

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

**Paleoambientes dos últimos 34000 anos no  
Planalto oriental do Rio Grande do Sul, Brasil**

Bianca Batista da Costa Spalding

Porto Alegre

2011

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

**Paleoambientes dos últimos 34000 anos no  
Planalto oriental do Rio Grande do Sul, Brasil**

Bianca Batista da Costa Spalding

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luisa Lorscheitter

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

Porto Alegre

2011

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que, de alguma maneira, possibilitaram e ajudaram na realização desse trabalho.

À minha orientadora, Maria Luisa Lorscheitter, por todos os ensinamentos nesses anos de convívio, por sempre estar disposta a orientar, ajudar e esclarecer todas as minhas dúvidas.

À CAPES e ao CNPq, pela bolsa de Mestrado e pelos auxílios financeiros que permitiram a realização desta pesquisa.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biociências e do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS.

Aos colegas do Laboratório de Palinologia – Adriana Leonhardt, Caroline Scherer e Lionel Roth – que se tornaram grandes amigos, obrigada por deixarem divertidos mesmo os momentos mais cansativos. Junto com vocês as várias horas ao microscópio, os trabalhos de campo mais embarrados e os longos dias em frente ao computador foram bem mais agradáveis!

Aos meus queridos colegas e amigos do PPG pelas saídas de campo, aulas, almoços, futebol, churrascos... por estarem ao meu lado em todos os momentos! Agradeço principalmente aos meus micólogos preferidos – Juliano Baltazar, Larissa Pereira, Marisa Santana, Mateus Reck, Mauro Westphalen e Paula Silva – que sempre me fizeram sentir como se eu tivesse um segundo laboratório! Também agradeço às botânicas mais queridas – Adriana Aita, Anelise Hertzog, Ângela Pawlowski, Fernanda Silva, Greta Dettke, Jaqueline Durigon, Maria Angélica Rubio, Marília Trojan, Priscila Crespam, Priscila Porto Alegre, Raquel Magalhães, Stephanie Weege, Talita Camargo e Valerí Schmidt – e aos amigos Eduardo Pasini, Ernestino Guarino, Fernando Rocha, Pedro Vieira, Rodrigo Fernandez e Rodrigo Leonel.

Às amigas que estiveram ao meu lado desde a graduação e durante todos os momentos do Mestrado – Bettina Marks, Clarissa Grazziotin, Cláudia Senandes, Évilin de Marco, Fernanda Spier, Sinara Ártico e Tatiana Colla – e especialmente a Esther Pinheiro e Romela Rosa – obrigada por tudo!

Aos meus pais, meu irmão, minha avó e meu avô, que me apoiaram e ajudaram em todos os momentos, e que eu sei que sempre estarão ao meu lado! Muito obrigada! Amo muito vocês!

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
INTRODUÇÃO .....	01
OBJETIVOS .....	07
LOCAL DE ESTUDO .....	08
MATERIAL E MÉTODOS .....	11
1. Composição florística da turfeira atual .....	11
2. Coleta do perfil sedimentar, coleta e tratamento das amostras .....	11
2.1. Coleta do perfil .....	11
2.2. Litologia e coleta das amostras .....	12
2.3. Processamento químico .....	12
2.3.1. Ácido clorídrico (HCl) - retirada de carbonatos .....	13
2.3.2. Ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico - retirada de sílica e compostos silicosos .....	13
2.3.3. Hidróxido de potássio (KOH) - retirada de ácidos húmicos .....	13
2.3.4. Acetólise – preparação dos palinomorfos .....	14
2.3.5. Filtragem das amostras e adição de glicerol .....	14
2.4. Confecção das lâminas permanentes .....	14
3. Datações radiométricas ( <sup>14</sup> C) .....	15
4. Análises qualitativas .....	16
4.1. Determinação taxonômica dos palinomorfos .....	16
4.2. Descrição do material e dados ecológicos .....	17
4.3. Fotomicrografias .....	17
5. Análises quantitativas .....	17
5.1. Contagem do material .....	17
5.2. Cálculo de porcentagem (análise relativa) .....	18
5.3. Taxa de acumulação polínica (análise absoluta) .....	18

5.4. Diagramas palinológicos .....	18
5.4.1. Diagramas de porcentagem e análise de agrupamentos .....	19
5.4.2. Diagramas de taxa de acumulação polínica .....	19
6. Descrição do perfil sedimentar .....	19
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
1. Classificação taxonômica dos palinomorfos .....	20
2. Descrições morfológicas e dados ecológicos dos palinomorfos .....	25
2.1. FUNGOS .....	25
2.2. ALGAS .....	28
2.3. BRIÓFITOS .....	30
2.4. PTERIDÓFITOS .....	31
2.5. GIMNOSPERMAS .....	37
2.6. ANGIOSPERMAS .....	38
3. Descrição do perfil sedimentar .....	65
3.1. ZONA I (Profundidade: 390 – 299 cm) .....	65
3.2. ZONA II (Profundidade: 299 – 105 cm) .....	67
3.3. ZONA III (Profundidade: 105 – 0 cm) .....	70
<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>74</b>
34300 – 29500 anos AP (ZONA I) .....	74
29500 – 10300 anos AP anos AP (ZONA II) .....	75
10300 anos AP – Atualidade (ZONA III) .....	82
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>

**FIGURAS, ESTAMPAS E TABELA**

Figura 1. Estado do Rio Grande do Sul e localização do Banhado Amarelo.....	10
Figura 2. BANHADO AMARELO – Diagramas de porcentagem .....	87
Figura 3. BANHADO AMARELO – Diagramas de taxa de acumulação polínica .....	88
Estampas .....	56
Tabela 1. Separação dos palinomorfos contados .....	64
Tabela 2. Síntese da reconstituição paleoambiental .....	89

## RESUMO

Grãos de pólen e esporos têm morfologia ligada à espécie de origem, são produzidos em grande quantidade e se preservam por milhares de anos em determinados ambientes, permitindo sua utilização em reconstituições paleoambientais. Foram analisados 76 palinomorfos de um perfil sedimentar da turfeira do Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, RS (29°19'05''S–50°08'18''W), visando a análise da vegetação do Planalto oriental nos últimos milênios. A coleta do perfil, de 390 cm, foi feita com o Amostrador de Hiller, e 30 amostras foram extraídas e processadas com HCl, HF, KOH e acetolisadas. A montagem das lâminas permanentes foi feita com gelatina-glicerinada. No início do processamento químico foram adicionadas às amostras pastilhas com esporos de *Lycopodium clavatum* para cálculo de concentração polínica. Foi estabelecido um número mínimo de 500 grãos de pólen regional e 100 esporos de *L. clavatum* para a contagem dos palinomorfos de cada amostra. Os diagramas polínicos foram expressos em porcentagem e em taxa de acumulação de grãos por cm<sup>2</sup>/ano. Quatro datações por <sup>14</sup>C permitiram o controle cronológico dos eventos (26080±320 anos AP, 21650±120 anos AP, 6910±50 anos AP e 3180±50 anos AP). Os resultados indicam, entre 34300 – 28000 anos AP, clima frio e semi-árido, com vegetação rarefeita, dominada por campo mal distribuído, a mata em refúgios. Entre 28000 – 23500 anos AP o clima frio e úmido desenvolve a vegetação, com predomínio do campo, formando um corpo lacustre no local de estudo. Entre 23500 – 12000 anos AP, o clima frio e semi-árido promove acentuada retração da vegetação do campo e colmatação do corpo lacustre. Entre 12000 – 10000 anos AP, a elevação da temperatura e umidade traz leve desenvolvimento da vegetação regional, a mata expandindo um pouco a partir dos refúgios. Um pântano herbáceo predomina no local de estudo. Entre 10000 – 7500 anos AP, o clima quente e seco retrai a vegetação como um todo. Entre 7500 – 3000 anos AP há o aumento progressivo da umidade no ambiente, com adensamento da vegetação regional e local, migração de pioneiros arbóreos a partir dos refúgios, expansão de elementos da mata com Araucária e desenvolvimento da turfeira no local de estudo. Nos três últimos milênios, o possível aumento da temperatura regional parece reduzir a capacidade reprodutiva de componentes da mata com Araucária, dificultando sua expansão sobre o campo, apesar da manutenção da umidade ambiental. A turfeira também regride pela elevação da temperatura, e os elementos de campo pela acentuada umidade.

**ABSTRACT**

Pollen and spore morphology are linked to the species of origin, are produced in large quantities, and are preserved for thousands of years in some environments, allowing their use in paleoenvironmental reconstructions. Palynomorphs of 76 taxa from the peat bog of Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, RS (29°19'05"S-50°08'18"W), were analyzed in order to evaluate the vegetation of the eastern highlands in recent millennia. The 390 cm sediment profile was collected with a Hiller Sampler, and 30 samples were extracted and processed with HCl, HF, KOH and acetolysis. The slides were mounted with glycerol-jelly. *Lycopodium clavatum* tablets were introduced to the samples in the beginning of the process for calculation of pollen concentration. A minimum of 500 regional pollen grains and 100 spores of *L. clavatum* were counted in each sample. The pollen diagrams were expressed in percentage and accumulation rate of grains/cm<sup>2</sup>/year. Four <sup>14</sup>C datings allowed the chronological control of events (26080 ± 320 years BP; 21650 ± 120 years BP; 6910 ± 50 yr BP and 3180 ± 50 yr BP). The results indicate, between 34300 – 28000 years BP, cold and semi-arid climate, with rarefied vegetation, dominated by poorly distributed grassland, the forests in refuges. Between 28000 – 23500 years BP, the cold and humid climate promotes the development of the vegetation, predominantly formed by grassland, forming a lake at the study area. Between 23500 – 12000 years BP, the cold and semi-arid climate promotes a marked retraction of the grassland vegetation and fills up the lake. Between 12000 – 10000 years BP, the rise of temperature and humidity brings slight development of the regional vegetation, the forest expanding a bit from the refuges. The herbaceous marsh predominates in the study area. Between 10000 – 7500 years BP, the warm and dry climate promotes the retraction of the vegetation as a whole. Between 7500 – 3000 years BP there is a gradual increase of the moisture in the environment, with development of regional and local vegetation, migration of arboreal pioneers from the refuges, expansion of elements of the Araucaria forest and peat bog development in the study area. In the last three millennia, the possible increase of regional temperature seems to reduce the reproductive capacity of components of the Araucaria forest, hindering its expansion over the grassland, despite the maintenance of environment humidity. The bog also backwards due to the elevation of temperature, and the grassland elements due to the high humidity.

## INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento da vegetação dos últimos milênios permite a compreensão dos ecossistemas atuais e a predição de suas tendências naturais. A palinologia de sedimentos é uma ferramenta muito importante neste estudo porque possibilita pesquisar organismos indicadores de paleoambientes. Isso se deve ao fato de que pólen e esporos têm morfologia ligada à espécie de origem, parede celular resistente (exina), composta por esporopolenina, permitindo a preservação dos grãos em sedimentos, além de serem produzidos em grande quantidade, possibilitando análises quantitativas. Essas características dão base à paleopalynologia. Assim, grãos de pólen e esporos da vegetação de uma determinada região, ao se dispersarem na atmosfera e caírem em ambientes deposicionais apropriados vão registrando, durante séculos e milênios, as respectivas mudanças vegetacionais, reflexo do ambiente e do clima.

O Planalto do Rio Grande do Sul pertence à Formação Serra Geral, constituída por sucessivos derrames de lavas do Cretáceo Inferior sobre Arenito da Formação Botucatu, do Triássico (Petri & Fúlfaro 1988).

O clima do Planalto oriental do Estado é considerado por Nimer (1989) como Mesotérmico Médio Superúmido. A temperatura média anual está entre 12°C e 14°C. O mês mais quente, janeiro, apresenta uma temperatura média em torno de 20°C, enquanto julho, o mês mais frio, registra uma média em torno de 6°C (Nimer 1989). De acordo com o sistema de classificação Köppen, o clima é do tipo Cfb, sendo temperado úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (Mota 1951). As condições climáticas de altitude e alta umidade favorecem a formação de chuvas durante o ano inteiro (2000 a 2300 mm/ano) e as mais baixas temperaturas do Estado, com geadas frequentes no inverno (Projeto RS Biodiversidade 2005). As chuvas são geralmente copiosas devido ao ativamento da turbulência do ar sobre as áreas de orografia mais elevada e acidentada do Planalto, correspondendo ao mais alto índice pluviométrico da Região Sul do Brasil (Nimer 1989). Uma característica importante do Planalto oriental é a proximidade com o Litoral, que evita uma queda maior da temperatura devido à brisa marinha. Essa proximidade, e a grande diferença de altitude entre a Planície Costeira e o Planalto propiciam, na zona junto aos bordos da serra, a formação de nevoeiros em determinadas horas do dia (Nimer 1989).

O município de São Francisco de Paula, localizado a cerca de 900 m de altitude, tem temperatura média anual de 14,5°C. A média das temperaturas máximas é de 20,9°C, com máxima absoluta de 34°C, e a média das temperaturas mínimas é de 9,9°C, com mínima absoluta de -6,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro. A precipitação pluviométrica é elevada em todos os meses e a média anual é de 2252mm, sendo a zona do Estado onde são registrados os maiores índices pluviométricos (Backes 1999).

