasiliensis*, *Ilex paraguariensis* e *P. lambertii*), e considerando ainda que não existem evidências de fases secas para o sul do Brasil após 5000 anos AP (Martin *et al.*, 1991; Ybert *et al.*, 2001), a acentuada queda da concentração polínica de indicadores arbóreos em direção ao topo do perfil pode ser explicada por uma possível baixa da capacidade reprodutiva de elementos florestais após 3300 anos AP, resultante do aumento de temperatura global. A redução polínica deve estar associada também, nas últimas décadas, à atividade antrópica. No Planalto leste, esta atividade se traduz em extensas

plantações de *Pinus*, queimadas, extrativismo de madeira (*Araucaria angustifolia* e de outras espécies) e de xaxim (*Dicksonia sellowiana*).

Como já mencionado, não há referências de fases secas para o sul do Brasil após 5000 anos AP. Ao contrário, fenômenos do tipo *El Niño* parecem ter ocorrido com frequência, mantendo a alta pluviosidade regional, ao contrário das demais regiões mais ao norte do país (Martin *et al.*, 1991). Segundo Ybert *et al.* (2001) a pluviosidade e as condições úmidas devem ter sido mantidas nos últimos milênios na região Sul.

Estudos da flora atual, por outro lado, mostram o aumento da densidade de espécies lenhosas sobre os ecossistemas campestres (Van Auken, 2000; Cabral *et al.*, 2003). Essa maior densidade altera a fisionomia das vegetações abertas e os mecanismos comumente associados às mudanças são o adensamento de arbustos (Cabral *et al.*, 2003) e a expansão florestal, a qual pode ser um processo gradual a partir da borda ou “aos saltos”, através da nucleação florestal da matriz campestre (Duarte *et al.*, 2006). Segundo estes últimos, *A. angustifolia* age como a principal espécie nucleadora no campo em regiões de mosaicos naturais (campo e mata com Araucária), principalmente por atrair aves dispersoras que promovem a colonização do local por outras espécies florestais. Rambo (1956a) já salientava que o campo atual do Planalto não passa de um relicto vegetacional de um passado geológico bem mais seco, estando em desequilíbrio com as condições climáticas dos dias atuais. Segundo Pillar & Quadros (1997), Overbeck *et al.* (2005, 2006) e Müller (2006), a permanência do campo provavelmente esteja vinculada a pressões de pastejo e fogo, fatores que impedem ou retardam o estabelecimento de espécies lenhosas.

Sendo assim, esta tendência natural de expansão de elementos da mata com Araucária sobre o campo, dentro de um clima local frio e úmido, estaria sendo prejudicada pelo aumento da temperatura global dos últimos milênios, ao baixar sua capacidade reprodutiva e, conseqüentemente, dificultar seu avanço (Fig. 7).

Evidências da elevação da temperatura podem ser observadas no aumento da concentração dos fungos nos diagramas, próximo ao topo do testemunho (Fig. 4), também detectado por Leonhardt (2007) e Roth & Lorscheitter (1993). Uma pesquisa realizada com cones masculinos de *A. angustifolia* em Santa Catarina e Misiones (Argentina) mostrou uma nítida redução do número e do tamanho dos sacos polínicos dos microsporófilos quando a temperatura regional é mais elevada que a média no mês de sua formação, resultando na menor produção de sementes (Marta Caccavari, comunicação pessoal). Por outro lado, a presença de *A. angustifolia* está condicionada a

um ciclo hidrológico onde se alterna um período chuvoso com outro mais seco, sendo este último necessário para induzir o ciclo reprodutivo (Backes, 1988). A umidade permanente mais ao sul do Planalto brasileiro é então amenizada, durante alguns meses, pela temperatura mais baixa, que influi no balanço hídrico dos vegetais. Portanto, *Araucaria angustifolia* pode estar também condicionada a um frio intenso, com médias das mínimas iguais ou inferiores a 10°C, com flutuações termoperiódicas sazonais ao redor de 12°C, o que é um fator limitante para o avanço das florestas latifoliadas (Backes, 1988). Assim, o aumento da média anual de temperatura pode alterar drasticamente o ciclo reprodutivo desta planta, e também de várias outras espécies da mata com Araucária, propiciando o avanço da mata latifoliada vizinha. Este processo é observado na atualidade, com infiltração e expansão lenta das matas latifoliadas no Planalto leste, levando a ocupar as áreas dos pinhais (Reitz & Klein, 1966). Outro fator favorável à expansão das florestas tropicais refere-se às sementes, pequenas e leves, muitas de fácil disseminação e adaptadas a variados níveis de luminosidade (Backes, 1988), tornando-as mais agressivas quando comparadas às possibilidades de dispersão das pesadas sementes de *A. angustifolia*. Estes resultados estão de acordo com a expansão da Mata Atlântica após 5000 anos AP na Planície Costeira (Lorscheitter, 2003).

Fica, assim, evidenciada a possível redução da capacidade reprodutiva de elementos da mata com Araucária após 3300 anos AP, ao que tudo indica resultado da elevação da temperatura global e, mais tarde, também da ação antrópica. No local de estudo, o estabelecimento da mata com Araucária, há cerca de 3300 anos AP, resultou na cobertura arbórea que margeia a turfeira atual. Exemplares de *A. angustifolia* tentam expandir-se sobre a turfeira adjacente na atualidade, repetindo assim os processos de sucessão vegetal observados nos sedimentos do interior da mata.

A acentuada baixa da concentração de elementos campestres após 3300 anos AP junto ao local de estudo parece ser devida à dificuldade de deposição de material polínico de campo após implantação da mata (diagrama composto de mata x campo, Fig. 3). No entanto, Leonhardt (2007) observou o mesmo na turfeira atual adjacente, sem anteparos à deposição de pólen campestre, o que faz supor a alta umidade no Planalto como mais um fator responsável por esta retração de elementos campestres nos diagramas. Esta retração do campo estaria em concordância com a existência, na atualidade, de relictos campestres de um passado de clima mais seco (Rambo, 1956a).

