

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

**Mudanças vegetacionais e climáticas no Planalto
leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os
últimos 25000 anos**

Adriana Leonhardt

Porto Alegre

2007

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

**Mudanças vegetacionais e climáticas no Planalto
leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os
últimos 25000 anos**

Adriana Leonhardt

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Luisa Lorscheitter

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Porto Alegre

2007

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, em algum momento, auxiliaram na construção deste trabalho, seja com sugestões, apoio, conhecimento, ou ainda com sua presença inspiradora.

A Maria Luisa Lorscheitter, minha orientadora, pela dedicação e comprometimento com este estudo, e pela paixão contagiante pela palinologia de sedimentos.

Aos amigos do Laboratório de Palinologia – Bianca B. C. Spalding, Caroline Scherer e Renato R. Guerra – por terem tornado agradáveis mesmo os momentos mais cansativos.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Botânica, pelos ensinamentos valiosos e serviços prestados.

Ao professor Bruno E. Irgang, pela “descoberta” da turfeira estudada e pela hospedagem e camaradagem em diversas saídas a campo.

Ao professor Luis R. M. Baptista, pela ajuda nas saídas a campo e identificação de diversas plantas.

Aos imprescindíveis ajudantes de campo Jair G. Kray e Rodrigo F. Braga pelo esforço empreendido na coleta do perfil sedimentar e amostras para datação.

A CAPES, pela concessão da bolsa que tornou possível a realização deste Mestrado.

Aos meus queridos amigos Aline B. Bicca, Alexandre Rücker, Eduardo L. H. Giehl e Marcelo S. Rother, pela formação do inesquecível “quinteto do Mestrado”, por todos os momentos divertidíssimos pelos quais passamos e por compartilharem comigo suas diferentes experiências na área da botânica e da vida.

Ao meu namorado Eduardo, pelo amor e amizade, e por me ajudar a redescobrir o fascínio pela pesquisa científica.

Por fim, agradeço à minha família, sempre importante em todos os momentos. Aos meus pais, Arnaldo Leonhardt Filho e Marlene L. F. Leonhardt, por todo apoio que sempre me deram em minhas escolhas. Ao meu irmão Gustavo A. Leonhardt, por me fazer rir. E à minha tia Marília Fuhrmeister, por sempre se mostrar empolgada com qualquer coisa que eu faça.

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUÇÃO	01
OBJETIVOS	06
LOCAL DE ESTUDO	07
MATERIAL & MÉTODOS	10
1. Levantamento da vegetação atual da turfeira e palinoteca de referência	10
2. Obtenção e preparo das amostras para a paleopalinologia	10
2.1. Coleta do perfil sedimentar	10
2.2. Coleta das amostras e análise litológica	11
2.3. Processamento químico	12
2.3.1. Retirada de carbonatos – ácido clorídrico (HCl)	12
2.3.2. Retirada de sílica – ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico (HCl) .	12
2.3.3. Retirada de ácidos húmicos – hidróxido de potássio (KOH)	13
2.3.4. Tratamento dos palinomorfos – acetólise	13
2.3.5. Filtragem e tratamento final das amostras	14
2.4. Montagem das lâminas	14
3. Datações radiométricas (¹⁴ C)	15
4. Análises palinológicas qualitativas	16
4.1. Determinação do material	16
4.2. Caracterização dos palinomorfos e dados ecológicos	17
4.3. Fotomicrografias	17
5. Análises palinológicas quantitativas	18
5.1. Contagem dos palinomorfos	18
5.2. Cálculo de porcentagem – análise relativa	18
5.3. Cálculo de concentração – análise absoluta	19

5.4. Diagramas palinológicos	19
5.4.1. Diagramas de porcentagem	19
5.4.2. Diagramas de concentração	20
5.5. Riqueza de tipos polínicos nas amostras	20
6. Estudo do perfil sedimentar	20
RESULTADOS	21
1. Classificação taxonômica dos palinomorfos	21
2. Descrições morfológicas e dados ecológicos dos palinomorfos	28
2.1. FUNGOS	28
2.2. ALGAS	31
2.3. BRIÓFITOS	33
2.4. PTERIDÓFITOS	35
2.5. GIMNOSPERMAS	42
2.6. ANGIOSPERMAS	43
2.7. PALINOMORFOS OUTROS	71
3. Descrição das zonas dos diagramas palinológicos	87
3.1. ZONA I (Profundidade: 280-175 cm)	87
3.2. ZONA II (Profundidade: 175-85 cm)	89
3.3. ZONA III (Profundidade: 85-0 cm)	92
ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
1. 25000-16000 anos AP (ZONA I)	97
2. 16000-8700 anos AP (ZONA II)	98
3. 8700 anos AP-Atualidade (ZONA III)	103
CONCLUSÕES	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

FIGURAS, ESTAMPAS E TABELA

Figura 1. Local de estudo	09
Figura 2. Comportamento de pólen e esporos da flora regional ao longo do perfil sedimentar	96
Figura 3. ALPES DE SÃO FRANCISCO – Síntese da dinâmica da vegetação durante o Quaternário Tardio	109
Figura 4. ALPES DE SÃO FRANCISCO – Diagramas de porcentagem	110
Figura 5. ALPES DE SÃO FRANCISCO – Diagramas de concentração	111
Estampas	73
Tabela 1. Separação dos palinomorfos contados	86

RESUMO

A turfeira estudada (29°29'35''S-50°37'18''W) situa-se no Condomínio Alpes de São Francisco, município de São Francisco de Paula, Planalto leste do Rio Grande do Sul. Um perfil sedimentar de 286 cm foi retirado da porção mais espessa do depósito. O perfil e as amostras para datação por ^{14}C foram coletados com o Amostrador de Hiller. Para a análise palinológica extraíram-se 22 amostras do perfil, processadas com HCl, HF, KOH e acetólise. Pastilhas de *Lycopodium clavatum* L. foram introduzidas no início do processamento químico para cálculo da concentração polínica. Ao microscópio óptico foram contados, em cada amostra, um número mínimo de 500 grãos da vegetação regional e 100 esporos de *L. clavatum*, além da contagem paralela dos palinomorfos locais (do depósito pantanoso). Foi descrita a morfologia dos palinomorfos, sempre que possível com dados ecológicos, e as fotomicrografias realizadas, em geral, no aumento de 1000×. Os diagramas palinológicos foram montados usando os programas Tilia e Tilia Graph, e a análise de agrupamentos foi feita pelo programa CONISS. Identificaram-se 116 palinomorfos (10 fungos, 6 algas, 3 briófitos, 16 pteridófitos, 2 gimnospermas, 75 angiospermas e 4 palinomorfos outros). Os dados apontam, entre 25000-16000 anos AP, um clima relativamente frio e seco com domínio do campo, com a mata em refúgios, e um lago de margens pantanosas no local de estudo. A partir de 16000 anos AP o clima parece muito adverso, com ambiente frio e semi-árido entre 14000-12500 anos AP, quando o campo regional encontra-se rarefeito e o lago dá lugar a um pântano ressecado. Há cerca de 11000 anos AP, com o final do último estágio glacial do Pleistoceno e o início do Holoceno, um acentuado aumento da temperatura e umidade parece surgir, desenvolvendo a vegetação em geral, em especial a campestre. Entre 9700-6500 anos AP, dados apontam para uma fase de clima agora quente e seco, quando a vegetação como um todo novamente se retrai, interrompendo a tendência de expansão. A partir de 6500 anos AP, as condições de umidade voltam gradativamente à região, com o início da expansão da mata desde os refúgios e a transformação do pântano local em turfeira. Há cerca de 3000 anos AP, um clima ainda mais úmido parece instalar-se, talvez com leve redução da temperatura, que favorece a expansão de típicos elementos da Mata com Araucária sobre os campos e o adensando a turfeira. Dados sugerem que a umidade ambiental continua após 3000 anos AP, mas o aumento global da temperatura e os fatores antrópicos possivelmente devam ter sido os responsáveis pela retração da vegetação do Planalto leste na atualidade.

ABSTRACT

The studied bog (29°29'35''S-50°37'18''W) is located in Alpes de São Francisco, São Francisco de Paula, eastern Plateau of Rio Grande do Sul. A sedimentary profile of 286 cm was taken from the deepest part of the bog. The profile and the samples for ¹⁴C dating were collected with the Hiller Sampler. For the palynological analysis 22 samples were extracted from the profile, processed with HCl, HF, KOH and acetolysis. *Lycopodium clavatum* tablets were introduced in the beginning of the process to calculate the pollen concentration. A minimum of 500 grains of the regional vegetation and 100 spores of *L. clavatum* were counted in each sample, besides the parallel counting of local palynomorphs (from the marsh deposit), using light microscope. The palynomorphs were photomicrographed, generally 1000× enlarged, with morphological descriptions and ecological data. The software Tilia, Tilia Graph and CONISS were used for diagrams and cluster analysis. A total of 116 palynomorphs were identified (10 fungi, 6 algae, 3 bryophytes, 16 pteridophytes, 2 gymnosperms, 75 angiosperms and 4 other palynomorphs). The results indicate, between 25000-16000 yr BP, a regional cold and dry climate, with a grassland landscape, forests in the refuges and a lake with marshy edges on the study site. The climate became more adverse after 16000 yr BP, especially between 14000-12500 yr BP, with regional rarefied grasslands, when a dry marsh substituted the local lake. At about 11000 yr BP, with the end of the Late Pleistocene glacial stage and the beginning of the Holocene, the data indicate a clear increase of the temperature and humidity, with development of the vegetation in general, especially the grasslands. Between 9700-6500 yr BP a change to a warm and drier climate seems to occur, with retraction of the vegetation as a whole, interrupting the course of expansion. From about 6500 yr BP onwards, the results point to the gradual return of the moist conditions to the region, giving rise to the expansion of the forest from the refuges and the local bog formation. At about 3000 yr BP, an even wetter climate seems to occur, perhaps with a somewhat lower temperature, promoting the *Araucaria* forest expansion over the grasslands and the development of the local bog. The data show the continuation of the environmental humidity after 3000 yr BP, but the global higher temperature and human activities probably were the causes of the present retraction of the vegetation from the eastern Plateau.

INTRODUÇÃO

A vegetação do Planalto leste do Rio Grande do Sul pode ser descrita como um mosaico de campo, mata e turfeiras. Na porção superior das escarpas ocorre a matinha nebulosa, caracterizada pelo pequeno porte e pela freqüente cobertura de neblina. Após esta faixa de vegetação, ocorre a Mata com Araucária, os campos e, nas baixadas úmidas, as turfeiras, caracterizadas pela presença de *Sphagnum* (Dill.) Hedwig e sua vegetação típica (Rambo, 1956).

No Planalto leste, os campos desenvolvem-se sobre solos originados de rochas efusivas ácidas e básicas do Jurássico-Cretáceo. Conhecidos como Campos de Cima da Serra, estão compostos por comunidades de gramíneas de caules altos, cujo limite com a mata é muito irregular, mas em geral bem definido. Estendem-se uniformemente por centenas de quilômetros quadrados pelo Planalto levemente ondulado, interrompidos por um sistema ricamente ramificado de vales rasos, ocupados pelas matas (Hueck, 1972).

Segundo IBGE (1982), a Mata com Araucária é classificada como Floresta Ombrófila Mista, ocupando originalmente uma área de 21213 km², sendo que apenas 14,9% deste total estava recoberto pela floresta original na época do estudo.

Ainda que a maior parte da Mata com Araucária seja de origem brasileira, chama a atenção a importância fisionômica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e a grande freqüência de táxons andinos na região, que dão ao chamado “elemento andino” grande importância. Sob o ponto de vista fisionômico, a Mata com Araucária é um quadro andino no sul do Brasil, já que o foco de origem da flora típica dos pinhais brasileiros são os Andes (Rambo, 1951).

Atualmente a vegetação da região sofre a influência de vários fatores antrópicos, como queimadas e o cultivo de *Pinus* L. em larga escala, que afetam drasticamente sua paisagem natural.

A proximidade do Planalto leste com o Litoral evita uma grande oscilação de temperatura devido à brisa marinha. Esta proximidade e a grande diferença de altitude entre a Planície Costeira e o Planalto proporcionam a formação de nevoeiros na borda da serra, resultantes da ascensão de massas de ar quente, vindas do mar (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 bastante 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 existe estação seca e, tanto o máximo quanto o mínimo de chuvas podem ocorrer em qualquer estação do ano. A grande concentração de umidade junto ao bordo do Planalto leste 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). A temperatura média anual está entre 12° e 14°C. O mês mais quente (janeiro) apresenta uma temperatura média em torno de 20°C, enquanto que julho, considerado o mês mais frio, registra uma média em torno de 6°C (Nimer, 1989).

Vários autores, a partir de estudos da vegetação atual, já discorreram sobre as mudanças vegetacionais ao longo do tempo no Planalto leste do Rio Grande do Sul, como Klein (1975), Rambo (1953) e Veloso (1962). Segundo Veloso (1962), durante o Quaternário delineou-se o atual quadro florístico da Região Sul do Brasil. Assim, a Mata com Araucária, apesar de dominada por espécies com origem em um grupo bastante primitivo, e associada a gêneros também antigos (*Dicksonia* L'Hér., *Podocarpus* L'Hér. ex Pers., *Ocotea* Aubl., etc), expandiu-se recentemente em função da flutuação climática de uma condição seca para úmida até super-úmida. Evidência disso é a presente invasão da Mata com Araucária sobre o campo (Klein, 1975). De acordo com Hueck (1972) e Rambo (1953), os campos de altitude da região são, sem dúvida, remanescentes de uma paisagem que atualmente está em plena regressão. Rambo (1953) considera os campos da região como relictos de um clima semi-árido do Quaternário Tardio que, com o fim da glaciação, foi substituído por um período pluvial. Segundo o autor, isto pode ser percebido pela grande desarmonia entre o campo e o clima atual, principalmente em relação às precipitações, uma vez que a estepe graminácea ou arbustiva está em discordância com um ambiente muito chuvoso, com chuvas regularmente distribuídas ao longo do ano. Os campos são considerados não só a vegetação mais antiga da região, como também a primeira capa de fanerógamas desenvolvida sobre os últimos derrames de basalto, que originaram o Planalto (Rambo, 1953).

Como se pode verificar nos estudos sobre a flora atual, há muito tempo a dinâmica entre campo e mata no Planalto do sul do Brasil desperta o interesse de diversos pesquisadores, resultando em preciosas informações, embora sem a possibilidade de investigar a dinâmica da vegetação e do clima dos últimos milênios e

sua cronologia, importantes no conhecimento da vegetação e de suas tendências naturais. Como os padrões fitogeográficos observados na atualidade são resultantes de mudanças climáticas e vegetacionais ocorridas no passado, a palinologia de sedimentos é uma ferramenta bastante útil no estudo desses processos por trabalhar diretamente com material botânico, indicador de paleoambientes.

Três características de pólen e esporos dão base à paleopalinologia: 1) parede celular (exina) resistente, composta por esporopolenina, permitindo a preservação dos grãos nos sedimentos; 2) morfologia polínica relacionada à espécie de origem; 3) alta produção, possibilitando análises quantitativas. Assim, estudando pólen, esporos e outros palinomorfos contidos num perfil sedimentar, é possível inferir a sucessão vegetal local e regional ao longo do tempo, com a reconstituição de paleoambientes e paleoclimas, cronologicamente determinados através de datações por ^{14}C .

No Rio Grande do Sul, as análises palinológicas de sedimentos encontram-se concentradas na Planície Costeira e zonas adjacentes, resultando em reconstituições paleoambientais para o Quaternário Tardio da região (Cordeiro, 1991; Cordeiro & Lorscheitter, 1984; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2006; Lorscheitter, 1994; Lorscheitter & Dillenburg, 1998; Lorscheitter & Romero, 1985; Neves, 1991; Neves & Lorscheitter, 1995a, 1996, 1997). Sínteses desses resultados são apresentados em Lorscheitter (1992, 1997, 2003).

Para o Planalto Leste do Rio Grande do Sul, no entanto, são poucos os estudos de palinologia de sedimentos realizados até o momento. Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993), em um estudo pioneiro realizado em uma turfeira do Itaimbezinho, em Cambará do Sul, detectaram uma fase de semi-aridez para o final do último estágio glacial do Pleistoceno, com predominância de uma vegetação campestre rarefeita. Os poucos indicadores arbóreos encontrados sugerem que a mata provavelmente ocorria em refúgios. Para o início do Holoceno, datado em 10480 ± 140 anos AP, foi observada a mudança para uma fase mais quente e úmida, indicada pelo aumento na concentração de todos os palinomorfos. Os campos teriam se desenvolvido e a mata apresentaria uma pequena expansão nesta fase. A seguir, a diminuição na concentração de vários táxons regionais e locais indicou uma fase quente e seca na região, embora sem uma cronologia mais precisa. Durante o Holoceno Tardio, os dados apontam o retorno das condições de umidade, permitindo o desenvolvimento dos campos, da Mata com Araucária e da vegetação típica de turfeira no local de estudo.

Mais recentemente, Behling *et al.* (2001, 2004) chegaram a mais resultados para o Planalto Leste do Rio Grande do Sul. No estudo realizado em outro local de Cambará do Sul (Behling *et al.*, 2004), ficou evidenciada a dominância de uma vegetação característica de campo para a região no final do último estágio glacial pleistocênico, desde cerca de 40000 anos AP. Segundo os autores, a Mata com Araucária e a Mata Atlântica ocorriam apenas em refúgios durante esta fase, quando o clima era frio e seco. Estas condições teriam perdurado até o Holoceno Tardio, quando o clima mudou para condições úmidas, com avanço da Mata com Araucária. Behling *et al.* (2001) apontam que, entre 4000-1000 anos AP, a região de São Francisco de Paula parece ter tido maior aporte de umidade que a fase anterior, sendo coberta pela vegetação de campo, com pequenos capões de Mata com Araucária. A expansão inicial desta ocorreria há 1000 anos AP, com *A. angustifolia* tornando-se mais freqüente desde 850 anos AP. Segundo os autores, esta mudança parece refletir uma alteração nas condições climáticas, com maiores taxas de precipitação, como na atualidade.

Estudos realizados na porção serrana de Santa Catarina (Serra da Boa Vista, Morro da Igreja e Serra do Rio Rastro, Behling, 1995) e Planalto do Paraná (Serra Campos Gerais, Behling, 1997) apontam também clima frio e seco para o final do último estágio glacial pleistocênico, com o domínio do campo, com a mata ocorrendo apenas em refúgios. Dados também indicam que os campos predominaram no sul e sudeste do Brasil durante o último estágio glacial, onde hoje existem diferentes ecossistemas florestais (Behling, 1998, 2002). Segundo o autor, durante o início do Holoceno e Holoceno Médio as condições climáticas não favoreceram a expansão da Mata com Araucária, e os campos continuaram prevalecendo, o que sugere um clima quente e ainda seco no Morro da Igreja e na Serra do Rio do Rastro (Behling, 1995). Ao contrário, para Serra da Boa Vista (Behling, 1995) e Serra Campos Gerais (Behling, 1997) foi observado, para o início do Holoceno, um aumento regional de precipitação, indicado por uma pequena elevação na freqüência de táxons relacionados à mata.

Resultados apontam a expansão da Mata com Araucária no sul do Brasil a partir de 5000 anos AP, após o término da fase quente e seca do Holoceno, indicada com distintas cronologias (Behling, 1995, 1997, 1998; Behling *et al.* 2001, 2004).

Como se pode observar, os resultados obtidos para a porção serrana do sul do Brasil concordam em alguns aspectos, mas há muitos pontos a serem discutidos e complementados. Por outro lado, a escassez de trabalhos realizados em regiões de altitude, em especial no Rio Grande do Sul, ainda não permite reconstituições

paleoambientais mais acuradas, com o detalhamento dos principais eventos climáticos e vegetacionais, especialmente do Holoceno, como já é possível para a Planície Costeira do Estado. Há também alguns resultados contraditórios quanto ao clima do início do Holoceno (úmido ou seco) e do Holoceno Médio (extensão da fase seca) nas zonas de altitude do sul do Brasil (Behling, 1995, 1997, 1998, 2002; Behling *et al.* 2001, 2004; Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993). Portanto, é necessária uma investigação ainda mais detalhada, associando palinologia de sedimentos com maior número de dados cronológicos, para que se possa ter a devida compreensão dos processos que geraram o atual mosaico de campo, mata e turfeiras, típico da região. Também é fundamental a ampliação das áreas deste tipo de estudo no Planalto do sul do Brasil, para separar eventos locais, ligados à compartimentação geográfica, dos regionais, mais amplos.

OBJETIVOS

O presente trabalho pretende colaborar com novas informações no caminho do entendimento da dinâmica da vegetação e clima dos últimos milênios, que geraram a atual paisagem do Planalto leste do Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Detectar mudanças vegetacionais e flutuações climáticas durante o final do último estágio glacial pleistocênico e durante o Holoceno, confrontando com as informações já obtidas para as zonas de altitude do sul do Brasil;
- Examinar dados sobre o ambiente do início do Holoceno, na tentativa de elucidar a questão referente a um clima regional seco ou úmido;
- Obter novas informações referentes à extensão da fase quente e seca após o início do Holoceno;
- Detalhar o avanço da Mata com Araucária no Holoceno através de datações por ^{14}C que permitam maior aproximação nas idades estimadas;
- Elaborar um catálogo palinológico com os palinomorfos encontrados durante a pesquisa, que poderá auxiliar futuros estudos paleoambientais na região.

LOCAL DE ESTUDO

A turfeira estudada situa-se no Município de São Francisco de Paula, junto à cidade, no Condomínio Alpes de São Francisco, a 29°29'35''S-50°37'18''W e altitude de 911 m (Fig. 1). A temperatura média anual no município é de 14,5°C. A média das temperaturas do mês mais quente (fevereiro) é de 20,9°C, com máxima de 34°C. A média das temperaturas do mês mais frio (julho) é de 5,7°C, com mínima de -6,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer em um grande intervalo anual, de abril a novembro. A precipitação pluviométrica é elevada em todos os meses e a média anual é de 2252 mm (Backes, 1999).

A turfeira encontra-se próxima a pequenos *canyons* que rodeiam a cidade. Tem forma alongada e irregularmente sinuosa, com aproximadamente 880 m de comprimento total. A coleta do perfil sedimentar foi realizada na sua porção distal e mais preservada, onde o pacote sedimentar é mais espesso e com uma largura de cerca de 230 m (Fig. 1B). O pH do solo no ponto de coleta é ácido (4,5), como o esperado para turfeiras, o que auxilia a preservação dos palinomorfos. A outra porção junto à estrada, proximal e antropizada, sofre drenagens e é submetida periodicamente a queimadas.

A flora típica da turfeira encontra-se invadida por espécies campestres na porção antropizada e também, em bem menor intensidade, na porção preservada. Nesta a sobrevivência de *Sphagnum recurvum* P. Beauv. está, em muitos pontos, fortemente comprometida pela densa cobertura de espécies campestres de Poaceae, que invadem a turfeira. Além disso, próximos à margem, alguns indivíduos depauperados de *Araucaria angustifolia* ocorrem sobre a cobertura de *S. recurvum*, o que, em conjunto, evidencia uma turfeira pós-clímax, processo provavelmente acelerado pela alteração ambiental de sua porção proximal.

Foram observadas, na porção mais preservada da turfeira, diversas espécies comuns a esta formação. Além de *S. recurvum* e *Blechnum cf. imperiale* (Fee & Glaziou) H. Chr., destacam-se *Alstroemeria isabellina* Herb., *Blechnum cordatum* (Desv.) Hieron., *Scirpus giganteus* Kunth, *Eryngium floribundum* Cham. & Schldl., *E. pandanifolium* Cham. & Schldl., *E. urbanianum* H. Wolff, *Hippeastrum santacatarina* (Traub) Dutilh, *Ludwigia* sp., *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill, *Osmunda regalis* L., *Polygala linoides* Poir., *Senecio* spp., *Siphocampylus cf. verticillatus*

(Cham.) G. Don, *Utricularia* spp., *Xyris* cf. *teres* Alb. Nilsson e diversas espécies de Eriocaulaceae.

A fisionomia da turfeira na porção preservada é heterogênea. Parte das espécies parecem ocorrer em manchas, como *Eryngium* spp., *Ludwigia* sp., *Senecio* spp., *Scirpus giganteus*, predominantes onde o terreno é mais alagado, e *Sphagnum recurvum* e *B.* cf. *imperiale*, que costumam se distribuir amplamente nas porções mais interiorizadas. Entre as espécies campestres invasoras destacam-se Poaceae, como *Briza calotheca* (Trin.) Hack., *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. e *Saccharum asperum* (Nees) Steud. Foram também observados *Baccharis microcephala* Baker, *Plantago* sp. e *Valeriana salicariifolia* Vahl ocorrendo sobre a turfeira. Um inventário florístico completo de toda a área da turfeira foi realizado por Paz & Irgang (2006).

Contígua a uma das laterais da turfeira, e separada desta por um estreito córrego com margem densamente habitada por *S. giganteus*, ocorre a Mata com Araucária (Fig. 1C). Nela foram observadas espécies freqüentes desta formação, como *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, *Araucaria angustifolia*, *Dicksonia sellowiana* Hook., *Drimys brasiliensis* Miers, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav. e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., dentre outras. Bromeliaceae, Orchidaceae, Hymenophyllaceae e briófitos são abundantes como epífitos. Na margem oposta, em terreno elevado e ondulado, estende-se o campo.

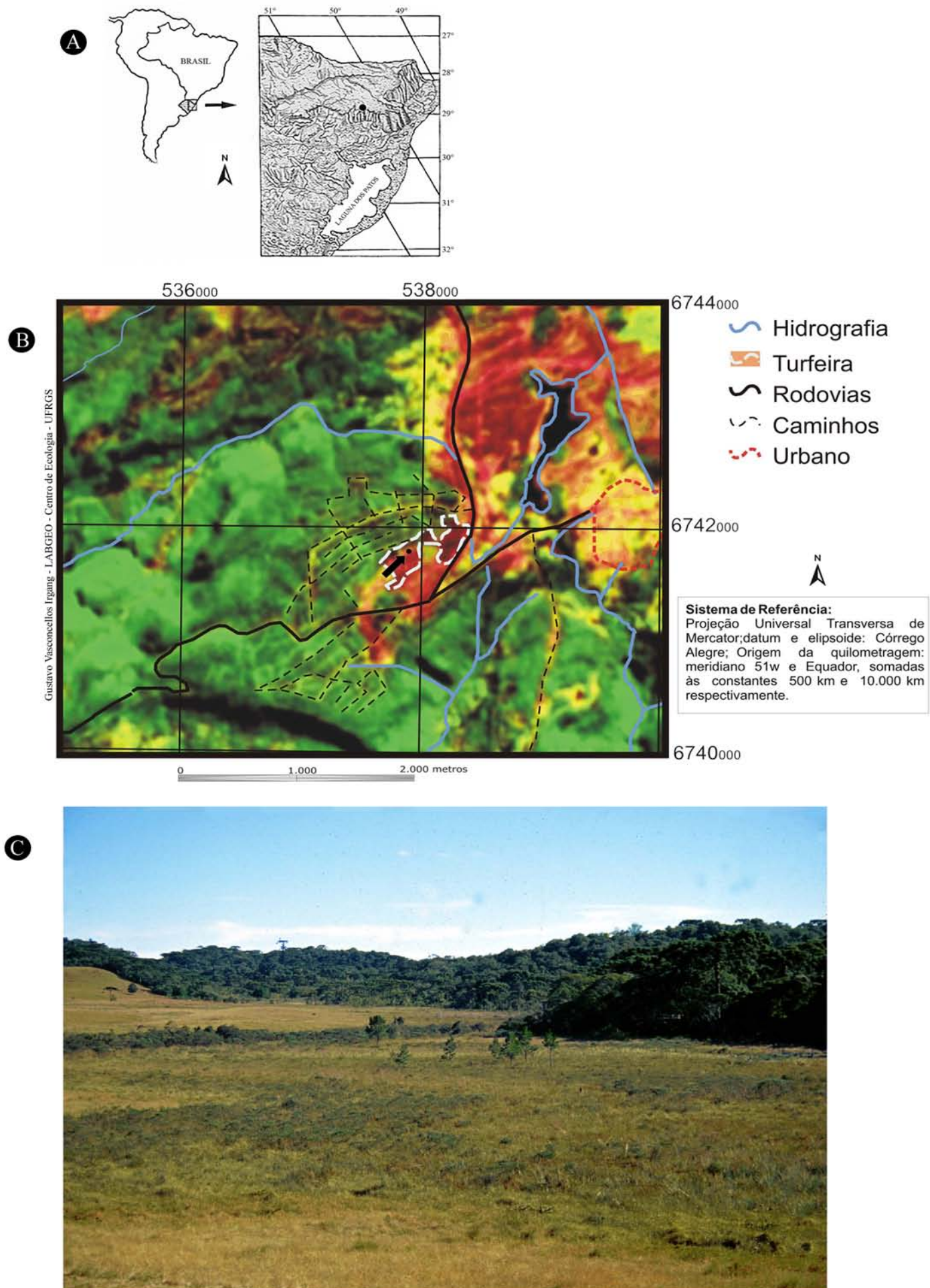


Fig. 1. Local de estudo. A. Localização do Rio Grande do Sul, com detalhe em relevo da sua porção nordeste, e a cidade de São Francisco de Paula (●); B. Imagem de satélite da turfeira junto ao Condomínio Alpes de São Francisco, indicando o ponto de testemunhagem (→ •); C. Vista geral da turfeira estudada.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Levantamento da vegetação atual da turfeira e palinoteca de referência

Realizou-se um inventário florístico, visando uma caracterização botânica do local de estudo. Diversas plantas foram coletadas, em diferentes estações do ano, determinadas e anexadas ao Herbário ICN. Material polínico foi também coletado dessas plantas com a finalidade de obter pólen e esporos de referência para a análise paleopolinológica. As coletas foram feitas em exsicatas de herbário. As anteras eram transferidas para tubos de centrífuga Pirex de 10 ml e acetolisadas segundo Faegri & Iversen (1989). As lâminas, montadas em gelatina-glicerinada (Salgado-Labouriau, 1973), foram anexadas à palinoteca do Laboratório de Palinologia, Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2. Obtenção e preparo das amostras para a paleopolinologia

Todo o manuseio do sedimento foi marcado por um grande cuidado com a contaminação polínica. Esta pode ocorrer por arraste vertical durante a coleta do perfil sedimentar, por manuseio das amostras no laboratório ou por chuva polínica atual. A contaminação não é perceptível durante a análise e pode levar a erros, justificando todas as precauções empregadas para evitá-la.

2.1. Coleta do perfil sedimentar

A coleta do perfil sedimentar foi realizada no local mais profundo do pacote sedimentar da turfeira (porção distal), com 286 cm de comprimento. O local é bem preservado e longe de fontes de alteração do solo, tais como córregos, que podem revolver e arrastar sedimentos. Para a coleta foi utilizado o Amostrador de Hiller, que consiste em um coletor tubular de 26 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro, ao qual acoplam-se hastes que permitem levá-lo fechado a diferentes profundidades. Quando a profundidade

desejada é alcançada, faz-se a coleta lateralmente, através de movimento rotacional anti-horário. Em seguida rota-se a haste em sentido horário, a fim de fechar o amostrador e puxa-se verticalmente, coletando uma secção do perfil. As várias secções de 26 cm foram obtidas do mesmo modo, em seqüência, da base para o topo do depósito. As perfurações não foram feitas no mesmo ponto, e sim lado a lado, evitando contaminação por arraste de sedimento. Antes de cada perfuração o Amostrador era cuidadosamente lavado para evitar contaminação entre as secções. Cada secção coletada era transferida para um tubo de PVC de mesmo tamanho, aberto longitudinalmente, com marcação de topo, base e número da secção. Após a transferência, os tubos de PVC eram fechados com fita isolante e embalados em plástico, evitando contaminação. As 11 secções coletadas foram levadas ao laboratório e mantidas sob congelamento até o momento da coleta das amostras.

O Amostrador de Hiller é amplamente utilizado por ser leve e de fácil transporte e por não compactar o sedimento durante a coleta, preservando a seqüência do perfil sedimentar.

