

Palinomorfos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil¹

ADRIANA LEONHARDT^{2,3} e MARIA LUISA LORSCHHEITTER²

(recebido: 2 de fevereiro de 2006; aceito: 30 de setembro de 2006)

ABSTRACT – (Palynomorphs of the sedimentary profile of a bog, São Francisco de Paula, Eastern Plateau of Rio Grande do Sul, southern Brazil). This paper aims at giving basic reference material to the study of plant succession in the Quaternary Brazilian southern plateau. Therefore, it presents the palynological analysis of 22 samples, taken along one sedimentary profile of 286 cm, in a bog of Rio Grande do Sul Eastern Plateau, corresponding approximately to the last 25000 years. The chemical processing of the samples followed the conventional method and the analysis was made by light microscopy. Palynomorphs corresponding to 10 fungi, 6 algae, 3 bryophytes and 16 pteridophytes were examined. The material, especially spores, is described and illustrated. The descriptions are accompanied, whenever possible, by ecological data of the original organism.

Key words - cryptogams, palynology, Quaternary, southern Brazil, taxonomy

RESUMO – (Palinomorfos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil). O trabalho tem como objetivo fornecer material de referência básico para o estudo de sucessão vegetal no Quaternário do Planalto Sul-brasileiro. Para tanto, apresenta a palinologia de 22 amostras, retiradas ao longo de um perfil sedimentar de 286 cm, em uma turfeira do Planalto Leste do Rio Grande do Sul, correspondendo aproximadamente aos últimos 25.000 anos. O processamento químico das amostras seguiu o método convencional e a análise foi feita em microscopia fotônica. Foram examinados palinomorfos correspondentes a 10 fungos, 6 algas, 3 briófitos e 16 pteridófitos. O material, especialmente esporos, é descrito e ilustrado. As descrições são acompanhadas, sempre que possível, de dados ecológicos do organismo de origem.

Palavras-chave - criptógamos, palinologia, Quaternário, Sul do Brasil, taxonomia

Introdução

O estudo de sucessão vegetal permite o conhecimento dos processos envolvidos na gênese das formações vegetais e, assim, a melhor compreensão da dinâmica e das tendências naturais da vegetação e clima, importantes em monitoramento ambiental. Como pólen, esporos e outros palinomorfos refletem na morfologia a espécie de origem, a palinologia de perfis sedimentares, aliada a datações radiométricas, fornece uma das principais ferramentas a este estudo. Para tanto, a prévia identificação dos palinomorfos contidos nos sedimentos é necessária, o que torna de grande valia os catálogos palinológicos de referência, tanto da flora atual quanto do material sedimentar.

A dinâmica da mata com Araucária no Holoceno e a gênese das turfeiras do Planalto do Rio Grande do Sul tem despertado a atenção de muitos pesquisadores,

preocupados com a preservação desses ecossistemas, mas ainda são escassos os trabalhos sobre palinologia de sedimentos da região, envolvendo sucessão vegetal (Roth & Lorscheitter 1993, Behling *et al.* 2001, 2004).

Visando contribuir para o desenvolvimento dos estudos de sucessão vegetal no Planalto Leste do Sul do Brasil, é apresentada aqui a primeira parte da análise palinológica qualitativa de um perfil sedimentar, em uma turfeira atual do Município de São Francisco de Paula, abrangendo palinologia de fungos, algas, briófitos e pteridófitos como material de referência. O espectro polínico corresponde ao encontrado num intervalo de 286 cm de comprimento, envolvendo 22 amostras, distribuídas ao longo do perfil. A base da seqüência foi datada em 24.930 ± 180 anos AP (Antes do Presente), Beta 194784. O intervalo corresponde, portanto, ao final do Pleistoceno e a todo o Holoceno. O trabalho apresenta caracterizações sucintas de cada material, com dados ecológicos do organismo de origem (sempre que possível) e fotomicrografias ópticas.

Material e métodos

A turfeira estudada localiza-se em Alpes de São Francisco (29°29' S e 50°37' W), Município de São Francisco de Paula (figura 1). O perfil foi coletado aproximadamente no

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica. Av. Bento Gonçalves 9500, 91540-000 Porto Alegre, RS, Brasil.
3. Autor para correspondência: adriana.leonhardt@yahoo.com.br

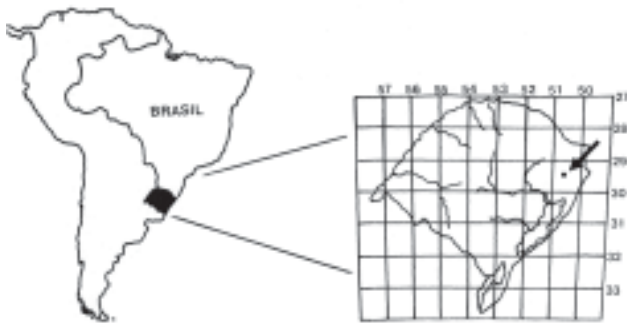


Figura 1. Estado do Rio Grande do Sul e a turfeira estudada a 29°29' S e 50°37' W (●), Município de São Francisco de Paula, Planalto Leste.

Figure 1. Rio Grande do Sul State and the studied bog at 29°29' S and 50°37' W (●), São Francisco de Paula Municipality, eastern Plateau.

centro da turfeira, correspondendo à porção mais espessa do pacote sedimentar. Para a coleta foi usado o Amostrador de Hiller (Faegri & Iversen 1989), em 11 seções de 26 cm, que foram posteriormente alinhadas, formando um perfil sedimentar de 286 cm de comprimento. Ao longo desse perfil foram retiradas 22 amostras em intervalos regulares, cada uma contendo 8 cm³ de sedimento fresco. Da base do perfil foi coletada uma amostra para datação por ¹⁴C, realizada no laboratório Beta Analytic Inc., Miami, Flórida. O tratamento químico das amostras para análise palinológica seguiu o método padrão (Faegri & Iversen 1989), usando-se HCl, HF, KOH e acetólise, com filtragem em malha de 250 µm. As lâminas de microscopia foram montadas em gelatina-glicerinada e a análise das mesmas foi realizada em fotomicroscópio óptico Diaplan Leitz em aumento de 1.000 x. A palinoteca de plantas atuais do Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi usada como auxiliar na identificação do material. Procurou-se sempre alcançar o nível hierárquico mais baixo possível. Nos grupos taxonômicos onde a morfologia dos esporos é muito semelhante dentro de um gênero ou família, optou-se por usar a denominação “tipo” antes do nome, conforme o usual em palinologia de sedimentos (Berglund 1986). Quando a identificação não foi possível, o material recebeu uma denominação apenas morfológica, dando possibilidade à futura identificação.

