

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE PALINOLÓGICA DE UM TESTEMUNHO
HOLOCÊNICO EM SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA,
RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

RENATO BACKES MACEDO

ORIENTADOR – Prof. Dr. Paulo Alves de Souza

CO-ORIENTADORA – Profa. Dra. Soraia Girardi Bauermann

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hermann Behling – Departamento de palinologia e dinâmicas climáticas, University Göttingen, Alemanha

Prof. Dr. Paulo César Pereira das Neves – Laboratório de Geologia e Mineralogia, Universidade Luterana do Brasil

Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira – Laboratório de Geociências, Universidade Guarulhos

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Geociências.

Porto Alegre – 2009

Macedo, Renato Backes

Análise palinológica de um testemunho holocênico em Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. / Renato Backes Macedo. - Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2009.

[35 f., 6 anexos] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Alves de Souza.

Co-orientadora: Profa. Dra. Soraia Girardi Bauermann

1. Palinologia. 2. Paleoecologia. 3. Paleoclimatologia. 4. Holoceno. 5. Rio Grande do Sul.. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB 10/1113

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEO/UFRGS) pela oportunidade e infra-estrutura concedida para realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de Mestrado;

Ao Prof. Dr. Paulo Alves de Souza, meu orientador, pela dedicação, pela paciência e, sobretudo, pelo companheirismo nas etapas finais dessa monografia;

À Profa. Dra. Soraia Girardi Bauermann, minha co-orientadora, pelos ensinamentos em Palinologia do Quaternário desde os tempos da graduação, além do financiamento de uma análise radiocarbônica através do projeto ULBRA (processo n° 431);

A todos os professores do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IG/UFRGS);

À grande família do Laboratório de Palinologia do IG/UFRGS;

Aos amigos e colegas do Laboratório de Palinologia da Universidade Luterana do Brasil, em especial, à Bióloga Andréia Cardoso Pacheco Evaldt pelo auxílio laboratorial;

Ao amigo e colega M.Sc. Rodrigo Rodrigues Cancelli pelas valiosas discussões palinológicas, pela revisão taxonômica dos tipos polínicos da família Asteraceae, além do financiamento de uma análise radiocarbônica através do projeto CNPq (processo n° 140924/2008-6);

Ao amigo e colega Prof. Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordignon pelas fundamentais contribuições botânicas;

Ao amigo e colega Prof. Dr. Paulo César Pereira das Neves por compartilhar seus conhecimentos com simplicidade e, também, por fazer parte de minha formação como palinólogo;

Ao Prof. Dr. Hermann Behling pela determinação taxonômica de alguns palinomorfos e pelo auxílio nos softwares *TILIA*, *TGView* e *CONISS*;

Ao Prof. Dr. Valério de Patta Pillar pelas valiosas discussões estatísticas e pela revisão das análises multivariadas;

À Profa. Dra. Adriana Schmidt Dias pelas informações Arqueológicas e pelo financiamento de uma análise radiocarbônica através do projeto CNPq (processo n° 474630/2004-8);

Aos examinadores desta dissertação de Mestrado, Prof. Dr. Paulo César Pereira das Neves, Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira, Prof. Dr. Hermann Behling, Profa. Dra. Maria Judite Garcia e Profa. Dra. Ortrud Monika Barth pelo trabalho de revisão e avaliação;

A Luciana Tacques Touguinha, pelo incentivo, carinho e paciência, bem como por me ajudar nas situações mais difíceis;

A Ana Luiza Backes e Dolores Maria do Carmo Backes, minhas tias, pelo incentivo e pelo apoio financeiro em parte dos meus estudos;

A Elisabeth Backes, minha irmã, e a Pedro Henrique Simas, meu cunhado, grandes incentivadores;

A toda minha família, em especial, aos meus pais Fernando Silveira Macedo e Vera Luci Backes pelo amor recíproco de todos os dias.

RESUMO

Estudos palinológicos em depósitos do Quaternário têm contribuído significativamente para elucidar as mudanças dos ecossistemas naturais, sobretudo, a cerca da história das comunidades vegetacionais, das dinâmicas migratórias das plantas, dos paleoambientes, dos paleoclimas e dos impactos provocados pela influência do Homem. Este trabalho apresenta interpretações sobre a sucessão vegetacional da Floresta Atlântica e da Floresta Estacional Semidecidual, bem como sobre os paleoambientes e os paleoclimas relacionados, através de análises palinológicas qualitativas e quantitativas obtidas a partir de um testemunho de sondagem coletado no município de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. A seção sedimentar, com 115 cm de profundidade, é predominantemente constituída por lama orgânica, da qual 35 subamostras foram extraídas e submetidas para análises palinológicas. Palinofloras diversificadas, abundantes e bem preservadas foram identificadas, incluindo 98 táxons de palinomorfos, referentes a: esporos de fungos (18 espécies), Algas (4), *Incertae sedis* (1), esporos de Briófitos (3) e Pteridófitos (10), grãos de pólen de Gimnospermas (4) e Angiospermas (55), além de fragmentos de animais (3). Estes táxons foram quantificados e tratados estatisticamente, resultando em diagramas palinológicos de porcentagem e concentração. Através das principais mudanças ocorridas nos conjuntos polínicos foi possível estabelecer cinco fases distintas (SAP-I a SAP-V), as quais refletem diferentes condições paleoecológicas e paleoambientais. Estas mudanças vegetacionais foram interpretadas a partir de análises multivariadas. Três datações radiocarbônicas foram obtidas para o melhor controle geocronológico, sendo a base datada em 4730 ± 50 anos AP (5461 ± 98 , idade calibrada). A predominância da vegetação campestre na fase SAP-I sugeriu condições climáticas quentes e secas. Um gradual aumento nas condições de umidade foi observado no início da fase SAP-III, quando a vegetação conformou um mosaico de Campos e Florestas. Além disso, a presença de certos táxons florestais, a partir da fase SAP-IV, é interpretada como influência da Floresta Estacional Semidecidual na região. A partir da fase SAP-V, a vegetação tornou-se similar à moderna, especialmente, após os últimos 2000 anos AP.

Palavras-chave: Palinologia, Paleoecologia, Paleoclimatologia, Holoceno, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

Palynological studies of Quaternary deposits have contributed significantly to elucidate the changes of natural ecosystems, especially, concerning the vegetational community history, dynamics of plant migration, paleoenvironments, paleoclimates and impacts caused by Human influence. This work presents interpretations on the vegetational succession of the Atlantic rainforest and seasonal Semideciduous forest, as well as on the paleoenvironment and paleoclimate related, through qualitative and quantitative pollen analysis obtained from a core collected in the Santo Antônio da Patrulha municipality, Rio Grande do Sul State, southmost Brazil. The sedimentary section, with 115 cm of depth, is constituted predominantly by organic clay, of which 35 samples were retrieved and submitted to palynological analysis. Abundant, diversified and well preserved palynoflores were recognized, including 98 taxa of palynomorphs, concerning to Fungi spores (18 species), Algae (4), Incertae sedis (1), Bryophyte (3) and Pteridophyte spores (10), Gymnosperms (4) and Angiosperm (55) pollen grains, as well as animal remains (3). These taxa were quantified and treated statistically, resulting in pollen diagrams of percentage and concentration. Taking into account main changes verified in the palynological assemblages along the core, five different phases were recognized (SAP-I to SAP-V), which reflect distinct paleoecological and paleoenvironmental conditions. These changes on the vegetation were interpreted from multivariate analysis. Three radiocarbonic datings were obtained for the geochronological control, with the basal level aged as 4730 ± 50 yrs BP (5461 ± 98 , age calibrated). The predominance of grassland in the phase SAP-I suggests hot and dry climatic conditions. A gradual increasing in the humidity conditions was observed from the beginning of the phase SAP-III, when vegetation conformed a mosaic of grasslands and the forests. Furthermore, the presence of certain forest taxa from the phase SAP-IV is interpreted as due the influence of the seasonal Semideciduous forest in the region. From the phase SAP-V, vegetation became similar to the modern one, especially from the last 2000 yrs BP.

Key words: *Palynology, Paleoecology, Paleoclimatology, Holocene, Rio Grande do Sul State.*

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

- Figura 1.** Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, conforme FORTES (1959): AUR= Auto Uruguai, MIS = Missões, CAM = Campanha, PME = Planalto Médio, DCE = Depressão Central, SSE = Serra do Sudeste, ESE = Encosta do Sudeste, LIT = Litoral, EIN = Encosta Inferior do Nordeste, ESN = Encosta Superior do Nordeste, CCS = Campos de Cima da Serra e, localização dos depósitos quaternários estudados no Estado.....9
- Figura 2.** **A.** Localização da área estudada no Estado do Rio Grande do Sul; **B.** Ponto de coleta do testemunho de sondagem; **C.** Imagem fotográfica do ambiente turfáceo e fitofisionomia da região.....13
- Figura 3.** Mapa simplificado da cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul, mostrando o ponto de coleta do testemunho de sondagem. (modificado de Projeto RADAM BRASIL - IBGE).....14

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO	viii
Capítulo I. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS	1
I. 1. O período Quaternário	1
I. 2. Estudos palinológicos prévios no Rio Grande do Sul	2
I. 3. Objetivos desta monografia	10
I. 4. Caracterização da área estudada	11
I. 4. a. Localização	11
I. 4. b. Vegetação moderna	11
I. 4. c. Clima atual	12
I. 5. Materiais e métodos	12
I. 5. a. Coleta do testemunho de sondagem	15
I. 5. b. Inventário Florístico	15
I. 5. c. Construção do perfil litológico e amostragem	16
I. 5. d. Amostragem para datação radiocarbônica	16
I. 5. e. Recuperação de pólenes e esporos em sedimentos	17
I. 5. f. Preparação de pólenes e esporos modernos	19
I. 5. g. Montagem de lâminas palinológicas	19
I. 5. h. Análise qualitativa	19
I. 5. i. Descrição dos palinomorfos e dados ecológicos	20
I. 5. j. Análises quantitativas	20

I. 5. k. Apresentação dos dados palinológicos	23
I. 5. l. Fotomicrografias	23
I. 6. Referências bibliográficas	24
Capítulo II. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32

ANEXOS

Anexo A. Carta de recebimento do primeiro artigo pela editora chefe da Revista Iheringia Série Botânica.

Anexo B. Manuscrito “*Catálogo de pólenes, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil*”, de autoria de Macedo, R.B.; Souza, P.A. & Bauermann S.G., tal como submetido para publicação na Revista Iheringia Série Botânica.

Anexo C. Carta de recebimento do segundo artigo pela editora chefe dos Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Anexo D. Manuscrito “*Palynological analysis of a late Holocene core from Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Southern Brazil*”, de autoria de Macedo, R.B.; Souza, P.A. & Bauermann S.G. & Bordignon, S.A.L., tal como submetido aos Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Anexo E. Dados de contagem dos palinomorfos.

Anexo F. Diagramas de concentração dos palinomorfos.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado, intitulada “*Análise palinológica de um testemunho holocênico em Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil*”, foi desenvolvida entre março de 2007 a junho de 2009 no Laboratório de Palinologia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DPE/IG/UFRGS), em colaboração com o Laboratório de Palinologia da Universidade do Luterana do Brasil (ULBRA), tendo sido elaborada na forma de artigo e estruturada nos seguintes capítulos e anexos:

Capítulo I. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS: consiste em uma breve apresentação do período Quaternário, em termos geocronológicos, paleogeográficos, bioestratigráficos, paleoambientais e paleoclimáticos. Neste capítulo são apresentados também: (i) uma breve introdução sobre a importância e aplicação da palinologia em estudos do Quaternário; (ii) uma síntese dos trabalhos palinológicos prévios deste período realizados no Estado do Rio Grande do Sul; (iii) objetivos desta monografia; (iv) caracterização da área em estudo; (v) materiais e métodos utilizados e; (v) referências bibliográficas do capítulo.

Capítulo II. CONSIDERAÇÕES FINAIS: constitui uma síntese integradora dos resultados, compreendendo os aspectos sobre os táxons identificados e os resultados paleoambientais e paleoclimáticos obtidos. Ao término, são listadas as referências bibliográficas do capítulo.

ANEXOS: os dois artigos que compõem o conteúdo de maior expressão desta monografia, com dados inteiramente inéditos, são apresentados nos anexos. Ali também são incluídos as respectivas cartas de recebimento dos editores das revistas às quais os manuscritos foram submetidos, além dos dados de contagem e diagramas polínicos de contração dos palinomorfos.

A estrutura desta dissertação foi elaborada segundo as normas do Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Entretanto, sugere-se que sua leitura seja realizada a começar do capítulo I, leitura dos anexos, finalizando-se com as considerações finais.

*“A compreensão da natureza só pode ser atingida pelo conhecimento
da sua estrutura e dos seus estágios evoluídos.”*

(Autor desconhecido)

Capítulo I. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

Capítulo I. ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

A palinologia é uma importante ferramenta para o conhecimento da vegetação terrestre que existiu no passado, cujos registros fósseis são de significativa importância nas interpretações paleoecológicas, paleoambientais, paleogeográficas e na datação relativa dos estratos portadores. Como o período Quaternário envolve um curto intervalo de tempo geológico, os registros palinológicos nestes depósitos sedimentares são suficientemente bem preservados e mais numerosos, quando confrontados com depósitos de idades mais antigas, permitindo interpretações relativamente mais precisas. Contudo, como neste período não ocorreram extinções de plantas e todas as famílias e gêneros modernos já estavam presentes desde o início do Pleistoceno, os grãos de pólen e esporos fósseis são comparados diretamente com seus equivalentes modernos, produzidos pelas plantas atuais (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

Neste contexto, as análises palinológicas em sedimentos quaternários têm contribuído significativamente para elucidar: (i) as mudanças dos ecossistemas naturais, (ii) a história das comunidades vegetacionais, (iii) os paleoambientes, (iv) os paleoclimas e, (v) os impactos provocados pelo homem na vegetação natural. No Brasil, estudos sobre as dinâmicas vegetacionais e os paleoclimas relacionados, com base em análises palinológicas de depósitos quaternários, tiveram um grande avanço a partir da década de 90 do século passado. As pesquisas incluem as áreas modernas de ocorrência da floresta amazônica e atlântica, cerrados, campos rupestres de altitude, campos e florestas de araucária na região Sul e Sudeste, vegetação pantaneira e caatinga do nordeste brasileiro (De OLIVEIRA *et al.* 2005).

I. 1. O período Quaternário

O período Quaternário corresponde ao intervalo mais recente da Era Cenozóica, sendo constituído por duas épocas de tamanho desigual posteriores ao Plioceno (época final do Neógeno). A mais antiga, denominada Pleistoceno, cuja base ainda não está bem definida, é estimada em cerca de 1,8 Ma (considerando a datação basal na idade Calabriana). Contudo, esta idade pode ser estendida até ca. 2,5 Ma (admitindo-se a base na idade Gelasiana). O Holoceno, época mais recente do período,

abrange aproximadamente os últimos 11000 anos da história geológica da Terra. Porém, o limite Pleistoceno-Holoceno é muito controverso (SALGADO-LABOURIAU 1994, p. 284).

As subdivisões do Quaternário, bem como seus limites, são definidos pela Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) da União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS), em colaboração com a Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA), entre outras organizações. Maiores informações sobre o tema são apresentados por SUGUIO *et al.* (2005) e INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART (2008). A subdivisão e a nomenclatura utilizadas neste trabalho estão de acordo com esta última carta.

Paleogeograficamente, desde o início do Quaternário, os continentes já estavam configurados de forma muito semelhante ao atual, sem grandes modificações. Com relação às condições paleoclimáticas, este período foi marcado por um drástico resfriamento global devido à sucessivos e duradouros eventos glaciais durante o Pleistoceno (SALGADO-LABOURIAU, 1994, 2007). Estas flutuações climáticas, com fases glaciais intercaladas a fases interglaciais, repercutiram significativas alterações ambientais, dentre as quais (i) modificações nas zonações climáticas do planeta devido às alterações nas circulações atmosféricas e oceânicas; (ii) mudanças na precipitação atmosférica e na cobertura florística; (iii) regressões e transgressões marinhas sobre os continentes e, (iv) mudanças na rotação da Terra.

Em termos bioestratigráficos, os depósitos continentais quaternários são melhores definidos por fósseis da extinta megafauna de mamíferos, visto que, os megafósseis de plantas, bem como os palinórfos (grãos de pólen e esporos) encontrados em sedimentos quaternários são morfologicamente os mesmos dos atuais, (SOUZA *et al.*, 2005; SALGADO-LABOURIAU, 2007). Para os depósitos marinhos, microfósseis calcários (foraminíferos, nanoplâncton) e silicosos (diatomáceas, silicoflagelados) são os que melhor que fornecem dados para datação relativa e correlações (BOLLI *et al.*, 1989).

I. 2. Estudos palinológicos prévios no Estado do Rio Grande do Sul

Diversos trabalhos de palinologia já foram efetuados no Estado do Rio Grande do Sul (RS) com base em depósitos quaternários. Contudo, são focados aqui somente aqueles que realizaram análises paleoambientais e paleoclimáticas de forma estratigráfica, análise vertical de perfuração, com trabalhos completos (Fig. 1), sendo estes: BURJACK & MARQUES-TOIGO (1980); LORSCHAITTER & ROMERO (1985); ROTH & LORSCHAITTER (1993); CORDEIRO & LORSCHAITTER (1994); NEVES & LORSCHAITTER (1995); NEVES (1998); LORSCHAITTER & DILLENBURG (1998); BEHLING *et al.* (2001); MEDEANIC *et al.* (2001); MARQUES-TOIGO *et al.* (2002); BAUERMAN (2003); BEHLING *et al.* (2004); BAUERMAN *et al.* (2005); BEHLING *et al.* (2005); MEYER *et al.* (2005); BEHLING *et al.* (2007); LEAL & LORSCHAITTER (2007); LEONHARDT (2007); MACEDO *et al.* (2007); BAUERMAN *et al.* (2008); SCHERER (2008); WESCHENFELDER *et al.* (2008); MEDEANIC *et al.* (2009).

As pesquisas palinológicas em depósitos quaternários no RS tiveram início com os trabalhos BURJACK & MARQUES-TOIGO (1980), a partir da análises de dois testemunhos de sondagem (T6 e T15) coletados em uma turfeira na localidade de Águas Claras. As autoras reconheceram associações palinológicas as quais indicaram condições de umidade com presença de água na época da sedimentação.

Posteriormente, LORSCHAITTER (1983, 1984) e LORSCHAITTER & ROMERO (1985) realizaram análises palinológicas em um testemunho de sondagem (T15), originário do Cone de Rio Grande, porção *offshore* da Bacia de Pelotas. Os autores evidenciaram uma fase de semi-aridez para o final do Pleistoceno e, subsequentemente um evento transgressivo marinho para o Holoceno médio.

Após os trabalhos acima mencionados, as análises palinológicas em sedimentos quaternários no RS intensificaram-se. Além disso, a implementação de datações radiocarbônicas nas pesquisas tornaram as interpretações paleoecológicas, paleoambientais e paleoclimáticas mais precisas, devido ao controle geocronológico que também permitiu a correlação dos testemunhos de sondagem.

ROTH & LORSCHAITTER (1993) foram os pioneiros no Estado a utilizar as análises radiocarbônicas. Os autores estudaram um depósito turfáceo no Planalto Sul-riograndense, cujo nível basal foi datado em 10480 ± 140 ^{14}C anos AP, evidenciando uma fase de semi-aridez para o final do Pleistoceno. A partir do Holoceno foi registrado uma melhora climática, com o gradual aumento de temperatura e

umidade, as quais intensificaram-se quanto mais próximas ao Holoceno médio. Segundo os autores, este aumento de umidade foi atribuído a proximidade da linha de costa devido ao evento transgressivo marinho pós glacial sobre a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS). Durante o Holoceno inicial e médio, foi detectado um novo recrudescimento climático, porém sem alteração na expansão dos táxons florestais. Posteriormente, houve uma re-expansão mais significativa dos componentes da Floresta Ombrófila Mista (mata de araucária). Contudo, o Holoceno foi marcado pelo gradual aumento de temperatura e umidade com o desenvolvimento das formações florestais sobre a vegetação campestre.

CORDEIRO & LORSCHUITTER (1994), em análises palinológicas de um testemunho de sondagem coletado na Lagoa dos Patos, PCRS, evidenciaram o máximo da transgressão marinha para idade de 4080 ^{14}C anos AP. Após este evento transgressivo, foi observado o recuo da linha de costa na faixa litorânea, relacionada ao Sistema Laguna/Barreira IV.

Um testemunho de sondagem coletado no interior de uma mata paludosa na localidade de Terra de Areia, PCRS, foi estudado por NEVES & LORSCHUITTER (1995), acusando idade basal de 23800 \pm 500 ^{14}C anos AP. Os autores detectaram uma fase de semi-aridez para o último estágio glacial pleistocênico. Além disso, apontaram como causas principais das condições climáticas semi-áridas a distância da linha de costa e os fortes ventos do quadrante SW. No limite Pleistoceno-Holoceno foi verificado uma melhoria climática atribuída ao início do evento transgressivo marinho. Uma datação radiocarbônica em 4120 \pm 90 ^{14}C anos AP mostrou o começo da expansão da Floresta Ombrófila Densa (mata atlântica) nesta região, indicando um aumento de temperatura e umidade na PCRS.

LORSCHUITTER & DILLENBURG (1998) realizaram análises palinológicas de um testemunho de sondagem coletado na Lagoa de Tramandaí, PCRS, datado na porção basal em 5589 \pm 130 ^{14}C anos AP. Os autores evidenciaram a ocorrência de duas transgressões marinhas. A primeira em torno de 5000 ^{14}C anos AP (atingindo o máximo transgressivo) e, uma posterior, datada em 1800 ^{14}C anos AP.

NEVES (1998) com base em análises palinológicas de um testemunho de sondagem coletado da localidade de Capão do Leão, PCRS, registrou um evento transgressivo marinho datado em 6170 \pm 50 ^{14}C anos AP. Subseqüentemente, o autor identificou durante a fase de regressão marinha, oscilações positivas do nível relativo do

mar para as idades de 3910 ± 100 ^{14}C e 3750 ± 80 ^{14}C anos AP. Contudo, a partir de 3750 ± 80 ^{14}C anos AP não foram detectadas fases de ingressões marinhas e, gradativamente, as formações florestais das matas de restinga paludosas se expandiram na região. Para o depósito paludoso na localidade de Guaíba, Depressão Central do RS, NEVES (1998) detectou uma idade basal de 12380 ± 130 ^{14}C anos AP. O autor sugeriu um regime climático semi-árido e frio para o final do Pleistoceno. Além disso, um pulso transgressivo marinho foi marcado para o Limite Pleistoceno-Holoceno. No início do Holoceno, foi revelada uma melhoria climática atribuída ao início do evento transgressivo marinho. Em torno de 5000 ^{14}C anos AP, foi constatado o máximo da transgressão marinha holocênica, à medida que as floresta se desenvolveram.

Uma fase seca entre 5530 ± 190 ^{14}C anos AP e ca. 4000 anos AP foi indicada por BEHLING *et al.* (2001) em uma seção turfácea na localidade de São Francisco de Paula, Planalto Sul-riograndense. Durante esta fase, ocorreu uma gradual expansão da mata de araucária, a qual tornou-se mais expressiva após os últimos 1000 anos AP, revelando condições climáticas úmidas.

MEDEANIC *et al.* (2001) estudaram dois testemunhos de sondagem (TBJ-02 e T-64) coletados as margens da Lagoa dos Patos, PCRS, na localidade de Bojurú. As análises palinológicas destes depósitos quaternários mostraram uma fase transgressiva marinha datada em ca. 7370 ± 150 ^{14}C anos AP. Os autores sugeriram para esta idade, uma condição climática subtropical com uma estação mais seca do que durante o intervalo de 6000-5000 anos AP.

Análises palinológicas em um testemunho de sondagem no Vale do Rio Maquiné, encosta da Serra Geral do RS, foi realizado por MARQUES-TOIGO *et al.* (2002). Neste estudo, amostras sedimentares do depósito lamoso não foram submetidos a análises radiocarbônicas. Entretanto, os autores atribuíram uma idade correlacionável ao Holoceno médio devido a indícios indiretos do evento transgressivo marinho.

BEHLING (2002), efetuou uma síntese dos resultados palinológicos obtidos nas áreas de maior altitude da região Sul e Sudeste do Brasil. O autor, propôs a vigência de um clima frio e seco para o final do Pleistoceno com uma provável temperatura de $5-7^{\circ}\text{C}$. No limite Pleistoceno-Holoceno, foi sugerido uma fase quente e seca (com duração anual de três meses), a qual teria perdurado até o Holoceno médio. Somente após 5000 anos AP e, especialmente, após 2000 anos AP, os registros palinológicos indicaram mudanças climáticas para condições mais úmidas.

Duas turfeiras foram analisadas por BAUERMANN (2003), na PCRS, a primeira, de Águas Claras com datação basal de 10974 ± 49 ^{14}C anos AP e a segunda, de Barrocadas, com uma datação basal de 27775 ± 145 ^{14}C anos AP. Para perfuração de Águas Claras não foram encontrados registros palinológicos que evidenciassem a melhoria climática advinda do evento transgressivo marinho ocorrido em ca. 5000 anos AP. A autora identificou o primeiro registro do desenvolvimento dos táxons florestais a partir de 3000 anos AP. Para o depósito turfáceo de Barrocadas, durante o último máximo glacial, não foram reveladas ocorrências de táxons arbóreos, atestando a vigência de condições climáticas frias e secas. Contudo, os dados palinológicos nestas áreas mostraram o desenvolvimento das florestas de restinga após os últimos 2000 anos AP, indicando condições quentes e úmidas para esta fase.

Através de comparações geocronológicas de diversos testemunhos de sondagem estudados na PCRS e áreas adjacentes, LORSCHTEITZER (2003) realizou uma síntese dos resultados palinológicos com vista de contribuir com a história da floresta atlântica no Estado. Tais dados mostraram que a floresta atlântica entrou no RS via Planície Costeira Norte (região do município de Torres). Subseqüentemente os componentes florestais teriam migrado em sentido leste à oeste através dos contrafortes da Serra Geral. Entre 10000-8000 anos AP a autora sugeriu que os táxons da Floresta Ombrófila Densa estariam confinados em refúgios situados nos vales da Serra Geral e na Depressão Central do RS. Contudo, a melhoria climática advinda do início do evento transgressivo marinho em torno de 8000 anos AP não teria sido suficiente para a expansão das florestas. Somente a ca. 5000 anos AP, as condições climáticas mais quentes e úmidas teriam sido favoráveis para desenvolvimento da floresta atlântica na região. Contudo, nesta mesma época, houve uma diminuição dos componentes arbóreos em áreas da PCRS devido a alterações edáficas provocadas pelo evento transgressivo marinho. Somente após 4000 anos AP, durante a fase de regressão marinha, a vegetação gradativamente reocupou as terras baixas da PCRS, agora migrando no sentido oeste-leste.

BEHLING *et al.* (2004) realizaram estudos palinológicos em sedimentos quaternários originários de uma turfeira em Cambará do Sul, Planalto Sul-riograndense, cujo nível basal foi datado em 42840 ^{14}C anos AP. Espécies relacionadas à vegetação campestre foram dominantes durante todo Pleistoceno com a ocorrência de raros grãos de pólen de táxons arbóreos da mata de araucária, refletindo condições climáticas frias e

secas. Para o limite Pleistoceno-Holoceno os autores também registraram o domínio de vegetação campestre. Porém a associação dos conjuntos polínicos atestou a vigência de um clima quente e seco, com os componentes da floresta de araucária migrando através dos vales. Durante o Holoceno final, a partir de 3500 anos AP a expansão dos elementos florestais tornaram-se mais perceptíveis.

BAUERMANN *et al.* (2005) realizaram análises palinológicas em um testemunho de sondagem originário de um depósito paludoso na localidade de Domingos Petrolini, PCRS, datado em nível basal 4430 ^{14}C anos AP (por correlação com o depósito sedimentar de Capão do Leão NEVES, 1998). Os autores identificaram uma influencia marinha para esta idade basal e, subseqüentemente, a expansão dos elementos vegetacionais campestres, arbustivos e arbóreos.

Para a região da Campanha do RS, BEHLING *et al.* (2005) estudaram um depósito turfáceo na localidade de São Francisco de Assis, cuja idade basal acusou 20814 ± 211 . Os autores registraram um clima frio e seco durante o final do Pleistoceno e condições quentes e secas no limite Pleistoceno-Holoceno. Uma mudança para condições climáticas úmidas foi indicada pelo desenvolvimento da expansão das florestas de galeria em ca. 5170 anos AP e, especialmente após 1550 anos BP.

MEYER *et al.* (2005) através de análises geoquímicas e de palinomorfos partir de um testemunho de sondagem coletado na Lagoa de Itapeva, PCRS, verificaram uma fase de ingressão marinha com idade de 6460 ± 40 ^{14}C anos AP.

BEHLING *et al.* (2007) realizaram análises palinológicas em uma turfeira situada no Morro Santana, Depressão Central do RS, datada em nível basal a 1191 ± 32 ^{14}C anos AP. Estas análises refletiram condições climáticas úmidas para seção. Maior atenção foi dedicada as partículas carbonizadas com relação a dinâmica do fogo.

Um testemunho de sondagem coletado no interior de uma mata paludosa na localidade de Serra Velha, Encosta Inferior do Nordeste do RS, foi estudado por LEAL & LORSCHUITTER (2007). As autoras evidenciaram a primeira ocorrência de táxons arbóreos característicos da floresta atlântica a partir de 8.800 anos AP. Contudo uma retração das florestas em ca. 7.000-5.000 anos AP, indicou uma fase quente e seca para este intervalo. A expansão das florestas a partir de 5000 anos AP, mostrou mudanças climáticas para condições de maior umidade.

LEONHARDT (2007) estudou um testemunho de sondagem na localidade de São Francisco de Paula, Planalto Sul-riograndense. O depósito sedimentar foi datado na porção basal em 24.930 ± 180 ^{14}C anos AP. A autora inferiu uma fase fria e seca para o final do Pleistoceno. O aumento de umidade foi melhor evidenciado a partir de 6000 anos AP e, especialmente após os últimos 3000 anos AP, quando táxons arbóreos da mata de araucária tornaram-se mais representativos.

MACEDO *et al.* (2007) realizaram análises palinológicas em um testemunho de sondagem originários da localidade de Passinhos, PCRS, com datação basal em 10600 ± 90 ^{14}C anos AP. Os dados para o limite Pleistoceno-Holoceno sugeriram um aumento gradativo da temperatura e dos ventos mais úmidos resultantes da maior influência oceânica, interpretações concordantes com os dados anteriormente publicados. Uma melhoria climática foi revelada entre 6000-3000 anos A.P. quando aparecem os primeiros registros de vegetação arbórea, os quais foram mais representativos após 1120 ± 70 ^{14}C anos AP quando a vegetação atingiu seu máximo desenvolvimento.

BAUERMAN *et al.* (2008) estudaram um depósito turfáceo, na localidade de São Martinho da Serra, Planalto Médio do RS, datado na base em 3231 ± 42 ^{14}C anos AP. As análises polínicas nesta área em estudo mostraram que as formações florestais existentes deveriam estar situadas ao longo dos rios formando as matas de galeria e/ou nas baixadas úmidas constituindo pequenas áreas florestadas. O aumento da umidade, ocorrido sobretudo após 1.574 ± 42 anos AP, foi indicado pela expansão e diversificação dos componentes florestais.

Duas turfeiras localizadas no Planalto Sul-riograndense foram analisadas por SCHERER (2008). No primeiro depósito sedimentar, denominado Alpes de São Francisco, cuja base foi datada em 12650 ± 70 , a autora propôs uma fase fria e semi-árida para o final do Pleistoceno, onde as matas de araucária deveriam estar presentes em refúgios. Entre 11000 -10000 anos AP, houve sinais de uma melhoria climática com o gradual aumento de temperatura e umidade. Entre as idades de 9400-5600 anos AP, foi identificada uma fase de clima quente e seco devido a retração dos campos e das matas. Uma nova fase de umidade, a partir de 5600 anos AP, foi revelada quando as florestas novamente expandiram-se, especialmente após 3300 anos AP. O segundo depósito turfáceo, denominado Banhado Amarelo, foi datado na base em 4240 ± 40 anos AP, indicando para esta idade um atraso na resposta climática de condições úmidas

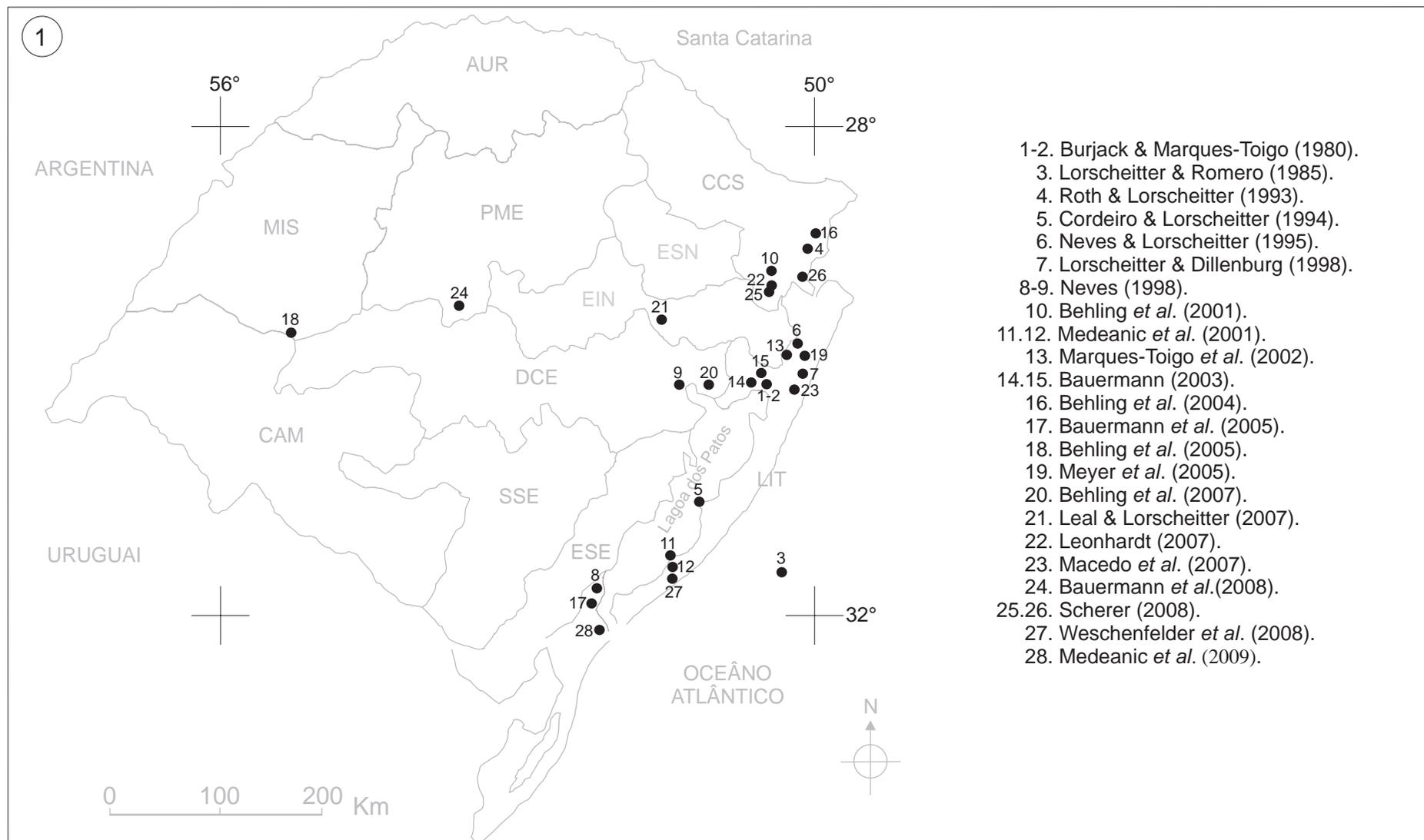


Figura 1. Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, conforme Fortes (1959): AUR= Auto Uruguai, MIS=Missões, CAM=Campanha, PME=Planalto Médio, DCE=Depressão Central, SSE=Serra do Sudeste, ESE=Encosta do Sudeste, LIT=Litoral, EIN=Encosta Inferior do Nordeste, ESN=Encosta Superior do Nordeste, CCS=Campos de Cima da Serra e, localização dos depósitos sedimentares quaternários estudados no Estado.

marcado através das baixas proporções de elementos florestais nos conjuntos polínicos. A autora sugeriu que até ca. 3200 anos AP as formações florestais teriam permanecido em refúgios, possivelmente localizado nos vales. Entre 3200-1600 anos AP as condições de umidade foram mais perceptível à medida que os componentes arbóreos tornaram-se mais representativos no registro palinológico.

WESCHENFELDER *et al.* (2008) estudaram um testemunho de sondagem (B2) na região de Bojurú, PCRS, cuja base foi datada em 9400 ± 140 anos AP. Os autores revelaram uma alta salinidade para idade basal do depósito sedimentar, marcado por palinomorfos marinhos (acritarcas e dinoflagelados) e alguns marinhos e de água salobra diatomáceas. As alta freqüência de palinomorfos terrestres, também neste intervalo, indicaram a proximidade do continente. Os paleoclimas para esta idade foram interpretados como subtropical relativamente seco. Posteriormente, na idade de 7370 ± 70 anos AP, foi registrado o máximo da transgressão marinha caracterizada pela absoluta predominância de diatomáceas marinhas, microforaminíferos e dinoflagelados. Em amostras sedimentares mais ao jovens do perfil, correlacionados ao Holoceno médio-superior, foi atribuída condições climáticas quentes e úmida.

MEDEANIC *et al.* (2009), identificaram uma fase transgressiva durante o Holoceno médio, 4940 ± 80 anos AP, através da análise de palinomorfos e diatomáceas em um testemunho holocênico coletado na localidade de Cassino, PCRS. O fim da fase transgressiva foi registrada quando a abundância de palinomorfos marinhos e diatomáceas diminuiu, indicando o início da fase regressiva marinha. Entretanto, não foram realizadas análises radiocarbônicas para datação do evento regressivo.

I. 3. Objetivos desta monografia

Esta pesquisa tem por objetivo ampliar os conhecimentos a respeito das dinâmicas vegetacionais e climáticas durante o Quaternário tardio (Holoceno) na região fisiográfica da Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul, município de Santo Antônio da Patrulha. Neste contexto, como objetivos específico destacam-se: (i) identificar os palinomorfos presentes em seção selecionada; (ii) proporcionar a reconstituição da vegetação vigente; (iii) interpretar as mudanças da dinâmica

sucessional da paleovegetação; (iv) inferir dados a respeito dos paleoclimas; (v) correlacionar os resultados deste trabalho com os demais sítios palinológicos realizados na região Sul do Brasil.

I. 4. Caracterização da área estudada

I. 4. a. Localização

O presente estudo foi realizado em um depósito turfáceo localizado no município de Santo Antônio da Patrulha, coordenadas (29°44'45''S, 50°32'56''W, altitude 37 m), distando ca. 76 km da capital do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre e, aproximadamente 48 km do Oceano Atlântico. O acesso ao sítio palinológico a partir da capital se dá pela rodovia RS-474 seguindo através de estradas secundárias próximas às margens do rio dos sinos (Fig. 2a-b-c). Segundo FORTES (1959), este sítio palinológico insere-se na região fisiográfica da Encosta Inferior do Nordeste da Serra Geral, situada em áreas adjacentes a Planície Costeira Norte do Estado.