Os principais ecossistemas do Planalto oriental são os campos e as matas com Araucária, denominados respectivamente Savana e Floresta Ombrófila Mista (Teixeira *et al.* 1986). A paisagem típica está constituída, assim, por amplos campos nativos (campos limpos), distribuídos em coxilhas, entrecortados por banhados, capões de Araucárias e numerosos cursos d'água com matas ciliares, ora mais extensas, ora mais esparsas (Projeto RS Biodiversidade 2005). Na mata, o elemento fisionomicamente dominante é a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, tanto que, visto de alguma distância, o conjunto parece formado unicamente dessa árvore. Vários elementos associados a *A. angustifolia* constituem a mata, como *Mimosa scabrela* Benth., *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. e várias espécies de Myrtaceae (Rambo 1951). Quanto à fisionomia, o campo é bastante uniforme, mas muito heterogêneo em termos de espécies (Boldrini 1997).

Nas depressões do relevo ocorrem turfeiras, formadas essencialmente por espécies de *Sphagnum*, típico de clima com elevada pluviosidade, associado a famílias como Eriocaulaceae, Lentibulariaceae e Blechnaceae, particulares da região (Projeto RS Biodiversidade 2005). Na zona de contato com as turfeiras, a mata com Araucária não termina abruptamente, mas os elementos de seus andares inferiores se rarefazem, até cederem completamente às espécies das turfeiras. Elementos isolados de *A. angustifolia* podem invadir as margens desses terrenos paludosos, tornando-se raquíticos e de baixa altura (Rambo 1956).

O campo e a mata com Araucária apresentam uma delimitação bastante definida. Os contornos da mata são sempre arredondados, às vezes quase circulares, terminando abruptamente e sem transição alguma com o campo (Rambo 1956, Reitz *et al.* 1983).

Segundo Hueck (1972), os campos de altitude do Planalto são remanescentes de uma paisagem que atualmente está em plena regressão, com o avanço lento da Araucária. Isto seria resultante de uma variação climática, que de um clima semi-árido do Quaternário antigo passou a um período pluvial, com o fim da glaciação quaternária

(Rambo 1953, 1956, Hueck 1972). Assim, Rambo (1953) afirma que o campo sul-brasileiro, como formação, é mais antigo do que a selva pluvial, e que a expansão desta se deve a um aumento das chuvas.

Não restam dúvidas de que os atuais limites da área de Araucária no Sul do Brasil, em especial sua delimitação com extensas comunidades de campos, sejam pouco estáveis. Segundo Hueck (1972), frequentemente pode-se observar como a mata penetra no campo, o que ocorre lentamente, mas com grande constância. Rambo (1956) e Reitz *et al.* (1983) indicam *A. angustifolia* em franca expansão por sobre a vegetação herbácea dos campos, formando o início duma série sucessional, tendente ao clímax climático regional.

No Rio Grande do Sul, a palinologia de sedimentos foi inicialmente concentrada na Planície Costeira e zonas adjacentes, resultando em reconstituições paleoambientais para o Quaternário Tardio da região (Lorscheitter 1984, Lorscheitter & Romero 1985, Cordeiro 1991, Neves 1991, 1998, Cordeiro & Lorscheitter 1994, Neves & Lorscheitter 1995a, 1996, 1997, Lorscheitter & Dillenburg 1998, Leal 2005, Leal & Lorscheitter 2007). Grande parte desses estudos foi sintetizada por Lorscheitter (1992, 1997, 2003) e Prieto *et al.* (1999). Informações sobre o Holoceno para o oeste do Estado foram apresentadas por Behling *et al.* (2005).

O Planalto oriental do Estado desperta o interesse de muitos pesquisadores. No entanto, ainda são poucos os estudos sobre reconstituições paleoambientais dos últimos milênios na região a partir da palinologia de perfis sedimentares (Roth 1990, Roth & Lorscheitter 1993, Behling *et al.* 2001, 2004, Behling & Pillar 2007, Leonhardt 2007, Scherer 2008, Leonhardt & Lorscheitter 2010a).

Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993) realizaram estudo pioneiro em turfeira do Itaimbezinho, Cambará do Sul. Foi detectada uma fase de semi-aridez no final do último estágio glacial pleistocênico, com predominância de vegetação campestre rarefeita e poucos indicadores arbóreos, sugerindo a existência de mata provavelmente em refúgios. Para o início do Holoceno os resultados indicaram fase de temperatura mais elevada e úmida, com aumento na concentração de todos os palinomorfos, datada em  $10480 \pm 140$  anos AP. Teria ocorrido desenvolvimento dos campos e pequena expansão das matas nessa fase. Segue uma fase mais quente e seca (declínio na concentração de vários táxons regionais e locais), sem uma cronologia precisa. As condições de umidade retornam no Holoceno Tardio, possibilitando que os campos, a mata com Araucária e a vegetação da turfeira se desenvolvessem.

Em São Francisco de Paula, na Fazenda do Pinto, Behling *et al.* (2001) sugerem que entre 4000 – 1000 anos AP a região estaria coberta por vegetação de campo, com pequenos capões de mata com Araucária, indicando aumento no aporte de umidade. A expansão desses capões teria ocorrido há aproximadamente 1000 anos AP, e *A. angustifolia* mais tarde, a partir de 850 anos AP.

Behling *et al.* (2004) e Behling & Pillar (2007) realizaram pesquisa em Cambará do Sul, evidenciando clima frio e seco para a região desde cerca de 40000 anos AP até o Holoceno Tardio, com dominância de vegetação de campo e a ocorrência de mata com Araucária apenas em refúgios. No Holoceno Tardio, o avanço da mata com Araucária teria ocorrido por uma mudança climática que elevou a umidade regional.

Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a) realizaram pesquisa em São Francisco de Paula, numa turfeira de Alpes de São Francisco, e evidenciaram, entre 25000 – 12500 anos AP um clima relativamente frio e seco para o final do último estágio glacial pleistocênico, com domínio de campo, estando a mata em refúgios. No início do Holoceno, entre 12500 – 9700 anos AP, teria ocorrido um acentuado aumento da temperatura e umidade, com desenvolvimento da vegetação, especialmente a campestre, e elementos de mata com Araucária migrando de refúgios. É sugerida a formação de um pântano no local de estudo, com acúmulo de água em algumas porções. Entre 9700 – 6500 anos AP, as evidências apontam uma fase de clima quente e seco, com retração de toda a vegetação. O retorno das condições de umidade teria ocorrido a partir de 6500 anos AP, iniciando a expansão das matas a partir dos refúgios. Entre 5000 – 4000 anos AP, tudo indica a grande expansão de táxons florestais e do pântano herbáceo local, que se transforma em turfeira. Entre 4000 – 2000 anos AP, um clima ainda mais úmido permite a expansão da mata com Araucária sobre o campo e o desenvolvimento da turfeira. Há partir de 2000 anos AP até a atualidade, dados sugerem a manutenção de um clima úmido, porém com elevação da temperatura regional, que teria reduzido a capacidade reprodutiva de elementos da mata com Araucária e retraído as turfeiras. A paralela diminuição de elementos de campo estaria relacionada ao aumento de umidade desta fase.

Scherer (2008) estudou perfis sedimentares no interior de duas matas com Araucária, em Alpes de São Francisco e no Banhado Amarelo, São Francisco de Paula. Em Alpes de São Francisco foi detectado, entre 13000 – 11000 anos AP, um clima frio e semi-árido, com um corpo lacustre de margens pantanosas no local de estudo, circundado por um campo rarefeito, estando as matas provavelmente em refúgios. Entre

11000 – 9400 anos AP, uma melhoria climática, com elevação da temperatura e umidade, leva à colmatação gradativa do corpo lacustre, originando um pântano herbáceo com pioneiros arbóreos. O campo adjacente se adensa. Condições climáticas mais adversas parecem surgir a partir de 9400 anos AP, compatível com clima mais seco, que se prolonga até cerca de 5600 anos AP, com retração da vegetação como um todo. Entre 5600 – 3300 anos AP, a umidade retorna à região, com transformação do pântano local em turfeira e expansão da mata com Araucária sobre a mesma. No Banhado Amarelo, ao contrário, a fase entre 4300 – 3200 anos AP ainda mostra um pântano herbáceo no local, circundado por um campo rarefeito, indicando um atraso na resposta à melhoria climática, provavelmente devido ao condicionamento geográfico. Entre 3200 – 1600 anos AP os efeitos dessa melhoria ficam perceptíveis no Banhado Amarelo, com desenvolvimento da vegetação, especialmente da mata com Araucária. Após 3300 anos AP até a atualidade, dados também apontam redução da capacidade reprodutiva da vegetação de mata com Araucária em Alpes de São Francisco, provavelmente devido ao aumento da temperatura regional. No Banhado Amarelo esse efeito foi detectado mais tardiamente, a partir de 1600 anos AP.

Estudos palinológicos também foram realizados na região serrana de Santa Catarina (Serra da Boa Vista, Morro da Igreja e Serra do Rio Rastro, Behling 1995, 1998, 2002) e no Planalto do Paraná (Serra Campos Gerais, Behling 1997). Esses estudos também indicam clima frio e seco para o final do último estágio glacial pleistocênico, com domínio do campo, e mata ocorrendo apenas em refúgios. Os resultados mostram que durante o último estágio glacial os campos predominaram no Sul e Sudeste do Brasil, onde hoje existem diferentes ecossistemas florestais (Behling 1998, 2002). Segundo Behling (1995) e Behling & Pillar (2007), no início do Holoceno e Holoceno Médio, as condições climáticas não favoreciam a expansão da mata com Araucária, sugerindo predomínio dos campos em um clima quente e seco no Morro da Igreja e na Serra do Rio Rastro. Para a Serra da Boa Vista (Behling 1995) e Serra Campos Gerais (Behling 1997), contrariamente, foi sugerido um leve aumento na frequência de táxons relacionados às matas no início do Holoceno, o que indicaria um aumento regional de precipitação. Segundo Behling (1995, 1997, 1998) e Behling *et al.* (2001, 2004), a mata com Araucária no Sul do Brasil teve sua expansão a partir de 5000 anos AP, após o término da fase quente e seca do Holoceno.

Existem muitos resultados concordantes nos estudos palinológicos sobre paleoambientes, realizados no Planalto do Sul do Brasil. Todavia, persistem

divergências importantes, especialmente sobre o clima do início do Holoceno (úmido ou seco), sobre a extensão da fase seca no Holoceno Médio e sobre o comportamento da mata com Araucária após 5000 anos AP. Portanto, é de grande importância a obtenção de novas informações que complementem os resultados já obtidos, permitindo a maior compreensão da dinâmica da vegetação e clima dos últimos milênios no Sul do Brasil.

## OBJETIVOS

O presente estudo pretende contribuir com novas informações para o conhecimento da dinâmica da vegetação na região do Planalto oriental do Rio Grande do Sul nos últimos milênios e das mudanças climáticas associadas.

Os objetivos específicos são:

- Investigar mudanças vegetacionais e climáticas ocorridas durante o final do último estágio glacial pleistocênico e durante o Holoceno, comparando os resultados com as informações já obtidas para o Planalto do Sul do Brasil;
- Buscar informações sobre o ambiente do início do Holoceno, tentando elucidar a divergência sobre um clima regional seco ou úmido nesta fase;
- Colaborar com novas informações referentes à extensão da fase seca do Holoceno Médio, e da fase úmida do Holoceno Tardio, e consequente influência na dinâmica da vegetação;
- Obter datações radiométricas dos eventos ocorridos, que possam permitir maior precisão das idades estimadas;
- Elaborar um catálogo contendo descrições e ilustrações dos palinomorfos encontrados nas análises, servindo de material de referência para novas investigações sobre paleoambientes na região.

## LOCAL DE ESTUDO

O Banhado Amarelo (29°19'05''S–50°08'18''W) está localizado a 57 km a nordeste da cidade de São Francisco de Paula, próximo ao *canyon* da Serra das Pedras Brancas, numa altitude de cerca de 1000 m (Fig. 1). O estudo foi feito na turfeira que faz parte do terreno paludoso, a qual mede 1130 m de comprimento e 400 m de largura máxima em sua porção central. Uma longa e sinuosa mata com Araucária cobre o terreno plano contíguo à turfeira, delimitando uma de suas laterais. Do lado oposto a turfeira é delimitada por uma área levemente elevada, percorrida por uma precária estradinha de acesso. Tanto a mata com Araucária quanto a turfeira encontram-se muito bem preservadas devido ao isolamento geográfico. A única influência de plantas exóticas vem da extensiva plantação de *Pinus* que margeia parte do terreno paludoso, ameaçando perigosamente todo o ecossistema.