As descrições dos palinomorfos foram feitas de modo sucinto, apresentando as características básicas para a identificação do material. As medidas foram realizadas em ocular de fio móvel e convertidas para micrometros. Nas medidas dos esporos de briófitos e pteridófitos foram usados o eixo polar e o eixo equatorial. Sempre que possível foram incluídos dados ecológicos do organismo de origem, de acordo com a literatura, visando informações para análises de sucessão vegetal e de paleoambientes. A maioria das

fotomicrografias foi realizada em aumento de 1.000 x (filme T-MAX 100).

Resultados e Discussão

Fungos

Filo Glomeromycota
Classe Glomeromycetes
Ordem Glomerales
Família Glomeraceae

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

Figura 2

Clamidósporo elipsoidal a esferoidal, psilado, preso a filamento de hifa cenocítica. Diâmetro: 27 µm. Referência: Schüßler *et al.* (2001). Obs: citado também para o Rio Grande do Sul pelos antigos nomes de *Rhizophagites* Rosendahl (Lorscheitter 1989) e *Rhizophagus* Dang (Neves & Lorscheitter 1992, Neves & Bauermann 2003). Dados ecológicos: mais comum dentre os fungos micorrízicos arbusculares. Ocorre no solo, como endossimbionte em raízes de numerosas plantas vasculares (Schüßler *et al.* 2001).

Filo Ascomycota
Classe Ascomycetes
Ordem Sordariales
Família Sordariaceae

2. *Gelasinospora adjuncta* Cain

Figuras 3-4

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).

Ordem Magnaporthales
Família Magnaporthaceae

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

Figura 5

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 ao que Van Geel (1978) descreveu como cf. *Entophlyctis lobata* Willoughby & Townley (tipo 13). Dados ecológicos: *G. caricis* ocorre como parasita ou saprófito, em caules e raízes de Poaceae (Von Arx 1974).

Filo Basidiomycota
 Classe Basidiomycetes
 Ordem Aphyllophorales
 Família Corticiaceae

4. Tipo *Athelia* Persoon
 Figura 6

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).

Classe Ustomycetes
 Ordem Ustilaginales
 Família Tilletiaceae

5. *Tilletia sphagni* Naw
 Figuras 7-9

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 4 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).

Outros esporos

6. Tipo *Spirotremesporites multiplex* Dueñas
 Figuras 10-12

Esporo fusiforme, escuro, psilado. Fendas paralelas e helicoidais (em geral quatro) em torno do maior eixo. Eixo maior: 52 µm. Eixo menor: 15 µm. Referência: Dueñas (1979). Obs: *Incertae sedis*, possível afinidade com Xylariaceae (Dueñas 1979). Primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

7. Esporo 1
 Figuras 13-14

Esferoidal, pequeno, escuro, microequinado. Espinhos muito finos, diminutos, densamente dispostos. Perfuração evidente, com espessamento marginal. Pequeno. Diâmetro do grão: 10 µm.

8. Esporo 2
 Figura 15

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
 Figura 16

Alongado, extremidades levemente truncadas, com característico espessamento mais escuro. Psilado. Fendas longitudinais muito finas e paralelas. Pequeno. Eixo maior: 13-16 µm. Eixo menor: 7 µm.

10. Esporo 4
 Figuras 17-18

Tétrade tetragonal. Esporo escuro, microequinado. Espinhos irregularmente dispersos, mais concentrados na porção marginal junto a dois esporos. Pequeno. Diâmetro da tétrade: 15 µm. Diâmetro do esporo: 8 µm.

Algas

Divisão Chlorophyta
 Classe Chlorophyceae
 Ordem Chlorococcales
 Família Dictyosphaeriaceae

11. *Botryococcus* Kützing
 Figura 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).

Classe Zygnemaphyceae
 Ordem Zygnematales
 Família Zygnemataceae

12. *Debarya* (De Bary) Wittrock
 Figuras 20-22

Zigósporo formado por dois hemisférios complementares, radialmente simétricos. Hemisférios com um anel característico em vista frontal, com projeções estriadas-ruguladas no centro e estrias paralelas, radialmente dispostas, na periferia. Cada hemisfério com pólo truncado em vista lateral. Diâmetro equatorial: 32-46 µm. Altura de cada hemisfério: 22 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).

13. *Mougeotia* C. A. Agardh
 Figura 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: Van Geel (1978), Hooghiemstra (1984). Dados ecológicos: em água doce e solos úmidos (Joly 2002).

14. *Spirogyra* Link
Figuras 24-26

Zigósporo esferoidal a elipsoidal, hialino ou amarelado, reticulado. Retículo muito grosseiro. Eixo maior: 60-135 μm . Referência: Hooghiemstra (1984). Dados ecológicos: como em *Mougeotia*.

15. *Zygnema* C. A. Agardh
Figuras 27-29

Zigósporo elipsoidal, hialino, psilado, apresentando reentrâncias circulares características, pequenas ou robustas, regularmente distribuídas por toda a superfície. Eixo maior do zigósporo: 43-50 μm . Eixo menor: 27 μm . Diâmetro das reentrâncias: 2-8 μm . Referências: Van Geel (1978), Hooghiemstra (1984). Dados ecológicos: em água doce e solos úmidos (Smith 1987, Joly 2002).

Incertae sedis

16. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher
Figura 30-33

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

Divisão Anthocerotophyta
Classe Anthocerotopsida
Ordem Anthocerotales
Família Anthocerotaceae

17. *Anthoceros punctatus* L.
Figura 34-35

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).

18. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.
Figura 36-38

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).