Em termos geológicos, o sedimento turfáceo de Santo Antônio da Patrulha foi desenvolvido sobre os arenitos da Formação Botucatu, Jurássico/Cretáceo da Bacia do Paraná, o qual constitui o embasamento do testemunho de sondagem aqui analisado (VILLWOCK *et al.*, 1984). A fase inicial do processo de colmatção do ambiente paludial, resultante na turfeira atual, é cronologicamente correlacionável ao estágio inicial da formação do Sistema Laguna/Barreira IV, inserido na PCRS, datado a ca. 5000 anos AP (VILLWOCK & TOMAZELLI, 1995).

I. 4. b. Vegetação moderna

Em termos vegetacionais, a fitofisionomia da região é marcada por um mosaico de campos e florestas. Conforme RAMBO (1956), TEIXEIRA *et al.* (1986), REITZ *et al.* (1988) e LEITE & KLEIN (1990), a região estudada é caracterizada pela ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual com uma mistura de elementos típicos

da Floresta Atlântica. Ainda, segundo os autores acima mencionados, estas formações vegetacionais abrangem a vertente leste do Planalto Sul-Rio-Grandense e a parte leste da Depressão Central, onde também avança sobre terrenos circunvizinhos à Serra Geral e seus patamares (Fig. 3). No Estado do Rio Grande do Sul, a semidecidualidade ocorre sob clima tipicamente Ombrófilo, sem período seco. Contudo, a principal causa do fenômeno da estacionalidade foliar é atribuído às baixas temperaturas, ca. 15 °C, as quais perduram durante quatro meses ao ano. A queda foliar destas espécies atingem entre 20 a 50 % da cobertura vegetal superior da floresta LEITE & KLEIN (*op. cit.*).

I. 4. c. Clima atual

O clima na região Sul do Brasil, conforme a classificação de Köppen, é subtropical úmido (*Cfa*), com sucessões sazonais bem definidas e um homogêneo ritmo estacional da pluviosidade. Tais condições climáticas são influenciadas principalmente pelo anticiclone do Atlântico Sul, um sistema de alta pressão que transporta umidade das massas de ar tropicais sobre o continente. As perturbações estão relacionadas com as frentes frias polares que ao encontro com as massas de ar tropicais provocam fortes precipitações no Sul do Brasil (NIMER, 1989). Na região de Santo Antônio da Patrulha a precipitação média anual é aproximadamente entre 1500 a 1700 mm.a⁻¹ com temperaturas médias de 19,8 °C (MORENO, 1961). Os meses mais quentes apresentam temperaturas médias de 24,4 °C e, os meses mais frios com temperaturas 15,4 °C (dados da estação meteorológicas de Osório e Tramandaí, IPAGRO, 1979).

I. 5. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento deste estudo foram realizadas atividades em campo e em laboratório. Os procedimentos de campo bem como a preparação química dos materiais foram realizados utilizando-se a infra-estrutura do Laboratório de Palinologia da ULBRA. As demais análises palinológicas (qualitativas e quantitativas) foram realizadas no Laboratório de Palinologia do IG/UFRGS.

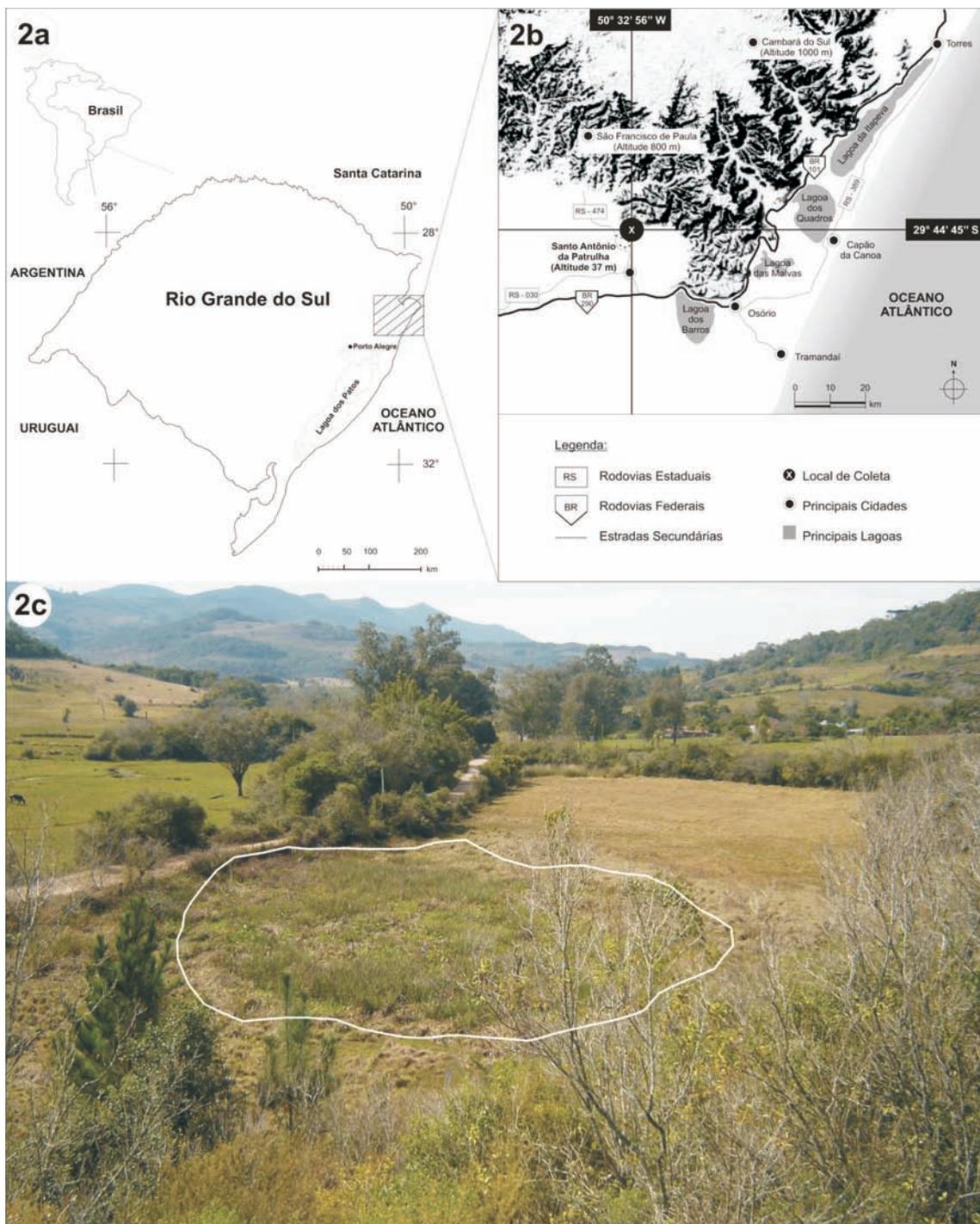


Figura 1. A. Localização da região estudada no Estado do Rio Grande do Sul; B. Ponto de coleta de testemunho de sondagem; C. Imagem fotográfica do ambiente turfáceo e fitofisionomia da região.

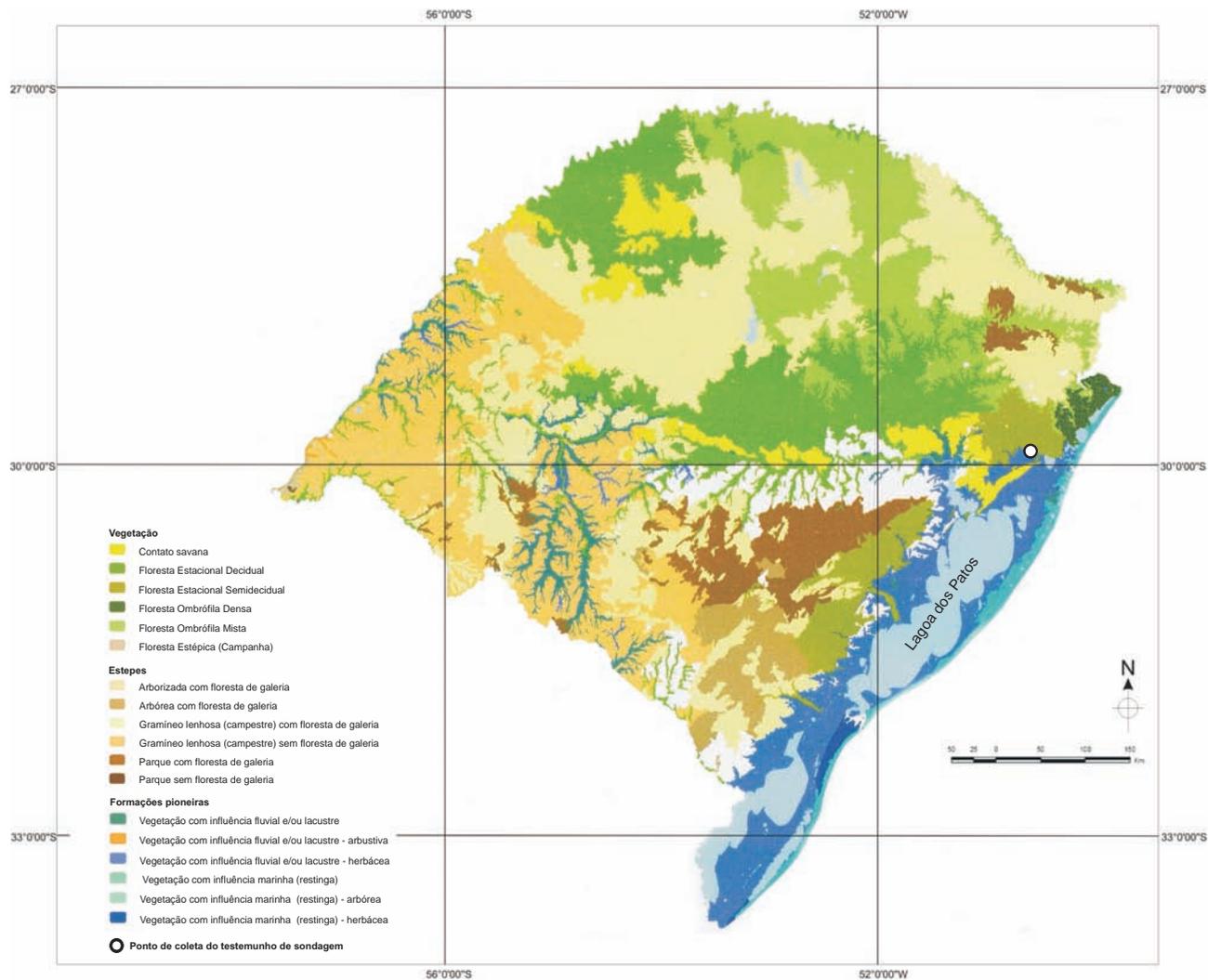


Figura 3. Mapa simplificado da cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul, mostrando o ponto de coleta do testemunho de sondagem. (modificado de Projeto RADAM BRASIL - IBGE)

I. 5. a. Coleta do testemunho de sondagem

A coleta do testemunho de sondagem foi realizada na porção central de um pequeno depósito turfáceo utilizado-se o amostrador “*Russian*” conforme descrito em MOORE *et al.* (1998) até uma profundidade de 1,15 m, a partir da qual o pacote apresentou resistência à perfuração.

Este aparelho coletor é composto por uma cápsula tubular de 50 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro, acoplado a hastes móveis e que, por movimentos rotacionais, retira e incorpora seções sedimentares nas profundidades desejadas. Três seções foram amostradas de forma seqüencial, do topo para a base. À cada seção, o coletor foi cuidadosamente limpo, evitando a contaminação de palinórfos oriundos de níveis anteriores. Além disso, as seções foram retiradas lado a lado, evitando o uso do mesmo ponto de perfuração de forma a minimizar problemas de mistura de material. As porções sedimentares referentes a cada seção foram transferidas para tubos de policloreto de vinila (PVC) previamente cortados longitudinalmente com mesmas dimensões da cápsula do aparelho coletor com etiquetas com a marcação de topo e base. Os tubos foram embalados com filme plástico e papel alumínio para transporte ao laboratório onde foram acondicionados em temperaturas de 4°C até a retirada das unidades amostrais para análises palinológicas.

I. 5. b. Inventário florístico

Com o intuito do reconhecimento da flora local foi realizado um inventário florístico expedito nas proximidades do ponto de coleta. As saídas em campo foram efetuadas em diferentes épocas do ano entre janeiro de 2007 a novembro de 2008 e também objetivaram a coleta de plantas férteis para confecção de lâminas de referência com grãos de pólen e esporos da região. O material botânico foi devidamente coletado e incorporado ao Herbário da Universidade Luterana do Brasil (HERULBRA), onde encontra-se catalogado conforme identificação realizada pelo autor com auxílio de especialista (Dr. Sérgio Augusto de Loreto Bordignon, professor adjunto do curso de Biologia das Universidades ULBRA e UNILASALLE) e literatura afim, tais como: REITZ *et al.* (1988), IRGANG & GASTAL JR. (1996), LORENZI (2000, 2002a,b),

LORENZI & SOUZA (2001), BACKES & IRGANG (2002, 2004a,b), LORENZI *et al.* (2004), SOBRAL *et al.* (2006), CARVALHO (2003, 2006, 2008), SOUZA & LORENZI (2005). A nomenclatura botânica e os respectivos autores estão de acordo com as bases de dados internacionais (THE INDEX PLANT NAMES, 2008; MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2008).

I. 5. c. Construção do perfil litológico e amostragem

O material coletado foi disposto em bancada para construção do perfil litológico, considerando-se diferenças granulométricas, cor e níveis de alteração intempérica (regolito).

De posse do perfil, foram retiradas 35 unidades amostrais ao longo do testemunho de sondagem com volume de 1 cm³ cada em intervalos regulares de três cm, utilizando-se um êmbolo plástico de 5 ml (lavado a cada procedimento). Cada unidade amostral foi armazenada em um pote plástico vedado de 250 ml, devidamente identificado (número da amostra e respectiva profundidade). O testemunho de sondagem foi novamente embalado com filme plástico e papel alumínio para o acondicionamento a temperaturas de 4°C juntamente com as 35 unidades amostrais. Amostragens mais superiores (regolito) foram descartadas tendo em vista tratar-se de níveis com intensa alteração intempérica e deformidade.

I. 5. d. Amostragem para datações radiocarbônicas

Três amostras, contendo aproximadamente 20 g de sedimento seco cada, foram enviadas ao “Center for Applied Isotope Studies - The University of Georgia” para datações radiocarbônicas através do método de “Accelerator Mass Spectrometry - AMS” e as idades obtidas foram calibradas em anos até 1950 A.P. com base em CalPal (WENINGER *et al.*, 2004). Ainda, foram calculadas as idades interpoladas para cada unidade amostral utilizando software *TILIA*.

I. 5. e. Recuperação de pólenes e esporos em sedimento

O tratamento químico para recuperação dos palinomorfos contidos nos sedimentos seguiu a técnica descrita por FAEGRI & IVERSEN (1989), conforme detalhado a seguir. Antes da utilização de reagentes químicos foram adicionadas em cada unidade amostral dois comprimidos de carbonato de cálcio contendo esporos exóticos de *Lycopodium clavatum* L., os quais serviram para posteriores análises de concentração polínica.

Remoção de silicatos...

Para remoção dos silicatos do sedimento turfáceo, utilizou-se ácido fluorídrico (HF) concentrado a 50%. Em cada unidade amostral foram adicionados aproximadamente 15 ml deste reagente, a qual foi agitada mecanicamente e de forma constante por no mínimo oito horas. Posteriormente os materiais foram transferidos para tubos de centrífuga de 50 ml e aquecidos em banho-maria à temperaturas de 100° C durante quatro minutos. A separação do reagente ácido de cada unidade amostral foi realizada por sucessivas lavagens com centrifugações e descarte.

Remoção de carbonatos...

Para remoção dos carbonatos, adicionou-se nas unidades amostrais 10 ml de ácido clorídrico (HCl) concentrado a 10%. Os materiais foram agitados mecanicamente e de forma constante durante quatro minutos. Em seguida, foram aquecidos em banho-maria a temperatura de 60°C por mais quatro minutos. Também visando a remoção mais completa possível deste ácido, os materiais foram lavados diversas vezes com centrifugação e descarte.

Remoção dos ácidos húmicos...

Para eliminar o ácido húmico, lignina e os restos orgânicos adicionou-se nas unidades amostrais 20 ml hidróxido de potássio (KOH) concentrado a 10%. Os materiais foram agitados mecanicamente e de forma constante durante quatro minutos e,

após, foram aquecidos em banho-maria a temperaturas de 100°C por mais quatro minutos. Também visando à remoção total dos reagentes e dos compostos solúveis, foram realizadas sucessivas lavagens com centrifugação e descarte.

Desidratação das amostras...

Com objetivo de desidratar as amostras, impedindo uma reação química muito forte, explosiva, a qual é provocada pela mistura de água (etapa anterior) e acetólise (etapa seguinte) adicionou-se nas unidades amostrais 10 ml ácido acético glacial (CH₃COOH), sendo estas, agitadas mecanicamente e de forma constante por quatro minutos. Logo após, os materiais foram centrifugados e o sobrenadante descartado.

Remoção da celulose e do conteúdo citoplasmático...

Para eliminação da celulose e do conteúdo citoplasmático dos grãos de pólen e esporos, os materiais foram submetidos a uma reação química chamada “acetólise” que consiste na mistura de nove partes de anidrido acético (CH₃CO)₂O, e uma parte de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Em cada unidade amostral foram adicionados 10 ml da mistura. Os preparados foram aquecidos em banho-maria a temperatura de 100°C por quatro minutos, sendo em seguida lavados, centrifugados e os resíduos sobrenadantes descartados.

Filragem e tratamento final das amostras...

Após tratamento por acetólise, os materiais foram peneirados sob uma malha metálica de 250 µm. Nos resíduos menores que 250 µm (materiais para análise palinológica) foram adicionados 10 ml de Glicerol concentrado a 50%, deixando os mesmos emersos durante 30 minutos. Após, foram centrifugados e prontos para montagem das lâminas palinológicas. Nos resíduos maiores que 250 µm (materiais para eventuais análises) adicionou-se Glicerol concentrado a 100%, sendo estes armazenados em frascos de vidro vedados e etiquetados (número da amostra, profundidade e fração de peneiramento).

I. 5. f. Preparação de pólen e esporos modernos

Com auxílio de uma pinça histológica, retirou-se de exsicatas, material fértil dos vegetais coletados da etapa do levantamento florístico. Quando possível, procurou-se coletar as anteras em mais de uma flor. A cada procedimento, as pinças eram flambadas para esterilização. As anteras foram colocadas em tubos de centrifuga de 10 ml, devidamente etiquetados (número de registro da exsicata e nome científico da espécie) e vedados. Os materiais foram preparados quimicamente utilizando-se a técnica de acetólise conforme ERDTMAN (1960).

I. 5. g. Montagem de lâminas palinológicas

Para montagem das lâminas palinológicas, tanto dos preparados fósseis quanto dos modernos, utilizou-se à técnica em gelatina glicerinada, conforme descrito por SALGADO-LABOURIAU (1973). Foram confeccionadas quatro lâminas de cada unidade amostral para análises paleopalinológicas e cinco lâminas de cada espécie para palinoteca de referência, todas devidamente etiquetadas e incorporadas na Palinoteca do Laboratórios de Palinologia da ULBRA sob codificação do prefixo “P” e no Laboratório de Palinologia do IG/UFRGS, sob a codificação do prefixo “MP-P”.

I. 5. h. Análise qualitativa

Estas análises tiveram por objetivo a determinação taxonômica de grãos de pólen, esporos e demais palinomorfos registrados nas unidades amostrais ao longo da seqüência sedimentar. Para realização destas, utilizou-se microscópio óptico *Olympus* modelos *CX-31*, *CX-41* e *BX-51* em aumentos de 400 e 1000 x. As identificações foram feitas por comparações do material fóssil com seus equivalentes modernos, produzidos pelas plantas atuais. Para tais comparações, foram realizadas consultas à lâminas de referência contendo grãos de pólen e esporos da região, além de bibliografias especializadas como atlas e catálogos polínicos. Na determinação botânica dos palinomorfos procurou-se alcançar a categoria taxonômica de menor nível hierárquico.

Para grupos taxonômicos que apresentaram semelhanças morfológicas não sendo possíveis distingui-los, optou-se por utilizar a denominação “tipo” precedida dos nomes científicos conforme ERDTMAN (1952), SALGADO-LABOURIAU (1973), TRAVERSE (1988) e PUNT *et al.* (2007). Assim, esse tipo de classificação permite que dentro de um “tipo polínico” possam estar incluídos mais de um gênero não sendo possível um detalhamento taxonômico mais aprofundado, é o caso p. ex.: tipo *Acacia*”, “tipo *Baccharis*”, “tipo *Trixis*”, etc... Ainda, pode ocorrer tamanha semelhança entre um gênero com outra família, p. ex.: tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, tipo Eriocaulaceae - *Paepalanthus*. Em casos onde os palinomorfos indeterminados, pertencentes a uma mesma categoria taxonômica, apresentando morfologias distintas, acrescentou-se números após a nomenclatura, p. ex.: “Esporo 1, Esporo 2, Esporo 3 ...”. Organismos de afinidade biológica incerta foram tratados como “*Incertae Sedis*”.

Os palinomorfos foram apresentados em ordenação evolutiva, utilizando-se ALEXOPOULOS *et al.* (1996) e INDEX FUNGORUM (2009) para fungos, BOLD *et al.* (1987) e GUIRY & DHONNCHA (2004) para algas, briófitos e gimnospermas, TRYON & TRYON (1982) para pteridófitos, CRONQUIST (1981) com atualização dos táxons e APG-II (2003) para angiospermas e RUPPERT & BARNES (1996) para os táxons animais.

I. 5. i. Descrições dos palinomorfos e dados ecológicos

As descrições palinológicas foram realizadas de forma sucinta ressaltando-se seus caracteres básicos e diagnósticos. A terminologia descritiva seguiu, na medida do possível, BARTH & MELHEM (1988) e PUNT *et al.* (2007). Para cada táxon foram abordados: **Descrição**: unidade polínica; classe de tamanho; polaridade; simetria; forma; âmbito; aberturas; estrutura da exina e ornamentação; **Dimensões**; **Observações**; **Dados ecológicos**: aspectos mais relevantes com a finalidade de tornar as inferências paleoambientais mais seguras.

I. 5. j. Análises quantitativas

Concomitantemente com as determinações taxonômicas, os palinomorfos foram quantificados para realização de análises estatísticas as quais fundamentaram as inferências paleoambientais. Em cada unidade amostral foram contados no mínimo 300 grãos de pólen (MOSIMANN, 1965) enquanto os demais palinomorfos e partículas de vegetais carbonizadas entre 05 e 150 μm eram contados a parte. Após, os táxons foram agrupados conforme suas afinidades ecológicas em hábito e/ou hábitat. As contagens foram feitas em microscopia óptica sob aumento de 400 x, sendo analisadas no mínimo três lâminas. As leituras foram realizadas transecções verticais de cima para baixo e da esquerda para direita com espaçamento entre as linhas de aproximadamente um campo visual para evitar a recontagem dos palinomorfos conforme SALGADO-LABOURIAU (2007).

Representação por porcentagem...

As análises de porcentagem, valor relativo de cada palinomorfo, foram calculadas pela soma polínica total e a qual foi atribuído valor 100 (FAEGRI & IVERSEN, 1989). Foram incluídos na soma táxons representativos da flora regional (árvores e arbustos, ervas e angiospermas indeterminados), enquanto que representantes da flora local (macrófitos aquáticos, epífitos, pteridófitos, briófitos, algas e fungo) e demais palinomorfos não foram considerados na soma. Os táxons que apresentaram baixas frequências foram representados com um exagero de 5x nas escalas permitindo uma melhor visualização de suas ocorrências ao longo do tempo. Para obtenção destes dados foi utilizado o software *TILIA* versão 2.0.2. a partir da fórmula:

$$f = \frac{\beta \times 100}{\sum p}$$

onde: f = porcentagem de um elemento

β = é o elemento

$\sum p$ = soma total de pólen

Representação por concentração...

Os cálculos de concentração que indicam o valor absoluto, expressam o número de palinórfos por centímetro cúbico de sedimento fresco. Estes cálculos foram possíveis através da adição de comprimidos contendo esporos exóticos de *L. clavatum* nas unidades amostrais ao início do processamento químico (STOCKMARR, 1971). Assim, sabendo-se o número total de esporos introduzidos em cada unidade amostral, sua contagem nestas e o valor bruto de cada palinomorfo encontrado, pode-se estimar a contração absoluta de cada táxon. Em cada comprimido foi informado pelo fabricante o número total de esporos, 12.542. Para realização dos cálculos foi utilizado o software *TILIA* versão 2.0.2 a partir da fórmula:

$$y = \frac{NY \times NLCa}{NLcc \times cm^3}$$

onde: y = concentração absoluta de determinado palinomorfo

NY = contagem do palinomorfo y em uma determinada amostra

$NLCa$ = total de esporos *L. clavatum* introduzidos em cada amostra

$NLcc$ = número de *L. clavatum* contados em cada amostra

Análise de agrupamentos...

As análises de agrupamento auxiliaram as interpretações das fases, ou seja, permitiram caracterizar as principais mudanças ocorridas nos conjuntos polínicos ao longo do tempo. Para obter tais resultados foi utilizado o software *CONISS*, GRIMM (1987), levando-se em conta a frequência e abundância dos palinórfos entre as unidades amostrais.

Análise multivariada...

A análise multivariada de ordenação por Análise de Coordenadas Principais (PCoA) foi aplicada com vistas a obter uma síntese da trajetória de mudanças na composição polínica da vegetação (ORLÓCI *et al.*, 2002). PCoA foi baseada em distâncias euclidianas entre pares de unidades amostrais (LEGENDRE & LEGENDRE,

1998; PODANI, 2000). As distâncias foram calculadas a partir das porcentagens de composição polínica transformadas por raiz quadrada, para reduzir distorções causadas pelo peso excessivo de táxons dominantes. Na análise de ordenação foram ignorados táxons indeterminados, táxons que produzem esporos, táxons aquáticos e Cyperaceae, com vistas a enfatizar a variação regional da vegetação. A significância dos eixos de ordenação foi avaliada por auto-reamostragem (PILLAR, 1999). Para estas análises utilizou-se o software *MULTIV/MINOR* (PILLAR, 2008) e para ilustração dos dados Microsoft Office *EXCEL*.

I. 5. k. Apresentação dos dados palinológicos

Os resultados obtidos das análises estatísticas são apresentados através de diagramas polínicos de porcentagem e concentração, os quais permitiram evidenciar de forma mais clara as mudanças a respeito das sucessões vegetacionais. Para sintetizar a dinâmica da vegetação, ainda é apresentado dendrograma (análises de agrupamento) bem como gráfico de PCoA. Para melhor controle cronológico foi realizado cálculos das idades interpoladas a partir das datações obtidos por ^{14}C .

I. 5. l. Fotomicrografias

As fotomicrografias foram realizadas em microscopia óptica em aumentos de 1000x com máquina digital *Olympus evolt €330* acoplada ao microscópio *Olympus BX-51*. As imagens digitais foram processadas e melhoradas nos softwares *Corel DRAW* e *Corel PHOTO-PAINT* versões 12.0. A montagem das estampas seguiu a ordenação sistemática. Nas legendas das estampas foram adotadas as terminologias VP= vista polar, EQ = vista equatorial; PL = planos; PP = pólo proximal; PD = pólo distal. As dimensões dos palinomorfos são indicadas proporcionalmente a escala de 20 μm localizada parte inferior e a esquerda de cada estampa.

I. 6. Referências Bibliográficas

- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. 1996. **Introductory Mycology**. 4 ed. New York, John Wiley & Sons, 869p.
- APG - II. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 141: 399-436.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2002. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Cruz do Sul, Instituto Souza Cruz, 325p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2004a. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre, Paisagens do Sul, 393p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2004b. **Árvores cultivadas no sul do Brasil: guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas**. Porto Alegre, Paisagem do Sul, 204p.
- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. **Glossário ilustrado de palinologia**. Campinas, UNICAMP, 77p.
- BAUERMANN, S.G. 2003. **Análises palinológicas e evolução paleovegetacional e paleoambiental das turfeiras de Barrocas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre. 137p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BAUERMANN, S.G.; MACEDO, R.B.; BEHLING, H.; PILLAR, V.; NEVES, P.C.P. das. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do Sul do Brasil. **Revista brasileira de Paleontologia**, 11(2): 87-96.
- BAUERMANN, S.G.; NEVES, P.C.P. das; MARQUES-TOIGO, M. & ASHRAF, A.R. 2005. Evidences of Holocene transgression on Domingos Petrolini Swamp, southern Coastal Plain, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of geoscientific Research in Northeast Asia**, 8(1): 98-103.
- BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 117: 9-27.

- BEHLING, H.; BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. das. 2001. Holocene environmental changes from the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal South American Earth Science**, **14**: 631-639.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. & BAUERMANN, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, **203**: 277-297.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.; MÜLLER, S.C. & OVERBECK, G. 2007. Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brasil: Implications for conservation. **Applied Vegetation Science**, **10**: 81-90.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.; ORLÓCI, L. & 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 Palaeobotany and Palynology**, **133**: 235-248.
- BOLD, H.C.; ALEXOPOULOS, C.J. & DELEVORYAS, T. 1987. **Morphology of Plants and Fungi**. 5 ed. New York, Harper & Row, 912p.
- BOLLI, H.M.; SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN K. 1989. **Plankton Stratigraphy**. Vol. 1. Cambridge, Cambridge University Press, 599p.
- BURJACK, M.I.A. & MARQUES-TOIGO, M. 1980. Caracterização palinológica da turfeira de Águas Claras, município de Viamão-RS, Brasil. In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS, 2., 1980, São Paulo, **Contribuições...** Boletim IG-USP, p. 180-189.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 1., Brasília, Embrapa-Florestas, Informação Tecnológica, 1039p.
- CARVALHO, P.E.R. 2006. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 2., Brasília, Embrapa-Florestas, Informação Tecnológica, 627p.
- CARVALHO, P.E.R. 2008. **Espécies arbóreas brasileiras**. Vol. 3., Brasília, Embrapa-Florestas, Informação Tecnológica, 604p.
- CORDEIRO, S.H. & LORSCHREITER, M.L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Paleolimnology**, **10**: 35-42.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press., 1262p.

- DE OLIVEIRA, P.E.; BEHLING, H.; LEDRU, M.P.; BARBERI, M.; BUSH, M.; SALGADO-LABOURIAU, M.L.; GARCIA, M.J.; MEDEANIC, S.; BARTH, O.M.; BARROS, M.A. & SCHELL-YBERT, R. 2005. Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: Souza CRG *et al.* (eds), **Quaternário do Brasil**, Ribeirão Preto: Holos, p. 52-74.
- ERDTMAN, G. 1952. **Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms**. Stockholm, Almqvist & Wiksell, 539p.
- ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method: a revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, **54**(4): 561-564.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, L. 1989. **Textbook of pollen analysis**. 4 ed., New York Hafner Pub., 486p.
- FORTES, A.B. 1959. **Geografia física do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Globo, 393p.
- GRIMM, E.C. 1987. *CONISS*: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by method of the incremental sum of squares. **Computers & Geosciences**, **13**: 13-35.
- GUIRY, M.D. & DHONNCHA, E. 2009. **Algae database**. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em: 16 Jan. 2009.
- INDEX FUNGORUM. 2009. Disponível em: <<http://www.speciesfungorum.org>>. Acesso em: 16 jan. 2009.
- INTERNATINAL STRATIGRAPHIC CHART. 2008. Disponível em: <<http://www.stratigraphic.org>>. Acesso em: 25 jun. 2009.
- IPAGRO - INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim técnico do IPAGRO**, **3**:103-114
- IRGANG, B.E. & GASTAL JR. C.V. de S. 1996. **Macrófitas aquáticas da Planície Costeira do RS**. Porto Alegre, 290p. (Produção independente).
- LEAL, M.G. & LORSCHAITTER, M.L. 2007. Plant succession in a forest on the Lower Northeast Slopes of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and Holocene palaeoenvironments, Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, **21**(1):1-10.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1998. **Numerical Ecology**. 2 ed. New York, Elsevier, 853p.

- LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. In: Mesquita OV (Ed.), **Geografia do Brasil - Região Sul**, Rio de Janeiro: IBGE, vol. 2, p. 113-150.
- LEONHARDT, A. 2007. **Mudanças Vegetacionais e Climáticas no Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os últimos 25000 anos**. Porto Alegre. 124p. Dissertação de Mestrado em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- LORENZI, H. 2000. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed., Nova Odessa, Instituto Plantarum, 608p.
- LORENZI, H. 2002a. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed., Vol 1., Nova Odessa, Instituto Plantarum, 368p.
- LORENZI, H. 2002b. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2 ed., Vol 2., Nova Odessa, Instituto Plantarum, 368p.
- LORENZI, H. & SOUZA, H.M. de. 2001. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3 ed., Nova Odessa, Instituto Plantarum, 1088p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de; COSTA, J.T.M.; CERQUEIRA, L.S.C. de & FERREIRA, E. 2004. **Palmeiras Brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 415p.
- LORSCHUITTER, M.L. 1983. Evidences of sea oscillations of the Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provide by palynological studies. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 1: 53-60.
- LORSCHUITTER, M.L. 1984. **Palinologia de sedimentos quaternários do Cone de Rio Grande**. Porto Alegre. 270p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 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. & DILLENBURG, S.R. 1998. Holocene palaeoenvironmental of the northern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstruted from palynology of Tramandaí lagoon sediments. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 11:73-98.

- LORSCHUITTER, 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**: 55-91.
- MACEDO, R.B.; CANCELLI, R.R.; BAUERMANN, S.G.; BORDIGNON, S. A. de L. & NEVES, P.C.P. das 2007. Palinologia de níveis do Holoceno da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (localidade de Passinhos), Brasil. **Gaea**, **7**: 68-74.
- MARQUES-TOIGO, M.; MEDEANIC, S.; MOSBRUGGER, V. & ASHRAF, A.R. 2002. Palaeoenvironmental changes in the Maquiné River valley, RS, Brazil, during the Holocene according to palynological data. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **3**: 36-47.
- MEDEANIC, S.; DILLENBURG, S.R. & TOLDO-JUNIOR, E.E. 2001. Novos dados palinológicos da Transgressão Marinha Pós-Glacial em sedimentos da Laguna dos Patos, RS, Brasil. **Revista da Universidade Guarulhos - Geociências** **VI**(6): 64-76.
- MEDEANIC, S.; TORGAN, L.C.; CLEROT, L.C.P. & AND SANTOS, C.B dos. 2009. Holocene Marine Transgression in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: Palynomorph and Diatom Evidence. **Journal of Coastal Research**, **25**: 224-233.
- MEYER, K.E.B.; REICHHART, K.; ASHRAF, A.R.; MARQUES-TOIGO, M. & MOSBRUGGER, V. 2005. Holocene evolution of Itapeva Lake, Rio Grande do Sul, Brazil: Palynomorphs C_{org}, N, and S records. **Journal of South American Earth Sciences**, **19**: 181-192.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2009. Disponível em: <<http://mobot.org>>. Acesso em: 16 Jan. 2009.
- MOORE, P.D.; WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. 1998. **Pollen analysis**. England, Blackwell, 216p.
- MORENO, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 42p.
- MOSIMANN, J.E. 1965. Statistical methods for the pollen analyst: multinomial and negative multinomial techniques. In: Kummel, B. & Raup, D. (eds) **Multinomial and negative multinomial techniques**. W.H. Freeman, San Francisco, p. 636-673.

- NEVES, P.C.P. das. 1998. **Palinologia de sedimentos quaternários no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão**. Porto Alegre. 513p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- NEVES, P.C.P. das & LORSCHUITTER, M.L. 1995. Upper Quaternary palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, **9**: 39-67.
- NIMER, E. 1989. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 421p.
- ORLOCI, L., PILLAR, V.D., ANAND, M. & BEHLING, H. 2002. Some interesting characteristics of the vegetation process. **Community Ecology**, **3**: 125-146.
- PILLAR, V.D. 1999. The bootstrapped ordination reexamined. **Journal of Vegetation Science**, **10**: 895-902.
- PILLAR, V.D. 2008. **MULTIV, software for multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling**. Porto Alegre, Disponível em: <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>> Acesso em 15 jun. 2008.
- PODANI, J. 2000. **Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data**. Leiden, The Netherlands, Backuys Publishers, 407p.
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & THOMAS, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotanic and Palynology**, **143**: 1-81.
- RAMBO, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Selbach, 456p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. 1988. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Corag. 525p.
- ROTH, L. & LORSCHUITTER, 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.
- RUPPERT, E.E. & BARNES, R.D. 1996. **Zoologia dos invertebrados**. 6 ed. São Paulo, Roca, 1029p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 285p.

- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1994. **História ecológica da terra**. São Paulo, Edgard Blücher, 307p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 2007. **Critérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo, Edgard Blücher, 387p.
- SCHERER, C. 2008. **Sucessão vegetal e reconstituição de paleoambientes no interior de matas com Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil**, Porto Alegre. 130p. Tese de Doutorado em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. 2006. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre, Novo Ambiente, 350p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 608p.
- SOUZA, C.R.G; SUGUIO K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. 2005. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 378p.
- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. **Pollen et Spores**, **13**: 615-621.
- SUGUIO, K.; SALLUN, A.E.M.; SOARES, E.A.A. 2005. Período Quaternário “*Quo Vadis ?*” **Revista Brasileira de Geociências**, **35**(3): 427-432.
- TEIXEIRA MB, COURA NETO AB, PASTORE U AND RANGEL FILHO ALR. 1986. Vegetação. In: PROJETO RADAMBRASIL, **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro, IBGE, v.33, p. 541-620.
- THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX - INPI. 2009. Disponível em: <<http://inpi.org>>. Acesso em 16 Jan 2009.
- TRAVERSE, A. 1988. **Paleopalynology**. London, Unwin Hyman, 600p.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. **Ferns and Allied Plants**. New York, Springer-Verlag. 857p.
- VILLWOCK, J. A.; DEHNHARDT, E. A. ; LOSS, E. L. ; HOFMEISTER, T. 1984. **Mapa Geológico das Folhas Gravataí e Santo Antônio da Patrulha**. Porto alegre, CECO, Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VILLWOCK, J.A. e TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas 8**: 1-45.

WENINGER, B.; JÖRIS, O. & DANZEGLOCKE, U. 2004. **Calpal - The Cologne radiocarbon CALibration and PALaeoclimate research package**. Disponível em: <<http://www.calpal.de>>. Acesso em: 15 Jan 2009.

WESCHENFELDER, J.; MEDEANIC, S.; CORRÊA, I.C.S. & ALIOTTA, S. 2008. Holocene Paleoinlet of the Bojuru Region, Lagoa dos Patos, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, 24(1): 99-109.

Capítulo II. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Capítulo II. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que os resultados sobre os táxons identificados no testemunho de sondagem, bem como sobre as inferências paleoambientais e paleoclimáticas já foram apresentados nos dois manuscritos submetidos, é feita aqui uma listagem integrando tais informações de modo a auxiliar o entendimento do conjunto de todo o trabalho realizado.