2.2. Coleta das amostras e análise litológica

Em laboratório, as 11 secções contendo sedimento foram alinhadas de acordo com a seqüência de profundidade, resultando em um perfil sedimentar completo. Foram coletadas duas amostras por secção do perfil (intervalo de cerca de 10 cm) gerando um total geral de 22 amostras. Para obtenção de cada amostra o sedimento era transferido, com auxílio de uma alça de platina devidamente flambada, para um cubo plástico de 8 cm³ até enchê-lo, tampando-se a seguir. Os cubos, etiquetados, foram embalados e congelados até o início do processamento químico. As porções superficiais do cilindro de sedimento, que podem conter alguma contaminação, foram descartadas durante a coleta, utilizando-se apenas o interior do perfil. As extremidades das secções foram também descartadas por poderem apresentar contaminação por arraste vertical de raízes no momento da coleta.

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

2.3. Processamento químico

Todo o tratamento e montagem das lâminas foram realizados em capela com exaustor, no laboratório de processamento químico do Setor de Palinologia, Depto. de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Cada amostra congelada era transferida do cubo plástico para um copo de polietileno com tampa. Em seguida eram adicionadas às amostras pastilhas de esporos exóticos de *Lycopodium clavatum* L., adquiridas do Department of Quaternary Geology, Suécia. Cada pastilha apresenta um número total de esporos estimado pelo fabricante, o que permitiu posterior cálculo de concentração por cm³ de sedimento fresco (Stockmarr, 1971).

O processamento químico das amostras seguiu, em linhas gerais, a metodologia descrita por Faegri & Iversen (1989). Os frascos contendo sedimento foram mantidos tampados durante o processamento, evitando contaminações por pólen atmosférico. Também para evitar contaminação, toda a vidraria utilizada era previamente lavada em água e sabão e enxaguada com água destilada.

2.3.1. Retirada de carbonatos – ácido clorídrico (HCl)

Para retirada de carbonatos adicionava-se HCl a 10% até a metade de cada copo, cobrindo assim todo o sedimento. As amostras eram a seguir revolvidas, os copos tampados, deixando-se em descanso por uma hora em temperatura ambiente. Após, os copos eram enchidos com água destilada, deixando-se em decantação por duas horas, com posterior sifonagem do sobrenadante, através de um tubo de vidro adaptado. Seguia-se nova lavagem, decantação e sifonagem, garantindo a retirada completa do HCl.

2.3.2. Retirada de sílica – ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico (HCl)

As seguir as amostras eram cobertas com HF a 47% até a metade dos frascos, tampadas e mantidas em aparelho agitador por seis horas. Após, cada copo era enchido com água destilada, deixando-se o material em decantação por duas horas, com posterior sifonagem do sobrenadante. Mais três lavagens e sifonagens eram realizadas, para retirada

completa do ácido fluorídrico. As amostras eram então transferidas dos copos de polietileno para tubos de centrífuga Pirex, com capacidade de 50 ml, e centrifugadas a 1500 rpm durante seis minutos, com descarte do sobrenadante. A operação era repetida várias vezes, até a transferência completa do sedimento dos copos para os tubos de centrífuga.

Para complementar o tratamento, eliminando certos compostos silicosos ainda presentes, as amostras eram novamente submetidas a HCl a 10%, colocando-se os tubos de centrífuga em banho-maria a 60°C por quatro minutos (sempre revolvendo com bastão de vidro), com posterior centrifugação e descarte do sobrenadante. Cada amostra era depois lavada em água destilada, revolvida e novamente centrifugada e o sobrenadante eliminado.

2.3.3. Retirada de ácidos húmicos – hidróxido de potássio (KOH)

Dando continuidade era colocado KOH a 10% até a metade dos tubos de centrífuga, levando-se a banho-maria a 100°C por quatro minutos (sempre revolvendo com bastão de vidro). Os tubos eram então preenchidos com água destilada, o resíduo revolvido com bastão de vidro e centrifugados, com eliminação do sobrenadante. A processo de lavagem, revolvimento, centrifugação e retirada do sobrenadante era repetido várias vezes, até o sobrenadante tornar-se claro, indicando a eliminação de toda a matéria orgânica excedente.

2.3.4. Tratamento dos palinomorfos – acetólise

O último processamento químico era o de acetólise, tendo como objetivo retirar o conteúdo celular dos grãos e limpar sua superfície, permitindo que os detalhes da morfologia da exina sejam vistos ao microscópio.

Cada tubo de centrífuga era inicialmente enchido com ácido acético glacial, o resíduo revolvido com bastão de vidro e centrifugado, com eliminação do sobrenadante. Este procedimento desidrata o material, assegurando o processo de acetólise sem ocorrência de micro-explosões que possam danificar o conteúdo polínico.

O líquido de acetólise era preparado pouco antes do tratamento químico. Compõe-se de uma mistura de nove partes de anidrido acético e uma parte de ácido sulfúrico concentrado, cuidadosamente misturados. Este líquido era assim adicionado a cada uma das

amostras contidas nos tubos de centrífuga logo após o tratamento com ácido acético glacial. Para a acetólise, as amostras eram submetidas ao banho-maria a 100°C por três minutos, revolvendo o sedimento com bastão de vidro durante o procedimento. Logo após os tubos eram centrifugados e o sobrenadante descartado. Seguia-se nova lavagem com ácido acético glacial, revolvimento, centrifugação e descarte do sobrenadante. Este procedimento possibilitou uma posterior lavagem em água destilada, sem ocorrência de micro-explosões. Na lavagem o sedimento era novamente revolido e centrifugado, com descarte do sobrenadante.

2.3.5. Filtragem e tratamento final das amostras

As amostras eram a seguir filtradas, passando o sedimento de um tubo de centrífuga para outro através de uma malha metálica de 250 µm. O resíduo retido na malha era armazenado em frascos com tampa e conservado em álcool, para posterior análise complementar. O resíduo menor que 250 µm era então novamente centrifugado, com descarte do sobrenadante. Como último tratamento adicionava-se às amostras uma mistura, em partes iguais, de glicerol e água destilada, sendo o resíduo revolido com bastão de vidro e deixado em descanso por um tempo mínimo de 30 minutos. Este último procedimento preparou o material para a montagem das lâminas. Após, os tubos eram centrifugados, com descarte do sobrenadante, e mantidos com a abertura para baixo, verticalmente, sobre papel de filtro, a fim de escorrer todo o líquido e facilitar a confecção das lâminas.

2.4. Montagem das lâminas

Para cada amostra eram feitas sete lâminas permanentes, utilizando-se gelatina-glicerinada como meio de montagem (Salgado-Labouriau, 1973). Todas as lâminas e lamínulas utilizadas foram previamente limpas com álcool e flambadas, evitando contaminação.

As lâminas foram preparadas dentro da capela, sobre uma placa aquecedora a 60°C, possibilitando o derretimento da gelatina-glicerinada. Em cada lâmina, com o auxílio de

uma alça de platina previamente flambada, era depositada uma pequena porção de gelatina-glicerinada e outra do resíduo da amostra. Após o derretimento da gelatina-glicerinada fazia-se a homogeneização da mistura com a própria alça de platina, evitando a formação de bolhas de ar. A seguir cobria-se com lamínula, fazendo leve pressão para espalhar a mistura por toda a face inferior da mesma. Imediatamente virava-se a lâmina, depositando-a sobre uma superfície lisa, fora da placa aquecedora, pressionando verticalmente até o esfriamento. Este procedimento deposita os palinomorfos mais junto à lamínula por gravidade, permitindo uma melhor visualização do material ao microscópio. As lâminas eram limpas, lutadas com esmalte de unhas incolor e etiquetadas, com anotação da profundidade correspondente.

3. Datações radiométricas (^{14}C)

Para estabelecer a cronologia dos eventos foram coletadas três amostras para datação por ^{14}C : a 273 cm (base do perfil sedimentar), a 127 cm (mudança na litologia, com início da formação do pântano herbáceo) e a 25 cm de profundidade (fase onde foi detectada nas amostras o início da expansão da mata).

As amostras para datação também foram coletadas com o Amostrador de Hiller, tomando-se as mesmas precauções para evitar contaminações, anteriormente descritas. Para cada profundidade amostrada foram realizadas 25 perfurações, obtendo-se assim sub-amostras de 2 cm de comprimento, retiradas da porção central do coletor para evitar contaminação. Essas sub-amostras eram embaladas em papel alumínio, evitando contato com qualquer material de origem orgânica.

No laboratório, as sub-amostras eram secas em estufa a 40°C por vários dias e a seguir raspadas superficialmente, utilizando-se apenas sua porção central. Este procedimento evitou possível contaminação com a parede interna do amostrador ocorrida durante a coleta. Para as raspagens foram usados bisturis descartáveis de odontologia e luvas plásticas, também descartáveis, o que evitou contato com matéria orgânica.

O conjunto de 25 sub-amostras já raspadas, com um peso mínimo total de 20g de sedimento seco, constituía uma amostra a ser datada para cada profundidade previamente estabelecida. Para as datações as amostras foram enviadas ao laboratório Beta Analytic

Inc., Miami, Flórida (USA).

4. Análises palinológicas qualitativas

4.1. Determinação do material

A determinação botânica dos palinomorfos contados foi feita em microscópio óptico Leitz Diaplan, munido de objetivas planapocromáticas, em aumentos de 400 e 1000×. Foram utilizados as lâminas de referência da palinoteca atual do Laboratório de Palinologia, especialmente às relacionadas à flora do Planalto Leste do Rio Grande do Sul, além de catálogos palinológicos e bibliografia em geral. As principais obras utilizadas foram: Barth (1971), Colinvaux *et al.* (1999), Heusser (1971), Lorscheitter (1988, 1989), Markgraf & D'Antoni (1978), Neves & Bauermann (2003, 2004), Neves & Lorscheitter (1992, 1995b), Pire *et al.* (1992, 1998, 2001), Roubik & Moreno (1991), Wingenroth & Heusser (1983) e Ybert (1979). Para pteridófitos foi usada a série de trabalhos de Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005). Foram também utilizados, para questões nomenclaturais, Erdtman (1969), Punt *et al.* (1999), Moore *et al.* (1991) e Salgado-Laboriau (1973).

Na determinação botânica dos palinomorfos procurou-se sempre alcançar a categoria taxonômica mais inferior possível. Nos casos de palinomorfos pertencentes a uma mesma categoria taxonômica, apresentando tipos morfológicamente distintos não determinados, foram acrescentados números após os nomes (ex: Rosaceae 1, Rosaceae 2). Nos grupos taxonômicos onde a morfologia dos palinomorfos é muito semelhante a de outros grupos afins, optou-se por usar a denominação “Tipo” antes do nome, conforme o usual em palinologia de sedimentos (ex: Tipo Meliaceae). Parte do material pôde ser apenas determinado a níveis taxonômicos mais elevados (ex: Fungos outros, Briófitos outros, Angiospermas indeterminadas, etc). Para palinomorfos com morfologia distinta e característica, pertencentes a um mesmo táxon, nos quais não se pôde chegar a uma determinação taxonômica, foram usados nomes, baseados na morfologia, para distingui-los (ex: Tricolporado 1, Tricolporado 2). Quando nem essa separação morfológica foi possível, os palinomorfos foram classificados de acordo com sua característica morfológica geral

(ex: Tricolporados outros, Triletes outros).

Os palinomorfos são apresentados em ordenação sistemática, utilizando-se 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, visto que novas abordagens, ao nível molecular, ainda não oferecem uma classificação mais completa do material.

4.2. Caracterização dos palinomorfos e dados ecológicos

A descrição dos palinomorfos foi feita de modo sucinto, de acordo com as principais características morfológicas. As medidas foram realizadas com ocular de fio móvel e convertidas para micrômetros, a partir do uso prévio de uma lâmina micrometrada. Sempre que possível foram medidos os eixos polar e equatorial dos grãos, bem como projeções da exina, quando robustas.

Dentro das possibilidades foram incluídos dados ecológicos do organismo de origem, visando informações para análises de sucessão vegetal e de paleoambientes.

4.3. Fotomicrografias

As fotomicrografias dos palinomorfos foram realizadas em microscópio óptico com câmara automática WILD LEITZ, geralmente em aumento de 1000×. Uma lâmina micrometrada, fotografada em diferentes aumentos, permitiu a obtenção das escalas, de acordo com o aumento do material fotografado. Utilizou-se filme TMAX 100 da KODAK. As revelações e cópias em papel fotográfico foram feitas em laboratório especializado e digitalizadas por *scanner*. A montagem das fotomicrografias em estampas seguiu a ordenação sistemática. Nas legendas das estampas as seguintes siglas foram adotadas: pl= planos, P= vista polar, PD= pólo distal, PP= pólo proximal, EQ= vista equatorial.

5. Análises palinológicas quantitativas

5.1. Contagem dos palinomorfos

A contagem foi realizada simultaneamente à determinação de cada material. Para tanto utilizou-se microscópio óptico em aumento de 400×, contando-se em transecções horizontais na lâmina. Em cada amostra foi contado um número mínimo de 500 grãos de origem regional (campo, mata e ambiente indeterminado) e um número mínimo de 100 esporos de *Lycopodium clavatum*, introduzidos na amostra no início do processamento químico (Stockmarr, 1971). Paralelamente iam sendo contados os palinomorfos de origem local, referentes à bacia deposicional da turfeira (lago, pântano herbáceo e palinomorfos outros), além de fungos e pólen exótico (estranho à flora brasileira). O número mínimo de 500 grãos regionais foi monitorado por curvas de saturação (curvas de suficiência amostral) em cinco pontos do perfil.

5.2. Cálculo de porcentagem – análise relativa

Para o cálculo das porcentagens os palinomorfos foram separados de acordo com o ambiente preferencial de origem, ou grupo taxonômico:

- Indicadores regionais (campo, mata e ambiente indeterminado): porcentagens calculadas sobre o total desses componentes;
- Indicadores locais (lago, pântano herbáceo e palinomorfos outros): porcentagens calculadas como segue:
 - Indicadores de lago e pântano herbáceo: porcentagens calculadas sobre o total desses componentes;
 - Palinomorfos outros: porcentagens calculadas sobre o total de palinomorfos outros + total de componentes de lago e pântano herbáceo.
- Fungos: porcentagens calculadas sobre o total de fungos + total de componentes regionais + total de componentes de lago e pântano herbáceo;
- Pólen exótico: porcentagens calculadas sobre o total de componentes exóticos + total de componentes regionais.

O cálculo das porcentagens foi elaborado pelo programa Tilia.

5.3. Cálculo de concentração – análise absoluta

A concentração baseou-se no número de palinomorfos por cm³ de sedimento fresco. Este cálculo foi possível a partir da adição de pastilhas de *Lycopodium clavatum* às amostras no início do processamento químico, com o número total de esporos conhecido. Assim, sabendo-se em cada amostra o número de esporos de *L. clavatum* introduzidos, seu respectivo número de grãos contados, e o número de cada tipo polínico contado, pôde-se estimar a concentração de cada palinomorfo por cm³ de sedimento fresco. Esse cálculo foi realizado pelo programa Tilia.

5.4. Diagramas palinológicos

As porcentagens e as concentrações dos palinomorfos por cm³ de sedimento fresco foram expressas em diagramas polínicos, através do programa Tilia Graph. Nos diagramas os palinomorfos são apresentados de acordo com o ambiente preferencial de origem, ou grupo taxonômico, na seguinte ordem: campo, mata, lago, pântano herbáceo, ambiente indeterminado, exóticos, fungos e palinomorfos outros.

5.4.1. Diagramas de porcentagem

Nos diagramas desdobrados de porcentagem todos os tipos polínicos contados foram incluídos. Um exagero de 50× foi feito nos diagramas de palinomorfos com frequências muito baixas, permitindo melhor visualização de sua ocorrência ao longo do perfil sedimentar. Foram incluídos também somatórios das frequências dos indicadores de campo, mata, lago, pântano herbáceo e fungos, assim como diagramas compostos com o somatório dos componentes de campo × mata e dos de lago × pântano herbáceo.

Para a análise de agrupamentos usou-se o programa CONISS (Grimm, 1987), comparando as porcentagens dos palinomorfos entre as amostras, ao longo do perfil. Com o auxílio desta análise, e de acordo com as principais mudanças nos espectros polínicos, foi estabelecida a zonação dos diagramas.

5.4.2. Diagramas de concentração

Nos diagramas desdobrados de concentração foram incluídos apenas os palinomorfos mais representativos, com um mínimo de 5000 grãos por cm³ de sedimento fresco em pelo menos uma amostra do perfil sedimentar. Utilizaram-se escalas diferenciais (indicadas na base dos diagramas) para acomodar tipos polínicos com concentrações muito altas. Foram elaborados também diagramas com os somatórios das concentrações dos indicadores de campo, mata, lago e pântano herbáceo, além de um diagrama com a concentração total de palinomorfos em cada amostra, para uma síntese do comportamento da vegetação ao longo do tempo.

Nos diagramas de concentração seguiu-se a mesma zonação estabelecida nos diagramas de porcentagem.

5.5. Riqueza de tipos polínicos nas amostras

Para verificar se a riqueza de pólen e esporos oriundos da flora regional varia significativamente ao longo do intervalo de tempo em análise, foi realizada inicialmente a rarefação das sub-amostras referentes aos grãos regionais, para obter-se um esforço amostral padrão (programa *Excel for Windows*). A seguir foi aplicado o teste qui-quadrado (χ^2) de aderência, com $p < 0,001$ (probabilidade de aceitação da hipótese nula). O resultado foi apresentado em gráfico.

6. Estudo do perfil sedimentar

A descrição dos diagramas foi elaborada de modo sucinto, zona por zona, abrangendo a litologia do perfil sedimentar, as idades absolutas e as estimadas e o exame do conteúdo palinológico em porcentagem e concentração, incluindo a análise de agrupamentos, curvas de saturação e riqueza de tipos polínicos. Com todas essas informações foram feitas as interpretações paleoambientais dos últimos milênios para o Planalto leste do Rio Grande do Sul.

RESULTADOS

1. Classificação taxonômica dos palinórfos

Foram encontrados palinórfos correspondentes a 10 fungos, 6 algas, 3 briófitos, 16 pteridófitos, 2 gimnospermas, 75 angiospermas e 4 palinórfos outros, a seguir descritos. Para as análises paleoambientais, esses mesmos palinórfos estão agrupados de acordo com a Tab.1.

FUNGOS

Filo GLOMEROMYCOTA

Classe GLOMEROMYCETES

Ordem Glomerales

Família Glomeraceae

1. *Glomus* Tus. & C. Tus.

Filo ASCOMYCOTA

Classe ASCOMYCETES

Ordem Sordariales

Família Sordariaceae

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain

Ordem Magnaporthales

Família Magnaporthaceae

3. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis* J. Walker

Filo BASYDIOMYCOTA

Classe BASYDIOMYCETES

Ordem Aphylliphorales

Família Corticiaceae

4. Tipo *Athelia* Persoon

Classe USTOMYCETES

Ordem Ustilaginales

Família Tilletiaceae

5. *Tilletia sphagni* Naw

Incertae sedis

6. Tipo *Spirotremesporites multiplex* Dueñas

Outros esporos e hifas

7. Esporo 1

8. Esporo 2

9. Esporo 3

10. Esporo 4

11. Hifas

12. Fungos outros

ALGAS

Divisão CHLOROPHYTA

Classe CHLOROPHYCEAE

Ordem Chlorococcales

Família Dycyosphaeriaceae

13. *Botryococcus* Kützing

Classe ZYGNEMAPHYCEAE

Ordem Zygnemales

Família Zygnemataceae

14. *Debarya* (De Bary) Wittrock

15. *Mougeotia* C. A. Agardh

16. *Spirogyra* Link

17. *Zygnema* C. A. Agardh

Incertae sedis

18. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher

BRIÓFITOS

Divisão ANTHOCEROTOPHYTA

Classe ANTHOCEROTOPSIDA

Ordem Anthocerotales

Família Anthocerotaceae

19. *Anthoceros punctatus* L.

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

Divisão BRYOPHYTA

Classe SPHAGNOPSIDA

Ordem Sphagnales

Família Sphagnaceae

21. Tipo *Sphagnum recurvum* P. Beauv.

Outros esporos

22. Briófitos outros

PTERIDÓFITOS

Divisão PTERIDOPHYTA

Classe FILICOPSIDA

Subclasse Polypodiidae

Ordem Polypodiales

Subordem Polypodiineae

Família Hymenophyllaceae

23. Tipo *Hymenophyllum* Sm.

Família Osmundaceae

24. *Osmunda* L.

Família Dicksoniaceae

25. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Família Cyatheaceae

26. Cyatheaceae

Família Pteridaceae

27. *Pteris* L.

Família Blechnaceae

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

29. Tipo *Blechnum* L.

Família Polypodiaceae

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

31. Tipo *Polypodium* L.

32. Tipo *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd.

Classe LYCOPODIOPSIDA

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

33. *Huperzia* Bernh.

34. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill

35. Tipo *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm.

36. Tipo *Lycopodium clavatum* L.

Ordem Selaginellales

Família Selaginellaceae

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

Ordem Isoetales

Família Isoetaceae

38. *Isoetes* L.

Outros esporos

39. Monoletes outros

40. Triletes outros

41. Pteridófitos outros

GIMNOSPERMAS

Divisão CONIFEROPHYTA

Classe CONIFEROPSIDA

Ordem Coniferales

Família Araucariaceae

42. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Família Podocarpaceae

43. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

ANGIOSPERMAS

Divisão MAGNOLIOPHYTA

Classe MAGNOLIOPSIDA

Subclasse Magnoliidae

Ordem Magnoliales

Família Winteraceae

44. *Drimys brasiliensis* Miers

Subclasse Hamamelidae

Ordem Urticales

45. Urticales

Família Ulmaceae

46. *Celtis* L.

47. *Trema micrantha* (L.) Blume

Ordem Fagales

Família Fagaceae

48. *Nothofagus* Blume

Família Betulaceae

49. *Alnus* Mill.

Subclasse Caryophyllidae

Ordem Caryophyllales

Família Amaranthaceae-Chenopodiaceae

50. Tipo *Amaranthus* L. – Chenopodiaceae

Família Amaranthaceae

51. *Alternanthera* Forssk. 1

52. *Alternanthera* Forssk. 2

53. Tipo *Iresine* P. Browne

Família Caryophyllaceae

54. Caryophyllaceae

Ordem Polygonales

Família Polygonaceae

55. *Polygonum* L.

Subclasse Dillenidae

Ordem Malvales

Família Malvaceae

56. Malvaceae

Ordem Violales

Família Cucurbitaceae

57. Cucurbitaceae

Ordem Ericales

Família Ericaceae

58. *Agarista* D. Don ex G. Don

59. Tipo Ericaceae

Ordem Ebenales

Família Sapotaceae

60. *Chrysophyllum* L.

- Ordem Primulales
 - Família Myrsinaceae
 - 61. *Myrsine* L.
- Subclasse Rosidae
 - Ordem Rosales
 - Família Rosaceae
 - 62. Rosaceae 1
 - 63. Rosaceae 2
 - Ordem Fabales
 - Família Mimosaceae
 - 64. *Mimosa* L.
 - 65. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 1
 - 66. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 2
 - 67. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 3
 - 68. *Mimosa scabrella* Benth.
 - Família Caesalpiniaceae
 - 69. *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa* (Vogel) Fortunato & Wunderlin
 - Família Fabaceae
 - 70. Tipo *Vicia* L.
 - Ordem Proteales
 - Família Proteaceae
 - 71. *Roupala* Aubl.
 - Ordem Haloragales
 - Família Haloragaceae
 - 72. *Myriophyllum* L.
 - Ordem Myrtales
 - Família Lythraceae
 - 73. *Cuphea carunculata* Koehne
 - Família Myrtaceae
 - 74. Myrtaceae
 - Família Onagraceae
 - 75. *Ludwigia* L.
 - Família Melastomataceae
 - 76. Melastomataceae
 - Ordem Celastrales
 - Família Aquifoliaceae
 - 77. *Ilex* L.
 - Ordem Euphorbiales
 - Família Euphorbiaceae
 - 78. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.
 - 79. Euphorbiaceae 1
 - 80. Euphorbiaceae 2
 - Ordem Polygalales
 - Família Polygalaceae
 - 81. *Polygala* L.
 - Ordem Sapindales

- Família Sapindaceae
 - 82. *Allophylus edulis* (A. St.- Hil., Cambess. & Juss.) Radlk.
 - 83. Sapindaceae
- Família Anacardiaceae
 - 84. Anacardiaceae
- Família Meliaceae
 - 85. Tipo Meliaceae
- Ordem Apiales
 - Família Apiaceae
 - 86. *Eryngium* L.
- Subclasse Asteridae
 - Ordem Solanales
 - Família Convolvulaceae
 - 87. Tipo *Evolvulus* L.
 - Ordem Lamiales
 - Família Verbenaceae
 - 88. *Verbena* L.
 - Família Lamiaceae
 - 89. Lamiaceae
 - 90. Tipo Lamiaceae
 - Ordem Plantaginales
 - Família Plantaginaceae
 - 91. *Plantago* L.
 - Ordem Scrophulariales
 - Família Scrophulariaceae
 - 92. Tipo Scrophulariaceae
 - Família Bignoniaceae
 - 93. Bignoniaceae
 - Família Lentibulariaceae
 - 94. *Utricularia* L.
 - Ordem Rubiales
 - Família Rubiaceae
 - 95. *Cephalanthus* L.
 - 96. Tipo *Galium* L.
 - 97. Rubiaceae 1
 - 98. Rubiaceae 2
 - 99. Rubiaceae 3
 - Ordem Dipsacales
 - Família Valerianaceae
 - 100. *Valeriana* L.
 - Ordem Asterales
 - Família Asteraceae
 - 101. Tipo *Baccharis* L.
 - 102. Tipo *Gnaphalium* L.
 - 103. Mutisieae 1
 - 104. Mutisieae 2
 - 105. Mutisieae 3

106. Mutisieae 4
107. Tipo *Vernonia* Schreb.
- Classe LILIOPSIDA
- Subclasse Alismatidae
- Ordem Alismatales
- Família Alismataceae
108. Alismataceae
- Subclasse Commelinidae
- Ordem Eriocaulales
- Família Eriocaulaceae
109. Eriocaulaceae
- Ordem Cyperales
- Família Cyperaceae
110. Cyperaceae
- Família Poaceae
111. Poaceae
- Ordem Typhales
- Família Typhaceae
112. *Typha* L.
- Subclasse Liliidae
- Ordem Liliales
- Família Pontederiaceae
113. *Eichhornia* Kunth
- Família Liliaceae
114. Tipo Liliaceae 1
115. Tipo Liliaceae 2

Outros grãos de pólen

116. Tricolporado 1
117. Tricolporado 2
118. Triporado 1
119. Tricolpados outros
120. Tricolporados outros
121. Indeterminados

PALINOMORFOS OUTROS

Filo ARTHROPODA

Subfilo CRUSTACEA

Classe Copepoda

122. Espermatóforo de Copepoda

Outros materiais

123. Palinomorfo 1
124. Palinomorfo 2
125. Palinomorfo 3

2. Descrições morfológicas e dados ecológicos dos palinomorfos

FUNGOS

1. *Glomus* Tus. & C. Tus.

Estampa I: 1.

Clamidósporo elipsoidal a esferoidal, psilado, preso a filamento de hifa cenocítica. Diâmetro: cerca de 25 µm.

Referência: Schübler *et al.* (2001).

Obs: citado para o Rio Grande do Sul pelos antigos nomes de *Rhizophagites* Rosendahl (Lorscheitter, 1989) e *Rhizophagus* Dang (Neves & Bauermann, 2003; Neves & Lorscheitter, 1992).

Dados ecológicos: mais comum dentre os fungos micorrízicos arbusculares. Ocorre no solo, como endossimbionte em raízes de numerosas plantas vasculares (Schüßler *et al.*, 2001).

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain

Estampa I: 2-3.

Ascósporo elipsoidal, asseptado, escuro, psilado. Superfície com pequenas perfurações circulares, densamente distribuídas.

Eixo maior: 21-35 µm.

Eixo menor: 15-24 µm.

Referência: Hooghiemstra (1984).

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

3. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis* J. Walker

Estampa I: 4.

Esporângio discóide, escuro, psilado. Margem irregularmente lobada, com tênue poro central.

Eixo maior: 22 μm .

Eixo menor: 17 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Obs: o material é semelhante a cf. *Entophlyctis lobata* Willoughby & Townley (tipo 13), descrito por Van Geel (1978).

Dados ecológicos: *G. caricis* ocorre como parasita ou saprófito, em caules e raízes de Poaceae (Von Arx, 1974).

4. Tipo *Athelia* Persoon

Estampa I: 5.

Células esferoidais, pequenas, escuras e psiladas, agrupadas de modo aproximadamente elipsoidal.

Diâmetro das células: 8-15 μm .

Agrupamento: eixo maior 36-62 μm .

eixo menor 25-52 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

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

5. *Tilletia sphagni* Naw

Estampa I: 6-8.

Esporo aproximadamente esferoidal, frágil e hialino, psilado. Superfície com placas poligonais, dando ao grão um aspecto facetado. Pequeno.

Diâmetro do esporo: 11-13 μm .

Diâmetro das placas: cerca de 5 μm .

Referências: Matteri (1987), Van Geel (1978).

Dados ecológicos: parasita de esporângios de várias espécies de *Sphagnum*, inibindo a formação dos esporos do musgo (Matteri, 1987).

6. Tipo *Spirotremesporites multiplex* Dueñas

Estampa I: 9-11.

Esporo fusiforme, escuro, psilado. Fendas paralelas e helicoidais (cerca de quatro) em torno do maior eixo.

Eixo maior: cerca de 50 μm .

Eixo menor: cerca de 15 μm .

Referência: Dueñas (1979).

Obs: possível afinidade com Xylariaceae (Dueñas, 1979). Primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Outros esporos e hifas

7. Esporo 1

Estampa I: 12-13.

Esferoidal, escuro, microequinado. Espinhos muito finos, diminutos, densamente dispostos.

Perfuração evidente, com espessamento marginal. Pequeno.

Diâmetro do grão: cerca de 10 μm .

8. Esporo 2

Estampa I: 14.

Fusiforme, hialino, estriado. Estrias longitudinais, aproximadamente paralelas. Fragmento de hifa às vezes presente em uma das extremidades. Pequeno.

Eixo maior: 17-18 μm .

Eixo menor: 9-11 μm .

9. Esporo 3

Estampa I: 15.

Alongado, extremidades amplamente arredondadas com característico espessamento mais escuro. Psilado. Fendas longitudinais muito finas e paralelas. Pequeno.

Eixo maior: 13-16 μm .

Eixo menor: cerca de 5 μm .

10. Esporo 4

Estampa I: 16-17.

Tétrade tetragonal. Esporo escuro, microequinado. Espinhos irregularmente dispersos, mais concentrados na porção distal junto a dois esporos. Pequeno.

Diâmetro do esporo: cerca de 10 μm .

Diâmetro da tétrade: cerca de 15 μm .

11. Hifas

Estampa I: 18.

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

Comprimento: variável.

12. Fungos outros

Foram incluídos neste grupo esporos variados que não ofereceram características morfológicas que permitissem uma distinção clara para o reconhecimento ao longo das amostras mas que, em conjunto, puderam fornecer subsídios às análises paleoambientais.

ALGAS

13. *Botryococcus* Kützing

Estampa I: 19.

Colônia irregularmente lobada, de tamanho variável, escura e psilada, com muitos indivíduos unicelulares, densa e concentricamente dispostos.

Diâmetro da colônia: 28-35 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

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

14. *Debarya* (De Bary) Wittrock

Estampa I: 20-22.

Zigósporo formado por dois hemisférios complementares, radialmente simétricos. Hemisférios com um anel característico em vista frontal, com projeções estriado-ruguladas no centro, de disposição radial, e estrias paralelas, também radialmente dispostas, na periferia. Cada hemisfério com pólo truncado em vista lateral.

Diâmetro equatorial: 32-46 μm .