Divisão Bryophyta
Classe Sphagnopsida
Ordem Sphagnales
Família Sphagnaceae

19. Tipo *Sphagnum recurvum* P. Beauv.
Figuras 39-40

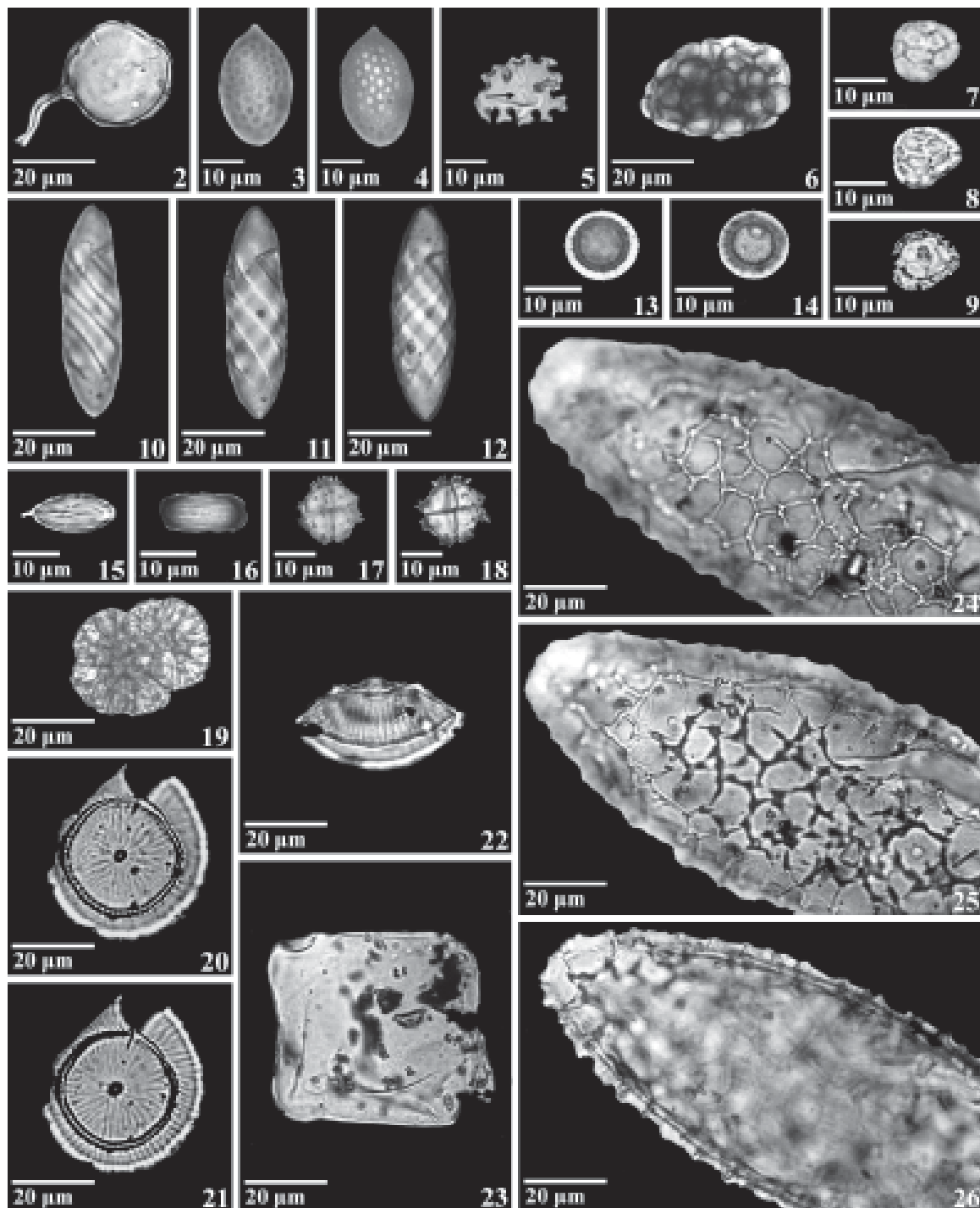
Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar, com zonas interangulares levemente convexas. Trilete. Espessamento trilobado característico no pólo distal, lobos irregularmente crenulados. Psilado no pólo proximal. Eixo equatorial: 28-48 μm . Obs: a espécie ocorre na atual turfeira, segundo a morfologia descrita por Yano *et al.* (1985). Dados ecológicos: as espécies de *Sphagnum* são de solos ácidos, sujeitos a inundações, como brejos e pântanos, em especial turfeiras. Também em lagoas rasas, em densas e extensas colônias (Joly 2002). Primeira citação da espécie para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Pteridófitos

Divisão Pteridophyta
Classe Filicopsida
Subclasse Polypodiidae
Ordem Polypodiales
Subordem Polypodiineae
Família Hymenophyllaceae