2. Banhado Amarelo

4300-4100 anos AP (ZONA I)

Entre 4300-4100 anos AP, os resultados apontam uma vegetação rarefeita no local de estudo (escassez nas concentrações de indicadores de pântano herbáceo, campo, mata, componentes de ambiente indeterminado e fungos, Fig. 6). Os dados mostram a provável existência de um local pantanoso (maior influência de Cyperaceae, Tipo *Blechnum* e *Blechnum* cf. *imperiale* nos diagramas polínicos, Fig. 6). As evidências de um ambiente pantanoso aberto encontram-se também no diagrama composto (aquáticos + pântano herbáceo x mata), (Fig. 5).

Ao que tudo indica, o pântano estava circundado por um campo pouco desenvolvido (destacam-se Poaceae e Tipo *Baccharis* nos diagramas de porcentagem, porém escassos nos de concentração, Fig. 5-6). Por outro lado, a acentuada escassez de elementos de mata nos diagramas de concentração aponta para a existência provável de refúgios florestais. Os dados mostram, assim, um retardo no desenvolvimento da vegetação nesta fase úmida do Holoceno em relação a Alpes de São Francisco (Fig. 7), provavelmente devido ao terreno plano, desabrigado e de maior altitude do Banhado Amarelo. A vegetação do terreno de Alpes de São Francisco, mais compartimentado e cercado de elevações onduladas, pode ter, assim, respondido mais facilmente às mudanças climáticas amplas, ligadas ao aumento da umidade regional, implantados a partir de 5600 anos AP.

4100-1600 anos AP (ZONA II)

O retardo no desenvolvimento da vegetação prolonga-se até cerca de 3200 anos AP, mantendo um pântano aberto no local de estudo, cercado pelo campo rarefeito (Fig. 6). A partir de 3200 anos AP a vegetação local inicia uma grande expansão (maiores concentrações de todo o perfil, Fig. 6). O pântano herbáceo se adensa (altas concentrações principalmente de Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, *B.* cf. *imperiale* e *Osmunda*, Fig. 6), ao que tudo indica com algas em pontos mais encharcados. O campo adjacente também se desenvolve (altas concentrações de Poaceae, Tipo Scrophulariaceae e Tipo *Baccharis*, Fig. 6). Como em Alpes de São Francisco, o Tipo *Baccharis* (indicador campestre) pode também estar relacionado a um estágio

intermediário entre campo e mata (Joly, 2002), ou entre pântano herbáceo e mata, em vegetação arbustiva.

As evidências mostram a vegetação florestal pioneira iniciando sua expansão sobre o pântano herbáceo nesta fase (aumento expressivo nas concentrações de Myrtaceae e *Myrsine* e na frequência da mata nos diagramas compostos: aquáticos + pântano herbáceo x mata, mata x campo, Fig. 5-6). Ocorre também o aumento da concentração de típicos elementos formadores de mata com Araucária (*Araucaria angustifolia*, *Ilex*, *Drimys brasiliensis*, *Podocarpus lambertii* e *Dicksonia sellowiana*). Ao contrário de Alpes de São Francisco, aqui não fica clara a formação de uma turfeira anterior à instalação da mata no processo de sucessão vegetal, mas uma conquista rápida e quase que simultânea do terreno paludoso por espécies herbáceas e florestais.

O desenvolvimento da vegetação local, dentro de um clima úmido, se estende até cerca de 1600 anos AP (altas concentrações de indicadores de pântano herbáceo, mata, campo e ambiente indeterminado, Fig. 6). Portanto, entre 3200-1600 anos AP as condições geográficas locais parecem manter uma temperatura relativamente mais baixa que em Alpes de São Francisco, preservando as características da mata com Araucária, ali instalada. Ao contrário, em Alpes de São Francisco esta mata parece já estar sofrendo os efeitos do aumento da temperatura global nesta fase (Fig. 7).

1600 anos AP – Atualidade (ZONA III)

Apesar dos diagramas desdobrados de porcentagem e dos diagramas compostos indicarem um avanço da mata sobre o pântano herbáceo após 1600 anos AP, os diagramas de concentração sugerem declínio significativo dos elementos da mata com Araucária, do pântano herbáceo e do campo adjacente neste intervalo (Fig. 5-6), repetindo o acontecido em Alpes de São Francisco, porém mais tardiamente. Da mesma forma, o declínio do pântano herbáceo local pode ser explicado pela própria colonização do depósito por elementos arbóreos, gerando a mata atual com Araucária, que contorna a turfeira do Banhado Amarelo. Também aqui, a redução dos indicadores de campo parece refletir o próprio desenvolvimento da mata e as condições climáticas úmidas dos últimos milênios, influenciando negativamente parte da vegetação campestre. A acentuada retração dos indicadores de mata com Araucária (*A. angustifolia*, *Ilex*, *D. brasiliensis* e, especialmente, *D. sellowiana*) a partir de 1600 anos AP sugere também um aumento da temperatura global e fatores antrópicos das últimas décadas, porém com

uma defasagem de cerca de 1700 anos em relação a Alpes de São Francisco. Esse novo retardo da resposta da vegetação à mudança climática talvez se deva, novamente, às condições climáticas locais. O aumento da concentração de fungos no topo do testemunho pode também indicar aumento da temperatura.

A proximidade do Planalto do sul do Brasil com o mar desde o máximo da transgressão marinha holocênica, há cerca de 5000 anos AP (Villwock & Tomazelli, 1998), deve ter contribuído enormemente para o aporte e manutenção da umidade e pluviosidade necessários ao seu desenvolvimento florestal (Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993; Leonhardt, 2007). A partir de então, estabeleceram-se as condições úmidas necessárias à expansão da mata com Araucária desde os possíveis refúgios. Vários trabalhos, no entanto, indicam distintas cronologias para o início desta fase úmida e conseqüente expansão da mata com Araucária no Planalto sul-brasileiro: fase úmida após 4000 anos AP, com expansão da mata com Araucária a partir do último milênio e a *Araucaria angustifolia* desde 850 anos AP (São Francisco de Paula, Behling *et al.*, 2001); migração da mata com Araucária, desde os refúgios há cerca de 4320 anos cal AP, com expansão sobre o campo a partir de 1100 anos cal AP, refletindo o início de uma fase mais úmida, sem estação seca marcante ao longo do ano (Cambará do Sul, Behling *et al.*, 2004); fase úmida a partir de 2900 anos AP na Serra Geral de Santa Catarina e Paraná (Behling, 1995, 1997, 2007). Comparando esses resultados com os obtidos em Alpes de São Francisco e Banhado Amarelo, observa-se que as distintas cronologias para o início da expansão da mata com Araucária no Planalto do sul do Brasil no Holoceno Tardio refletem as condições de cada microrregião, segundo sua compartimentação geográfica (dentro de um clima geral frio e úmido no Planalto), não podendo ser amplamente generalizadas. Portanto, a aparente continuidade da fase seca do Holoceno Médio após 5000 anos AP, citada em alguns trabalhos, deve refletir retardo na resposta da vegetação à melhoria climática global do *optimum* climático (5000 anos AP) e não um clima seco mais prolongado. Prova disso são os elementos xerofíticos dos campos do Planalto (Rambo, 1956a), guardando até a atualidade relictos provavelmente da anterior fase seca do Holoceno Médio.