Altura de cada hemisfério: cerca de 20 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Obs: os zigósporos encontrados apresentam-se com apenas um dos hemisférios.

Dados ecológicos: em água doce, estagnada e com pouca profundidade (Van Geel & Van Der Hammen, 1977).

15. *Mougeotia* C. A. Agardh

Estampa I: 23.

Zigósporo quadrangular a levemente retangular em vista frontal, hialino, psilado, com pequenas dobras características nos ângulos.

Eixo maior: 30-50 μm .

Eixo menor: 22-46 μm .

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

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

16. *Spirogyra* Link

Estampa I: 24-26.

Zigósporo esferoidal a elipsoidal, hialino ou amarelado, reticulado. Retículo muito grosseiro e irregular.

Eixo maior: 60-135 μm .

Referência: Hooghiemstra (1984).

Dados ecológicos: como em *Mougeotia*.

17. *Zygnema* C. A. Agardh

Estampa II: 1-3.

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

Eixo maior do zigósporo: 43-50 μm .

Eixo menor: cerca de 25 μm .

Diâmetro das reentrâncias: 2-8 μm .

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

Dados ecológicos: em água doce e em solos úmidos (Joly, 2002; Smith, 1987).

Incertae sedis

18. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher

Estampa II: 4-7.

Grão circular em vista frontal e elíptico em vista lateral, hialino e estriado. Estrias finas e concêntricas em vista frontal, formando anéis e espiras às vezes incompletos. Finas estrias paralelas em vista lateral.

Diâmetro em vista frontal: 28-43 μm .

Referência: Christopher (1976).

Obs: o material é citado em trabalhos antigos como a forma A de *Concentricystes rubinus* Rossignol.

Dados ecológicos: grãos sem afinidade botânica confirmada, possivelmente originados de algas dulciaquícolas (Rossignol, 1962).

BRIÓFITOS

19. *Anthoceros punctatus* L.

Estampa II: 8-9.

Radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Trilete, raios finos com extremidade bifurcada. Reticulado-equinado no pólo distal, psilado no proximal. Retículo grosseiro, com espinhos alongados e freqüentemente bifurcados a trifurcados, alguns simples, sobre o muro.

Eixo equatorial: 55-66 μm .

Dados ecológicos: anual, em campos e pântanos sombreados (Menéndez, 1962).

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

Estampa II: 10-12.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular em vista polar. Trilete, raios finos com extremidade bifurcada. Microequinado a psilado no pólo distal e, em geral, psilado no proximal. Espinhos finos, escassos a abundantes, regular a irregularmente distribuídos.

Eixo equatorial: 62-74 μm .

Dados ecológicos: sobre solos úmidos, em locais abrigados. Comum em margem de arroios, rios, vertentes e em campos úmidos (Menéndez, 1962).

21. Tipo *Sphagnum recurvum* P.Beauv.

Estampa II: 13-14.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Trilete. Característico espessamento trilobado no pólo distal, lobos irregularmente ondulados. Psilado no pólo proximal.

Eixo equatorial: 28-48 μm .

Obs: a espécie ocorre na atual turfeira, segundo a morfologia descrita em Yano *et al.* (1985). Primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: as espécies de *Sphagnum* vivem em condições permanentemente úmidas e, de preferência, em maiores altitudes (Marchant *et al.*, 2002). Vegetam em solos ácidos, sujeitos a inundações, como brejos e pântanos, em especial turfeiras. Também em lagoas rasas, em densas e extensas colônias (Joly, 2002). É o principal componente do local de estudo, ocorrendo em ampla extensão.

Outros esporos

22. Briófitos outros

Esporos triletes com raios de extremidade bifurcada, cuja morfologia não permitiu uma identificação botânica mais acurada.

PTERIDÓFITOS

23. *Osmunda* L.

Estampa II: 15-16

Radioassimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Robusto. Trilete, raios longos e finos. Verrucado, verrugas de tamanho, forma e distribuição irregulares. Exospório fino, facilmente dobrável, tornado o grão frágil.

Eixo equatorial: 71-82 μm .

Obs: freqüentemente encontrado em fragmentos nas amostras.

Dados ecológicos: em ambientes úmidos, raro em terrenos com boa drenagem. Mais freqüente em locais abertos, mas também nos sombreados. Na América tropical geralmente ocorre em ambientes sempre úmidos, abertos ou não, como pântanos, turfeiras, campos e margens de lagos (Tryon & Tryon, 1982). Comum no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

24. Tipo *Hymenophyllum* Sm.

Estampa III: 1-4.

Radiossimétrico, heteropolar e hialino, subtriangular a circular em vista polar. Trilete verrucado. Verrugas muito finas, densamente distribuídas.

Eixo equatorial: 38-47 μm .

Dados ecológicos: na América tropical o gênero ocorre especialmente em florestas nebulares e florestas úmidas de montanha. É menos freqüente em florestas tropicais de menores altitudes. Muitas espécies são epifíticas ou epipétricas, em florestas úmidas (Lorscheitter *et al.*, 1999; Tryon & Tryon, 1982). Gênero comum nas matas do Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1999).

25. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Estampa III: 5.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar. Ângulos truncados, onde o exosporio é nitidamente mais espesso. Robusto. Trilete, margo desenvolvido. Espessamentos largos e irregulares no pólo distal, psilado no proximal.

Eixo equatorial: 65-80 μm .

Dados ecológicos: arborescente, geralmente em matas úmidas de montanha e florestas nebulares na América tropical, ao pé de encostas ou ao longo de córregos (Tryon & Tryon, 1982). Típica da Mata com Araucária. No Rio Grande do Sul é encontrada em altitudes de 60 a 1200 m (Lorscheitter *et al.*, 1999).

26. Cyatheaceae

Estampa III: 6.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar. Trilete, margo desenvolvido. Psilado. Exosporio com espessamento uniforme.

Eixo equatorial: 46-54 μm .

Dados ecológicos: em florestas tropicais de montanha, florestas úmidas de montanha ou em florestas nebulares (Lorscheitter *et al.*, 1999; Tryon & Tryon, 1982). Presente no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1999).

27. *Pteris* L.

Estampa III: 7-9.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, cingulado. Trilete. Irregularmente verrucado-rugulado no pólo distal, psilado no proximal.

Eixo equatorial: cerca de 50 μm .

Dados ecológicos: na América tropical cresce em florestas úmidas, na borda de clareiras e em capoeiras, em florestas nebulares ou de galeria, ocasionalmente sobre rochedos. Também em locais alterados (Tryon & Tryon, 1982). No Rio Grande do Sul, a maioria das espécies é terrícola, em florestas, incluindo Mata com Araucária (Lorscheitter *et al.*, 2001).

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

Estampa III: 10.

Simetria bilateral, heteropolar, oblato. Robusto. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete psilado. Cor amarela-escura.

Eixo polar: 55-68 μm .

Eixo equatorial maior: 74-93 μm .

Dados ecológicos: espécie vastamente dispersa 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 (Sehnem, 1968). É um dos principais componentes da turfeira em estudo.

29. Tipo *Blechnum* L.

Estampa III: 11.

Simetria bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete psilado. Cor amarela-clara.

Eixo polar: 30-43 μm .

Eixo equatorial maior: 52-65 μm .

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

Dados ecológicos: o gênero está composto por plantas terrícolas, rupestres, algumas vezes epifíticas. Na América tropical cresce em florestas tropicais, florestas de montanha e florestas nebulares, e ao longo de córregos e rios. Também ocorre em pântanos e turfeiras, em florestas de galeria e em savanas. Algumas espécies vivem em locais alterados (Tryon & Tryon, 1982). Gênero predominante no hemisfério sul (Sehnem, 1968), com espécies ocorrendo na turfeira em estudo.

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

Estampa III: 12-14.

Simetria bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete verrucado. Verrugas irregulares, distribuídas por toda a superfície, diminuindo em direção ao pólo proximal.

Eixo polar: cerca de 40 μm .

Eixo equatorial: cerca de 65 μm .

Dados ecológicos: espécie epifítica a epipétrica, em locais sombreados e abertos, desde florestas de baixas altitudes até florestas nebulares. Ocorrente no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 2005).

31. Tipo *Polypodium* L.

Estampa III: 15-16.

Simetria bilateral, heteropolar, oblato a suboblato. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete verrucado. Verrugas pequenas, uniformemente distribuídas.

Eixo polar: 43-50 μm .

Eixo equatorial maior: 57-67 μm .

Obs: diferencia-se do Tipo *M. vacciniifolia* por apresentar verrugas uniformes por toda a superfície do grão.

Dados ecológicos: em nichos variados. Na América tropical as espécies do gênero geralmente crescem em áreas baixas de florestas tropicais, florestas de montanha ou florestas nebulares (Tryon & Tryon, 1982). No Rio Grande do Sul ocorrem, em geral, como epifíticas em matas, incluindo as do Planalto leste (Lorscheitter *et al.*, 2005).

32. Tipo *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd.

Estampa IV: 1-3.

Simetria bilateral, heteropolar, oblato. Robusto. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete verrucado. Verrugas muito pequenas, distribuídas densamente por toda a superfície. Perfurações esparsas, entre as verrugas.

Eixo polar: cerca de 49 μm .

Eixo equatorial maior: cerca de 76 μm .

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

Dados ecológicos: espécie epifítica, em locais ao nível do mar até altitude de 1000 m, em matas nebulares de montanha, como as do Planalto leste. Também comum em florestas decíduas (Lorscheitter *et al.*, 2005).

33. *Huperzia* Bernh.

Estampa IV: 4-8.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar. Trilete. Foveolado no pólo distal, psilado no proximal.

Eixo equatorial: 46- 53 μm .

Dados ecológicos: gênero com a maioria das espécies epifíticas dentro de matas, ocorrendo no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

34. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill

Estampa IV: 9-11.

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

Eixo equatorial: cerca de 60 μm .

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

35. Tipo *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm.

Estampa IV: 12-13.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar. Trilete. Rugulado no pólo distal, psilado no proximal.

Eixo equatorial: cerca de 43 μm .

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

Dados ecológicos: a espécie é terrícola, em margem de estradas, em todas as regiões do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1998).

36. Tipo *Lycopodium clavatum* L.

Estampa IV: 14-16.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar. Trilete. Reticulado, retículo grosseiro no pólo distal, diminuindo em direção ao pólo proximal, onde a superfície torna-se psilada.

Eixo equatorial: cerca de 45 μm .

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

Dados ecológicos: espécie geralmente ocorrendo em capoeiras e ambientes semi-abertos em florestas nebulares (Lorscheitter *et al.*, 1998; Tryon & Tryon, 1982). Ocorrente no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.*, 1999).

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

Estampa V: 1-3.

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

Eixo equatorial: 32-38 μm .

Comprimento das báculos: cerca de 3 μm .

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

38. *Isoetes* L.

Micrósporo

Estampa V: 4.

Simetria bilateral, heteropolar, peroblato a oblato, hialino. Elíptico em vista polar, planoconvexo em vista equatorial. Monolete, exospório psilado. Paraexospório psilado a escabrado, envolvendo frouxamente o grão.

Eixo polar: com paraexospório: 22- 26 μm .sem paraexospório: 14-15 μm .Eixo equatorial maior: com paraexospório: 32-37 μm .sem paraexospório: 26-31 μm .

Megásporo

Estampa V: 5-12.

Tetraédrico-globoso, radiosimétrico, heteropolar. Subtriangular a circular em vista polar, com *cingulum*. Trilete, raios muito longos, em geral com extremidade distintamente auriculada. Reticulado a escabrado no pólo distal, psilado no proximal. Exospório externo lamelar e lacunoso, lacuna fina a espessa.

Eixo polar: 595-740 μm .Eixo equatorial: 660-880 μm .

Obs: os megásporos foram encontrados no material retido na malha de 250 μm , durante a filtragem das amostras. Primeira citação de megásporos de *Isoetes* para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Dados ecológicos: em lagos, preferencialmente de águas rasas, poças ou córregos, solos arenosos úmidos e em turfeiras (Tryon & Tryon, 1982). Ocorre no Planalto leste (Lorscheitter *et al.* 1998).

Outros esporos

39. Monoletes outros

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

40. Triletes outros

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

41. Pteridófitos outros

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

GIMNOSPERMAS

42. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Estampa VI: 1.

Globoso, aproximadamente esférico, isopolar. Inaperturado escabrado. Robusto, com exina delicada, resultando em grão, em geral, irregularmente dobrado. Presença de dois minúsculos descolamentos de parede celular, opostos, semelhantes aos de um grão bissacado, quase imperceptíveis.

Diâmetro: 53-77 μm .

Dados ecológicos: formadora de matas, em áreas permanentemente úmidas (Marchant *et al.*, 2002). Pioneira e heliófila, possibilitando a expansão da mata sobre os campos do 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). Principal elemento fisionômico da Floresta Ombrófila Mista do Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 2000).

43. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Estampa VI: 2-5.

Bissacado. Corpo do grão aproximadamente elipsoidal. Simetria bilateral, heteropolar, com leptoma no pólo distal. Escabrado. Sacos grandes, com finas linhas irregulares, formados por descolamento da exina.

Comprimento total (incluindo sacos): 87-90 μm .

Altura total (incluindo sacos): cerca de 54 μm .

Eixo polar (corpo): cerca de 49 μm .

Eixo equatorial maior (corpo): 52-65 μm .

Eixo equatorial menor (corpo): 49-58 μm .

Comprimento dos sacos: cerca de 39 μm .

Largura dos sacos: 40-49 μm .

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

Dados ecológicos: preferencialmente no Planalto, junto com *A. angustifolia*, e sobre a Serra do Sudeste. Pioneira precursora em campos e capoeiras, possuindo excelente regeneração natural em vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002).

ANGIOSPERMAS

44. *Drimys brasiliensis* Miers

Estampa VI: 6-8.

Tétrade tetraédrica. Grão oblato, radiossimétrico, heteropolar. Circular em vista polar. Monoulcerado per-reticulado. Retículo grosseiro, diminuindo em direção à abertura até desaparecer junto ao *ulcus*. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro da tétrade: 57-78 μm .

Grão: Eixo polar: 28-31 μm .

Eixo equatorial: 44-45 μm .

Dados ecológicos: árvore pequena, acompanha o domínio da Mata com Araucária sobre o Planalto (Backes & Irgang, 2002). Esciófita ou de luz difusa, menos encontrada como heliófita. Levemente seletiva higrófito (Trinta & Santos, 1997).

45. Urticales

Estampa VI: 9-10.

Radiossimétrico, pequeno, isopolar. Circular em vista polar. Triporado psilado. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 22- 29 μm .

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

46. *Celtis* L.

Estampa VI: 11.

Radiossimétrico, isopolar. Circular em vista polar. Triporado psilado, com espessamento anelar em torno dos poros. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo polar: cerca de 25 μm .

Eixo equatorial: 26-29 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos (Joly, 2002; Schultz, 1984). Ocorrente na Mata com Araucária (Rambo, 1956).

47. *Trema micrantha* (L.) Blume

Estampa VI: 12.

Suboblato a oblato-esferoidal, muito pequeno. Simetria bilateral, isopolar. Elíptico nas vistas polar e equatorial. Biporado psilado a escabrado. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo polar: 15-19 μm .

Eixo equatorial maior: 17-22 μm .

Dados ecológicos: espécie arbórea, considerada uma das pioneiras mais importantes no sul do Brasil e também a mais amplamente distribuída. Ocorre na orla das matas e nos

capoeirões, onde torna-se bastante freqüente, sobretudo na mata latifoliada do Alto Uruguai e da Depressão Central (Backes & Irgang, 2002; Reitz *et al.*, 1983; Schultz, 1984).

48. *Nothofagus* Blume

Estampa VI: 13-15.

Radiossimétrico, isopolar, circular em vista polar. Tetra a estefanocolpado, microequinado. Colpos muito curtos, levemente projetados, com espessamento anelar. Espinhos uniformemente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 36-37 μm .

Dados ecológicos: árvore ou arbusto, restritos ao sudoeste da América do Sul, no Chile e Argentina (Marchant *et al.* 2002) de florestas úmidas periantárticas, nos Andes patagônicos (Markgraf & D'Antoni, 1978). Não ocorre no Brasil. Pólen com excepcional capacidade de dispersão a longas distâncias pela atmosfera, chegando ao Planalto do Rio Grande do Sul, ao que tudo indica, por ventos de sudoeste (Roth & Lorscheitter, 1993).

49. *Alnus* Mill.

Estampa VI: 16-19.

Oblato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Poligonal em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tetraporado a estefanoporado com cinco poros, psilado. Poros proeminentes, com espessamento anelar. Espessamentos da exina em forma de arco, conectando um poro a outro. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 25 μm .

Eixo equatorial: 26-31 μm .

Dados ecológicos: árvore de distribuição principalmente em florestas andinas de altitude, em terrenos pantanosos (Marchant *et al.*, 2002), nos Andes tropicais e subtropicais (Joly, 2002; Markgraf & D'Antoni, 1978). Não ocorre no Brasil. 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 de oeste desde a Argentina, uma vez que, assim como *Nothofagus*, pode percorrer grandes distâncias pela atmosfera.

50. Tipo *Amaranthus* – Chenopodiaceae

Estampa VI: 20-21.

Esférico, radiosimétrico, apolar. Pantoporado psilado. Poros numerosos e próximos. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Diâmetro: 18-26 μm .

Obs: *Amaranthus* e Chenopodiaceae apresentam morfologia polínica semelhante, tornando muito difícil a distinção entre ambos.

Dados ecológicos: representantes de *Amaranthus* são ervas geralmente anuais. A maioria das espécies ocorrentes no Rio Grande do Sul cresce em terrenos alterados, como ruderais (Vasconcellos, 1973). A maior parte das Chenopodiaceae é composta por plantas herbáceas anuais ou subarbustos, muitas são ruderais ou halófilas (Barroso *et al.*, 1978; Joly, 2002; Schultz, 1984).

51. *Alternanthera* Forssk. 1

Estampa VI: 22-24.

Esférico, radiosimétrico, apolar. Pantoporado, per-reticulado microequinado. Retículo de lúmen muito largo e muro fino e retilíneo, dando ao grão um aspecto poliédrico. Um poro em cada lúmen do retículo. Espinhos quase imperceptíveis sobre o muro, sustentado por columelas evidentes.

Diâmetro: cerca de 20 μm .Diâmetro do lúmen: cerca de 5 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas ou raramente subarbustos, anuais ou perenes, ocorrendo em campos secos, em alagadiços, em interior de mata, em cultivos e como ruderal (Vasconcellos, 1973).

52. *Alternanthera* Forssk. 2

Estampa VII: 1-4.

Esférico, radiosimétrico, apolar. Pantoporado, per-reticulado microequinado, com muro largo. Um poro em cada lúmen do retículo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: cerca de 30 μm .

Diâmetro do lúmen: cerca de 5 μm .

Obs: o tamanho nitidamente mais avantajado do grão, o muro não bem retilíneo e o maior número de lumens distinguem *Alternanthera 2* de *Alternanthera 1*.

Dados ecológicos: como em *Alternanthera 1*.

53. Tipo *Iresine* P. Browne

Estampa VII: 5-7.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Pantoporado per-reticulado. Um poro em cada lúmen do retículo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: 19-22 μm .

Diâmetro do lúmen: cerca de 5 μm .

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

Dados ecológicos: gênero composto por ervas ou subarbustos anuais ou perenes, em campos secos e arenosos (Vasconcellos, 1973).

54. Caryophyllaceae

Estampa VII: 8-10.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Pantoporado microequinado e punctado. Poros distanciados, com espessamento anelar. Espinhos de distribuição uniforme. Columelas evidentes.

Diâmetro: cerca de 40 μm .

Dados ecológicos: grande maioria dos representantes composta por ervas anuais de pequeno porte. Distribuição cosmopolita. Principalmente em ambientes abertos, em campos naturais e cerrados; mais comum em áreas de altitude do sul do Brasil (Barroso *et al.*, 1978; Joly, 2002; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, espécies da família ocorrem em matas, barrancos, campos, encostas, regiões pedregosas, habitando desde solos úmidos até secos e arenosos.

55. *Polygonum* L.

Estampa VII: 11- 14.

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

Diâmetro: cerca de 55 μm .

Dados ecológicos: ervas ou subarbustos. Frequentemente encontrados em locais alagáveis, alguns comportando-se como invasoras de culturas (Souza & Lorenzi, 2005).

56. Malvaceae

Estampa VII: 15-16.

Esférico, radiossimétrico, isopolar ou apolar. Robusto. Estefanoporado ou pantoporado, equinado. Espessamento anelar em torno dos poros. Espinhos conspícuos, de tamanho avantajado. Columelas evidentes.

Diâmetro: cerca de 45 μm .

Dados ecológicos: plantas de hábito variado, incluindo ervas, subarbustos ou arbustos, raramente árvores de pequeno porte (Barroso *et al.*, 1978; Joly, 2002; Schultz, 1984). Ocorrem em ambientes variados.

57. Cucurbitaceae

Estampa VII: 17-18.

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

Diâmetro: cerca de 40 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, trepadeiras ou rastejantes, raramente subarbustos ou arbustos, anuais ou perenes (Barroso *et al.*, 1978; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Espécies distribuídas em todo o mundo, preferencialmente nas regiões tropicais. A maioria das espécies do Rio Grande do Sul ocorre em capoeiras ou bordas e interior de matas (Porto, 1974).

58. *Agarista* D. Don ex G. Don

Estampa VII: 19-22.

Tétrade tetraédrica. Grão oblato a suboblato, radiosimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Tricolporado psilado a levemente verrucado. Colporo com espessamento marginal. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: 31-48 μm .

Grão: Eixo polar: 19-31 μm .

Eixo equatorial: 26-35 μm .

Obs: nome atual do gênero *Leucothoe* D. Don

Dados ecológicos: ocorre em diferentes condições edáficas no Planalto leste, como solos rochosos, campos, banhados, turfeiras ou capoeiras de topos de morro (Marques, 1975).

Presente no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

59. Tipo Ericaceae

Estampa VII: 23-24.

Tétrade tetraédrica. Grão oblato-esferoidal, radiosimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Tricolporado verrucado. Colporo com espessamento marginal. Verrugas tênues. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: cerca de 30 μm .

Grão: Eixo polar: cerca de 15 μm .

Eixo equatorial: cerca de 20 μm .

Obs: o Tipo Ericaceae difere de *Agarista* pelo tamanho menor da tétrade, pelo espessamento mais grosseiro da margem do colporo e pelas verrugas mais robustas.

Dados ecológicos: família composta por arbustos ou subarbustos, raro árvores ou ervas.

Ocorrem predominantemente em solos ácidos. A família se distribui nos dois hemisférios. Nos trópicos localizam-se, geralmente, em locais elevados (Marques, 1975).

60. *Chrysophyllum* L.

Estampa VIII: 1-3.

Prolato a perprolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Retículo muito fino. Exina mais espessa nas regiões polares. Columelas evidentes, sexina nitidamente mais espessa do que a nexina.

Eixo polar: 25-31 μm .

Eixo equatorial: 14-16 μm .

Dados ecológicos: árvores e arbustos latescentes, representados no Rio Grande do Sul por espécies ocorrentes em matas ou capões (Reitz, 1968).

61. *Myrsine* L.

Estampa VIII: 4-7.

Radiosimétrico, isopolar, circular a levemente quadrangular em vista polar, aproximadamente circular em vista equatorial. Tetracolpado a tetracolporoidado psilado. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 26-32 μm .

Dados ecológicos: gênero apresentando espécies arbóreas pioneiras, amplamente dispersadas pela fauna e com capacidade de desenvolvimento em qualquer tipo de solo (Backes & Irgang, 2002). Ocorre no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

62. Rosaceae 1

Estampa VIII: 8-9.

Prolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado estriado. Retículo muito fino. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 35 μm .

Eixo equatorial: cerca de 25 μm .

Dados ecológicos: família de plantas com hábito muito variado, como ervas anuais, arbustos, subarbustos, trepadeiras e árvores. Distribuição cosmopolita, principalmente no Hemisfério Norte (Barroso *et al.*, 1991a; Joly, 2002; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005). Com vários representantes no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

63. Rosaceae 2

Estampa VIII: 10-11.

Prolato, radioossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado estriado. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 28 μm .

Eixo equatorial: cerca de 18 μm .

Obs: Rosaceae 2 difere de Rosaceae 1 pelo retículo mais grosseiro e irregular e pelo tamanho nitidamente inferior.

Dados ecológicos: Como em Rosaceae 1.

64. *Mimosa* L.

Estampa VIII: 12-16.

Tétrade tetraédrica de contornos salientes. Grão oblato a oblato-esferoidal, radioossimétrico, levemente heteropolar. Pequeno. Pólo proximal um pouco afilado. Aproximadamente circular em vista polar. Pantoporado verrucado. Poros em pouco número, distanciados e irregularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Diâmetro da tétrade: 24-29 μm .

Grão: Eixo polar: 13-15 μm .

Eixo equatorial: 16-19 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos (Burkart, 1979). O gênero está representado por várias espécies nos ambientes úmidos do Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

65. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 1

Estampa VIII: 17-19.

Tétrade tetragonal, circular, elíptica ou subquadrangular em vista frontal. Grão suboblato, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal alargado, pólo proximal nitidamente afilado. Porado verrucado. Poros equatoriais, salientes na zona de contato entre os grãos. Columelas evidentes.

Diâmetro da tétrade: 36-41 μm .

Grão: Eixo polar: 17-23 μm .

Eixo equatorial: 22-28 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos de locais úmidos a pantanosos (Lins & Baptista, 1990).

66. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 2

Estampa VIII: 20.

Tétrade romboidal, elíptica em vista frontal. Grão oblato, radiossimétrico, levemente heteropolar. Pequeno. Pólo proximal um pouco afilado. Porado verrucado. Poros equatoriais, na zona de contato entre os grãos. Verrugas tênues. Estratificação obscura.

Comprimento da tétrade: cerca de 29 μm .

Largura da tétrade: cerca de 21 μm .

Grão: Eixo polar: cerca de 12 μm .

Eixo equatorial: cerca de 18 μm .

Dados ecológicos: Como em *Mimosa* ser. *Lepidotae* 1.

67. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth. 3

Estampa VIII: 21.

Tétrade tetragonal, muito pequena e hialina, aproximadamente circular a subquadrangular em vista frontal. Grão suboblato, radiossimétrico, heteropolar. Pólo proximal afilado. Poros não evidentes, psilado. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: cerca de 13 μm .

Grão: Eixo polar: cerca de 7 μm .

Eixo equatorial: cerca de 8 μm .

Obs: as diferenças entre *Mimosa* ser. *Lepidotae* 1, *Mimosa* ser. *Lepidotae* 2 e *Mimosa* ser. *Lepidotae* 3 foram a forma e o tamanho da tétrade, o arranjo dos grãos e a ornamentação.

Dados ecológicos: Como em *Mimosa* ser. *Lepidotae* 1.

68. *Mimosa scabrella* Benth.

Estampa VIII: 22-23.

Tétrade tetraédrica, muito pequena e hialina. Grão suboblato, radiossimétrico, levemente heteropolar. Aproximadamente circular em vista polar. Poros não evidentes, psilado. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: cerca de 13 μm .

Grão: Eixo polar: cerca de 5 μm .

Eixo equatorial: cerca de 8 μm .

Dados ecológicos: árvore pioneira mais importante da Mata com Araucária (Backes & Irgang, 2002). Forma agrupamentos densos no limite entre a mata e o campo, possibilitando a expansão florestal. Incorpora nitrogênio e fósforo ao solo através dos nódulos radiculares e queda das folhas. Heliófila e bem indiferente quanto 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, situadas em maiores altitudes, de 700 a 1200 m (Burkart, 1979; Reitz *et al.*, 1983).

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

Estampa VIII: 24-26.

Oblato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Robusto, coloração marrom-escura. Elíptico em vista equatorial, aproximadamente circular em vista polar. Tricolporado gemado. Gemas muito grosseiras e distanciadas, irregularmente distribuídas. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 35 μm .

Eixo equatorial: cerca de 40 μm .

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

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

70. Tipo *Vicia* L.

Estampa VIII: 27-28.

Prolato, radioossimétrico, isopolar. Elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado psilado, levemente escabrado na região do equador, entre os colporos. Endoabertura grande e circular. Columelas evidentes.

Eixo polar: 35-58 μm .

Eixo equatorial: 23-42 μm .

Obs: tipo polínico semelhante ao do gênero *Lathyrus* L.

Dados ecológicos: no Brasil as espécies nativas do gênero são normalmente de porte baixo (0,40-1,0 m), trepadeiras sobre a vegetação arbustiva, sendo freqüentemente encontrada em campos alterados, entremeadas a espécies herbáceas ou arbustivas, formando touceiras ou prostradas sobre o solo. Também encontradas em margem de caminhos (Bastos & Miotto, 1996). O gênero é citado para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

71. *Roupala* Aubl.

Estampa VIII: 29.

Radioossimétrico, isopolar, triangular em vista polar, zonas interangulares retas. Triporado psilado. Poros desenvolvidos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 20 μm .

Dados ecológicos: plantas arbóreas, com ampla dispersão em matas do sul do Brasil (Backes & Irgang, 2002). Gênero presente no Planalto leste do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

72. *Myriophyllum* L.

Estampa VIII: 30-32.

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

Eixo polar: cerca de 27 μm .

Eixo equatorial: 25-30 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas palustres (Fevereiro, 1975).

73. *Cuphea carunculata* Koehne

Estampa VIII: 33.

Radiossimétrico, isopolar, triangular em vista polar. Tricolporado psilado, zonas interangulares quase planas, levemente projetadas. Endoabertura com projeção muito saliente, perceptível em vista polar. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 24-25 μm .

Dados ecológicos: *Cuphea* abrange ervas ou arbustos de campos úmidos ou secos, podendo também ocorrer em borda de mata, mata aberta, em clareiras ou mesmo banhados (Lourteig, 1969).

74. Myrtaceae

Estampa VIII: 34.

Radiossimétrico, isopolar, subtriangular a triangular em vista polar. Tricolporado psilado, zonas interangulares retas a levemente convexas. Colporos freqüentemente unidos na região do apocólpio, formando uma figura triangular. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 18-22 μm .

Dados ecológicos: plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas. No Rio Grande do Sul é a família que apresenta o maior número de espécies na flora arbórea. Também se destaca pela grande densidade em que ocorre em diferentes formações florestais (Sobral, 2003).

75. *Ludwigia* L.

Estampa VIII: 35.

Radiossimétrico, isopolar, muito robusto. Subtriangular a aproximadamente circular em vista polar. Tripolorado psilado a escabrado. Aberturas com largo espessamento anelar. Endoabertura muito desenvolvida, inflando a zona das aberturas. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 45-65 μm .

Dados ecológicos: arbustos ocorrentes em locais úmidos, como brejos e terrenos alagadiços (Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005).

76. Melastomataceae

Estampa VIII: 36-37.

Subprolato a prolato, pequeno. Radiossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado, pseudocolpos entre os colporos. Estratificação obscura.

Eixo polar: 17-23 μm .

Eixo equatorial: 14-15 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, arbustivas ou arbóreas, ocorrendo tanto nos campos, brejos, como no bordo das matas. As espécies estão distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, principalmente na América (Barroso *et al.*, 1991a; Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). Família com várias espécies ocorrentes no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

77. *Ilex* L.

Estampa IX: 1-6.

Prolato-esferoidal a prolato, radiossimétrico, isopolar. Circular a subtriangular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolporado clavado. Clavas pequenas, densamente dispostas. Estratificação obscura.

Eixo polar: 22-27 μm .

Eixo equatorial: 18-21 μm .

Dados ecológicos: árvores ocorrentes nas matas do Planalto, da encosta atlântica e da restinga litorânea do sul do Brasil (Edwin & Reitz, 1967).

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

Estampa IX: 7-9.

Subprolato, radiossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado, opérculos característicos nas aberturas. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Eixo polar: cerca de 23 μm .

Eixo equatorial: 16-29 μm .

Dados ecológicos: heliófila, bastante comum em quase todas as matas do sul do Brasil. Mais freqüente em áreas abertas, como clareiras ou matas alteradas. Regenera-se abundantemente nas capoeiras (Backes & Irgang, 2002).