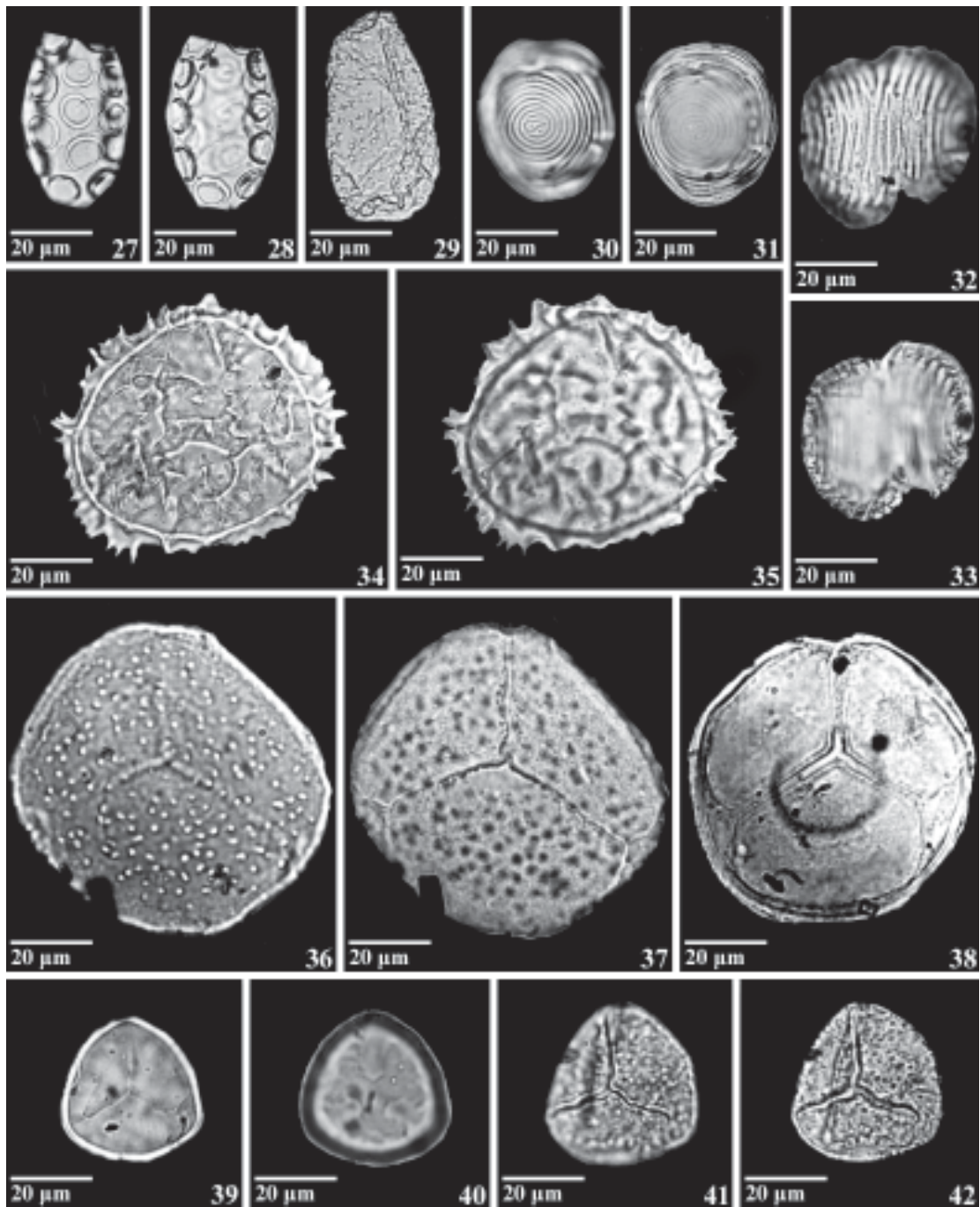
20. Tipo *Hymenophyllum* Sm.
Figuras 41-42

Radiossimétrico, heteropolar e hialino, subtriangular a circular em vista polar. Trilete. Micropapilado. Papilas muito finas, densamente distribuídas por toda a superfície. Eixo equatorial: 38-47 μm . Dados ecológicos: na América tropical o gênero ocorre especialmente em florestas nebulares e florestas úmidas de montanha. É



Figuras 2-26. Palinomorfos. 2. *Glomus*. 3-4. *Gelasinospora adjuncta*: 1^o-2^o pl. 5. Tipo *Gaeumannomyces* cf. *caricis*. Tênuo poro central (seta). 6. Tipo *Athelia*. 7-9. *Tilletia sphagni*: 1^o-3^o pl. 10-12. Tipo *Spirotremesporites multiplex*: 1^o-3^o pl. 13-14. Esporo 1: 1^o-2^o pl. 15. Esporo 2. 16. Esporo 3. 17-18. Esporo 4: 1^o-2^o pl. 19. *Botryococcus*. 20-22. *Debaria*. 20-21. Vista frontal: 1^o-2^o pl. 22. Vista lateral. 23. *Mougeotia*. 24-26. *Spirogyra*: 1^o-3^o pl. (pl = planos).

Figures 2-26. Palynomorphs. 2. *Glomus*. 3-4. *Gelasinospora adjuncta*: 1st-2nd pl. 5. *Gaeumannomyces* cf. *caricis* type. Tenuous central pore (arrow). 6. *Athelia* type. 7-9. *Tilletia sphagni*: 1st-3rd pl. 10-12. *Spirotremesporites multiplex* type: 1st-3rd pl. 13-14. Spore 1: 1st-2nd pl. 15. Spore 2. 16. Spore 3. 17-18. Spore 4: 1st-2nd pl. 19. *Botryococcus*. 20-22. *Debaria*. 20-21. Frontal view: 1st-2nd pl. 22. Lateral view. 23. *Mougeotia*. 24-26. *Spirogyra*: 1st-3rd pl. (pl = planes).



Figuras 27-42. Palinomorfos. 27-29. *Zygnema*. 27-28: 1°-2° pl. 29. Reentrâncias menores. 30-33. *Pseudoschizaea rubina*. 30-31. Vista frontal: 1°-2° pl. 32-33. Vista lateral (fragmentado): 1°-2° pl. 34-35. *Anthoceros punctatus* (PD): 1°-2° pl. 36-38. *Phaeoceros laevis*. 36-37 (PD), equinado (raios vistos por transparência): 1°-2° pl. 38. (PP), psilado. 39-40. Tipo *Sphagnum recurvum* (PP): 1°-2° pl (lobos vistos por transparência). 41-42. Tipo *Hymenophyllum* (PP): 1°-2° pl. (pl = planos; PD = pólo distal; PP = pólo proximal).

Figures 27-42. Palynomorphs. 27-29. *Zygnema*. 27-28: 1st-2nd pl. 29. Smaller reentrances. 30-33. *Pseudoschizaea rubina*. 30-31. Frontal view: 1st-2nd pl. 32-33. Lateral view (fragmented): 1st-2nd pl. 34-35. *Anthoceros punctatus* (PD): 1st-2nd pl. 36-38. *Phaeoceros laevis*. 36-37 (PD), echinate (laesura seen due to transparency): 1st-2nd pl. 38. (PP), psilate. 39-40. *Sphagnum recurvum* type (PP): 1st-2nd pl (lobes seen due to transparency). 41-42. *Hymenophyllum* type (PP): 1st-2nd pl. (pl = planes; PD = distal pole; PP = proximal pole).

menos freqüente em florestas tropicais de mais baixas altitudes. Muitas espécies são epifíticas ou epipétricas, em florestas úmidas (Tryon & Tryon 1982). Comuns do Planalto do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.* 1999).

Família Osmundaceae

21. *Osmunda* L.

Figuras 43-44

Radiossimétrico, heteropolar, circular em vista polar. Trilete, raios longos e finos. Verrucado, verrugas de tamanho, forma e distribuição irregulares. Exospório fino, facilmente dobrável, tornando o grão frágil. Robusto. 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). Comuns no Planalto do Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.* 1998).