Metade da turfeira está formada por um ciperal de *Androtrichum giganteum* (Kunth) H. Pfeiff., recobrando a camada de *Sphagnum recurvum* P. Beauvois, que se apresenta decomposta em alguns locais devido ao sombreamento. Vários arbustos encontram-se dispersos nesta zona, especialmente *Eupatorium gaudichaudianum* DC., *Symphyopappus compressus* (Gardner) B. L. Rob. e *Vernonia nitidula* Less. São encontradas também poucas Poaceae, como *Axonopus ramboi* G. A. Black, *Briza juergensii* Hack., *Festuca ampliflora* Döll, *Paspalum exaltatum* J. Presl e *Stipa sellowiana* Nees ex Trin. & Rupr., além de um taquaral formado por *Aulonemia ulei* (Hack.) McClure & L. B. Sm. Uma grande diversidade de briófitos florestais vegeta sobre a base dos caules devido à umidade e ao sombreamento, em especial espécies de Lejeuneaceae e Jubulaceae. Poucas árvores invadem a margem da turfeira junto à mata nesta zona, e raros desses exemplares, especialmente de *Araucaria angustifolia*, *Drimys brasiliensis* Miers e *Podocarpus lambertii*, podem avançar ainda mais e serem encontrados no interior do ciperal.

A outra metade da turfeira é caracteristicamente herbácea e muito paludosa, com o estrato inferior composto por uma camada espessa e uniforme de *S. recurvum*, associado a *Drosera communis* A. St.-Hil., *Lycopodiella caroliniana* (Linnaeus) Pichi-Sermolli, *Paepalanthus catharinae* Ruhland, *Utricularia praelonga* A. St.-Hil. & Girard, além de briófitos como *Polytrichum juniperinum* Will. ex Hedw., *Campylopus filifolius* (Hornsch.) Mitt., *C. reflexisetus* (C. M.) Broth., *Isopterygium tenerum*, líquens como *Cladonia didyma* (Fée) Vain. e basidiomicetes como *Hygrocybe miniata* (Fr.) P.

Kumm. e *Conocybe* sp. Poças d'água são preenchidas por algas, especialmente espécies de *Spirogyra* e *Tribonema*. O estrato superior está composto por *Agarista nummularia* (Cham. & Schltld.) G. Don, *Blechnum imperiale* H. Chr., *Eriocaulon gomphrenoides* Kunth, *Gaylussacia pseudogaultheria* Cham. & Schltld., *Xyris regnelli* Nilsson e *X. teres* Alb. Nilsson e várias outras espécies, como *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC., *Danthonia montana* Döll, *Rhynchospora brasiliensis* Boeck., *Saccharum asperum* (Nees) Steud. e *Baccharis milleflora* DC., além de um taquaral de *A. ulei*.

Figura 1. Estado do Rio Grande do Sul e  
localização do Banhado Amarelo

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Composição florística da turfeira atual

Para fazer uma caracterização botânica da turfeira foi realizado um levantamento florístico das principais espécies, com saídas a campo em diferentes estações do ano. O material de distintas porções da turfeira foi coletado sempre que possível fértil, e identificado. As plantas coletadas foram herborizadas e as exsicatas estão sendo depositadas no Herbário ICN do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### 2. Coleta do perfil sedimentar, coleta e tratamento das amostras

Todo o cuidado foi tomado para evitar contaminação das amostras por arraste vertical de sedimentos durante a coleta do perfil e durante a manipulação das mesmas em laboratório. Muito cuidado foi tomado também para evitar contaminação por pólen atual, trabalhando-se em laboratório com o máximo de vedação possível.

#### 2.1. Coleta do perfil

O local escolhido para a coleta do perfil foi a zona aproximadamente central da turfeira, ainda herbácea, correspondendo à porção mais espessa da bacia deposicional, com 390 cm. O pH do solo nesta área é ácido (4), auxiliando na preservação dos palinomorfos depositados. O local é distante de córregos, o que evita arraste de sedimentos. A litologia homogênea assegurou uma sequência com deposição contínua, sem hiatos erosivos. A coleta foi realizada com o Amostrador de Hiller (Faegri & Iversen, 1989), que coleta o perfil em seções de 26 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro, com ajuda de hastes metálicas, que vão sendo acopladas de acordo com as profundidades de coleta. Cada seção de sedimento coletada era cuidadosamente transferida para um tubo de PVC de mesmo tamanho, seccionado longitudinalmente, numerado na ordem sequencial e com indicação de topo e base. Os tubos eram depois lacrados com fita isolante e plástico. As 15 seções obtidas foram coletadas em diferentes perfurações, sempre próximas, evitando a contaminação por arraste vertical de sedimentos. Também para eliminar contaminação, o amostrador era cuidadosamente

lavado após cada secção coletada. Os 15 tubos foram mantidos congelados no laboratório para posterior coleta das amostras do perfil.

## **2.2. Litologia e coleta das amostras**

O trabalho foi realizado no laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Após descongelamento, os tubos contendo sedimento foram alinhados sequencialmente e abertos. O teor de partículas arenosas e argilosas foi estimado por observação direta e exame manual, da base ao topo do perfil, visando uma caracterização litológica, que levou ainda em conta a cor e a textura dos sedimentos.

A coleta das amostras foi realizada com alça de platina devidamente flambada (duas coletas por secção), permitindo uma distribuição equidistante ao longo do perfil. Cada amostra foi armazenada em cubos plásticos de 8 cm<sup>3</sup> para posterior análise de concentração e taxa de acumulação polínica. Em cada coleta foram descartadas as porções superficiais de sedimento, evitando possível contaminação. Os cubos plásticos eram tampados, etiquetados com o número da profundidade da amostra, embalados e mantidos sob congelamento. Foi coletado um total de 30 amostras.

## **2.3. Processamento químico**

O processamento químico das amostras, para obtenção de material polínico, seguiu a metodologia descrita por Faegri & Iversen (1989).

Todo o procedimento foi realizado em capela com exaustor, no mesmo laboratório de palinologia, com ar condicionado de circulação interna, janelas vedadas e uma ante-sala de acesso, evitando-se assim possíveis contaminações por pólen atmosférico. A vidraria utilizada era previamente lavada com água e sabão, enxaguada com água destilada, e os frascos contendo o sedimento eram mantidos tampados durante o processamento químico. As centrifugações foram realizadas em tubos de centrífuga de 50 ml a 1500 rpm, com duração de 6 minutos. Nos tubos o sedimento da amostra era sempre revolvido a cada líquido adicionado. Sempre foi usada água destilada durante o processamento químico.

Inicialmente as amostras eram transferidas dos cubos plásticos para copos de polietileno com tampa, sendo adicionadas pastilhas com esporos de *Lycopodium*

*clavatum* L. exótico a cada uma delas. As pastilhas, adquiridas do Department of Quaternary Geology, Suécia, contém um número total de esporos dessa espécie, estimado pelo fabricante, permitindo calcular concentração de palinórfos por cm<sup>3</sup> de sedimento fresco e posterior taxa de acumulação por cm<sup>2</sup>/ano (Stockmarr 1971).

A seguir descreve-se a sequência do processamento químico das amostras.

### **2.3.1. Ácido clorídrico (HCl) - retirada de carbonatos**

A retirada de carbonatos era feita por adição de ácido clorídrico a 10% até a metade dos copos de polietileno contendo cada amostra. A seguir o sedimento era revolvido e os copos tampados, permanecendo assim por uma hora. Os copos eram então cheios com água, deixando-se decantar por duas horas e após retirava-se o sobrenadante com o auxílio de um sifão. Repetia-se a lavagem com água, decantação e sifonagem, retirando-se, assim, todo o ácido clorídrico utilizado.

### **2.3.2. Ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico - retirada de sílica e compostos silicosos**

Para a retirada de sílica adicionava-se a seguir ácido fluorídrico às amostras, com posterior vedação dos copos, deixando num aparelho agitador por 6 horas. Seguiam-se quatro lavagens em água, cada uma com decantação por duas horas, sifonagem e retirada do sobrenadante com auxílio de um sifão.

As amostras eram, após, transferidas para tubos de centrífuga e centrifugadas, descartando-se o sobrenadante. O procedimento era repetido diversas vezes, até que todo o conteúdo da amostra fosse transferido para o respectivo tubo de centrífuga.

Para extração de outros compostos silicosos adicionava-se ácido clorídrico a 10% em cada tubo de centrífuga, deixando-se em banho-maria a 60°C por 4 minutos. Seguiam-se centrifugação, retirada do sobrenadante, lavagem com água, nova centrifugação e nova retirada do sobrenadante.

### **2.3.3. Hidróxido de potássio (KOH) - retirada de ácidos húmicos**

A retirada de ácidos húmicos era realizada por adição de hidróxido de potássio a 10%, com fervura em banho-maria durante 4 minutos. Seguiam-se várias lavagens em

água, centrifugações e retirada de sobrenadante, até que este se tornasse claro, indicando a remoção de ácidos húmicos.

#### **2.3.4. Acetólise – preparação dos palinomorfos**

A acetólise elimina possíveis restos de conteúdo celular e limpa a superfície dos palinomorfos, permitindo uma melhor visualização dos detalhes morfológicos da exina ao microscópio.

As amostras eram primeiramente tratadas com ácido glacial acético (enchendo com ele cada tubo de centrífuga). Após, o ácido era descartado por centrifugação e retirada do sobrenadante. Este procedimento desidrata a amostra, evitando micro-explosões que possam danificar o material polínico durante a acetólise.

O líquido de acetólise é composto por nove partes de anidrido acético e uma parte de ácido sulfúrico concentrado, sendo preparado com cuidado, pouco antes da sua utilização. O líquido era então adicionado aos tubos de centrífuga, fervendo-se em banho-maria por 3 minutos. Seguiam-se centrifugação, descarte do sobrenadante e novo banho com ácido glacial acético. A amostra era então lavada em água e centrifugada, com eliminação do sobrenadante.

#### **2.3.5. Filtragem das amostras e adição de glicerol**

Cada amostra era a seguir filtrada, em malha metálica de 250  $\mu\text{m}$ , para um outro tubo de centrífuga. O material retido na malha era armazenado em frascos de vidro com tampa, para posterior análise complementar. O material menor que 250  $\mu\text{m}$  era centrifugado e o sobrenadante descartado, com posterior adição de uma mistura de água e glicerol em partes iguais, deixando-se em descanso por pelo menos 30 minutos. Centrifugava-se a mistura, com descarte do sobrenadante. Os tubos de centrífuga eram emborcados sobre papel filtro, escorrendo assim todo o líquido para a posterior montagem das lâminas.

#### **2.4. Confeção das lâminas permanentes**

Gelatina-glicerinada foi usada como meio de montagem das lâminas (Salgado-Labouriau, 1973). Montaram-se 7 lâminas para cada amostra.

Inicialmente as lâminas e lamínulas eram limpas com álcool e flambadas, evitando contaminação. A montagem era feita em placa aquecedora, a 60°C, derretendo a gelatina-glicerinada. Com alça de platina, uma pequena porção desse meio de montagem era colocada sobre cada lâmina, e nela uma fração de sedimento da amostra, homogeneizando a mistura por movimentos circulares. Seguia-se a colocação da lamínula. A lâmina então era retirada da placa aquecedora e girada 180°, sendo colocada sobre uma superfície plana, fazendo-se pressão até esfriar. Assim, por gravidade, o conteúdo polínico se deposita mais próximo à superfície da lamínula, facilitando a visualização no microscópio.

Após a limpeza, as lâminas eram vedadas com esmalte de unhas incolor e etiquetadas, com identificação do local e da profundidade da amostra.

### **3. Datações radiométricas ( $^{14}\text{C}$ )**

As amostras para datação por  $^{14}\text{C}$  também foram coletadas com o Amostrador de Hiller em determinadas profundidades pré-estabelecidas, correspondendo a níveis onde os diagramas polínicos apontaram mudanças mais significativas no espectro polínico ou na litologia, além da base do perfil. Quatro profundidades foram escolhidas: 50 cm, 88 cm, 165 cm e 240 cm.

Para cada profundidade foram retiradas 25 subamostras, cada uma utilizando um intervalo de 4 cm, obtendo-se assim um mínimo de 20g de material seco, necessárias à datação. Em laboratório as sub-amostras eram secas em estufa a 40°C por vários dias. Cada sub-amostra era depois raspada para descartar as porções superficiais, utilizando-se apenas a parte central de cada uma delas. Durante a raspagem eram utilizadas luvas e bisturi descartáveis para impedir contato com material orgânico. As sub-amostras, já preparadas, eram embaladas em papel alumínio e remetidas ao laboratório Beta Analytic Inc., Miami, Flórida (USA), para datação. Níveis com grande escassez de matéria orgânica foram datados por AMS (Accelerator Mass Spectrometry), que assegura datações confiáveis em amostras com esse tipo de problema.

## 4. Análises qualitativas

### 4.1. Determinação taxonômica dos palinomorfos

A determinação taxonômica dos palinomorfos contados foi feita em microscópio óptico Leitz Diaplan, com objetivas planapocromáticas, em aumentos de 400×. Para a identificação botânica utilizaram-se a palinoteca de plantas atuais do Laboratório de Palinologia e bibliografia especializada. As principais referências foram: Barth (1971), Heusser (1971), Markgraf & D'Antoni (1978), Ybert (1979), Wingenroth & Heusser (1983), Lorscheitter (1988, 1989), Roubik & Moreno (1991), Neves & Lorscheitter (1992, 1995b), Pire *et al.* (1992, 1998, 2001), Colinvaux *et al.* (1999), Neves & Bauermann (2003, 2004), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007, 2008, 2010b), Roth & Lorscheitter (2008) e Scherer & Lorscheitter (2008, 2009). Para pteridófitos foi utilizada a série de trabalhos de Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005, 2009). Para questões nomenclaturais foram usados Erdtman (1969), Salgado-Laboriau (1973), Moore *et al.* (1991) e Punt *et al.* (2007).