79. Euphorbiaceae 1

Estampa IX: 10-11.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Inaperturado verrucado. Verrugas muito pequenas, distribuídas em padrão *Croton*. Estratificação obscura.

Diâmetro: cerca de 45 μm .

Dados ecológicos: a família abrange plantas de hábito bastante variado, entre ervas, subarbustos, árvores e também trepadeiras, em variados ambientes. Plantas distribuídas por todas as regiões tropicais e subtropicais, principalmente da América e da África (Barroso *et al.*, 1991a; Joly, 2002; Smith *et al.*, 1988).

80. Euphorbiaceae 2

Estampa IX: 12-13.

Esférico, robusto, radioossimétrico, apolar. Inaperturado clavado. Clavas densamente distribuídas em padrão *Croton*. Estratificação obscura.

Diâmetro: 51-54 μm .

Dados ecológicos: como em Euphorbiaceae 2.

81. *Polygala* L.

Estampa IX: 14-16.

Subprolato a prolato, pequeno a robusto. Radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, elíptico-comprimido em vista equatorial. Estefanocolporado psilado. Colporos longos e estreitos, com endoaberturas unidas, formando uma faixa contínua na região equatorial. Columelas evidentes.

Eixo polar: 30-46 μm .

Eixo equatorial: 18-38 μm .

Dados ecológicos: ervas ou arbustos, anuais, bianuais ou perenes. Em solos secos ou úmidos, campos, banhados, turfeiras, bordas de mata, dunas e margem de estrada (Lüdtke & Miotto, 2004).

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

Estampa IX: 17.

Radiossimétrico, isopolar, quadrangular em vista polar. Tetraporado per-reticulado, ângulo-aperturado. Zonas interangulares aproximadamente retas. Retículo muito fino. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 31-33 μm .

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

Dados ecológicos: árvore pioneira de mata, ocorrendo em todo território brasileiro (Backes & Irgang, 2002). Ocorrente na Mata com Araucária (IBGE, 1982).

83. Sapindaceae

Estampa IX: 18-19.

Radiossimétrico, isopolar, triangular em vista polar. Tricolporado per-reticulado. Retículo muito fino. Colporos unidos na região do apocópio. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 25 μm .

Dados ecológicos: maioria das espécies constituída por trepadeiras com gavinhas, também arbustos e mesmo árvores. Quase todas as espécies brasileiras são cipós da mata virgem. Cosmopolitas (Barroso *et al.*, 1991a; Joly, 2002; Reitz, 1980; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005). Representantes no Planalto leste do Rio Grande do Sul (IBGE, 1982).

84. Anacardiaceae

Estampa IX: 20-22.

Prolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado estriado. Colporos longos. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: 32-41 μm .

Eixo equatorial: 21-22 μm .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos, raramente lianas ou ervas. Distribuição principalmente pantropical, com poucas espécies nas regiões temperadas (Barroso *et al.*, 1991a; Souza & Lorenzi, 2005). Hábitat muito variado, como interior ou margem de matas poucos densas, capões, margem de riachos e campos alterados (Fleig, 1987). Família representada na Mata com Araucária (Rambo, 1956; IBGE, 1982).

85. Tipo Meliaceae

Estampa IX: 23-25.

Prolato-esferoidal a subprolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tetracolporado per-reticulado. Colporos longos, retículo muito fino. Columelas evidentes.

Eixo polar: 32-37 μm .

Eixo equatorial: cerca de 30 μm .

Dados ecológicos: família composta por plantas florestais, na sua maioria árvores, podendo alcançar grande porte (25 a 30 m de altura). Predominantemente tropical, poucas espécies chegando até o sul do Brasil. Ocorre na maioria das matas do Rio Grande do Sul (Girardi-Deiro, 1975). Família representada na Mata com Araucária (IBGE, 1982).

86. *Eryngium* L.

Estampa IX: 26-27.

Perprolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico a elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado psilado. Colporos longos. Endoaberturas retangulares, com o lado maior paralelo ao equador. Columelas evidentes.

Eixo polar: 30-40 μm .

Eixo equatorial: 15-19 μm .

Dados ecológicos: ervas geralmente campestres (Schultz, 1984), ocorrendo também em capoeiras, locais encharcados, pântanos, lagoas e turfeiras (Irgang, 1974).

87. Tipo *Evolvulus* L.

Estampa IX: 28-30.

Esférico, radioossimétrico, apolar. Pantocolpado microequinado. Sincolpado, formando placas características. Columelas evidentes.

Diâmetro do grão: cerca de 30 μm .

Diâmetro das placas: cerca de 15 μm .

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

Dados ecológicos: muitas espécies do gênero são comuns como lianas de bordas de florestas (Souza & Lorenzi, 2005).

88. *Verbena* L.

Estampa IX: 31-33.

Aproximadamente esférico, radioossimétrico, isopolar. Subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Circular ou levemente elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado, colporos com nítida margem espessada. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 25 μm .

Eixo equatorial: 25-35 μm .

Dados ecológicos: ervas campestres, comuns no Rio Grande do Sul (Schultz, 1984).

89. Lamiaceae

Estampa X: 1-4.

Subprolato a perprolato, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Estefanocolpado per-reticulado, em geral com seis colpos. Colpos finos e longos. Retículo fino. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: 34-40 μm .

Eixo equatorial: 19-26 μm .

Dados ecológicos: ervas anuais ou perenes, subarbustos ou arbustos, de ambientes variados. Distribuem-se pela América tropical (Barroso *et al.*, 1991b; Harley, 1985; Schultz, 1984).

90. Tipo Lamiaceae

Estampa X: 5-7.

Oblato-esferoidal, radiosimétrico, isopolar. Circular em vista equatorial. Estefanocolpado per-reticulado, com seis colpos. Colpos finos e longos. Retículo robusto. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 30 μm .

Eixo equatorial: cerca de 33 μm .

Obs: diferencia-se de Lamiaceae pela forma do grão e pelo tamanho mais avantajado da malha do retículo.

Dados ecológicos: como em Lamiaceae.

91. *Plantago* L.

Estampa X: 8-10.

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

Diâmetro: 22-29 μm .

Dados ecológicos: cosmopolita, composto por plantas herbáceas campestres, preferencialmente em zonas temperadas e frias (Schultz, 1984). Com representantes no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

92. Tipo Scrophulariaceae

Estampa X: 11-14.

Prolato-esferoidal a prolato, muito pequeno. Radiosimétrico, isopolar. Subtriangular em vista polar, levemente elíptico em vista equatorial. Tricolporado psilado. Estratificação obscura.

Eixo polar: 10-18 μm .

Eixo equatorial: 8-11 μm .

Dados ecológicos: família de plantas em geral herbáceas ou subarborescentes, mais raramente árvores. Cosmopolita, preferindo zonas temperadas. Na flora brasileira várias espécies são

campestres ou ruderais (Barroso *et al.*, 1991b; Ichaso & Barroso, 1970; Joly, 2002; Schultz, 1984).

93. Bignoniaceae

Estampa X: 15-21.

Prolato, robusto. Radiossimétrico, isopolar. Circular a subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Elíptico em vista equatorial. Tricolpado per-reticulado. Colpos longos e largos. Retículo de tamanho variável. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 55 μm .

Eixo equatorial: 33-53 μm .

Dados ecológicos: plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas e também trepadeiras. Família essencialmente tropical, poucas espécies em zona temperada (Barroso *et al.*, 1991b; Joly, 2002; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005). Com várias espécies no Planalto do Rio Grande do Sul (Backes, 1996; Rambo, 1956).

94. *Utricularia* L.

Estampa X: 22-24.

Oblato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Estefanocolporado, psilado. Colporos longos. Endoaberturas unidas, formando uma faixa contínua. Região equatorial saliente. Estratificação obscura.

Eixo polar: 20-22 μm .

Eixo equatorial: 23-24 μm .

Dados ecológicos: pequenas ervas heliófilas e higrófilas seletivas, ocorrendo preferencialmente sobre solos rochosos úmidos, banhados rasos e turfeiras. Apresentam utrículos apropriados para captura e absorção de pequenos animais (Taylor, 1980).

95. *Cephalanthus* L.

Estampa X: 25-26.

Prolato-esferoidal, radiosimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Endoaberturas com espessamento anelar marginal. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 20 μm .

Eixo equatorial: cerca de 20 μm .

Dados ecológicos: plantas arbustivas, naturais de regiões tropicais e temperadas da América, África e Ásia (Delprete *et al.*, 2004).

96. Tipo *Galium* L.

Estampa X: 27-28.

Radiosimétrico, isopolar, pequeno. Circular em vista polar. Estefanocolpado psilado. Colpos curtos. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Eixo equatorial: 19-27 μm .

Obs: gênero que na atualidade engloba as espécies de *Relbunium* (Endl.) Hook. f.

Dados ecológicos: gênero de ervas anuais ou perenes, eretas, ou trepadeiras sobre a vegetação vizinha, muito raramente subarbustos, eretos ou escandentes. No Rio Grande do Sul ocorrem espécies de hábitat variado, sobre campos úmidos ou não, borda de capões, margens de rios ou locais brejosos (Delprete *et al.*, 2004).

97. Rubiaceae 1

Estampa X: 29-32.

Subprolato, robusto. Radiosimétrico, isopolar. Circular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Estefanocolporado psilado. Colporos longos. Endoaberturas grandes, com espessamento marginal da exina. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Eixo polar: 36-40 μm .

Eixo equatorial: 31-47 μm .

Obs: os grãos podem apresentar distintas diferenças de tamanho.

Dados ecológicos: árvores, arbustos, ervas eretas ou rastejantes, trepadeiras volúveis herbáceas ou lenhosas, ou lianas, terrícolas ou raramente epifíticas (*Hillia* Jacq.). Ocorrem

especialmente em zonas tropicais e subtropicais, com poucas espécies em zonas temperadas e frias (Delprete *et al.*, 2004).

98. Rubiaceae 2

Estampa X: 33-35.

Radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar. Estefanocolpado psilado. Colpos curtos. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Eixo equatorial: cerca de 30 μm .

Dados ecológicos: Como em Rubiaceae 1.

99. Rubiaceae 3

Estampa XI: 1-2

Oblato-esferoidal, robusto. Radiossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista equatorial. Estefanocolporado micro-equinado. Colporos curtos. Endoaberturas grandes, com espessamento marginal da exina. Columelas evidentes, vistas por transparência.

Eixo polar: cerca de 40 μm .

Eixo equatorial: cerca de 45 μm .

Dados ecológicos: Como em Rubiaceae 1.

100. *Valeriana* L.

Estampa XI: 3-8.

Prolato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Circular em vista polar, circular a elíptico em vista equatorial. Tricolpado microequinado. Espinhos finos, distanciados, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 30 μm .

Eixo equatorial: 28-34 μm .

Dados ecológicos: ervas ou subarbustos, raramente trepadeiras. Em campos rupestres, interior e margem de florestas, margem de matas de galeria e banhados. Ampla dispersão no Rio Grande do Sul (Sobral, 1999).

101. Tipo *Baccharis* L.

Estampa XI: 9-16.

Prolato-esferoidal, radioossimétrico, isopolar. Aproximadamente circular em vista polar, circular a elíptico em vista equatorial. Tricolporado equinado. Espinhos robustos, regularmente distribuídos. Columelas evidentes. Frequentemente com descolamento da nexina, formando uma cava abaixo das columelas.

Eixo polar: 26-32 μm .

Eixo equatorial: 24-29 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas e arbustos especialmente campestres, conhecidos popularmente como carquejas e vassouras (Joly, 2002). Várias espécies destacam-se nos campos do Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

102. Tipo *Gnaphalium* L.

Estampa XI: 17-18.

Esférico, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar e equatorial. Tricolporado microequinado. Espinhos muito curtos, regularmente dispostos. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 20 μm .

Eixo equatorial: cerca de 18 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, 1956).

103. Mutisieae 1

Estampa XI: 19-20.

Subprolato a prolato, robusto. Radioossimétrico, isopolar. 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, tornando-se mais fina que a camada externa nos pólos.

Eixo polar: 46-52 μm .

Eixo equatorial: 33-36 μm .

Dados ecológicos: tribo constituída predominantemente por ervas e arbustos, mas também lianas e árvores. O maior número de espécies da tribo tem formas de vida relacionadas predominantemente a ambientes campestres (Mondim, 1996).

104. Mutisieae 2

Estampa XI: 21-24.

Oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, radiosimétrico, isopolar. Circular em vista polar, levemente elíptico em vista equatorial. Tricolporado rugulado. Colporos longos, com endoaberturas grandes. Exina biestratificada, columelas evidentes. Camada externa de columelas um pouco mais espessa do que a interna.

Eixo polar: 31-33 μm .

Eixo equatorial: 30-37 μm .

Dados ecológicos: como em Mutisieae 1.

105. Mutisieae 3

Estampa XI: 25-26.

Subprolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico-fusifforme em vista equatorial. Tricolporado psilado. Colporos longos. Exina biestratificada, columelas evidentes. Camada interna de columelas mais espessa do que a externa.

Eixo polar: 37-47 μm .

Eixo equatorial: 30-36 μm .

Dados ecológicos: como em Mutisieae 1

106. Mutisieae 4

Estampa XI: 27-29.

Prolato, radiosimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado equinado. Colporos longos. Espinhos pequenos, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo polar: 36-44 μm .

Eixo equatorial: 24-29 μm .

Obs: as diferenças entre Mutisieae 1, Mutisieae 2, Mutisieae 3 e Mutisieae 4 são a forma, o tipo de ornamentação dos grãos e a distribuição das columelas.

Dados ecológicos: Como em Mutisieae 1.

107. Tipo *Vernonia* Schreb.

Estampa XI: 30-31.

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

Diâmetro: cerca de 28 μm .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas, subarbustos, arbustos e árvores, que vivem em distintos ambientes como campos, banhados, capoeiras, borda e interior de matas e margem de rios, ocorrendo também como ruderais (Matzenbacher & Mafioleti, 1994).

108. Alismataceae

Estampa XI: 32-34.

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

Diâmetro: 26-30 μm .

Dados ecológicos: ervas aquáticas ou paludosas, ocorrentes no Rio Grande do Sul, podendo cobrir grandes áreas de corpos lacustres em geral (Rego, 1988).

109. Eriocaulaceae

Estampa XII: 1-4.

Prolato-esferoidal, radioossimétrico, isopolar. Espiraperturado microequinado. Espinhos muito finos, distanciados, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 28 μm .

Eixo equatorial: cerca de 30 μm .

Dados ecológicos: plantas herbáceas, heliófilas e higrófilas seletivas, em banhados ou campos úmidos (Moldenke & Smith, 1976). Frequentes em turfeiras do Planalto leste, são também citadas por Rambo (1956) para esta região.

110. Cyperaceae

Estampa XII: 5-8

Prolato-esferoidal a subprolato, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal em geral alargado, afinando em direção ao pólo proximal. Monoulcerado (*ulcus* no pólo distal) e/ou com número variável de aberturas alongadas, tênues e irregulares, na região equatorial. Escabrado, geralmente com ornamentação mais robusta nas aberturas. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo polar: 38-48 μm .

Eixo equatorial: 35-39 μm .

Obs: grãos frequentemente com dobras irregulares devido a fina espessura da exina.

Dados ecológicos: herbáceas, cosmopolitas, preferindo terrenos brejosos ou alagadiços (Joly, 2002; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005). Muitas espécies em pântanos no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo, 1956).

111. Poaceae

Estampa XII: 9-12.

Aproximadamente esférico, radioossimétrico, heteropolar. Circular em vista polar e equatorial. Monoporado psilado a escabrado. Poro no pólo distal, com nítido espessamento anelar. Columelas evidentes.

Eixo polar: 23-43 μm .

Eixo equatorial: 24-41 μm .

Obs: grãos frequentemente apresentando dobras irregulares devido a fina espessura da exina.

Dados ecológicos: plantas na grande maioria herbáceas, anuais ou perenes, predominando em ambientes abertos. Formadoras de campos, principalmente anemófilas. Apenas as

espécies da subfamília Bambusoideae e afins habitam florestas, algumas delas apresentando adaptações para a entomofilia (Boldrini *et al.*, 2005).

112. *Typha* L.

Estampa XII: 13-16.

Oblato-esferoidal a esferoidal, radiosimétrico, heteropolar. Aproximadamente circular em vista polar e equatorial. Monoulcerado reticulado-rugulado, com *ulcus* no pólo distal. Columelas evidentes.

Eixo polar: cerca de 28 μm .

Eixo equatorial: 29-36 μm .

Dados ecológicos: ervas aquáticas, palustres ou lacustres (Reitz, 1984).

113. *Eichhornia* Kunth

Estampa XII: 17-18.

Peroblato, simetria bilateral, heteropolar. Plano-convexo em vista equatorial. Bissulcado psilado. Sulcos longos. Estratificação obscura.

Eixo polar: cerca de 15 μm .

Eixo equatorial: cerca de 35 μm .

Dados ecológicos: plantas aquáticas, comuns em rios, riachos e lagos (Marchant *et al.* 2002; Schultz, 1984; Souza & Lorenzi, 2005).

114. Tipo Liliaceae 1

Estampa XII: 19-21.

Simetria bilateral, heteropolar. Elíptico em vista equatorial e polar. Monossulcado per-reticulado. Sulco longo, no pólo distal. Retículo robusto. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial maior: 35-52 μm .

Eixo equatorial menor: 28-38 μm .

Dados ecológicos: família composta por plantas geralmente herbáceas, perenes, cosmopolitas. Em diversos tipos de ambientes (Joly, 2002; Schultz, 1984).

115. Tipo Liliaceae 2

Estampa XII: 22-23.

Simetria bilateral, heteropolar, robusto. Elíptico em vista equatorial. Monossulcado per-reticulado. Sulco longo, no pólo distal. Retículo fino. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial maior: cerca de 52 μm .

Eixo equatorial menor: 27-33 μm .

Obs: Tipo Liliaceae 2 difere do Tipo Liliaceae 1 pelo diâmetro muito pequeno dos lumens do retículo.

Dados ecológicos: como em Tipo Liliaceae 1.

Outros grãos de pólen

116. Tricolporado 1

Estampa XII: 24-26.

Subprolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Colporos longos, retículo grosseiro. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo polar: cerca de 37 μm .

Eixo equatorial: cerca de 28 μm .

117. Tricolporado 2

Estampa XII: 27-31.

Prolato-esferoidal a subprolato, radiossimétrico, isopolar. Subtriangular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolporado per-reticulado. Colporos longos. Columelas evidentes. Sexina nitidamente mais espessa que a nexina, afilando acentuadamente nos pólos.

Eixo polar: 24-27 μm .

Eixo equatorial: 21-23 μm .

118. Triporado 1

Estampa XII: 32-34.

Radiossimétrico, isopolar, aproximadamente circular em vista polar. Triporado microequinado. Poros tênues. Espinhos finos, densamente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 25 μm .

119. Tricolpados outros

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

120. Tricolporados outros

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

121. Indeterminados

Pólen mal-preservedo de angiospermas, com columelas, sem evidência clara do tipo e número de aberturas, não permitindo uma identificação mais acurada.

PALINOMORFOS OUTROS

122. Espermatóforo de Copepoda

Estampa XIII: 1.

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

Comprimento total: cerca de 71 μm .

Comprimento do corpo fusiforme: cerca de 24 μm .

Largura do corpo fusiforme: cerca de 10 μm .

Largura da dilatação: cerca de 2 μm .

Dados ecológicos: a ordem Copepoda inclui crustáceos ocorrentes nos mais variados ambientes aquáticos, em água doce ou salgada. Ocorrem em pântanos, águas subterrâneas, águas termais, sedimentos marinhos e também associados a plantas e animais, como parasitas ou simbioses (Montú, 1999).

123. Palinomorfo 1

Estampa XIII: 2-4.

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

Diâmetro: cerca de 11 μm .

Obs: com distinta diferença de tamanhos.

124. Palinomorfo 2

Estampa XIII: 5-6.

Esférico, verrucado, parede celular espessa. Verrugas regularmente distribuídas.

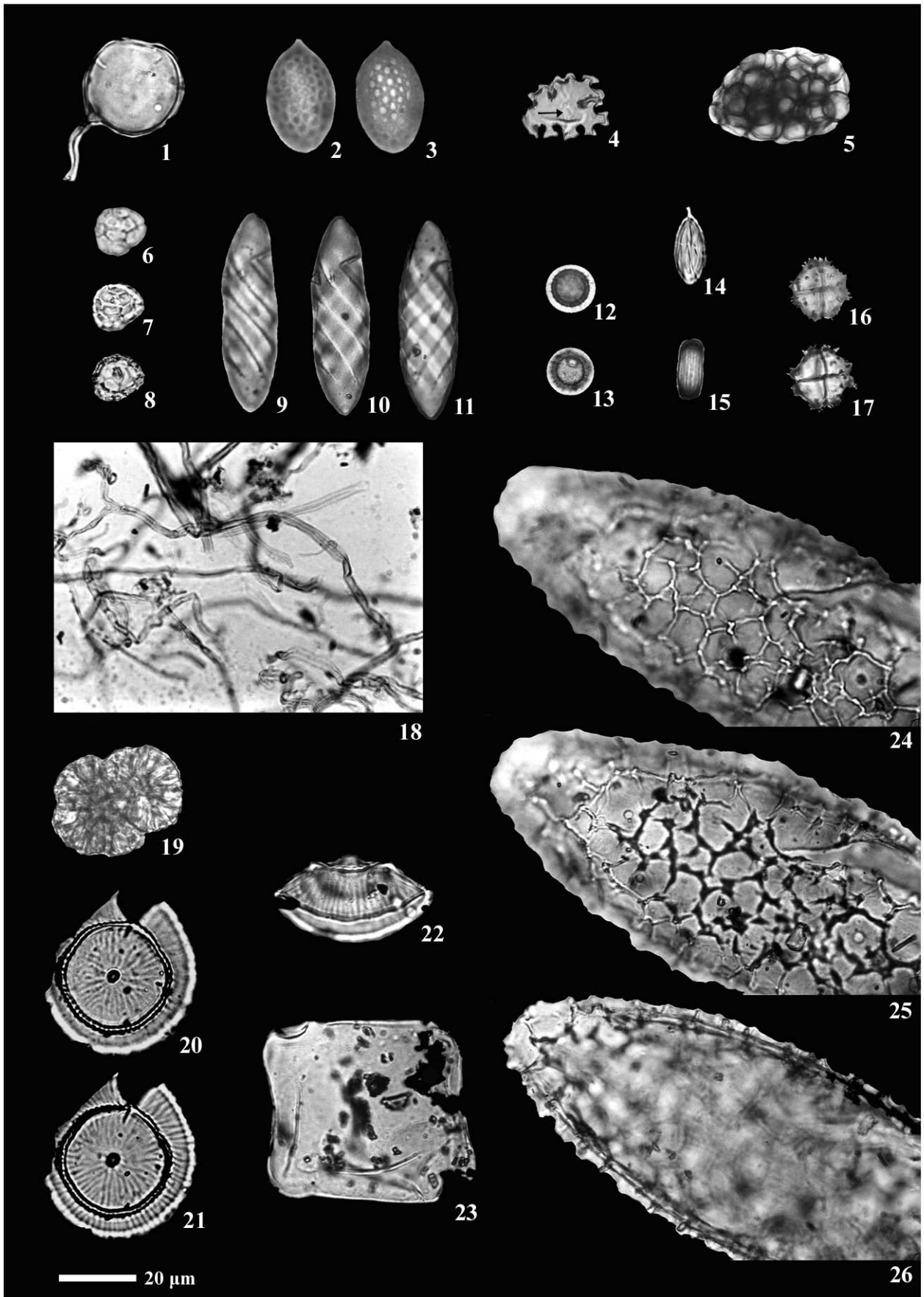
Diâmetro: cerca de 26 μm .

125. Palinomorfo 3

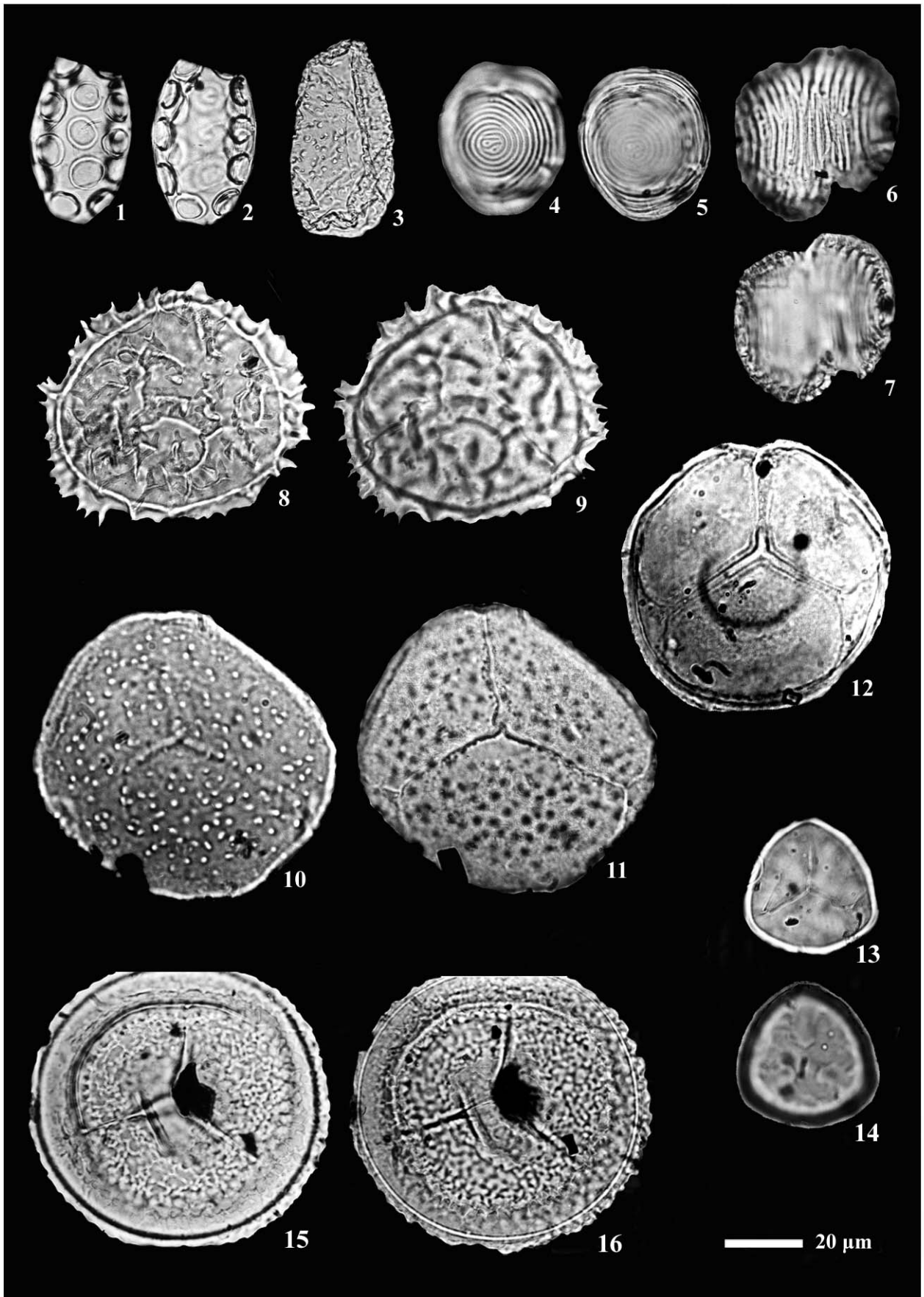
Estampa XIII: 7-9.

Esférico, hialino, muito robusto. Reticulado. Retículo de malha robusta, formada por lumens muito largos e muro saliente.

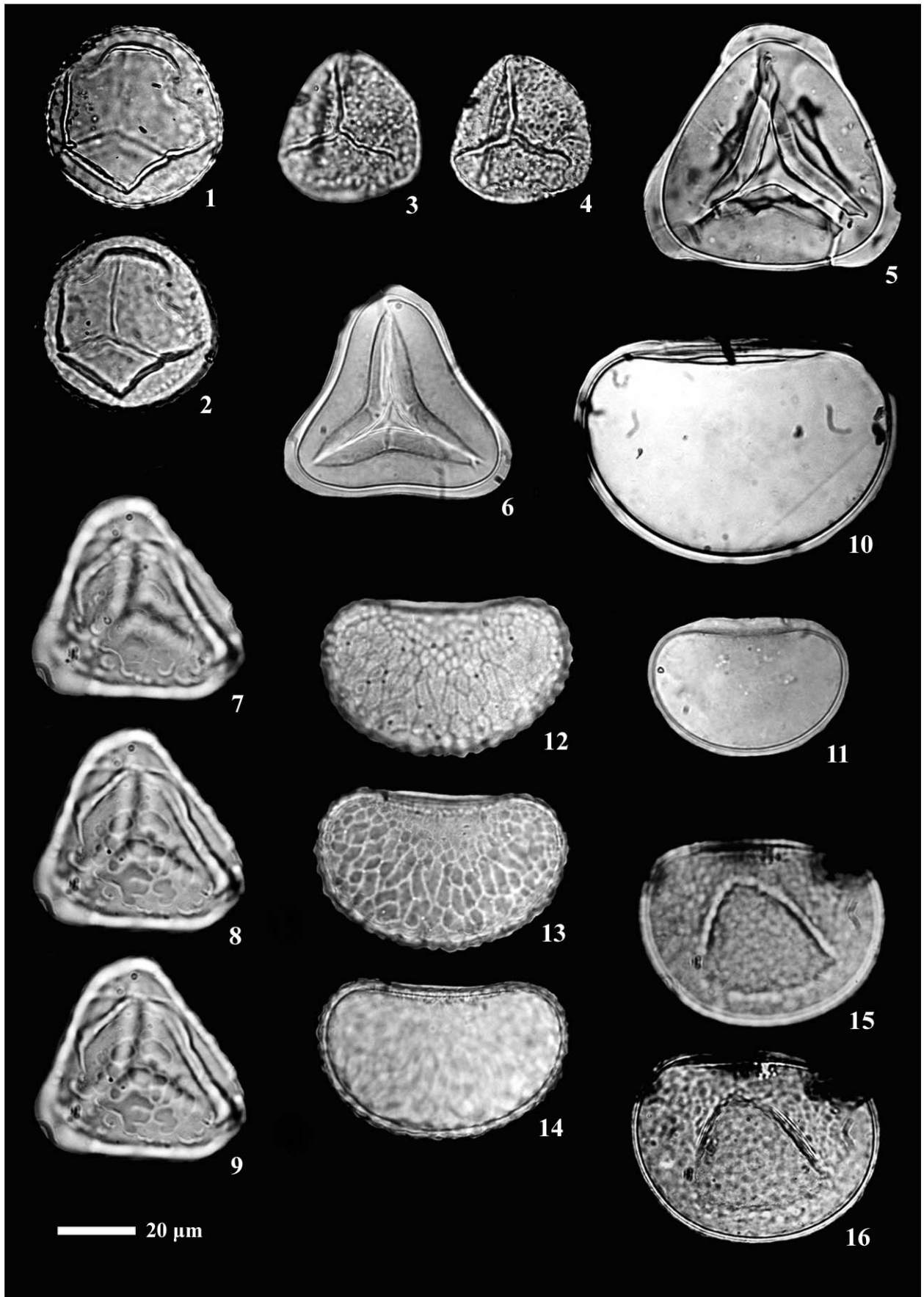
Diâmetro: cerca de 90 μm .