Família Dicksoniaceae

22. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Figura 45

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, ângulos truncados onde o exospório é nitidamente mais espesso. Trilete, margo robusto. Espessamentos largos e irregulares no pólo distal, psilado no proximal. Robusto. Eixo equatorial: 65-80 μm . Dados ecológicos: arborescente, geralmente em matas úmidas de montanha e florestas nebulares na América tropical, na base de encostas ou ao longo de córregos (Tryon & Tryon 1982). No Rio Grande do Sul é encontrada em altitudes de 60 a 1.200 m, sendo freqüente na Mata com Araucária (Lorscheitter *et al.* 1999).

Família Cyatheaceae

23. Cyatheaceae

Figura 46

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar. Trilete, margo robusto. Psilado. Exospório com espessamento uniforme. Eixo equatorial: 46-54 μm . Dados ecológicos: em florestas tropicais de montanha, florestas úmidas de montanha ou em florestas nebulares (Tryon & Tryon 1982, Lorscheitter *et al.* 1999).

Família Pteridaceae

24. *Pteris* L.

Figuras 47-49

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, cingulado. Trilete. Irregularmente verrucado-rugulado no pólo distal, psilado no proximal. Eixo equatorial: 52 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 (Lorscheitter *et al.* 2001).

Família Blechnaceae

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

Figura 50

Bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Psilado, amarelo escuro. Robusto. 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 em turfeiras do Planalto (Sehnem 1968).

26. Tipo *Blechnum* L.

Figura 51

Bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Psilado, amarelo claro. Eixo polar: 30-43 μm . Eixo equatorial maior: 52-65 μm . Obs: as diferenças entre os esporos do Tipo *Blechnum* e *B. cf. imperiale* são o tamanho e a coloração. Dados ecológicos: gênero de 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).

Família Polypodiaceae

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

Figuras 52-54

Bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete.

Verrucado, verrugas irregulares, distribuídas por toda a superfície, diminuindo em direção ao pólo proximal. Eixo polar: 40 µm. Eixo equatorial: 65 µm. Dados ecológicos: a espécie é epifítica a epipétrica, em locais sombreados e abertos, desde florestas de baixas altitudes até florestas nebulares (Lorscheitter *et al.* 2005).

28. Tipo *Polypodium* L.
Figuras 55-56

Bilateral, heteropolar, oblato a suboblato. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Verrucado, verrugas 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. 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 (Lorscheitter *et al.* 2005).

29. Tipo *Pleopeltis angusta* Humb. & Bonpl. ex Willd.
Figuras 57-59

Bilateral, heteropolar, oblato. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Verrucado, verrugas muito pequenas, distribuídas densamente por toda a superfície. Perfurações finas e esparsas, entre as verrugas. Robusto. Eixo polar: 49 µm. Eixo equatorial maior: 76 µm. Dados ecológicos: a espécie é epifítica, em locais ao nível do mar até altitude de 1.000 m, em matas nebulares de montanha. Também comum em florestas decíduas (Lorscheitter *et al.* 2005). Primeira citação para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

Classe Lycopodiopsida
Ordem Lycopodiales
Família Lycopodiaceae

30. *Huperzia* Bernh.
Figuras 60-61

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, ocorrendo dentro de matas (Lorscheitter *et al.* 1998).

31. *Lycopodiella alopecuroides* (L.) Cranfill
Figuras 62-64

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: 60 µm. Dados ecológicos: terrícola, geralmente em turfeiras e campos úmidos (Lorscheitter *et al.* 1998).

35. Tipo *Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm.
Figuras 65-66

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar. Trilete. Rugulado no pólo distal, psilado no proximal. Eixo equatorial: 43 µm. Dados ecológicos: a espécie é terrícola, em margem de estradas (Lorscheitter *et al.* 1998).

36. Tipo *Lycopodium clavatum* L.
Figuras 67-69

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: 43 µm. Obs: diferencia-se dos esporos de *L. clavatum* adicionados às amostras para cálculo de concentração polínica por apresentar coloração bem mais clara. Grãos raramente encontrados. Dados ecológicos: espécie geralmente em capoeiras e ambientes semi-abertos em florestas nebulares (Tryon & Tryon 1982, Lorscheitter *et al.* 1998).