Na análise taxonômica procurou-se sempre alcançar a categoria mais inferior possível. Nos casos onde a morfologia dos palinomorfos é muito semelhante dentro de um mesmo táxon, optou-se por usar a denominação “Tipo” antes do nome (ex: Tipo *Croton*), conforme o usual em palinologia de sedimentos (Berglund 1986). Para palinomorfos com morfologia distinta, pertencentes a uma mesma categoria taxonômica, colocou-se número após o nome (ex: Tipo *Iresine* 1, Tipo *Iresine* 2). Alguns palinomorfos só puderam ser identificados a níveis taxonômicos mais elevados (ex: Pteridófitos outros, Angiospermas indeterminadas, etc). Material com características próprias, porém não determinado, foi denominado segundo sua morfologia (ex: Tricolporado 1, Tricolporoidado 1). Quando não foi possível fazer uma determinação mais precisa, classificaram-se os palinomorfos de acordo com sua característica morfológica geral (ex: Tricolporados outros).

A ordenação sistemática dos táxons foi feita utilizando-se Kirk *et al.* (2001) para fungos, Round (1973) para algas, Bold *et al.* (1987) para briófitos e gimnospermas, Tryon & Tryon (1982) para pteridófitos e Cronquist (1981) para angiospermas.

## **4.2. Descrição do material e dados ecológicos**

Os palinomorfos foram descritos de modo sucinto, usando-se as características distintivas básicas para a identificação. As medidas foram realizadas em ocular de fio móvel e convertidas em micrômetros. Sempre que possível foram medidos os eixos polar e equatorial. Visando análises paleoambientais, dados ecológicos do organismo de origem foram acrescentados às descrições taxonômicas sempre que possível.

## **4.3. Fotomicrografias**

Os palinomorfos encontrados foram fotomicrografados em microscópio óptico Leitz Diaplan com câmara automática Wild Leitz, geralmente em aumento de 1000×. Para obtenção das escalas, uma lâmina micrometrada foi fotografada em diferentes aumentos. Utilizou-se filme TMAX 100 da KODAK, e as ampliações em papel fotográfico foram realizadas em laboratório especializado. Posteriormente as fotomicrografias foram digitalizadas no laboratório, com montagem das estampas seguindo a ordenação sistemática. Todos os palinomorfos apresentam a mesma escala nas ilustrações, com exceção dos megásporos.

## **5. Análises quantitativas**

### **5.1. Contagem do material**

A determinação taxonômica dos palinomorfos foi feita simultaneamente à sua contagem, em microscópio óptico com aumento de 400×, em transecções horizontais nas lâminas. Em cada amostra foram contados um número mínimo de 500 grãos de pólen de origem regional (campo, mata e ambiente indeterminado) e um número mínimo de 100 esporos exóticos de *Lycopodium clavatum*, introduzidos às amostras no início do processamento químico. Paralelamente eram contados os palinomorfos de origem local, referentes à bacia deposicional da turfeira (aquáticos e pântano herbáceo), fungos e pólen exótico (não pertencente à flora brasileira). O número mínimo de grãos de pólen contado foi monitorado por curvas de suficiência amostral (curvas de saturação) em algumas amostras do perfil.

## 5.2. Cálculo de porcentagem (análise relativa)

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

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

O cálculo das porcentagens foi realizado pelo programa Tilia (Grimm 1987).

## 5.3. Taxa de acumulação polínica (análise absoluta)

A adição de pastilhas de *Lycopodium clavatum* no início do processamento químico permitiu o cálculo de concentração/cm<sup>3</sup> de sedimento fresco para cada palinomorfo em cada amostra (regra de três envolvendo o número estimado de esporos de *L. clavatum* introduzidos à amostra, o respectivo número contado, e a quantidade total contada do táxon considerado). A partir da concentração/cm<sup>3</sup> de sedimento fresco foi obtida a taxa de acumulação de cada palinomorfo/cm<sup>2</sup>/ano. Os cálculos foram realizados pelo programa Tilia (Grimm 1987).

## 5.4. Diagramas palinológicos

A confecção dos diagramas polínicos de porcentagem e de taxa de acumulação/cm<sup>2</sup>/ano foi realizada pelo programa Tilia Graph (Grimm 1987). Os palinomorfos são apresentados de acordo com o ambiente preferencial de origem ou grupo taxonômico, na seguinte ordem: campo, mata, ambiente indeterminado, aquáticos, pântano herbáceo, exóticos e fungos.

#### **5.4.1. Diagramas de porcentagem e análise de agrupamentos**

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

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

#### **5.4.2. Diagramas de taxa de acumulação polínica**

Nos diagramas desdobrados de taxa de acumulação polínica foram incluídos apenas os palinomorfos mais bem representados, com um mínimo de 100 grãos/cm<sup>2</sup>/ano em pelo menos uma amostra do perfil sedimentar. Foram utilizadas diferentes escalas para acomodar tipos polínicos com taxas de acumulação muito altas (escalas indicadas na base dos diagramas). Foram elaborados também diagramas com os somatórios das taxas de acumulação dos indicadores de campo, mata, ambiente indeterminado, algas, aquáticos (excluindo algas), pântano herbáceo e fungos, além de um diagrama com a taxa de acumulação total de palinomorfos de cada amostra.

### **6. Descrição do perfil sedimentar**

O perfil sedimentar foi descrito de modo sucinto, zona por zona, abrangendo a litologia, o intervalo de tempo estimado e o exame do conteúdo palinológico mostrado nos diagramas de porcentagem e de taxa de acumulação polínica, incluindo a análise de agrupamentos. A presença de megásporos nas amostras (retidos na malha da filtragem) foi incluída na descrição. Essas informações serviram de base para as interpretações paleoambientais.

## RESULTADOS

### 1. Classificação taxonômica dos palinórfos

Foram encontrados 76 táxons correspondentes a nove fungos, cinco algas, três briófitos, 13 pteridófitos, duas gimnospermas e 44 angiospermas, a seguir descritos. Para as análises paleoambientais, esses mesmos palinórfos estão agrupados de acordo com a Tab.1.

## FUNGOS

### Filo GLOMEROMYCOTA

Classe GLOMEROMYCETES

Ordem Glomerales

Família Glomeraceae

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

### Filo ASCOMYCOTA

Classe ASCOMYCETES

Ordem Helotiales

Família Helotiaceae

2. *Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.

### Filo BASIDIOMYCOTA

Classe BASIDIOMYCETES

Ordem Atheliales

Família Atheliaceae

3. Tipo *Athelia* Persoon

### Outros esporos e hifas

4. Esporo 1

5. Esporo 2

6. Esporo 3

7. Esporo 4

8. Esporo 5

9. Esporo 6

10. Hifas

11. Esporos outros

## ALGAS

### Divisão CHLOROPHYTA

Classe CHLOROPHYCEAE

Ordem Chlorococcales

Família Dictyosphaeriaceae

12. *Botryococcus* Kützing

## Classe ZYGNEMATOPHYCEAE

## Ordem Zygnematales

## Família Zygnemataceae

13. *Debarya* (De Bary) Wittrock14. *Spirogyra* Link15. *Zygnema* C. A. Agardh*Incertae sedis*16. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher**BRIÓFITOS****Divisão ANTHOCEROTOPHYTA**

## Classe ANTHOCEROPSIDA

## Ordem Anthocerotales

## Família Anthocerotaceae

17. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov18. *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.**Divisão BRYOPHYTA**

## Classe SPHAGNOPSIDA

## Ordem Sphagnales

## Família Sphagnaceae

19. Tipo *Sphagnum recurvum* P. Beauv.**Outros esporos**

20. Briófitos outros

**PTERIDÓFITOS****Divisão PTERIDOPHYTA**

## Classe FILICOPSIDA

## Ordem Polypodiales

## Família Osmundaceae

21. *Osmunda* L.

## Família Dicksoniaceae

22. *Dicksonia sellowiana* Hook.

## Família Lophosoriaceae

23. *Lophosoria quadripinnata* (J. F. Gmel.) C. Chr.

## Família Cyatheaceae

24. Cyatheaceae

## Família Pteridaceae

25. Tipo *Anogramma* Link

## Família Blechnaceae

26. *Blechnum imperiale* (Fée & Glaziou) H. Chr.

27. Tipo *Blechnum* L.

Família Polypodiaceae

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

29. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.)

Copel.

30. Tipo *Polypodium* L.

Classe LYCOPODIOPSIDA

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

31. *Huperzia* Bernh.

Ordem Selaginellales

Família Selaginellaceae

32. *Selaginella marginata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.)

Spring

Ordem Isoetales

Família Isoëtaceae

33. *Isoëtes* L.

**Outros esporos**

34. Pteridófitos outros

## GIMNOSPERMAS

**Divisão PINOPHYTA**

Classe PINOPSIDA

Ordem Pinales

Família Araucariaceae

35. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Família Podocarpaceae

36. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

## ANGIOSPERMAS

**Divisão MAGNOLIOPHYTA**

Classe MAGNOLIOPSIDA

Subclasse Magnoliidae

Ordem Magnoliales

Família Winteraceae

37. *Drimys brasiliensis* Miers

Subclasse Hamamelidae

Ordem Urticales

38. Urticales

Família Ulmaceae

39. Tipo *Celtis* L.

40. *Trema micrantha* (L.) Blume

Ordem Fagales

- Família Betulaceae
  - 41. *Alnus* Mill.
- Subclasse Caryophyllidae
  - Ordem Caryophyllales
    - Família Amaranthaceae-Chenopodiaceae
      - 42. Tipo *Amaranthus* L. - Chenopodiaceae
    - Família Amaranthaceae
      - 43. Tipo *Iresine* P. Browne 1
      - 44. Tipo *Iresine* P. Browne 2
    - Família Caryophyllaceae
      - 45. Caryophyllaceae
- Subclasse Dilleniidae
  - Ordem Malvales
    - Família Malvaceae
      - 46. Malvaceae
  - Ordem Ericales
    - Família Ericaceae
      - 47. Tipo *Agarista* D. Don ex G. Don
  - Ordem Primulales
    - Família Myrsinaceae
      - 48. *Myrsine* L.
- Subclasse Rosidae
  - Ordem Fabales
    - Família Mimosaceae
      - 49. *Mimosa scabrella* Benth.
      - 50. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth.
    - Família Fabaceae
      - 51. Tipo *Vicia* L.
  - Ordem Haloragales
    - Família Haloragaceae
      - 52. *Myriophyllum* L.
  - Ordem Myrtales
    - Família Lythraceae
      - 53. *Cuphea carunculata* Koehne
    - Família Myrtaceae
      - 54. Myrtaceae
    - Família Melastomataceae
      - 55. Melastomataceae
  - Ordem Santalales
    - Família Loranthaceae
      - 56. *Phrygilanthus* Eichler
  - Ordem Celastrales
    - Família Aquifoliaceae
      - 57. *Ilex* L.
  - Ordem Euphorbiales
    - Família Euphorbiaceae
      - 58. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.
      - 59. Tipo *Croton* L.
  - Ordem Polygalales
    - Família Polygalaceae

- 60. *Polygala* L.
- Ordem Sapindales
  - Família Sapindaceae
    - 61. Sapindaceae
  - Família Anacardiaceae
    - 62. Anacardiaceae
- Ordem Apiales
  - Família Apiaceae
    - 63. *Eryngium* L.
- Ordem Lamiales
  - Família Lamiaceae
    - 64. Lamiaceae
- Ordem Plantaginales
  - Família Plantaginaceae
    - 65. *Plantago* L.
- Ordem Scrophulariales
  - Família Scrophulariaceae
    - 66. Tipo Scrophulariaceae
  - Família Bignoniaceae
    - 67. Bignoniaceae
- Ordem Dipsacales
  - Família Valerianaceae
    - 68. *Valeriana* L.
- Ordem Asterales
  - Família Asteraceae
    - 69. Tipo *Baccharis* L. 1
    - 70. Tipo *Baccharis* L. 2
    - 71. Tipo *Mutisia* L. f. 1
    - 72. Tipo *Mutisia* L. f. 2
    - 73. Tipo *Mutisia* L. f. 3
    - 74. Tipo *Vernonia* Schreb

#### Classe LILIOPSIDA

- Subclasse Commelinidae
  - Ordem Cyperales
    - Família Cyperaceae
      - 75. Cyperaceae
    - Família Poaceae
      - 76. Poaceae
- Subclasse Liliidae
  - Ordem Liliales
    - Família Liliaceae
      - 77. Tipo Liliaceae 1
      - 78. Tipo Liliaceae 2

#### Outros grãos de pólen

- 79. Tricolporado 1
- 80. Tricolporoidado 1
- 81. Tricolporados outros
- 82. Angiospermas indeterminadas

## 2. Descrições morfológicas e dados ecológicos dos palinomorfos

Informações obtidas de Spalding & Lorscheitter (2009, 2010).