(i) Um total de 98 palinomorfos foi identificado em 35 unidades amostrais analisadas do testemunho de sondagem. Estes táxons fundamentaram as interpretações sobre as sucessões vegetacionais, bem como as inferências paleoambientais e paleoclimáticas, sendo estes, correspondentes a: **18 fungos** (*Bryophytomyces sphagni*, Esporo indeterminado 1, Esporo indeterminado 2, Esporo indeterminado 3, Esporo indeterminado 4, Esporo indeterminado 5, Esporo indeterminado 6, Esporo indeterminado 7, Esporo indeterminado 8, *Gelasinospora calospora*, *Gelasinospora cf. reticulispota*, *Glomus*, Hifas, *Tetraploa aristata*, tipo *Athelia*, tipo *Gaeumannomyces cf. caricis*, tipo *Microthyrium* e tipo *Nigrospora*), **4 (quatro) algas** (*Botryococcus*, *Debarya*, *Pediastrum* e *Zygnema*), **1 (um) Incertae sedis** (*Pseudoschizaea rubina*), **3 (três) briófitos** (*Anthoceros punctatus*, *Phaeoceros laevis* e *Sphagnum*), **10 pteridófitos** (*Anemia*, *Anemia phyllitidis*, Cyatheaceae, *Dicksonia sellowiana*, *Lycopodium clavatum*, *Polypodium*, *Pteris*, *Selaginella*, tipo *Blechnum* e tipo *Microgramma vacciniifolia*), **4 (quatro) gimnospermas** (*Araucaria angustifolia*, *Ephedra tweediana*, *Pinus* e *Podocarpus*), **55 angiospermas** (*Acalypha*, *Alchornea*, *Allophylus edulis*, *Alnus*, *Alternanthera*, Anacardiaceae, Apocynaceae, Caryophyllaceae, *Cecropia*, *Celtis*, *Chrysophyllum*, *Cuphea*, *Cuphea carunculata*, *Daphnopsis racemosa*, *Drymis brasiliensis*, *Eryngium*, Fabaceae, *Gomphrena*, *Ilex*, Lamiaceae, *Ludwigia*, Malvaceae, Melastomataceae, Meliaceae, *Mimosa*, *Mimosa* série *Lepidotae*, *Myrsine*, Myrtaceae, *Polygala*, *Polygonum*, Sapindaceae, *Sebastiania*, *Spermacoce*, tipo *Acacia*, tipo *Amaranthus*-Chenopodiaceae, tipo *Ambrosia*, tipo *Baccharis*, tipo *Elephantopus*, tipo *Erythrina*, tipo *Gnaphalium*, tipo *Helianthe*, tipo *Holocheilus*, tipo *Parapiptadenia rigida*, tipo *Roupala*, tipo *Senecio*, tipo *Trixis*, tipo *Vernonia*, *Trema micrantha*, *Tripodanthus acutifolius*, *Utricularia*, Arecaceae, Cyperaceae, Poaceae, tipo Eriocaulaceae-*Paepalanthus* e *Zea mays*), **3 (três) fragmentos de animais** (mandíbulas, ovos de Platielminthes e pêlos de Artrópodes).

(ii) O reconhecimento da composição florística atual nas proximidades do ambiente turfáceo, constituiu uma das bases para a identificação dos palinomorfos do testemunho de sondagem e para as interpretações paleoambientais. O levantamento botânico expedito mostrou a predominância de alguns componentes na flora local, **destacando-se na vegetação de banhado**, *Eryngium pandanifolium* (Apiaceae), *Ludwigia* sp. (Onagraceae), *Panicum prionitis* (Poaceae) e *Senecio bonariensis* (Asteraceae), **nos fragmentos florestais**, *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae), *Allophylus edulis* (Sapindaceae), *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae), *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae), *Celtis* sp. (Ulmaceae), *Cupania vernalis* (Sapindaceae), *Daphnopsis racemosa* (Thymelaeaceae), *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae), *Erythrina crista-galli* (Fabaceae), *Erythroxylum argentinum* (Erythroxylaceae), *Eugenia uniflora* (Myrtaceae), *Ilex dumosa*, *I. pseudobuxus* (Aquifoliaceae), *Lithraea brasiliensis* (Anacardiaceae), *Myrsine lorentziana*, *M. ferruginea* (Myrsinaceae), *Parapiptadenia rigida* (Mimosaceae), *Sebastiania commersoniana*, *S. serrata*, *S. brasiliensis* (Euphorbiaceae), *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae), *Symplocos* (Symplocaceae), *Tabebuia* sp. (Bignoniaceae), *Trema micrantha* (Ulmaceae) e *Verbenoxylum reitzii* (Verbenaceae), **componentes epífitos**: *Antiacantha* sp. e *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae), **táxons de pteridófitos no interior da mata**, *Anemia phyllitidis* (Schizaeaceae), *Microgramma* sp. (Polypodiaceae) e *Selaginella* sp. (Selaginellaceae), **elementos herbáceos na borda da mata**, *Baccharis* sp. (Asteraceae), *Calea serrata* (Asteraceae), *Chiococca alba* (Rubiaceae), *Cuphea* (Lythraceae), *Diodia alata* (Rubiaceae), *Elephantopus mollis*, *Erechtites hieracifolia*, *Eupatorium inulaefolium*, *E. tweedianum* (Asteraceae), *Eryngium pandanifolium* (Apiaceae), *Hypericum* sp. (Clusiaceae), *Hyptis mutabilis* (Lamiaceae), *Lantana camara* (Verbenaceae), *Leandra australis* (Melastomataceae), *Miconia cinerascens*, *M. hyemalis*, *M. sellowiana* (Melastomataceae), *M. micrantha* (Asteraceae), *Mimosa bimucronata*, *M. pilulifera* (Mimosaceae), *Passiflora suberosa* (Passifloraceae), *Paullinia trigonia* (Sapindaceae), *Psychotria carthagenensis*, *Randia armata* (Rubiaceae), *Phyllanthus* sp. (Phyllanthaceae), *Smilax* sp. (Smilacaceae), *Tibouchina* sp. (Melastomataceae), *Triumffeta semitriloba* (Malvaceae), *Vernonia tweedieana* (Asteraceae) e *Xyris* sp. (Xyridaceae), **táxons de pteridófitos na borda da mata**, *Blechnum* sp. (Blechnaceae) e *Doryopteris* sp. (Adiantaceae), **nas formações campestres**, *Aspilia montevidensis*, *Baccharis* sp. (Asteraceae), Cyperaceae, *Eryngium pandanifolium* (Apiaceae), *Glechon* sp. (Lamiaceae), *Ludwigia* sp. (Onagraceae), *Oxalis* sp. (Oxalidaceae), *Panicum*

prionitis (Poaceae), *Pterocaulon* sp., *Senecio bonariensis* e *Vernonia flexuosa* (Asteraceae).

(iii) Três datações radiocarbônicas por AMS foram obtidas em diferentes profundidades do testemunho de sondagem, cuja base (115 cm de profundidade) acusou idade holocênica de 4730 ± 50 anos AP. As demais datações a 55 e 13 cm de profundidade, acusaram idade de 4245 ± 25 anos A.P. e 107.03 ± 50 anos A.P., respectivamente.

(iv) As análises palinológicas revelaram mudanças nas composições vegetacionais durante os últimos milênios na região de Santo Antônio da Patrulha, permitindo o reconhecimento de cinco fases distintas, as quais indicaram alterações paleoambientais e paleoclimáticas. Essas fases denominadas SAP-I, SAP-II, SAP-III, SAP-IV e SAP-V foram estabelecidas através das variações nos conjuntos polínicos e na análise de agrupamento (CONISS).

(vi) A fase SAP-I indicou a predominância de plantas ligadas à vegetação campestre, com raras ocorrências de táxons arbóreos, arbustivos, pteridófitos e algas, sugerindo condições climáticas quentes e secas.

(vii) Entre as cinco fases identificadas, apenas a fase SAP-II (com duas unidades amostrais analisadas a 110 e 105 centímetros de profundidade) não revelou quantidade de pólen e esporos suficiente para as interpretações paleoecológicas e paleoclimáticas.

(viii) A partir do início da fase SAP-III foi possível observar um aumento gradual de umidade, quando os componentes pioneiros da Floresta Atlântica, pteridófitos e fungos tornaram-se mais evidentes no registro palinológico. Além disso, a vegetação campestre apresentou uma maior diversidade de táxons.

(xix) O aumento na frequência e diversidade dos táxons arbóreos a partir da fase SAP-III sugere o início da fitofisionomia em forma de mosaico. Dados arqueológicos e sobre mamíferos fósseis correlacionados a este intervalo sustentam tais interpretações.

(x) Os componentes campestres foram dominantes ao longo de todo o testemunho de sondagem. Entretanto, a partir do início da fase SAP-IV e, especialmente na fase SAP-V, ca. 4000 anos AP (idade calibrada) os componentes da Floresta Atlântica e da Floresta Estacional Semidecidual apresentam um aumento significativo.

(xi) O estabelecimento progressivo destes elementos florestais a partir de 4000 anos AP (idade calibrada), sugere condições climáticas com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações, corroborando resultados palinológicos anteriores obtidos na Planície Costeira do Rio Grande do Sul e áreas adjacentes. Este aumento de abundância e diversidade dos táxons florestais é também geocronologicamente correlacionado com o evento de regressão marinha para a citada Planície.

(xii) Os primeiros registros de grãos de pólen de tipo-*Acacia*, tipo-*Daphnopsis racemosa*, tipo-*Erythrina* e tipo-*Parapiptadenia rigida* na fase SAP-IV (5000-4500 anos AP, idades calibradas) foram aqui interpretados como influência da Floresta Estacional Semidecidual.

Anexo A

Anexo A. Carta de recebimento do artigo “*Catálogo de pólenes, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil*” pelo editor chefe da revista Iheringia Série Botânica.

Iheringia-Série Botânica



Museu de Ciências Naturais
Fundação Zoobotânica do RS

Porto Alegre, 20 de janeiro de 2009.

Prezados autores

Renato Backes Macedo
Paulo Alves de Souza
Soraia Girard Bauermann

Informamos que o trabalho “Catálogo de pólenes, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil” foi submetido ao periódico Iheringia, Série Botânica, recebendo o número de protocolo 01/2009.

Atenciosamente,


Lezílda Carvalho Torgan
Editor- Chefe

Anexo B

Catálogo de pólen, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil

Renato Backes Macedo², Paulo Alves de Souza², Soraia Girardi Bauermann³

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

backesbiologia@yahoo.com.br

²Laboratório de Palinologia, Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91.540/900, Porto Alegre, RS, Brasil.

³Laboratório de Palinologia, Universidade Luterana do Brasil. Av. Farroupilha 8001, CEP 92.425/900, Canoas, RS, Brasil.

RESUMO - Neste trabalho são apresentados resultados qualitativos das análises palinológicas realizadas em um pacote sedimentar turfáceo depositado na Encosta Inferior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Santo Antônio da Patrulha. Um total de 35 unidades amostrais foram retiradas, em intervalos de 3 cm, do testemunho de sondagem, cuja profundidade máxima atingiu 115 cm, e cuja base foi datada em (¹⁴C) 4730 ± 50 anos A.P. Palinofloras diversificadas, abundantes e bem preservadas foram identificadas, sendo aqui descritos e ilustrados 98 palinomorfos, incluindo fungos (18), algas (5), esporos de briófitos (3) e pteridófitos (10), grãos de pólen de gimnospermas (4) e angiospermas (55), além de fragmentos de animais (3). As descrições são acompanhadas, quando pertinentes, de informações ecológicas. Esta parte do trabalho visa contribuir para o conhecimento da palinoflora quaternária do continente, constituindo referência para comparações e para o entendimento da sucessão vegetacional da área.

Palavras-chave: Palinologia, Holoceno, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT – Catalogue of pollen, spores and other palynomorphs from Holocene sediments of the Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brazil. This paper presents the qualitative results of palynological analysis developed from a peat bog deposited in the Lower Slope of Northeastern of Rio Grande do Sul State, Santo Antônio da Patrulha municipality. A total of the 35 sampling units were collected, spaced in intervals of 3 cm, within the 115 cm of the sedimentar section, whose basal level was dated as (^{14}C) 4730 ± 50 years B.P. Diversified, abundant and well preserved palynofloras were recognized, represented by 98 species, which are described and illustrated herein, including Fungi (18), Algae (5), spores of mosses (3) and ferns (10), pollen grains of gymnosperms (4) and angiosperms (55), and remains of animals (3). Descriptions are accompanied by ecological information, when relevant. This paper is the first part of a paleoclimate analysis from this core, aiming to contribute to the knowledge of the continental Quaternary palynoflora. Furthermore, it provides a key of reference for comparisons, and improves the understanding of the vegetation succession in this area.

Key words: Palynology, Holocene, Rio Grande do Sul State.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da vegetação terrestre que existiu em tempos pretéritos é advinda dos estudos paleobotânico e palinológico, cujos registros fósseis são de significativa importância nas interpretações paleoecológicas, paleoambientais, paleogeográficas e na datação relativa dos estratos portadores. Para o Quaternário, esporos e grãos de pólen fósseis são relacionados diretamente com plantas viventes (Salgado-Labouriau, 2007). Esta tarefa é realizada a partir de comparações morfológicas entre espécimes fossilizados e os grãos de pólen da flora atual circunvizinha aos sítios deposicionais analisados e obtidas por levantamento florístico. A realização de catálogos contendo descrição e ilustração dos materiais fossilizados contribui na análise paleoecológica dos sítios deposicionais e na determinação taxonômica das diferentes formas encerradas em sedimentos e rochas sedimentares de distintas localidades. Além disso, constitui formas de preservação da memória da diversidade biológica nos últimos milhares de anos.

Para o Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nas últimas décadas, o número de publicações de catálogos palinológicos do período Quaternário tem aumentado de forma significativa, dentre as quais: Lorscheitter (1988, 1989), Neves & Lorscheitter (1992, 1995), Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005), Neves & Bauermann (2003, 2004), Leal & Lorscheitter (2006), Medeanic (2006), Neves & Cancelli (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Roth & Lorscheitter (2008) e Scherer & Lorscheitter (2008). Neste contexto, este trabalho visa apresentar os palinomorfos identificados a partir do estudo de 35 amostras de uma perfuração realizada na Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul, através de descrições morfológicas e respectiva documentação fotomicrográfica. Dessa forma, objetiva contribuir como material de referência para futuros estudos palinológicos na região Sul do Brasil durante os últimos milênios.

Adicionalmente, informações sobre os paleoclimas relacionados, bem como sobre a dinâmica vegetacional, serão apresentadas pelos autores em contribuição à parte.

Área do estudo

O depósito sedimentar turfáceo estudado localiza-se no município de Santo Antônio da Patrulha o qual dista aproximadamente 76 km de Porto Alegre. O acesso ao local de perfuração, coordenadas (29°44'45''S; 50°32'56''W), se dá a partir de Porto Alegre, pela rodovia RS - 474, (Fig. 1).

O clima da região é caracterizado como subtropical apresentando temperatura média anual superior a 18°C e precipitação média anual entre 1.500 a 1.700 mm (Moreno, 1961). A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecidual sendo constituída por uma flora diversificada e com elementos amplamente distribuídos no Estado (IBGE, 2006).

FIGURA 1

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do testemunho de sondagem foi realizada na porção central do pequeno pacote sedimentar turfáceo aflorante na localidade citada. Para sua retirada foi utilizado o amostrador “*Russian Peat Borer*”, atingindo uma profundidade total de 115 cm. Em laboratório foram retiradas 35 unidades amostrais ao longo do testemunho, com volume de 1 cm³ de sedimento fresco cada, em intervalos regulares de 3 cm. A recuperação dos palinomorfos a partir dos sedimentos foi realizada seguindo as técnicas usuais para análises palinológicas do Quaternário, conforme Faegri & Iversen (1989), utilizando-se HF, HCl, KOH, acetólise e concentração por filtragem em malha de 250 µm. Para montagem das lâminas palinológicas permanentes foi utilizada gelatina glicerinada (Salgado-Labouriau, 1973).

O perfil litológico com a indicação dos níveis amostrados é apresentado pelos autores em contribuição à parte. A datação radiocarbônica do nível basal foi obtida através do método “*Accelerator Mass Spectrometry*” (AMS), indicando a idade de 4730 ± 50 anos antes do presente.

As análises palinológicas qualitativas foram realizadas sob microscopia óptica em aumentos de 400 e 1000x, utilizando-se microscópios ópticos *Olympus CX-31* e *BX-51* do Laboratório de Palinologia do IG/UFRGS. A identificação dos palinomorfos foi realizada por comparações dos materiais fósseis com seus equivalentes modernos através de consultas à coleção de referência do Laboratório de Palinologia da ULBRA, à qual foram incorporados grãos de pólen e esporos recuperados a partir do levantamento

in loco, além de literaturas especializadas tais como atlas e catálogos polínicos, conforme relacionados no capítulo anterior, e outros mais regionais tais como: Heusser (1971), Markgraf & D' Antoni (1978), Van Geel (1978), Van Geel & Van Der Hammen (1978), Hooghiemstra (1984), Roubik & Moreno (1991), Behling (1993) e Colinvaux *et al.* (1999).

Na palinologia sistemática procurou-se alcançar a categoria taxonômica de menor nível hierárquico. A terminologia descritiva seguiu, na medida do possível, Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007). Para espécimes que apresentaram semelhanças morfológicas com determinados táxons não sendo possíveis distingui-los, optou-se por utilizar a denominação “tipo” precedida de nomes consagrados na literatura, p. ex.: “tipo *Baccharis* L.”; “tipo *Amaranthus* L. - Chenopodiaceae”, conforme Erdtman (1952), Salgado-Labouriau (1973) e Traverse (1988). Para os Palinomorfos indeterminados pertencentes a uma mesma categoria taxonômica e que apresentam morfologias distintas, utilizou-se numeração seqüencial (p. ex.: Esporo 1, Esporo 2, Esporo 3, etc...). As descrições morfológicas foram feitas de forma sucinta ressaltando-se os caracteres básicos e diagnósticos de cada táxon. Quando possível, procurou-se medir, tamanho, ornamentação e aberturas de diferentes palinomorfos pertencentes a mesma categoria taxonômica. Ao término de cada descrição foram apresentadas observações dos táxons, quando relevantes e, à medida do possível, respectivas informações ecológicas.

Os palinomorfos são apresentados em ordenação evolutiva, utilizando-se Alexopoulos *et al.* (1996) e Index Fungorum (2009) para fungos, Bold *et al.* (1987) e Guiry & Dhoncha (2004) para algas, briófitos e gimnospermas, Tryon & Tryon (1982) para pteridófitos, Cronquist (1981), com atualização dos táxons e APG-II (2003) para angiospermas e Ruppert & Barnes (1996) para os táxons animais. A nomenclatura botânica e os respectivos autores está de acordo com as bases de dados internacionais (The International Plant Names Index, 2009 e Missouri Botanical Garden, 2009). As fotomicrografias foram realizadas em microscopia óptica em aumentos de 1000x, com máquina digital *Olympus* modelo *Evolt* €330 acoplada aos microscópios ópticos citados. As imagens foram processadas e melhoradas nos softwares *Corel DRAW* e *Corel PHOTO-PAINT* versões 12.0. A apresentação das figuras seguiu a ordenação sistemática. Nas legendas foram adotadas as terminologias: VP= vista polar, VE = vista equatorial; PL = plano; PP = pólo proximal; PD = pólo distal. A listagem dos táxons é

apresentada em Anexo, com informações sobre os respectivos números de lâmina e as coordenadas *England Finder* de cada táxon utilizado como ilustração.

RESULTADOS

1. Inventário Florístico

O levantamento florístico expedito, pelo método de caminhamento, permitiu o reconhecimento da composição florística local, destacando-se na vegetação de banhado *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schldl. (Apiaceae), *Ludwigia* L. (Onagraceae), *Panicum prionitis* Nees (Poaceae) e *Senecio bonariensis* Hook. & Arn. (Asteraceae).

No fragmento de mata, situado no entorno do ambiente paludial, destacam-se, dentre as espécies arbóreas, *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae), *Erythrina crista-galli* L. (Fabaceae), *Erythroxylum argentinum* O. E. Schulz. (Erythroxylaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), *Ilex dumosa* Reiss., *I. pseudobuxus* Reiss. (Aquifoliaceae), *Lithraea brasiliensis* March. (Anacardiaceae), *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav., *M. ferruginea* (R. & P.) Mez. (Myrsinaceae), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Smith & R. J. Downs., *S. serrata* (Müll. Arg.), *S. brasiliensis* Spreng. (Euphorbiaceae), *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) (Arecaceae), *Tabebuia* Gomes ex DC. (Bignoniaceae), *Verbenoxylum reitzii* (Mold.) Tronc. (Verbenaceae).

Na borda da mata, destacam-se, predominantemente dentre os vegetais herbáceos, *Baccharis* L. (Asteraceae), *Blechnum* L. (Blechnaceae), *Calea serrata* Less. (Asteraceae), *Cuphea* P. Browne (Lythraceae), *Daphnopsis racemosa* Griseb. (Thymelaeaceae), *Diodia alata* Nees & Mart. (Rubiaceae), *Doryopteris* J. Sm. (Adiantaceae), *Elephantopus mollis* H. B. & K. (Asteraceae), *Erechtites hieracifolia* (L.) Rafin., *Eupatorium inulaefolium* H. B. & K., *Eupatorium tweedianum* Hook & Arn. (Asteraceae), *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schultdl. (Apiaceae), *Hypericum* L. (Clusiaceae), *Hyptis mutabilis* Briq. (Lamiaceae), *Leandra australis* Cong. (Melastomataceae), *Miconia cinerascens* Miq., *M. hyemalis* A. St. Hill & Naud., *M. sellowiana* Naud. (Melastomataceae), *Mikania* sp. Willd., *M. micrantha* H. B. & K. (Asteraceae), *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze., *M. pilulifera* Benth. (Mimosaceae), *Passiflora suberosa* L. (Passifloraceae), *Paullinia trigonia* Vell. (Sapindaceae), *Randia armata* (Sw.) DC. (Rubiaceae), *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae), *Smilax* L.

(Smilacaceae), *Tibouchina* Aubl (Melastomataceae), *Triunffeta semitriloba* Jacq. (Malvaceae), *Vernonia tweedieana* Baker. (Asteraceae), *Xyris* L. (Xyridaceae).

Na vegetação sobre formação rochosa destacam-se, *Anemia* Sw. (Schizaeaceae), *Baccharis semiserrata* DC. (Asteraceae), *Begonia cucullata* Willd (Begoniaceae), *Dodonaea viscosa* Jacq. (Sapindaceae), *Eugenia hyemalis* Cambess., *E. uniflora* Linn. (Myrtaceae), *Glechon* Spreng. (Lamiaceae), *Lithraea brasiliensis* March. (Anacardiaceae), *Manettia* Mutis ex L. (Rubiaceae), *Microgramma* C. Presl (Polypodiaceae), *Selaginella* P. Beauv. (Selaginellaceae), Scrophulariaceae.

No interior da mata foram registradas, *Anemia phyllitidis* (L.) Sw (Schizaeaceae), *Antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae), *Calea serrata* Less. (Asteraceae), *Chiococca alba* Hitchc. (Rubiaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae), *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae), *Psychotria* L. (Rubiaceae), *Tillandsia* L. (Bromeliaceae), *Macfadyena unguis-cati* (L.) A.H. Gentry (Bignoniaceae); *Microgramma* C. Presl (Polypodiaceae).

Na borda da estrada próxima ao local ocorrem *Allophylus edulis* Radlk. Ex Warm. (Sapindaceae), *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae), *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Apiaceae), *Ipomea* L. (Convolvulaceae), *Lonicera japonica* Thumb ex Murray (Caprifoliaceae); *Myrsine ferruginea* (R. & P.) Spreng. (Myrsinaceae), *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. (Mimosaceae), *Petunia* Juss. (Solanaceae). Cabe salientar a ocorrência da espécie exótica *Pinus elliotti* Engel. na região.

2. Descrições taxonômicas

Fungos

Filo Glomeromycota

Classe Glomeromycetes

Ordem Glomerales

Família Glomeraceae

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

(Fig. 2)

Descrição: clamidósporos elipsoidais a esferoidais, de coloração amarelo claro ou amarelo escuro, apresentando superfície psilada e presas a um filamento de hifas

cenocíticas formando um micélio ramificado. Parede celular das vesículas variando de fina a espessa. **Dimensões:** diâmetro das vesículas: 15 - 55 μm . **Observações:** palinomorfo anteriormente citado para Estado do Rio Grande do Sul como *Rhizophagites* Rosendahl (Lorscheitter, 1989) e *Rhizophagus* Dang (Neves & Lorscheitter, 1992; Neves & Bauermann, 2003). **Dados ecológicos:** mais comum entre os fungos micorrízicos arbusculares, ocorrendo em solos como endossimbionte em raízes de plantas vasculares, (Schüßler *et al.*, 2001).

Filo Ascomycota

Classe Ascomycetes

Ordem Sordariales

Família Sordariaceae

2. *Gelasinospora calospora* (Mouton) C. Moreau & M. Moreau

(Fig. 3)

Descrição: ascósporos elipsoidais, asseptados, de coloração castanho escuro e superfície psilada a qual apresenta inúmeros poros circulares de pequenas dimensões distribuídos uniformemente. **Dimensões:** eixo maior do ascósporo: cerca de 30 μm , eixo menor: aproximadamente 20 μm . **Observação:** palinomorfo também citado em pesquisas palinológicas do Quaternário com a sinonímia de *Gelasinospora adjuncta* Cain. **Dados ecológicos:** Van Geel (1978) cita esta espécie como decompositora de excrementos de animais, madeiras carbonizadas e lignina.

3. *Gelasinospora cf. reticulispora* (Greis & Greis-Dengler) C. Moreau & M. Moreau

(Fig. 4)

Descrição: ascósporos elipsoidais, asseptados, de coloração castanho escuro e superfície psilada a qual apresenta inúmeros poros poliédricos. **Dimensões:** eixo maior do ascósporo: em torno de 40 μm , eixo menor: aproximadamente 28 μm . **Observações:** palinomorfo semelhante ao “Tipo *G. retispora*” citado em Hooghiemstra (1984). **Dados ecológicos:** segundo Leal & Lorscheitter (2006), estes apresentam mesmos aspectos ecológicos de *G. calospora*.

Ordem Dothideales

Família Microthyriaceae

4. tipo *Microthyrium* Desm.

(Fig. 5)

Descrição: ascósporos discóides, de coloração castanho escuro, com margens estriadas e tonalidade clara na porção externa e ostíolo de contorno irregular e tonalidade escura na zona central. **Dimensões:** diâmetro da estrutura: entre 55 - 85 μm , diâmetro do ostíolo: aproximadamente 4 μm . **Dados ecológicos:** representantes da família Microthyriaceae ocorrem como epífitos com ampla distribuição nas regiões tropicais (Van Geel, 1978; Dilcher, 1965).

Ordem Helotiales

Família Helotiaceae

5. *Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.

(Fig. 6)

Descrição: Esporos esferoidais, hialinos os quais apresentam superfície psilada providas de placas poligonais. **Dimensões:** diâmetro do esporo: cerca de 20 μm , diâmetro das placas: cerca de 5 μm . **Observações:** palinomorfo citado em Palinologia do Quaternário como sinonímia de *Tilletia sphagnii* Navashin. **Dados ecológicos:** conforme Van Geel (1978), ocorrem como parasitas do gênero *Sphagnum* (Dill.) Hedw.

Ordem Magnaporthales

Família Magnaporthaceae

6. tipo *Gaeumannomyces cf. caricis* J. Walker

(Fig. 7)

Descrição: esporângios discóides, de coloração castanho escuro, apresentando superfície psilada com margens irregularmente lobadas e tênue poro central. **Medidas:** diâmetro do esporângio: entre 17 - 20 μm . **Observações:** palinomorfo semelhante é descrito em Van Geel (1978) como “*cf. Enthophlyctis lobata*” Willoughby & Townley. **Dados ecológicos:** conforme Von Arx (1974), ocorrem como parasitas ou saprófitas de caules e raízes de Poaceae.

Filo Basidiomycota

Classe Basidiomycetes

Ordem Aphyllophorales
 Família Corticiaceae

7. tipo *Athelia* Pers.

(Fig. 8)

Descrição: estrutura de aspecto circular a elipsoidal constituída por inúmeras células de tamanho pequeno e densamente agrupadas apresentando superfície psilada e coloração castanho escuro. **Dimensões:** diâmetro das estruturas: entre 30 - 50 μm , diâmetro das células: entre 5 - 10 μm . **Observações:** material descrito por Hooghiemstra (1984) como Tipo *cf. Athelia*. **Dados ecológicos:** segundo Kirk *et al.* (2001), espécies deste gênero podem ser relacionadas como patógenos de líquens e algas.

Classe Deuteromycetes
 Ordem Moniliales
 Família Dematiaceae

8. *Tetraploa aristata* Berk. & Br.

(Fig. 9)

Descrição: conídios verrucosos, de coloração castanho escuro, providos de quatro apêndices septados e psilados. **Dimensões:** diâmetro dos conídios: entre 20 - 35 μm . **Dados ecológicos:** conforme Van Geel (1978), são comuns sobre folhas de serrapilheira.

9. tipo *Nigrospora* Zimm.

(Fig. 10)

Descrição: conídios elípticos, de coloração castanho escuro, apresentando superfície psilada e espessa com uma fenda característica. **Dimensões:** eixo maior dos conídios: entre 15 - 18 μm , eixo menor: entre 10 - 13 μm . **Dados ecológicos:** segundo Domsch *et al.* (1980), representantes de *Nigrospora* são relacionados a regiões quentes, onde ocorrem como fungos de solos de florestas, pastagens, manguezais, solos arenosos, além de serem decompositores de excrementos de Chiroptera.

10. Esporo indeterminado 1

(Fig. 11)

Descrição: ascósporos monoseptados, grandes, de coloração castanho escuro com duas células estriadas longitudinalmente e afiladas nas extremidades. **Dimensões:** eixo maior dos ascósporos: entre 50 - 65 μm , eixo menor: aproximadamente 20 μm .

11. Esporo indeterminado 2

(Fig. 12)

Descrição: ascósporos fusiformes, médios, de coloração castanho escuro, apresentando número variáveis de septos e envoltório hialino com dobras irregulares por toda a superfície. **Dimensões:** eixo maior dos ascósporos: entre 30 - 35 μm , eixo menor: 10 - 13 μm .

12. Esporo indeterminado 3

(Fig. 13)

Descrição: ascósporos elipsoidais, de tamanho variado (pequeno a médios), hialinos com estrias helicoidais. **Dimensões:** eixo maior dos ascósporos: 15 - 20 μm , eixo menor: entre 5 - 10 μm .

13. Esporo indeterminado 4

(Fig. 14)

Descrição: esporos esferoidais, grandes, apresentando coloração amarelo escuro, provido de protuberâncias tuberculadas de tamanho uniforme e ápice truncado. **Dimensões:** diâmetro do espora: 45 - 50 μm .

14. Esporo indeterminado 5

(Fig. 15)

Descrição: ascósporos monosseptados, de tamanho variado (médio a grandes), apresentando coloração escura e superfície psilada. **Dimensões:** eixo maior dos ascósporos: 40 μm , eixo menor: 17 - 24 μm .

15. Esporo indeterminado 6

(Fig. 16)

Descrição: ascósporos esféricos, pequenos, de coloração castanho escuro, radiosimétricos, monoporados (com espessamento característico), cobertos por

espinescências finas e alongadas. **Dimensões:** diâmetro dos ascósporos: aproximadamente 8 μm .

16. Esporo indeterminado 7

(Fig. 17)

Descrição: ascósporos lenticulares afilando nas extremidades, hialinos, apresentando superfície espessada. **Dimensões:** eixo maior dos ascósporos: em torno de 20 μm , eixo menor: 10 μm .

17. Esporo indeterminado 8

(Fig. 18)

Descrição: esporo tétrade (tetragonal), pequenos, apresentando coloração castanho escuro e superfície psilada. **Dimensões:** diâmetro da tétrade: cerca de 15 μm , diâmetro dos esporos: em torno de 8 μm .

18. Hifas

(Fig. 19)

Descrição: filamentos simples ou ramificados, celulares ou cenocíticos, de coloração castanho claro a escuro, fragmentados. **Dimensões:** variáveis.

Algas

Divisão Chlorophyta

Classe Chlorophyceae

Ordem Chlorococcales

Família Dyctyosphaeriaceae

19. *Botryococcus* Kützing

(Fig. 20)

Descrição: colônias irregularmente lobadas, de coloração variando de amarelo a castanho escuro, com superfície psilada formada por inúmeros indivíduos unicelulares concentricamente dispostos. **Dimensões:** diâmetro das colônias: entre 30 - 50 μm .

Observações: Medeanic (2006) cita três tipos de *Botryococcus* ocorrentes em depósitos holocênicos no Rio Grande do Sul sendo o tipo II, *B. braunii* Kützing, mais semelhante

ao palinomorfo aqui registrado. **Dados ecológicos:** gênero atribuído a ambientes dulciaquícolas encontrados em poças ou lagos (Torgan *et al.*, 2001; Medeanic, 2006).

Classe Euchloropyceae
Ordem Chlorococcales
Família Hydrodictyaceae

20. *Pediastrum* Meyen

(Fig. 21)

Descrição: colônias cenobiais circulares, de coloração hialina, formada por células poligonais e de superfície levemente granulada. Células marginais providas de bifurcação característica, alongadas. **Dimensões:** diâmetro das colônias: entre 70 - 95 μm . **Dados ecológicos:** gênero atribuído a ambientes de água doce, nos corpos lacustres de pouca profundidade podendo ser encontradas em zonas próximas a deltas (Lorscheitter, 1989; Medeanic, 2006).

Classe Zygnemaphyceae
Ordem Zygnemales
Família Zygnemataceae

21. *Debarya* (De Bary) Wittrock

(Fig. 22)

Descrição: zigósporos formados por dois hemisférios radialmente simétricos, hialinos, providos de estrias finas, pouco perceptíveis e dispostas radialmente no centro e, outras, mais evidentes na periferia. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos zigósporos: entre 45 - 50 μm . **Observações:** zigósporos encontrados com apenas um dos hemisférios. **Dados ecológicos:** gênero atribuído a ambiente de água doce, estagnadas e pouco profundas (Van Geel & Van Der Hammen, 1978).

22. *Zygnema* C. A. Agardh

(Fig. 23)

Descrição: zigósporos esferoidais a elipsoidais, hialinos, apresentando superfície psilada com uma série de cavidades circulares regularmente distribuídas. **Dimensões:** eixo maior dos zigósporos: entre 35 - 40 μm , diâmetro das cavidades: cerca de 5 μm .

Dados ecológicos: gênero atribuído a ambientes de água doce e solos úmidos com pouca profundidade (Van Geel & Van Der Hammen, 1978; Joly, 2002).

Alga Incertae sedis

23. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher

(Fig. 24)

Descrição: estruturas circulares (em vista polar) e elípticas (em vista equatorial), hialinas, inaperturadas, apresentando estrias finas e concêntricas dispostas paralelamente em vista equatorial. **Dimensões:** diâmetro das estruturas (em vista polar): entre 30 - 40 μm . **Observações:** material anteriormente citado como *Concentricystes rubinus* “forma A” Rossignol (1962). Posteriormente, Christopher (1976) incluiu a espécie em um grupo incerto dentro das algas. **Dados ecológicos:** organismo de afinidade botânica incerta, provavelmente originado de algas dulciaquícolas (Rossignol, *op. cit.*).

Briófitos

Divisão Anthocerotophyta

Classe Anthocerotopsida

Ordem Anthocerotales

Família Anthocerotaceae

24. *Anthoceros punctatus* L.

(Fig. 25)

Descrição: esporos triletes com bifurcações nas extremidades (padrão triqueto), grandes, heteropolares, radiosimétricos, circulares a subtriangulares (em vista polar). Exospório levemente reticulado a equinado no pólo distal e, psilado no proximal. Espinhos alongados podendo apresentar padrão dicotômico ou tricotômico. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: entre 50 - 55 μm . **Dados ecológicos:** segundo Menéndez (1962) são plantas anuais, em campos e pântanos sombreados com apenas uma espécie, *A. punctatus* ocorrente na América do Sul.

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

(Fig. 26)

Descrição: esporos triletes, com bifurcações nas extremidades (padrão triqueto), grandes, heteropolares, radiosimétricos, circulares a subtriangulares (em vista polar). Exospório microequinado a inteiramente psilado. Espinhos finos e pequenos, quando presentes. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: entre 55 - 70 μm . **Dados ecológicos:** ocorrem sobre solos úmidos em locais abrigados necessitando de cobertura vegetal para evitar o ressecamento. Comuns em margens de arroios, rios, vertentes e campos úmidos (Menéndez, 1962).

26. *Sphagnum* (Dill.) Hedw

(Fig. 27)

Descrição: esporos triletes com bifurcações nas extremidades (padrão triqueto), grandes, heteropolares, radiosimétricos, subtriangulares (em vista polar), hialinos, com superfície psilada. Exospório com característico espessamento trilobado no pólo distal irregularmente dispostos. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: entre 50 - 55 μm . **Dados ecológicos:** segundo Irgang & Gastal Jr. (1996) as espécies de *Sphagnum* ocorrem em ambientes ácidos vivendo como plantas emergentes e flutuantes nas turfeiras da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

Pteridófitos

Divisão Pteridophyta

Classe Filicopsida

Subclasse Polypodiidae

Ordem Polypodiales

Subordem Polypodiineae

Família Dicksoniaceae

27. *Dicksonia sellowiana* Hook

(Fig. 28)

Descrição: esporos triletes, grandes, heteropolares, radiosimétricos, subtriangulares a triangulares (em vista polar), ângulo - truncados, onde o exospório é nitidamente mais espesso. Espessamentos largos e irregulares no pólo distal, psilado no proximal.

Dimensões: diâmetro equatorial dos esporos: aproximadamente 75 μm . **Dados ecológicos:** espécie de hábito arborescente, freqüente em ambientes sombreados em matas úmidas de montanha e florestas nebulares da América tropical, também

encontrado em regiões de encostas e matas de galeria (Tryon & Tryon 1982; Lorscheitter *et al.*, 1999). Espécie típica da composição florística da Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária). No Rio Grande do Sul é encontrada em altitudes de 60 a 1.200 m de altitude (Lorscheitter *et al.*, *op. cit.*).

Família Schizaeaceae

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

(Fig. 29)

Descrição: esporos triletes, grandes, heteropolares, radioassimétricos, subtriangulares (em vista polar). Exospório cicatricoso apresentando estrias grosseiras e paralelas com báculas desenvolvidas. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: entre 65 - 75 μm , comprimento das báculas: em torno de 7 μm . **Dados ecológicos:** plantas terrícolas, com ocorrência em vários habitats no Rio Grande do Sul, preferencialmente em locais sombreados (Lorscheitter *et al.*, 1998).

29. *Anemia* Sw.

(Fig. 30)

Descrição: esporos triletes, grandes, heteropolares, radioassimétricos, subtriangulares (em vista polar). Exospório cicatricoso apresentando estrias proeminentes, não baculada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: aproximadamente 110 μm . **Dados ecológicos:** plantas terrícolas, amplamente distribuídas no Rio Grande do Sul. Ocorre em locais sombreados, encostas e margens de estradas (Lorscheitter *et al.*, 1998).

Família Cyatheaceae

30. **Cyatheaceae**

(Fig. 31)

Descrição: esporos triletes, grandes, heteropolares, radioassimétricos, subtriangular a triangular (em vista polar), psilados. Exospório apresentando espessamentos uniformes. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: entre 50 - 65 μm . **Observações:** segundo Pereira (1999), no Rio Grande do Sul a família Cyatheaceae é representada por três gêneros: *Alsophila* R. Br., *Cyathea* Sm. e *Nephelea* Tryon. Devido à semelhança dos

esporomorfos, optou-se pela designação apenas em nível de família. **Dados ecológicos:** plantas terrícolas de aspecto arborescentes (Tryon & Tryon, 1982). Conforme Lorscheitter *et al.* (1999), ocorrem em florestas tropicais de montanhas, florestas úmidas de montanha ou florestas nebulares.