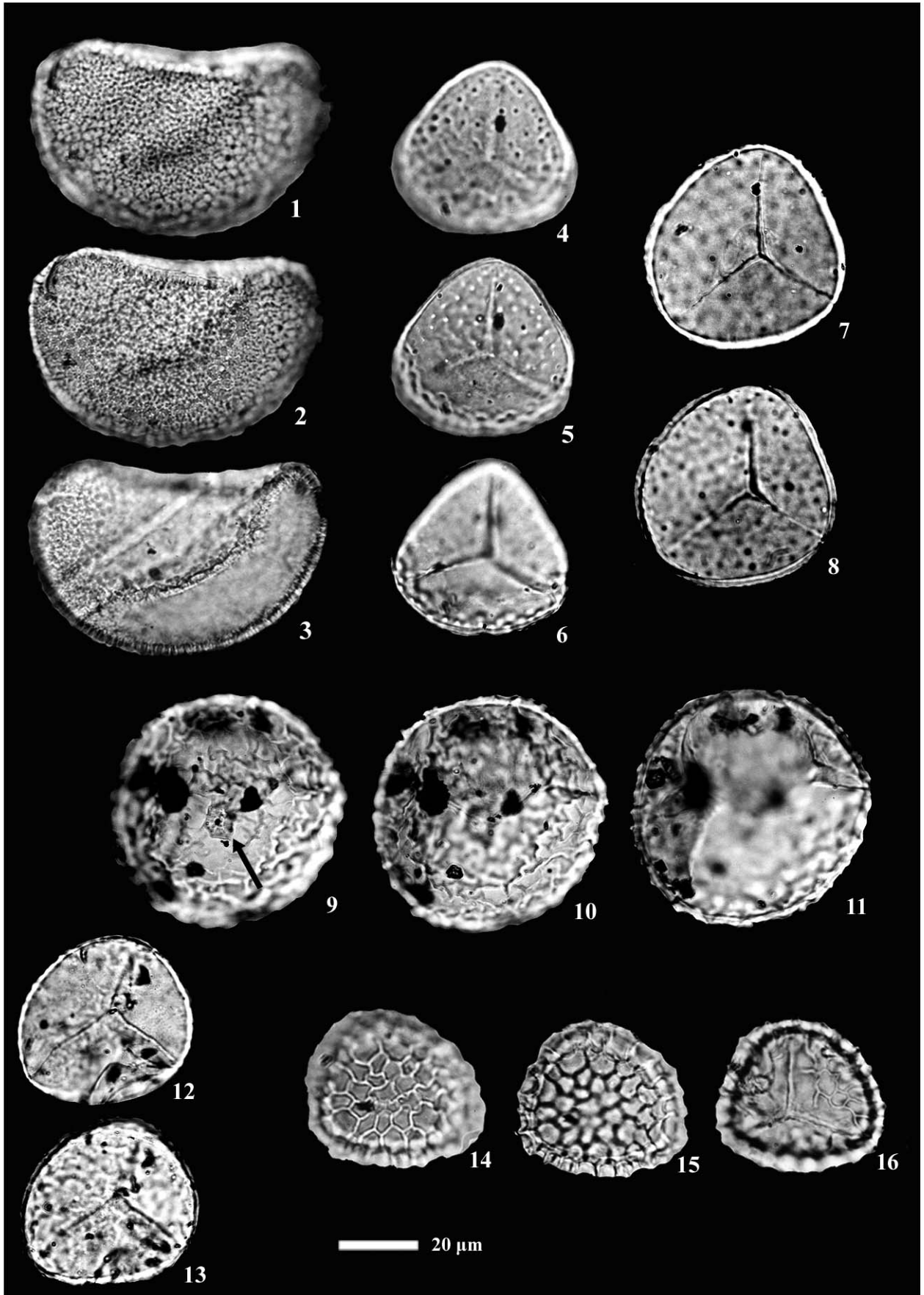
Estampa I: 1-18. Fungos. 1. *Glomus*; 2-3. *Gelasinospora adjuncta*: 1°-2° pl; 4. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis*. Tênuê poro central (seta); 5. Tipo *Athelia*; 6-8. *Tilletia sphagni*: 1°-3° pl; 9-11. Tipo *Spirotremesporites multiplex*: 1°-3° pl; 12-13. Esporo 1: 1°-2° pl; 14. Esporo 2; 15. Esporo 3; 16-17. Esporo 4: 1°-2° pl; 18. Hifas; **19-26. Algas.** 19. *Botryococcus*; 20-22. *Debarya*. 20-21. Vista frontal: 1°-2° pl, 22. Vista lateral; 23. *Mougeotia*; 24-26. *Spirogyra*: 1°-3° pl. pl=planos.



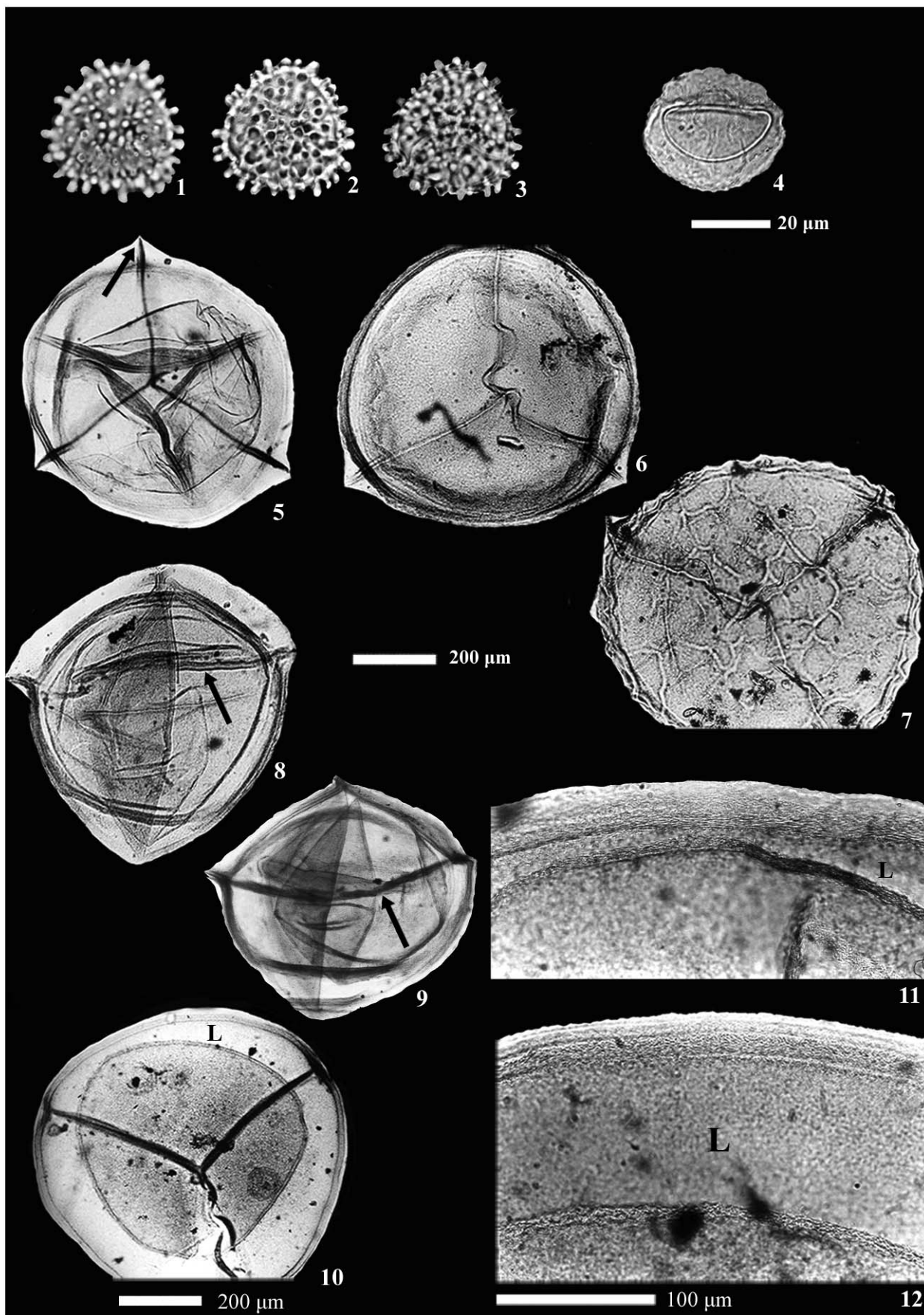
Estampa II: 1-7. Algas. 1-3. *Zygnema*. 1-2. Reentrâncias maiores: 1°-2° pl, 3. Reentrâncias menores; 4-7. *Pseudoschizaea rubina*. 4-5. Vista frontal: 1°-2° pl, 6-7. Vista lateral (fragmentado): 1°-2° pl; **8-14. Briófitos.** 8-9. *Anthoceros punctatus*. PD: 1°-2° pl; 10-12. *Phaeoceros laevis*. 10-11. PD, equinado (raios vistos por transparência): 1°-2° pl, 12. PP, psilado; 13-14. Tipo *Sphagnum recurvum*. PP: 1°-2° pl (lobos vistos por transparência); **15-16. Pteridófitos.** 15-16. *Osmunda*. PP: 1°-2° pl. pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal.



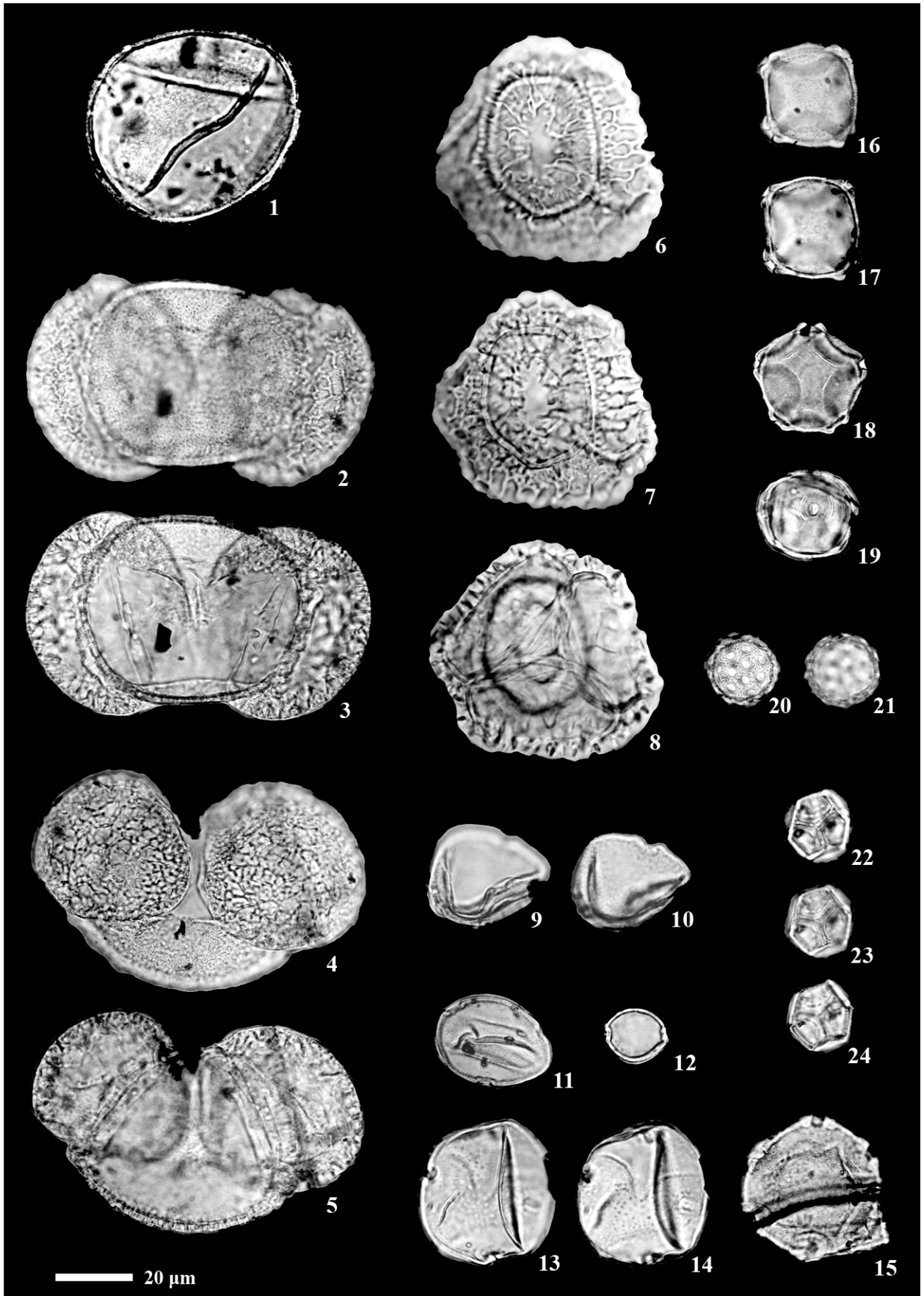
Estampa III: 1-16. Pteridófitos. 1-4. Tipo *Hymenophyllum*. 1-2. PP: 1° - 2° pl, 3-4. PP: 1° - 2° pl; 5. *Dicksonia sellowiana*. PP; 6. Cyatheaceae. PP; 7-9. *Pteris*. PD: 1°-3° pl; 10. *Blechnum* cf. *imperiale*. EQ; 11. Tipo *Blechnum*. EQ; 12-14. Tipo *Microgramma vacciniifolia*. EQ: 1°-3°pl; 15-16. Tipo *Polypodium*. EQ: 1° - 2° pl. pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial.



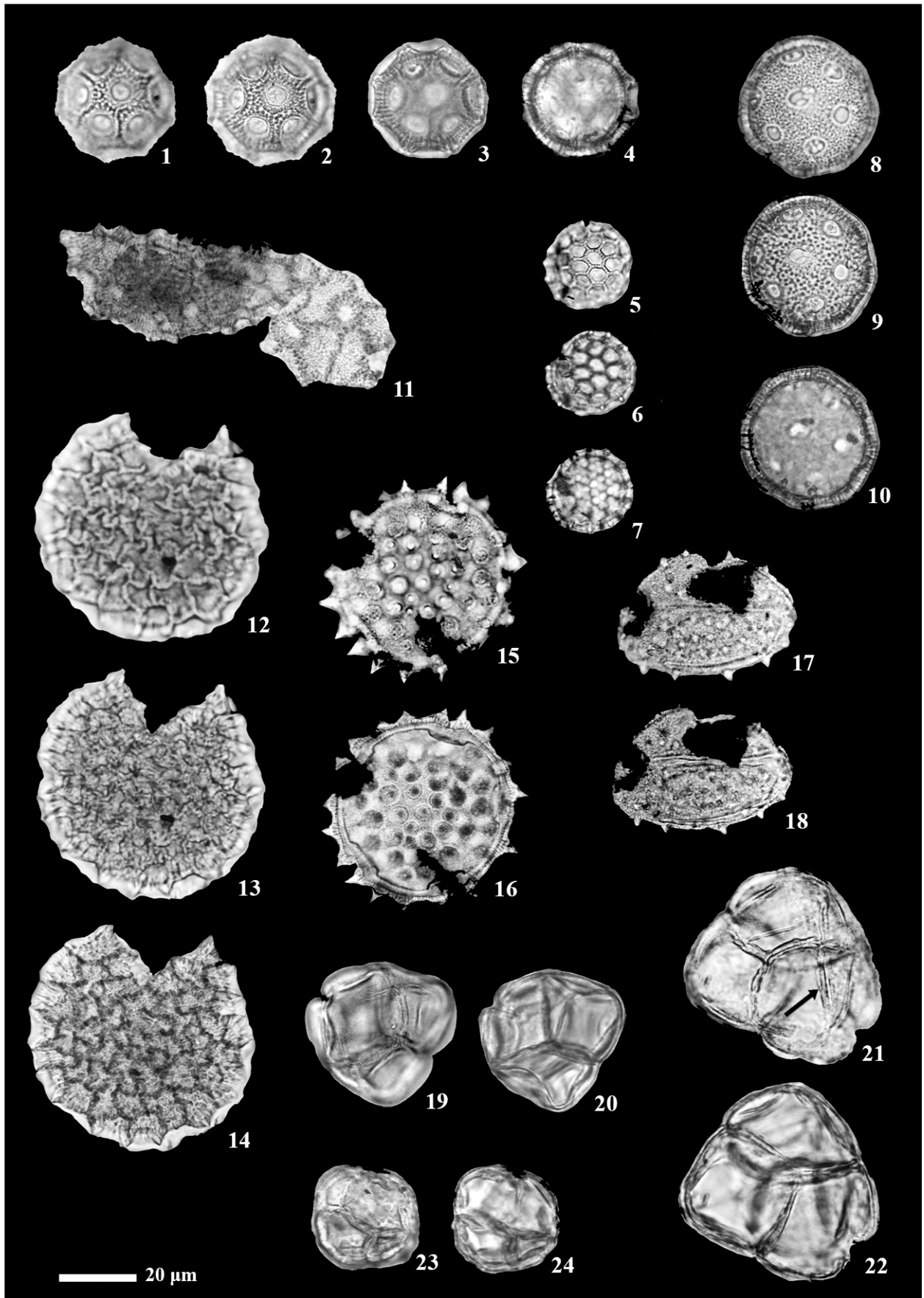
Estampa IV: 1-16. Pteridófitos. 1-3. Tipo *Pleopeltis angusta*. EQ: 1°-3° pl; 4-8. *Huperzia*. 4-6. PD: 1°-3° pl, 7-8. PP: 1°-2° pl; 9-11. *Lycopodiella alopecuroides*. PD: 1°-3° pl, 9. Espessamento central (seta); 12-13. Tipo *Lycopodiella cernua*. PP: 1°-2° pl; 14-16. Tipo *Lycopodium clavatum*. PD: 1°-3° pl. pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial.



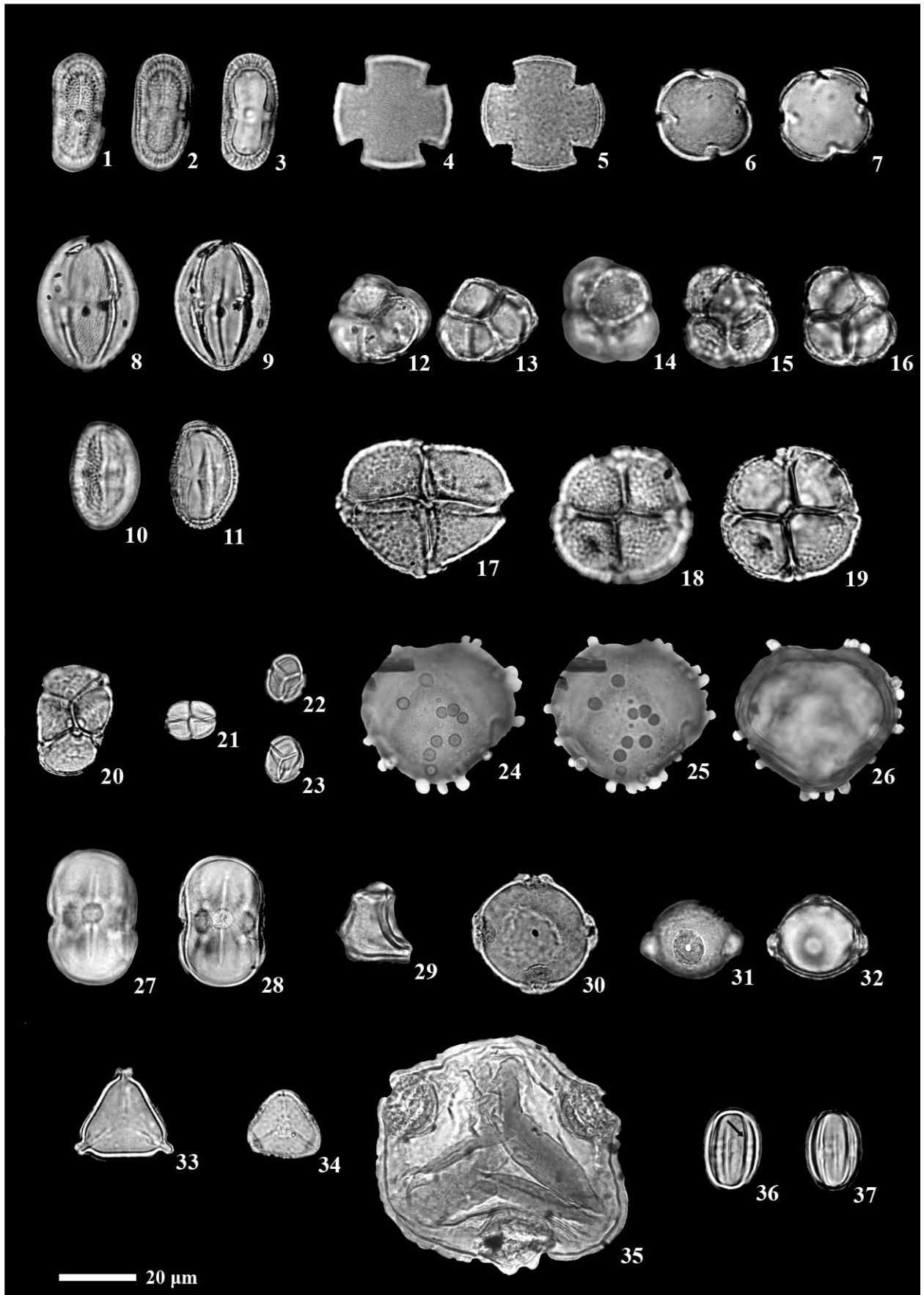
Estampa V: 1-12. Pteridófitos. 1-3. *Selaginella marginata*. PD: 1°-3° pl; 4-12. *Isoetes*. 4. Microsporo. EQ, paraexosporio desenvolvido; 5-12. Megásporos. 5. PP, psilado, raios com aurículas evidentes (seta); 6. PD, escabrado (marca vista por transparência); 7. PP, reticulado (retículo visto por transparência); 8-9. EQ, *cingulum* evidente (seta); 10. PP, exosporio externo com lacuna espessa (L); 11-12. Detalhe do exosporio lamelar com lacuna (L). 11. Lacuna pouco desenvolvida, 12. Lacuna muito desenvolvida. pl=planos, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial.



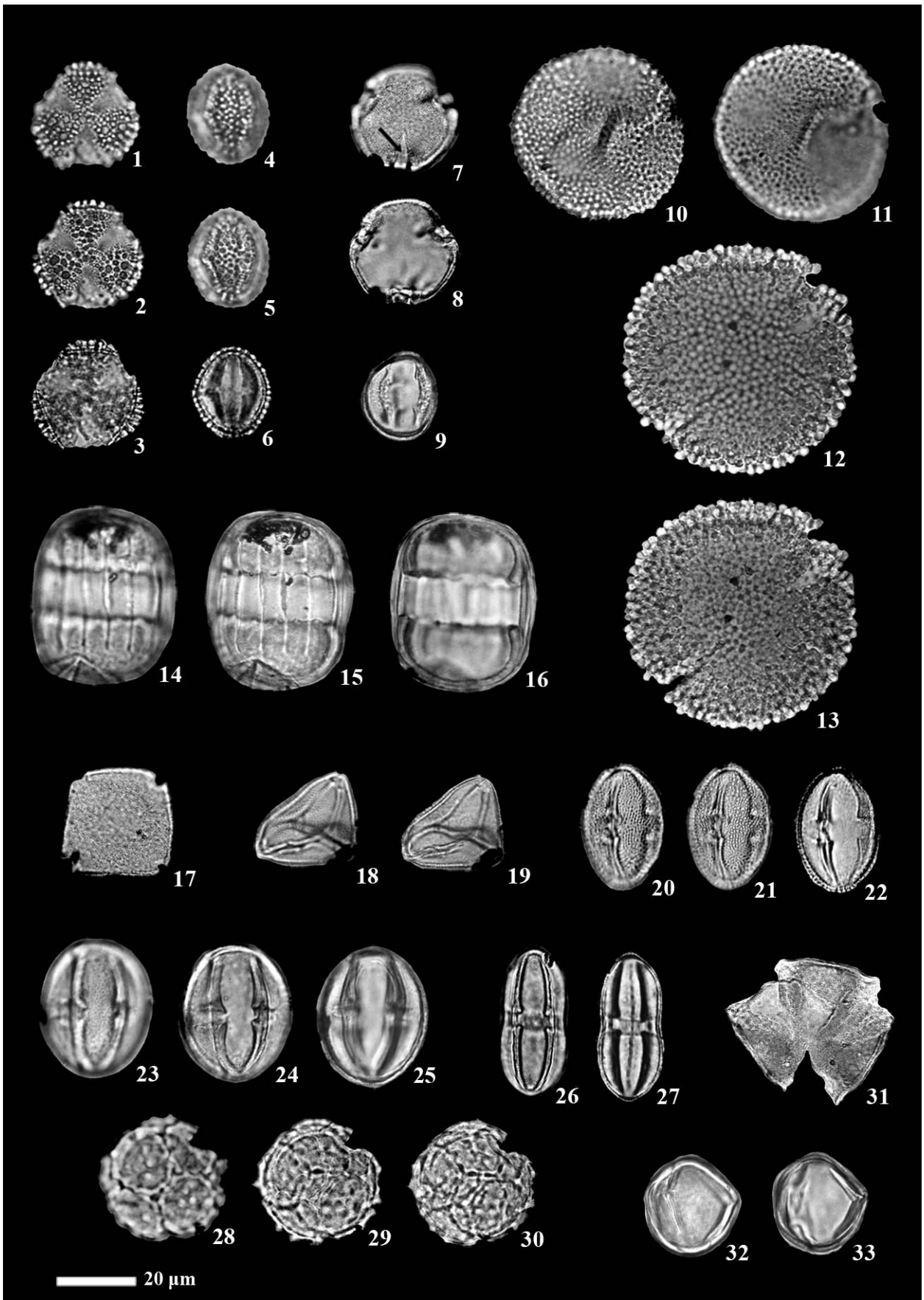
Estampa VI: 1-5. Gimnospermas. 1. *Araucaria angustifolia*; 2-5. *Podocarpus lambertii*. 2-3. PP: 1°-2° pl, 4-5. EQ: 1°-2° pl; **6-24. Angiospermas.** 6-8. *Drimys brasiliensis*: 1°-3° pl; 9-10. Urticales. P (dobrado): 1°-2° pl; 11. *Celtis*. P; 12. *Trema micrantha*; 13-15. *Nothofagus*. 13-14. Tetracolpado P: 1°-2° pl, 15. Estefanocolpado. P; 16-19. *Alnus*. 16-17. Tetraporado (P): 1°-2° pl, 18. Estefanoporado (P), 19. EQ; 20-21. Tipo *Amaranthus* – Chenopodiaceae: 1°-2° pl; 22-24. *Alternanthera* 1: 1°-3° pl. pl=planos, P=vista polar, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial.



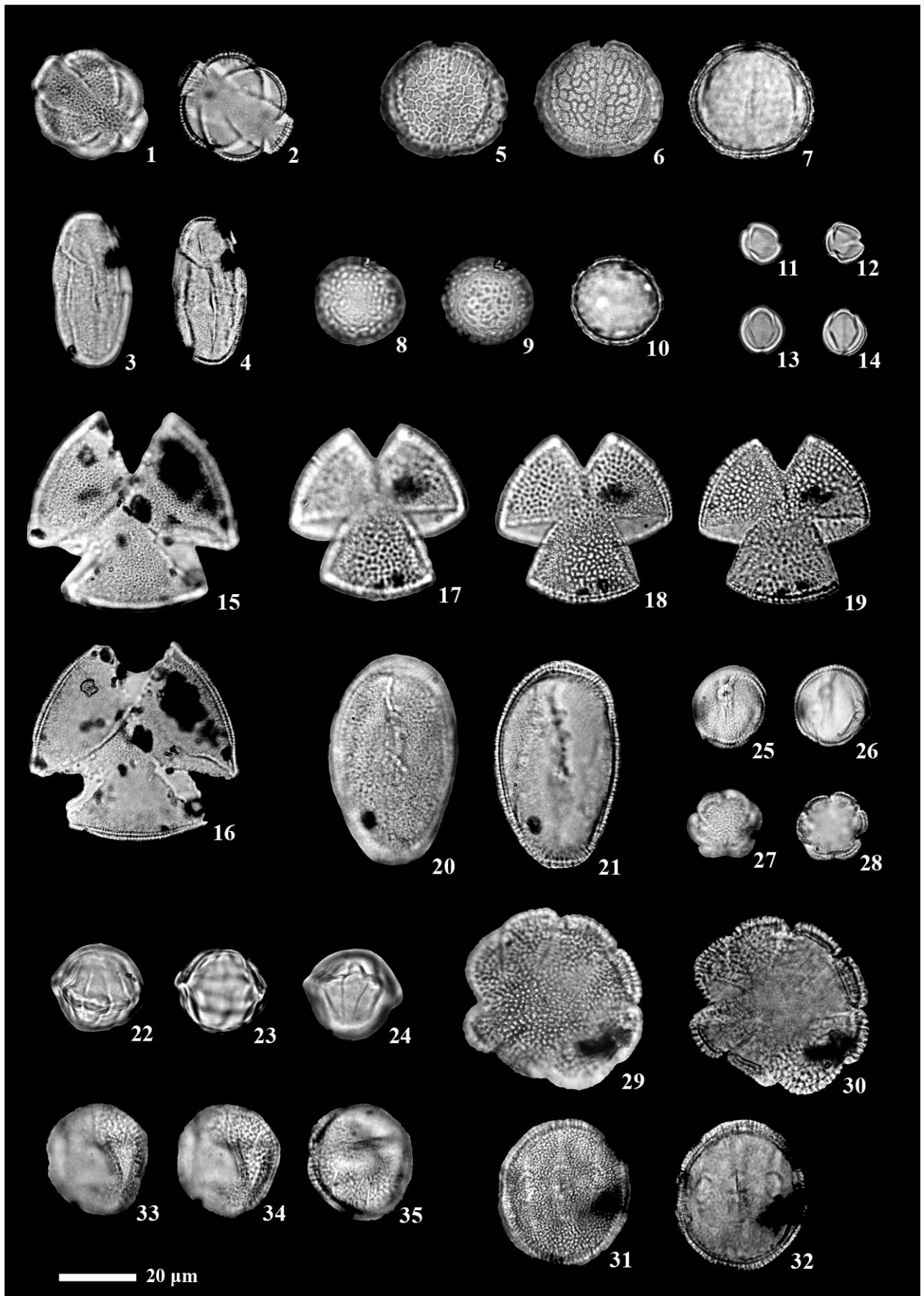
Estampa VII: 1-24. Angiospermas. 1-4. *Alternanthera* 2: 1°-4° pl; 5-7. Tipo *Iresine*: 1°-3° pl; 8-10. Caryophyllaceae: 1°-3° pl; 11-14. *Polygonum*. 11. Fragmento evidenciando poros, 12-14: 1°-3° pl (rompido); 15-16. Malvaceae. P: 1°-2° pl; 17-18. Cucurbitaceae: 1°-2° pl; 19-22. *Agarista*. 19-20: 1°-2° pl, 21-22: 1°-2° pl, 21. espessamento marginal do colpore (seta); 23-24. Tipo Ericaceae: 1°-2° pl. pl=planos, P=vista polar.