### FUNGOS

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

Estampa I: 1.

Clamidósporo amarelado, esferoidal, psilado e com parede celular engrossada. Sempre preso a filamento de hifa cenocítica.

Diâmetro: 29-47  $\mu\text{m}$ .

Referências: Schüßler *et al.* (2001), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008), Roth & Lorscheitter (2008).

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

Dados ecológicos: gênero mais comum entre os fungos micorrízicos arbusculares, ocorrendo como endossimbionte em raízes de muitas plantas vasculares (Schüßler *et al.* 2001).

#### 2. *Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.

Estampa I: 2-4.

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

Diâmetro: cerca de 20  $\mu\text{m}$ .

Referências: Ciferri (1953), Van Geel (1978), Matteri (1987), Roth & Lorscheitter (2008).

Obs: citado para o Rio Grande do Sul pelo basônimo *Tilletia sphagni* Navashin (Neves & Lorscheitter 1992, Leonhardt & Lorscheitter 2007).

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

### 3. Tipo *Athelia* Pers.

Estampa I: 5.

Agrupamento de células de cor marrom-escuro, aproximadamente elipsoidal. Células pequenas, numerosas, irregular e densamente dispostas.

Diâmetro do agrupamento: eixo maior 42-70  $\mu\text{m}$

eixo menor 32-50  $\mu\text{m}$ .

Referências: Hooghiemstra (1984), Neves & Bauermann (2003), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008).

Dados ecológicos: o gênero é composto por organismos possivelmente patógenos de líquens e algas (Kirk *et al.* 2001).

### **Outros esporos**

#### 4. Esporo 1

Estampa I: 6.

Esporo hialino, fusiforme, psilado, com extremidades arredondadas e caracteristicamente mais espessadas.

Eixo maior: 23-35  $\mu\text{m}$ .

Eixo menor: 14-17  $\mu\text{m}$ .

#### 5. Esporo 2

Estampa I: 7.

Unidade de dispersão marrom-escuro, fusiforme, trisseptada, recoberta por um envoltório hialino com pequenas dobras irregulares por toda a superfície.

Eixo maior: 28-44  $\mu\text{m}$ .

Eixo menor: 16-20  $\mu\text{m}$ .

Referências: Neves & Lorscheitter (1992), Scherer & Lorscheitter (2008).

### 6. Esporo 3

Estampa I: 8.

Unidade de dispersão marrom-escuro, fusiforme, trisseptada, psilada.

Eixo maior: 25-39  $\mu\text{m}$ .

Eixo menor: 10-16  $\mu\text{m}$ .

### 7. Esporo 4

Estampa I: 9.

Unidade de dispersão marrom-escuro, fusiforme, monosseptada, psilada.

Eixo maior: cerca de 45  $\mu\text{m}$ .

Eixo menor: cerca de 12  $\mu\text{m}$ .

### 8. Esporo 5

Estampa I: 10-11.

Esporo marrom-escuro, esferoidal, pequeno, microequinado. Espinhos muito finos, densamente dispostos. Perfuração evidente, com espessamento marginal.

Diâmetro: cerca de 10  $\mu\text{m}$ .

Referência: Leonhardt & Lorscheitter (2007).

### 9. Esporo 6

Estampa I: 12-13.

Esporo marrom, esferoidal, tuberculado. Projeções irregularmente dispostas. Robusto.

Diâmetro: cerca de 20  $\mu\text{m}$ .

### 10. Hifas

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

## 11. Esporos outros

Esporos de diversos tamanhos e formas, que não apresentaram características morfológicas que permitissem sua identificação, porém, em conjunto, puderam fornecer subsídios às análises paleoambientais, sugerindo aumento de temperatura e umidade.

## ALGAS

### 12. *Botryococcus* Kützing

Estampa I: 14-15.

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

Diâmetro da colônia: eixo maior: 32-49  $\mu\text{m}$ .

eixo menor 20-35  $\mu\text{m}$ .

Referências: Hooghiemstra (1984), Neves & Bauermann (2003), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008), Roth & Lorscheitter (2008).

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

### 13. *Debarya* (De Bary) Wittrock

Estampa I: 16-17.

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

Diâmetro equatorial: cerca de 38  $\mu\text{m}$ .

Referências: Hooghiemstra (1984), Neves & Lorscheitter (1992), Neves & Bauermann (2003), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008), Roth & Lorscheitter (2008).

Obs: encontrados apenas fragmentos correspondentes a um dos hemisférios.

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

14. *Spirogyra* Link

Estampa I: 18-20.

Zigósporo hialino, às vezes amarelado, esferoidal a elipsoidal, reticulado. Retículo grosseiro e irregular.

Zigósporos elipsoidais: eixo maior: 64-87  $\mu\text{m}$

eixo menor: 40-48  $\mu\text{m}$ .

Zigósporos esferoidais: diâmetro com cerca de 70  $\mu\text{m}$ .

Referências: Hooghiemstra (1984), Neves & Lorscheitter (1992), Neves & Bauermann (2003), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008).

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

15. *Zygnema* C. Agardh

Estampa I: 21-22.

Zigósporo hialino, esferoidal a elipsoidal, psilado, apresentando reentrâncias circulares características, pequenas ou robustas, com distribuição regular por toda a superfície.

Eixo maior: 52-65  $\mu\text{m}$ .

Eixo menor: 26-36  $\mu\text{m}$ .

Referências: Van Geel (1978), Hooghiemstra (1984), Neves & Lorscheitter (1992), Neves & Bauermann (2003), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008), Roth & Lorscheitter (2008).

Dados ecológicos: em água doce e solos úmidos (Smith 1987, Joly 2002), ocorrendo também em água estagnada e rasa (Van Geel & Van Der Hammen 1977).

***Incertae sedis***16. *Pseudoschizaea rubina* Rossignol ex Christopher

Estampa I: 23-24.

Grão hialino, circular em vista frontal onde apresenta estrias finas e concêntricas, formando anéis e espiras às vezes incompletos.

Diâmetro em vista frontal: 35-43  $\mu\text{m}$ .

Referências: Christopher (1976), Lorscheitter (1989), Neves & Lorscheitter (1992), Neves & Bauermann (2003), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Scherer & Lorscheitter (2008), Roth & Lorscheitter (2008).

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

Dados ecológicos: palinomorfo sem afinidade botânica conhecida, possivelmente originado de algas dulciaquícolas (Rossignol 1962). Christopher (1976) refere-se a esse material como de um grupo incerto dentro das algas.

## BRIÓFITOS

### 17. *Aspiromitus punctatus* (L.) Schljakov

Estampa II: 1-2.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular em vista polar. Trilete, raios finos com extremidade bifurcada. Exospório reticulado-equinado no pólo distal, psilado no proximal. Retículo grosseiro e irregular com espinhos alongados e frequentemente bifurcados a trifurcados, alguns simples, sobre o muro do retículo.

Eixo equatorial: 66-72  $\mu\text{m}$ .

Obs: citado para o Rio Grande do Sul pelo basônimo *Anthoceros punctatus* L. (Lorscheitter 1989, Neves & Bauermann 2004, Leonhardt & Lorscheitter 2007).

Dados ecológicos: cosmopolita, em relvas úmidas (Schultz 1980).

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

Estampa II: 3-4.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a sub-triangular em vista polar. Trilete, raios com extremidade bifurcada. Exospório microequinado a psilado no pólo distal, psilado no proximal.

Eixo equatorial: 75-99  $\mu\text{m}$ .

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

19. *Sphagnum recurvum* P. Beauv

Estampa II: 5-6.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar, com zonas inter-angulares levemente convexas. Trilete. Exospório com característico espessamento trilobado no pólo distal, lobos irregularmente dispostos. Psilado no pólo proximal.

Eixo equatorial: 49-69  $\mu\text{m}$ .

Obs: ocorre na atual turfeira, segundo a morfologia descrita por Yano *et al.* (1985).

Dados ecológicos: *Sphagnum* vive em solos ácidos, sujeitos a inundações, como brejos e pântanos, em especial turfeiras. Também em lagoas rasas, em densas e extensas colônias (Joly 2002).

## 20. Briófitos outros

Esporos triletes com raios de extremidade bifurcada, porém com morfologia que não permitiu uma melhor identificação.

## PTERIDÓFITOS

21. *Osmunda* L.

Estampa II: 7-8.

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

Eixo equatorial: cerca de 80  $\mu\text{m}$ .

Obs: esporo frequentemente dobrado e fragmentado nas amostras.

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

22. *Dicksonia sellowiana* Hook.

Estampa II: 9-10.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, zonas interangulares quase retas, ângulos mais espessados e truncados. Trilete, margo desenvolvido. Exospório com projeções largas e irregulares no pólo distal, psilado no proximal. Robusto.

Eixo equatorial: 76-91  $\mu\text{m}$ .

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

23. *Lophosoria quadripinnata* (J.F. Gmelin) Christensen

Estampa III: 1-2.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular em vista polar. Zona equatorial fortemente expandida (*cingulum*). Trilete, raios proeminentes e verrucados. Exospório grosseiramente tuberculado e com algumas perfurações muito finas no pólo proximal, entre os raios. Pólo distal com várias perfurações também muito finas (punctado).

Eixo equatorial: cerca de 80  $\mu\text{m}$ .

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

Dados ecológicos: em ambientes úmidos e parcialmente sombreados, como barrancos e margens de formações florestais, desde as encostas de montanhas costeiras até 1000 m de altitude (Lorscheitter *et al.* 1999).

24. Cyatheaceae

Estampa III: 3-4.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, zonas interangulares retas a levemente côncavas. Trilete, raios muito longos e finos. Exospório psilado, com espessamento uniforme.

Eixo equatorial: 48-65  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: em florestas tropicais de montanha, florestas úmidas de montanha ou em florestas nebulares. Também ao longo de rios em locais rochosos (Tryon & Tryon 1982, Lorscheitter *et al.* 1999).

#### 25. Tipo *Anogramma* Link

Estampa III: 5-6.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular a triangular em vista polar, zonas interangulares retas a levemente convexas. Trilete, margo desenvolvido. Exospório com projeções alongadas e robustas no pólo distal, formando figura triangular com saliência irregular central.

Eixo equatorial: cerca de 65  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: o gênero ocorre como terrícola em áreas úmidas de variados ambientes (Tryon & Tryon 1982). No Rio Grande do Sul distribui-se aproximadamente entre 20 e 900 m de altitude (Lorscheitter *et al.* 2001).

#### 26. *Blechnum imperiale* (Fée & Glaziou) H. Chr.

Estampa III: 7.

Bilateral, amarelado-escuro, heteropolar, oblato e elipsoidal. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete com margo, exospório espesso, psilado. Robusto.

Eixo polar: 70-87  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: 94-110  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: espécie sub-arborescente vastamente dispersa em locais pantanosos e úmidos, junto de águas correntes no campo, mas também em locais mais secos em matas e capoeiras. No Rio Grande do Sul ocorre preferencialmente em turfeiras do Planalto (Sehnem 1968).

#### 27. Tipo *Blechnum* L.

Estampa III: 8.

Bilateral, amarelo-claro, heteropolar, oblato e elipsoidal. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete com margo, exospório psilado.

Eixo polar: 36-40  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: 53-55  $\mu\text{m}$ .

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

Dados ecológicos: o gênero é composto por plantas terrícolas, rupestres ou algumas vezes epifíticas. Na América tropical cresce em florestas tropicais, florestas de montanha e florestas nebulares. Também em margem de córregos e rios. Ocorre em pântanos e turfeiras, em florestas de galeria e em savanas. Algumas espécies vivem em locais alterados (Tryon & Tryon 1982). Gênero predominante no hemisfério sul (Sehnem 1968).

#### 28. *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price

Estampa III: 9-12.

Bilateral, heteropolar, oblato e elipsoidal. Elíptico em vista polar. Monolete com margo. Exospório verrucado, verrugas robustas e de tamanho uniforme, expandidas e distanciadas, de contorno regular.

Eixo polar: cerca de 50  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: 63-70  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial menor: cerca de 40  $\mu\text{m}$ .

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

#### 29. Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.

Estampa IV: 1.

Bilateral, heteropolar, oblato e elipsoidal. Elíptico em vista polar e plano-convexo em vista equatorial. Monolete. Exospório verrucado, verrugas robustas e irregulares, distribuídas por toda a superfície, diminuindo em direção ao pólo proximal.

Eixo polar: 59-73  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: 78-97  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: a espécie é epifítica a epipétrica, em locais sombreados e abertos, desde florestas de baixas altitudes até florestas nebulares e em rochas semi-sombreadas.

No Rio Grande do Sul é encontrada em quase todas as regiões fisiográficas (Lorscheitter *et al.* 2005).

### 30. Tipo *Polypodium* L.

Estampa IV: 2.

Bilateral, heteropolar, oblato e elipsoidal. Elíptico em vista polar, plano-convexo em vista equatorial. Monolete, margo geralmente desenvolvido. Exospório verrucado, verrugas pequenas, uniformemente distribuídas.

Eixo polar: 46-59  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: 67-82  $\mu\text{m}$ .