Família Pteridaceae

31. *Pteris* L.

(Fig. 32)

Descrição: esporos triletos, grandes, heteropolares, radiosimétricos, subtriangulares (em vista polar), exospório verrucado a rugulado no pólo distal e, psilado no proximal.

Dimensões: diâmetro equatorial dos esporos: entre 50 - 65 μm . **Dados ecológicos:** plantas terrícolas ocorrendo no interior de matas e em formações secundárias Lorscheitter *et al.* (2001).

Família Blechnaceae

32. tipo *Blechnum* L.

(Fig. 33)

Descrição: esporos monoletes, grandes, heteropolares, com simetria bilateral, elípticos (em vista polar) e plano-convexo (em vista equatorial), de coloração entre amarelo claro a escuro apresentando exospório psilado. **Dimensões:** diâmetro polar dos esporos: entre 30 - 45 μm , diâmetro equatorial: entre 35 - 55 μm . **Dados ecológicos:** conforme Tryon & Tryon (1982), plantas terrestres, rupestres, raramente epífitas, amplamente distribuídas na América tropical, ocorrendo em pântanos, interior de matas paludosas, bordas florestais e áreas antropizadas.

Família Polypodiaceae

33. tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langst & Fisch.) Copel.

(Figs. 34, 35)

Descrição: esporos monoletes, grandes, heteropolares, com simetria bilateral, elípticos (em vista polar) e plano-convexo (em vista equatorial) apresentando exospório verrucado. Verrugas robustas, irregularmente distribuídas por toda superfície com

decréscimo de dimensões em direção ao pólo proximal. **Dimensões:** diâmetro polar dos esporos: entre 40 - 45 μm , diâmetro equatorial: entre 65 - 70 μm . **Dados ecológicos:** segundo Waechter (1990), é uma espécie epifítica, de palmares e butiazais, ocorrendo em partes mais altas dos morros, fora da influência direta da salinidade oceânica.

Lorscheitter *et al.* (2005) relacionam estas a ambientes sombreados e abertos com ampla distribuição no Rio Grande do Sul sendo encontrada em quase todas as regiões fisiográficas do Estado desde florestas de baixas altitudes até florestas nebulares.

34. *Polypodium* L.

(Fig. 36)

Descrição: esporo monoletes, grandes, heteropolares, com simetria bilateral, elípticos (em vista polar) e plano-convexo (em vista equatorial), apresentando exospório verrucado distribuído uniformemente sobre a superfície. **Dimensões:** diâmetro polar dos esporos: entre 45 - 50 μm , diâmetro equatorial: entre 55 - 56 μm . **Observações:** conforme Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007) e Scherer & Lorscheitter (2008), diferencia-se do tipo *M. vacciniifolia* por apresentar verrugas uniformes por toda superfície. **Dados ecológicos:** plantas terrícolas, rupestres ou epifítica. Conforme Tryon & Tryon (1982), na América tropical as espécies do gênero crescem em áreas baixas de florestas tropicais, florestas de montanha ou florestas nebulares. No Rio Grande do Sul ocorrem geralmente como epifítica, em florestas (Lorscheitter *et al.*, 2005).

Classe Lycopodiopsida

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

35. *Lycopodium clavatum* L.

(Fig. 37)

Descrição: esporos triletes, médios, heteropolares, radiossimétricos, subtriangulares (em vista polar) com exospório reticulado. Retículo grosseiro no pólo distal, diminuindo no pólo proximal onde a superfície torna-se psilada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: aproximadamente 40 μm . **Observações:** diferencia-se dos esporos de *L. clavatum* adicionados nas amostras para cálculos de concentração polínica por apresentarem coloração mais clara. **Dados ecológicos:** Segundo Tryon & Tryon (1982),

são plantas terrícolas atribuídas a ambientes semi-abertos. Lorscheitter *et al.* (1998) mencionam que estas possuem ampla distribuição no Rio Grande do Sul ocorrendo em todas regiões fisiográficas.

Ordem Selaginellales

Família selaginellaceae

36. *Selaginella* P. Beauv

(Fig. 38)

Descrição: esporos triletos, médios, heteropolares, radiosimétricos, subtriangulares a circulares (em vista polar) apresentando exospório baculado. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos esporos: 30 μm , comprimento das báculas: cerca de 3 μm . **Dados ecológicos:** de acordo com Lorscheitter *et al.* (1998), são plantas terrícolas encontradas em ambientes úmidos, comuns no Rio Grande do Sul.

Gimnospermas

Divisão Coniferophyta

Classe Coniferopsida

Ordem Coniferales

Família Pinaceae

37. *Pinus* L.

(Figs. 39, 40)

Descrição: grãos de pólen mônades, vesiculados (bissacados), grandes, heteropolares, com simetria bilateral, corpo central aproximadamente esferoidal com leptoma no pólo distal. Sacos aéreos com retículo de malhas irregulares. **Dimensões:** comprimento total (incluindo sacos) 90 μm , diâmetro do corpo central: cerca de 65 μm , altura dos sacos aéreos: aproximadamente 40 μm . **Dados ecológicos:** árvores. Espécie exótica extensamente utilizada no Estado do Rio Grande do Sul para reflorestamentos e produção de resina. Cresce bem em áreas arenosa propagando-se autonomamente, a ponto de ser considerado um invasor perigoso nos ecossistemas naturais (Lorenzi, 2003; Backes & Irgang, 2004a).

Família Araucariaceae

38. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

(Fig. 41)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, isopolares, esféricos, âmbito circular, inaperturados e ornamentação levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: em torno de 65 μm . **Dados ecológicos:** árvores. Espécie característica da Floresta Ombrófila Mista, Mata com Araucária, considerada pioneira possibilitando a expansão das florestas sobre os campos do Planalto (Backes & Irgang, 2002).

Família Podocarpaceae

39. *Podocarpus* L' Hér. ex Pers.

(Figs. 42, 43)

Descrição: grãos de pólen vesiculados (bissacados), grandes, heteropolares, com simetria bilateral, corpo central aproximadamente elipsoidal com leptoma no pólo distal. Apresentam sacos aéreos com retículo de malhas irregulares. **Dimensões:** comprimento total (incluindo sacos): entre 50 - 65 μm , diâmetro polar do corpo central: em torno de 20 μm , diâmetro equatorial do corpo central: cerca de 35 μm , altura dos sacos aéreos: em torno de 25 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul ocorrem apenas duas espécies deste gênero, *P. lambertii* Klotzsch ex Endl., com distribuição na Floresta Ombrófila Mista e na Serra do Sudeste (Backes & Irgang, 2002) e *P. sellowii* Klotzsch ex Endl., com distribuição na Floresta Ombrófila Densa (Reitz *et al.*, 1988). *P. lambertii* é considerada uma espécie pioneira, precursora em campos e orlas de bosques com excelente regeneração natural em vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002; Carvalho, 2003), em todas as áreas de ocorrência prefere encostas de morros, ravinas e outros sítios úmidos (Marchiori, 2005). *P. sellowii* é associada a uma espécie secundária tardia não tolerando baixas temperaturas (Carvalho, 2006).

Divisão Gnetophyta

Classe Gnetopsida

Ordem Ephedrales

Família Ephedraceae

40. *Ephedra tweediana* C. A. Meyer

(Fig. 44)

Descrição: grãos de pólen atremados, isopolares, com simetria bilateral, inaperturados, apresentando exina psilada com dobras paralelas ao diâmetro equatorial maior, convergindo nas extremidades. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: entre 55 - 60 μm . **Dados ecológicos:** arbustos trepadores. A família Ephedraceae é representada por uma única espécie no Rio Grande do Sul, *E. tweediana*, sendo esta originária da região Sul do Brasil, Uruguai e Argentina. Segundo Waechter (1990) e Marchiori (2005), a espécie vive nas restingas arenosas das margens ocidental, setentrional da Laguna dos Patos e freqüente na Serra do Sudeste e arredores de Porto Alegre.

Angiospermas

Dicotiledôneas

Ordem Canellales

Família Winteraceae

41. *Drymis brasiliensis* Miers.

(Fig. 45)

Descrição: grãos de pólen tétrades (tetraédricas), compostas por grãos de tamanho médio, heteropolares, radioassimétricos, subprolotos, elípticos, monoporados e ornamentação reticulada. **Dimensões:** diâmetro maior das tétrades: cerca de 55 - 70 μm , diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 40 μm , diâmetro equatorial: em torno de 34 μm . **Dados ecológicos:** árvores. Espécie pioneira heliófila e seletiva higrófila, onde no Sul do Brasil, acompanha o domínio da Floresta Ombrófila Mista, na interface campo - floresta (Marchiori, 1997; Backes & Irgang, 2002).

Subclasse Hamamelidae

Ordem Urticales

Família Ulmaceae

42. *Celtis* L.

(Fig. 46)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, âmbito circular, triporados (poros circulares com espessamento anelar característico), exina tectada, columelas nem sempre evidentes, ornamentação variando de psilada a levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: entre 30 - 35 μm .

Dados ecológicos: árvores e arbustos. O gênero *Celtis* é o mais numeroso da família Ulmaceae, reunindo cerca de 70 espécies, incluindo diversas árvores e arbustos nativos do Rio Grande do Sul (Marchiori, 1997). Segundo Rambo (1956), Waechter (1990) e Backes & Nardino (1998), as espécies deste gênero habitam matas de restinga interiorizadas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

43. *Trema micrantha* (L.) Blume.

(Fig. 47)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, simetria bilateral, oblato-esferoidais, biporados, exina tectada, columelas nem sempre evidentes, ornamentação psilada a levemente escabrada. Elíptico nas vistas polares e equatoriais. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: entre 15 - 20 μm , diâmetro equatorial: cerca de 17 - 22 μm .

Dados ecológicos: árvores. A espécie apresenta ampla distribuição geográfica na região tropical e subtropical do continente americano (Marchiori, 1997). No Brasil, ocorre em diferentes formações florestais (Backes & Nardino, 1998). Na região Sul do Brasil esta é uma das pioneiras mais importantes sendo característica das formações secundárias das florestas semidecíduas e pluvial atlântica (Reitz *et al.*, 1988; Backes & Irgang, 2002; Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003).

Família Cecropiaceae

44. *Cecropia* Loefl.

(Fig. 48)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, com simetria bilateral, subprolato, circulares, biporados (poros diminutos) e ornamentação psilada a levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 15 μm , diâmetro equatorial: entre 10 - 12 μm . **Dados ecológicos:** árvores. Pioneiras de crescimento rápido, em geral presente em vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002).

Ordem Fagales

Família Betulaceae

45. *Alnus* Mill.

(Figs. 49, 50)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, suboblato, âmbito circular, poligonais em vista polar, estefanoporados (cinco poros proeminentes com espessamento anelar), exina apresenta espessamento em forma de arco conectando os poros, ornamentação psilada a levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 25 µm, diâmetro equatorial: entre 25 - 30 µm. **Dados ecológicos:** árvores. Este gênero não ocorre naturalmente no Brasil, sua distribuição é citada para Florestas Andinas tropicais e subtropicais (Markgraf & D' Antoni, 1978; Joly, 2002). No Rio Grande do Sul diversos estudos paleopalinológicos realizados em sedimentos quaternários continentais registraram a presença do gênero o qual atribui-se a dispersão anemófila à longas distâncias.

Subclasse Caryophyllidae

Ordem Caryophyllales

Família Amaranthaceae - Chenopodiaceae

46. tipo *Amaranthus* L. - Chenopodiaceae

(Fig. 51)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, apolares, radiosimétricos, esféricos, âmbito circular, pantoporados (poros próximos e numerosos), columelas evidentes e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: entre 25 - 28 µm.

Observações: grãos de pólen do gênero *Amaranthus* e da família Chenopodiaceae apresentam características morfológicas muito semelhantes não sendo possível assegurar determinação taxonômica. **Dados ecológicos:** ervas, menos freqüente lianas, subarbustos ou arbustos. No Brasil ocorrem 20 gêneros nativos e aproximadamente 100 espécies, sendo estas encontradas em ambientes abertos, embora algumas espécies sejam encontradas no interior de florestas e principalmente em áreas perturbadas (Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul representantes de *Amaranthus* são ervas geralmente anuais habitando terrenos alterados e ruderais (Vasconcellos, 1973). A família Chenopodiaceae, em sua maioria, são compostas por plantas herbáceas anuais ou subarbustos, ainda, muitas são ruderais ou halófitas (Schultz, 1980; Joly, 2002). Estudos recentes de filogenia revelam que estas duas famílias, Amaranthaceae e Chenopodiaceae, deveriam ser reunidas (Souza & Lorenzi, *op. cit.*).

Família Amaranthaceae

47. *Alternanthera* Forsk.

(Fig. 52)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, apolares, radiosimétricos, esféricos, âmbito circular, pantoporados (cada poro situado em um lúmen do retículo), exina tectada apresentando columelas evidentes sustentando o muro, ornamentação reticulada e microequinada. A presença do retículo espesso dá uma aparência poliédrica aos grãos.

Dimensões: diâmetro dos grãos: entre 15 - 18 μm , diâmetro dos lumens: aproximadamente 10 μm . **Dados ecológicos:** ervas, mais raramente arbustos. No Rio Grande do Sul ocorrem sete espécies encontradas em geral em campos secos mas também ocorrendo em terrenos alagadiços, em interior de mato e como ruderal (Vasconcellos, 1973).

48. *Gomphrena* L.

(Figs. 53, 54)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, apolares, radiosimétricos, esféricos, âmbito circular, pantoporados (cada poro situado no centro de um lúmen), fenestrado, exina tectada, columelas evidentes, reticulados. Retículos formando figuras hexagonais.

Dimensões: diâmetro dos grãos: entre 12 - 17 μm . **Dados ecológicos:** ervas ou subarbustos. No Rio Grande do Sul, segundo Vasconcellos (1973), ocorrem seis espécies nativas em campos secos, regiões arenosas, clareira de mato e ruderais.

Família Caryophyllaceae

49. *Caryophyllaceae*

(Fig. 55)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, apolares, radiosimétricos, esféricos, âmbito circular, pantoporados (poros distanciados com espessamento anelar), exina tectada, columelada, ornamentação psilada, punctada. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: aproximadamente 35 μm . **Dados ecológicos:** ervas. Família de distribuição cosmopolita. No Brasil ocorrem 10 gêneros e aproximadamente 20 espécies sendo estas mais comuns em áreas de altitude do Sul do Brasil (Schultz, 1980; Joly 2002; Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, espécies da família ocorrem em matas, barrancos, campos, encostas, regiões pedregosas, habitando solos úmidos à secos e arenosos (Ceroni, 1973).

Ordem Polygonales
Família Polygonaceae

50. *Polygonum* L.

(Fig. 56)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, apolares, radioassimétricos, esféricos, âmbito circular, pantoporados, tectados, columelados e apresentando ornamentação reticulada. Retículos com muros altos formando figuras poliédricas irregulares.

Dimensões: diâmetro dos grãos: cerca de 50 μm . **Dados ecológicos:** ervas ou arbustos. Gênero atribuído a locais alagáveis e como invasoras daninhas (Cronquist, 1981; Souza & Lorenzi, 2005).

Subclasse Dilleniidae
Ordem Malvales
Família Malvaceae

51. **Malvaceae**

(Fig. 57)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, apolares, radioassimétricos, esféricos, âmbito circular, triporados, columelados e ornamentação equinada (espinhos desenvolvidos). **Dimensões:** diâmetro dos grãos: entre 55 - 70 μm . **Dados ecológicos:** ervas, arbustos ou árvores. Apresentam distribuição predominantemente pantropical e ambientes variados (Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005).

Ordem Ebenales
Família Sapotaceae

52. *Chrysophyllum* L.

(Fig. 58)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, prolatos, âmbito circular, tricolporados, exina tectada, columelas evidentes, microreticulados. Exina mais espessa nas regiões polares e sexina nitidamente mais espessa do que a nexina. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 30 μm , diâmetro equatorial: em torno de 15 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul,

segundo Sobral *et al.* (2006), ocorrem quatro espécies do gênero, *C. inornatum* Mart., de ocorrência na Floresta Nebular e na Floresta Ombrófila Densa, *C. viride* Mart. & Eichler., restrita a Floresta Ombrófila Densa, *C. gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. , e *C. marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk. Distribuídas amplamente no Estado ocorrendo em todas as formações florestais.

Ordem Primulales

Família Myrsinaceae

53. *Myrsine* L.

(Fig. 59)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radioassimétricos, âmbito circular a irregularmente quadrangular, tetracolpados, exina tectada, columelas evidentes e superfície psilada a levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 25 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul o gênero está representado por espécies de hábito arbóreo e arbustivos sendo citadas nove espécies, segundo Sobral *et al.* (2006). Na região em estudo ocorrem *M. ferruginea* Spreng., *M. umbellata* Mart. ex. DC. e *M. lorentiana* (Mez) Arechav., as quais apresentam ampla distribuição no Estado (Reitz *et al.*, 1988; Carvalho, 2003; Sobral *et al.*, *op. cit.*). Constituem espécies pioneiras, formadoras de florestas, diretamente sobre o campo, com boa regeneração em vegetação secundária desenvolvendo-se em qualquer tipo de solo (Backes & Irgang, 2002).

Subclasse Rosidae

Ordem Fabales

Família Mimosaceae

54. *Mimosa* série *Lepidotae* Benth.

(Fig. 60)

Descrição: grãos de pólen tétrades (tetragonais), compostas por grãos pequenos, heteropolares, radioassimétricos, suboblatos, circulares (em vista polar), e ornamentação escabrada. Poros observados na zona de contato entre os grãos da tétrade. **Dimensões:** diâmetro maior da tétrade: em torno de 25 μm , diâmetro polar dos grãos: cerca de 12 μm , diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 15 μm . **Dados ecológicos:** árvores

ou arbustos. Plantas ocorrente em locais úmidos a pantanosos, sobretudo em populações monoespecíficas (Lins & Baptista, 1990).

55. *Mimosa* L.

(Fig. 61)

Descrição: grãos de pólen tétrades (tetraédricas), compostas por grãos pequenos, heteropolares, radioassimétricos, oblatos, circulares a elípticos apresentando ornamentação psilada. Poros não evidenciados. **Dimensões:** diâmetro maior da tétrede: entre 12 -15 μm , diâmetro polar dos grãos: aproximadamente de 5 μm , diâmetro equatorial: em torno de 8 μm . **Dados ecológicos:** idem a *Mimosa* série Lepidotae. Waechter (1990) e Irgang & Gastal Jr. (1996) citam *M. bimucronata* (DC.) Kuntze, como anfíbia em banhados e várzeas úmidas para a Planície Costeira.

56. tipo *Acacia* Mill.

(Fig. 62)

Descrição: grãos de pólen em políades, compostas por grãos médios (cerca de 12 grãos em vista polar) heteropolares, radioassimétricos, suboblatos, circulares e ornamentação levemente escabrada. Poros não evidenciados. **Dimensões:** diâmetro maior das políades: aproximadamente 40 μm , diâmetro polar dos grãos: em torno de 10 μm , diâmetro equatorial dos grãos: cerca de 13 μm . **Observações:** devido a grande semelhança morfológica entre representantes do gênero *Acacia* e *Inga* Mill. preferiu-se manter a designação apenas como morfotipo. **Dados ecológicos:** árvores, arbustos ou lianas. Conforme Burkart (1979), as mimosáceas são plantas heliófitas ou seletivas higrófilas, de solos úmidos, rochosos e arenosos, ocorrendo em capoeiras, interior e orlas de matas. Rambo (1956) menciona a ocorrência de algumas espécies de *Acacia* como plantas escandentes os arbóreas nas matas da Encosta da Serra Geral.

57. tipo *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

(Fig. 63)

Descrição: grãos de pólen em políades, compostas por grãos pequenos (16 grãos) dispostos irregularmente, heteropolares, radioassimétricos, suboblatos, elipsoidais e ornamentação psilada. Aberturas não evidenciadas. **Dimensões:** diâmetro maior da políade: aproximadamente 25 μm , diâmetro menor da políade: cerca de 20 μm , diâmetro polar dos grãos: em torno de 8 μm , diâmetro equatorial dos grãos: cerca de 10

μm . **Dados ecológicos:** árvores. Segundo Marchiori (1997), esta espécie ocorre naturalmente desde Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, até Uruguai, Mesopotâmia Argentina e Paraguai. Trata-se de uma das árvores mais abundantes da Floresta Estacional Sul - brasileiras, sendo uma das espécies dominantes em matas de galeria ou de várzea. Possui importância ecológica pois é uma pioneira agressiva crescendo espontaneamente ao longo das estradas, beiras de rios ou capoeiras (Backes & Irgang, 2004b).

Família Fabaceae

58. Fabaceae

(Fig. 64)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiossimétricos, âmbito circular, tricolporados (poros grandes) apresentando “ós” circulares característicos, exina tectada e ornamentação reticulada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 37 μm . **Dados ecológicos:** ervas, menos freqüente árvores e arbustos. Esta família possui ampla distribuição ocorrendo em distintas latitudes, desde áreas tropicais até temperadas e frias (Cronquist, 1981).

59. tipo *Erythrina* L.

(Fig. 65)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiossimétricos, subtriangulares (em vista polar) com zonas interangulares levemente convexas, triporados, exina tectada, columelada e apresentado ornamentação psilada a finamente reticulada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 30 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul são citadas duas espécies *E. crista-galli* L. que habitam locais muito úmidos em florestas ribeirinhas e várzeas inundáveis e, *E. falcata* Benth. que no Estado ocorrem nas florestas da metade norte e na Encosta da Serra do Sudeste (Reitz *et al.*, 1988; Marchiori, 1997 e Sobral *et al.*, 2006).

Ordem Proteales

Família Proteaceae

60. tipo *Roupala* Aubl.

(Fig. 66)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, âmbito triangular, zonas interangulares retas, triporados, exina tectada, columelada e apresentando ornamentação psilada a finamente reticulada. **Dimensões:** diâmetro equatorial: aproximadamente 30 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul, segundo Sobral *et al.* (2006), ocorrem três espécies do gênero *R. asplenioides* Sleumer com ocorrência na Floresta Ombrófila Mista e Floresta Nebular; *R. rhombifolia* Mart. ex Meisn com ocorrência restrita a Floresta Nebular e *R. brasiliensis* com ampla distribuição no estado ocorrendo em todas formações florestais.

Ordem Myrtales

Família Lythraceae

61. *Cuphea carunculata* Koehne

(Fig. 67)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, âmbito triangular, tricolporados (proeminências salientes na região das aberturas), exina tectada e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: entre 20 - 25 μm . **Dados ecológicos:** ervas e arbustos. Ocorrem em campos secos ou úmidos, borda de mata, mata aberta, em clareiras e banhados (Lourteig, 1969).

62. *Cuphea* Koehne

(Fig. 68)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, âmbito triangular, tricolporados (proeminências salientes na região das aberturas), exina tectada com estrias, columelado e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 25 μm . **Dados ecológicos:** idem ao descrito para *C. carunculata*.

Família Thymelaeaceae

63. *Daphnopsis racemosa* Griseb.

(Fig. 69)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, apolares, radioossimétricos, esferoidais, âmbito circular, pantoporados e ornamentado como padrão cróton de Erdtman (1952) e Salgado-Labouriau (1973). **Dimensões:** diâmetro dos grãos: em torno 25 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul, segundo Sobral *et al.* (2006), ocorrem duas espécie, *D. racemosa*, muito comum nas formações florestais da Depressão Central e Serra do Sudeste (espécie identificada na região em estudo) e, *D. fasciculata* (Meisn.) Nevling, com distribuição na Floresta Ombrófila Mista e eventualmente na Floresta Ombrófila Densa.

Família Myrtaceae

64. Myrtaceae

(Fig. 70)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radioossimétricos, âmbito triangular, tricolporados, sincolporados, exina tectada, columelas nem sempre evidentes e ornamentação variando de psilada a levemente escabrada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: em torno de 25 μm . **Dados ecológicos:** árvores e arbustos. No Rio Grande do Sul, segundo Sobral (2003), é a família que apresenta maior número de espécies na flora arbórea, destacando-se também pela grande densidade em que ocorrem nas diferentes formações florestais (Reitz *et al.*, 1988; Sobral *et al.*, 2006).

Família Onagraceae

65. *Ludwigia* L.

(Fig. 71)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, isopolares, radioossimétricos, âmbito subtriangular (em vista polar), triporados (poros com espessamento anelar característico), endoaberturas desenvolvidas, exina tectada, columelas evidentes e ornamentação com verrugas diminutas dando aspecto crenulado. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: entre 50 - 65 μm . **Dados ecológicos:** ervas. No Rio Grande do Sul, segundo Irgang & Gastal Jr. (1996), ocorrem 11 espécies, sendo que, nove destas ocorrem como anfíbias em beiras de rios, banhados e lagoas.

Família Melastomataceae - Combretaceae

66. **Melastomataceae**

(Fig. 72)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radiosimétricos, subprolatos, âmbito circular hexa-lobulado, tricolporados (três pseudocolpos intercalados aos colporos) e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 15 μm , diâmetro equatorial: entre 10 - 13 μm . **Dados ecológicos:** árvores e arbustos. Espécies distribuídas nas regiões tropicas e subtropicais principalmente na América do Sul (Joly, 2002; Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, conforme Sobral *et al.* (2006), são citadas 15 espécies, ocorrendo em campos, brejos e muito comum em orlas de matas.

Ordem Santalales

Família Loranthaceae

67. ***Tripodanthus acutifolius*** Thieg.

(Fig. 73)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radiosimétricos, âmbito subtriangular (lados côncavos), tricolporados, sincolpados, exina tectada (tegilada), columelados e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: em torno de 20 μm . **Dados ecológicos:** lianas. Conforme Rizzini (1968), *T. acutifolius* é uma planta hemiparasita heliófita que ocupa os andares superiores das matas.

Ordem Celastrales

Família Aquifoliaceae

68. ***Ilex*** L.

(Figs. 74, 75)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, prolatos, âmbito circular a subtriangular, tricolporados e com ornamentação clavada. Clavas de diferentes tamanhos densamente distribuídas pela superfície dos grãos de pólen. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 35 μm , diâmetro equatorial: em torno de 22 μm . **Dados ecológicos:** árvores. No Rio Grande do Sul são citadas sete espécies deste gênero, sendo que, *I. brevicuspis* Reissek; *I. dumosa* Reissek; , *I. paraguariensis* A. St.-Hil; *I. pseudobuxus* Reissek; *I. theezans* Mart. ex Reissek,

ocorrem na Floresta Ombrófila Densa e nas matas de restinga do Estado (Reitz *et al.*, 1988; Backes & Irgang, 2004b; Sobral *et al.*, 2006).

Ordem Euphorbiales

Família Euphorbiaceae

69. *Acalypha* L.

(Fig. 76)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radioassimétricos, âmbito circular, esféricos, tricolporados, exina tectada, columelada e ornamentação escabrada.

Dimensões: diâmetro dos grãos: aproximadamente 20 μm . **Dados ecológicos:** arbustos. No Rio Grande do Sul, segundo Backes & Nardino (1998), ocorrem duas espécies nativas *A. brasiliensis* Muell. Arg., *A. variabilis* Klotzsch ex Baill. Diversas plantas deste gênero são utilizadas como ornamentais na região Sul do Brasil (Marchiori, 2000).

70. *Alchornea* Sw.

(Figs. 77, 78, 79)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, prolato - esferoidais, âmbito subtriangular, tricolporados (opérculo característico), exina espessa, columelados e ornamentação variando de psilada a escabrada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 30 μm , diâmetro equatorial: em torno de 27 μm .

Dados ecológicos: árvores. No Rio Grande do Sul, conforme Sobral *et al.* (2006), são citadas três espécies *A. glandulosa* Poepp. & Endl., *A. sidifolia* Müll. Arg., *A. triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg., todas com ocorrência na Floresta Ombrófila Densa. Estas são espécies pioneiras, ocorrendo em áreas abertas, clareiras ou ambientes alterados (Reitz *et al.*, 1988; Backes & Irgang, 2004b).

71. *Sebastiania* Spreng.

(Fig. 80)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricas, perprolatos, âmbito circular, tricolporados (colpos longos e estreitos) e ornamentação reticulada.

Dimensões: diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 65 μm , diâmetro equatorial: em torno de 30 μm . **Dados ecológicos:** árvores ou arbustos. No Rio Grande do Sul, conforme Reitz *et al.* (1988) e Sobral *et al.* (2006), são citadas cinco espécies, sendo

que, *S. argutidens* Pax & K. Hoffm., *S. brasiliensis* Spreng., *S. commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs, *S. schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg., ocorrem na Floresta Ombrófila Densa e nas matas de restinga do Estado.

Ordem Polygalales

Família Polygalaceae

72. *Polygala* L.

(Fig. 81)

Descrição: grãos de pólen mônades, de tamanho variando de pequeno a médios, isopolares, radiosimétricos, prolato - esferoidais, âmbito circular, estefanocolporado (formando endocíngulo), columelas evidentes e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 30 μm , diâmetro equatorial: em torno de 20 μm . **Dados ecológicos:** ervas, arbustos ou lianas. No Rio Grande do Sul representantes deste gênero possuem ampla distribuição, sendo encontrados em solos secos e úmidos, banhados, turfeiras, borda de mata, dunas e margens de estrada (Lüdtke, 2004).

Ordem Sapindales

Família Sapindaceae

73. *Allophylus edulis* (St. Hill.) Radlk. Ex Warm.

(Fig. 82)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, quadrangulares (em vista polar), zonas interangulares retas, ângulo - aperturados, tetraporados apresentando ornamentação microreticulada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 25 μm . **Dados ecológicos:** árvores. Espécie considerada pioneira a qual apresenta ampla distribuição no Brasil e, no Rio Grande do Sul, ocorrendo em todas as formações florestais (Backes & Irgang, 2002; Sobral *et al.*, 2006).

74. Sapindaceae

(Fig. 83)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, âmbito triangular, tricolporados, sincolporados, microreticulados. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 40 μm . **Dados ecológicos:** árvores e arbustos mas em geral maior parte são lianas. No Rio Grande do Sul, conforme Backes & Nardino (1998), a família está representada pelos gêneros *Paullinia* L., *Serjania* Vell., *Thinouia* Planch. & Triana e *Urvillea* H.B. & K., ocorrendo como cipós e, *Allophylus* L., *Cardiospermum* L., *Cupania* L., *Diatenopteryx* Radlk., *Dodonaea* Mill. e *Matayba* Aubl., os quais apresentam hábito arbóreo e/ou herbáceo.

Família Anacardiaceae

75. Anacardiaceae

(Fig. 84)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, prolato - esferoidais a subprolatos, âmbito circular, tricolporados (cólporos longos com endoaberturas lolongada), columelas evidentes e ornamentação retículo - estriada.

Dimensões: diâmetro polar dos grãos: entre 28 - 35 μm , diâmetro equatorial: entre 25 - 30 μm . **Dados ecológicos:** árvores ou arbustos, raramente lianas ou ervas. Apresentam distribuição cosmopolita na zona tropical e subtropical (Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, segundo Sobral *et al.* (2006) ocorrem oito espécies para família, sendo que, *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera, *Schinus terebinthifolius* Mart. ex. Engl., ocorrem de forma comum na região do estudo. Estas, possuem hábitat muito variado ocorrendo no interior e bordas de mata das formações de restinga, da Floresta Ombrófila Densa, capões dos campos e ambientes alterados (Fleig, 1987; Reitz *et al.*, 1988; Backes & Nardino, 1998).

Família Meliaceae

76. Meliaceae

(Fig. 85)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, prolatos, âmbito circular, tetracolporados e ornamentação levemente reticulada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 35 μm , diâmetro equatorial: entre 20 - 25 μm . **Dados ecológicos:** arbustos ou árvores. A família possui distribuição pantropical

(Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, conforme Sobral *et al.* (2006), ocorrem 10 espécies distribuídas nos gêneros *Cabrlea* A. Jussieu, *Cedrela* P. Browne, *Guarea* F. Allam ex L., *Trichilia* P. Browne.

Ordem Apiales

Família Apiaceae

77. *Eryngium* L.

(Fig. 86)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, prolato a perprolato, âmbito circular, tricolporados (cólporos longos apresentando endocíngulo), exina tectada, columelas evidentes e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 50 μm , diâmetro equatorial: entre 20 - 25 μm . **Dados ecológicos:** ervas. A família Apiaceae apresenta distribuição cosmopolita constituindo uma das maiores famílias de angiospermas (Souza & Lorenzi, 2005). No Rio Grande do Sul, estão representadas amplamente pelo gênero *Eryngium*, o qual inclui 29 espécies ocorrendo em hábitat variado, deste campos secos a úmidos, ocorrendo em capoeiras, pântanos, lagoas e turfeiras (Irgang, 1974).

Ordem Gentianales

Família Apocynaceae

78. Apocynaceae

(Fig. 87)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, isopolares, radiosimétricos, âmbito circular, estefanoporados (com 4 - 5 poros), tectados, columelas não evidentes e ornamentação psilada. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: aproximadamente 60 μm ; diâmetro dos poros: cerca de 3 μm . **Observações:** as dimensões apresentadas por estes palinórfos assemelham-se a "*Mandevilla* - Typ" descrito por Behling (1993). **Dados ecológicos:** lianas em grande maioria, ocorrendo também árvores e arbusto. No Rio Grande do Sul, segundo Backes & Nardino (1998), ocorrem 8 gêneros *Aspidosperma* Mart. & Zucc., *Condylocarpon* Desf., *Forsteronia* G. Mey, *Mandevilla* Lindl., *Tabernaemontana* L., *Prestonia* R. Br., *Rauwolfia* Ruiz & Pav., *Temnadenia* Miers.

Ordem Lamiales

Família Lamiaceae

79. **Lamiaceae**

(Figs. 88, 89)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, subprolatos, âmbito circular, estefanocolpado (com 6 - 8 colpos longos), tectados com columelas evidentes e ornamentação reticulada (retículos finos). **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 28 μm , diâmetro equatorial: em torno de 22 μm **Dados ecológicos:** ervas ou arbustos, menos freqüente árvores. A família possui distribuição cosmopolita sendo representadas no Brasil por aproximadamente 26 gêneros e 350 espécies (Souza & Lorenzi, 2005), tratando-se de plantas heliófitas e higrófitas de campos e matas. Na região da Planície Costeira do Rio Grande do Sul são citadas diversas espécies de *Hyptis* Jacq., ocorrendo como anfíbias ou emergentes em lagoas, agudes, margens cursos d'água, banhados, várzeas e matas paludosas (Bordignon, 1990; Irgang & Gastal Jr., 1996).

Ordem Scrophulariales

Família Lentibulariaceae

80. **Utricularia** L.

(Fig. 90)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, suboblato, âmbito circular, estefanocolporados (sincolporados apresentando endocíngulo), e ornamentação psilada.. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 30 μm , diâmetro equatorial: em torno de 40 μm . **Dados ecológicos:** ervas. No Rio Grande do Sul, segundo Irgang e Gastal Jr. (1996), ocorrem oito espécies as quais habitam banhados, turfeiras, locais úmidos vivendo como plantas emergentes, anfíbias, submersas ou flutuantes.

Ordem Rubiales

Família Rubiaceae

81. **Spermacoce** L .

(Fig. 91)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, âmbito circular, estefanocolporados (cerca de 9 colporos), exina tectada, columelas evidentes e ornamentação reticulada. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: entre 30 - 45 µm. **Observações:** palinomorfo citado em Palinologia do Quaternário como *Borreria* G. Mey., antigo nome do gênero. **Dados ecológicos:** ervas anuais ou perenes. Segundo Miotto (1975), as espécies deste gênero são componentes característicos das formações campestres do Rio Grande do Sul.

Ordem Asterales

Família Asteraceae

82. tipo *Baccharis* L.

(Fig. 92)

Descrição: grãos de pólen mônades, variando de pequeno a médios, isopolares, radioassimétricos, prolatos, âmbito subtriangular, tricolporados (endoabertura lalongada), exina cavada aumentando na região do mesocolpo, columelas evidentes e ornamentação equinada. Espinhos grandes e em forma cônica (base e altura equivalentes). **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: entre 20 - 35 µm, diâmetro equatorial: entre 15 - 25 µm. **Observações:** conforme Cancelli (2007), em estudo detalhado a respeito da morfologia polínica de diversos gêneros da família Asteraceae no Rio Grande do Sul, “tipo *Baccharis*” inclui, além de diversas espécies do próprio gênero, as seguintes espécies: *Conyza blakei* (Cabr.) Cabr., *Eupatorium tweedieana* Hook & Arn., *Mikania cordifolia* (L.) Wild. e *M. micrantha* Kunth. Ainda, devido à grande semelhança morfológica apresentada por outros tipos polínicos também pertencentes ao “grupo 4” sensu Cancelli (*op. cit.*) e, levando-se em conta muitas vezes o grau de preservação dos palinomorfos, preferiu-se manter de forma mais ampla a caracterização de “tipo *Baccharis*” podendo eventualmente ter sido incorporado outros gêneros. **Dados ecológicos:** ervas. Devido à grande adaptação ambiental do gênero, estas podem ser encontrada nos mais diversos habitats, preferencialmente em ambientes campestres (Cabrera & Klein, 1989).

83. tipo *Gnaphalium* L.

(Fig. 93)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequenos, isopolares, radioassimétricos, prolatos, âmbito subtriangular a circular, tricolporados, com ornamentação microequinada.

Dimensões: diâmetro polar dos grãos: aproximadamente 17 μm , diâmetro equatorial: em torno de 11 μm . **Dados ecológicos:** ervas. Conforme Joly (2002), o gênero é comum em regiões litorâneas e terrenos alterados.

84. tipo *Vernonia* Schreb.

(Fig. 94, 95)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, esféricos, subtriangular, tricolporados (poros pouco visíveis) e ornamentação reticulada com muros altos sobre os quais desenvolvem espinescências. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: cerca de 45 μm . **Dados ecológicos:** ervas, arbustos ou árvores. Ocorrem e diversos ambientes, campos, banhados, capoeiras, borda e interior de matas, margens de estrada e rios (Matzenbacher & Mafioletti, 1994).

85. tipo *Holocheilus* Cass.

(Fig. 96)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radioassimétricos, perprolatos, subtriangulares, tricolporados (endoabertura lalongada), exina tectada (biestratificada e não cavada) columelas evidentes e ornamentação microequinada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: em torno de 35 μm , diâmetro equatorial: cerca de 17 μm . **Observações:** Segundo Cancelli (2007), este tipo polínico inclui espécies de dois gêneros, sendo estas: *Holocheilus brasiliensis* (L.) Cabr., *H. illustris* (Vell.) Cabr., *H. monocephalus* Mondin e *Jungia floribunda* Less., *J. sellowii* Less. **Dados ecológicos:** ervas e arbustos. O gênero *Holocheilus* ocorre em regiões subtropicais de ambientes secos ou úmidos, desde planícies baixas até regiões montanhosas. Para o Rio Grande do Sul são citadas quatro espécies, conforme Mondin & Vasques (2004). O gênero *Jungia* é representado apenas por duas espécies no Rio Grande do Sul, ocorrendo de forma comum em orlas das matas de pinhais e das matas latifoliadas, clareiras ou matas abertas e em solos alterados (Cabrera & Klein, 1973).

86. tipo *Senecio* L.

(Fig. 97)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, prolato - esferoidais, subtriangular, tricolporados (endoaberturas lalongadas), equinados. Espinhos columelados e de forma cônica (base e altura equivalentes). **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: em torno de 27 μm , diâmetro equatorial: aproximadamente 25 μm . **Observações:** Cancelli (2007) cita diversas espécies para o Rio Grande do Sul com mesmas características morfológicas ao pólen do “tipo *Senecio*”. **Dados ecológicos:** ervas anuais ou perenes, subarbustos, arbustos ou arvoretas de porte variado (Cabrera & Klein, 1975).