Ordem Selaginellales
Família Selaginellaceae

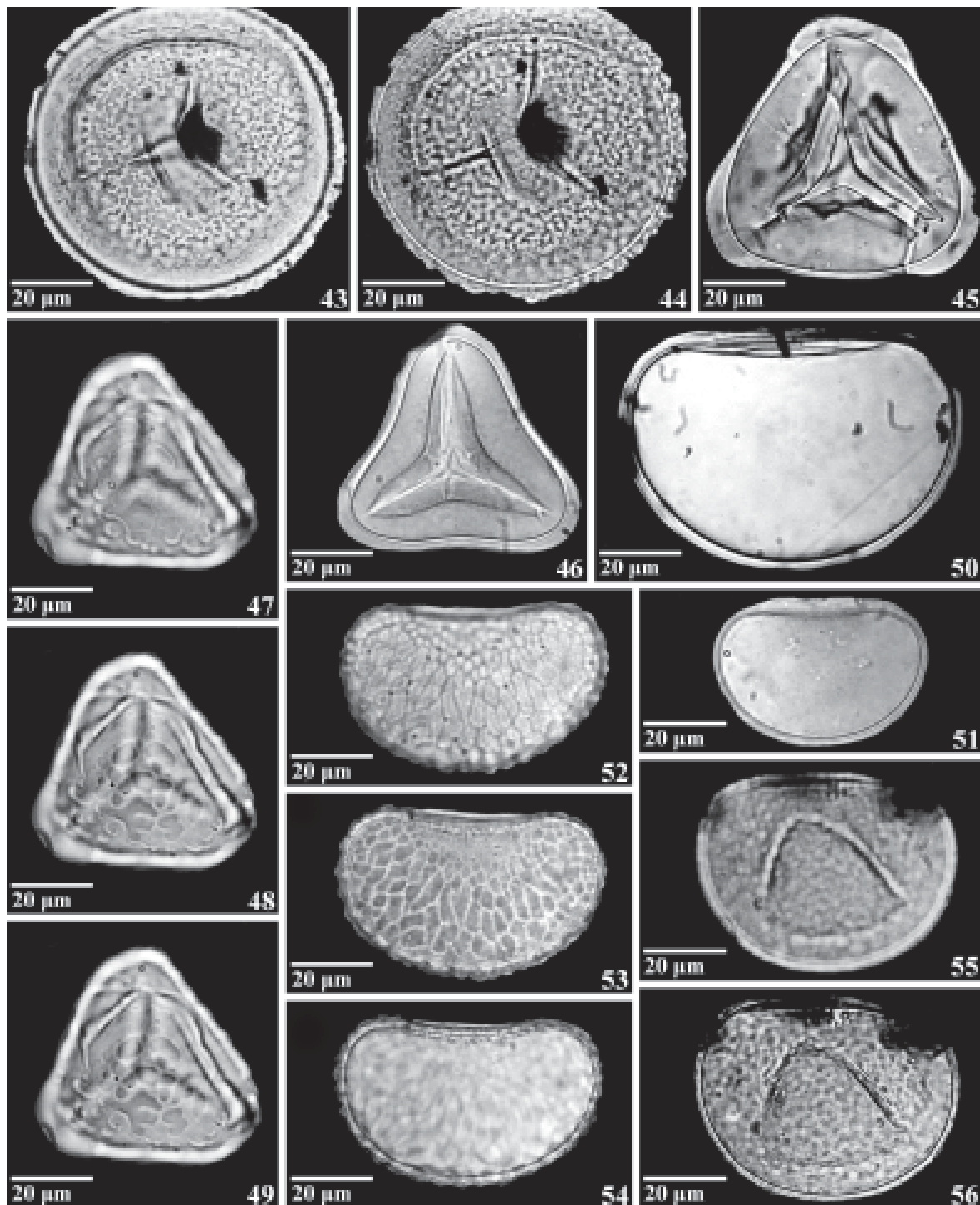
37. *Selaginella marginata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Spring
Figuras 70-72

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a circular em vista polar. Trilete. Baculado, báculas pequenas, menores no pólo proximal. Eixo equatorial: 32-38 µm. Comprimento das báculas: cerca de 3 µm. Dados ecológicos: terrícola, em ambientes úmidos, comuns no Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.* 1998).

Ordem Isoetales
Família Isoetaceae

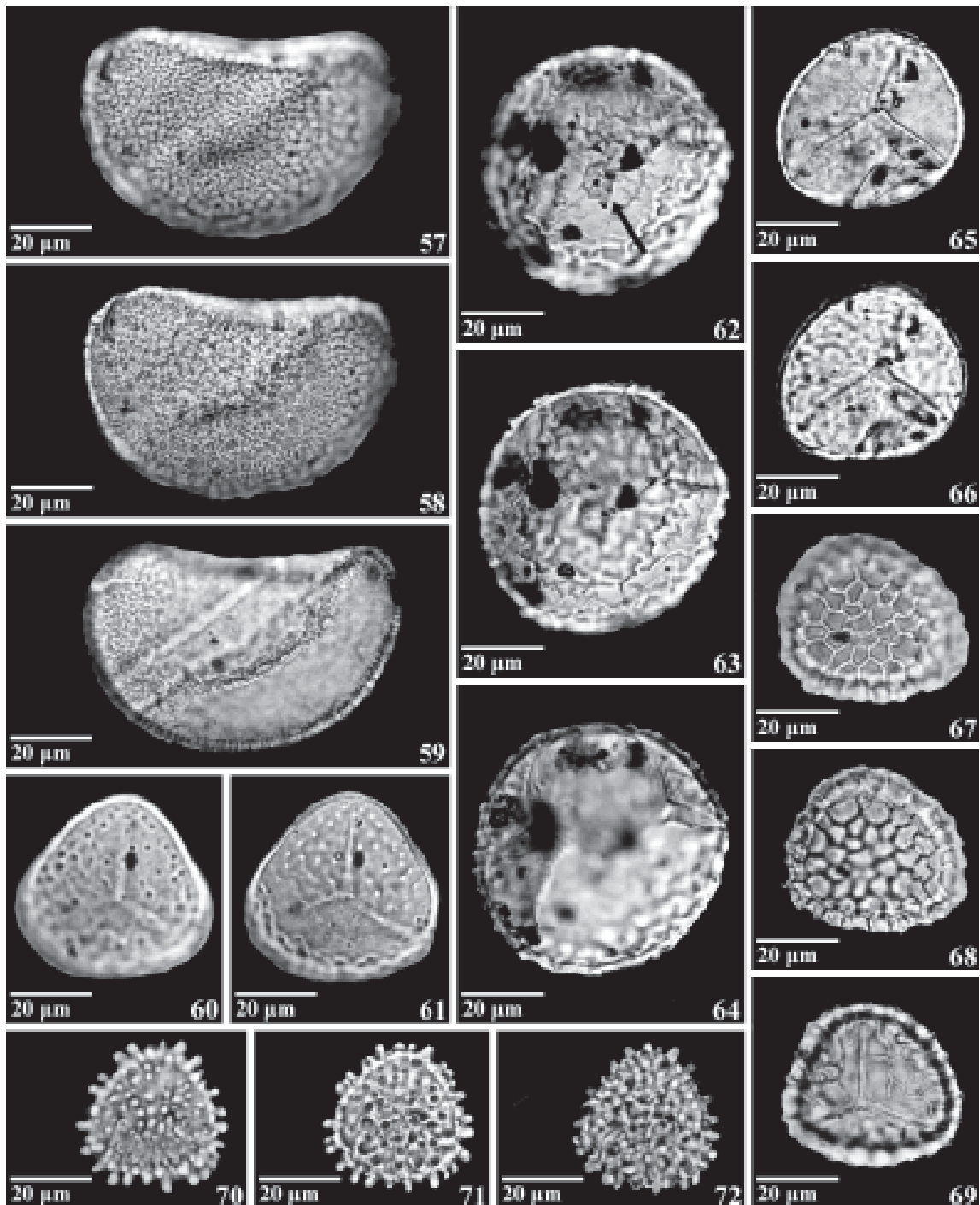
38. *Isoetes* L.
Micrósporo
Figura 73

Bilateral, heteropolar, peroblato a oblato, hialino. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Psilado. Paraexospório psilado a escabrado, envolvendo frouxamente o grão. Eixo polar,



Figuras 43-56. Palinomorfos. 43-44. *Osmunda* (PP): 1°-2° pl. 45. *Dicksonia sellowiana* (PP). 46. Cyatheaceae (PP). 47-49. *Pteris* (PD): 1°-3° pl. 50. *Blechnum* cf. *imperiale* (EQ). 51. Tipo *Blechnum* (EQ). 52-54. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (EQ): 1°-3°pl. 55-56. Tipo *Polypodium* (EQ): 1°-2° pl. (pl = planos; PD = pólo distal; PP = pólo proximal; EQ = vista equatorial).