A grande retração da vegetação após a fase de maior influência florestal do Holoceno Tardio não é detectada em trabalhos palinológicos para o Planalto do sul do Brasil que envolvem apenas análise porcentual (Behling, 1995, 1997, 2007; Behling *et al.*, 2001, 2004). É, no entanto, bastante clara nos diagramas de concentração. Esta

retração, interpretada aqui como uma provável perda da capacidade reprodutiva por elevação da temperatura global, pode também sofrer influência da compartimentação geográfica, resultando em um evento com distintas cronologias, dependendo da área considerada.

Um maior número de locais deve ainda ser investigado no leste do Planalto, usando mesma metodologia, para que se possa obter informações cronológicas mais acuradas sobre as mudanças paleoambientais, já detectadas para os últimos milênios. Essas informações históricas permitem predições sobre as tendências naturais da vegetação e clima, subsidiando programas de preservação ambiental.

Fig. 5. BANIJO DO AMARELO – Diagramas de porcentagem

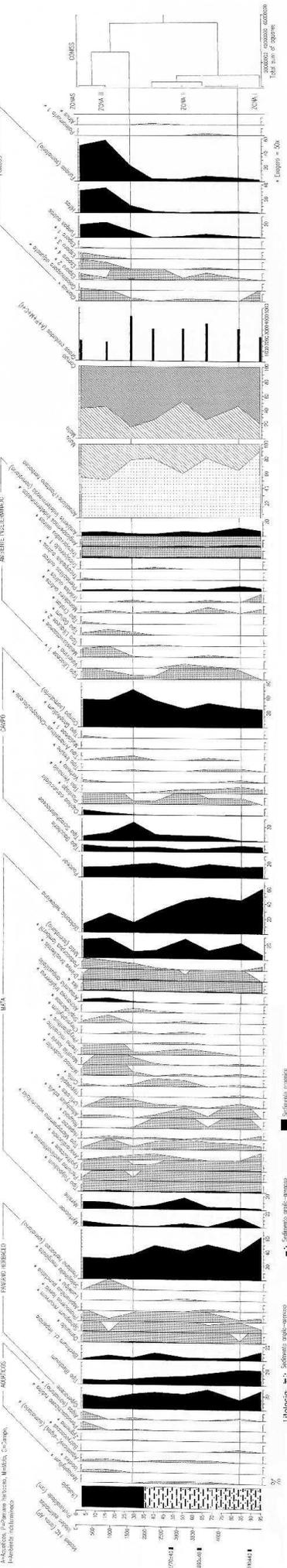
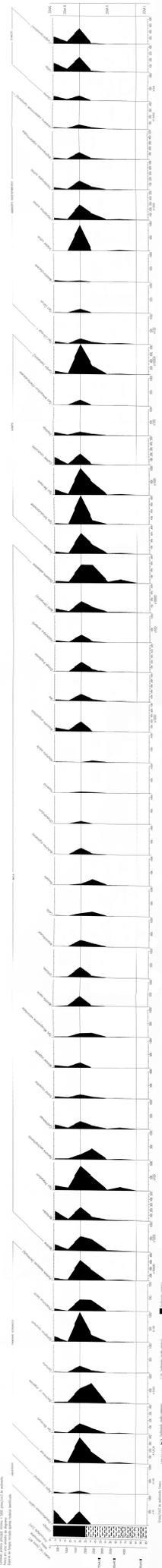


Fig. 6. Diagrama de momentos



ALPES DE SÃO FRANCISCO (perfil 1)

BANHADO AMARELO (perfil 2)