87. tipo *Ambrosia* L.

(Fig. 98)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, subtriangulares, tricolporados, endoabertura lalongada, colpos muito curtos, colporos bem visíveis (em vista equatorial) e ornamentação microequinada. Espículas distribuídas uniformemente por toda a superfície da exina. **Dimensões:** diâmetro equatorial dos grãos: aproximadamente 30 μm . **Dados ecológicos:** arbustos, subarbustos, ervas anuais ou perenes sendo estas invasoras de culturas e ruderais (Mondin, 2004). Para o Rio Grande do Sul são citadas quatro espécies conforme autor (*op. cit.*).

Tribo Heliantheae

88. tipo *Heliantheae*

(Fig. 99)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, prolato - esferoidais, subtriangulares, tricolporados (endoabertura lalongada), equinados. Espinhos médios a grandes, columelados, onde a base é menor que a altura e apresentando nestas ápice muito aguçado. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: cerca de 26 μm , diâmetro equatorial: aproximadamente 25 μm . **Dados ecológicos:** ervas. No Rio Grande do Sul, segundo Mondin (2004), a tribo Helianthe é bem representada pelos gêneros *Acanthospermum* Schrank, *Acmella* Rich. , *Aspilia* Thourars, *Bidens* L., *Blainvillea* Cass., *Calea* L., *Conyza* Hill., *Wedelia* Jacq.

89. tipo *Trixis* P. Browne

(Fig. 100)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, subprolatos, subtriangulares, tricolporados (endoabertura lalongada) e ornamentação microequinada. Apresentam exina biestratificada e ectosexina com o dobro da espessura na região polar e endosexina mais espessa na região equatorial. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: em torno de 45 μm , diâmetro equatorial: em torno de 35 μm . **Dados ecológicos:** ervas perenes ou arbustos (Bremer, 1994). No Rio Grande do Sul, segundo Mondin (1996), são citadas seis espécies *Trixis stricta* Less., *Trixis lessingii* DC., *Trixis pallida* Less., *Trixis thyrsoides* Dusén ex Malme, *Trixis verbasciformis* Less., *Trixis praestans* (Vell.) Cabr.

90. tipo *Elephantopus* L.

(Fig. 101)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, esféricos, circulares, equinolofados exina reticulada (com aspecto poligonal). **Observações:** Conforme Cancelli (2007), a ornamentação é constituída por espinescências em fila única sobre os muros.

Dimensões: diâmetro dos grãos: aproximadamente 35 μm . **Dados ecológicos:** ervas perenes com distribuição pantropical ocorrendo principalmente na América do Sul, com cerca de 30 espécies (Bremer, 1994).

Monocotiledôneas

Ordem Arecales

Família Arecaceae

91. Arecaceae

(Fig. 102)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, heteropolares, simetria bilateral, elípticos (em vista polar), apresentando uma das extremidades mais afilada, monossulcados com ornamentação variando de psilada a escabrada. Sulcos estreitos e tão longo quanto os grãos. **Observação:** material muito semelhante ao “Tipo *Syagrus*” descrito por Leal & Lorscheitter (2006). Segundo Evaldt *et al.* (2008), pequenas diferenças morfológicas no tamanho e ornamentação permitem a separação de alguns tipos polínicos das espécies desta família no Rio Grande do Sul. Entretanto, neste trabalho ainda manteve-se hierarquia taxonômica de modo mais amplo. **Dimensões:** diâmetro equatorial maior: entre 50 - 55 μm , diâmetro equatorial menor: aproximadamente 20 μm . **Dados**

ecológicos: árvores. A família apresenta distribuição predominantemente pantropical. No Brasil ocorrem cerca de 40 gêneros e aproximadamente 200 espécies (Souza & Lorenzi 2005). Para o Rio Grande do Sul ocorrem nove espécies, sendo citadas para a região Litorânea e Depressão Central, *Butia capitata* (Mart.) Becc.; *Euterpe edulis* Mart.; *Geonoma schottiana* Mart.; *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman e, ainda ocorrendo esporadicamente na região no extremo norte do Litoral, município de Torres, *Trithrinax brasiliensis* Mart. (Backes & Irgang, 2004b; Lorenzi *et al.*, 2004; Sobral *et al.*, 2006).

Ordem Eriocaulales

Família Eriocaulaceae

92. **tipo Eriocaulaceae - *Paepalanthus* Kunth.**

(Fig. 103)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, isopolares, radiosimétricos, esferoidais, espiro - perturbados, exina tectada e ornamentação microequinada (espinhos distanciados). **Dimensões:** diâmetro: aproximadamente 23 μm . **Dados ecológicos:** ervas. Segundo Cronquist (1981) e Schultz (1984) são vegetais heliófitos e higrófilos que ocorrem em banhados e campos úmidos.

Subclasse Commelinidae

Ordem Cyperales

Família Cyperaceae

93. **Cyperaceae**

(Fig. 104)

Descrição: grãos de pólen mônades, médios, heteropolares, radiosimétricos, prolato - esferoidais, aberturas em sulcos, exina tectada, columelas pouco evidentes, e ornamentação variando de finamente granulada a escabrada. Pólo distal geralmente mais largo que o pólo proximal e alguns grãos apresentando sulcos paralelos ao eixo polar. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: entre 30 - 45 μm , diâmetro equatorial: entre 25 - 40 μm . **Dados ecológicos:** ervas. Segundo Joly (2002), os representantes desta família habitam terrenos brejosos e alagadiços. Algumas espécies ocorrem em terrenos secos e arenosos, entretanto, a maior parte prefere locais úmidos. No Rio

Grande do Sul, segundo Irgang e Gastal Jr. (1996), ocorrem cerca de 14 gêneros e 55 espécies como macrófitas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

Ordem Poales

Família Poaceae

94. Poaceae

(Fig. 105)

Descrição: grãos de pólen mônades, pequeno a médios, heteropolares, radioassimétricos, prolato - esferoidais, âmbito circular, monoporados (poro no pólo distal com ânulo), exina tectada, columelada e ornamentação psilada a levemente scabrada. **Dimensões:** diâmetro polar dos grãos: entre 30 - 48 μm , diâmetro equatorial: entre 25 - 45 μm .

Dados ecológicos: ervas. A família possui distribuição cosmopolita, no Brasil ocorrem cerca de 180 gêneros e aproximadamente 1500 espécies (Souza & Lorenzi, 2005).

Plantas características de formações campestres como os Pampas da América do Sul.

Representantes desta família apresentam hábito muito variado ocorrendo em campos secos pedregosos, úmidos, dunas e banhados, matos e capões (Araújo, 1971; Irgang & Gastal, 1996; Joly, 2002; Boldrini *et al.*, 2005).

95. *Zea mays* L.

(Fig. 106)

Descrição: grãos de pólen mônades, grandes, heteropolares radioassimétricos, esferoidais, âmbito circular, monoporados, exina tectada, columelada e ornamentação psilada a levemente scabrada. **Dimensões:** diâmetro dos grãos: cerca de 90 μm , abertura do poro aproximadamente 5 μm . **Dados ecológicos:** ervas. Planta cultivada, anual, cespitosa, ereta, monóica, de origem americana, cultígena (Boldrini *et al.*, 2005).

Fragmentos de animais

Filo Platyelminthes

96. Ovo de Platielmintes

(Fig. 107)

Descrição: estruturas alongadas, hialinas, apresentando abertura proeminente numa extremidade e apêndice apical na extremidade oposta. Parede psilada. **Dimensões:**

comprimento (sem apêndice apical): entre 100 - 150 μm . **Dados ecológicos:** Este filo abrange formas parasitas quanto de vida livre, marinha ou de água doce. Algumas espécie terrícolas podem ser limitadas a ambientes úmidos (Ruppert & Barnes, 1996).

Filo Arthropoda

97. Pêlos

(Fig. 108)

Descrição: formas filamentosas, alongadas, apresentado aspecto de estruturas pilosas.

Dimensões: comprimento variável. **Dados ecológicos:** conforme Van Geel (1978), estas formas podem estar associadas a fragmentos de invertebrados uma vez que estruturas similares foram observados em aracnídeos vivos.

98. Mandíbulas

(Fig. 109)

Descrição: estruturas dentiformes, robustas com pequenas projeções (cerca de 8 a 15).

Dimensões: tamanho da estrutura: entre 45 - 60 μm , projeções apresentando tamanho aproximado de 8 μm . **Observações:** forma semelhante ao “tipo 71” descrito em Van Geel (1978). **Dados ecológicos:** estruturas associadas a mandíbulas de aracnídeos segundo autor *op. cit.*

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor, a Sérgio Augusto de Loreto Bordignon pela identificação dos vegetais em campo e pelo auxílio financeiro para realização deste, através do projeto ULBRA (Processo 431), a Adriana Schmidt Dias pelo financiamento da datação radiocarbônica, através de projeto do CNPq (Processo 474630/2004-8), a Paulo César Pereira das Neves, Hermann Behling pela revisão de alguns táxons, e a Rodrigo Rodrigues Cancelli pela revisão dos táxons da família Asteraceae.

FIGURAS 2 - 12.

FIGURAS 13 - 26.

FIGURAS 27 - 31.

FIGURAS 32 - 39.

FIGURAS 40 - 45.

FIGURAS 46 - 60.

FIGURAS 61 - 76.

FIGURAS 77 - 92.

FIGURAS 93 - 106.

FIGURAS 107- 109.

ANEXO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. 1996. **Introductory Mycology**. 4 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. 869p.
- APG - II. Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399-436.
- ARAÚJO, A.A.de. 1971. **Principais Gramíneas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 255p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2002. **Árvores do Sul**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz, 325p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2004a. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz, 204p.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2004b. **Mata Atlântica**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz, 393p.
- BACKES, A. & NARDINO, M. 1998. **Árvores, arbustos e algumas lianas nativas do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: UNISINOS, 2002p.
- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. **Glossário ilustrado de palinologia**. Campinas: UNICAMP, 77p.
- BEHLING, H. 1993. **Untersuchungen zur spätpleistozänen und holozänen vegetations und klimageschichte der tropischen küstenwälder in Santa Catarina (südbrasilien)**. 149 p. Dissertationes Botanicae - Band 206, Berlin: Cramer (ed).
- BOLD, H.C.; ALEXOPOULOS, C.J. & DELEVORYAS, T. 1987. **Morphology of Plants and Fungi**. 5. Ed. New York: Harper & Row, 912p.

- BOLDRINI, I.I.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.C. 2005. **Morfologia e Taxonomia de Gramíneas Sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 96p.
- BORDIGNON, S.A. de L. 1990. **O Gênero Hyptis Jacq. (Labiatae) no Rio Grande do Sul**. 125p. Dissertação (Mestrado em Botânica). Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BREMER, K. 1994. **Asteraceae: Cladistics and Classification**. Portland, Timber Press, 752p.
- BURKART, A. 1979. Leguminosas - Mimosoídeas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, (LEGU), p. 1-324.
- CABRERA, L.A. & KLEIN, R.M. 1973. Plantas compostas -Tribo: Mutiseae. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, (COMP), p. 1-124.
- CABRERA, L.A. & R.M. KLEIN. 1975. Plantas Compostas -Tribo: Senecioneae. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, (COMP), p. 1-98p.
- CABRERA, L.A. & R.M. KLEIN. 1989. Plantas Compostas -Tribo: Eupatorieae. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, (COMP), p. 317-319.
- CANCELLI, R.R. 2007. **Palinologia de Asteraceae: morfologia polínica e suas implicações nos registros do Quaternário no Rio Grande do Sul**. 155f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa, v. 1. 1039p.
- CARVALHO, P.E.R. 2006. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa, v. 2. 627p.
- CERONI, Z.S.V. 1973. Listas dos gêneros de Caryophyllaceae do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 18, p. 98-103.
- COLINVAUX, P.A.; De OLIVEIRA, P.E.; PATIÑO, J.E.M. 1999. **Amazon Pollen Manual and Atlas – Manual e Atlas Palinológico da Amazônia**. Amsterdam: Hardwood Academic, 332p.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1262p.
- CHRISTOPHER, R.A. 1976. Morphology and taxonomic status of *Pseudoschizaea rubina* Thiegart and Frantz ex. R. Potonié emend. **Micropaleontology**, v. 22, n. 2, p. 143-150.

- DILCHER, D.L. 1965. Epiphyllous fungi from Eocene deposits in western Tennessee, U.S.A. **Palaeontographica**, Stuttgart, v. 116, n. 1-4, p. 1-54.
- DOMSCH, K.H.; GAMS, W. & ANDERSON, T.H. 1980. **Compendium of soil fungi**. London: Academic Press, 630p.
- ERDTMAN, G. 1952. **Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms**. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 539p.
- EVALDT, A.C.P; BAUERMANN, S.G.; ZANCHIN, J.R. 2008. Morfodiagnose polínica dos gêneros *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thitrix* (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 12, 2008, Florianópolis. **Boletim de resumos...**Florianópolis, SC. P.61.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, L. 1989. **Textbook of pollen analysis**. 4th ed. New York, John Wiley & Sons, 486p.
- FLEIG, M. 1987. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul. Fasc. XVIII. Anacardiaceae. **Boletim do Instituto de Biociências**. Série Botânica, Porto Alegre, n. 42, p. 1 - 72.
- GUIRY, M.D.; DHONNCHA, E. 2004. **Algae database**. World electronic publication. Disponível em: <http://www.algaebase.com>. Acesso em: 16 Jan. 2009.
- HEUSSER, C.J. 1971. **Pollen and Spores of Chile**. Arizona: The University Arizona Press. 167p.
- HOOGHMESTRA, H. 1984. **Vegetational and climatic history of the high Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3,5 Million Years**. Vaduz: Strauss: Cramer, 368p.
- IBGE, 2006. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/ifcfs/vegetacao.htm>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2009.
- INDEX FUNGORUM, 2008. Disponível em: <<http://www.speciesfungorum.org>> Acesso em: 16 jan. 2009.
- IRGANG, B.E. 1974. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul. Fasc IX. Umbelliferae. **Boletim do Instituto de Biociências**. Série Botânica, Porto Alegre, n. 2, p. 1 – 86.
- IRGANG, B.E. & GASTAL JR, C.V. de S. 1996. **Macrófitas aquáticas da Planície Costeira do RS**. Porto Alegre, 290p. (Produção independente).
- JOLY, A.B. 2002. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13^a ed., São Paulo: Editora Nacional, Ed. Nacional, 777 p.

- KIRK, P.M.; CANNON, P.F.; DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2001. **Dictionary of the fungi**. 9^a ed., Cambridge: CAB International.
- LEAL, M.G. & LORSCHUITTER, M. L. 2006. Pólenes, esporos e demais palinóforos de sedimentos holocênicos de uma floresta paludosa, Encosta Inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 61, n. 1-2, p. 13-47.
- LEONHARDT, A. & LORSCHUITTER, M.L. 2007. Palinóforos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, p. 47-59.
- LINS, D.M.T.; BAPTISTA, L.R.M. 1990. Considerações taxonômicas sobre algumas espécies de Mimosa da série Lepidotae do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35, 1990, Manaus. **Anais...** Manaus 1990. p. 196-206.
- LORENZI, H. 2002. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4^a ed. São Paulo: Instituto Plantarum, v. 1, 368p.
- LORENZI, H. 2003. **Árvores exóticas no Brasil**: madeiras, ornamentais e aromáticas. São Paulo: Instituto Plantarum, 368p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.de; COSTA, J.T.M; CERQUEIRA, L.S.C.de; FERREIRA, E. 2004. **Palmeiras Brasileira e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum, v. 1. 415p.
- LORSCHUITTER, M.L. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, n. 21, p. 61-117.
- LORSCHUITTER, M.L. 1989. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições taxonômicas – parte II. **Pesquisas**, Porto Alegre, n. 22, p. 89-127.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; BUENO, R.M. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. **Palaeontographica**, Stuttgart, v. 246, n. 1-3, p. 1-113.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica**, Stuttgart, v. 251, n. 4-6, p. 71-235.

- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V.
2001. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III.
Palaeontographica, Stuttgart, v. 263, n. 1-6, p. 1-159.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V.
2002. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part IV.
Palaeontographica, Stuttgart, v. 270, n. 1-6, p. 1-180.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V.
2005. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V.
Palaeontographica, Stuttgart, v. 270, n. 1-6, p. 1-180.
- LOURTEIG, A. 1969. Litráceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, LITR., p. 1-80.
- LÜDTKE, R. 2004. **O gênero Polygala L. (Polygalaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 164p. Dissertação (Mestrado em Botânica) Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MARCHIORI, J.N.C. 1997. **Dendrologia das Angiospermas: das magnoliáceas às flacurtiaceas**. Santa Maria: Ed. Universidade/UFSM, 271p.
- MARCHIORI, J.N.C. 2000. **Dendrologia das Angiospermas: das bixáceas às rosáceas**. Santa Maria: Ed. Universidade/UFSM, 240p.
- MARCHIORI, J.N.C. 2005. **Dendrologia das Gimnospermas**. 2ª ed. Santa Maria: Ed. Universidade/UFSM, 160p.
- MARKGRAF, V.; D' ANTONI, H.L. 1978. **Pollen Flora of Argentina**. Arizona: The University Arizona Press, 208 p.
- 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, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-133.
- MEDEANIC, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the Coastal Plain of the Rio Grande do Sul, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 141, p. 83-101.
- MENÉNDEZ, G.G.H. 1962. **Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina**. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo, 325 p.
- MIOTTO, S.T.S. 1975. Revisão preliminar do gênero *Borreria* C.F.W. Meyer (Rubiaceae) no Estado do Rio Grande do Sul (Brasil). **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 20, p. 17-25.

- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2008. Disponível em: <http://mobot.org>. Acesso em: 15 Jan. 2009.
- MONDIN, C.A. 1996. **A tribo Mutiseae Cass. (Asteraceae) sensu Cabrera, no Rio Grande do Sul e suas relações biogeográficas**. 162f. (Dissertação de Mestrado em Botânica), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MONDIN, C.A. 2004. **Levantamento da tribo Heliantheae Cass. (Asteraceae), sensu stricto, no Rio Grande do Sul, Brasil**. 344f. Tese (Doutorado em Botânica) Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MONDIN, C.A.; VASQUES, C.L. 2004. O Gênero *Holocheillus* Cass. (Asteraceae-Mutisieae-Nassauviinae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 52, n. 2, p. 161-172.
- MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 42 p.
- NEVES, P.C.P. das. & 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**, Série Botânica, São Leopoldo, n. 53, p. 121-149.
- NEVES, P.C.P. das. & 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**, Série Botânica, São Leopoldo, n. 55, p. 227-251.
- NEVES, P.C.P. das. & CANCELLI, R.R. 2006. Catálogo palinológico em sedimentos do final do Neógeno no Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil. Taxonomia Parte - IV: Magnoliophyta I (Magnoliopsida). **Gaea**, São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 75-89.
- NEVES, P.C.P. das. & LORSCHUITTER, M.L. 1992. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas, Parte - I: fungos, algas, briófitos, pteridófitos, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 15, n. 36, p. 83-114.

- NEVES, P.C.P. das. & LORSCHHEITTER, M.L. 1995. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas, Parte - II: Gimnospermas e Angiospermas. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 18, n. 41, p. 45-82.
- PEREIRA, A.P. 1999. **Introdução ao estudo das pteridófitas**. Canoas: Ed. Universidade/ULBRA, 170 p.
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & THOMAS, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotanic and Palynology**, Amsterdam, v. 143, p. 1-81.
- RAMBO, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Selbach, 456 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. 1988. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Corag, 525p.
- RIZZINI, C.T. 1968. Lorantáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, LORA., p. 1-44.
- ROSSIGNOL, M. 1962. Analyse pollinique de sediments marins quaternaires en Israel. II. Sédiments pleistocenes. **Pollen et Spores**, Paris, v. 4, n. 1, p. 122-148.
- ROTH, L. & LORSCHHEITTER, M.L. 2008. Palinomorfos de um perfil sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 69-100.
- ROUBIK, D. W.; MORENO, J.E. 1991. **Pollen and Spores of Barro Colorado**. St. Louis: Missouri Botanical Garden, 270p.
- RUPPERT, E.E. & BARNES, R.D. 1996. **Zoologia dos invertebrados**. (“invertebrate Zoology”). 6ª ed. São Paulo: Roca, 1029p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 291p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 2007. **Critérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Ed. Blücher, 387p.
- SCHERER, C. & LORSCHHEITTER, M.L. 2008. Palinomorfos de fungos e criptógamas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, p. 131-144.

- SCHÜßLER, A.; SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, San Diego, v. 105, n. 12, p. 1413-1421.
- SHULTZ, A.R. 1980. **Introdução ao estudo da botânica sistemática**. Porto Alegre: Ed. Globo, v. 2, 414p.
- SHULTZ, A.R. 1984. **Introdução ao estudo da botânica sistemática**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, v. 1, 294p.
- SOBRAL, M. 2003. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 215p.
- SOBRAL, M.; JARENKOV, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. 2006. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre: Ed. Novo Ambiente, 350p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. **Botânica Sistemática**. São Paulo: Instituto Plantarum, 608p.
- THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. 2008. Disponível em: <http://www.ipni.org>. Acesso em: 16 Jan. 2009.
- TORGAN, L.C., BARREDA, K.A., FORTES, D.E. 2001. Catálogo das algas Chlorophyta de algas continentais e marinhos do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 56, p. 147-183.
- TRAVERSE, A. 1988. **Paleopalynology**. Londres: Unwin Hyman, 600 p.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. **Ferns and Allied Plants**. New York: Springer-Verlag. 648p.
- VAN GEEL, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherland, based on the analysis of pollen, spores and macro and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 25, p. 1-120.
- VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1978. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 25, n. 5, p. 377-392.
- VASCONCELLOS, J.M.O. 1973. Estudos dos gêneros de Amaranthaceae no Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, n. 18, p. 90-97.
- VON ARX, J. A. 1974. **The genera of fungi sporulating in pure cultura**. Vaduz: A. R. Gantner-Verlag K. G. 315 p.

WAECHTER, J.L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. *In*:
SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE
BRASILEIRA, 2, 1990. Águas de Lindóia. Estrutura, função e manejo. São
Paulo, ACIESP, v. 3, p. 248-258 (publicação ACIESP, 71-73).

LEGENDAS

Fig. 1. Mapa de localização da área estudada. **A.** Estado do Rio Grande do Sul, mostrando região fisiográfica da Encosta Inferior do NE. **B.** Ponto de coleta do testemunho de sondagem. **C.** Imagem do depósito turfáceo.

Figs. 2 - 12. Fungos. **2.** *Glomus*; **3.** *Gelasinospora calospora*; **4.** *Gelasinospora cf. reticulispora*; **5.** tipo *Microthyrium*; **6.** *Bryophytomyces sphagni*; **7.** tipo *Gaeumannomyces cf. caricis*; **8.** tipo *Athelia*; **9.** *Tetraploa aristata*; **10.** tipo *Nigrospora*; **11.** Esporo indeterminado 1; **12.** Esporo indeterminado 2. Escalas: 20 µm.

Figs. 13 - 18. Fungos. **13.** Esporo indeterminado 3; **14.** Esporo indeterminado 4; **15.** Esporo indeterminado 5; **16.** Esporo indeterminado 6; **17.** Esporo indeterminado 7; **18.** Esporo indeterminado 8; **19.** Hifas. **20 - 23. Algas.** **20.** *Botryococcus*; **21.** *Pediastrum* (fragmentado); **22.** *Debarya*; **23.** *Zygnema*. **24. Incertae sedis.** **24.** *Pseudoschizaea rubina*. **25 - 26 Briófitos.** **25.** *Anthoceros punctatus* (PP); **26.** *Phaeoceros laevis* (PP). Escalas: 20 µm.

Fig. 27. Briófitos. **27.** *Sphagnum* (PP). **28 - 31. Pteridófitos.** **28.** *Dicksonia sellowiana* (PP); **29.** *Anemia phyllitidis* (PD); **30.** *Anemia* (PP); **31.** Cyatheaceae (PP). Escalas: 20 µm.

Figs. 32 - 38. Pteridófitos. **32.** *Pteris* (PP); **33.** tipo *Blechnum* (VE); **34, 35.** tipo *Microgramma vacciniifolia* (VE e PP); **36.** *Polypodium* (VE); **37.** *Lycopodium clavatum* (PP); **38.** *Selaginella* (PD). **39. Gimnospermas.** **39.** *Pinus* (PD). Escalas: 20 µm.

Figs. 40 - 43. Gimnospermas. **40.** *Pinus* (PP); **41.** *Araucaria angustifolia*; **42, 43.** *Podocarpus* (PD e PP); **44.** *Ephedra*. **45. Angiospermas - Dicotiledôneas.** **45.** *Drymis brasiliensis*. Escalas: 20 µm.

Figs. 46 - 60. Angiospermas - Dicotiledôneas. **46.** *Celtis* (VP); **47.** *Trema micrantha*; **48.** *Cecropia*; **49, 50.** *Alnus* (VP); **51.** tipo *Amaranthus* - Chenopodiaceae; **52.** *Alternanthera*; **53, 54.** *Gomphrena* (1° e 2° PL); **55.** Caryophyllaceae; **56.** *Polygonum*;

57. Malvaceae; **58.** *Chrysophyllum* ; **59.** *Myrsine* (VP); **60.** *Mimosa* série *Lepidota*.
Escalas: 20 µm.

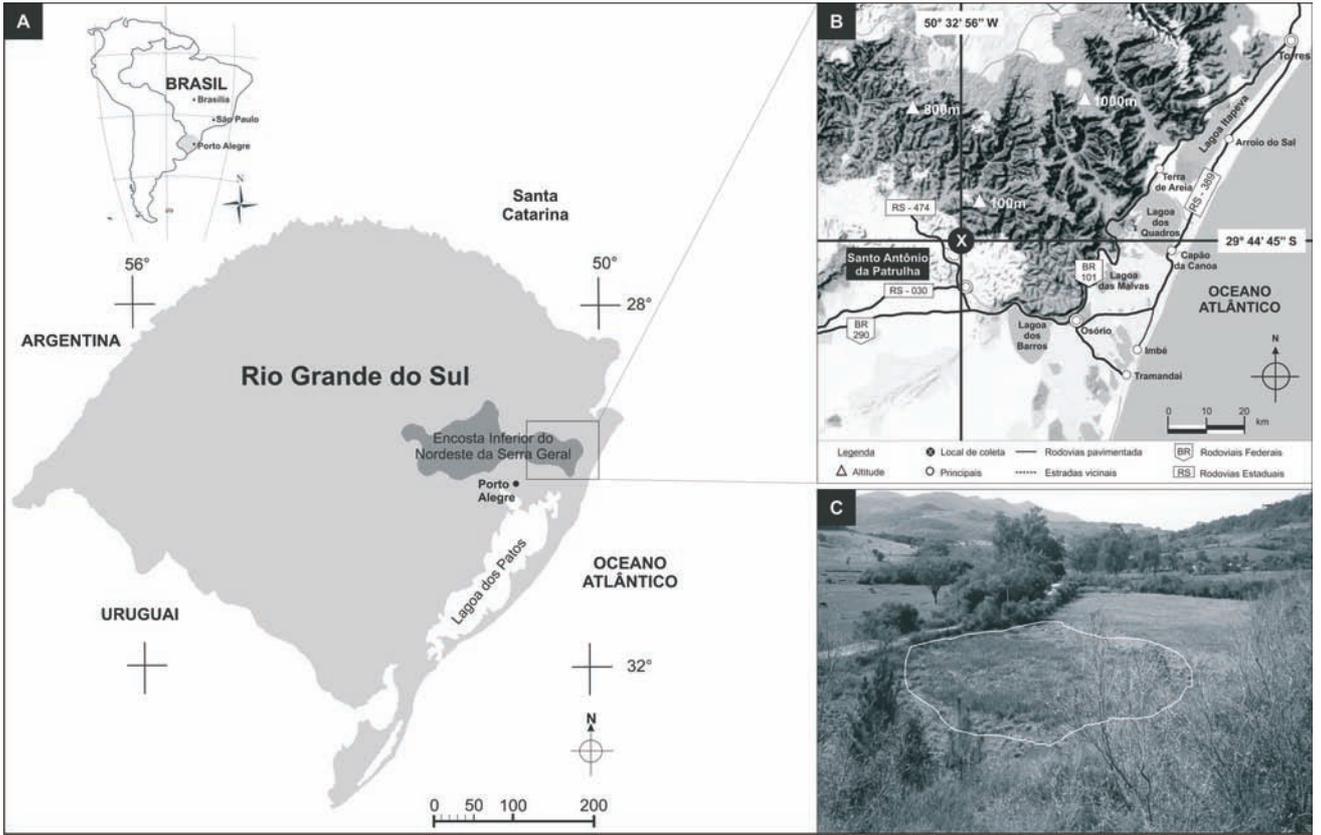
Figs. 61 - 76. Angiospermas - Dicotiledôneas. **61.** *Mimosa*; **62.** tipo *Acacia*; **63.** tipo *Parapiptadenia rigida*; **64.** Fabaceae (VP); **65.** tipo *Erythrina* (VP); **66.** tipo *Roupala* (VP); **67.** *Cuphea carunculata* (VP); **68.** *Cuphea* (VP); **69.** *Daphnopsis racemosa*; **70.** Myrtaceae (VP); **71.** *Ludwigia* (VP); **72.** Melastomataceae (VP); **73.** *Tripodanthus acutifolius* (VP); **74, 75.** *Ilex* (VP e VE); **76.** *Acalypha* (VP). Escalas: 20 µm.

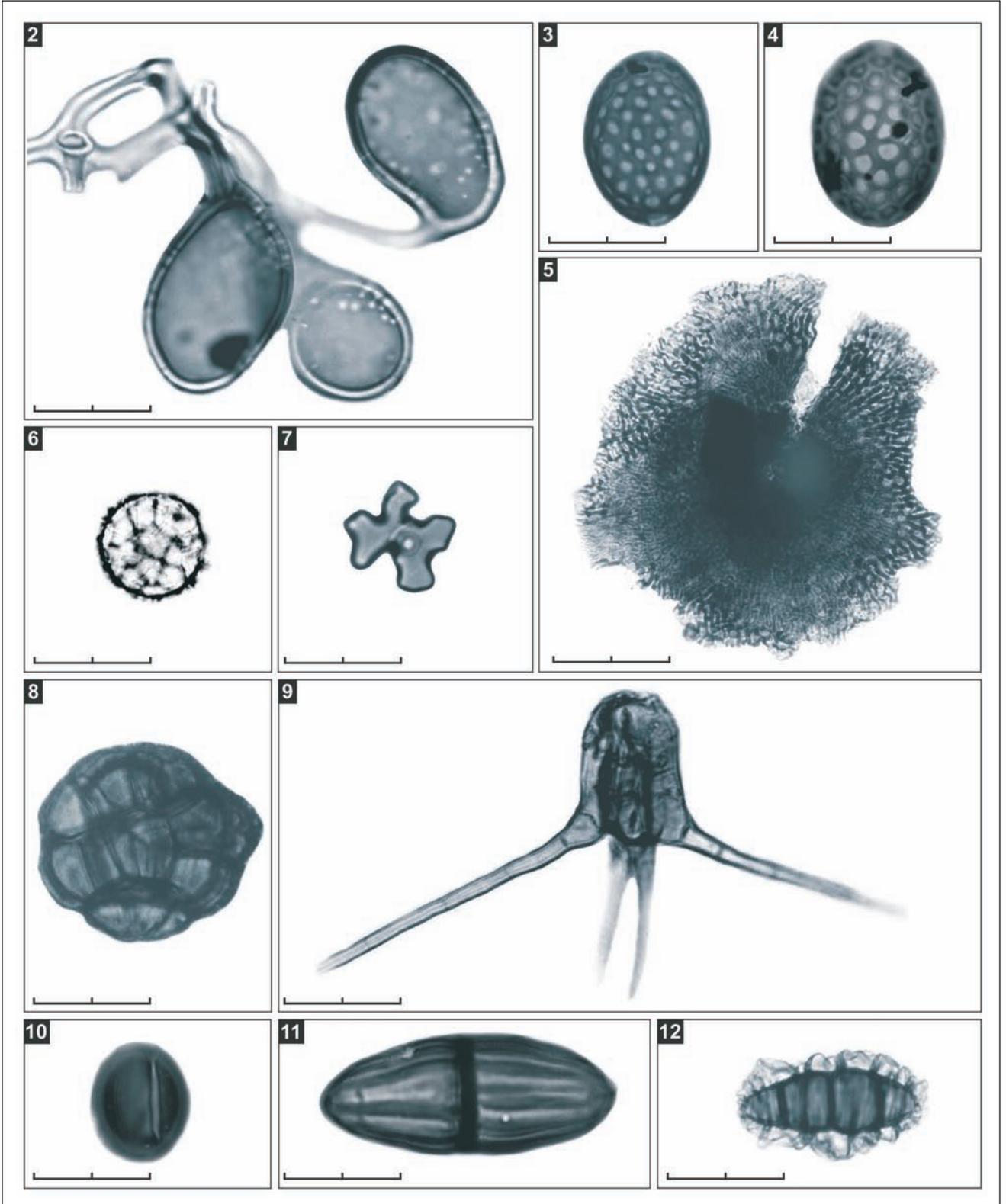
Figs. 77- 92. Angiospermas - Dicotiledôneas. **77, 78, 79.** *Alchornea* (VP, vista oblíqua, VE); **80.** *Sebastiania* (VE); **81.** *Polygala* (VE); **82.** *Allophylus edulis* (VP); **83.** Sapindaceae (VP); **84.** Anacardiaceae (vista oblíqua); **85.** Meliaceae (VE); **86.** *Eryngium* (VE); **87.** Apocynaceae; **88, 89.** Lamiaceae (VP e EQ); **90.** *Utricularia* (VE); **91.** *Spermacoce* (VP); **92.** tipo *Baccharis* (VP). Escalas: 20 µm.

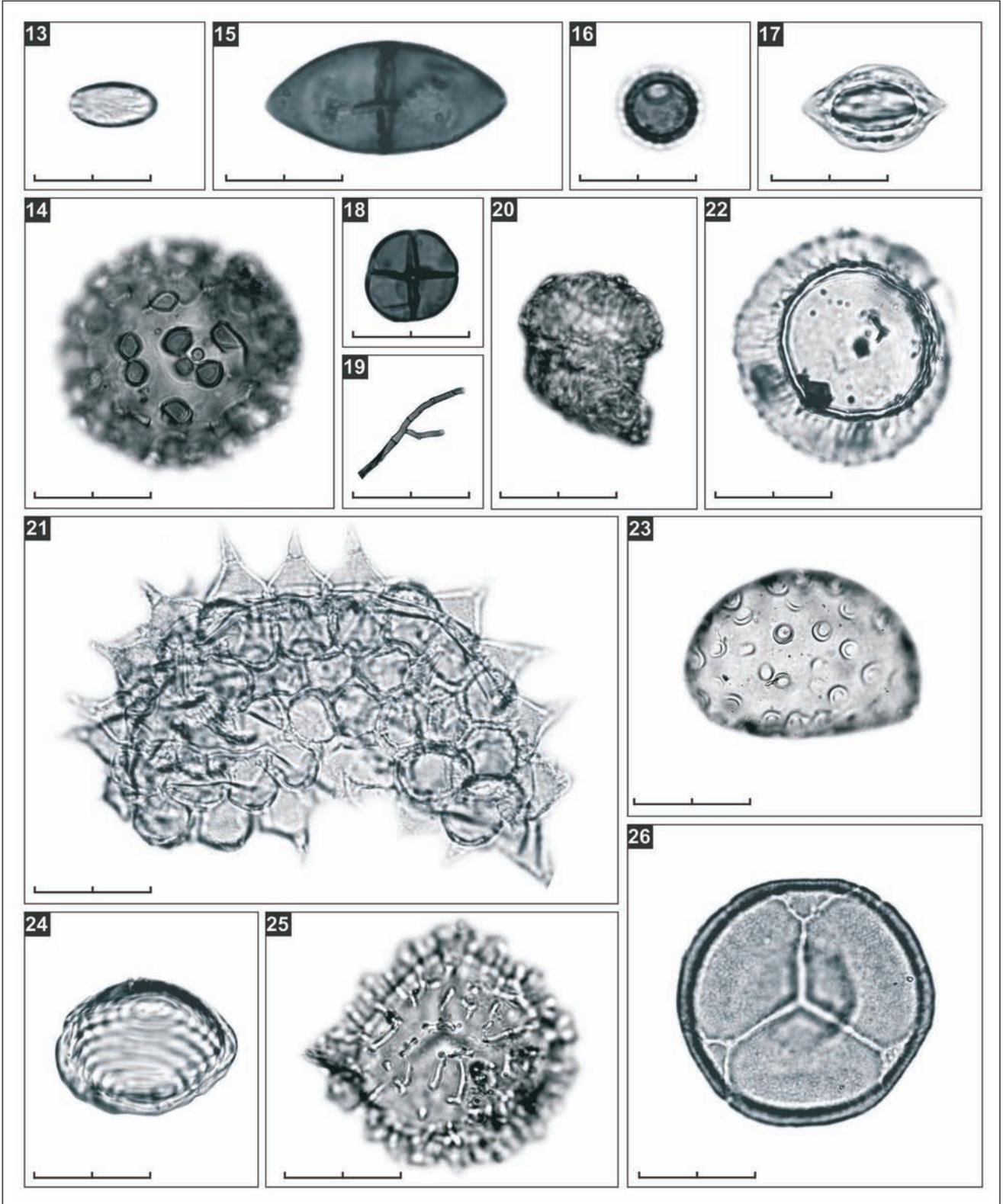
Figs. 93 - 101. Angiospermas - Dicotiledôneas. **93.** tipo *Gnaphalium* (VE); **94, 95.** tipo *Vernonia* (VE); **96.** tipo *Holocheilus* (VE); **97.** tipo *Senecio* (VP); **98.** tipo *Ambrosia* (VP); **99.** tipo *Helianthe* (VP); **100.** tipo *Trixis* (VE); **101.** tipo *Elephantopus* (VE). **102 - 108. Angiospermas - Monocotiledôneas.** **102.** Arecaceae ; **103.** tipo Eriocaulaceae - *Paepalanthus* (VE); **104.** Cyperaceae (VE); **105.** Poaceae; **106.** *Zea mays* (poro proeminente, seta). Escalas: 20 µm.

Figs. 107 - 109. Fragmentos de animais. **107.** Ovo de Platielminthes, **108.** Pêlos; **109.** Mandíbulas. Escalas: 20 µm.

ANEXO. Lista dos táxons registrados, com identificação das lâminas (Codificação da Palinoteca da ULBRA) e coordenadas *England Finder* das espécimes ilustradas.