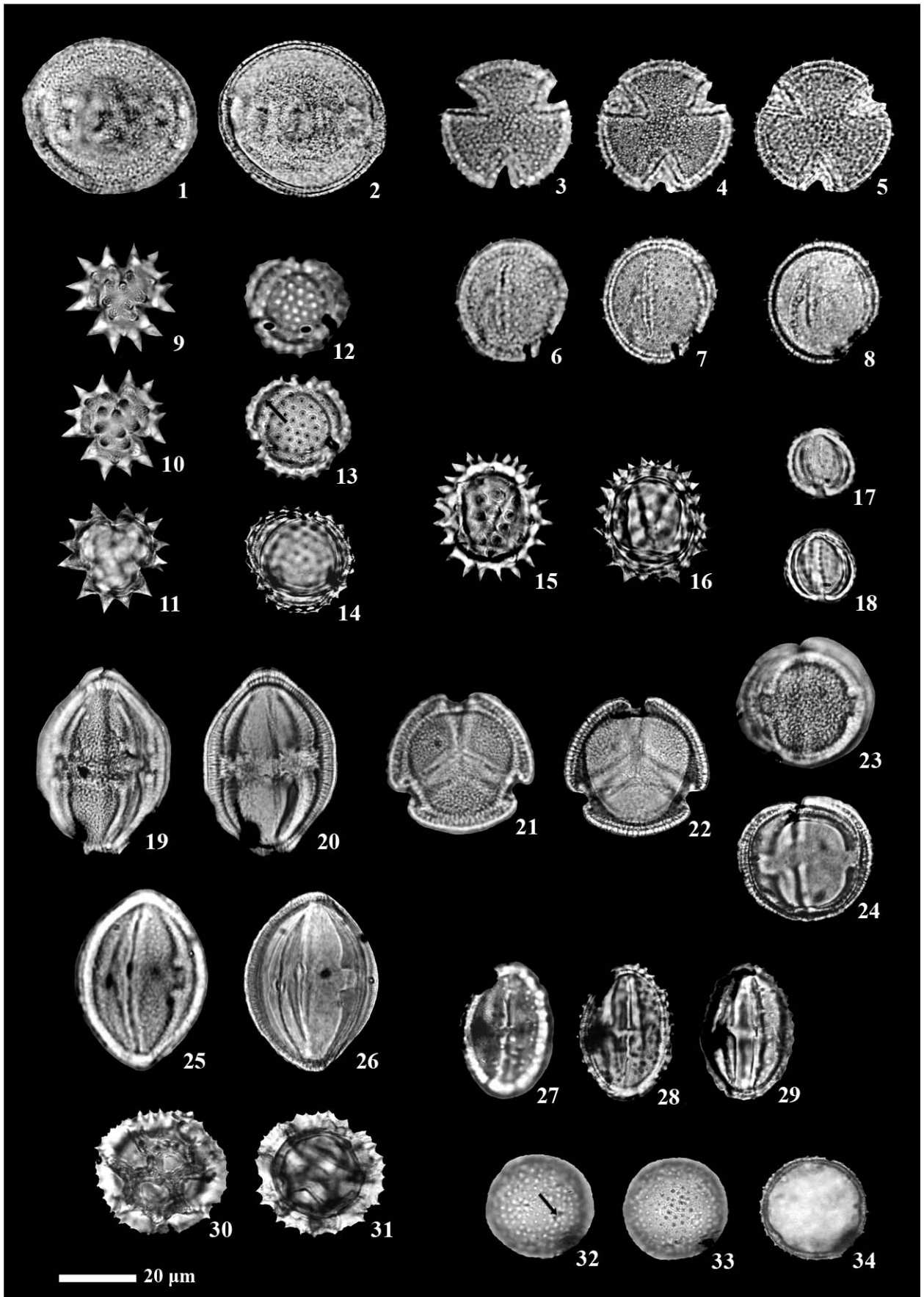
Estampa VIII: 1-37. Angiospermas. 1-3. *Chrysophyllum*. EQ: 1°-3° pl; 4-7. *Myrsine*. 4-5. P: 1°-2° pl, 6-7. P: 1°-2° pl; 8-9. Rosaceae 1. EQ: 1°-2° pl; 10-11. Rosaceae 2. EQ: 1°-2° pl; 12-16. *Mimosa*. 12-13: 1°-2° pl, 14-16: 1°-3° pl; 17-19. *Mimosa* ser. *Lepidotae* 1. 18-19: 1°-2° pl; 20. *Mimosa* ser. *Lepidotae* 2; 21. *Mimosa* ser. *Lepidotae* 3; 22-23. Tipo *Mimosa scabrella*: 1°-2° pl; 24-26. *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa*. EQ (obliquo): 1°-3° pl; 27-28. Tipo *Vicia*. EQ: 1°-2° pl; 29. *Roupala*. P (dobrado); 30-32. *Myriophyllum*. 30. P, 31-32. EQ: 1°-2° pl; 33. *Cuphea carunculata*. P; 34. Myrtaceae. P; 35. *Ludwigia*. P; 36-37. Melastomataceae. EQ: 1°-2° pl, 36. Pseudocolpo (seta). pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial.



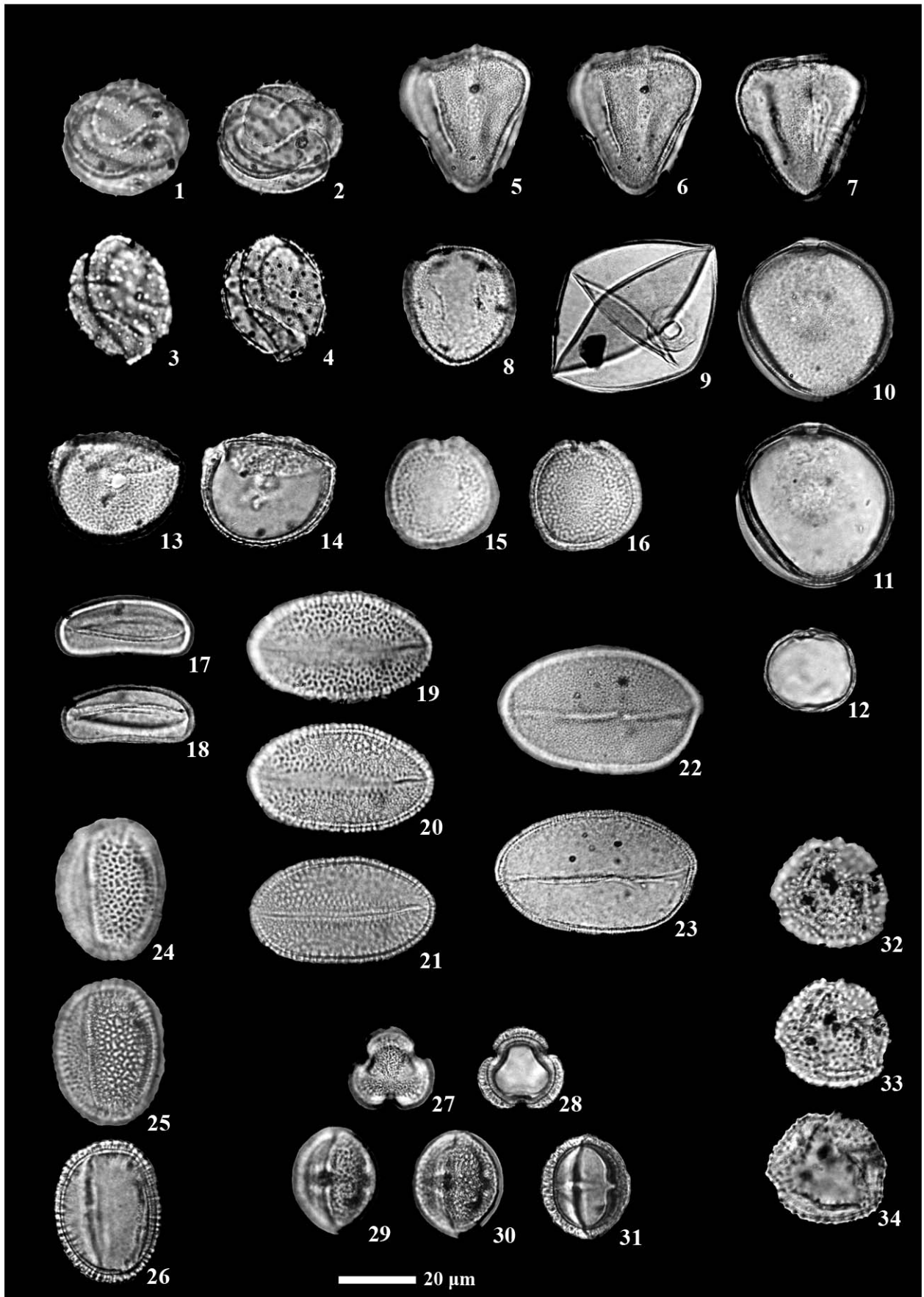
Estampa IX: 1-33. Angiospermas. 1-6. *Ilex*. 1-3. P: 1°-3° pl, 4-6. EQ: 1°-3° pl; 7-9. *Alchornea triplinervia*. 7-8. P: 1°-2° pl, 7. opérculo (seta), 9. EQ; 10-11. Euphorbiaceae 1: 1°-2° pl; 12-13. Euphorbiaceae 2: 1°-2° pl; 14-16. *Polygala*. EQ: 1°-3° pl; 17. *Allophylus edulis*. P; 18-19. Sapindaceae. P (obliquo): 1°-2° pl; 20-22. Anacardiaceae. EQ: 1°-3° pl; 23-25. Tipo Meliaceae. EQ: 1°-3° pl; 26-27. *Eryngium*. EQ: 1°-2° pl; 28-30. Tipo *Evolvulus*: 1°-3° pl; 31-33. *Verbena*. 31. P, 32-33. EQ: 1°-2° pl. pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial.



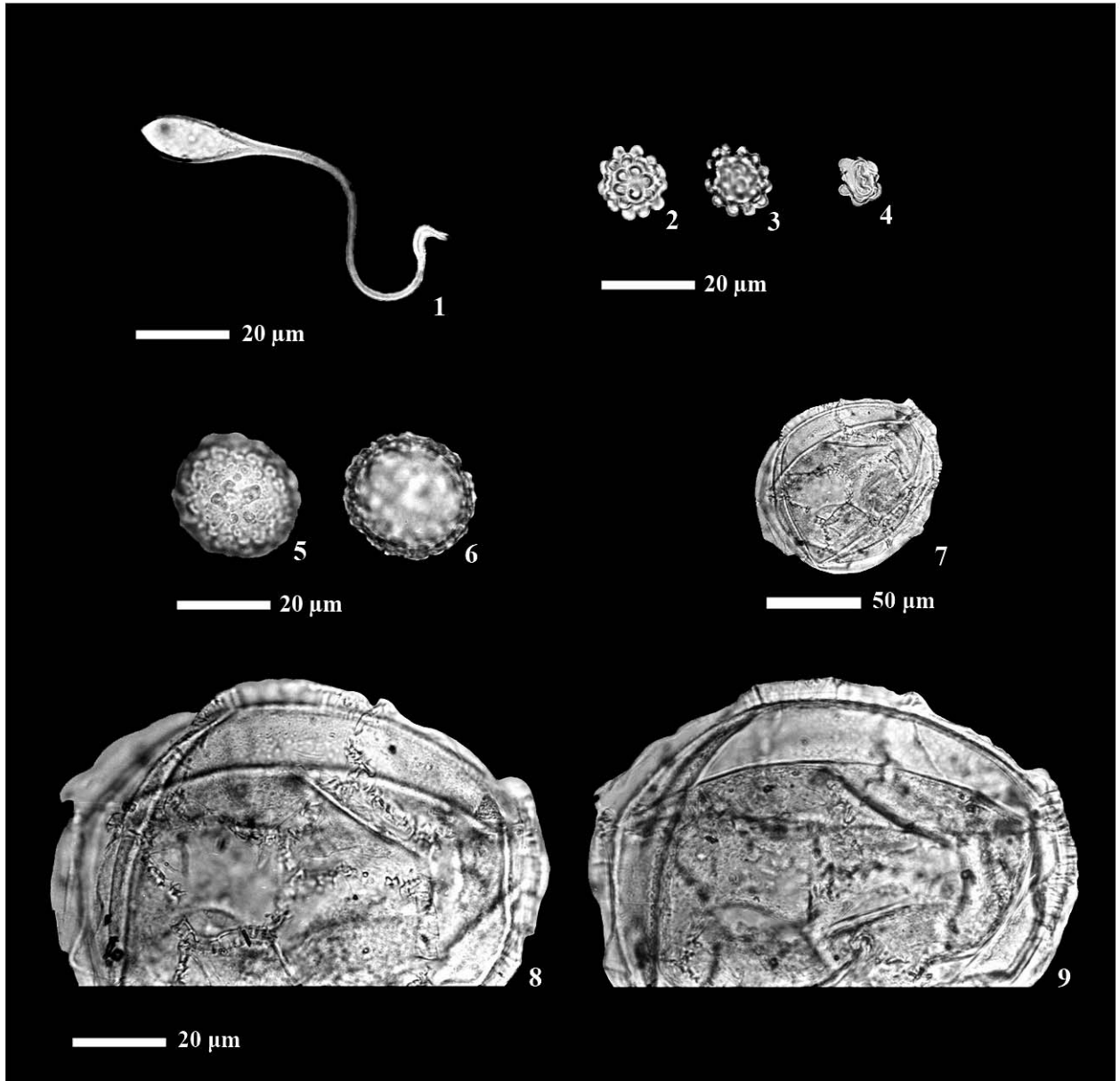
Estampa X: 1-35. Angiospermas. 1-4. Lamiaceae. 1-2. P (oblíquo): 1°-2° pl, 3-4. EQ: 1°-2° pl; 5-7. Tipo Lamiaceae. EQ: 1°-3° pl; 8-10. *Plantago*: 1°-3° pl; 11-14. Tipo Scrophulariaceae. 11-12. P (oblíquo): 1°-2° pl, 13-14. EQ: 1°-2° pl; 15-21. Bignoniaceae. 15-16. P: 1°-2° pl, 17-19. P: 1°-3°pl, 20-21. EQ: 1°-2° pl; 22-24. *Utricularia*. EQ (oblíquo): 1°-3° pl; 25-26. *Cephalanthus*. EQ (oblíquo): 1°-2° pl; 27-28. Tipo *Galium*. P: 1°-2° pl; 29-32. Rubiaceae 1. 29-30. P: 1°-2° pl, 31-32. EQ: 1°-2° pl; 33-35. Rubiaceae 2. P: 1°-3° pl. pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial.



Estampa XI: 1-34. Angiospermas. 1-2. Rubiaceae 3. EQ:1°-2° pl; 3-8. *Valeriana*. 3-5. P: 1°-3° pl, 6-8. EQ: 1°-3° pl; 9-16. Tipo *Baccharis*. 9-11. P: 1°-3° pl, 12-14. Lacunas desarrolladas. P: 1°-3° pl, 13. lacuna desarrollada (seta), 15-16. EQ: 1°-2° pl; 17-18. Tipo *Gnaphalium*. EQ: 1°-2° pl; 19-20. *Mutisieae* 1. EQ: 1°-2° pl; 21-24. *Mutisieae* 2. 21-22. P: 1°-2° pl, 23-24. EQ: 1°-2° pl; 25-26. *Mutisieae* 3. EQ: 1°-2° pl; 27-29. *Mutisieae* 4. EQ: 1°-3° pl; 30-31. Tipo *Vernonia*: 1°-2° pl; 32-34. Alismataceae: 1°-3° pl, 32. Poro (seta). pl=planos, P=vista polar, EQ=vista equatorial.



Estampa XII: 1-34. Angiospermas. 1-4. Eriocaulaceae. 1-2. P (obliquo): 1°-2° pl, 3-4. EQ: 1°-2° pl; 5-8. Cyperaceae. 5-7. Forma afilada. EQ: 1°-3° pl; 8. Forma elíptica. EQ; 9-12. Poaceae. 9. PD, 10-11. EQ: 1°-2° pl, 12. EQ; 13-16. *Typha*. 13-14. PD (dobrado): 1°-2° pl, 15-16. EQ: 1°-2° pl; 17-18. *Eichhornia*. EQ: 1°-2° pl; 19-21. Tipo Liliaceae 1. PP: 1°-3° pl; 22-23. Tipo Liliaceae 2. PP: 1°-2° pl; 24-26. Tricolporado 1. EQ: 1°-3° pl; 27-31. Tricolporado 2. 27-28. P: 1°-2° pl, 29-31. EQ: 1°-3° pl; 32-34. Triporado 1. P: 1°-3° pl. pl=planos, P=vista polar, PD=pólo distal, PP=pólo proximal, EQ=vista equatorial.



Estampa XIII: 1-9. Palinomorfos outros. 1. Espermatóforo de Copepoda; 2-4. Palinomorfo 1. 2-3. Forma com mais projeções: 1°-2° pl, 4. Forma com menos projeções; 5-6. Palinomorfo 2: 1°-2° pl; 7-9. Palinomorfo 3. 7. Vista geral, 8-9. Detalhe do retículo: 1°-2° pl. pl=planos.

Tab. 1. Separação dos palinómorfos contados no perfil sedimentar da turfeira de Alpes de São Francisco, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, para as análises quantitativas. Regionais (campo, mata, ambiente indeterminado), locais (lago, pântano herbáceo, palinómorfos outros), fungos e pólen exótico.

CAMPO	<i>Agarista</i> D. Don ex G. Don, <i>Alternanthera</i> Forssk. 1, <i>Alternanthera</i> Forssk. 2, Caryophyllaceae, <i>Cuphea carunculata</i> Koehne, Mutisieae 1, Mutisieae 2, Mutisieae 3, Mutisieae 4, <i>Plantago</i> L., Poaceae, <i>Polygonum</i> L., Tipo <i>Amaranthus</i> L. – Chenopodiaceae, Tipo <i>Baccharis</i> L., Tipo Ericaceae, Tipo <i>Gnaphalium</i> L., Tipo <i>Iresine</i> P. Browne, Tipo Scrophulariaceae, Tipo <i>Vernonia</i> Schreb., Tipo <i>Vicia</i> L., <i>Verbena</i> L.
MATA	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg., <i>Allophylus edulis</i> (A. St.- Hil., Cambess. & Juss.) Radlk., Anacardiaceae, <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze, <i>Bauhinia forficata</i> subsp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin, Bignoniaceae, <i>Celtis</i> L., <i>Chrysophyllum</i> L., Cyatheaceae, <i>Dicksonia sellowiana</i> Hook., <i>Drimys brasiliensis</i> Miers, <i>Huperzia</i> Bernh., <i>Ilex</i> L., <i>Myrsine</i> L., Myrtaceae, <i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl., <i>Pteris</i> L., <i>Roupala</i> Aubl., Sapindaceae, Tipo <i>Evolvulus</i> L., Tipo <i>Hymenophyllum</i> Sm., Tipo Meliaceae, Tipo <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel., Tipo <i>Mimosa scabrella</i> Benth., Tipo <i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd., Tipo <i>Polypodium</i> L., <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume, Urticales
AMBIENTE INDETERMINADO	<i>Cephalanthus</i> L., Cucurbitaceae, <i>Eryngium</i> L., Euphorbiaceae 1, Euphorbiaceae 2, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, <i>Mimosa</i> L., <i>Mimosa</i> ser. <i>Lepidotae</i> Benth. 1, <i>Mimosa</i> ser. <i>Lepidotae</i> Benth. 2, <i>Mimosa</i> ser. <i>Lepidotae</i> Benth. 3, Rosaceae 1, Rosaceae 2, Rubiaceae 1, Rubiaceae 2, Rubiaceae 3, Tipo <i>Galium</i> L., Tipo Lamiaceae, Tipo Liliaceae 1, Tipo Liliaceae 2, <i>Valeriana</i> L., Monoletes outros, Triletes outros, Pteridófitos outros, Tricolporado 1, Tricolporado 2, Triporado 1, Tricolpados outros, Tricolporados outros, Angiospermas indeterminadas
LAGO	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>Spirogyra</i> Link, <i>Zygnema</i> C. A. Agardh
PÂNTANO HERBÁCEO	<i>Anthoceros punctatus</i> L., <i>Blechnum</i> cf. <i>imperiale</i> (Fee & Glaziou) H. Chr., Cyperaceae, Eriocaulaceae, <i>Ludwigia</i> L., <i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill, <i>Osmunda</i> L., <i>Phaeoceros laevis</i> (L.) Prosk., <i>Polygala</i> L., <i>Selaginella marginata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring, Tipo <i>Blechnum</i> L., Tipo <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm., Tipo <i>Lycopodium clavatum</i> L., Tipo <i>Sphagnum recurvum</i> P.Beauv., <i>Typha</i> L., <i>Utricularia</i> L., Briófitos outros
PALINOMORFOS OUTROS	Espermatóforo de Copepoda, Palinomorfo 1, Palinomorfo 2, Palinomorfo 3
FUNGOS	<i>Gelasinospora adjuncta</i> Cain, <i>Glomus</i> Tus. & C. Tus., <i>Tilletia sphagni</i> Naw, Tipo <i>Athelia</i> Persoon, Tipo <i>Gaeumannomyces</i> cf. <i>caricis</i> J. Walker, Tipo <i>Spirotremesporites multiplex</i> Dueñas, Esporo 1, Esporo 2, Esporo 3, Esporo 4, Fungos outros, Hifas
PÓLEN EXÓTICO	<i>Alnus</i> Mill., <i>Nothofagus</i> Blume

3. Descrição das zonas dos diagramas palinológicos

ZONA I (Profundidade: 280-175 cm)

Sedimentos de cor marrom, areno-argilosos na porção inferior até aproximadamente a metade da zona, onde o teor de areia diminui e os sedimentos tornam-se argilo-arenosos. Na porção final da zona os sedimentos mudam para marrom acinzentados e argilosos.

Idade absoluta (^{14}C): 24930±180 anos AP (Beta 194784) na base da seqüência, a 273 cm de profundidade.

Intervalo de tempo estimado: 25000-16000 anos AP.

Os palinomorfos locais estão bem representados nos diagramas de porcentagem, tanto por indicadores de lago (43-66%) quanto por de pântano herbáceo (34-57%), (Fig. 4). Estão também em destaque nos diagramas de concentração (Fig. 5). Nestes, os indicadores de lago aumentam a freqüência de um modo geral, que decai na porção superior da zona, apresentando um aumento expressivo ao final desta (maior concentração atingida no perfil), (Fig. 3). *Isoetes* (com 39-64% e alta concentração) destaca-se entre os palinomorfos locais como o principal indicador de lago, tendo seu diagrama de concentração semelhante ao do somatório de concentração dos indicadores lacustre, o que corrobora a sua alta representatividade. Também ocorrem, em freqüências bem mais baixas, indicadores aquáticos como *Myriophyllum*, *Alismataceae*, *Botryococcus*, *Zygnema*, *Pseudoschizaea rubina*, *Spirogyra*, *Mougeotia* e *Eichhornia* (Fig. 4-5).

Os indicadores de pântano herbáceo apresentam aumento gradual de concentração ao longo da zona (Fig. 3). Os principais indicadores de pântano herbáceo são as *Cyperaceae*, tanto em porcentagem (30-49%) quanto em concentração (Fig. 4-5). Seu diagrama de porcentagem apresenta-se semelhante ao do somatório das porcentagens dos indicadores de pântano herbáceo, indicando sua dominância na zona (Fig. 4). Com porcentagens bem mais baixas aparecem outros componentes do pântano herbáceo, como *Eriocaulaceae* (2-5%) e *Selaginella marginata* (0,4-2%) e, em baixíssimas porcentagens, *Osmunda*, *Blechnum cf. imperiale*, Tipo *Blechnum*, *Phaeoceros laevis*, Tipo *Sphagnum recurvum*, *Polygala*, *Utricularia* e Briófitos outros (Fig. 4).

O diagrama composto de lago × pântano herbáceo está bem representado pelos dois componentes, com um leve predomínio dos indicadores lacustres, que aumentam ao final da zona (Fig. 4).

O componente regional apresenta amplo predomínio dos indicadores de campo (79-92%) em relação aos de mata (1-3 %), (Fig. 4). No entanto, nos diagramas de concentração os indicadores campestres são escassos na porção inferior da zona, aumentando gradualmente até atingir seu máximo na porção superior. Após, a concentração decresce um pouco, aumentando novamente ao final da zona (Fig. 3). Destacam-se Poaceae (30-62%), Tipo *Baccharis* (8-53%), *Plantago* (8-15%) e Tipo *Vernonia* (0,4-2%). Na porção superior da zona o pólen de Poaceae apresenta um abrupto decréscimo em sua porcentagem, voltando a aumentar ao seu final, o que também se verifica (com menor intensidade) em sua concentração. Ao contrário, Tipo *Baccharis* apresenta um acentuado aumento de porcentagem e concentração, que decaem na porção superior da zona. Mais raros na zona aparecem Tipo *Amaranthus-Chenopodiaceae*, Mutisieae 1, Mutisieae 2, Caryophyllaceae, Tipo *Vicia*, *Cuphea carunculata*, Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Iresine*, Mutisieae 3, Mutisieae 4, Tipo Ericaceae, *Alternanthera* 1 e *Alternanthera* 2 (Fig. 4-5).

Os indicadores de mata apresentam porcentagens e concentrações baixíssimas ao longo de toda a zona (Fig. 3-5). Estão mais bem representados por Myrtaceae (0-0,4%), *Podocarpus lambertii* (0-0,4%) e *Huperzia* (0-0,4%), seguidos por *Myrsine*, *Alchornea triplinervia*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, *Dicksonia sellowiana*, Bignoniaceae, Urticales, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, Cyatheaceae, Anacardiaceae, *Trema micrantha*, *Araucaria angustifolia*, *Chrysophyllum*, Tipo *Hymenophyllum* e *Allophylus edulis* (Fig. 4).

O diagrama composto de campo × mata mostra uma grande predominância de campo, com baixíssima frequência de indicadores de mata, o que se mantém uniformemente em toda a zona (Fig. 4).

Dentre os grãos de ambiente indeterminado, *Eryngium* (5-13%) destaca-se como o principal componente da zona, com pequenas oscilações de porcentagem ao longo da mesma. Está igualmente muito bem representado no diagrama de concentração, com oscilações ao longo da zona e um grande aumento ao final dela. Com frequências mais baixas destacam-se Tricolporados outros (0,4-2%) e Tipo Liliaceae 2 (0,3-2%), que apresentam diagrama de porcentagem relativamente uniforme e oscilações no de concentração (Fig. 4-5). Com porcentagens bem mais baixas estão *Valeriana*, Tipo

Liliaceae 1, Tricolporado 2, *Mimosa*, *Mimosa* série *Lepidotae* 1, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, *Galium*, Rubiaceae 2, Rubiaceae 3, Rosaceae 2, Rosaceae 1, Tricolporado 1, *Mimosa* série *Lepidotae* 2, Tricolpados outros, Angiospermas indeterminadas, Triletes outros e Monoletes outros (Fig. 4).

Quanto aos indicadores regionais, as curvas de saturação de pólen e esporos, nas amostras de 268 cm e 200 cm de profundidade, atingiram estabilidade já em torno de 13 tipos polínicos novos encontrados (Fig. 2A). Esse resultado foi corroborado pela riqueza de tipos polínicos regionais significativamente baixa, a menor do perfil na maioria das amostras da zona (Fig. 2B).

Os fungos apresentam baixas porcentagens (0,2-11%) e muito baixas concentrações (Fig. 4-5). Destacam-se Fungos outros (0,1-6%) e Hifas (0,4-3%). Também ocorrem, em escassas frequências, Esporo 2, Tipo *Athelia*, Esporo 1, *Tilletia sphagni* e Tipo *Spirotremesporites multiplex* (Fig. 4).

O pólen exótico à flora brasileira está representado esparsamente por *Alnus*, em baixíssimas frequências (Fig. 4).

Esta zona coincide com o primeiro agrupamento do dendrograma (Fig. 4).

ZONA II (Profundidade: 175-85 cm)

Sedimentos marrom acinzentados a cinza claros, argilosos, com baixo teor de areia na porção inferior da zona. Aproximadamente na metade os sedimentos ficam mais escuros, com mais matéria orgânica, e logo tornam-se turfosos (negros, ricos em matéria orgânica e argilosos). Ao final da zona apresentam-se levemente arenosos e aquosos.

Idade absoluta (^{14}C): 11830 ± 70 anos AP (Beta 189287), a 127 cm de profundidade.

Intervalo de tempo estimado: 16000-8700 anos AP.

Nos diagramas de concentração os indicadores lacustres decaem acentuadamente no início da zona e mantém-se em frequências muito baixas até o fim desta, com apenas um leve aumento na porção central (Fig. 3, 5). Dentre estes indicadores aquáticos destacam-se *Isoetes* (0,4-64%), com diagramas de porcentagem e concentração muito similares ao do somatório dos componentes lacustres, e *Botryococcus* (0-5%), que apresenta um leve aumento de porcentagem na porção central da zona (Fig. 4). Também

ocorrem, em baixíssimas frequências, *Myriophyllum*, *Alismataceae*, *Zygnema*, *Pseudoschizaea rubina*, *Spirogyra*, *Mougeotia* e *Debarya* (Fig. 4).

O componente local mostra um grande predomínio dos indicadores de pântano herbáceo (34-97%) sobre os de lago (3-66%). Já na metade inferior da zona os componentes de pântano herbáceo, ao contrário dos de lago, apresentam um aumento muito expressivo em porcentagem, que permanece até o final da zona (Fig. 4).

Em relação à zona I, a concentração dos indicadores de pântano herbáceo decai um pouco no início da zona II, com um grande aumento no centro desta e um novo declínio em sua porção superior (Fig. 3).

O pólen de *Cyperaceae* (35-80%) continua sendo o principal indicador de pântano herbáceo, apresentando um aumento muito expressivo na porção inferior da zona (maior porcentagem atingida no perfil), seguido por um grande declínio. Ao contrário, Tipo *Blechnum* (0,2-27%) e *Phaeoceros laevis* (0-28%) apresentam um grande aumento de porcentagem na metade superior da zona. Com porcentagens relativamente expressivas, destacam-se também *Blechnum cf. imperiale* (0,2-7%), *Osmunda* (0-3%), *Eriocaulaceae* (0,8-3%), *Selaginella marginata* (0,2-5%) e Tipo *Sphagnum recurvum* (0-2%), que apresenta seu primeiro aumento de porcentagem e concentração, na porção central da zona (Fig. 4-5). Também ocorrem, em baixas frequências na zona, *Typha*, *Anthoceros punctatus*, *Polygala*, *Lycopodiella alopecuroides*, *Ludwigia*, Tipo *Lycopodium clavatum* e Tipo *Lycopodiella cernua* (Fig. 4). As concentrações dos principais indicadores de pântano herbáceo apresentam algum aumento na porção central da mesma, especialmente *Cyperaceae*, que atinge sua maior concentração no perfil (Fig. 5).

O diagrama composto de lago × pântano herbáceo indica um grande aumento da porcentagem de componentes de pântano na porção inferior da zona, predominando a partir daí (Fig. 4).

O componente regional, como na zona anterior, é amplamente representado em porcentagem pelos indicadores de campo (70-88%), (Fig. 4). Nos diagramas de concentração, no entanto, os indicadores de campo sofrem declínio acentuado no início da zona, seguido por um aumento muito acentuado na sua porção central (maior concentração atingida no perfil). Na porção superior há nova e grande retração destes indicadores e, a seguir, um leve aumento ao final (Fig. 3).

Dentre os indicadores de campo destacam-se *Poaceae* (22-67%), Tipo *Baccharis* (12-39%) e *Plantago* (2-12%). O pólen de *Poaceae* apresenta um acentuado decréscimo

na porção superior da zona e um grande aumento ao seu final (maior porcentagem atingida no perfil). Tipo *Baccharis* aumenta a porcentagem ao longo da zona, elevando muito sua frequência relativa onde Poaceae diminui, e decresce ao final do intervalo (Fig. 4). Poaceae e Tipo *Baccharis* são os indicadores que apresentam um aumento de concentração muito expressivo no centro da zona, seguido por um grande declínio (Fig. 5). As porcentagens de *Plantago* decaem gradualmente ao longo da zona. Também ocorrem, em baixas porcentagens, Tipo *Vernonia*, Tipo *Amaranthus-Chenopodiaceae*, Mutisieae 1, Mutisieae 2, Caryophyllaceae, Tipo *Vicia*, *Cuphea carunculata*, Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Iresine*, *Polygonum*, Mutiseae 4, *Alternanthera* 2, Tipo *Gnaphalium* e *Verbena* (Fig. 4).

Ao contrário dos indicadores de campo, os componentes de mata estão muito mal representados (1-7%), com somatório de porcentagens aumentando levemente ao final da zona (Fig. 4). Nos diagramas de concentração os indicadores de mata permanecem escassos na porção inferior da zona, alcançando um aumento na porção central. Como nos indicadores campestres, este aumento é seguido por um declínio acentuado, com manutenção de concentrações baixas até o final da zona (Fig. 3).