Figure 43-56. Palynomorphs. 43-44. *Osmunda* (PP): 1st-2nd pl. 45. *Dicksonia sellowiana* (PP). 46. Cyatheaceae (PP). 47-49. *Pteris* (PD): 1st-3rd pl. 50. *Blechnum* cf. *imperiale* (EQ). 51. *Blechnum* type (EQ). 52-54. *Microgramma vacciniifolia* type (EQ): 1st-3rd pl. 55-56. *Polypodium* type (EQ): 1st-2nd pl. (pl = planes; PD = distal pole; PP = proximal pole; EQ = equatorial view).



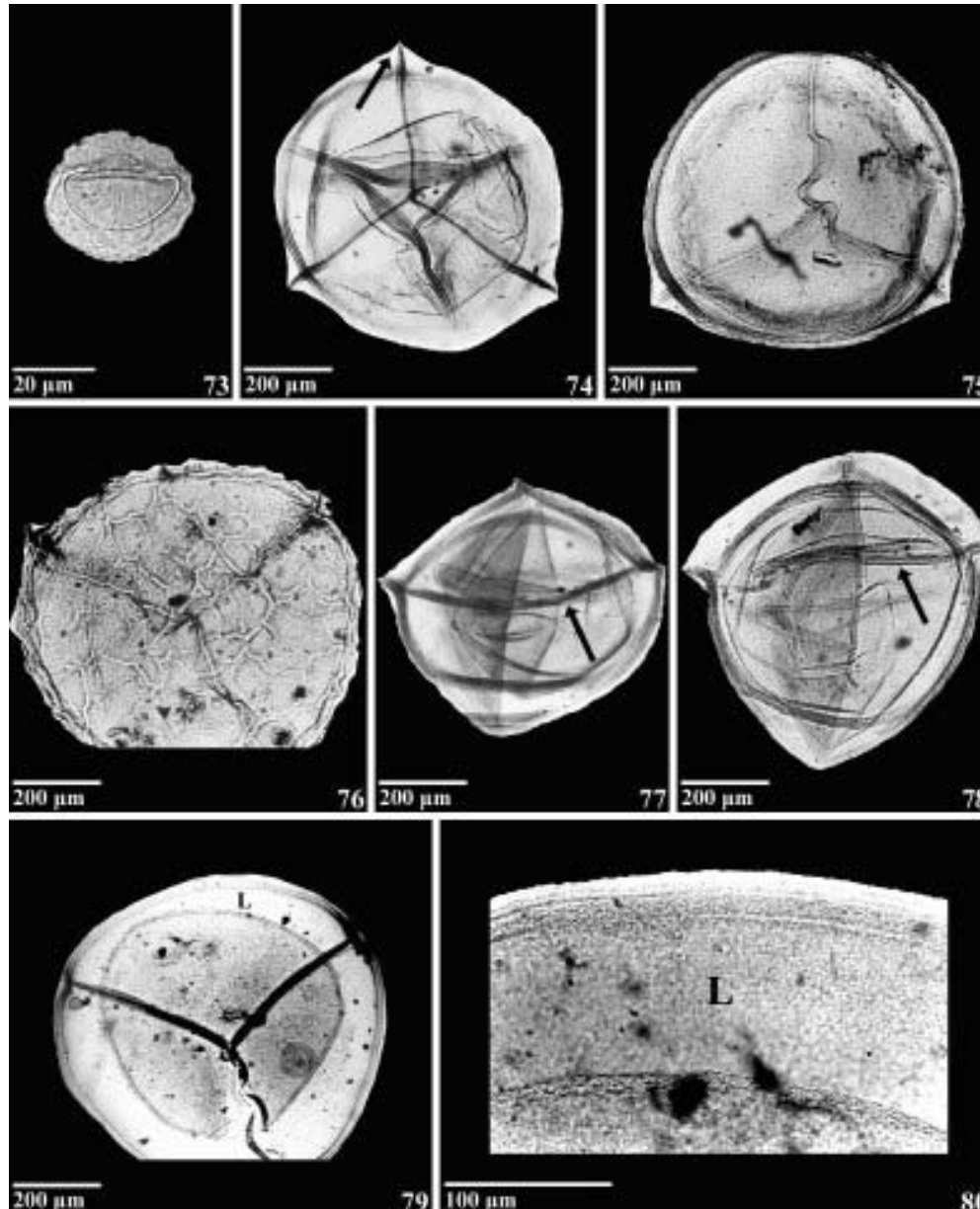
Figuras 57-72. Palinomorfos. 57-59. Tipo *Pleopeltis angusta* (EQ): 1^o-3^o pl. 60-61. *Huperzia* (PD): 1^o-2^o pl. 62-64. *Lycopodiella alopecuroides* (PD): 1^o-3^o pl. 62. Espessamento central (seta). 65-66. Tipo *Lycopodiella cernua* (PP): 1^o-2^o pl. 67-69. Tipo *Lycopodium clavatum* (PD): 1^o-3^o pl. 70-72. *Selaginella marginata* (PD): 1^o-3^o pl. (pl = planos; PD = pólo distal; PP = pólo proximal; EQ = vista equatorial).