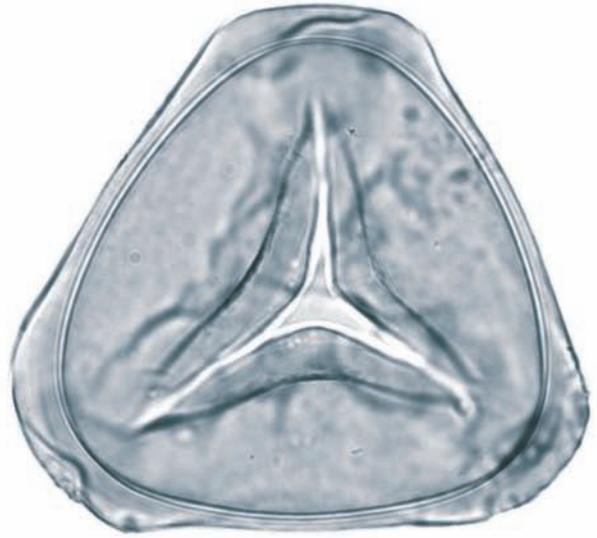




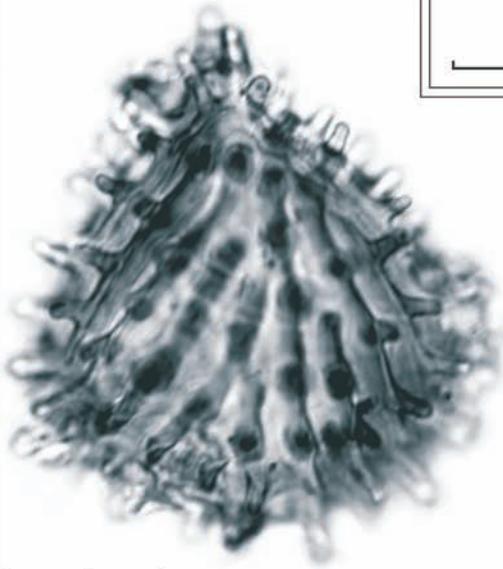
27



28



29



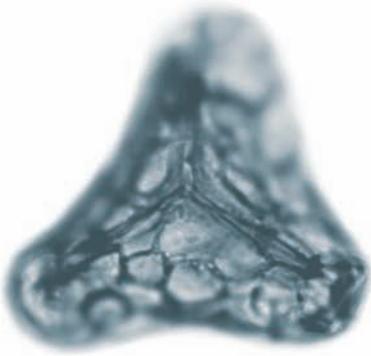
30



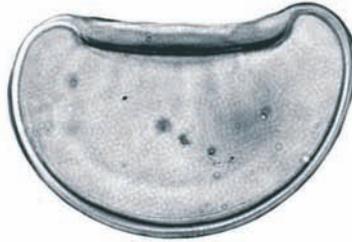
31



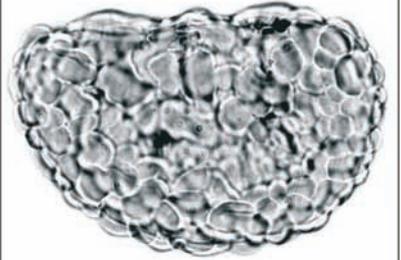
32



33



34



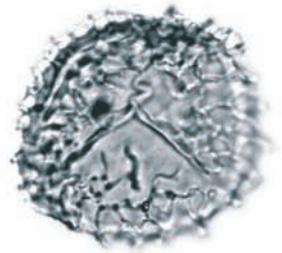
35



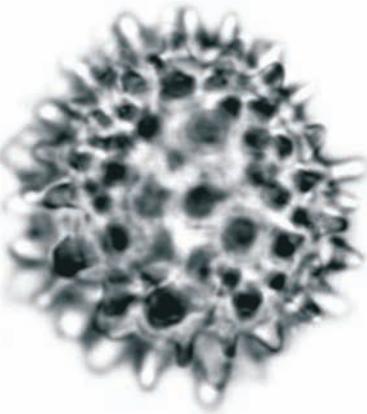
36



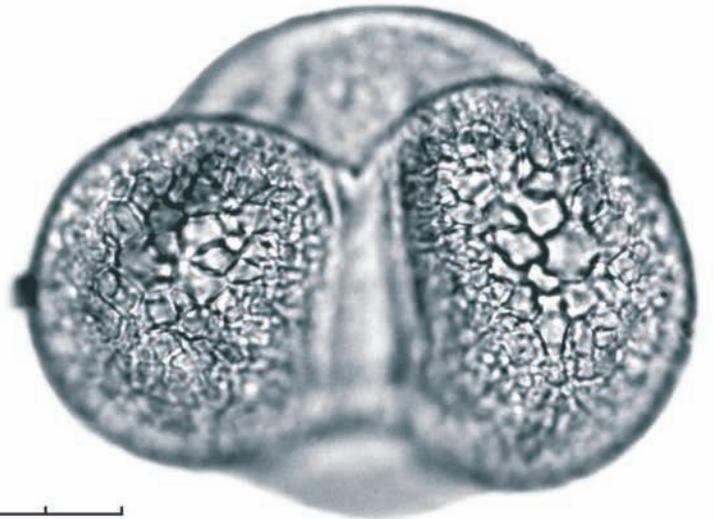
37



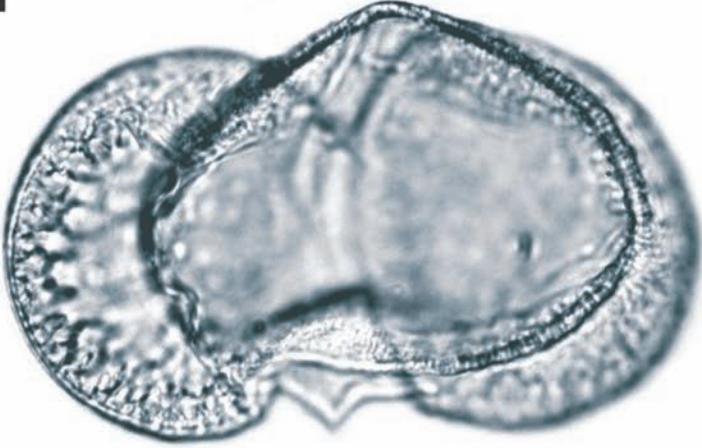
38



39



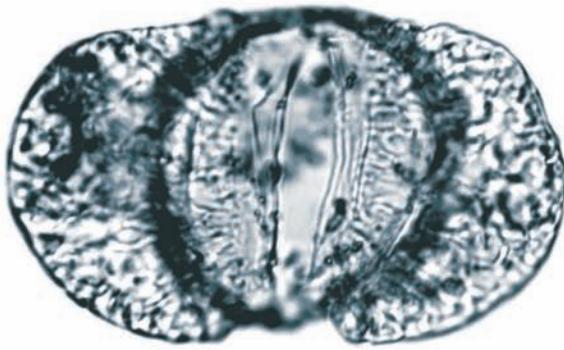
40



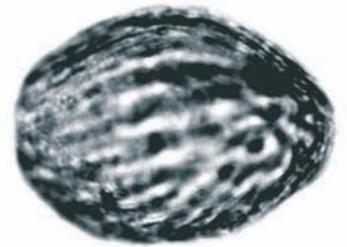
41



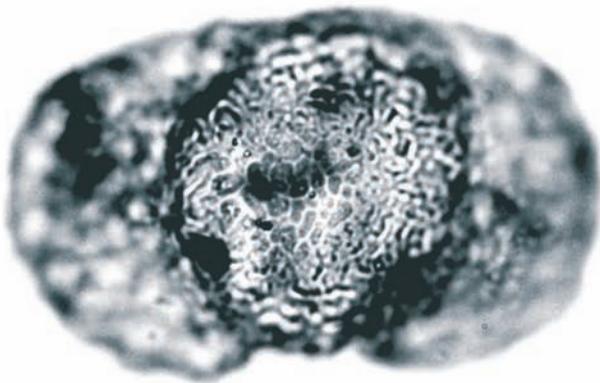
42



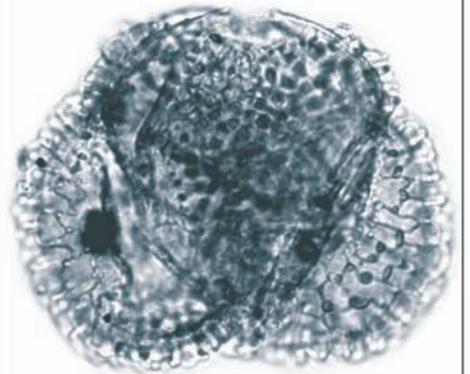
44

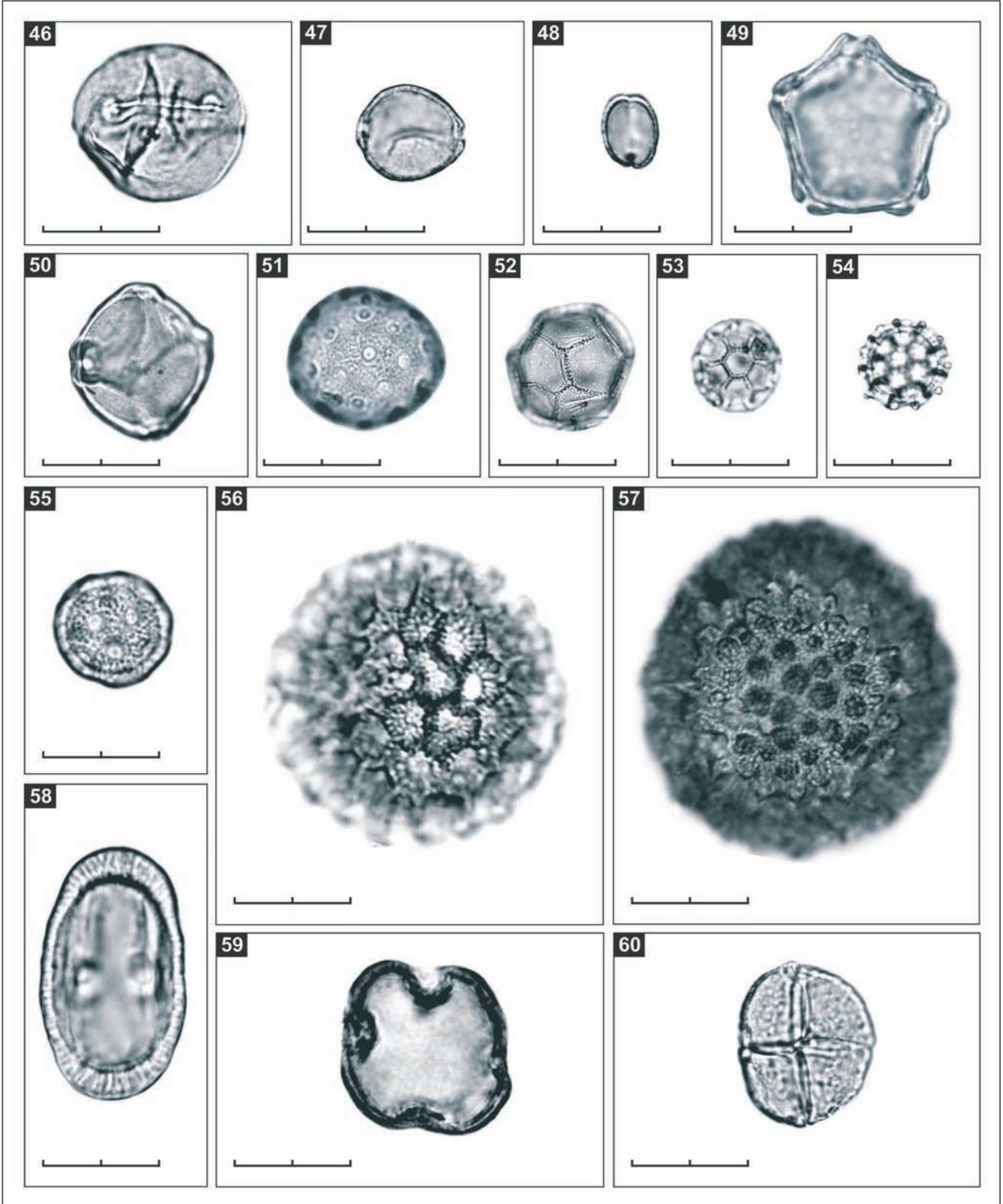


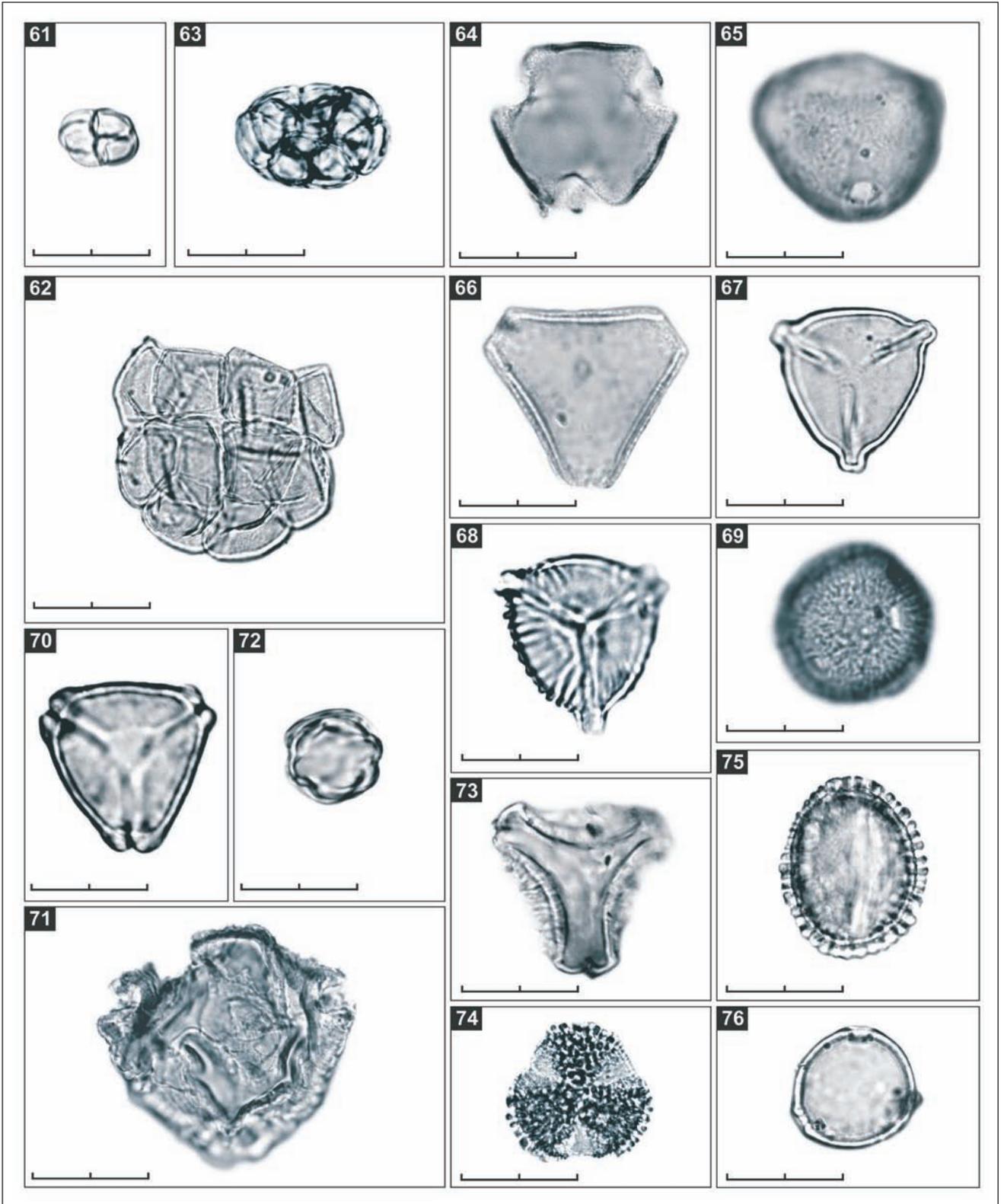
43

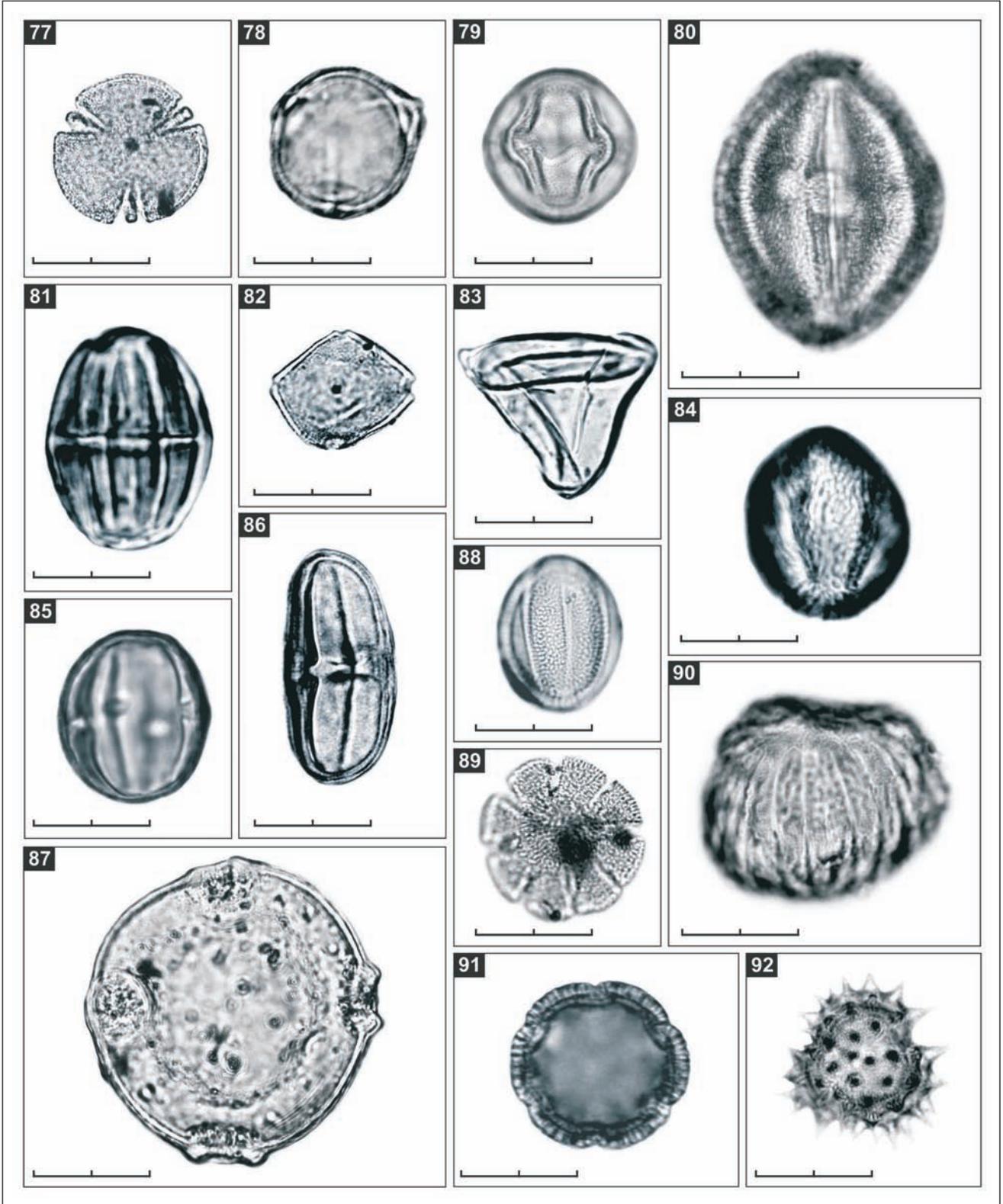


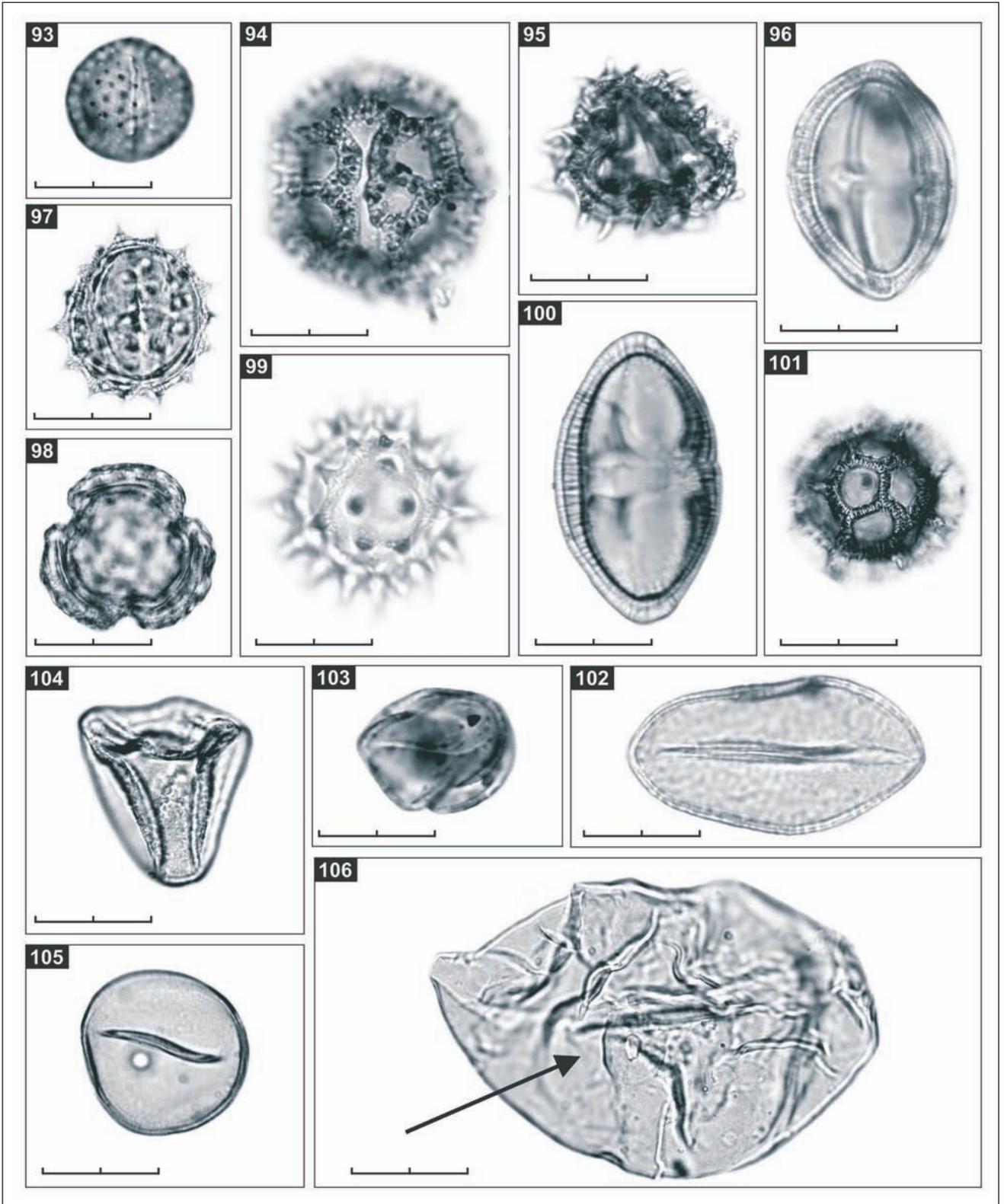
45











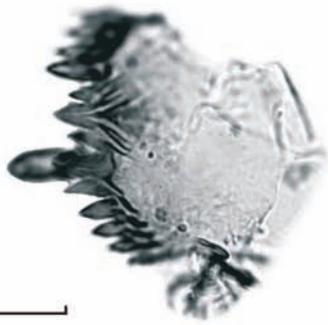
107



108



109



Táxons	Lâminas	Coordenadas	Figuras
Fungos			
<i>Bryophytomyces sphagni</i>	554c	O54	Fig. 6
Esporo indeterminado 1	555d	S66-4	Fig. 11
Esporo indeterminado 2	583b	S39	Fig. 12
Esporo indeterminado 3	578c	T45	Fig. 13
Esporo indeterminado 4	565a	V44	Fig. 14
Esporo indeterminado 5	567d	P56	Fig. 15
Esporo indeterminado 6	554a	Q61-1	Fig. 16
Esporo indeterminado 7	557a	X55	Fig. 17
Esporo indeterminado 8	572d	W36-1	Fig. 18
<i>Gelasinospora calospora</i>	578c	H52	Fig. 3
<i>Gelasinospora cf. reticulispora</i>	574d	W56-3	Fig. 4
<i>Glomus</i>	565a	J27	Fig. 2
Hifas	561d	D55-4	Fig. 19
<i>Tetraploa aristata</i>	559c	M45-1	Fig. 9
tipo <i>Athelia</i>	558b	J51	Fig. 8
tipo <i>Gaeumannomyces cf. caricis</i>	557a	T56-3	Fig. 7
tipo <i>Microthyrium</i>	560d	R36	Fig. 5
tipo <i>Nigrospora</i>	555c	G56-4	Fig. 10
Algas			
<i>Botryococcus</i>	556d	W49-2	Fig. 20
<i>Debarya</i>	572a	X18-3	Fig. 22
<i>Pediastrum</i>	562c	K52	Fig. 21
<i>Zygnema</i>	579b	T34	Fig. 23
Alga <i>Incertae sedis</i>			
<i>Pseudoschizaea rubina</i>	568b	X31-3	Fig. 24
Briófitos			
<i>Anthoceros punctatus</i>	570b	Y41	Fig. 25
<i>Phaeoceros laevis</i>	567a	Z26	Fig. 26
<i>Sphagnum</i>	567a	G27-1	Fig. 27
Pteridófitos			
<i>Anemia</i>	587b	L34-3	Fig. 30
<i>Anemia phyllitidis</i>	555d	R56	Fig. 29
Cyatheaceae	559c	P48-2	Fig. 31
<i>Dicksonia sellowiana</i>	562c	Y32-4	Fig. 28
<i>Lycopodium clavatum</i>	559c	X37	Fig. 37
<i>Polypodium</i>	574a	W24	Fig. 36
<i>Pteris</i>	562a	O29	Fig. 32
<i>Selaginella</i>	561b	C58	Fig. 38
tipo <i>Blechnum</i>	557b	P58-1	Fig. 33
tipo <i>Microgramma vacciniifolia</i>	573b	F49, W33-3	Figs. 34, 35
Gimnospermas			
<i>Araucaria angustifolia</i>	577c	T72	Fig. 41
<i>Ephedra tweediana</i>	565a	R51	Fig. 44
<i>Pinus</i>	554a, 554b	R47-4, O47	Figs. 39, 40
<i>Podocarpus</i>	567a	V31	Figs. 42, 43
Angiospermas (dicotiledôneas)			
<i>Acalypha</i>	570b	N50	Fig. 76
<i>Alchornea</i>	571a, 574a	V66-2, Q30, K31-3	Figs. 77, 78, 79
<i>Allophylus edulis</i>	586a	S35	Fig. 82
<i>Alnus</i>	577b, 571a	O37, O43	Fig. 49, 50

<i>Alternanthera</i>	572a	O43	Fig. 52
Anacardiaceae	557a	T38	Fig. 84
Apocynaceae	572d	F33	Fig. 87
Caryophyllaceae	559d	V57-4	Fig. 55
<i>Cecropia</i>	559d	R57	Fig. 48
<i>Celtis</i>	559d	X62	Fig. 46
<i>Chrysophyllum</i>	572d	W54	Fig. 58
<i>Cuphea</i>	555b	J61	Fig. 68
<i>Cuphea carunculata</i>	576c	X34	Fig. 67
<i>Daphnopsis racemosa</i>	568b	Y59-3	Fig. 69
<i>Drymis brasiliensis</i>	571a	G56	Fig. 45
<i>Eryngium</i>	561a	U41	Fig. 86
Fabaceae	559b	Y50	Fig. 64
<i>Gomphrena</i>	577a, 574d	N35, H51-2	Figs. 53, 54
<i>Ilex</i>	579a, 574c	H32-2, V42-2	Figs. 74, 75
Lamiaceae	574a, 570b	N49-4, M36-2	Figs. 88, 89
<i>Ludwigia</i>	559b	R31	Fig. 71
Malvaceae	564c	F37	Fig. 57
Melastomataceae	576b	Z49	Fig. 72
Meliaceae	582a	H54	Fig. 85
<i>Mimosa</i>	554d	W36	Fig. 61
<i>Mimosa</i> série <i>Lepidotae</i>	554a	J63	Fig. 62
<i>Myrsine</i>	558b	O50	Fig. 59
Myrtaceae	554d	O39	Fig. 70
<i>Polygala</i>	571a	D25	Fig. 81
<i>Polygonum</i>	554d	H43-2	Fig. 56
Sapindaceae	561d	L58-3	Fig. 83
<i>Sebastiania</i>	573c	K52-2	Fig. 80
<i>Spermacoce</i>	569b	R29-3	Fig. 91
tipo <i>Acacia</i>	566c	F38	Fig. 62
tipo <i>Amaranthus</i> - Chenopodiaceae	555b	J56	Fig. 51
tipo <i>Ambrosia</i>	569a	X49-2	Fig. 98
tipo <i>Baccharis</i>	557a	F55	Fig. 92
tipo <i>Elephantopus</i>	588a	P34	Fig. 101
tipo <i>Erythrina</i>	569b	G52	Fig. 65
tipo <i>Gnaphalium</i>	574a	F45	Fig. 93
tipo <i>Helianthe</i>	554d	O59	Fig. 99
tipo <i>Holochellus</i>	584a	P43	Fig. 96
tipo <i>Parapiptadenia rigida</i>	554d	H43	Fig. 63
tipo <i>Roupala</i>	577b	O24	Fig. 66
tipo <i>Senecio</i>	554d	W54-1	Fig. 97
tipo <i>Trixis</i>	588a	U35-2	Fig. 100
tipo <i>Vernonia</i>	574b, 587d	U-31-3, P46	Figs. 94, 95
<i>Trema micrantha</i>	577b	N35-1	Fig. 47
<i>Tripodanthus acutifolius</i>	587b	Q- 36	Fig. 73
<i>Utricularia</i>	561d	P-29-4	Fig. 90
Angiospermas (monocotiledôneas)			
Arecaceae	566c	O29	Fig. 102
Cyperaceae	554a	X31-2	Fig. 104
Poaceae	560d	V24-2	Fig. 105
tipo Eriocaulaceae - <i>Paepalanthus</i>	574b	O48	Fig. 103
<i>Zea mays</i>	555b	Y55	Fig. 106
Fragmentos de Animais			
Mandíbulas	564d	W31-3	Fig. 109
Ovo de Platielminthes	587b	E52	Fig. 107
Pêlos	565b	K36	Fig. 108

Anexo C

De: aabc@abc.org.br ()
Para: backesbiologia@yahoo.com.br
Data: Terça-feira, 23 de Junho de 2009 14:32:38
Assunto: [AABC] - Submission Completed - REF.: 290/09

REF.: 290/09

Dr. Macedo, Renato

Thank you for submitting your manuscript for publication in our journal "Anais da Academia Brasileira de Ciências" (AABC). Its reference code is . Please, use always this number in any correspondence regarding this manuscript.

It will be evaluated and you will be contacted in due course.

At any stage you may check the status of your manuscript logging into the AABC website <http://aabc.abc.org.br>. In case of any doubt, contact our Editorial Office at aabc@abc.org.br. For more information about AABC style, see latest papers published in www.scielo.br/aabc.

Thanks, once more, for your interest in the AABC.

Cordially, "Palynological analysis of a late Holocene core from Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Southern Brazil"290/09

M.L.Maioli
Editorial Assistant - AABC
Rua Anfilofio de Carvalho, 29/3rd floor
Rio de Janeiro, RJ
20030-060 Brazil
tel: +55.21.3907-8146 fax +55.21.3907-8104
web: <http://aabc.abc.org.br>
aabc@abc.org.br

Anexo D

Palynological analysis of a late Holocene core from Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Southern Brazil

**Renato Backes Macedo¹, Paulo Alves de Souza¹, Soraia Girardi Bauermann²,
Sérgio Augusto de Loreto Bordignon²**

¹Laboratório de Palinologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91.540-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

²Laboratório de Palinologia, Universidade Luterana do Brasil. Av. Farroupilha 8001, CEP 92.425-900, Canoas, RS, Brasil.

Key words: Palynology, Paleoecology, Paleoclimatology, Atlantic rainforest, late Holocene, Rio Grande do Sul State.

Running title: Palynology of a late Holocene core, Brazil

Academy Section: Earth Sciences

Correspondence to: Renato Backes Macedo

E-mail: backesbiologia@yahoo.com.br

ABSTRACT

A sedimentar core collected at Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul State, southmost Brazil, was submitted to pollen analysis to provide the vegetational history in region, and paleoecological and paleoclimatic changes. A total of 98 taxa was identified from 35 subsamples. Three radiocarbonic datings were obtained along a section of 115 cm of depth, including the basal age of 4730 ± 50 yr BP. Pollen diagrams and cluster analysis were done based on palynomorphs frequencies, demonstrating five distinct phases (SAP-I to SAP-V), which reflected different paleoecological conditions. The predominance of plants linked to grasslands in the phase SAP-I suggest warm and dry climate conditions. A gradual increasing of humidity conditions was observed mainly from the beginning of the phase SAP-III, when the vegetation set a mosaic of grassland and Atlantic rainforest. Furthermore, the presence of certain forest taxa, from the phase SAP-IV, is interpreted as influence of the seasonal semideciduous forest influence in the study region. From the phase SAP-V (ca. 4000 yrs BP), the vegetation became similar to the modern, especially after 2000 yrs BP (calibrated age).

INTRODUCTION

The vegetation of the Rio Grande do Sul State (RS), Southern Brazil, is composed by grassland-forest mosaic, as result of paleoenvironmental changes, mainly climate variations during the Quaternary (Marchiori 2004). These grassland-forest mosaics were previously studied by pioneer naturalists in the ending of the century XIX. Lindman (1906) observed that forests could expand over the grassland vegetation under dry paleoclimate conditions. Based on phytogeographic evidence, Rambo (1956, 1961) and Klein (1975) interpreted that the grasslands were the first plants constituents of the RS, therefore advances of the forests is a recent answer to the humid climatic conditions.

The palynology is an important tool for the understanding of vegetation dynamics and paleoclimate reconstructions. Several studies based in pollen analysis have contributed in solving questions on the vegetational succession during the late Quaternary in Southern Brazil, as summarized by Behling (2002), Lorscheitter (2003) and De Oliveira et al. (2005). Palynological results obtained showed that during the latest Pleistocene the landscape in these regions was characterized by the dominance of grasslands due to the cold and dry climate linked to glacial times. During the early to middle Holocene the vegetation related to these grasslands prevailed in lowlands and highlands of the Southern region due to warm and dry climatic conditions after the glacial period. Pollen analysis of the late Holocene in Rio Grande do Sul Coastal Plain (RSCP) and adjacent area showed that forests had expanded from 3500 yrs BP especially after 2000 yrs BP, due to higher humidity.

This paper present interpretations about the vegetational succession of the Atlantic rainforest and seasonal semideciduous forest, as well as paleoclimates related, based on palynological data obtained from a core in Santo Antônio da Patrulha, RS, southmost Brazil. The results were compared with other palynological studies previously conducted in South Brazil.

STUDY AREA

The present study was made from a peat bog located in Santo Antônio da Patrulha municipallity (coordinates 29°44'45''S, 50°32'56''W, high 37 m), distant

approximately 76 km from Porto Alegre and ca. 48 km of the Ocean Atlantic. The access to this site from Porto Alegre is through the highway RS-474, following by secondary road (Figs. 1a-b). According to Fortes (1959), this area is part of the physiographic region of the Lower Northeast Slopes of Serra Geral, RS.

The presence of a grassland-forest mosaic characterizes the phytophysiology of the landscape. The forest consist of a mixture of floristic elements of Atlantic rainforest and seasonal semideciduous forest (Rambo 1956, Teixeira et al. 1986, Reitz et al. 1988, Leite and Klein 1990).

The climate of Southern Brazil is influenced by the South Atlantic Anticyclone, a semi-permanent high pressure system which transports moist tropical air masses over the continent from easterly and north-easterly directions during the whole year. Disturbances are related to polar cold fronts, when it meets the tropical air masses produce strong rainfall in Southern Brazil (Nimer 1989). This region is characterized by subtropical humid (*Cfa*) in the Koppen classification (Moreno 1961), with regularly distributed rainfall during the year and hot summers. The mean precipitation is around of 1676.5 mm.a⁻¹, and average annual temperature is 19.8 °C; average temperature of hottest month is 24.4 °C, while coolest months is 15.4 °C (data from Osório and Tramandaí meteorological station, IPAGRO 1979).

Figures 1a-b.

MATERIAL AND METHODS

The core was taken from the deepest portion near the center of the peat bog using a sampler *Russian corer*, whose maximum depth reached 115 cm. Sections of 50 cm length were extruded *in situ*, wrapped in plastic film and aluminum foils. The section was transported to the Laboratory and stored in special conditions (ca. +4 °C) before sampling. Three sediment subsamples of 3 cm thickness were taken from the core and dated by accelerator mass spectrometry (AMS) in the Laboratory CAIS of the University of Georgia (USA). The calibration of radiocarbon datings were carried out after CALPAL (Weninger et al. 2004). Ages were also calculated for each interpolated pollen subsample and pollen phase.

For pollen and charcoal analysis, 35 subsamples (1 cm³ volume) were taken at 2 cm intervals along the 115 cm core. All subsamples were processed by standard pollen analytical methods (Faegri and Iversen 1989), using HF, HCl, KOH, acetolysis, followed by filtering through a 250 µm net. The slides were prepared in glycerol-jelly. Pollen preparation included addition of exotic *Lycopodium clavatum* L. spores to determine pollen concentration (grains/cm³) and accumulation rates (grains/cm²/year), in agreement of Stockmarr (1971).

A minimum of 300 pollen grains was counted for each subsample. This pollen sum includes trees, shrubs and herbs. Aquatic, ferns and mosses spores, algae taxa, fungal spores and remains of animals, as well as carbonized particles (5-150 µm), were also counted, constituting a separate list expressed as percentage of the total pollen sum. Calculations of concentration were also made for the carbonized particles (particles/cm³) as well as accumulation rates (particles/cm²/year). Pollen identification was based on catalogues of palynomorphs published, as well as from pollen reference collections of Brazil Lutheran University (ULBRA). The word "type" was used when a precise identification was impossible. Taxonomic descriptions and illustrations of the palynomorphs identified in an additional contribution (Macedo et al. 2009, submitted), and constitute the basis for the palynological analysis that follows. Softwares TILIA, TGVIEW and CONISS version 2.0.2. (Grimm 1987) were used for plotting the pollen data, calculations and cluster analysis. The pollen diagrams include individual records of the taxa and records of the groups: grasslands, forest, indeterminate, aquatics, ferns, mosses, algae, fungi and concentration and influx of the pollen and charcoal particles, and a cluster analysis. The phases of the pollen record (*sensu* Salgado-Labouriau 2007 p. 335-336) were established from changes in the pollen assemblages and from cluster analysis.

Ordination by principal coordinates analysis (PCoA) was used for a synthetic view of community compositional changes (Orlóci et al. 2002). PCoA was based on pairwise Euclidean distances between subsamples (Legendre and Legendre 1998, Podani 2000). Distances were computed from square root transforming pollen percentages in order to reduce the excessive weight of dominant pollen taxa. Algae, spores, indeterminate palynomorphs and Cyperaceae taxa were not included on multivariate analysis as well as subsamples which did not present pollen grains (phase SAP-II). The significance of ordination axes was evaluated by bootstrap,

according to Pillar (1999). The multivariate analysis PCoA were calculate using software MULTIV (Pillar 2008).

In order to assist the interpretation regarding the vegetation succession was made a rapid survey of the flora near the point of collection of the core.

RESULTS

LITHOLOGY

The peat bog sediments from Santo Antônio da Patrulha were deposited on sandstones of the Botucatu formation, Jurassic/Cretaceous of Paraná Basin, which constitutes the basement of the core analyzed herein. The core retrieves a section of 115 cm of unconsolidated sediments. Between 115 to 90 cm of depth, sediments are mainly characterized by brown sandstones with decomposed matter organic. From 90 to 50 cm of depth, sediments comprise dark mudstones/siltstones with organic material completely decomposed including few root remains. Between 50 to 13 cm, sediments are constituted by brown-dark sandstones, and a mixture of decomposed organic matter with abundant roots and plants remains. From 13 cm of depth to the top of the core sediments are highly weathered, constituting the regolith, that was not palynologically analysed.