Dentre os indicadores de mata destacam-se Myrtaceae (0,1-0,6%), *Myrsine* (0,2-3%), *Ilex* (0-0,3%) e *Podocarpus lambertii* (0,1-0,3%), com a concentração levemente aumentada na porção central da zona, seguida de declínio (Fig. 5). Também ocorrem, em baixíssimas frequências, *Alchornea triplinervia*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Tipo *Polypodium*, *Dicksonia sellowiana*, *Huperzia*, Bignoniaceae, Urticales, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, Cyatheaceae, Anacardiaceae, *Trema micrantha*, *Chrysophyllum*, *Drimys brasiliensis* e Tipo Meliaceae (Fig. 4-5).

Como na zona anterior, o diagrama composto de campo × mata mostra uma grande predominância de campo, com grande escassez de indicadores de mata, que aumentam levemente na porção superior da zona.

Eryngium (4-23%) continua destacando-se como o principal elemento dentre os componentes de ambiente indeterminado. Sua porcentagem mais alta do perfil encontra-se na metade inferior da zona, decaindo depois (Fig. 4). Já sua concentração baixa muito desde o início da zona, com um grande aumento no centro desta e um novo e acentuado declínio. Este aumento da concentração no centro da zona ocorre também com os principais componentes de ambiente indeterminado (Fig. 5). Além de *Eryngium* destacam-se *Valeriana* (0,4-3%), Tricolporados outros (0,7-6%) e Angiospermas indeterminadas (0,2-8%). Também ocorrem, em baixíssimas porcentagens, Tipo

Liliaceae 2, Tipo Liliaceae 1, Tricolporado 2, *Mimosa*, *Mimosa* ser. *Lepidotae* 1, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Tipo *Galium*, Rubiaceae 1, Triporado 1, Euphorbiaceae 1, Tricolpados outros, Triletes outros e Monoletes outros (Fig. 4).

Quanto aos indicadores regionais, a curva de saturação de pólen e esporos, na amostra de 121 cm de profundidade (centro da zona), atingiu estabilidade em torno de 22 tipos polínicos novos encontrados (Fig. 2A). Portanto, com maior número de tipos polínicos, se comparada às duas curvas de saturação da zona I. Por outro lado, a riqueza de tipos polínicos regionais aumenta acentuadamente da base ao final da zona (Fig. 2B).

Os fungos, menos representados que na zona anterior, apresentam porcentagens baixas (0,1-11%), mas atingem um aumento relativamente expressivo na porção superior da zona. As concentrações, de modo geral, são ainda mais baixas do que na zona anterior (Fig. 5). Destacam-se Hifas (0-6%) e Fungos outros (0-5%). Também ocorrem, com porcentagens baixíssimas, Esporo 2, Tipo *Athelia*, Esporo 1, Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis* e *Gelasinospora adjuncta* (Fig. 4).

O pólen exótico, como na zona anterior, está representado por *Alnus*, que ocorre esparsamente e em baixíssimas porcentagens. *Nothofagus* aparece, pela primeira vez no perfil, no final da zona, também em porcentagem muito baixa (Fig. 4).

Esta zona coincide com o segundo agrupamento do dendrograma (Fig. 4).

ZONA III (Profundidade: 85-0 cm)

Sedimentos turfosos friáveis, ricos em fragmentos vegetais. A amostra mais próxima da superfície contém ainda mais destes fragmentos, pequenos e decompostos.

Idade absoluta (^{14}C): 4140 ± 40 anos AP (Beta 211188), a 25 cm de profundidade.

Intervalo de tempo estimado: 8700 anos AP - Atualidade.

O total de indicadores lacustres apresenta porcentagens muito baixas nesta zona (0,5-9%), diminuindo drasticamente ao seu final (Fig. 4). Nos diagramas de concentração esses indicadores permanecem muito escassos, com leve ascensão apenas na porção central da zona (Fig. 3, 5). *Isoetes*, o principal componente aquático das zonas anteriores (especialmente da zona I), ocorre apenas na porção inferior desta zona, em baixíssima porcentagem (0-0,3%), desaparecendo a seguir. Melhor representados na zona, mas em escassas porcentagens e baixas concentrações, estão *Zygnema* (0,1-4%) e *Pseudoschizaea rubina* (0-2%) diminuindo na sua porção superior (Fig. 4-5). Ocorrem

também, mal representados, *Myriophyllum*, Alismataceae, *Botryococcus*, *Spirogyra*, *Mougeotia* e *Debarya* (Fig. 4).

Os indicadores de pântano herbáceo predominam de modo amplo no componente local, apresentando um grande aumento de concentração na porção superior da zona (maior de todo o perfil), com um grande declínio ao seu final (Fig. 3). São igualmente predominantes nos diagramas de porcentagem, em especial no final da zona (91-100%), (Fig. 4). Destacam-se *Osmunda* (0,9-43%), *Blechnum cf. imperiale* (2-57%), Tipo *Blechnum* (0,5-27%) e Tipo *Sphagnum recurvum* (0,5-12%), que apresentam também suas maiores concentrações do perfil na porção superior da zona, porém com um grande declínio ao seu final (Fig. 4-5). O pólen de Cyperaceae destaca-se em porcentagem (6-58%), diminuindo acentuadamente na porção superior da zona (Fig. 4). Ao contrário, suas concentrações são relativamente baixas ao longo da zona, diminuindo no topo do perfil (Fig. 5). Em menores porcentagens ocorrem *Phaeoceros laevis*, Eriocaulaceae, *Selaginella marginata*, *Typha*, *Anthoceros punctatus*, *Polygala*, *Lycopodiella alopecuroides*, *Ludwigia*, Tipo *Lycopodium clavatum* e *Utricularia* (Fig. 4).

O diagrama de lago × pântano herbáceo mostra um amplo predomínio dos indicadores de pântano, praticamente total ao final da zona (Fig. 4).

O componente regional é ainda dominado pelos indicadores de campo em porcentagem (54-87%), diminuindo claramente em direção ao topo do perfil (Fig. 4). O diagrama de concentração de indicadores de campo mostra um expressivo aumento na porção superior da zona, seguido de grande retração no topo da seqüência (Fig. 5). Destacam-se Poaceae (18-67%), Tipo *Baccharis* (15-49%) e *Plantago* (0,2-6%). No final da zona o pólen de Poaceae apresenta um grande declínio, tanto em porcentagem quanto em concentração. Tipo *Baccharis* tem um aumento gradual, com grande expansão da porcentagem na porção superior da zona e declínio ao final, o mesmo acontecendo no diagrama de concentração (Fig. 4-5). *Plantago* tem declínio gradual e expressivo das porcentagens ao longo da zona (Fig. 4). No diagrama de concentração está muito mal representado. Ocorrem ainda, em mais baixas porcentagens, Tipo *Vernonia*, Tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, Mutisieae 1, Mutisieae 2, Caryophyllaceae, Tipo *Vicia*, *Cuphea carunculata*, Tipo Scrophulariaceae, Tipo *Iresine*, *Polygonum*, *Agarista*, Mutisieae 3 e *Alternanthera* 1 (Fig. 4).

O somatório dos indicadores de mata mostra grande aumento de porcentagem (3-32%), especialmente da porção central ao final da zona, onde ocorre sua maior

frequência no perfil (Fig. 4). No somatório de concentração esses indicadores apresentam-se pouco expressivos na metade inferior da zona, aumentando até a porção central, onde se inicia um grande avanço em direção ao final da mesma. No entanto, há um acentuado declínio da mata no topo da seqüência (Fig. 3). Destacam-se com maiores porcentagens e concentrações, em especial na porção superior da zona, Myrtaceae (0,1-5%), *Myrsine* (0,5-5%), *Alchornea triplinervia* (0,2-2%), Tipo *Microgramma vacciniifolia* (0-4%), Tipo *Polypodium* (0-4%), *Dicksonia sellowiana* (0-5%), *Ilex* (0-3%), *Podocarpus lambertii* (0-3%) e *Araucaria angustifolia* (0-3%). Também ocorrem, em frequências mais baixas, Bignoniaceae, Urticales, *Celtis*, *Mimosa scabrella*, Cyatheaceae, Anacardiaceae, *Trema micrantha*, *Chrysophyllum*, *Drimys brasiliensis*, *Pteris*, Tipo *Pleopeltis angusta*, *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa*, *Roupala*, *Allophylus*, Sapindaceae e Tipo *Evolvulus* (Fig. 4-5).

O diagrama composto de campo × mata mostra um grande aumento da porcentagem dos indicadores de mata ao longo da zona, em especial ao final desta até o topo do perfil, onde os componentes de campo ainda continuam sendo os mais freqüentes (Fig. 4).

Dentre os componentes de ambiente indeterminado, *Eryngium* destaca-se, com porcentagens relativamente altas (0,4-11%), que decaem ao final da zona. Destacam-se também *Valeriana* (0-4%), Tricolporados outros (1-6%), Angiospermas indeterminadas (1-7%) e Pteridófitos outros (0-6%). Ocorrem, em baixíssimas porcentagens, Tipo Liliaceae 2, Tipo Liliaceae 1, Tricolporado 2, *Mimosa*, Lamiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, *Galium*, Rubiaceae 1, Rosaceae 2, Tipo Lamiaceae, *Cephalanthus*, Cucurbitaceae, *Mimosa* ser. *Lepidotae* 2, *Mimosa* ser. *Lepidotae* 3, Tricolporados outros, Triletes outros e Monoletes outros (Fig. 4). Nos diagramas de concentração os principais componentes de ambiente indeterminado apresentam maior representatividade na porção superior da zona, decaindo, em geral, no final desta (Fig. 5).

Quanto aos indicadores regionais, as curvas de saturação de pólen e esporos nas amostras de 58 cm e 2 cm de profundidade, atingiram estabilidade em torno de 26 tipos polínicos novos encontrados (Fig. 2A). Portanto, com número muito maior de tipos polínicos, se comparadas às curvas de saturação das zonas I e II. Por outro lado, a riqueza de tipos polínicos regionais aumenta consideravelmente nesta zona, sendo a maior de todo o perfil na metade superior. No entanto, diminui na amostra de topo (Fig. 2B).

Os indicadores de fungos são os mais bem representados do perfil nesta zona, com grande aumento em porcentagem (5-64%) e concentração. São mais abundantes no início e no final da zona, e mais escassos em sua porção central (Fig. 4-5). Destacam-se Esporo 2 (0,1-17%), Hifas (0,1-37%) e Fungos outros (2-34%). Também ocorrem, em porcentagens mais baixas, Tipo *Athelia*, Esporo 1, *Tilletia sphagni*, Tipo *Gaeumannomyces cf. caricis*, *Gelasinospora adjuncta*, Esporo 4, Esporo 3 e *Glomus* (Fig. 4).

Dentre o pólen exótico, *Alnus* e *Nothofagus* ocorrem esparsamente e em baixíssimas porcentagens (Fig. 4).

Esta zona coincide com o terceiro agrupamento do dendrograma (Fig. 4).

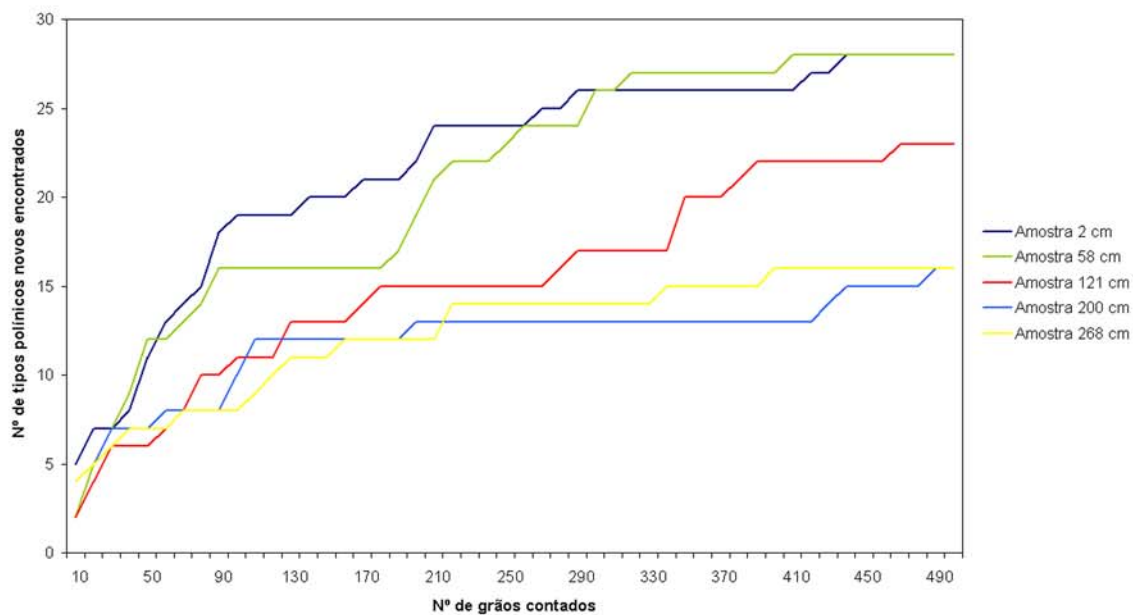
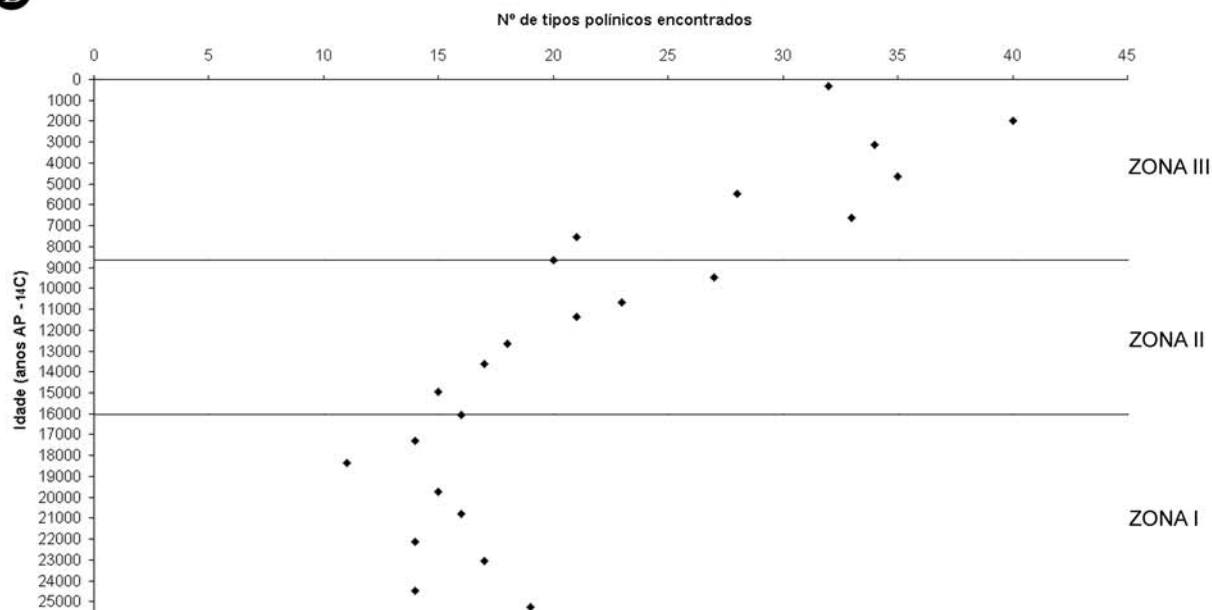
A**B**

Fig. 2. Comportamento de pólen e esporos da flora regional ao longo do perfil sedimentar, Alpes de São Francisco, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. A. Curvas de saturação (curvas de suficiência amostral) em cinco amostras (profundidades: 268 cm, 200 cm – ZONA I; 121 cm – ZONA II; 58 cm, 2 cm – ZONA III); B. Riqueza de tipos polínicos em 23 amostras analisadas ($\chi^2 = 68,192$; $p < 0,001$).

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

25000-16000 anos AP (ZONA I)

Entre 25000-16000 anos AP, no final do último estágio glacial do Pleistoceno (Pleistoceno Tardio, Fig. 3A), o Planalto leste parece ter tido um clima frio e seco, retratado numa paisagem campestre, com ausência do mosaico florestal (baixíssima representatividade de componentes florestais, Fig. 3-5). Uma baixa riqueza entre elementos da flora regional é evidente nesta fase (Fig. 2B). Os dados indicam também a existência de um corpo lacustre relativamente raso na bacia deposicional onde hoje se localiza a turfeira, com as margens já bastante pantanosas (altas frequências de Cyperaceae, de indicadores aquáticos no diagrama composto de lago × pântano herbáceo, de *Isoetes* e do total de indicadores aquáticos no diagrama de concentração, Fig. 3-5).

Ao que tudo indica, Myrtaceae e *Podocarpus lambertii*, indicadores florestais melhor representados nesta fase (mas com baixíssimas frequências, Fig. 4-5) devem, portanto, estar relacionados à vegetação mais aberta. Representantes de Myrtaceae podem ocorrer como arbustos de campo (Sobral, 2003) e de campo psamófilo (Prieto, 2000). Por outro lado, *P. lambertii* é uma espécie pioneira, encontrada também em campos e capoeiras (Backes & Irgang, 2002). Nesta fase os dois indicadores podem apontar ainda a existência de refúgios mais distantes, onde o microclima pudesse permitir a sobrevivência de espécies florestais, mesmo em condições regionais adversas. Locais de refúgios da vegetação no Planalto leste são ainda desconhecidos, mas seriam possíveis ao longo de rios e vales, ou junto à borda dos *canyons*.

Dentro do quadro geral de ambiente frio e seco, as condições ambientais tendem a oscilar para um pouco mais úmidas entre 22000-16000 anos AP. Os indicadores mostram uma vegetação um pouco desenvolvida nesta fase (aumento na concentração de indicadores de lago e pântano herbáceo, Fig. 3), o mesmo ocorrendo com a campestre (aumento na concentração, especialmente de Poaceae e Tipo *Baccharis*, Fig. 5). Os componentes de ambiente indeterminado também estão um pouco melhor representados, Fig. 5). O ambiente deposicional parece ser de menor energia, com redução na intensidade dos ventos (o teor de areia nos sedimentos passa a ser mais baixo do que o da argila).

Para o Planalto leste do sul do Brasil, apenas o trabalho realizado em Cambará do Sul por Behling *et al.* (2004) obteve resultados que podem ser comparados à fase de 25000-16000 anos AP, igualmente interpretada como correspondendo a uma paisagem campestre, relacionada a um clima frio e seco. Também para os autores, a Mata com Araucária estaria em refúgios. A oscilação para condições um pouco mais úmidas, aqui descrita, não é mencionada.

16000 – 8700 anos AP (ZONA II)

Como consequência do ressecamento geral, a partir de 16000 anos AP a vegetação como um todo parece se tornar ainda mais empobrecida local e regionalmente. Entre 14000-12500 anos AP (Final do Pleistoceno, Fig. 3B) essa tendência se acentua (concentrações muito baixas de indicadores de lago, pântano herbáceo, campo e de vários componentes de ambiente indeterminado e de fungos, Fig. 3, 5. Os indicadores arbóreos se tornam extremamente escassos, Fig. 4-5). Os dados mostram, portanto, um clima muito adverso, ainda com baixa riqueza de elementos da flora regional (Fig. 2B), compatível com ambiente frio e de semi-aridez. A vegetação lacustre parece ter sido bastante atingida pelo clima seco, diminuindo a influência de *Isoetes* (baixa concentração, Fig. 5). A palustre também sofre retração. Um lago, ao que tudo indica já colmatado e ressecado por longos períodos do ano, e a pouca vegetação de pântano parecem retratar a paisagem local (diagramas palinológicos onde os indicadores de pântano herbáceo passam a ter uma maior relevância - diagrama composto de lago × pântano herbáceo, Fig. 4). A partir daí encerra-se a fase lacustre na bacia deposicional, com a formação do pântano herbáceo. Na vegetação regional, o campo rarefeito parece ser a formação dominante, a Mata com Araucária permanecendo ainda em refúgios (Fig. 3-5).

Esta paisagem de semi-aridez (entre 16000-12500 anos AP) pode ser cronologicamente comparável às descritas nos trabalhos de Behling *et al.* (2004), Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993), todos para Cambará do Sul, Planalto Leste do Rio Grande do Sul. Fase seca, ao que tudo indica dentro desse intervalo, foi identificada também para o Rio Grande do Sul na Planície Costeira e zonas adjacentes (Grala & Lorscheitter, 2001; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2006; Lorscheitter, 1984, 1992, 1997, 2003; Lorscheitter & Romero, 1985; Neves, 1991, 1998; Neves & Lorscheitter, 1995a) e a partir de 22000 anos AP para a região oeste (Behling *et al.*, 2005; Bombin,

1976). Para a Serra Geral de Santa Catarina (14000-10000 anos AP, Behling, 1995) e para a região de Serra Campos Gerais, no Paraná (12500 anos AP, Behling, 1997), dados apontam uma vegetação dominada por campos subtropicais, onde a Mata com Araucária estaria preservada apenas no fundo dos vales, correspondendo a um clima frio e relativamente seco, o que é confirmado em Behling (1998). Outros resultados sugerem também que, no final do último estágio glacial, a paisagem no sul e sudeste do Brasil estava formada por extensas áreas de campos gramináceos subtropicais, com pequenas zonas de matas de galeria ao longo dos rios, indicando temperaturas muito mais baixas que as atuais e condições secas, sendo os sedimentos intensamente transportados pelo vento (Ab'Saber, 1977, Behling, 1998, 2002, Lichte & Behling, 1999). Em zonas ao sul do Rio Grande do Sul (Província de Buenos Aires), o final do último estágio glacial é também caracterizado por condições climáticas relativamente frias e secas ou subúmidas-secas a semi-áridas, com vegetação campestre graminácea e de estepe seca arbustiva (Prieto, 2000; Quattrocchio & Borromei, 1998). Resultados semelhantes para esta fase são encontrados também em outras regiões da América do Sul, como em Bariloche (Markgraf, 1984) e no sul da Terra do Fogo (Quattrocchio & Borromei, 1998).

Este cenário de condições frias e secas deve ter sido geral para a América do Sul no leste dos Andes durante o final do último estágio glacial (Markgraf, 1983, 1989), correspondendo a um evento de dimensões muito amplas. O principal fator determinante desta paisagem adversa, 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). Ao sul dos Andes os glaciares foram mais extensos que na atualidade nesta fase, quando a temperatura global e o nível do mar estavam mais baixos, porque eram alimentados por ventos úmidos do Pacífico (Clapperton, 1993). No Rio Grande do Sul esta influência do Anticiclone Polar Pacífico se traduziu na predominância de fortes ventos secos de sudoeste durante o ano (Bombin, 1976). 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), com a conseqüente retração da linha de costa até a atual isóbata de 110m (Kowsmann *et al.*, 1977), resultando na acentuada redução do aporte de umidade sobre a porção continental adjacente. Além disso, as correntes frias, 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).

As evidências em Alpes de São Francisco apontam uma acentuada mudança ambiental há cerca de 11000 anos AP, com o adensamento da vegetação local e regional (aumento repentino na concentração dos indicadores de lago, pântano herbáceo, campo e mata, bem como da concentração total de palinórfos, Fig. 3, e de alguns componentes de ambiente indeterminado, Fig. 5), o que também se refletiu na litologia do perfil estudado (sedimentos escuros, acentuadamente ricos em matéria orgânica a partir de 12000 anos AP, contrastando com os mais claros das fases anteriores). Os resultados, portanto, indicam mudança para um clima com alta temperatura e umidade, coincidindo cronologicamente com o fim do último estágio glacial e o início de Holoceno (Fig. 3C), entre 11000-10000 anos AP (Berglund, 1986). Cabe ressaltar também o significativo aumento da riqueza de elementos da flora regional nesta fase (Fig. 2B).

O aumento da pluviosidade deve ter acumulado água em alguns locais do pântano, onde *Isoetes* volta a vegetar, porém em pouca quantidade (pequeno aumento da porcentagem e concentração, Fig. 4-5). Bem mais marcante é o desenvolvimento da vegetação de pântano herbáceo, especialmente Cyperaceae. A presença de *Sphagnum*, um tanto destacada, certamente deve estar ligada a maior umidade ambiental (Fig. 4-5).

Contrastando com a fase semi-árida do final do último estágio glacial, o campo parece agora adensar-se rapidamente (maior representatividade do perfil sedimentar, com alta porcentagem e brusco aumento da concentração, Fig. 4-5). A paisagem da região continua sendo essencialmente campestre devido à fase ainda inicial deste melhoramento climático (diagrama composto de campo × mata, Fig. 4). A pequena expansão da mata, provavelmente migrada de refúgios, é evidente (aumento na concentração dos indicadores de mata, Fig. 3C), indicando também maior aporte de umidade no início do Holoceno.

Um padrão muito semelhante de mudanças na vegetação no começo do Holoceno foi encontrado em Cambará do Sul (Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993), corroborando um clima acentuadamente mais quente e úmido que o anterior. Maior umidade nesta fase foi também referida para a Planície Costeira e regiões adjacentes, no Rio Grande do Sul (Grala & Lorscheitter, 2001; Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2006; Lorscheitter, 1992, 1997, 2003; Neves, 1991, 1998; Neves & Lorscheitter, 1995a). Na

maioria destes trabalhos, baseados em concentração polínica de indicadores isoladamente, a concentração aumenta bruscamente nas amostras relacionadas ao início do Holoceno, evidenciando a repentina melhoria climática, não percebida tão claramente nos diagramas desdobrados de porcentagem. Para esta fase foram encontrados indícios de um aumento regional de precipitação na Serra Geral de Santa Catarina (Serra da Boa Vista, Behling, 1995), com expansão de elementos da Floresta Pluvial Atlântica e da Floresta com Araucária. Para o Paraná (Serra Campos Gerais, Behling, 1997) o início do Holoceno indica vegetação campestre desenvolvida nas terras altas e expansão de árvores da Mata Atlântica nos vales, correspondendo a um clima úmido, com possível aumento da precipitação anual, quando comparada ao 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 Holoceno até o Holoceno Médio, o que difere dos resultados obtidos pelo mesmo autor na Serra da Boa Vista (Behling, 1995).

Evidências de aumento de temperatura e umidade no início do Holoceno foram também detectadas para o sudoeste da Província de Buenos Aires e sul da Terra do Fogo (Quatrocchio & Borromei, 1998). A mudança de estepe seca para campos gramíneos úmidos e a rápida evolução para ambientes brejosos no início do Holoceno também sugerem mudanças ambientais, com clima sub-úmido a úmido para as planícies do Pampa, na região leste da Argentina (Prieto, 2000). Acréscimo nas condições de umidade no início do Holoceno foi também detectado para o nordeste dos Pampas da Argentina (Prieto *et al.* 2004) e para região nordeste das florestas temperadas de *Nothofagus*, com elevação das precipitações (Markgraf, 1984). Melhoria climática no início do Holoceno é referida igualmente para o sudoeste da Patagônia, regiões subantárticas, temperadas e de ambientes áridos da Argentina (Mancini, 2002; Markgraf, 1983), sugerindo um evento climático geograficamente amplo.

O fator determinante desta melhoria climática parece ter sido a drástica mudança no padrão de circulação das massas de ar no Cone sul há cerca de 10000 anos AP, a partir de então com o domínio do Anticiclone Polar Atlântico sobre o Anticiclone Polar Pacífico (D'Antoni, 1983).

Há, no entanto, resultados climáticos distintos para o início do Holoceno no sul do Brasil: 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, que perdurou até cerca de 5000 anos AP, com o começo da expansão das matas de

galeria (São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul, Behling *et al.*, 2005); estação seca anual de duração mais longa no sul e sudeste do Brasil (Behling, 1998); clima quente e seco entre 10000-2900 anos AP (Morro da Igreja e Serra do Rio do Rastro, Santa Catarina), contraditoriamente à expansão da Mata Pluvial Atlântica neste intervalo (Serra da Boa Vista), Behling (1995).

Ao examinar os diagramas palinológicos de Behling *et al.* (2004) percebe-se, no entanto, o aumento repentino e acentuado de esporos de *Blechnum cf. imperiale* no início do Holoceno, há cerca de 10000 anos AP, e a acumulação de sedimentos escuros, ricos em matéria orgânica, que os autores reconheceram ser compatível com um ambiente de turfeira. Portanto, mais relacionado a um clima úmido. Por outro lado, *Phaeoceros laevis*, típico de solos úmidos (Menéndez, 1962), foi utilizado pelo autor para inferir solos ressecados ao redor da turfeira, sugerindo clima quente e seco (ao invés de quente e úmido) para o início do Holoceno. Também o exame dos diagramas de Behling *et al.* (2005) evidencia uma marcante concentração total de palinomorfos há cerca de 10000 anos AP, compatível com uma brusca melhoria climática relacionada a um ambiente quente e úmido, e não a quente e seco. No entanto, a falta de diagramas individualizados de concentração no referido trabalho não permite uma melhor comparação de resultados.

Como anteriormente discutido, os resultados em Alpes de São Francisco estão de acordo com as várias informações já obtidas em distintos locais do Cone Sul, referindo aumento de temperatura e umidade para o início do Holoceno, ao que tudo indica devido às mudanças no sistema de circulação atmosférica na América do Sul. Portanto, sugere-se re-avaliação dos resultados que inferem clima quente e seco para esta fase no sul do Brasil. Ao analisar o trabalho de Behling (1995), Ybert *et al.* (2001) também sugere uma re-interpretação dos resultados obtidos 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 corresponder a um clima quente e úmido. 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 começam a se tornar menos úmidas e, a partir de 9700-8700 anos AP, dados apontam para um clima quente e seco (Holoceno Médio, Fig. 3D). Há rápida retração da vegetação como um todo, que se torna muito acentuada (baixas concentrações de indicadores de lago, pântano herbáceo, campo e mata, bem como da concentração total, Fig. 3, e baixa

concentração dos palinomorfos de ambiente indeterminado, Fig. 5). A riqueza de elementos da flora regional diminui (Fig. 2B). O pântano herbáceo parece estar cercado agora por um campo rarefeito, e a mata encontra-se retraída em seus refúgios (diagrama composto de campo × mata, Fig. 4).

8700 anos AP - Atualidade (ZONA III)

A fase quente e seca entre 9700-8700 anos AP parece prolongar-se até cerca de 6500 anos AP (Holoceno Médio, Fig. 3D). Um aumento de temperatura pode também ser inferido para esta fase (significativa elevação da concentração de fungos em torno de 7500 anos AP, Fig. 5), provavelmente originados no solo local com alguma umidade).

Resultado semelhante (grande retração de indicadores de campo) foi também encontrado em Cambará do Sul, embora sem uma cronologia detalhada (Roth & Lorscheitter, 1993). Fase quente e seca, entre 7500-4000 anos AP, foi também registrada para o Planalto do Rio Grande do Sul, em São Francisco de Paula (Behling *et al.*, 2001), com escassa preservação polínica nos sedimentos. Evidências apontam também clima quente e seco entre 7000-5000 anos AP na Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul (Leal, 2005; Leal & Lorscheitter, 2006). Todos os demais trabalhos para regiões montanhosas do sul do Brasil (Behling, 1995, 1997; Behling *et al.* 2001, 2004) e para oeste do Rio Grande do Sul (Behling *et al.* 2005) referem-se a um clima de certo modo quente e seco ao longo do Holoceno, com duração variável. Por outro lado, a grande transgressão marinha holocênica que atingiu a Planície Costeira entre 8000-4000 anos AP devido ao aumento de temperatura global, destruiu a vegetação e impossibilitou o registro mais preciso das condições de umidade para o Litoral neste intervalo (Lorscheitter, 2003). Mais informações sobre o clima da enorme área do Cone sul ainda são escassas para esta fase e podem variar de acordo com a compartimentação geográfica, embora algum paralelo já possa ser traçado (ex: 8000-6000 anos AP, sudeste dos Andes: seco e árido, Markgraf & Bradbury, 1982; 8500-7000 anos AP, Bariloche: retorno às condições de estepe e florestas rarefeitas, Markgraf, 1984).

Os resultados ora obtidos em Alpes de São Francisco apontam nítida distinção entre a fase quente e úmida do início de Holoceno (em torno de 11000-10000 anos AP) e a posterior quente e seca (entre 9700-6500 anos AP). Parece interessante, portanto, um aprofundamento das informações já obtidas para o sul do Brasil em relação a essas

duas fases, com mais trabalhos que usem concentração polínica de indicadores de modo individualizado, já que diagramas desdobrados apenas de porcentagem podem, muitas vezes, não refletir com clareza as mudanças vegetacionais.