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

Dados ecológicos: o gênero apresenta espécies de ambientes variados. Na América geralmente cresce em áreas baixas de florestas tropicais, florestas de montanha ou florestas nebulares (Tryon & Tryon 1982). No Rio Grande do Sul ocorre, em geral, como plantas epífíticas em matas (Lorscheitter *et al.* 2005).

### 31. *Huperzia* Bernh.

Estampa IV: 3-4.

Radiossimétrico, heteropolar, subtriangular em vista polar, com zonas inter-angulares levemente convexas. Trilete. Exospório foveolado no pólo distal, psilado no proximal. Perfurações regularmente distribuídas.

Eixo equatorial: 53-59  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero com a maioria das espécies epífíticas, ocorrendo dentro de matas (Lorscheitter *et al.* 1998).

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

Estampa IV: 5-6.

Radiossimétrico, heteropolar, circular a subtriangular com zonas inter-angulares convexas em vista polar. Trilete. Exospório baculado, báculas pequenas, menores no pólo proximal, densamente distribuídas.

Eixo equatorial: 40-49  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: terrícola, em ambientes úmidos, comuns no Rio Grande do Sul (Lorscheitter *et al.* 1998).

### 33. *Isoëtes* L.

Micrósporo

Estampa IV: 7.

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

Eixo polar: com paraexospório: 22-37  $\mu\text{m}$ .

sem paraexospório: 13-27  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior: com paraexospório: 30-39  $\mu\text{m}$

sem paraexospório: cerca de 30  $\mu\text{m}$ .

Megásporo

Estampa IV: 8-10.

Radiossimétrico, heteropolar. Subtriangular a circular em vista polar, com *cingulum*. Trilete, frequentemente com raios de extremidade auriculada. Reticulado a escabrado no pólo distal, psilado no proximal. Exospório externo lamelar e lacunoso, lacuna fina a espessa.

Eixo equatorial: 450-500  $\mu\text{m}$ .

Obs: os megásporos foram encontrados no material maior que 250  $\mu\text{m}$ , separado durante a filtragem de cada amostra.

Dados ecológicos: gênero de plantas aquáticas, palustres ou terrícolas, geralmente submersas e/ou anfíbias em lagos de águas rasas ou margem de lagos, poças ou córregos, solos arenosos úmidos e em turfeiras, com distribuição cosmopolita (Tryon & Tryon 1982, Fuchs-Eckert 1986). No Rio Grande do Sul e Santa Catarina em banhados e águas correntes (Fuchs-Eckert 1986, Lorscheitter *et al.* 2009).

## 34. Pteridófitos outros

Esporos sem possibilidade de distinção da marca ou mal preservados, com morfologia que não permitiu melhor identificação.

### GIMNOSPERMAS

35. *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Estampa V: 1.

Globoso, aproximadamente esférico, radiosimétrico, isopolar. Robusto. Inaperturado, escabrado. Exina frágil, resultando em dobras irregulares. Presença de dois minúsculos descolamentos da exina, opostos, pouco perceptíveis.

Diâmetro: 56-92  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: típica do Sul e das regiões alto-montanas do Sudeste do Brasil (Joly 2002, Reitz *et al.* 1983, Souza & Lorenzi 2008). No Rio Grande do Sul, ocorre em maior concentração no Planalto oriental. Espécie pioneira e heliófila, é a árvore mais importante e expressiva na fisionomia do Planalto, caracterizando a região (Rambo 1956). Irradia-se como elemento isolado sobre os campos limpos, formando agrupamentos, de início bastante esparsos, que vão se tornando cada vez mais densos, até constituir capões de pinhais. Preferencialmente em depressões dos campos, junto a cursos d'água, onde se iniciam os capões e matas de galeria, que se estendem por quase todos os campos (Reitz *et al.* 1983). Como pioneira, possibilita a expansão das florestas sobre os campos do Planalto (Backes & Irgang 2002).

36. *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Estampa V: 2-3.

Elipsoidal, oblato, bilateral, heteropolar. Bissacado, escabrado. Leptoma no pólo distal. Sacos grandes, formados por descolamento da exina, apresentando linhas finas e irregulares. Comprimento total (incluindo sacos): 61-77  $\mu\text{m}$ .

Altura total (incluindo sacos): 34-60  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial maior (excluindo sacos): 32-60  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial menor (excluindo sacos): 29-53  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar (excluindo sacos): cerca de 32  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: ocorrência concentrada em florestas das regiões Sul e Sudeste do Brasil (Souza & Lorenzi 2008). Distribuição limitada à zona da Araucária nos Estados do Sul do Brasil, com limite norte na Serra da Mantiqueira. (Reitz *et al.* 1983). Pioneira precursora em campos e capoeiras, com excelente regeneração natural em vegetação secundária (Backes & Irgang 2002). Citada para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

## ANGIOSPERMAS

### 37. *Drimys brasiliensis* Miers

Estampa V: 4-6.

Tétrade tetraédrica. Grão globoso, levemente oblato, radiosimétrico, heteropolar. Monoulcerado, per-reticulado. *Ulcus* no pólo distal. Retículo grosseiro, irregularmente disposto, diminuindo em direção à abertura, até desaparecer junto ao *ulcus*. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro da tétrade: cerca de 51  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial (grão): cerca de 32  $\mu\text{m}$

Eixo polar (grão): cerca de 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: árvore pioneira de pequeno porte (Backes & Irgang 2002), principalmente em áreas alagadas e em florestas de altitude do Sudeste e Sul do Brasil (Souza & Lorenzi 2008). Acompanha a Mata com Araucária sobre o Planalto, na interface campo-floresta (Backes & Irgang 2002). Esciófita ou de luz difusa, menos encontrada como heliófita. Levemente seletiva higrófito (Trinta & Santos 1997).

### 38. Urticales

Estampa V: 7.

Subtriangular em vista polar, radiosimétrico, isopolar. Pequeno. Triporado, psilado. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 21-32  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: ervas, arbustos ou árvores, em geral relacionados a ambiente de mata (Barroso 1978, Schultz 1990).

39. Tipo *Celtis* L.

Estampa V: 8-9.

Circular em vista polar, radioassimétrico, isopolar. Triporado, psilado. Espessamento anelar ao redor dos poros. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 25-31  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero composto por árvores ou arbustos (Schultz 1990). Citada por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

40. *Trema micrantha* (L.) Blume

Estampa V: 10-11.

Oblato-esferoidal, bilateral. Elíptico nas vistas polar e equatorial, apolar. Pequeno. Biporado, verrucado. Espessamento ao redor dos poros, verrugas muito tênues. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial maior: 20-22  $\mu\text{m}$ .

Diâmetro menor: 18-20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: árvore considerada entre as pioneiras mais comuns no Sul do Brasil e também a mais amplamente distribuída. Importante na recomposição de áreas degradadas ou mesmo em reflorestamento inicial (Schultz 1990, Backes & Irgang 2002). Ampla ocorrência, comum em florestas secundárias. (Souza & Lorenzi 2008). Encontrada na orla das matas e nos capoeirões, onde é muito frequente (Reitz *et al.* 1983). Citada por Rambo (1994) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

41. *Alnus* Mill

Estampa V: 12.

Aproximadamente poligonal em vista polar, radioassimétrico, isopolar. Estefanoporado, psilado. Cinco poros apresentando espessamento anelar. Característicos espessamentos em forma de arco, conectando os poros. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 26-38  $\mu\text{m}$ .

Obs: não incluído nas análises paleoambientais.

Dados ecológicos: em florestas nos Andes tropicais e subtropicais. Ausente no Brasil (Joly 2002, Souza & Lorenzi 2008). Segundo Roth & Lorscheitter (1993) indica ventos

de oeste no Planalto do Rio Grande do Sul devido à capacidade de transporte a longas distâncias pela atmosfera.

42. Tipo *Amaranthus* L. – Chenopodiaceae

Estampa V: 13-16.

Esferoidal, radiossimétrico, apolar. Pequeno. Pantoporado, psilado. Poros numerosos e regularmente dispostos. Exina espessa, columelas evidentes.

Diâmetro: cerca de 17  $\mu\text{m}$ .

Obs: o pólen de *Amaranthus* e de Chenopodiaceae apresenta grande semelhança morfológica, tornando muito difícil a separação taxonômica.

Dados ecológicos: representantes de *Amaranthus* ocorrem como ervas ruderais (Joly 2002, Souza & Lorenzi 2008). Chenopodiaceae compõem-se de ervas anuais ou perenes em campos (Barroso 1978, Schultz 1990).

43. Tipo *Iresine* P. Browne 1

Estampa V: 17-19.

Esferoidal, radiossimétrico, apolar. Pequeno. Pantoporado, per-reticulado. Um poro em cada lúmen do retículo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: cerca de 22  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas ou subarbustos anuais ou perenes, com distribuição nas regiões quentes e temperadas da América e África. Em campos secos e arenosos, clareiras ou borda de matas (Vasconcellos 1973, Schultz 1990). Gênero citado por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

44. Tipo *Iresine* P. Browne 2

Estampa V: 20-21.

Esferoidal, radiossimétrico, apolar. Pantoporado, per-reticulado. Lumens robustos, dando ao grão um aspecto facetado. Um poro em cada lúmen do retículo. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Diâmetro: cerca de 37  $\mu\text{m}$ .

Obs: diferencia-se de Tipo *Iresine* 1 pelo tamanho do grão e pelo retículo com lumens proporcionalmente maiores.

Dados ecológicos: como no Tipo *Iresine* 1.

#### 45. Caryophyllaceae

Estampa V: 22-23.

Esferoidal, radioossimétrico, apolar. Pantoporado, psilado. Poros regularmente dispostos, com espessamento anelar. Punctitegilado. Columelas evidentes.

Diâmetro: 33-48  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: ervas anuais ou perenes. Distribuição cosmopolita, concentrada em regiões temperadas (Joly 2002, Barroso 1978, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). No Brasil, as espécies nativas podem ser encontradas em geral em ambientes abertos, principalmente em campos naturais e cerrados. Mais comuns na região Sul (Souza & Lorenzi 2008). Citada por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

#### 46. Malvaceae

Estampa V: 24-25.

Circular em vista polar, radioossimétrico, isopolar. Robusto. Tetraporado, equinado. Poros com espessamento anelar. Espinhos grandes, com base larga, regularmente dispostos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 54-64  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: ervas, subarbustos ou arbustos, raramente árvores de pequeno porte (Joly 2002, Barroso 1978, Schultz 1990). Distribuição predominantemente pantropical, em distintos ambientes, como florestas estacionais, campos rupestres, bordas de manguezais, caatingas e cerrados (Souza & Lorenzi 2008).

#### 47. Tipo *Agarista* D. Don ex G. Don

Estampa V: 26-28.

Tétrade tetraédrica. Grão globoso, suboblato a oblato, radioossimétrico, isopolar. Tricolporado, psilado. Colporos com margo. Estratificação obscura.

Diâmetro da tétrade: cerca de 45  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial: cerca de 33  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 24  $\mu\text{m}$ .

Obs: citado para o Rio Grande do Sul como *Leucothoe* D. Don.

Dados ecológicos: gênero de pequenos arbustos ou ervas, ocorrendo em campos de altitude do Sul e Sudeste do Brasil (Souza & Lorenzi 2008). Em diferentes condições edáficas no Planalto oriental do Rio Grande do Sul, como solos rochosos, campos, banhados, turfeiras ou capoeiras de topos de morro (Marques 1975).

48. *Myrsine* L.

Estampa VI: 1.

Circular a levemente quadrangular em vista polar, radioossimétrico, isopolar. Tetracolporoidado, psilado. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 28-38  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de espécies arbóreas pioneiras, amplamente dispersadas pela fauna e com capacidade de desenvolvimento em qualquer tipo de solo (Backes & Irgang 2002). Bem comum nas florestas do Sudeste brasileiro (Souza & Lorenzi 2008). Citado por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

49. *Mimosa scabrella* Benth.

Estampa VI: 2.

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

Diâmetro da tétrade: 11-15  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial (grão): cerca de 8  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar (grão): cerca de 6  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: árvore pioneira mais importante da mata com Araucária, encontrada no limite entre a mata e o campo. Os nódulos radiculares e a queda das folhas permitem incorporação de nitrogênio e fósforo ao solo (Backes & Irgang 2002). Característica do Planalto sul-brasileiro (Schultz 1990). Heliófita, em especial nas associações secundárias, podendo formar densos agrupamentos (Burkart 1979). Vastamente dispersa pelos capoeirões do Planalto oriental do Rio Grande do Sul, onde está circunscrita à

mata com Araucária. Situada em maiores altitudes, entre 700 e 1200 metros (Reitz *et al.* 1983). Citada por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

50. *Mimosa* ser. *Lepidotae* Benth

Estampa VI: 3.

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

Diâmetro da tétrade: 31-35  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial (grão): 17-22  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar (grão): 13-17  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: subarbusto até árvore, em locais úmidos a pantanosos (Burkart 1979, Lins & Baptista 1990).

51. Tipo *Vicia* L.

Estampa VI: 4-5.