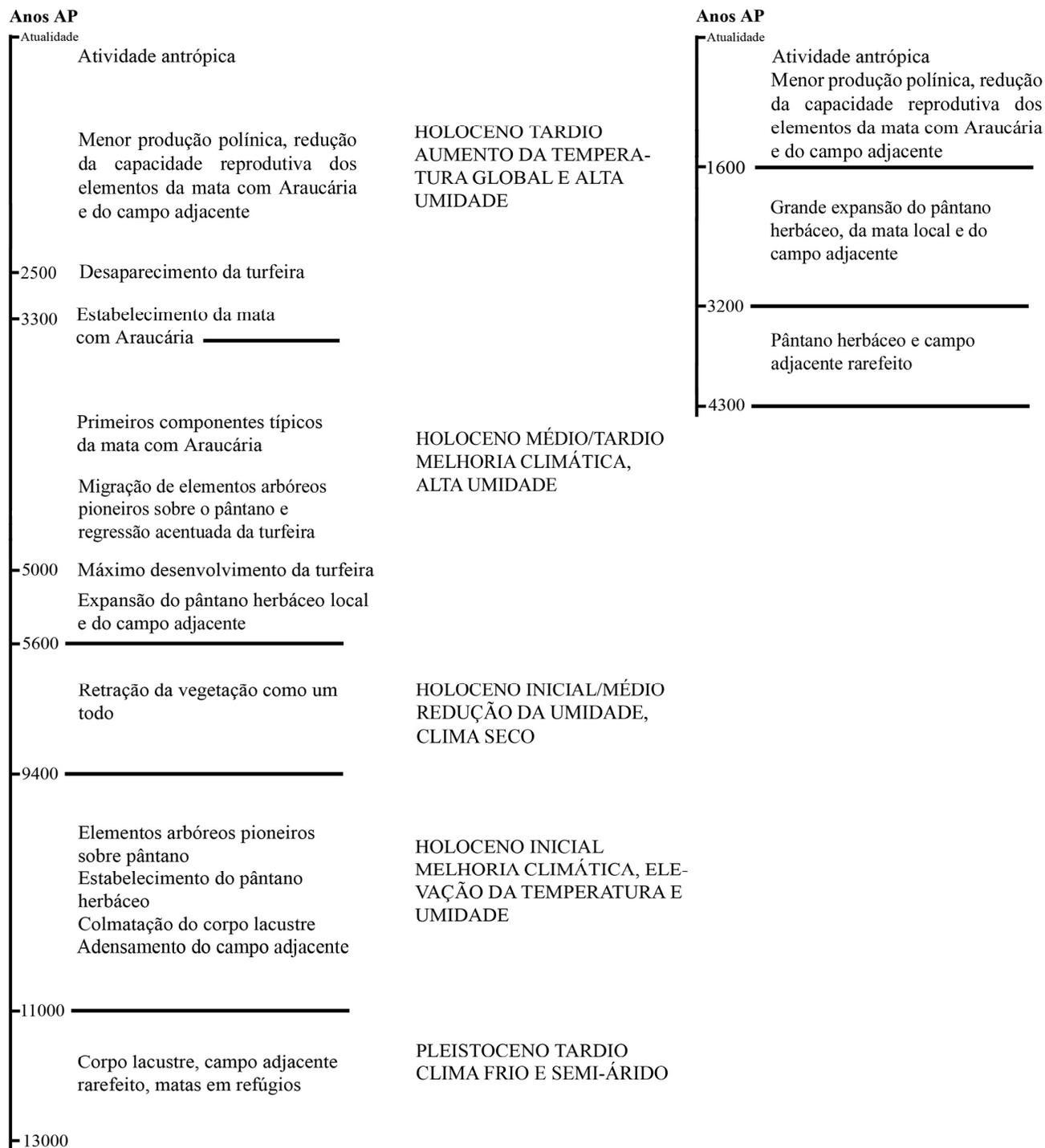


Figura 7. Síntese da dinâmica da vegetação durante o Quaternário Tardio. Alpes de São Francisco (perfil 1) e Banhado Amarelo (perfil 2), São Francisco de Paula, RS, Brasil. (Escala de tempo não proporcional, para melhor indicação dos eventos)

CONCLUSÕES

Foi realizada, pela primeira vez no Planalto leste do Rio Grande do Sul, a palinologia em perfis sedimentares do interior de duas matas com Araucária, abrangendo a sucessão vegetal nos últimos 13000 anos AP. A pesquisa permitiu reconstituir paleoambientes do Quaternário Tardio, levando às seguintes conclusões:

- A ocorrência de 8 fungos, 6 algas, 5 briófitos, 20 pteridófitos, 3 gimnospermas, 65 angiospermas e 3 outros palinomorfos, num total de 110 palinomorfos para os dois locais de estudo, mostra o potencial desses sedimentos em preservar material palinológico diversificado e abundante para análises paleoambientais. Deste total, seis são citações novas para o Quaternário do Rio Grande do Sul: Tipo *Helicoon pluriseptatum* Beverw., *Hypolepis* Bernh., *Asplenium serra* Langsd. & Fisch., *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price, Tipo *Polypodium hirsutissimum* Raddi e Tipo *Richardia* L.;
- Entre 13000-11000 anos AP, final do último estágio glacial – Pleistoceno Tardio – o clima parece ter sido frio e seco para o Planalto leste, retratado por uma vegetação campestre rarefeita e ausência de mosaico florestal, estando a mata com Araucária provavelmente restrita a refúgios. Nesta fase, evidências indicam a existência de um corpo lacustre onde atualmente se localiza a mata com Araucária de Alpes de São Francisco, dando início ao processo de sucessão vegetal por hidrossere;
- Em torno de 11000-10000 anos AP – início ao Holoceno – dados apontam para uma melhoria climática global, que se traduz na elevação da temperatura e no maior aporte de umidade, favorecendo o desenvolvimento da vegetação regional. O campo se adensa, os corpos lacunares são colmatados e as matas iniciam sua expansão desde os refúgios. Em Alpes de São Francisco ocorre a colmatação gradativa do corpo lacustre pela vegetação herbácea;
- A partir de 9400 anos AP, as evidências mostram condições climáticas mais adversas, sugerindo um recrudescimento climático, com clima seco, que se prolonga até cerca de 5600 anos AP. A vegetação de campo retrai e as matas mantêm-se confinadas em refúgios. Esse clima influencia negativamente a sucessão vegetal em Alpes de São Francisco, reduzindo a concentração polínica nos sedimentos.

- Entre 5600-3300 anos AP, o acentuado aporte de umidade, devido principalmente à transgressão marinha holocênica, promove as condições necessárias ao desenvolvimento da vegetação regional, dando início à migração da mata desde os refúgios (*optimum* climático em torno de 5000 anos AP). Em Alpes de São Francisco, a significativa presença de *Sphagnum recurvum* nos sedimentos, há 5000 anos AP, sugere a transformação do pântano herbáceo em uma turfeira desenvolvida. Seu declínio posterior provavelmente se deva à perda da capacidade competitiva com espécies campestres e florestais. Inicialmente a paleoturfeira de Alpes de São Francisco parece ter sido colonizada por espécies arbóreas pioneiras, seguindo-se os elementos típicos da mata com Araucária, cujo máximo de expansão se dá há cerca de 3300 anos AP. Em conseqüência, em torno de 2500 anos AP a turfeira desaparece. Fica demonstrada assim, pela primeira vez, a potencialidade das turfeiras atuais como predecessoras de futuras matas com Araucária no sul do Brasil, dentro de condições climáticas apropriadas;
- Na seqüência do Banhado Amarelo a fase úmida entre 4300-3200 anos AP revela a existência de um pântano aberto, circundado por um campo rarefeito, e a presença provável de refúgios florestais, indicando assim um atraso na resposta da vegetação à melhoria climática ocorrida a partir de 5000 anos AP, provavelmente em decorrência do condicionamento geográfico local. Somente entre 3200-1600 anos AP a acentuada expansão da vegetação local é evidenciada.
- Após 3300 anos AP, dados sugerem a possível diminuição da capacidade reprodutiva da vegetação local e regional em Alpes de São Francisco, em especial da mata com Araucária, possivelmente devido a um natural aumento da temperatura global. Os efeitos desse aumento só são perceptíveis mais tardiamente na seqüência do Banhado Amarelo, ocorrendo no intervalo posterior há 1600 anos AP. As condições geográficas locais devem ter sido a causa desse novo atraso. As atividades antrópicas das últimas décadas certamente também contribuíram para a redução do material polínico no topo dos dois testemunhos.
- Ao contrário da seqüência de Alpes de São Francisco, no Banhado Amarelo não fica evidente a formação de uma paleoturfeira, anterior à instalação da mata na sucessão vegetal, mas sim uma conquista concomitante do terreno paludoso por espécies herbáceas e florestais, indicando processos distintos de sucessão vegetal na formação das matas com Araucária. Tudo indica também que, uma vez