A partir de 6500 anos AP os dados indicam uma volta progressiva e acentuada das condições de umidade à região do Planalto leste. A vegetação local de pântano herbáceo e a regional de campo e mata iniciam seu desenvolvimento e, há cerca de 5000-4000 anos AP (Holoceno Médio, Fig. 3E), esta situação parece bem clara (maiores concentrações de indicadores de lago, pântano herbáceo, campo e mata, bem como da concentração total, Fig. 3, e de componentes de ambiente indeterminado, Fig. 5). A riqueza de elementos da flora regional aumenta muito nesta fase. O clima quente, úmido e de maior pluviosidade, em torno de 5000-4000 anos AP, está relacionado ao “*optimum*” climático, evento de caráter global (Berglund, 1986). Portanto, coincidente com outros resultados já obtidos para o sul do Brasil. O máximo transgressivo sobre a Planície Costeira nesta fase ultrapassou a atual linha de costa (Kowsmann *et al.*, 1977; Villwock & Tomazelli, 1998), destruindo a vegetação litorânea (Cordeiro, 1991; Cordeiro & Lorscheitter, 1994; Lorscheitter, 2003; Lorscheitter & Dillenburg, 1998; Neves, 1998; Prieto *et al.* 1999; Werneck & Lorscheitter, 2001). Ao contrário, a proximidade do mar deve ter favorecido a vegetação do Planalto leste do Rio Grande do Sul através do maior aporte de umidade regional.

Nesta fase quente e úmida, a vegetação do pântano em Alpes de São Francisco se adensa (altas concentrações de *Osmunda*, *Blechnum cf. imperiale*, e Tipo *Sphagnum recurvum*, Fig. 5), com a presença de algas nos locais mais encharcados (maiores concentrações de *Zygnema* e *Pseudoschizaea rubina*, Fig. 5). A expressiva presença de *Sphagnum* entre 5000-4000 anos AP (maiores índices em porcentagem e concentração de todo o perfil, Fig. 4-5) indica a transformação do pântano herbáceo em uma turfeira desenvolvida. A mata já parece um pouco mais destacada na paisagem regional entre 6000-5000 anos AP (diagrama composto de campo × mata, Fig. 4), com o acréscimo de plantas arbóreas pioneiras (*Myrsine*, *Alchornea triplinervia*, *Trema micrantha* e Myrtaceae, Fig. 4-5), além de elementos de ambientes úmidos (Cyatheaceae).

O desenvolvimento da vegetação em Alpes de São Francisco prossegue gradualmente. Há cerca de 3000 anos AP (Holoceno Tardio, Fig. 3F), a pluviosidade parece aumentar ainda mais, resultando em condições climáticas provavelmente mais úmidas à região (altas concentrações de indicadores de campo, mata e pântano herbáceo, Fig. 3, 5). A vegetação do pântano herbáceo apresenta sua maior expansão

nesta fase (alta concentração, Fig. 3), embora com acentuada regressão de *Sphagnum*, provavelmente devido à competição por espaço com as demais espécies palustres e pela invasão de espécies de Poaceae campestres. Plantas de hábito preferencialmente aquático são, ao contrário, inexpressivas no local (diagrama composto de lago × pântano herbáceo, Fig. 4). Os campos parecem ter sido favorecidos por essa melhoria climática (alta concentração, Fig. 3). No entanto, Tipo *Baccharis* (o indicador campestre com maior concentração há cerca de 3000 anos AP, Fig. 5), pode estar nesse caso parcialmente ligado a espécies arbustivas de um estágio intermediário de sucessão entre campo e mata. A vegetação florestal claramente se expande sobre o campo (maior frequência registrada no perfil, Fig. 3-5, já agora com aumento da porcentagem e concentração de típicos elementos formadores da Mata com Araucária, como *Araucaria angustifolia*, *Dicksonia sellowiana*, *Drimys brasiliensis*, *Ilex* e *Podocarpus lambertii*). Este resultado há cerca de 3000 anos AP sugere, além do aumento da umidade, uma certa redução de temperatura no Planalto leste após o “*optimum*” climático, que pode ter contribuído para a expansão da Mata com Araucária. Nesta fase, há uma alta riqueza de elementos da flora regional, a maior dos últimos 25000 anos (Fig. 2B). Cabe ressaltar que a riqueza de tipos polínicos não reflete diretamente a riqueza da flora pretérita devido à heterogeneidade no nível de identificação taxonômica em paleopalinologia, como já mencionado por Pillar (2006). Isso reside na dificuldade de determinação, também devida à grande semelhança morfológica de grãos em distintos táxons (ex: Poaceae, Myrtaceae e algumas tribos de Asteraceae). Apesar da riqueza da paleoflora ficar assim subestimada, pode constituir uma informação valiosa a ser considerada, uma vez que todas as amostras são submetidas ao mesmo tratamento e que se tenha presente essa limitação metodológica.

Os diagramas de porcentagem, após 3000 anos AP até a atualidade, mostram um aumento acentuado dos indicadores de mata sobre os de campo em Alpes de São Francisco (Fig. 4), porém ambos diminuem, de modo significativo, nos diagramas de concentração (Fig. 3, 5), o que sugere o declínio da Mata com Araucária na paisagem regional após 3000 anos AP. Embora *A. angustifolia*, pela baixa dispersão polínica (Caccavari, 2003), se mantenha com valores praticamente inalterados nos diagramas nos últimos 3000 anos, os outros componentes da Mata com Araucária decrescem sensivelmente a concentração até os dias atuais, como *Dicksonia sellowiana*, *Ilex* e demais componentes florestais. Retração de componentes de campo e de pântano herbáceo são também bastante notáveis após 3000 anos AP, em especial nos diagramas

de concentração (Fig. 3, 5), onde *Sphagnum recurvum*, ao contrário, se mantém em frequência baixa. Na atualidade, populações desta espécie encontram-se completamente recobertas por Poaceae em muitos locais da turfeira, evidenciando seu franco declínio. A riqueza de elementos da flora regional diminui também após 3000 anos AP (Fig.2B).

A regressão da paisagem do Planalto leste como um todo após 3000 anos AP pode ser devida ao aumento de temperatura global e à ação antrópica regional, através do fogo, do extrativismo (ex: *A. angustifolia*, *Dicksonia sellowiana*) e das extensas plantações de *Pinus* L. Este aumento da temperatura pode ser inferido pela elevação da frequência de fungos nos diagramas em direção aos dias atuais, provavelmente de origem no solo local úmido (Fig. 4-5).

Pesquisa recente em *A. angustifolia* de Santa Catarina e Misiones (Argentina), mostrou uma nítida redução no número de sacos polínicos nos microsporófilos e também redução do número de microsporófilos nos cones masculinos quando a temperatura regional é mais elevada que a média em seu mês de formação, resultando na menor produção de sementes. Assim, ficaria demonstrada a sensibilidade reprodutiva de *A. angustifolia* ao aumento de temperatura global (Marta Caccavari, comunicação pessoal), o que pode também estar acontecendo com outras espécies da Mata com Araucária e do campo do Planalto leste. O aumento da temperatura na atualidade pode ser também notado em toda a zona de contato da Mata com Araucária com as matas latifoliadas vizinhas, especialmente no oeste, com expansão e infiltração lenta desses elementos florestais, que levam ao completo extermínio de vastas áreas de pinhais (Reitz & Klein, 1966). Soma-se a isso a menor possibilidade de dispersão das pesadas sementes de *A. angustifolia*, quando comparada a das espécies mais agressivas das florestas tropicais, possuidoras de sementes pequenas e leves, muitas de fácil disseminação e adaptadas a variados níveis de luminosidade (Backes, 1988). Seguindo este raciocínio, o avanço da *A. angustifolia* como pioneira sobre o campo, observada na atualidade (Reitz & Klein, 1966), poderia estar sendo prejudicado pela elevação da temperatura. Na Planície Costeira, esta elevação a partir dos 3000 anos AP e a alta umidade parecem ter, ao contrário, favorecido a Mata Atlântica como um todo, propiciando sua expansão (Lorscheitter, 2003), limitada apenas pelo fator antrópico.

Não se observaram nos diagramas de Alpes de São Francisco, nem nos diagramas dos demais trabalhos palinológicos do sul do país (anteriormente mencionados), fases secas após 5000 anos AP, como acontece em outras regiões do Brasil (latitudes iguais ou inferiores a 20°S), o que sugere eventos do tipo *El Niño* para

esse intervalo (Martin *et al.* 1991), com maior pluviosidade no sul do Brasil, onde as condições úmidas dos últimos milênios seriam mantidas (Ybert *et al.* 2001). Por outro lado, a presença de *A. angustifolia* está condicionada por um ciclo hidrológico com alternância de um período chuvoso com um período mais seco, para induzir o seu ciclo reprodutivo (Backes, 1988). A umidade permanente no Planalto é então amenizada, durante alguns meses, pela temperatura mais baixa, que influi no balanço hídrico dos vegetais. *A. angustifolia* está condicionada a 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). Portanto, o aumento da média anual de temperatura pode alterar, drasticamente, o ciclo reprodutivo desta planta, propiciando o avanço da mata latifoliada vizinha.

A retração drástica da formação campestre nos diagramas de concentração após 3000 anos AP (Fig. 3) pode estar ligada igualmente à perda da capacidade reprodutiva, neste caso devido à elevação da temperatura e/ou pluviosidade regional. Segundo Rambo (2000) o campo atual do Planalto leste não passa de uma relíquia vegetacional de um passado geológico bem mais seco, estando em desequilíbrio com as condições climáticas da atualidade. A regressão do campo pode ter sido também exacerbada pelos fatores antrópicos.

O progressivo aporte de umidade regional a partir dos 6500 anos AP, detectado em Alpes de São Francisco, parece ser coincidente com os resultados da palinologia do perfil da turfeira de Cambará do Sul (Itaimbezinho) para o Holoceno Tardio, embora a ausência de datações e a menor expressão de componentes arbóreos não tenham permitido uma análise mais acurada do comportamento da Mata com Araucária nesta fase (Roth, 1990; Roth & Lorscheitter, 1993). Também para o Itaimbezinho, os diagramas de concentração indicam componentes de campo e pântano herbáceo muito reduzidos junto ao topo do perfil, onde a influência de *Sphagnum* é coincidentemente bem menor indicando, do mesmo modo, uma turfeira pós-clímax.

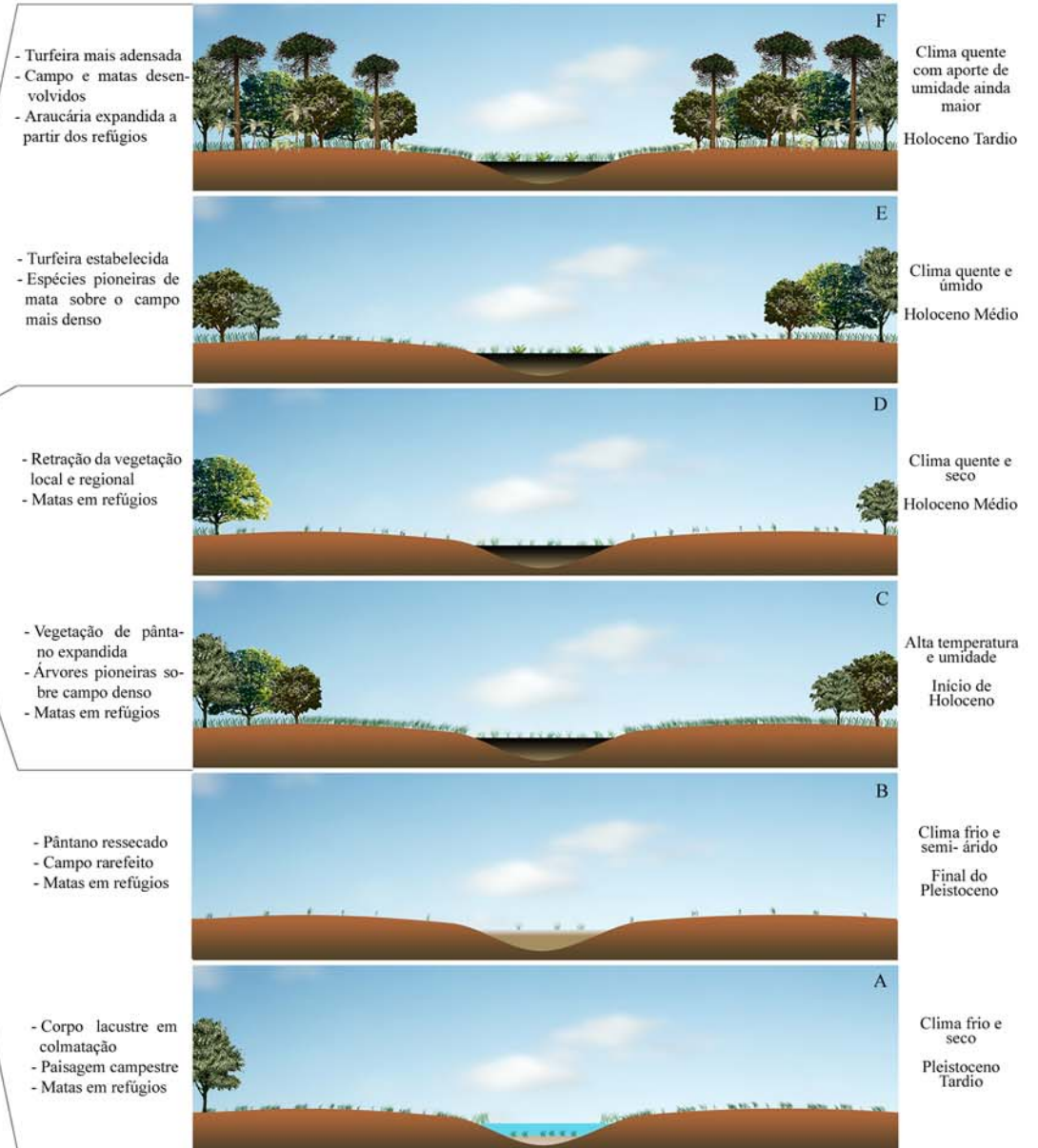
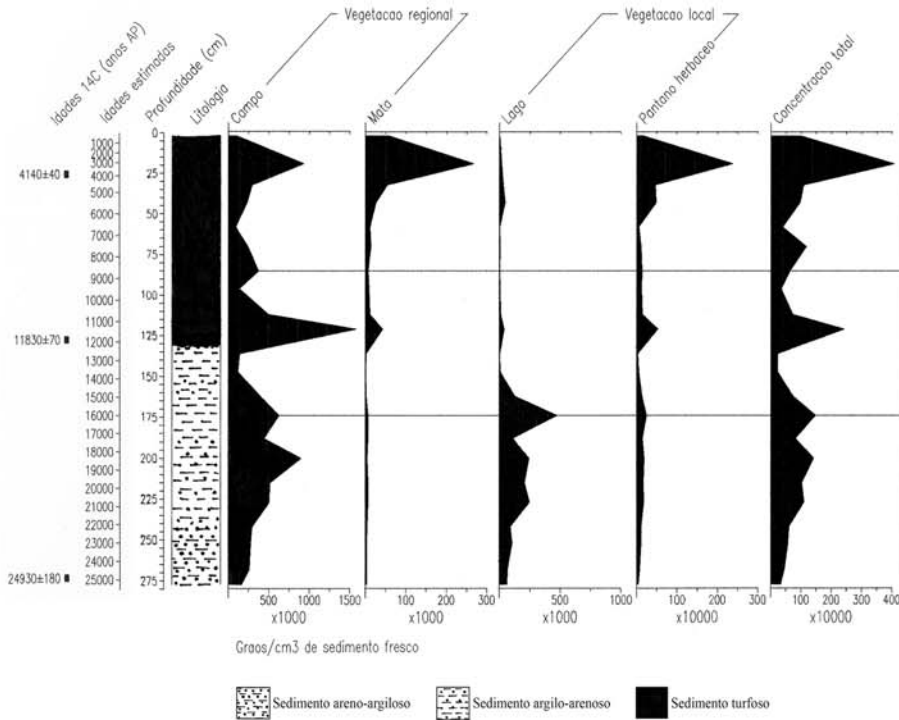
Demais pesquisas palinológicas, em distintos locais do sul do Brasil, apontam aumento das condições de umidade no Holoceno Tardio. No Planalto leste do Rio Grande do Sul (São Francisco de Paula, Behling *et al.*, 2001) estudo sugere maior aporte de umidade após 4000 anos AP, com expansão da Mata com Araucária a partir do último milênio e da *A. angustifolia* desde 850 anos AP. Também para o Planalto leste (Cambará do Sul, Behling *et al.* 2004) outra pesquisa detecta a migração da Mata com Araucária desde os refúgios a partir de 4320 anos cal AP e expansão sobre o campo

há 1100 anos cal AP, refletindo fase de maior umidade, sem marcante estação seca anual. Para regiões altas da Serra Geral de Santa Catarina e Paraná, a fase úmida do Holoceno Tardio foi apontada a partir de aproximadamente 2900 anos AP (Behling, 1995, 1997).

Como se pode observar, os resultados palinológicos obtidos em Alpes de São Francisco são coincidentes com os demais realizados em áreas serranas do sul do Brasil quanto ao aumento de umidade e conseqüente expansão da Mata com Araucária no Holoceno Tardio. As distintas cronologias para o início desta fase úmida certamente são devidas às diferenças regionais, como a compartimentação geográfica, que influi no clima local. Cabe destacar, no entanto, que esses trabalhos concluem pela clara expansão da Mata com Araucária até os dias atuais, como se observa nos diagramas de porcentagem de Alpes de São Francisco, embora a frequência dos componentes desta mata esteja reduzida em quase todos os diagramas de porcentagem desses mesmos trabalhos (Behling, 1995, 1997, Behling *et al.* 2001, 2004). Por outro lado, não há concentração polínica em Behling (1995) e, nos demais trabalhos, é apresentada apenas a concentração total dos palinomorfos de cada amostra, que diminui consideravelmente em direção ao topo dos perfis. Além disso, a falta de diagramas individualizados de concentração polínica nesses resultados (incluindo também somatório dos elementos de mata) impede a comparação com os de Alpes de São Francisco quanto à fase de acentuada retração da Mata com Araucária nos últimos milênios, aqui observada. Sugere-se, portanto, novas pesquisas nas porções serranas do sul do Brasil, usando também diagramas individualizados de concentração, para melhor elucidar a questão sobre a dinâmica da relação Mata com Araucária × campo nos últimos 3000 anos. Esta análise histórica permite a compreensão fitogeográfica atual, fornecendo subsídios ao monitoramento ambiental e à preservação dos ecossistemas de altitude do sul do Brasil.

Fig. 3. ALPES DE SAO FRANCISCO – Síntese da dinâmica da vegetação durante o Quaternário Tardio

Diagramas de concentração - Somatório dos principais indicadores, incluindo todos os componentes de cada grupo. A-F. Representação dos principais paleoambientes associados.



CONCLUSÕES

A palinologia de sedimentos na turfeira de Alpes de São Francisco, São Francisco de Paula, permitiu reconstituir os paleoambientes do Planalto leste desde 25000 anos AP, levando às seguintes conclusões:

- A quantidade de palinomorfos encontrados (10 fungos, 6 algas, 3 briófitos, 16 pteridófitos, 2 gimnospermas, 75 angiospermas e 4 palinomorfos outros, num total de 116 palinomorfos), mostra o potencial desses sedimentos em análises paleoambientais. Deste total, nove são citações novas para o Quaternário do Rio Grande do Sul: Tipo *Spirotremesporites multiplex* Dueñas, Tipo *Sphagnum recurvum* P. Beauv., Tipo *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd., Tipo *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm., megásporos de *Isoetes* L., Tipo *Iresine* P. Browne, *Bauhinia forficata* subsp. *pruinosa* (Vogel) Fortunato & Wunderlin, *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & Juss.) Radlk. e Tipo *Evolvulus* L.
- O final do último estágio glacial do Pleistoceno, entre 25000-12500 anos AP, foi caracterizado por um clima frio e seco para o Planalto leste, com predomínio do campo, estando a Mata com Araucária restrita a refúgios. As evidências sugerem um lago no local onde atualmente se localiza a turfeira. Este clima flutuou para um pouco mais úmido entre 22000-16000 anos AP e, a partir daí, para semi-árido, entre 16000-12500 anos AP;
- Há cerca de 11000 anos AP, com o início do Holoceno, uma grande melhoria climática é evidenciada, com aumento da temperatura e umidade. Esta melhoria propicia um amplo desenvolvimento do campo e uma pequena expansão da mata desde os refúgios. Localmente, o pântano herbáceo se expande sobre o antigo lago, já colmatado;
- Há cerca de 9700 anos AP, dados sugerem um recrudescimento climático, com um clima quente e seco, que se prolonga até cerca de 6500 anos AP. A vegetação se retrai, confinando a mata em refúgios. O pântano herbáceo, agora pouco desenvolvido, volta a ser cercado por um campo rarefeito.
- Um melhoramento gradativo do clima parece se dar a partir de 6500 anos AP. A maior pluviosidade e alta umidade ambiental adensa o campo e dá início à migração da mata desde os refúgios, o que fica bem definido entre 5000-4000 anos AP, correspondendo ao “*optimum*” climático. A expressiva presença de

Sphagnum nesta fase evidencia a transformação do pântano herbáceo em uma turfeira desenvolvida;

- Os dados sugerem condições climáticas ainda mais úmidas há cerca de 3000 anos AP, desenvolvendo a vegetação do campo e da turfeira, porém já indicando menor expressão de *Sphagnum*, provavelmente devido à competição com outras espécies, em especial espécies de Poaceae invasoras. Típicos elementos da Mata com Araucária começam a se expandir sobre o campo, indicando possível redução de temperatura em um ambiente muito úmido. Fica assim, mais uma vez, evidenciado o caráter geologicamente jovem da expansão da Mata com Araucária, que resultou na paisagem atual, e a ausência de fases secas após 5000 anos AP;
- Após 3000 anos AP dados de concentração polínica sugerem menor expressão da vegetação local e regional como um todo, inclusive da Mata com Araucária, o que pode ser devido ao aumento global de temperatura e a fatores antrópicos diversos como extrativismo, fogo e extensas plantações de *Pinus*;
- Os resultados obtidos são concordantes 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, as oscilações do nível do mar e os eventos do tipo “*El Niño*”. 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 da concentração polínica de indicadores individualizados mostrou-se muito relevante nas interpretações, levando a resultados mais precisos. Discrepâncias com alguns outros resultados obtidos para o sul do Brasil, que indicam clima adverso no início do Holoceno e expansão da Mata com Araucária após 3000 anos AP, podem estar relacionadas, entre outras causas, à ausência de concentração polínica de indicadores individualizados;
- Maior número pesquisas palinológicas, incluindo também diagramas desdobrados de concentração, poderá aprofundar o conhecimento dos processos históricos dos últimos milênios, que resultaram na paisagem atual do Planalto leste. Este conhecimento pode subsidiar, com eficácia, programas de preservação e monitoramento ambiental dessa importante região, tão duramente alterada na atualidade.

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*. 4ª ed., John Wiley & Sons Inc., New York. 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, P.R. 1996. *Algumas plantas trepadeiras nativas do RGS com potencial de uso paisagístico - ênfase na família Bignoniaceae*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 79 p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2002. *Árvores do Sul*. Guia de identificação & Interesse ecológico. Instituto Souza Cruz, Porto Alegre. 326 p.
- BARROSO, G.M., GUIMARÃES, E.F., ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G., PEIXOTO, A.L. & LIMA, H.C. 1978. *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Vol. 1. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro. 255 p.
- BARROSO, G.M., GUIMARÃES, E.F., ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G., PEIXOTO, A.L. & LIMA, H.C. 1991a. *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Vol. 2. Imprensa Universitária - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 377 p.
- BARROSO, G.M., GUIMARÃES, E.F., ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G., PEIXOTO, A.L. & LIMA, H.C. 1991b. *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Vol. 3. Imprensa Universitária - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 326 p.
- BARTH, O.M. 1971. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional. X. Complemento à parte VII: *Cuphea* (Lytraceae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 69 (1): 93-105.
- BASTOS, N.R. & MIOTTO, S.T.S. 1996. O Gênero *Vicia* L. (Leguminosae-Faboideae) no Brasil. *Pesquisas - Botânica*, 46: 85-180.
- 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., 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., 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*. John Wiley & Sons, New York. 869 p.
- BOLD, H.C., ALEXOPOULOS, C.J. & DELEVORYAS, T. 1987. *Morphology of Plants and Fungi*. 5^a ed., Harper & Row Publishers, New York. 912 p.
- BOLDRINI, I.I., LONGHI-WAGNER, H.M. & BOECHAT, S.C. 2005. *Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses*. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre. 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 conteúdoossilífero e a pedogênese pós-deposicional. *Comunicações do Museu da PUCRS*, 15: 1-90.
- BURKART, A. 1979. Leguminosas Mimosoideas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-299.
- CACCAVARI, M.A. 2003. Dispersión del polen em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2): 135-138.
- CHRISTOPHER, R.A. 1976. Morphology and taxonomy status of *Pseudoschizea* Thiergart and Frantz ex R. Potonié emend. *Micropaleontology*, 22(2): 143-150.
- CLAPPERTON, C.M. 1993. Nature of environmental changes in South América 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*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 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. & LORSCHREITER, 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*. Columbia University Press, New York. 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. V. 1, gêneros de A-G. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-345.
- DUEÑAS, H. 1979. Estudio palinológico de los 35 mts. superiores de la seccion Tarragona, Sabana de Bogotá. *Caldasia*, XII(60): 539-571.
- EDWIN, G. & REITZ, 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*. The Ronald Press Company, New York. 151 p.
- ERDTMAN, G. 1969. *Handbook of Palynology*. Hafner Publishing Co., U.S.A. 486 p.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. John Wiley & Sons, New York. 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 – Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 18(42): 1-72.
- GIRARDI-DEIRO, A.M. 1975. Meliaceae. *Boletim do Instituto Central de Biociências – Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 33(33): 1-64.
- 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*. The University of Arizona Press, U.S.A. 167 p.
- HOOGHMESTRA, H. 1984. *Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3,5 million years*. Vezduz, Strauss & Cramer, Amsterdam. 368 p.
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica*. Ed. Polígono, São Paulo. 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.
- IRGANG, B.E. 1974. Umbelliferae. *Boletim do Instituto de Biociências - Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 32(2): 1-86.
- JOLY, A.B. 2002. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 13ª ed. Editora Nacional, São Paulo. 777 p.
- KIRK, P.M., CANNON, P.F., DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2001. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi*. 9th ed., CAB Internacional, Cambridge. 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. & LORSCHREITER, M.L. 2006. Plant succession in a forest of the Northeast Inferior Slope of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and the Holocene palaeoenvironments on the adjacent low areas, Southern Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, 20(4), (aceito).

- 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: *Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica*, 1984 (M.F. Silva, coord.). SBB, Manaus, 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.

- LORSCHAITTER, 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.
- LORSCHAITTER, 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.
- LORSCHAITTER, 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 – Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 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, M.K., OLIVEIRA, P., OLIVEIRA-FILHO, A.T., LOZANO-GAR´CIA, S., HOOGHMESTRA, 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. In: Chronostratigraphic subdivision of the Holocene. Ed: Mangerud, J; Birks, H.J.B. and Jäger, K.D. *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. 1975. Ericáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-63.

- 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.
- MATTERI, C.M. 1987. Esporas de hongos em capsulas de *Sphagnum magellanicum* de Tierra del Fuego. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*, 10: 6.
- 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*. Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, 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. & BAPTISTA, L.R.M. 1996. Relações biogeográficas da tribo *Mutisieae* Cass. (Asteraceae), sensu Cabrera, no Rio Grande do Sul. *Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia (PUCRS)*, 2(1): 49-152.
- 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*. Edidora da Universidade - UFRGS, Porto Alegre, p. 54-91.
- MOORE, P.D., WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 216 p.
- 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*. 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, palinómorfs 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. & LORSCHHEITTER, 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. & LORSCHHEITTER, 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. & LORSCHHEITTER, 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. & LORSCHHEITTER, 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. & LORSCHHEITTER, M.L. 1997. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Resumos Expandidos do VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, Curitiba, p. 341-344.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2ª ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 421 p.
- PAZ, J. & IRGANG, B.E. 2006. Levantamento florístico em uma turfeira em São Francisco de Paula, RS. *Caderno de Pesquisas UNISC* (aceito).
- PILLAR, V.D. 2006. Análise da diversidade: conceitos, métodos e aplicações. In: *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*. Mariath, J.E.A. & Santos, R.P. (orgs.). SBB, Porto Alegre, p. 364-368.
- PIRE, S.M., NA.ZÓTEGUI, 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. EUDENE-UNNE, Buenos Aires. 143 p.
- PIRE, S.M., ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 2001. *Flora Polínica del Nordeste Argentino*. Vol. 2. EUDENE-UNNE, Chaco. 172 p.
- PORTO, M.L. 1974. Cucurbitaceae. *Boletim do Instituto Central de Biociências – Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 31(31): 1-64.

- 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 *O Quaternário e o Meio Ambiente, Anais do VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA*. Porto Seguro.
- PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & THOMAS, A.LE. 1999. Glossary of Pollen and Spore Terminology. Second edition revised by Peter Hoen, *LPP Contribution Series*. <<http://www.bio.uu.nl/~palaeo/glossary/glos-int.htm>>.
- 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. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. *Sellowia*, 3: 7-39.
- RAMBO, B. 1953. História da flora do planalto rio-grandense. *Sellowia*, 5(5): 185-232.
- RAMBO, B. 1956. A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. *Sellowia*, 7: 235-298.
- RAMBO, B. 2000. *A fisionomia do Rio Grande do Sul – ensaio de monografia natural*. 3ª ed (reedição). Ed. UNISINOS, São Leopoldo. 473 p.
- REGO, S.C.A. 1988. *Alismataceae Ventenat no Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 120 p.
- REITZ, P.R. 1968. Sapotáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-72.
- REITZ, P.R. 1980. Sapindáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-160.
- REITZ, P.R. 1984. Tifáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-16.
- REITZ, P.R. & KLEIN, R.M. 1966. Araucariáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-62.

- REITZ, P.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 sediments 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. & LORSCHREITER, 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*. Missouri Botanical Garden, USA. 270 p.
- ROUND, F.E. 1973. *The Biology of the Algae*. 2ª ed., Edward Arnold Limited, London. 278 p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291 p.
- SCHÜßLER, A., SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research*, 105(12): 1413-1421.
- SCHULTZ, A.R. 1984. *Introdução ao estudo da botânica sistemática*. Vol. 2. Editora Globo, Porto Alegre. 414 p.
- SEHNEM, A. 1968. Blechnáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-90.
- SMITH, G.M. 1987. *Botânica criptogâmica*. Vol. 2. 4ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 386 p.
- SMITH, L.B., DOWNS, R.J. & KLEIN R.M. Euforbiáceas. 1988. *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 1-408.
- SOBRAL, M. 1999. Valerianaceae. *Boletim do Instituto de Biociências - Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul*, 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 das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 640 p.

- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13(4): 615-621.
- 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. 1-20.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. *Ferns and Allied Plants*. Springer-Verlag Inc, New York. 857 p.
- VAN GEEL, B. 1978. A paleoecological study of Holocene peat bog section in Germany and the Netherlands. *Review of palaeobotany and palynology*, 25: 1-120.
- VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1977. Zygnemataceae 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 Península*, 11: 283-296.
- VON ARX, J.A. 1974. *The genera of fungi sporulating in pure cultura*. A.R. Gantner - Verlag K.G., Vaduz. 315 p.
- WERNECK, P.B. & LORSCHUITTER, 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: *Boletim de Resumos do Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA*, Mariluz, p. 405-406.
- WINGENROTH, M. & HEUSSER, C.J. 1983. *Pollen of the High Andean Flora*. IANIGLA, Mendoza. 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*. Office de La Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, France. 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.