RADIOCARBON DATING

The results of the AMS radiocarbon datings are presented in the Table 1. Based on these data, we considered the deposition of the core studied entirely positioned along the late Holocene. However, sedimentation was not continuous. Three datings were obtained. The basal dating corresponds to 4730 ± 50 ^{14}C yr BP (calibrated age 5461 yr BP), while the sample at 55 cm depth was dated as 4225 ± 25 ^{14}C yr BP. It suggests a rapid rate of sedimentation between this interval (115 to 55 cm depth). The sample at 13 cm core depth indicates modern age (Anno Domini 1850). The results between 55 and 13 cm core depth suggest a slow sedimentation, involving the vegetation history of the last 4200 yrs BP.

Table 1.

DESCRIPTION OF POLLEN RECORD

A total of 98 taxa of palynomorphs were retrieved and identified along the Santo Antônio da Patrulha core, including taxa of Algae, Briophyte, Pteridophytes, Gymnosperms, Angiosperms as well as Fungi and Animal remains. The pollen diagram (Figs. 2a-b-c) shows the distribution of the palynomorphs which were grouped according to their ecological affinities (habit and/or habitat), beyond pollen sum of different botanical groups (Fig. 3). Marked changes in the pollen assemblages, indicated by cluster analysis (CONISS), allow the establishment of five pollen phases: SAP-I, SAP- II, SAP-III, SAP-IV and SAP-V, which are described below (SAP is abbreviation for Santo Antônio da Patrulha area) in ascending stratigraphic order.

Figures 2a-b-c.**Figure 3.***Phase SAP-I (5461-5443 cal yr BP)*

This phase was characterized from the two basal subsamples (115-110 cm of depth) which are dominated by Cyperaceae (40-55%), Poaceae (46-28%), *Baccharis* L.-type (6-9%), *Eryngium* L., *Spermacoce* L. and other minor herbaceous components (Fig. 2b-3). The group of trees and shrubs presents lower percentages (1-4%), comprising mainly *Ilex* L. and Arecaceae. Other taxa are less than 1% (with Melastomataceae, Myrtaceae and *Mimosa* serie *Lepidotae* Benth., Fig. 2a). Percentages of pollen from aquatic plants *Ludwigia* L. and *Utricularia* L. are also less than 1%. Ferns spores are scarce. Mosses spores are abundant in higher samples, with percents of 27%, which are mainly represented by *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. (Fig. 2c). Algae taxa show lower proportions. Concentration and accumulation rates of the charcoal particles are relatively high in this phase (Fig. 3).

Phase SAP-II (5443-5402 cal yr BP)

The interval at 110-105 cm of depth (two subsamples) is characterized by non-preservation of pollen grains. Few ferns and mosses spores, as well as algae taxa were poorly preserved.

Phase SAP-III (5402-4955 cal yr BP)

This phase comprises 12 subsamples within the interval between 105-69 cm core depth, it is marked by abundance of herb pollens (52-95%), which are represented by Poaceae (31-53%), Cyperaceae (5-40%) and *Baccharis*-type (5-35%), as well as other taxa less frequent like *Eryngium*, *Cuphea carunculata* Koehne, *Cuphea* Koehne, *Vernonia* Schreb.-type, *Spermacoce*, *Gnaphalium* L.-type, *Polygala* L., *Senecio* L.-type, *Holocheilus* Cass.-type, *Amaranthus* L./Chenopodiaceae-type and *Elephantopus* L.-type. Sums of forest taxa are better represented (between 4-48%) due to the increasing of *Ilex*, that reaches up to 28%. Other forest taxa such as Arecaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, *Alchornea* Sw., *Celtis* L., *Trema micrantha* (L.) Blume., Anacardiaceae and *Podocarpus* L' Hér. ex Pers. also increased their proportions during this phase. Pollen grains from *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze and *Drymis brasiliensis* Miers. occur respectively at 79-76 cm of depth (Fig. 2a). Fern spores also increase in this phase, mainly *Blechnum* L.-type, *Microgramma vacciniifolia* (Langst & Fisch.) Copel.-type and *Polypodium* L. Spores from *Dicksonia sellowiana* Hook were found at 97 cm of depth (Fig. 2c). Moss spores from *Phaeoceros laevis* decrease during this phase. The concentration and accumulation rates of the charcoal particles and pollen grain were the highest in the core.

Phase SAP-IV (4955-4402 cal yr BP)

This phase comprises six subsamples, between 69-51 cm of depth. In this phase, taxa related to grasslands continue to be dominant (91-93%). Pollen sum of forest taxa decreases (6-12%), however, at the beginning of this phase occurs the first records of *Chrysophyllum* L., *Ephedra tweediana* C. A. Meyer, *Acacia* Mill.-type, *Parapiptadenia rigida*-type, *Erythrina*-type, *Daphnopsis racemosa* and *Sebastiania* Spreng. Pollen from aquatic plants, such as *Ludwigia* are less than 1%. Ferns spores decrease in this phase. Spores of mosses reached the highest percentages (16-74%), which are dominated

mainly by *Phaeoceros laevis* (12-72%), while *Sphagnum* (Dill.) Hedw and *Anthoceros punctatus* L. occur in lower proportions. Algae taxa were represented mainly by *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher (17%). The concentration and accumulation rates of the charcoal particles and pollen grain were lower than in the previous phase.

Phase SAP-V (4402-137 cal yr BP)

The highest stratigraphic phase comprises 13 subsamples within the interval between 51-13 cm of depth. This phase is characterized by a significant increasing of pollen sum of forest taxa (21-37%) and by the decreasing of herb pollens (62-78%). In general all taxa related to forest were better represented in this phase than in previous. By the other hand, *Podocarpus* decrease in frequency. In the transition between phases SAP-IV and SAP-V occurs the first record of *Zea mays* L. and *Pinus* L., which were found in mostly subsamples of this last phase. Aquatic taxa were also better represented in this phase, mainly by *Ludwigia*, which reached up to 12%. Spores of ferns increased their percentages (6-31%), while spores of mosses and algae taxa decreased. Spores of fungi also increased (*Glomus* Tus. & C. Tus., *Gelasinospora calospora* (Mouton) C. Moreau & M. Moreau and *Gelasinospora reticulisporea* (Greis & Greis-Dengler) C. Moreau & M. Moreau, *Gaeumannomyces cf. caricis* J. Walker-type, *Athelia* Pers.-type and *Tetraploa aristata* Berk. & Br.). The concentration of the charcoal particles and pollen grain were higher than in the previous phase, while accumulation rates of the charcoal particles and pollen grain were lower.

MULTIVARIATE ANALYSIS

The multivariate analysis (PCoA) shows a synthesis of the changes in the pollen composition since 5461 cal yr BP until present 137 cal yr BP (Anno Domini 1850). The two dimensional ordination diagram account for 61% of the total variation in the data set with 53 taxa in 33 subsamples (Figs. 4a-b). Pollen composition dynamics depicted by the ordination analysis shows phases of random, non-directional changes and periods in which the changes were directional toward more abundant forest taxa. Directional jumps, characterizing transitions of phases, were most evident from 5386 to 5314 cal yr

BP 5206 to 5189 cal yr BP and 4402 to 3991 cal yr BP. Multivariate analysis of phase SAP-I shows the dominance of grasslands up to 5386 cal yr BP, which are represented by Poaceae and *Baccharis*-type. At ca.5314 cal yr BP (phase SAP-III), ordination diagrams suggest an important vegetational changes, by the appearance of forest taxa, such as Myrtaceae, *Ilex*, Arecaceae and *Podocarpus*. After 5058 cal yr BP, within the SAP-III/IV transition, a grasslands taxa diversified including *Holocheilus*-type, *Trixis* P. Browne -type, *Spermacoce*, *Senecio*-type, *Vernonia*-type, Lamiaceae, *Gomphrena* L., *Eryngium*, Melastomataceae and *Cuphea*. The phase SAP-V is evidenced in the PCoA diagrams by the increasing and diversity of trees and shrubs components, such as Anacardiaceae, *Sebastiania*, *Chrysophyllum*, *Alchornea*, *Trema micrantha*, *Myrsine* L., *Daphnopsis racemosa*, *Mimosa* L., *Celtis* and *Erythrina*-type.

Figures 4a-b.

BOTANICAL DATA

The main components of the modern flora around the peat bog are listed in the Fig. 5, according their type, physiognomy, habit and habitat, including the taxonomic basis for genera and species.

Figure 5.

DISCUSSION

The results obtained from the pollen analysis of Santo Antônio da Patrulha core revealed changes in the vegetational composition during last millennia on the Lower Slopes of Serra Geral, RS. These vegetational succession reflected paleoenvironmental variations which are described below.

The Phase SAP-I (5461-5443 cal yr BP) showed the predominance of plants linked to grasslands, mainly represented by Poaceae and *Baccharis*-type (Figs. 2b-3). Furthermore, few records of trees and shrubs, ferns spores and algae taxa, as well as high frequency of mosses spores (*Phaeoceros laevis*) suggest warm and dry climate conditions, in agreement with interpretations made by Behling (2002) to South and

Southeast regions of Brazil. According to this author, low precipitations and a long annual dry season, probably of three months, should have limited the expansion of trees taxa during middle-Holocene in Southern Brazil. Perhaps these paleoclimates conditions are related with changes in trajectory of Polar cold fronts to Atlantic Ocean, similar to modern events of *La Niña*, which causes drought in Southern Brazil. Other palynological studies realized in (RSCP) also showed similar results (Bauermann 2003, Macedo et al. 2007).

Poor preserved palynomorphs occurs in Phase SAP-II (5443-5402 cal yr BP), in low frequency, preventing vegetational and paleoclimatic interpretations to this interval. These results can be related to taphonomic limitations, though no sedimentological and lithological different evidence is observed. This limitation was also recorded by Bauermann (2003) from an interval between ca. 6000 cal yr BP to 3163 ± 29 ^{14}C yr BP within a core retrieved in Barrocas (RSCP).

The Phase SAP-III (5402-4955 cal yr BP) revealed pollen changes in the grasslands vegetation clearly highlighted by the multivariate analysis of PCoA, taking into account gradual increasing of *Baccharis*-type, Poaceae and other herbaceous components, such as *Cuphea*, *Eryngium*, *Gomphrena*, *Holocheilus*-type, Lamiaceae, Melastomataceae, *Polygala*, *Senecio*-type, *Spermacoce*, *Trixis*-type and *Vernonia*-type (Figs. 4a-b). This phase is also marked by the increase of pioneers Atlantic rainforest taxa, such as *Alchornea*, Anacardiaceae, Arecaceae, *Cecropia* Loebl., *Celtis*, *Chrysophyllum*, *Ilex*, Melastomataceae, Myrtaceae, *Myrsine*, *Podocarpus*, *Sebastiania* and *Trema micrantha* (Figs. 2a-3). These pollen records suggest the beginning of the grassland-forest mosaics. Possibly these Atlantic rainforest components could be distributed in areas of higher humidity, such as borders of rivers, forming the gallery forest. Furthermore, they could have been dispersed in small populations under waterlogged soil, forming swamp forest. In this interval was observed the initial and gradual appearance of certain taxa of the Araucaria forest (*Araucaria angustifolia* and *Drymis brasiliensis*), as well as some fern spores (*Dicksonia sellowiana*), developed on valleys and areas linked to the Serra Geral Plateau (Behling et al. 2004, Leonhardt 2007). These components are not observed today in the study area. We interpret that they were transported and subsequently incorporated within the sediments analyzed.

The beginning of the expansion of Atlantic rainforest reflects changes to climatic conditions with higher temperature and humidity. High frequencies in records of ferns

spores (*Blechnum*-type, Cyatheaceae, *Microgramma vacciniifolia*-type and *Polypodium*), Algae (*Zygnema* C. A. Agardh) and Fungi spores corroborate this humidity conditions (Figs. 2c-3). According to Martin et al. (1993), the constant rainfalls during the last 5000 yrs BP is probably due to *El Niño* events, which caused strong storms in the South of Brazil.

The increasing in temperature and humidity also coincides with the last maximum transgressive marine event marked in the lowlands (RSCP) at ca. 5000 yrs BP (Villwock et al. 1986, Villwock and Tomazelli 1995).

These paleoenvironmental interpretations are also compatible with the records of Human occupation linked to the Umbu Tradition (pre-ceramic period) observed by Dias (2003) and Dias and Jacobus (2003) in the archeologic site “RS-S-327” located about 2 km of this study area. In addition, Mammalian fossils of small size, related to grasslands vegetation (*Thylamys* Grey, *Clyomys* sp. nov. and *Dicolpomys fossor* Winge) and other typical of forest (*Gracilinanus microtarsus* Wagner and *Phyllomys* sp.), were found in the archaeological site above mentioned at stratigraphy levels corresponding to this phase. It confirms the grassland-forest mosaics hypothesis (Rodrigues 2008) to this region.

An important theme to be reanalyzed concerns the rates of concentration and accumulation of carbonized particles, which are the highest in this phase. It was expected that by the increasing of humidity conditions as reflex of the entrance of Atlantic rainforest elements, natural events of fire could be less expressive. Human origin to these highest rates of carbonized particles is discarded by the absence of archeological records. These carbonized particles are relatively well preserved, demonstrating site of deposition received most contribution from the nearest area, with a strong influence of organic matter. It is reinforced by the lithological data and by the highest sedimentation rate of the core (Fig. 3).

The Phase SAP-IV (4955-4402 cal yr BP) is very similar to the previous one, with grassland vegetation well represented in the studied region. However, pionner components of the Atlantic rainforest (Arecaceae, *Ilex*, Myrtaceae, *Myrsine* and *Celtis*) showed a slightly reduction in their frequencies, as also verified by other authors (Lorscheitter 2003, De Oliveira et al. 2005). This reduction is attributed to the marine transgression above mentioned (ca. 5000 yrs BP), that controlled the Atlantic rainforest

expansion, mainly at the Rio Grande do Sul Northern Coastal Plain with indirect reflexes in the studied area.

By the other hand, the first records of *Acacia*-type, *Daphnopsis racemosa* Griseb., *Erythrina* L.-type, and *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan-type are interpreted as seasonal semideciduous forest influence, which was originated from “Alto Uruguai” region, northwest (RS), according to Rambo (1961), Teixeira et al. (1986), Reitz et al. (1988), Leite and Klein (1990), Longhi (2008). However, our interpretations are based on pollen assemblages, most part concerning genera, including also few species.

In addition, *Ephedra tweediana* reinforced this migration from west to east. This species migrated from the Andes regions and subsequently penetrated in the South of RS, from Argentina (Rambo 1954). Current *E. tweediana* is restricted in the (RSCP), ca. 30° latitude.

The uppermost Phase SAP-V involves the last 4402 cal yr BP, showing a significant expansion of forest vegetation, constituting the grassland-forest mosaics similar to the modern ones. The increasing of biodiversity of the Atlantic rainforest and seasonal semideciduous forest in region was synchronous to the marine regression after 4000 yrs BP in (RSCP). After this event, processes of desalinization in soils allowed that certain elements replaced the (RSCP) region, according to De Oliveira et al. (*op. cit.*). High percentages of algae taxa (*Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher, *Zygnema*) and mosses spores (*Sphagnum* Dill. Hedw) suggest the permanence of these humidity conditions and intense rainfall in this phase. Ferns spores such as *Blechnum*-type, Cyatheaceae and *Selaginella* became well represented even as Aquatics elements (mainly *Ludwigia*). Spores of Fungi mycorrhizal increased in frequency and can be linked to the development of soils. The expansion of Atlantic rainforest and seasonal semideciduous forest may have minimized the fire frequency, which is also evidenced by reduction of rates of concentration and accumulation of carbonized particles. According to Pillar (2003) and Overbeck et al. (2005), fires caused in the grassland vegetation did not arrive inside the forest due lack of biomass to promote flammability. Finally, the uppermost subsamples (from the 0,35 m to top) of core showed the Human influence by marked presence of *Zea mays* L. and *Pinus* Engel.

CONCLUDING REMARKS

The palynological record obtained from a peat bog at Santo Antônio da Patrulha, RS, southmost Brazil, revealed five phases, named SAP-I to SAP-V. These phases reflect different ecological and environmental conditions, mainly related to the vegetational succession and the paleoclimate variations, as summarized below. The results reinforced the use of pollen and spores assemblages for Quaternary analysis.

(i) A total of 98 taxa of palynomorphs were identified from 35 subsamples retrieved of the Santo Antônio da Patrulha core, of whose basal radiocarbon dating (at 115 cm of depth) revealed an age of 4730 ± 50 yr BP (calibrated age 5461 yrs BP).

(ii) Among the five phases identified, only the SAP-II (two subsamples 110 to 105 cm core depth) did not reveal an amount of pollen and spores for paleoecological and paleoclimatic interpretations.

(iii) Taking into account the main tendencies of the vegetational record it is possible to observe a gradual increasing of humidity, mainly from the beginning of the SAP-III, when pioneers of Atlantic rainforest components, fern spores and fungi became significant. Furthermore, grassland presents more diversity of taxa.

(iv) Grassland components are dominant along the entire core. However from the SAP-V (ca. 4000 cal yrs BP) forest taxa, Atlantic rainforest and seasonal semideciduous forest, present a gradual and significant increasing.

(v) The records and frequency of grassland and forest taxa from the SAP-III show the beginning of the vegetation in a form of mosaic, as interpreted by other authors. Mammalian fossils and archaeological data support this idea, especially correlated to the SAP-III.

(vi) The progressive establishment of these forest elements in the region suggests warm conditions from ca. 4000 cal yrs BP to present, corroborating previous palynological data obtained in the RSCP, following the marine regression during the latest Holocene times.

(vii) The presence of certain pollen taxa, such as *Acacia*-type, *Daphnopsis racemosa*, *Erythrina*-type and *Parapiptadenia rigida*-type are interpreted herein as influence of the seasonal semideciduous forest. Other authors recorded these taxa from late Holocene cores in southmost Brazil, but they seem to be included as Atlantic rainforest components.

ACKNOWLEDGMENTS

Radiocarbonic datings were supported by CNPq (Adriana Schmidt Dias Project, nº 474630/2004-8, Rodrigo Rodrigues Cancelli Project, nº 140924/2008-6) and by the Brazilian Lutheran University. The authors thank to Valério De Patta Pillar by discussions and revision of the multivariate analysis. This paper is part of the Master's thesis of the first author, with grants from CAPES.

RESUMO

Um testemunho de sondagem coletado em Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil, foi submetido para análise polínica a fim de revelar a história vegetacional e mudanças paleoecológicas e paleoclimáticas. Um total de 98 táxons foi identificado a partir de 35 subamostras. Três datações radiocarbônicas foram obtidas ao longo de uma seção de 115 cm de profundidade, incluindo a idade basal de 4730 ± 50 anos AP. Diagramas polínicos e análises de agrupamentos foram realizadas com base nas frequências dos palinomorfos, demonstrando cinco fases distintas (SAP-I a SAP-V), as quais refletiram diferentes condições paleoecológicas. A predominância de plantas relacionadas à vegetação campestre na fase SAP-I sugere condições climáticas quentes e secas. Um gradual aumento nas condições de umidade foi observado principalmente no início da fase SAP-III, quando a vegetação conformou um mosaico de Campos e Floresta Atlântica. Além disso, a presença de certos táxons florestais, a partir da fase SAP-IV, é interpretada como influência da Floresta Estacional Semidecidual na região de estudo. A partir da fase SAP-V (ca. 4000 anos AP) a vegetação tornou-se similar à moderna, especialmente após 2000 anos AP (idade calibrada).

Palavras-chave: Palinologia, Paleoecologia, Paleoclimatologia, Holoceno tardio, Floresta Atlântica, Rio Grande do Sul.

REFERENCES

BAUERMANN SG. 2003. Análises palinológicas e evolução paleovegetacional e paleoambiental das turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 137 p.

- BEHLING H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeog Palaeoclim Palaeoecol* 177: 19-27.
- BEHLING H, PILLAR VD AND BAUERMANN SG. 2004. Late Quaternary *Araucaria forest*, grassland (Campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. *Palaeogeog Palaeoclim Palaeoecol* 203: 277-297.
- DE OLIVEIRA PE, BEHLING H, LEDRU MP, BARBERI M, BUSH M, SALGADO-LABOURIAU ML, GARCIA MJ, MEDEANIC S, BARTH OM, BARROS MA AND SCHELL-YBERT R. 2005. Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: SOUZA CRG ET AL. (Eds), Quaternário do Brasil, Ribeirão Preto: Holos, p. 52-74.
- DIAS AS. 2003. Sistemas de assentamento e estilo tecnológico: uma proposta interpretativa para o ocupação pré-colonial do alto vale do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Instituto interdepartamental em Arqueologia, Universidade Federal de São Paulo, SP, 399 p.
- DIAS AS AND JACOBUS A. 2003. Quão antigo é o povoamento do Sul do Brasil? *Cepa* 27: 39-67
- FAEGRI K AND IVERSEN J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. 4nd ed., J Wiley & Sons, New York, 328 p.
- FORTES AB. 1959. Geografia física do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Globo, 393 p.
- GRIMM EC. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Comput Geosci* 13: 13-35. Available in: (<http://demeter.museum.state.il.us/pub/grimm>)

- IPAGRO - INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. 1979. Observações meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da agricultura do Rio Grande do Sul, vol. 3, 271 p. (Boletim Técnico)
- KLEIN RM. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. Bol Paranaense Geociênc 33: 67-88.
- LEGENDRE L AND LEGENDRE P. 1998. Numerical Ecology. 2nd ed. New York: Elsevier, 853 p.
- LEITE PF AND KLEIN RM. 1990. Vegetação. In: Mesquita OV (Ed.), Geografia do Brasil - Região Sul, Rio de Janeiro: IBGE, vol. 2, p. 113-150.
- LEONHARDT A. 2007. Mudanças Vegetacionais e Climáticas no Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os últimos 25000 anos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 124 p.
- LINDMAN CAM. 1906. A vegetação no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Universal, 356 p.
- LONGHI SJ, BENA DA, SCIPIONI MC, GIACOMOLLI LZ, DELIBERALI G, LONGHI RV AND MASTELLA T. 2008. Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de floresta estacional semidecidual, em Montenegro, RS. Cienc. Rural 38(6): 1630-1638.
- LORSCHUITTER ML. 2003. Contribution to the Holocene history of Atlantic rainforest in the Rio Grande do Sul state, southern Brazil. Rev Mus Argent Cienc Nat 5(2): 261-271.

- MACEDO RB, CANCELLI RR, BAUERMAN SG, BORDIGNON SA de L AND NEVES PCP das. 2007. Palinologia de níveis do Holoceno da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (localidade de Passinhos), Brasil. *Gaea* 7: 68-74.
- MACEDO RB, SOUZA PA, BAUERMAN SG. 2009. Catálogo de pólenes, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Sér Bot* (submitted).
- MARQUIORI JNC. 2004. Fitogeografia do Rio Grande do Sul, Campos Sulinos. Porto Alegre: EST, 110 p.
- MARTIN L, FOURNIER M, MOURUIART P, SIEFEDDINE A AND TURQ B. 1993. Southern oscillation signal in South American palaeoclimatic data of the last 7000 years. *Quarter Res* 39: 338-346.
- MORENO JA. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 42 p.
- NIMER E. 1989. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 421 p.
- ORLÓCI L, PILLAR VD, ANAND M AND BEHLING H. 2002. Some interesting characteristics of the vegetation process. *Commun Ecol* 3: 125-146.
- OVERBECK GE, MÜLLER SC, PILLAR VD AND PFADENHAUER, J. 2005. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *J Veg Sci* 16: 655-664.
- PILLAR VD. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campo no Sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V. (Org.), *Ecosystemas Brasileiros: Manejo e Conservação*, Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, p. 209-216.
- PILLAR VD. 1999. The bootstrapped ordination reexamined. *J Veg Sci* 10: 895-902.

- PILLAR VD. 2008. MULTIV, software for multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling (for Macintosh and Windows OS). Porto Alegre. Available in: (<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>)
- PODANI J. 2000. Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data. Leiden, The Netherlands: Backuys Publishers, 407 p.
- RAMBO B. 1954. Análise histórica da flora de Porto Alegre. An Bot Herb Barb Rod 6: 9-111.
- RAMBO B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Selbach, 456 p.
- RAMBO B. 1961. Migration routes of the South Brazilian rain forest. Pesq Sér Bot 12: 1-54.
- REITZ R, KLEIN RM AND REIS A. 1988. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Corag, 525 p.
- RODRIGUES PH. 2008. Didelphimorphia, Chiroptera e Rodentia (Mammalia) do Holoceno do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Aspectos taxonômicos, paleoambientais e paleoclimáticos. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 203 p.
- SALGADO-LABOURIAU ML. 2007. Critérios e técnicas para o Quaternário. São Paulo: Ed. Blücher, 387 p.
- STOCKMARR J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen Spores 13: 615-621.
- TEIXEIRA MB, COURA NETO AB, PASTORE U AND RANGEL FILHO ALR. 1986. Vegetação. In: PROJETO RADAMBRASIL, Levantamento de recursos naturais, Rio de Janeiro: IBGE, v.33, p. 541-620.

VILLWOCK JA, TOMAZELLI LJ, LOSS EL, DEHNHARDT EA, HORN NO,
BACHI FA AND DEHNHARDT BA. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul
coastal plain. Quat S Am and Antarct Penins 4: 79-97.

VILLWOCK JA AND TOMAZELLI LJ. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do
Sul. Notas Técnicas 8: 1-45.

WENINGER B, JÖRIS O. AND DANZEGLOCKE U. 2004. CalPal - The Cologne
radiocarbon CALibration and PALaeoclimate research package. Available in:
(<http://www.calpal.de>.)

LEGEND

Figure 1. Location map showing general situation (a) and position of the Santo Antônio da Patrulha core (b).

Figure 2. Pollen diagram percentage of Trees and Shrubs (a), Herbs (b), Aquatics, Ferns, Mosses, Algae, Fungi and Animal remains (c).

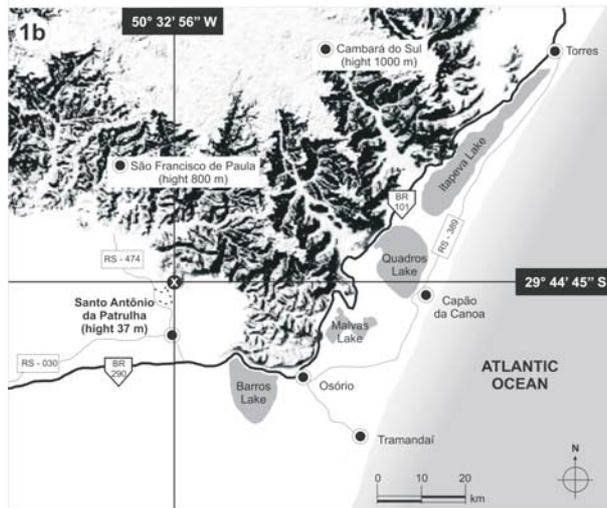
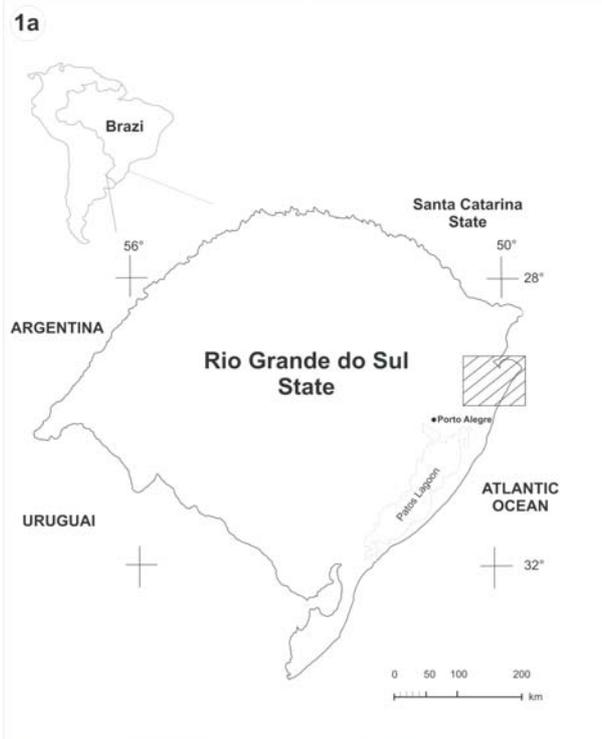
Figure 3. Pollen diagram summary, showing the AMS radiocarbon dates, calibrated ages, interpolated ages, lithology, ecological groups, sum of pollen, pollen and charcoal concentration and accumulation records, pollen phases and the cluster analysis (CONISS).

Figure 4. The diagrams map the vegetation trajectory for the last 5461 cal yr BP in (a) and (b). Calibrated years BP (i.e. before AD 1950) are indicated for some points. Taxa Arboreal (in bold) and herb are shown in positions proportional to their correlation level with the ordination axis (only taxa with the highest correlations are indicated); the corresponding diagrams overlapped would form biplots. The tick marks on the axes indicate the origin coordinates. Taxa abbreviations: Alch = *Alchornea*, Anac = Anacardiaceae, Arec = Arecaceae, Bacc = *Baccharis*-type, Celt = *Celtis*, Chry = *Chrysophyllum*, Cuph = *Cuphea*, Daph = *Daphnopsis racemosa*, Eryn = *Eryngium*, Eryt = *Erythrina*-type, Faba = Fabaceae, Gomp = *Gomphrena*, Holo = *Holocheilus*-type, Ilex = *Ilex*, Lami = Lamiaceae, Mela = Melastomataceae, Meli = Meliaceae, Mimo = *Mimosa* serie *Lepidotae*, Myrs = *Myrsine*, Myrt = Myrtaceae, Poac = Poaceae, Podo =

Podocarpus, Poly = *Polygala*, Seba = *Sebastiania*, Sene = *Senecio*-type, Sper = *Spermacoce*, Trem = *Trema micrantha*, Trix = *Trixis*-type, Vern = *Vernonia*-type.

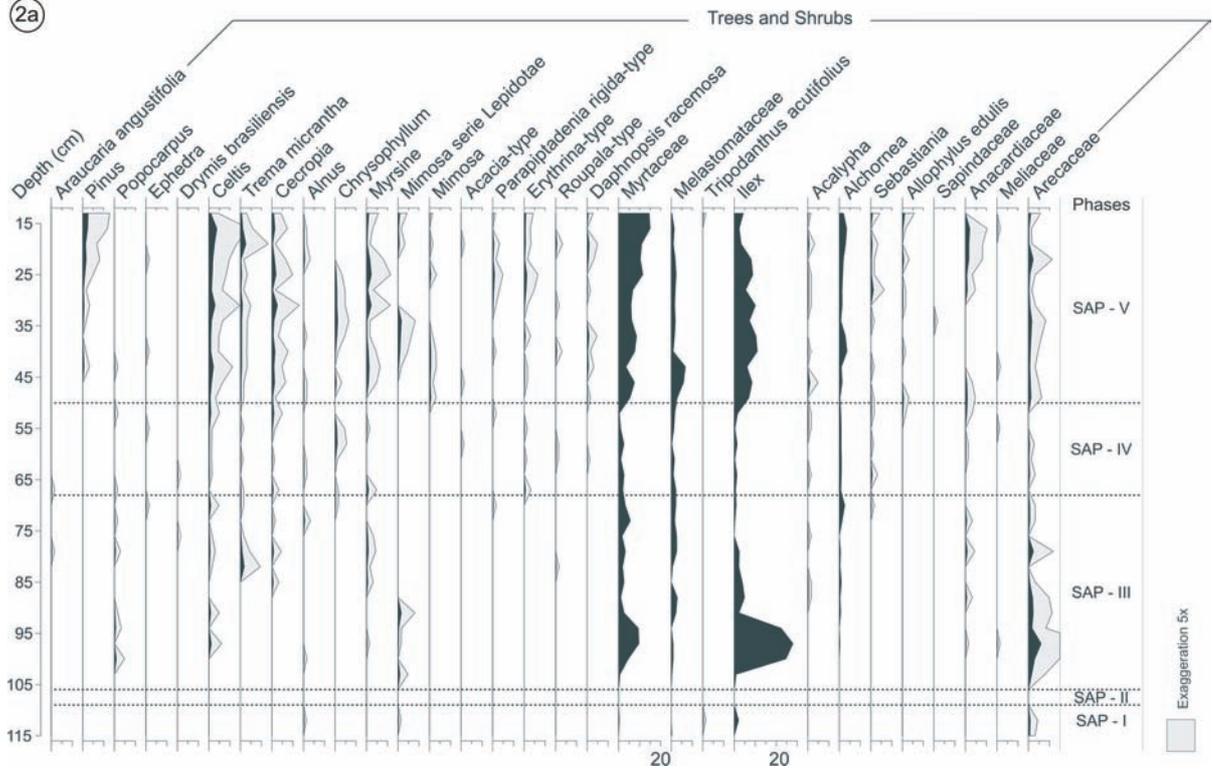
Figure 5. Extant species of the forest and grassland in Santo Antônio da Patrulha, RS, Brazil.

Table 1. Radiocarbonic and calibrated ages.

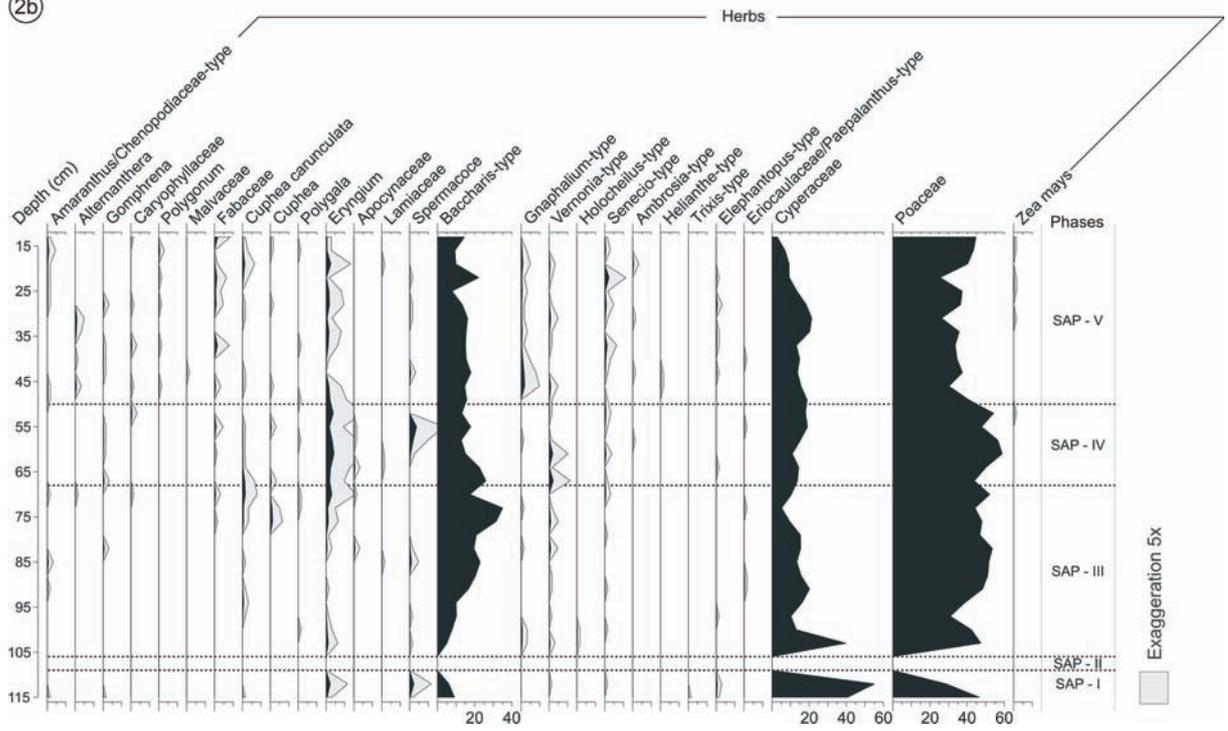


- Legend:**
- State Highway
 - Federal Highway
 - Secondary road
 - Location core
 - Main cities
 - Main lake
 - Atlantic Ocean