implantadas as condições úmidas necessárias ao desenvolvimento florestal no leste do Planalto (cerca de 5000 anos AP em diante), distintas cronologias podem ser observadas em relação ao início da gênese das matas, que provavelmente decorram das condições de cada microrregião, segundo sua compartimentação geográfica. Isso poderia explicar a aparente discrepância em relação ao início da expansão das matas com Araucária no leste do Planalto, existentes na literatura;

- Os resultados obtidos estão de acordo com as mudanças globais do Quaternário Tardio e com os fatores determinantes do clima no Cone Sul, como a relação do Anticiclone Polar Pacífico com o Anticiclone Polar Atlântico, os eventos do tipo *El Niño* e as oscilações do nível do mar durante o Holoceno. Também concordam com estudos da flora atual e com informações obtidas em distintas regiões do Cone Sul para o Quaternário, evidenciando eventos climáticos mais amplos;
- A análise de indicadores individualizados nos diagramas de concentração polínica mostrou-se relevante nas interpretações, corrigindo certas distorções dos diagramas de porcentagem. Isso se dá na interpretação do início do Holoceno, quente e úmido e não frio e seco, como o referido para o sul do Brasil em trabalhos que não usam diagramas individualizados de concentração. O mesmo acontece com a análise do comportamento da mata com Araucária no Holoceno Tardio, onde a retração do pólen arbóreo só é perceptível nos diagramas de concentração;
- A continuidade das pesquisas palinológicas na região do Planalto leste poderá ampliar o conhecimento dos processos históricos dos últimos milênios, que resultaram na sua paisagem atual. Este conhecimento pode permitir predições sobre as tendências naturais do clima e da vegetação, subsidiando programas de preservação e monitoramento ambiental nesta região tão drasticamente alterada pelo homem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas 3**: 1-19
- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. 1996. **Introductory Mycology**. 4th ed. New York: John Wiley & Sons Inc. 869 p.
- BACKES, A. 1988. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil. **Pesquisas – Botânica 39**: 5-39.
- BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil – II. **Pesquisas – Botânica 49**: 31-51.
- BACKES, A.; FERNANDES, A.V. & ZENI, D.J. 2000. Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. **Pesquisas – Botânica 50**: 97-117.
- BACKES, P. & IRGANG, B.E. 2002. **Árvores do Sul. Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz. 326p.
- BAPTISTA, L.R.M. (Coord.). 1979. Levantamento florístico preliminar da Reserva Biológica do LAMI – Porto Alegre, RGS. **Nideco, Série Urbana 1**: 1-30.
- BARROSO, G.M. 1978. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 1. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. 255 p.
- BARROSO, G.M. 1984. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 2. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. 377 p.
- BARROSO, G.M. 1986. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 3. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. 326 p.
- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. **Glossário ilustrado de palinologia**. Campinas: Editora da UNICAMP. 75 p.
- BASTOS, N.R. 1996. **O gênero *Vicia* L. (Leguminosae – Faboideae) no Brasil**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 98 p.
- BEHLING, H. 1995. Investigations into the late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archaeobotany 4**: 127-152.
- BEHLING, H. 1997. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology 97**: 109-121.

- BEHLING, H. 1998. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology** **99**: 143-156.
- BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **177**: 19-27.
- BEHLING, H. 2007. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. **Vegetation History and Archaeobotany** **16**: 77-85.
- BEHLING, H.; BAUERMANN, S. & NEVES, P.C.P. 2001. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** **14**: 631-639.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D. & BAUERMANN, S.G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Paleobotany and Palynology** **133**: 235-248.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D.; MÜLLER, S.C. & OVERBECK, G.E. 2007. Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brazil: Implications for conservation. **Applied Vegetation Science** **10**: 81-90.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D.; ORLÓCI, L. & BAUERMANN, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grasslands (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **203**: 277-297.
- BERGLUND, B.E. 1986. **Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology**. New York: John Wiley & Sons. 869 p.
- BOLD, H.C.; ALEXOPOULOS, C.J. & DELEVORYAS, T. 1987. **Morphology of Plants and Fungi**. 5th ed. New York: Harper & Row Publishers. 912 p.
- BOLDRINI, I.I. 1997. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências** **56**: 1-39.
- BOLDRINI, I.I.; LONGHI-WAGNER, H.M. & BOECHAT, S.C. 2005. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 96 p.
- BOMBIN, M. 1976. Modelo paleológico para o Neokuaternário da região da Campanha-Oeste do Rio Grande do Sul (Brasil). A formação Touro Passo, seu conteúdo fóssilífero e a pedogênese pós-deposicional. **Comunicações do Museu da PUCRS** **15**: 1-90.