Figures 57-72. Palynomorphs. 57-59. *Pleopeltis angusta* type (EQ): 1st-3rd pl. 60-61. *Huperzia* (PD): 1st-2nd pl. 62-64. *Lycopodiella alopecuroides* (PD): 1st-3rd pl. 62. Central thick part (arrow). 65-66. *Lycopodiella cernua* type (PP): 1st-2nd pl. 67-69. *Lycopodium clavatum* type (PD): 1st-3rd pl. 70-72. *Selaginella marginata* (PD): 1st-3rd pl. (pl = planes; PD = distal pole; PP = proximal pole; EQ = equatorial view).

com paraexosporio: 22-30 μm , sem paraexosporio: 14-15 μm . Eixo equatorial maior, com paraexosporio: 32-37 μm , sem paraexosporio: 26-31 μm .

Megásporo
Figuras 74-80

Tetraédrico-globoso, radiosimétrico, heteropolar. Subtriangular a circular em vista polar, com *cingulum*. Trilete de raios muito longos, em geral com extremidade distintamente auriculada. Reticulado a escabrado no pólo distal, psilado no proximal. Exosporio externo lamelar e lacunoso, lacuna fina a espessa. Eixo polar: 595-740 μm .



Figuras 73-80. Palinomorfos. 73. *Isoetes*, micrósporo (EQ), paraexosporio desenvolvido. 74-80. *Isoetes*, megásporos. 74 (PP), psilado, raios com aurículas evidentes (seta). 75 (PD), escabrado (marca trilete vista por transparência). 76 (PP), reticulado (retículo visto por transparência). 77-78 (EQ), *cingulum* evidente (seta). 79 (PP), exosporio externo com lacuna espessa (L). 80. Detalhe do exosporio lamelar com lacuna desenvolvida (L). (PD = pólo distal; PP = pólo proximal; EQ = vista equatorial).

Figures 73-80. Palynomorphs. 73. *Isoetes*, microspore (EQ), developed paraexospore. 74-80. *Isoetes*, megaspores. 74 (PP), psilate, evident auriculate arms (arrow). 75 (PD), scabrate (laesura seen due to transparency). 76 (PP), reticulate (reticulum seen due to transparency). 77-78 (EQ), evident *cingulum* (arrow). 79 (PP), outer exospore, with thick lacuna (L). 80. Detail of the lamellar exospore, with developed lacuna (L). (PD = distal pole; PP = proximal pole; EQ = equatorial view).

Eixo equatorial: 660-880 µm. Obs: os megásporos foram encontrados no material retido na malha de 250 µm, durante a filtragem das amostras. Dados ecológicos: em lagos, preferencialmente de águas rasas, poças ou córregos, solos arenosos úmidos e em turfeiras (Tryon & Tryon 1982, Lorscheitter 1998). Primeira citação de megásporos de *Isoetes* para o Quaternário do Rio Grande do Sul.

A análise palinológica qualitativa permitiu encontrar 35 palinomorfos distintos (10 fungos, 6 algas, 3 briófitos e 16 pteridófitos) preservados ao longo do perfil sedimentar, que abrange o final do último estágio glacial pleistocênico e todo o Holoceno. Desse total, quatro são citações novas para o Quaternário do Rio Grande do Sul: Tipo *Spirotremesporites multiplex*, Tipo *Sphagnum recurvum*, Tipo *Pleopeltis angusta* e Tipo *Lycopodiella cernua*, além de megásporos de *Isoetes*. A grande diversidade de palinomorfos encontrados nas amostras indica o alto potencial da palinologia de perfis sedimentares de turfeiras no estudo da dinâmica da vegetação e clima dos últimos milênios no Planalto do Sul do Brasil.

Agradecimentos – as autoras agradecem ao CNPq e à Capes pelos auxílios financeiros e bolsas concedidas, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

- BEHLING, H., BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. 2001. Holocene environmental changes in São Francisco de Paula region, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 14:631-639.
- BEHLING, H., PILLAR, V.D.P., ORLÓCI, L. & BAUERMANN, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (“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.
- CHRISTOPHER, R.A. 1976. Morphology and taxonomy status of *Pseudoschizaea* Thiergart and Frantz ex R. Potonié emend. *Micropaleontology* 22:143-150.
- DUEÑAS, H. 1979. Estudio palinológico de los 35 mts. superiores de la seccion Tarragona, Sabana de Bogota. *Caldasia* 12:539-571.
- ERDTMAN, G. 1969. *Handbook of Palynology*. Hafner Publishing Co., New York.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. 4th ed., John Wiley & Sons, New York.
- HOOGHMESTRA, H. 1984. Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3,5 million years. Strauss & Cramer, Amsterdam.
- JOLY, A.B. 2002. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 13^ª ed., Editora Nacional, São Paulo.
- KIRK, P.M., CANNON, P.F., DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2001. *Dictionary of the fungi*. 9th ed., CAB Internacional, Cambridge.
- LORSCHTEITTE, 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.
- LORSCHTEITTE, M.L., ASHRAF, A.R., BUENO, R.M. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica* 246:1-113.
- LORSCHTEITTE, M.L., ASHRAF, A.R., WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. *Palaeontographica* 251:71-235.
- LORSCHTEITTE, M.L., ASHRAF, A.R., WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2001. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. *Palaeontographica* 260:1-165.
- LORSCHTEITTE, M.L., ASHRAF, A.R., WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2005. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. *Palaeontographica* 270:1-180.
- 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.
- MENÉNDEZ, G.G.H. 1962. Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina. Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo, Tucumán.
- NEVES, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 2003. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil. *Descrições taxonômicas, parte I: fungos, algas, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. Pesquisas, Botânica* 53:121-149.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHTEITTE, 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, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. Acta Geologica Leopoldensia* 15:83-114.
- ROSSIGNOL, M. 1962. Analyse pollinique de sediments marins quaternaries em Israel. II *Sédiments Pleistocenes. Pollen et Spores* 4:121-148.
- ROTH, L. & LORSCHTEITTE, M.L. 1993. Palynology of a bog in Parque Nacional de Aparados da Serra, East Plateau of Rio Grande do Sul, Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 8:39-69.
- SCHÜßLER, A., SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105:1413-1421.

- SEHNEM, A. 1968. Blecnáceas. *In* Flora ilustrada catarinense (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p.1-90.
- SMITH, G.M. 1987. Botanica criptogâmica. 4ª ed., v.1. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. Ferns and allied plants. Springer-Verlag, New York.
- 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.
- VON ARX, J.A. 1974. The genera of fungi sporulating in pure cultura, A.R. Gantner Verlag, Vaduz.
- 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.