Prolato, radioassimétrico, isopolar. Robusto. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado, per-reticulado. Retículo tênue e fino. Endoabertura conspícua, circular. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 36-43  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 58-65  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero com espécies nativas do Brasil normalmente de porte baixo, trepadeiras, com gavinhas. Comuns em campos do Estado, entremeadas a espécies herbáceas ou arbustivas, formando touceiras ou prostradas sobre o solo, ou em margem de caminhos (Bastos 1996, Schultz 1990). Rambo (1956) cita o gênero para o Planalto do Rio Grande do Sul.

52. *Myriophyllum* L.

Estampa VI: 6-8.

Aproximadamente quadrangular em vista polar, radioossimétrico, isopolar. Tetraporado, psilado a levemente verrucado. Poros salientes com espessamento anelar. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 30-34  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas aquáticas ou palustres, ocorrendo principalmente na região Sul do Brasil. Rápido crescimento, com ramos submersos e aéreos (Fevereiro 1975, Souza & Lorenzi 2008). Gênero citado por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

53. *Cuphea carunculata* Koehne

Estampa VI: 9.

Triangular em vista polar, radioossimétrico, isopolar. Zonas interangulares aproximadamente retilíneas. Tricolporado, psilado. Aberturas nos ângulos, nitidamente projetadas. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 22-27  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: *Cuphea* distribui-se na América do Sul e Central, em regiões quentes e temperadas. Compõe-se de ervas ou arbustos de campos úmidos ou secos, podendo também ocorrer em borda de mata, mata aberta, em clareiras ou mesmo banhados (Lourteig 1969).

## 54. Myrtaceae

Estampa VI: 10.

Triangular em vista polar, radioossimétrico, isopolar. Zonas interangulares retilíneas a levemente convexas. Tricolporado, psilado. Colporos unidos na região do apocólpio, formando uma figura triangular. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 19-28  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: árvores ou arbustos, raramente subarbustos, distribuição predominantemente pantropical e subtropical (Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). Encontram-se entre as famílias mais comuns da maioria das formações florestais, com

destaque para a Floresta Atlântica e para a Floresta de Restinga (Souza & Lorenzi 2008). Contém o maior número de espécies da flora arbórea no Rio Grande do Sul e destaca-se também pela grande densidade de ocorrência em diferentes formações florestais (Sobral 2003). Vários gêneros citados para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

#### 55. Melastomataceae

Estampa VI: 11.

Prolato, radioossimétrico, isopolar. Tricolporado, psilado. Pseudocolpos intercalados aos colporos. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: cerca de 19  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 33-40  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: ervas, arbustos ou árvores, menos frequentemente epífitas ou lianas (Souza & Lorenzi 2008). Tropicais ou subtropicais, maioria na América do Sul (Barroso 1984, Joly 2002, Schultz 1990). Encontra-se entre as principais famílias da flora brasileira (Souza & Lorenzi 2008), com várias espécies no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

#### 56. *Phrygilanthus* Eichler

Estampa VI: 12.

Triangular em vista polar, com zonas interangulares côncavas e ângulos truncados. Radioossimétrico, isopolar. Tricolporado, colporos unidos na região do apocólpio. Exina frouxa na zona equatorial interangular, formando uma camada hialina de projeções densamente dispostas.

Eixo equatorial: 26-30  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de plantas hemiparasitas, sobre árvores (Schultz 1990). Citado por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

57. *Ilex* L.

Estampa VI: 13-15.

Prolato-esferoidal a prolato, radioossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporado, clavado. Clavas pequenas, densamente dispostas. Estratificação obscura. Eixo equatorial: 26-35  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 34-45  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: constituído por arbustos ou árvores. Distribuição cosmopolita, ocorrendo principalmente nos estados do Sul e Sudeste do Brasil (Souza & Lorenzi 2008). No Sul é encontrado nas matas do Planalto, da encosta atlântica e da restinga litorânea (Edwin & Reitz 1967). Citado por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

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

Estampa VI: 16-17.

Subprolato, radioossimétrico, isopolar. Circular em vista polar. Tricolporado, psilado. Opérculo alongado nas aberturas. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 25-35  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 31  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: arbustos ou árvores (Smith *et al.* 1988). Espécie polimórfica de ampla distribuição, ocorrendo em quase todas as formações naturais (Souza & Lorenzi 2008). Muito abundante nas matas do Sul do Brasil (Schultz 1990, Backes & Irgang 2002). Mais frequente em áreas abertas, como clareiras ou matas alteradas. Regenera-se abundantemente nas capoeiras (Backes & Irgang 2002).

59. Tipo *Croton* L.

Estampa VI: 18-20.

Esférico, radioossimétrico, apolar, frequentemente com dobras irregulares. Robusto. Inaperturado, verrucado. Verrugas dispostas concentricamente, seguindo o padrão *Croton*.

Diâmetro: 47-65  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de árvores, arbustos ou ervas, em regiões tropicais (Smith *et al.* 1988). Em campos, brejos, pântanos (Marchant *et al.* 2002). Comum em quase todos os ecossistemas brasileiros (Souza & Lorenzi 2008). Rambo (1956) cita o gênero para o Planalto do Rio Grande do Sul.

60. *Polygala* L.

Estampa VI: 21-22.

Prolato, radiossimétrico, isopolar. Estefanocolporado, psilado. Colporos longos e estreitos, com endoaberturas unidas formando uma faixa contínua na região equatorial. Columelas pouco evidentes.

Eixo equatorial: 21-23  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 31-35  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero composto por ervas ou arbustos, anuais, bianuais ou perenes (Lüdtke & Miotto 2004). Ampla distribuição, especialmente em áreas neotropicais, exceto Austrália e Nova Zelândia (Marques & Gomes 2002). Em solos secos ou úmidos, campos, banhados, turfeiras, bordas de mata, dunas e margem de estrada (Lüdtke & Miotto 2004). Citado para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

61. Sapindaceae

Estampa VI: 23-24.

Triangular em vista polar, radiossimétrico, isopolar. Tricolporado, per-reticulado. Colporos unidos na região do apocolpio, formando uma figura triangular. Retículo muito fino. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 42  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: arbustos, árvores ou lianas, ocasionalmente ervas. Distribuição cosmopolita, ocorrendo principalmente nos trópicos e subtropicais, raramente nas regiões temperadas (Barroso 1984, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). Citada por Rambo (1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

## 62. Anacardiaceae

Estampa VI: 25-26.

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

Eixo equatorial: cerca de 22  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 36  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: arbustos ou árvores, raramente lianas ou ervas. Distribuição predominantemente tropical e subtropical, ocorrendo também nas regiões temperadas (Joly 2002, Barroso 1984, Souza & Lorenzi 2008), em diversos ambientes, como interior ou borda de matas poucos densas, capões, margem de riachos, encostas de morros e campos alterados (Fleig 1987). Citada por Rambo (1956) para a mata com Araucária.

63. *Eryngium* L.

Estampa VI: 27-29.

Subprolato a perprolato, radioossimétrico, isopolar. Elíptico a elíptico-comprimido em vista equatorial. Tricolporado, psilado. Colporos longos com endoaberturas retangulares. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 19-37  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 36-46  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas geralmente campestres (Schultz 1990), podendo ocorrer em capoeiras, locais encharcados, pântanos, lagoas e turfeiras (Irgang 1974). Frequentes nos campos e brejos do Brasil meridional (Joly 2002). Possuem grande expressão na Região Sul do Brasil, principalmente em áreas alagáveis (Souza & Lorenzi 2008). No Rio Grande do Sul encontra-se principalmente na região do Planalto (Aparados da Serra e Campos de Cima da Serra), (Irgang 1974). Várias espécies citadas por (Rambo 1956) para o Planalto do Rio Grande do Sul.

## 64. Lamiaceae

Estampa VI: 30-32.

Aproximadamente circular em vista polar, radiosimétrico, isopolar. Em geral robusto, tamanho variável. Estefanocolpado, per-reticulado. Seis colpos. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 35-56  $\mu\text{m}$ .

Obs: provavelmente as distintas diferenças em tamanho estejam relacionadas a diferentes táxons dentro da família.

Dados ecológicos: ervas anuais ou perenes, subarbustos ou arbustos, raramente árvores de pequeno porte. Distribuição cosmopolita, em regiões montanhosas subtropicais (Joly 2002, Barroso 1986, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008).

65. *Plantago* L.

Estampa VI: 33-34.

Esférico, radiosimétrico, apolar. Pantoporado, poros tênues e distanciados. Verrucado, verrugas delicadas. Columelas evidentes.

Diâmetro: 26-35  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: plantas herbáceas campestres ou ruderais, ocorrendo em terrenos arenosos da restinga, campos secos até pantanosos, banhados e turfeiras (Rahn 1966). Gênero cosmopolita, preferindo as zonas temperadas e frias (Schultz 1990). Ocorre no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

## 66. Tipo Scrophulariaceae

Estampa VII: 1-3.

Subprolato a prolato, radiosimétrico, isopolar. Muito pequeno e hialino. Elipsoidal em vista equatorial. Tricolporado, per-reticulado. Retículo muito fino e tênue. Estratificação obscura.

Eixo equatorial: 8-11  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 14  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: família de ervas, subarbustos ou arbustos, menos frequentemente árvores. Distribuição cosmopolita (Barroso 1986, Schultz 1990, Souza & Lorenzi

2008). Várias espécies campestres ou ruderais no Brasil (Ichaso & Barroso 1970). Família citada para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

67. Bignoniaceae

Estampa VII: 4-8.

Subprolato, radiosimétrico, isopolar. Em geral robusto. Aproximadamente circular em vista polar, elíptico em vista equatorial. Tricolpado, per-reticulado. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 32-70  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 42  $\mu\text{m}$ .

Obs: provavelmente as distintas diferenças em tamanho estejam relacionadas a diferentes táxons dentro da família.

Dados ecológicos: plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas, também lianas (Joly 2002, Souza & Lorenzi 2008). Distribuição pantropical, predominantemente neotropical, poucas distribuídas nas zonas temperadas (Barroso 1986, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). Rambo (1956) cita várias espécies para o Planalto do Rio Grande do Sul.

68. *Valeriana* L.

Estampa VII: 9-12.

Subprolato, radiosimétrico, isopolar. Circular em vista polar, circular a elíptico em vista equatorial. Tricolpado, microequinado. Colpos longos. Espinhos muito finos, distanciados, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 30-36  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 36  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas ou subarbustos, raramente trepadeiras. Ocorre em campos rupestres, interior e margem de florestas, margem de matas de galeria e banhados (Sobral 1999). Maioria das espécies encontradas em campos de altitude no Brasil (Souza & Lorenzi 2008). Ampla distribuição no Rio Grande do Sul (Sobral 1999), citado por Rambo (1956) para o Planalto do Estado.

69. Tipo *Baccharis* L. 1

Estampa VII: 13-15.

Subprolato, radiosimétrico, isopolar. Circular em vista polar, circular a elíptico em vista equatorial. Tricolporado, equinado. Espinhos conspícuos, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 28-31  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 29-32  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas ou arbustos, frequentes nos campos do Brasil (Joly 2002, Souza & Lorenzi 2008). Segundo Rambo (1956), muitos se destacam nos campos do Planalto do Rio Grande do Sul.

70. Tipo *Baccharis* L. 2

Estampa VII: 16-17.

Oblato esferoidal, radiosimétrico, isopolar. Circular em vista equatorial. Tricolporado, equinado. Espinhos pequenos, regularmente distribuídos. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 26  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 24  $\mu\text{m}$ .

Obs: diferencia-se do Tipo *Baccharis* 1 pelos espinhos nitidamente menores.

Dados ecológicos: como no Tipo *Baccharis* 1.

71. Tipo *Mutisia* L. f. 1

Estampa VII: 18-19.

Subprolato a prolato, radiosimétrico, isopolar. Robusto. Elíptico-fusifforme em vista equatorial, com pólos projetados. Tricolporado, psilado, columelas vistas por transparência. Colporos longos. Endoabertura lalongada, unindo-se às demais para formar uma faixa contínua ao redor do equador. Exina biestratificada com columelas evidentes. Estrato inferior mais espesso na zona equatorial, tornando-se mais fino que o estrato superior nos pólos.

Eixo equatorial: 38-42  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 49-60  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas, arbustos, lianas e árvores. Maioria das espécies com formas de vida relacionadas principalmente a ambientes campestres (Mondim 1996).

72. Tipo *Mutisia* L. f. 2

Estampa VII: 20-21.

Subprolato, radiosimétrico, isopolar. Aproximadamente elíptico-fusiforme em vista equatorial, com pólos levemente afilados. Tricolporado, rugulado. Colporos longos, endoabertura circular, com espessamento marginal. Exina biestratificada com columelas evidentes. Estratos com espessura uniforme.

Eixo equatorial: cerca de 33  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 39  $\mu\text{m}$ .

Obs: diferencia-se do Tipo *Mutisia* 1 pelo tamanho menor do grão, pela ornamentação rugulada e pelas columelas dispostas em estratos com espessura uniforme.

Dados ecológicos: como no Tipo *Mutisia* 1.

73. Tipo *Mutisia* L. f. 3

Estampa VII: 22-23.

Prolato, radiosimétrico, isopolar. Oval em vista equatorial. Tricolporado, rugulado. Exina biestratificada com columelas evidentes. Estratos com espessura uniforme.