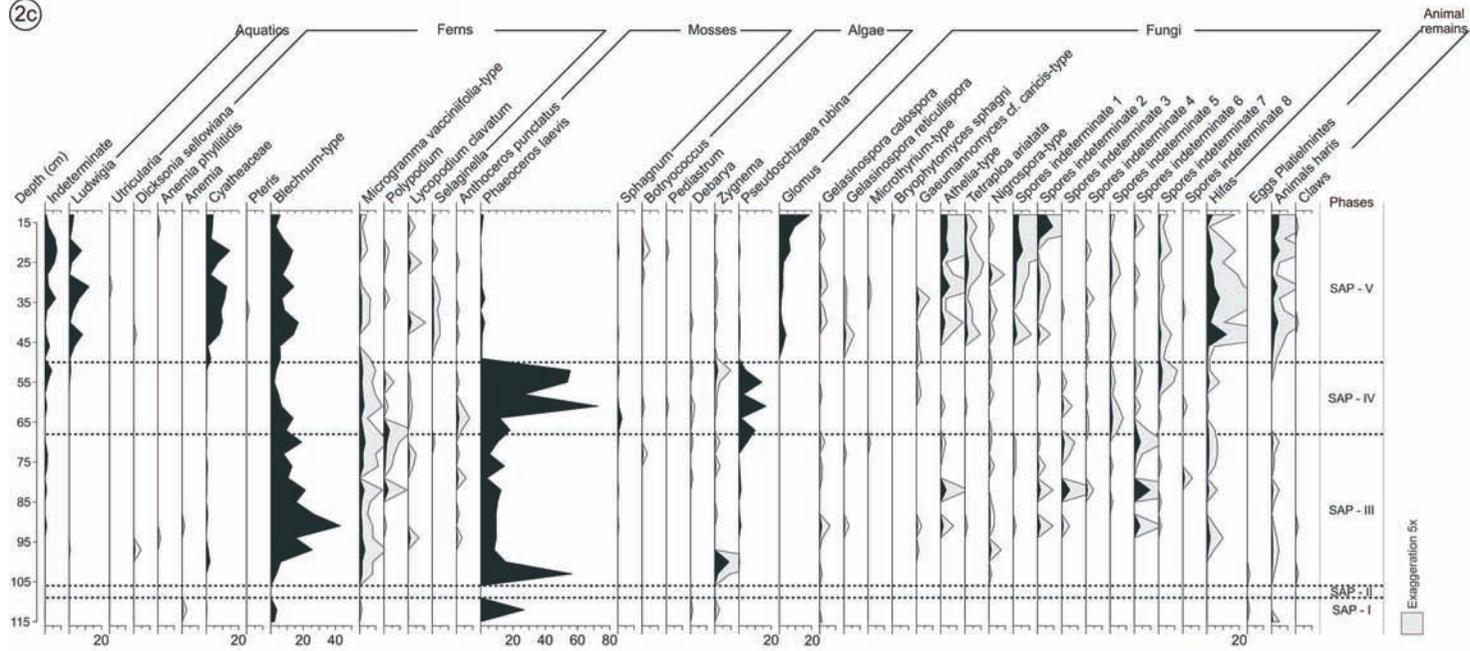
2a



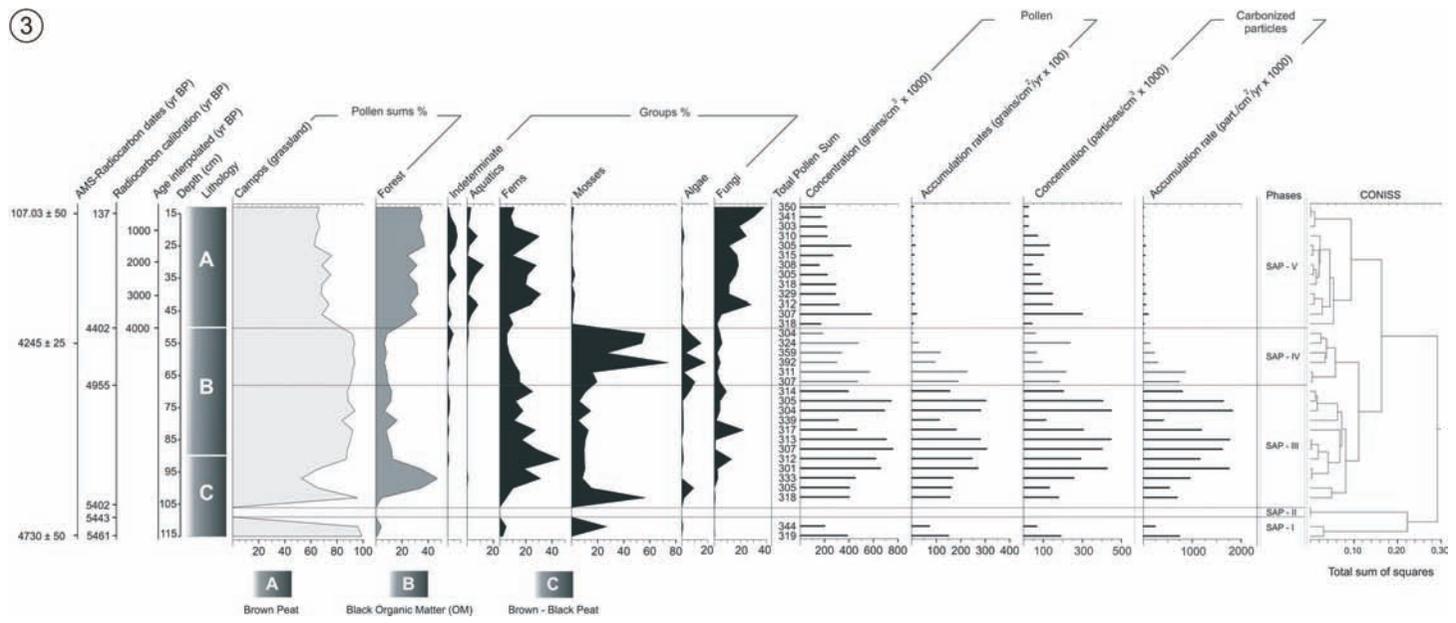
2b

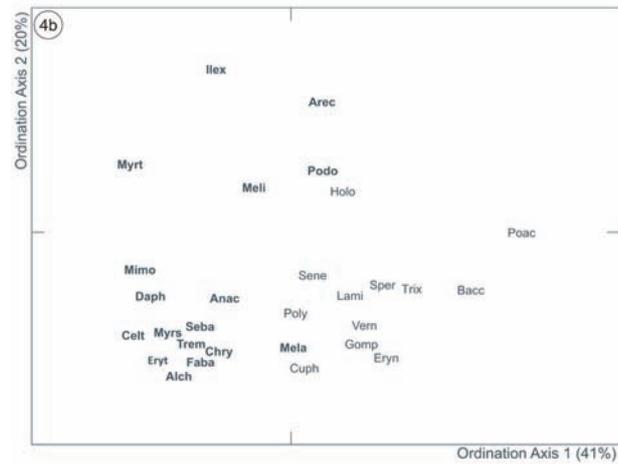
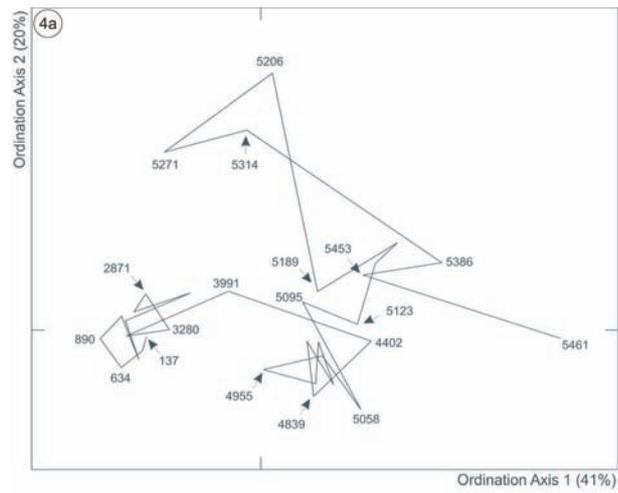


2c



3





Vegetation type/ physiognomy	Important species
Forest	<p>Trees: <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae), <i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex Warm. (Sapindaceae), <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg. (Myrtaceae), <i>Casearia sylvestris</i> Sw. (Flacourtiaceae), <i>Celtis</i> L. (Ulmaceae), <i>Cupania vernalis</i> Cambess. (Sapindaceae), <i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb. (Thymelaeaceae), <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (Sapindaceae), <i>Erythrina crista-galli</i> L. (Fabaceae), <i>Erythroxylum argentinum</i> O. E. Schulz. (Erythroxylaceae), <i>Eugenia uniflora</i> L. (Myrtaceae), <i>Ilex dumosa</i> Reiss., <i>I. pseudobuxus</i> Reiss. (Aquifoliaceae), <i>Lithraea brasiliensis</i> March. (Anacardiaceae), <i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav., <i>M. ferruginea</i> (R. & P.) Mez. (Myrsinaceae), <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan. (Mimosaceae), <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Smith & R. J. Downs., <i>S. serrata</i> (Müll. Arg.), <i>S. brasiliensis</i> Spreng. (Euphorbiaceae), <i>Syagrus romanzoffiana</i> Cham. (Arecaceae), <i>Symplocos</i> Jacq. (Symplocaceae), <i>Tabebuia</i> Gomes ex DC. (Bignoniaceae), <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume (Ulmaceae), <i>Verbenoxylum reitzii</i> (Mold.) Tronc. (Verbenaceae).</p> <p>Epiphytes: <i>Antiacantha</i> Bertol., <i>Tillandsia</i> L. (Bromeliaceae).</p> <p>Herbs and Shrubs: <i>Chiococca alba</i> Hitchc. (Rubiaceae), <i>Peperomia</i> Ruiz & Pav. (Piperaceae), <i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq. (Rubiaceae).</p> <p>Ferns: <i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw (Schizaeaceae), <i>Microgramma</i> C. Presl. (Polypodiaceae), <i>Selaginella</i> P. Beauv (Selaginellaceae).</p>
Border forest	<p>Herbs and Shrubs: <i>Baccharis</i> L. (Asteraceae), <i>Calea serrata</i> Less. (Asteraceae), <i>Cuphea</i> P. Browne (Lythraceae), <i>Diodia alata</i> Ness & Mart. (Rubiaceae), <i>Elephantopus mollis</i> H. B. & K., <i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Rafin., <i>Eupatorium inulaefolium</i> H. B. & K., <i>E. tweedianum</i> Hook & Arn. (Asteraceae), <i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schultdl. (Apiaceae), <i>Hypericum</i> L. (Clusiaceae), <i>Hyptis mutabilis</i> Briq. (Lamiaceae), <i>Lantana camara</i> L. (Verbenaceae), <i>Leandra australis</i> Cong. (Melastomataceae), <i>Miconia cinerascens</i> Miq., <i>M. hyemalis</i> A. St. Hill & Naud., <i>M. sellowiana</i> Naud. (Melastomataceae), <i>Mikania</i> sp. Willd., <i>M. micrantha</i> H. B. & K. (Asteraceae), <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze., <i>M. pilulifera</i> Benth. (Mimosaceae), <i>Passiflora suberosa</i> L. (Passifloraceae), <i>Paullinia trigonia</i> Vell. (Sapindaceae), <i>Randia armata</i> (Sw.) DC. (Rubiaceae), <i>Phyllanthus</i> L. (Phyllanthaceae), <i>Smilax</i> L. (Smilacaceae), <i>Tibouchina</i> Aubl (Melastomataceae), <i>Triunffeta semitriloba</i> Jacq. (Malvaceae), <i>Vernonia tweedieana</i> Baker. (Asteraceae) and <i>Xyris</i> L. (Xyridaceae).</p> <p>Ferns: <i>Blechnum</i> L. (Blechnaceae), <i>Doryopteris</i> J. Sm. (Adiantaceae).</p>
Grasslands	<p>Herbs: <i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze, <i>Baccharis</i> L. (Asteraceae), Cyperaceae, <i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schldl. (Apiaceae), <i>Glechon</i> Spreng. (Lamiaceae), <i>Ludwigia</i> L. (Onagraceae), <i>Oxalis</i> L. (Oxalidaceae), <i>Panicum prionitis</i> Nees (Poaceae), <i>Pterocaulon</i> Elliotti, <i>Senecio bonariensis</i> Hook. & Arn., <i>Vernonia flexuosa</i> Sims (Asteraceae).</p>

Lab. number	Depth (cm)	14C yr BP	13C Ratio	Calendar age (cal yr BP)
SAP-03252	13	107.03 ± 50	-24.2	137 ± 102 (AD 1850)
SAP-03492	55	4245 ± 25	-19.3	4839 ± 10
SAP-01964	115	4730 ± 50	-19.2	5461 ± 98

Anexo E

Amostras / Profundidade	<i>Lycopodium clavatum</i> (Introduzido)	<i>Araucaria angustifolia</i>	<i>Pinus</i>	<i>Podocarpus</i>	<i>Ephedra</i>	<i>Drymis brasiliensis</i>	<i>Celtis</i>
01 (13 cm)	78		9				3
02 (16 cm)	86		8				13
03 (19 cm)	55		4				8
04 (22 cm)	93		5		1		6
05 (25 cm)	38		3				5
06 (28 cm)	63		1				4
07 (31 cm)	117		2				9
08 (34 cm)	87		1				4
09 (37 cm)	55						3
10 (40 cm)	88		1		1		3
11 (43 cm)	74		2	1			7
12 (46 cm)	33						4
13 (49 cm)	73						2
14 (52 cm)	110			1			3
15 (55 cm)	62				1		1
16 (58 cm)	46						1
17 (61 cm)	100						1
18 (64 cm)	30					1	1
19 (67 cm)	40	1		1			
20 (70 cm)	63				1		3
21 (73 cm)	28			1			
22 (76 cm)	44					1	1
23 (79 cm)	51	1		2			2
24 (82 cm)	83						1
25 (85 cm)	39						
26 (88 cm)	30						
27 (91 cm)	41			1			3
28 (94 cm)	43			2			
29 (97 cm)	62						4
30 (100 cm)	38			3			
31 (103 cm)	59						
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)	86						
35 (115 cm)	42						

Amostras / Profundidade	<i>Trema micrantha</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Alnus</i>	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Myrsine</i>	<i>Mimosa</i> série <i>Lepidota</i>	<i>Mimosa</i>
01 (13 cm)	2	3			4	3	1
02 (16 cm)	4	5	1		2	1	
03 (19 cm)	8	1	1		1	2	1
04 (22 cm)	1	4	2		5		
05 (25 cm)	2	6		2	7		2
06 (28 cm)	1	1		3	2		
07 (31 cm)	3	8		3	7		
08 (34 cm)	2	3		4	1	5	
09 (37 cm)	2	2	1	3	1	4	1
10 (40 cm)	2	5		1	3	3	2
11 (43 cm)	2	3			4	1	2
12 (46 cm)	1	4	1	2	3		1
13 (49 cm)	1	1	1				2
14 (52 cm)		3					
15 (55 cm)	1	3		3	1		
16 (58 cm)		1		4			
17 (61 cm)	1	1	1	1			
18 (64 cm)		2	1				
19 (67 cm)	1	1		1	3		
20 (70 cm)	1	3		1			
21 (73 cm)		2	2				
22 (76 cm)	1				2		
23 (79 cm)	3				3		
24 (82 cm)	6				1		
25 (85 cm)					2		
26 (88 cm)							
27 (91 cm)						5	
28 (94 cm)						1	
29 (97 cm)					1	1	
30 (100 cm)			1				
31 (103 cm)						3	
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)			1			1	
35 (115 cm)							

Amostras / Profundidade	tipo <i>Acacia</i>	tipo <i>Parapiptadenia rigida</i>	tipo <i>Erythrina</i>	tipo <i>Roupala</i>	<i>Daphnopsis racemosa</i>	Myrtaceae	Melastomataceae
01 (13 cm)		1	1		2	53	1
02 (16 cm)			2			51	5
03 (19 cm)	1	2	2	2	3	33	3
04 (22 cm)		1	1		2	32	6
05 (25 cm)		3	4			35	7
06 (28 cm)		2	3		1	21	6
07 (31 cm)		1	1	1		18	5
08 (34 cm)						19	6
09 (37 cm)			2		3	27	5
10 (40 cm)		1		2	1	25	3
11 (43 cm)			1		2	11	21
12 (46 cm)	1		1			23	18
13 (49 cm)					1	17	9
14 (52 cm)		1				1	5
15 (55 cm)			1			3	4
16 (58 cm)	1			1		9	1
17 (61 cm)			1	1	1	4	6
18 (64 cm)						8	3
19 (67 cm)			2			6	7
20 (70 cm)		1				10	7
21 (73 cm)						17	5
22 (76 cm)						5	8
23 (79 cm)						11	9
24 (82 cm)				1		6	2
25 (85 cm)						8	
26 (88 cm)						3	9
27 (91 cm)						8	7
28 (94 cm)						28	
29 (97 cm)						32	3
30 (100 cm)						14	3
31 (103 cm)						2	1
32 (106 cm)					ESTÉRIL		
33 (109 cm)					ESTÉRIL		
34 (112 cm)						1	
35 (115 cm)							1

Amostras / Profundidade	<i>Tripodanthus acutifolius</i>	<i>Ilex</i>	<i>Acalypha</i>	<i>Alchornea</i>	<i>Sebastiania</i>	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae
01 (13 cm)	1	15	1	7	3	4	
02 (16 cm)		8		12		1	
03 (19 cm)		10	2	9	2		
04 (22 cm)		25		6	1	2	
05 (25 cm)		27	1	5	1		
06 (28 cm)		17	1	4	4	1	
07 (31 cm)		31	1	4		1	1
08 (34 cm)		22		2	1		1
09 (37 cm)		33		9			
10 (40 cm)		36	1	12		1	
11 (43 cm)		19		3	1		
12 (46 cm)		26	3	4			
13 (49 cm)		22		1	1	2	
14 (52 cm)		5	1	2	1	1	
15 (55 cm)		1	1	3			
16 (58 cm)		5		3	1		
17 (61 cm)		1		4			
18 (64 cm)		4	1	3	2	1	
19 (67 cm)		2		2			
20 (70 cm)		3		8	1		
21 (73 cm)		1		4			
22 (76 cm)			1				
23 (79 cm)		8		2			
24 (82 cm)		7		1			
25 (85 cm)		12	1	3			
26 (88 cm)		15	1	1			
27 (91 cm)		7		2			
28 (94 cm)		67					
29 (97 cm)		93		1			
30 (100 cm)		75					
31 (103 cm)		3					
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)	1	7					
35 (115 cm)							

Amostras / Profundidade	Anacardiaceae	Meliaceae	Areaceae	tipo <i>Amaranthus</i> - Chenopodiaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Gomphrena</i>	Caryophyllaceae
01 (13 cm)		2	4	1			1
02 (16 cm)	7	1	1	3			
03 (19 cm)	5		1	1			
04 (22 cm)	5	3	7	1			
05 (25 cm)	2		2	1			
06 (28 cm)	3		1	1		2	1
07 (31 cm)			1		3		
08 (34 cm)			5		2		
09 (37 cm)			4			1	2
10 (40 cm)			3		1	1	
11 (43 cm)			2			1	
12 (46 cm)	2		3	1	2		1
13 (49 cm)	3		4	1			
14 (52 cm)	2						
15 (55 cm)						1	
16 (58 cm)	1		2			1	
17 (61 cm)	1		1			1	
18 (64 cm)			2				
19 (67 cm)						2	
20 (70 cm)			2	1	1		1
21 (73 cm)	2		2				
22 (76 cm)							2
23 (79 cm)	3		8				
24 (82 cm)						2	
25 (85 cm)			2	2			
26 (88 cm)	2		6				
27 (91 cm)			7	1			
28 (94 cm)			5				
29 (97 cm)	1	1	20				
30 (100 cm)			9				
31 (103 cm)			5				
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)			3				
35 (115 cm)			2	1		1	

Amostras / Profundidade	<i>Polygonum</i>	Malvaceae	Fabaceae	<i>Cuphea carunculata</i>	<i>Cuphea</i>	<i>Polygala</i>	<i>Eryngium</i>
01 (13 cm)			6	1	1		2
02 (16 cm)	2			2	1	1	2
03 (19 cm)			1	4			8
04 (22 cm)	1		4	2			1
05 (25 cm)			2				5
06 (28 cm)	1		3	1	1		6
07 (31 cm)				1			2
08 (34 cm)							5
09 (37 cm)	1		5			1	4
10 (40 cm)		1					1
11 (43 cm)		1		1			
12 (46 cm)	1		2	1	1		5
13 (49 cm)						1	7
14 (52 cm)							12
15 (55 cm)			3	1	2		6
16 (58 cm)				1		1	12
17 (61 cm)			1	1			17
18 (64 cm)				1			8
19 (67 cm)				4	2		6
20 (70 cm)			2	5		1	10
21 (73 cm)				2	3	1	3
22 (76 cm)			1	2	4		4
23 (79 cm)							1
24 (82 cm)							2
25 (85 cm)				1			
26 (88 cm)							
27 (91 cm)				1			1
28 (94 cm)				2			
29 (97 cm)				1			1
30 (100 cm)							2
31 (103 cm)							4
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)							8
35 (115 cm)				1			2

Amostras / Profundidade	Apocynaceae	Lamiaceae	Spermacoce	tipo Baccharis	tipo Gnaphalium	tipo Vernonia	tipo Holocheilus
01 (13 cm)				51			
02 (16 cm)				32	2		
03 (19 cm)		1		30	3	2	
04 (22 cm)			1	69	1	1	
05 (25 cm)				24	2		
06 (28 cm)			1	42	1	1	
07 (31 cm)			1	50	1	3	
08 (34 cm)				47	2	1	
09 (37 cm)				48	1	1	
10 (40 cm)				51	3		
11 (43 cm)			2	56	5		
12 (46 cm)				45	6	3	
13 (49 cm)				50		1	
14 (52 cm)				40		1	
15 (55 cm)	1		12	58			
16 (58 cm)	1		7	46	1	1	
17 (61 cm)		1	2	59		8	
18 (64 cm)	2	1		70		1	
19 (67 cm)				80		7	
20 (70 cm)	1			55			
21 (73 cm)				107	1	1	
22 (76 cm)				96		3	
23 (79 cm)				71			
24 (82 cm)	2		1	62	1	3	
25 (85 cm)		1	3	72			
26 (88 cm)				63		1	
27 (91 cm)				52		1	
28 (94 cm)				30			
29 (97 cm)			1	34		1	
30 (100 cm)	1			24	2		1
31 (103 cm)			1	16	2	2	1
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)			8	21		1	
35 (115 cm)			1	29			

Amostras / Profundidade	tipo Senecio	tipo Ambrosia	tipo Heliantheae	tipo Trixis	tipo Elephantopus	tipo Eriocaulaceae- Paepalanthus	Cyperaceae
01 (13 cm)	1						10
02 (16 cm)	2						24
03 (19 cm)		2					28
04 (22 cm)	7				1		29
05 (25 cm)	1						41
06 (28 cm)	3				2		58
07 (31 cm)	1	1					63
08 (34 cm)					1		62
09 (37 cm)	4				1		42
10 (40 cm)	2					1	49
11 (43 cm)	1	1	1		1		43
12 (46 cm)			1				48
13 (49 cm)	1						60
14 (52 cm)							55
15 (55 cm)						1	62
16 (58 cm)	1	1					55
17 (61 cm)	2						46
18 (64 cm)	1				1		45
19 (67 cm)							44
20 (70 cm)	3						32
21 (73 cm)						1	16
22 (76 cm)	1						32
23 (79 cm)	2						57
24 (82 cm)							49
25 (85 cm)	1						45
26 (88 cm)						1	48
27 (91 cm)	2					1	63
28 (94 cm)							49
29 (97 cm)					1		34
30 (100 cm)	1						40
31 (103 cm)							127
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)	1				2		191
35 (115 cm)				1	1		130

Amostras / Profundidade	Poaceae	Zea mays	Soma polínica total	Indeterminados	Ludwigia	Utricularia	Dicksonia sellowiana
01 (13 cm)	155	1	350	3	10		
02 (16 cm)	150	1	341	8	7		
03 (19 cm)	122		303	19	2		
04 (22 cm)	76	1	310	23	24		
05 (25 cm)	114	1	305	18	5		
06 (28 cm)	115		315	5	1		
07 (31 cm)	81	1	308	7	38	1	
08 (34 cm)	102		305	20	19		
09 (37 cm)	110		318	4	8		1
10 (40 cm)	113		329	1	2		
11 (43 cm)	117		312	2	26		1
12 (46 cm)	86		307	9	10		
13 (49 cm)	120		318		2		
14 (52 cm)	169	1	304	13	3		
15 (55 cm)	153		324	6	1		
16 (58 cm)	201		359				
17 (61 cm)	229		392	5			
18 (64 cm)	152		311				
19 (67 cm)	135		307				
20 (70 cm)	161		314	1			
21 (73 cm)	134		305	5			
22 (76 cm)	140		304	4			
23 (79 cm)	156		339				
24 (82 cm)	170		317	3			
25 (85 cm)	161		313				
26 (88 cm)	157		307				
27 (91 cm)	150		312	3			
28 (94 cm)	117		301				
29 (97 cm)	103		333		2		3
30 (100 cm)	129		305				
31 (103 cm)	151		318				
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)	99		344				
35 (115 cm)	149		319				

Amostras / Profundidade	<i>Anemia phyllitidis</i>	<i>Anemia</i>	Cyatheaceae	<i>Pteris</i>	tipo <i>Blechnum</i>	tipo <i>Microgramma</i>	<i>Polypodium</i>
01 (13 cm)			15		20	3	
02 (16 cm)			13		11	1	
03 (19 cm)			9		23	2	
04 (22 cm)			45		42	3	2
05 (25 cm)			22		34		1
06 (28 cm)			8		23		
07 (31 cm)	1		39		44	1	
08 (34 cm)			35		21	4	2
09 (37 cm)			29	1	27	4	
10 (40 cm)			33		56	4	
11 (43 cm)			25		44		
12 (46 cm)			3		17		
13 (49 cm)			9		19	4	
14 (52 cm)			1		10	6	
15 (55 cm)			1		7	5	4
16 (58 cm)			1		17	7	
17 (61 cm)			1		26	11	2
18 (64 cm)					43	3	
19 (67 cm)					29	7	11
20 (70 cm)			1		60	11	6
21 (73 cm)					24	6	4
22 (76 cm)			2		40	7	3
23 (79 cm)			1		36		
24 (82 cm)			1		68	9	9
25 (85 cm)					49	4	
26 (88 cm)			3		81	3	
27 (91 cm)		1	1		135	5	1
28 (94 cm)					46	5	
29 (97 cm)			4		86	11	
30 (100 cm)			7		19	5	
31 (103 cm)		1			11	5	
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)		2	1		13	1	
35 (115 cm)					7		

Amostras / Profundidade	<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>Selaginella</i>	<i>Anthoceros punctatus</i>	<i>Phaeoceros laevis</i>	<i>Sphagnum</i>	<i>Botryococcus</i>	<i>Pediastrum</i>
01 (13 cm)		1		6			
02 (16 cm)	3			3			
03 (19 cm)						1	
04 (22 cm)		2		1	2	3	1
05 (25 cm)	5		1				
06 (28 cm)				2		1	
07 (31 cm)		2		2			
08 (34 cm)		3		8			
09 (37 cm)		2	1				
10 (40 cm)	7	3		8			
11 (43 cm)		3	1	3	1		
12 (46 cm)		1		2			
13 (49 cm)				2			
14 (52 cm)				169	2		
15 (55 cm)	1		1	174			
16 (58 cm)				97			
17 (61 cm)	1		3	286	2	1	1
18 (64 cm)			5	37	8		
19 (67 cm)			2	56	2		
20 (70 cm)	3	1		33	1		
21 (73 cm)	2			17		2	
22 (76 cm)			1	45			
23 (79 cm)				13			
24 (82 cm)			4	40	1		
25 (85 cm)				33			
26 (88 cm)				29			
27 (91 cm)	4		1	30	1		
28 (94 cm)				29			
29 (97 cm)			2	28			
30 (100 cm)				47			
31 (103 cm)				180			
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)				93			
35 (115 cm)							

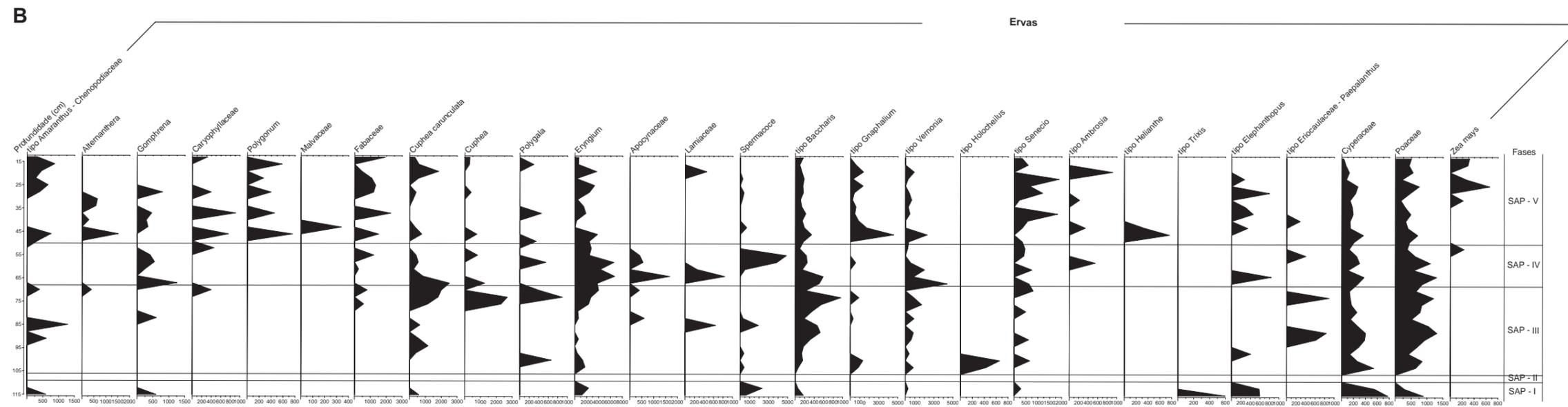
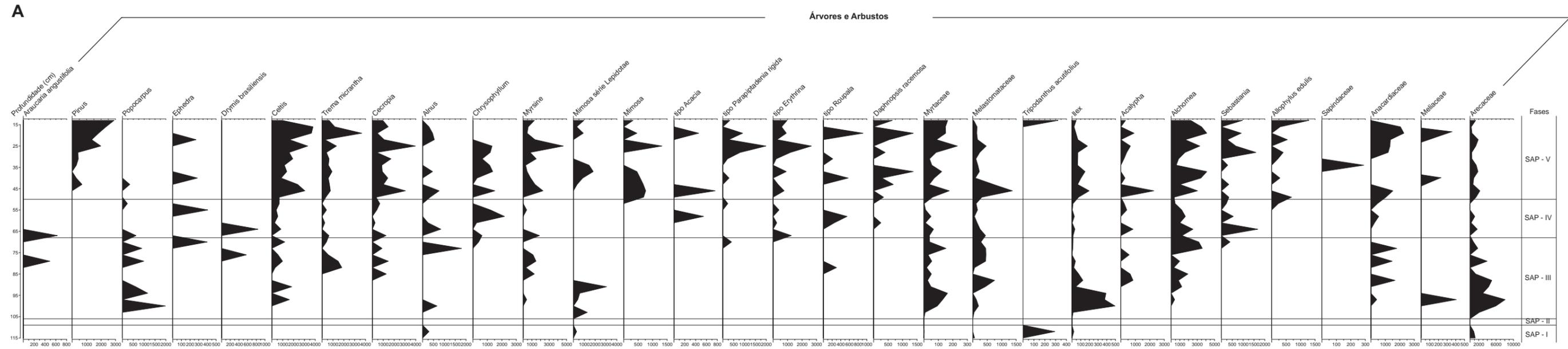
Amostras / Profundidade	<i>Debarya</i>	<i>Zygnema</i>	<i>Pseudoschizae rubina</i>	<i>Glomus</i>	<i>Gelasinopora calospora</i>	<i>Gelasinopora reticulispora</i>	tipo <i>Microthyrium</i>
01 (13 cm)		1	1	66	1		
02 (16 cm)				32			
03 (19 cm)				18	2		
04 (22 cm)			2	21			
05 (25 cm)		1		8			
06 (28 cm)				7	2		
07 (31 cm)		1		7	3	1	1
08 (34 cm)		1	1	4		1	1
09 (37 cm)				3	2	1	
10 (40 cm)	1	1	2	6	3	1	
11 (43 cm)			2	13		4	
12 (46 cm)			1	7		2	
13 (49 cm)		1					
14 (52 cm)	1	6	13				
15 (55 cm)		2	46				
16 (58 cm)		1	10		1		
17 (61 cm)	2	1	66				
18 (64 cm)	1		4				
19 (67 cm)			31				
20 (70 cm)	1	2	16		2	1	1
21 (73 cm)						1	
22 (76 cm)		2	1		1		
23 (79 cm)	1		3		1		
24 (82 cm)			4				
25 (85 cm)							
26 (88 cm)		1	1				
27 (91 cm)			4		4	2	
28 (94 cm)					1		
29 (97 cm)							
30 (100 cm)		27	1				
31 (103 cm)		6			1		
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)	1	2					
35 (115 cm)					1		

Amostras / Profundidade	<i>Bryophytomyces sphagni</i>	tipo <i>Gauermannomyces cf. caricis</i>	tipo <i>Athelia</i>	<i>Tetrapoa aristata</i>	tipo <i>Nigrospora</i>	Esporos indeterminados 1	Esporos indeterminados 2
01 (13 cm)	1		14	2		12	18
02 (16 cm)	2	5	14	5	2	10	32
03 (19 cm)	1	5	10	2		12	4
04 (22 cm)	3	2	14	4		18	
05 (25 cm)	4		2	7		6	1
06 (28 cm)	1	1	5	6	6	6	4
07 (31 cm)		1	17	2		4	5
08 (34 cm)		2	2	1	1	3	3
09 (37 cm)			2	3	3		2
10 (40 cm)		1	9	3	1	3	
11 (43 cm)		2	4	6	2	7	5
12 (46 cm)							
13 (49 cm)							
14 (52 cm)					1		
15 (55 cm)					1		1
16 (58 cm)							
17 (61 cm)			2	1	2		
18 (64 cm)							
19 (67 cm)							
20 (70 cm)			2		1	1	1
21 (73 cm)			1		2	1	
22 (76 cm)		2			2	1	3
23 (79 cm)							
24 (82 cm)		1	11		5		6
25 (85 cm)							
26 (88 cm)							
27 (91 cm)			5	1	1	3	6
28 (94 cm)							
29 (97 cm)							
30 (100 cm)							
31 (103 cm)							
32 (106 cm)							ESTÉRIL
33 (109 cm)							ESTÉRIL
34 (112 cm)							
35 (115 cm)							

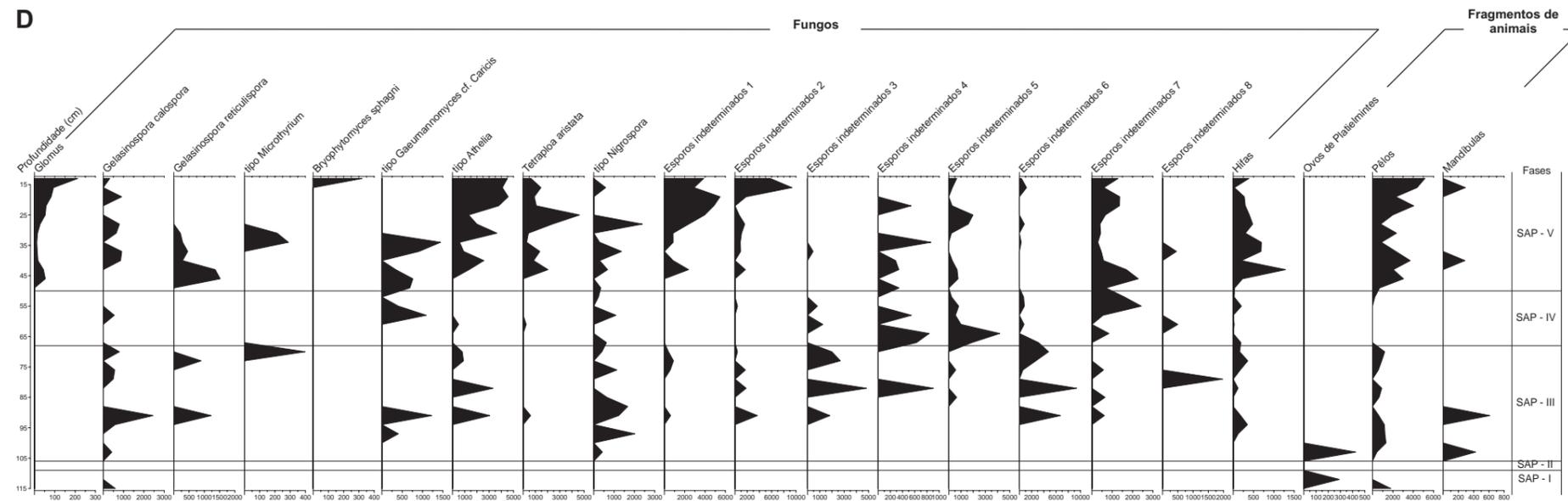
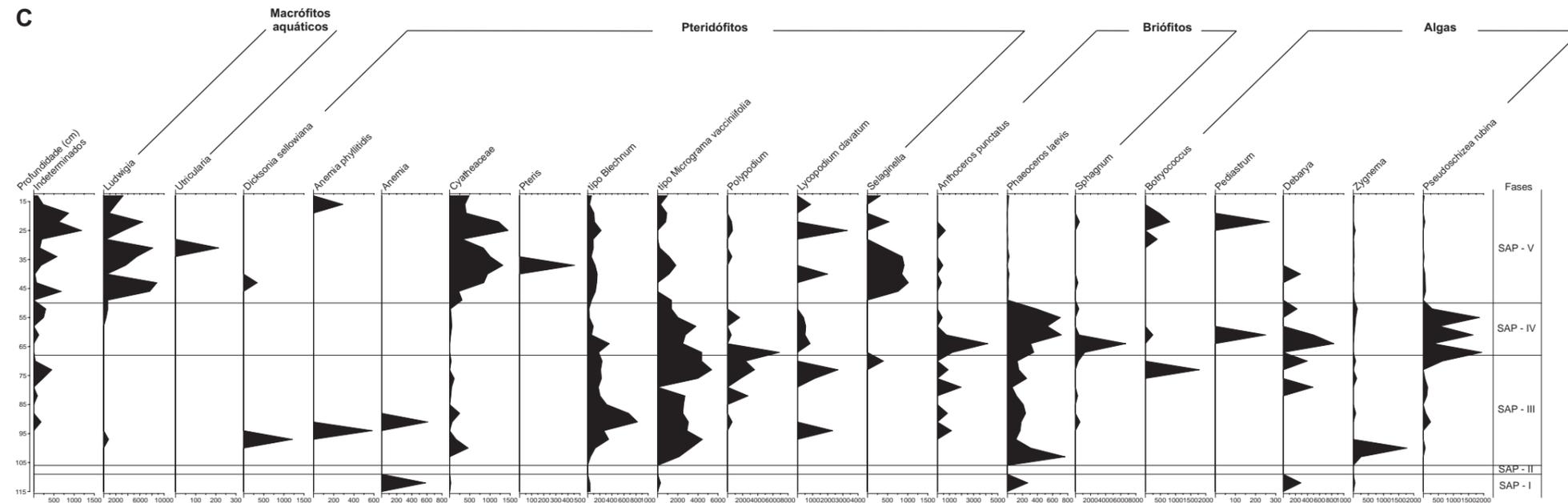
Amostras / Profundidade	Esporos indeterminados 3	Esporos indeterminados 4	Esporos indeterminados 5	Esporos indeterminados 6	Esporos indeterminados 7	Esporos indeterminados 8	Hifas
01 (13 cm)			2	1	4		12
02 (16 cm)			1	4	2		1
03 (19 cm)					3		6
04 (22 cm)		2	1		5		11
05 (25 cm)			3		1		6
06 (28 cm)			4	2	1		12
07 (31 cm)			1		2		14
08 (34 cm)		3		1	1		24
09 (37 cm)	1				1	1	15
10 (40 cm)		1	1		2		7
11 (43 cm)		1	2		5		38
12 (46 cm)			1		3		3
13 (49 cm)		1			2		1
14 (52 cm)			1	3	7		1
15 (55 cm)	2		2	2	6		5
16 (58 cm)		1	1		1		
17 (61 cm)	5		4	3		2	1
18 (64 cm)		1	5		1		
19 (67 cm)		1	3	5			3
20 (70 cm)	5			12			4
21 (73 cm)	3			3			4
22 (76 cm)			1	1	1	4	3
23 (79 cm)							
24 (82 cm)	16	3		31			4
25 (85 cm)			1		1		
26 (88 cm)							
27 (91 cm)	3			11	1		3
28 (94 cm)							6
29 (97 cm)							3
30 (100 cm)							
31 (103 cm)							
32 (106 cm)				ESTÉRIL			
33 (109 cm)				ESTÉRIL			
34 (112 cm)							
35 (115 cm)							

Amostras / Profundidade	Ovos de Platielminthes	Pêlos	Mandíbulas	Fitoclastos
01 (13 cm)		16		77
02 (16 cm)		15	1	82
03 (19 cm)		5		54
04 (22 cm)		15		265
05 (25 cm)		3		199
06 (28 cm)		2		257
07 (31 cm)		11		214
08 (34 cm)		3		296
09 (37 cm)		5		206
10 (40 cm)		13	1	515
11 (43 cm)		6		429
12 (46 cm)		4		394
13 (49 cm)		2		126
14 (52 cm)		1		268
15 (55 cm)				587
16 (58 cm)				120
17 (61 cm)				378
18 (64 cm)				259
19 (67 cm)				291
20 (70 cm)		3		510
21 (73 cm)		1		452
22 (76 cm)		1		787
23 (79 cm)				230
24 (82 cm)		3		1009
25 (85 cm)		1		695
26 (88 cm)				480
27 (91 cm)		1	1	478
28 (94 cm)		2		731
29 (97 cm)		3		635
30 (100 cm)		2		199
31 (103 cm)	1	1	1	419
32 (106 cm)		ESTÉRIL		
33 (109 cm)		ESTÉRIL		
34 (112 cm)	1			231
35 (115 cm)		3		319

Anexo F



Anexo D. Diagramas polínicos de concentração. A. Árvores e Arbustos. B. Ervas.



Anexo D. Diagramas polínicos de concentração. **C.** Macrófitos aquáticos, Pteridófitos, Briófitos e Algas. **D.** Fungos e Fragmentos de animais