- BURKART, A. 1979. Leguminosas, Mimosóideas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-299.
- CABRAL, A.C.; DE MIGUEL, J.M.; RESCIA, A.J.; SCHMITZ, M.F. & PINEDA, F.D. 2003. Shrub encroachment in Argentinean savannas. **Journal of Vegetation Science** **14**: 145-152.
- CARRARO, C.C.; GAMERMANN, N.; EICK, N.C.; BORTOLUZZI, C.A.; JOST, H. & PINTO, J.F. 1974. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. N. 8 mapa 90x84 cm. Escala 1 : 1.000.000. Acompanha folheto.
- CERONI, Z.S.V. 1973. Lista dos gêneros de Caryophyllaceae do Rio Grande do Sul – Brasil. **Iheringia, Série Botânica** **18**: 98-103.
- CHRISTOPHER, R.A. 1976. Morphology and taxonomic status of *Pseudoschizaea* Thiergart and Frantz ex R. Potonie Emend. **Micropaleontology** **22(2)**: 143-150.
- CLAPPERTON, C.M. 1993. Nature of environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **101**: 189-208.
- COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.E.D. & PATIÑO, J.E.M. 1999. **Amazon Pollen Manual and Atlas**. Amsterdam: Harwood Academic Publishers. 332 p.
- CORDEIRO, S.H. 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. 123 p.
- CORDEIRO, S.H. & LORSCHBITTER, M.L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Paleolimnology** **10(1)**: 35-42.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press. 1262 p.
- D'ANTONI, H.L. 1983. Pollen analysis of Gruta del Indio. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula** **1**: 83-104.
- DELPRETE, P.G.; SMITH, L.B. & KLEIN, R.M. 2004. Rubiáceas. Volume I – Gêneros de A-G: 1. *Alseis* até 19. *Galium*. **Flora Ilustrada Catarinense** (A. Reis, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-345.
- DELPRETE, P.G.; SMITH, L.B. & KLEIN, R.M. 2005. Rubiáceas. Volume II – Gêneros de H-T: 20. *Gardenia* até 46. *Tocoyena*. **Flora Ilustrada Catarinense** (A. Reis, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.346-842.
- DUARTE, L.S.; DOS SANTOS, M.M.G.; HARTZ, S.M. & PILLAR, V.D. 2006. The role of nurse plants in Araucaria forest expansion over grassland in south Brazil. **Austral Ecology** **31**: 520-528.

- EDWIN, G. & RETZ, R. 1967. Aquifoliáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-47.
- ERDTMAN, G. 1957. **Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta**. New York: The Ronald Press Company. 151 p.
- ERDTMAN, G. 1969. **Handbook of Palynology**. New York: Hafner Publishing Co. 486 p.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. **Textbook of Pollen Analysis**. New York: John Wiley & Sons. 328 p.
- FEVEREIRO, P.C.A. 1975. Haloragáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-17.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae. **Boletim do Instituto de Biociências 42**: 1-72.
- FUCHS-ECKERT, H.P. 1986. Isoetáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-42.
- GIRARDI, A.M.M. 1975. Meliaceae. **Boletim do Instituto de Biociências 33**: 1-64.
- GOOGLE EARTH. 2007. Google Inc.: Mountain View. URL. <<http://earth.google.com/>>. Acesso em 29/dez/2007.
- GRALA, M.M. & LORSCHREITER, M.L. 2001. The Holocene paleoenvironment in the Serra Velha region, RS, Brazil through a study of plant succession. **Pesquisas em Geociências 28(2)**: 245-249.
- GRIMM, E.C. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. **Computers & Geosciences 13(1)**: 13-35.
- HARLEY, R.M. 1985. Labiadas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-72.
- HEUSSER, C.J. 1971. **Pollen and Spores of Chile**. Tucson: University of Arizona Press. 167 p.
- HOOGHMSTRA, H. 1984. **Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3.5 million years**. Amsterdam: Velduz, Strauss & Cramer. 368 p.
- HUECK, K. 1972. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Ed. Polígono. 466 p.
- IBGE. 1982. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: **Levantamento de Recursos Naturais**. Vol. 33. Rio de Janeiro. 791 p.

- ICHASO, C.L.F. & BARROSO, G.M. 1970. Escrofulariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-114.
- INGOLD, C.T. & HUDSON, H.J. 1993. **The biology of fungi**. 6th ed. London: Chapman & Hall. 224 p.
- IRGANG, B.E. 1974. Umbelliferae. **Boletim do Instituto de Biociências** 32(2): 1-86.
- IRGANG, B.E. & GASTAL JR., C.V.S. 1996. **Macrófitas aquáticas da Planície Costeira do RS**. Porto Alegre. 290 p.
- JOLY, A.B. 2002. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13^a ed. São Paulo: Nacional. 777 p.
- KERN, A.A. 1982. Paleo-paisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul. **Estudos Ibero-Americanos** 8(2): 153-208.
- KIRK, P.M.; CANNON, P.F.; DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2001. **Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi**. 9th ed. Cambridge: CAB Internacional. 624 p.
- KLEIN, R.M. 1975. Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências** 33: 67-88.
- KOWSMANN, R.O.; COSTA, M.P.A.; VICALVI, M.A.; COUTINHO, M.G.N. & GAMBOA, L.A.P. 1977. Modelo da sedimentação holocênica na plataforma continental sub-brasileira. **Série Projeto Remac** 2: 7-26.
- LEAL, M.G. 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. 102 p.
- LEAL, M.G. & LORSCHBITTER, M.L. 2007. Plant succession in a forest on the Lower Northeast Slope of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and Holocene palaeoenvironments, Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica** 21(1): 1-10.
- LEONHARDT, A. 2007. **Mudanças vegetacionais e climáticas no Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os últimos 25000 anos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 124 p.
- LICHTE, M. & BEHLING, H. 1999. Dry and cold climate conditions in the formation of the present landscape in Southeastern Brazil. An interdisciplinary approach to a controversially discussed topic. **Zeitschrift für Geomorphologie N.F.** 43(3): 341-358.
- LINS, D.M.T. & BAPTISTA, L.R.M. 1990. Considerações taxonômicas sobre algumas espécies de *Mimosa* da série *Lepidotae* do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO

- NACIONAL DE BOTÂNICA, 35. 1984. Manaus. **Anais...** Brasília: IBAMA. p. 196-203.
- LORSCHUITTER, M.L. 1984. **Palinologia de sedimentos quaternários do Cone de Rio Grande – Brasil**. Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 267 p.
- LORSCHUITTER, M.L. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. **Descrições Taxonômicas. Pesquisas 21**: 61-117.
- LORSCHUITTER, M.L. 1989. Palinologia de Sedimentos Quaternários do Testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. **Descrições Taxonômicas. Parte II. Pesquisas 22**: 89-127.
- LORSCHUITTER, M.L. 1992. Pollen registers of the South and Southeast regions of Brazil during the last 40,000 years. "Paleoclimatic changes and the carbon cycle". **Serie Geoquímica Ambiental 1**: 55-61.
- LORSCHUITTER, M.L. 1997. Paleoambientes do Sul do Brasil no Quaternário através da palinologia: Revisão dos Resultados Obtidos. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências II (nº especial)**: 197-199.
- LORSCHUITTER, M.L. 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(2)**: 261-271.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; BUENO, R.M. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. **Palaeontographica 246(1-3)**: 1-113.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica 251(4-6)**: 71-235.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2001. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. **Palaeontographica 260(1-6)**: 1-165.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2002. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part IV. **Palaeontographica 263(1-6)**: 1-159.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2005. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. **Palaeontographica 270(1-6)**: 1-180.
- LORSCHUITTER, M.L. & DILLENBURG, S.R. 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(1)**:75-99.
- LORSCHETTER, M.L. & ROMERO, E.J. 1985. Palynology of Quaternary Sediments of the Core T15, Rio Grande Cone, South Atlantic, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula** **3(1)**: 55-92.
- LOURTEIG, A. 1969. Litráceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-80.
- LÜDTKE, R. & MIOTTO, S.T.S. 2004. O gênero *Polygala* L. (Polygalaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** **2(2)**: 49-102.
- MANCINI, M.V. 2002. Vegetation and climate during the Holocene in Southwest Patagonia, Argentina. **Review of Paleobotany and Palynology** **122**: 101-115.
- MARCHANT, R.; ALMEIDA, L.; BEHLING, H.; BERRIO, J.C.; BUSH, M.; CLEEF, A.; DUIVENVOORDEN, J.; KAPPELLE, M.; OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; LOZANO-GARCÍA, S.; HOOGHIEMSTRA, H.; LEDRU, M.P.; LUDLOW-WIECHERS, B.; MARKGRAF, V.; MANCINI, V.; PAEZ, M.; PRIETO, A.; RANGEL, O. & SALGADO-LABOURIAU, M.L. 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American Pollen Database. **Review of Palaeobotany and Palynology** **121**: 1-75.
- MARKGRAF, V. 1983. Late and Postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate, and arid environments in Argentina. **Palynology** **7**: 43-70.
- MARKGRAF, V. 1984. Late Pleistocene and Holocene vegetation history of temperate Argentina: Lago Morenito, Bariloche. **Dissertationes Botanicae** **72**: 235-254.
- MARKGRAF, V. 1989. Paleoclimates in Central and South America since 18,000 BP based on pollen and lake-level records. **Quaternary Science Reviews** **8**:1-24.
- MARKGRAF, V. & BRADBURY, J.P. 1982. Holocene Climatic History of South America. **Striae** **16**: 40-45.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H.L. 1978. **Pollen Flora of Argentina**. The University of Arizona Press, USA. 208 p.
- MARQUES, M.C.M. & GOMES, K. 2002. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**: Polygalaceae. Vol. 2. São Paulo. p. 229-259.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J.M. & SUGUIO, K. 1991. Possible changes in the Holocene wind pattern recorded on southeastern Brazilian coast. **Boletim Instituto de Geociências – USP, Publicação Especial**, **8**: 117-131.
- MATZENBACHER, N.I. & MAFIOLETI, S.I. 1994. Estudo taxonômico do gênero *Vernonia* Schreb. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia – PUCRS, Série Botânica** **1(1)**: 1-133.

- MENÉNDEZ, G.G.H. 1962. **Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina**. Tucumán: Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. 325 p.
- MOLDENKE, H.N. & SMITH, L.B. 1976. Eriocauláceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-103.
- MONDIN, C.A. 1996. **A tribo Mutisieae Cass. (Astereaceae) sensu CABRERA, no Rio Grande do Sul e suas relações biogeográficas**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 161 p.
- MONTÚ, M. 1999. Subclasse COPEPODA (espécies marinhas e estuarinas de origem marinha). In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. p. 54-91.
- MOORE, P.D.; WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. 1991. **Pollen Analysis**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 216 p.
- MOREIRA-SOUZA, M.; TRUFEM, S.F.B.; GOMES-DA-COSTA, S.M. & CARDOSO, E.J.B.N. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Mycorrhiza** **13**: 211-215.
- MORENO, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. 42 p.
- MÜLLER, S.C. 2006. Padrão espacial de espécies lenhosas florestais em ecótono natural de floresta e campo. In: MARIATH, J.E.A. & SANTOS, R.P. (Orgs.). **Os avanços da botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética: Conferências Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica**. Porto Alegre: SBB. p.473-478.
- NEVES, P.C.P. 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. 232 p.
- NEVES, P.C.P. 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. 319 p.
- NEVES, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 2003. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do 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, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 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, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 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, palinómorfos outros e fragmentos de invertebrados. Acta Geologica Leopoldensia 15(36)*: 83-114.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1995a. Upper Quaternary Palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 9(1)**: 43-72.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 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 Geologica Leopoldensia 18(41)*: 45-82.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1996. Feições de uma Mata Tropical Paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. **Notas Técnicas II 9(1)**: 28-38.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1997. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 6, Curitiba. **Resumos Expandidos...** Curitiba: ABEQUA. p. 341-344.
- NIMER, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 421 p.
- OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. 2005. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. **Journal of Vegetation Science 16**: 655-664.
- OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. **Brazilian Journal Biology 66(4)**: 1073-1090.
- PAZ, J. & IRGANG, B.E. 2006. Levantamento florístico em uma turfeira em São Francisco de Paula, RS. **Caderno de Pesquisas UNISC** (no prelo).
- PETRI, F. & FÚLFARO, V.J. 1988. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 631 p
- PILLAR, V.D. & QUADROS, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses 12**: 119-126.

- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 1992. Atlas Palinológico del Nordeste Argentino. Vol. I: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Araliaceae y Sapindaceae. **D'Orbignyana** 7: 1-75.
- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 1998. **Flora Polínica del Nordeste Argentino**. Vol 1. Buenos Aires: EUDENE-UNNE. 143 p.
- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 2001. **Flora Polínica del Nordeste Argentino**. Vol. 2. Chaco, EUDENE-UNNE. 172 p.
- PORTO, M.L. 1974. Cucurbitaceae. **Boletim do Instituto de Biociências** 31: 1-64.
- PORTO, M.L. & MARIATH, J.E.A. 1975. Taxonomia numérica de algumas entidades do gênero *Relbunium* (ENDL.) HOOK Fil. (Rubiaceae). **Iheringia, Série Botânica** 20: 3-16.
- PRIETO, A.R. 2000. Vegetational history of the Late glacial. Holocene transition in the grasslands of eastern Argentina. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 157: 167-188.
- PRIETO, A.R.; BLASI, A.M.; FRANCESCO, C.G. & FERNÁNDEZ, C. 2004. Environmental history since 11,000 14C yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. **Quaternary Research** 62: 146-161.
- PRIETO, A.R.; LORSCHUITTER, M.L. & STUTZ, S. 1999. Holocene vegetation changes in relation to the coastal evolution in Buenos Aires province (Argentina) and Rio Grande do Sul (Brazil). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 7, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: ABEQUA. p. 1-4.
- PUNT, W.; HOEN, P.P.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & THOMAS, A.LE. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotany and Palynology** 143: 1-81.
- QUATTROCHIO, M.E. & BORROMEI, A.M. 1998. Paleovegetational and paleoclimatic changes during the late Quaternary in Southwestern Buenos Aires province and southern Tierra del Fuego (Argentina). **Palynology** 22: 67-82.
- RAMBO, B. 1949. A flora de Cambará. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues** 1(1): 111-135.
- RAMBO, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues** 3: 7-39.
- RAMBO, B. 1953. História da flora do planalto rio-grandense. **Sellowia** 5(5): 185-232.
- RAMBO, B. 1956a. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2ª ed. Porto Alegre: Selbach. 471 p.

- RAMBO, B. 1956b. A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. **Sellowia 7**: 235-298.
- RAHN, K. 1966. Plantagiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-37.
- REITZ, R. 1968. Sapotáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-72.
- REITZ, R. 1980. Sapindáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-156.
- REITZ, R. 1984. Tifáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-14.
- REITZ, P.R. & KLEIN, R.M. 1966. Araucariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-62.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. 1978. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia 28-30**: 1-320.
- REITZ, R., KLEIN, R.M. & REIS, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia 34/35**: 1-525.
- ROSSIGNOL, M. 1962. Analyse pollinique de sédiments marins quaternaries em Israel. II Sédiments Pleistocenes. **Pollen et Spores 4(1)**: 121-148.
- ROTH, L. 1990. **Palinologia de uma turfeira do Parque Nacional de Aparados da Serra, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 223 p.
- ROTH, L. & LORSCHHEITTER, M.L. 1993. Palynology of a bog in Parque Nacional de Aparados da Serra, East Plateau of Rio Grande Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Península 8**: 39-69.
- ROUBIK, D.W. & MORENO, P.J.H. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 36**: 1-270p.
- ROUND, F.E. 1973. **The Biology of the Algae**. 2nd ed. London: Edward Arnold Limited. 278 p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 291 p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 2007. **Crítérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Edgard Blücher. 287 p.

- SANDWICH, N.Y. & HUNT, D.R. 1974. Bignoniáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-172.
- SCHULTZ, A.R.H. 1977. **Introdução à botânica sistemática**. Vol. 1. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 294 p.
- SCHULTZ, A.R. 1990. **Introdução à botânica sistemática**. Vol. 2. 5ª ed. Porto Alegre: Sagra, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 414 p.
- SCHÜßLER, A.; SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research** **105(12)**: 1413-1421.
- SEHNEM, A. 1968. Blechnáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-90.
- SEHNEM, A. 1979. Salvináceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-11.
- SMITH, G.M. 1987. **Botânica criptogâmica**. Vol. 2. 4ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 386 p.
- SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. & KLEIN, R.M. 1988. Euforbiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-408.
- SOBRAL, M. 1999. Valerianaceae. **Boletim do Instituto de Biociências** **58**: 1-61.
- SOBRAL, M. 2003. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Ed. UNISINOS, São Leopoldo. 215 p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 640 p.
- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. **Pollen et Spores** **13(4)**: 615-621.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. & SCHNEIDER, P. 2002. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS. 126 p.
- TAYLOR, P.G. 1980. Lentibulariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-52.
- TRINTA, E.F. & SANTOS, E. 1997. Winteráceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-19.

- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. **Ferns and Allied Plants**. New York: Springer-Verlag Inc. 857 p.
- VAN AUKEN, O.W. 2000. Shrub invasions of North American semiarid grasslands. **Annual Review of Ecology and Systematics** **31**:197-215
- VAN GEEL, B. 1978. A palaeoecological study of holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. **Review of Palaeobotany and Palynology** **25**: 1-120.
- VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1978. Zygnetaceae in Quaternary Colombian sediments. **Review of Palaeobotany and Palynology** **25**: 377-392.
- VASCONCELLOS, J.M.O. 1973. Estudo dos gêneros de Amaranthaceae do Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica** **18**: 90-97.
- VELOSO, H.P. 1962. Os grande climaxes do Brasil I – Considerações sobre os tipos vegetativos da região sul. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **60(2)**: 175-189.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. 1998. Holocene coastal evolution in Rio Grande do Sul, Brasil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula** **11**: 283-296.
- WAECHTER, J.L. 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente** **24**: 93-108.
- WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2, Águas de Lindóia. **Simpósio...** São Paulo: ACIESP. p. 228-248p (Publicação ACIESP n. 71-13).
- WERNECK, P.B. & LORSCHREITER, M.L. 2001. Paleoambientes do últimos milênios na zona da mata do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil, através de um estudo de sucessão vegetal. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 8, Mariluz. **Resumos...** Porto Alegre: ABEQUA. p. 405-406.
- WINGENROTH, M. & HEUSSER, C.J. 1983. **Pollen of the High Andean Flora**. Mendoza: IANIGLA. 195 p.
- YANO, O.; PIRANI, J.R. & SANTOS, D.P. 1985. O gênero *Sphagnum* (Bryopsida) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **8**: 55-80.
- YBERT, J.P. 1979. **Atlas de Pollens de Cote d'Ivoire**. Paris: Office de La Recherche Scientifique et Technique Outre-mer. 40 p.
- YBERT, J. P.; BISSA, W.M. & KUTNER, M. 2001. Relative sea level variations and climatic evolution in southeastern and southern Brazil during the Late Holocene. **Pesquisas em Geociências** **28(2)**: 75-83.