Eixo equatorial: 32-38  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 60-67  $\mu\text{m}$ .

Obs: diferencia-se do Tipo *Mutisia* 1 e do Tipo *Mutisia* 2 principalmente pelo formato oval e alongado do grão. Nas interpretações paleoambientais os três tipos de *Mutisia* foram avaliados em conjunto.

Dados ecológicos: como no Tipo *Mutisia* 1.

74. Tipo *Vernonia* Schreb

Estampa VII: 24-27.

Subtriangular em vista polar, radiosimétrico, isopolar. Tricolporado, per-reticulado equinado, lofado. Muro muito alto portando espinhos robustos, regularmente distribuídos, podendo mascarar as aberturas. Columelas evidentes, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 37-42  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: gênero de ervas, subarbustos, arbustos e árvores. Ocorre em distintos ambientes como campos, banhados, capoeiras, borda e interior de matas e margem de rios, também como ruderais (Matzenbacher & Mafioleti 1994). Espécies do gênero são frequentes nos campos do Brasil (Souza & Lorenzi 2008), muitas ocorrendo no Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

#### 75. Cyperaceae

Estampa VIII: 1-3.

Prolato-esferoidal a subprolato, radioossimétrico, heteropolar. Pólo distal em geral alargado, afinando em direção ao pólo proximal. Inaperturado, monoulcerado ou sulcado com um número variável de sulcos na região equatorial. Escabrado, ornamentação mais grosseira nas aberturas. Columelas nem sempre evidentes.

Eixo equatorial: 35-37  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: 40-43  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: família de ervas de pequeno porte, em geral rizomatosas, raramente lianas ou plantas arborescentes. Distribuição cosmopolita. No Brasil principalmente em áreas abertas e alagáveis, podendo ser também relativamente comum nas bordas de florestas (Joly 2002, Souza & Lorenzi 2008). Rambo (1956) cita vários gêneros e espécies para o Planalto do Rio Grande do Sul.

#### 76. Poaceae

Estampa VIII: 4-5.

Esférico, radioossimétrico, heteropolar, em geral com dobras irregulares. Circular nas vistas polar e equatorial. Monoporado, psilado. Poro no pólo distal, com espessamento anelar. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: 45-60  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 52  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: família de ervas geralmente rizomatosas, às vezes lignificadas (bambus), perenes ou anuais. Distribuição cosmopolita, principal componente das formações campestres em todo o mundo (Joly 2002, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). No Rio Grande do Sul existem em distintos ambientes de campo, com poucas

espécies de mata (Boldrini *et al.* 2005). Rambo (1956) cita vários gêneros e espécies para o Planalto do Rio Grande do Sul.

#### 77. Tipo Liliaceae 1

Estampa VIII: 6-9.

Elíptico em vista polar, bilateral, heteropolar. Monossulcado, per-reticulado. Sulco longo no pólo distal. Retículo fino, de variado tamanho de lúmen. Columelas evidentes.

Eixo equatorial maior: 32-49  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial menor: 22-27  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: família composta por ervas perenes, geralmente bulbosas (Joly 2002, Schultz 1990, Souza & Lorenzi 2008). Em quase todo o mundo, desde a zona quente até as temperadas. Poucos gêneros no Brasil (Joly 2002). Família citada para o Planalto do Rio Grande do Sul (Rambo 1956).

#### 78. Tipo Liliaceae 2

Estampa VIII: 10-12.

Elíptico em vista polar, bilateral, heteropolar. Monossulcado, per-reticulado. Sulco longo no pólo distal. Retículo grosseiro. Columelas evidentes.

Eixo equatorial maior: cerca de 53  $\mu\text{m}$ .

Eixo equatorial menor: cerca de 32  $\mu\text{m}$ .

Obs: diferencia-se do Tipo Liliaceae 1 pelo tamanho maior do grão e diâmetro mais avantajado dos lumens do retículo.

Dados ecológicos: como no Tipo Liliaceae 1.

### **Outros grãos de pólen**

#### 79. Tricolporado 1

Estampa VIII: 13-16.

Prolato-esferoidal, radiossimétrico, isopolar. Subtriangular em vista polar, aproximadamente circular em vista equatorial. Tricolporado, per-reticulado. Columelas longas, sustentando o muro.

Eixo equatorial: 20-27  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 21  $\mu\text{m}$ .

#### 80. Tricolporoidado 1

Estampa VIII: 17-18.

Perprolato, radiossimétrico, isopolar. Elíptico em vista equatorial. Tricolporoidado, psilado. Columelas evidentes.

Eixo equatorial: cerca de 17  $\mu\text{m}$ .

Eixo polar: cerca de 35  $\mu\text{m}$ .

#### 81. Tricolporados outros

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

#### 82. Angiospermas indeterminadas

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

Estampa I

Estampa II

Estampa III

Estampa IV

Estampa V

Estampa VI

Estampa VII

Estampa VIII

Tabela 1. Separação dos palinomorfos contados

### 3. Descrição do perfil sedimentar

#### ZONA I (Profundidade: 390 – 299 cm)

Sedimento argilo-arenoso (areia fina) plástico ao longo de toda a zona, apresentando poucos grânulos grosseiros na metade inferior e raros grãos de areia grossa na superior. Coloração variando de amarelo-claro à laranja nos níveis inferiores, tornando-se verde-claro acinzentado na porção mediana e cinza claro próximo ao topo da zona.

Intervalo de tempo estimado: 34300 – 29500 anos AP.

Número de amostras: 7

O somatório dos táxons regionais apresenta frequência muito alta em porcentagem, com amplo predomínio dos indicadores de campo (67,4 – 85,3%) sobre os de mata (0 – 26,0%), (Fig. 2). Poaceae (34 – 66,7%) é o táxon dominante, seguido por Tipo *Baccharis* 1 (5,3 – 28%), *Plantago* (0 – 7,9%), Tipo *Mutisia* (0 – 6,0%) e Tipo *Vernonia* (0 – 2,6%). Com frequência bem inferior, abaixo de 1,0%, estão Caryophyllaceae e *Cuphea carunculata* (Fig. 2).

Os indicadores de mata têm porcentagens baixas na zona, apresentando valores mais altos na metade inferior, como o observado em seu somatório (Fig. 2). Destaca-se o Tipo *Polypodium* (0 – 6,9%), seguido por *Podocarpus lambertii* (0 – 4,7%), *Dicksonia sellowiana* (0 – 4,0%), *Myrsine* (0 – 4,0%), *Huperzia* (0 – 4,0%), Cyatheaceae (0 - 4,0%), *Araucaria angustifolia* (0 – 2,3%), Myrtaceae (0 – 2,6%) e *Trema micrantha* (0 – 2,0%). Com frequência inferior, abaixo de 1,0%, estão Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Tipo *Anogramma*, Anacardiaceae, *Pecluma pectinatiformis* e Sapindaceae (Fig. 2).

No diagrama composto é bem evidente o predomínio dos componentes de campo, estando os de mata com valores mais altos na metade inferior da zona, tendo grande redução na sua porção final (Fig. 2).

O somatório dos táxons de ambiente indeterminado (6,0 – 20,9%) apresenta porcentagem mais alta na porção central da zona, decaindo em geral em direção ao topo (Fig. 2). Destaca-se *Eryngium* (2,0 – 9,3%), seguido por *Valeriana* (0 – 8,6%), Pteridófitos outros (0 – 6,7%), Angiospermas indeterminadas (0 – 6,7%), Malvaceae (0 – 5,3%), Tricolporados outros (0 – 4,7%), Tricolporado 1 (0 – 3,0%), Tipo Liliaceae 2 (0 – 2,9%) e Tipo *Croton* (0 – 2,3%), (Fig. 2).

Ao contrário dos diagramas de porcentagem, a taxa de acumulação polínica dos táxons regionais é muito escassa em toda a zona (Fig. 3).

O somatório dos táxons locais apresenta frequência relativamente alta em porcentagem, com predomínio de indicadores de pântano herbáceo (65,9 – 100%) sobre os aquáticos (0 - 34,1%), (Fig. 2).

O somatório da porcentagem dos indicadores aquáticos mostra que são escassos na porção basal da zona, aumentando acentuadamente na metade superior, com abrupta queda no topo. O somatório das algas evidencia sua presença na porção superior da zona, diminuindo no topo (Fig. 2). O principal componente dos indicadores aquáticos é *Isoëtes* (0 – 31,7%). Em frequência bem inferior estão *Botryococcus* (0 - 6,5%), *Zygnema* (0 – 5,4%) e *Myriophyllum* (0 - 2,4%), (Fig. 2).

Os componentes de pântano herbáceo encontram-se bem representados ao longo da zona (Fig. 2). O principal indicador é *Blechnum imperiale* (20,7 – 88,2%), seguido por Tipo *Blechnum* (0 – 25,4%) e Cyperaceae (0 – 25%). Também ocorrem, em porcentagens mais baixas, Tipo *Sphagnum recurvum* (0 – 12,5%), *Phaeoceros laevis* (0 - 12,5%), *Selaginella marginata* (0 – 4,9%), *Osmunda* (0 – 4,2%), *Polygala* (0 – 4,0%) e Tipo *Agarista* (0 – 4,0%), (Fig. 2).

O diagrama composto mostra um amplo domínio dos elementos de pântano sobre os indicadores aquáticos, que são raros na metade inferior da zona e com valores mais altos na sua porção superior (Fig. 2).

Ao contrário do que mostra a porcentagem, a taxa de acumulação polínica dos táxons locais é também muito escassa, como nos táxons regionais (Fig. 3).

O somatório da porcentagem dos fungos (5,3 – 97,3%) apresenta-se baixo na base da zona, aumentando acentuadamente no topo, em especial devido aos Esporos outros (1,9 – 97,2%), (Fig. 2). Em menor frequência aparece Esporo 1 (0,1 – 10,7%). Com porcentagens muito baixas, inferiores a 1,0%, estão Esporo 6 e Esporo 4 (Fig. 2). A taxa de acumulação de todos os fungos é muito escassa nesta zona, com leve aumento no topo (Fig. 3).

A taxa de acumulação total mostra também grande escassez de táxons, igualmente com um leve aumento junto ao topo (Fig. 3).

A zona I corresponde ao agrupamento inferior do dendrograma (Fig. 2).

## ZONA II (Profundidade: 299 – 105 cm)

Sedimento argilo-arenoso plástico, com variação no teor de areia, de fina a muito fina, e na presença de grânulos irregularmente distribuídos ao longo da zona. Cinza claro na base, até cerca de 265 cm, onde apresenta contato brusco com sedimento marrom escuro, permanecendo assim até 168 cm, onde torna-se cinza claro, mudando para marrom acinzentado, apresentando, no topo, manchas de sedimento escuro.

Intervalo de tempo estimado: 29500 – 10300 anos AP.

Número de amostras: 15

O somatório das porcentagens dos táxons regionais continua mostrando frequência muito alta de campo, que predomina (77,6 – 89,4%) sobre a mata (0,9 – 8,7%), (Fig. 2). Poaceae (44,7 – 68,2%) é o principal indicador, com porcentagem mais ou menos uniforme ao longo da zona, com leve queda na porção superior e aumento em direção ao topo (Fig. 2). Destacam-se também Tipo *Baccharis* 1 (6,8 – 20,7%), que segue padrão semelhante ao de Poaceae, e *Plantago* (0,3 – 17,2%), com porcentagem escassa na base, aumentando levemente em direção à porção superior, onde tem acentuada queda, desaparecendo no topo (Fig. 2). Com porcentagens bem menores, inferiores a 2,0%, estão Tipo *Mutisia*, Tipo *Vernonia*, Caryophyllaceae, *Cuphea carunculata*, Tipo *Amaranthus*–Chenopodiaceae, Tipo *Iresine* 1, Tipo *Baccharis* 2, Tipo *Vicia* e Tipo *Iresine* 2 (Fig. 2).

Ao contrário dos índices de porcentagem, o somatório da taxa de acumulação dos componentes de campo é escasso na base, com acentuado aumento até a porção central e acentuada queda em direção ao topo (Fig. 3).

O somatório das porcentagens dos indicadores de mata é escasso em toda a zona, aumentando um pouco junto ao topo (Fig. 2), contrastando com a alta frequência dos elementos de campo. O principal componente da mata é *Dicksonia sellowiana* (0 – 2,2%), além de *Myrsine* (0 – 1,9%), *Podocarpus lambertii* (0 – 1,1%) e Tipo *Microgramma vacciniifolia* (Fig. 2). Com frequências muito baixas, inferiores a 1,0%, estão *Ilex*, *Drimys brasiliensis*, Myrtaceae, Tipo *Polypodium*, Cyatheaceae, *Trema micrantha*, *Huperzia*, Tipo *Anogramma*, Anacardiaceae, *Pecluma pectinatiformis*, Sapindaceae, *Alchornea triplinervia*, *Lophosoria quadripinnata*, Bignoniaceae, Urticales, Tipo *Celtis* e *Mimosa scabrella* (Fig. 2). Há um amplo predomínio dos componentes de campo sobre os de mata no diagrama composto (Fig. 2).

O somatório dos componentes de mata mostra taxa de acumulação polínica muito baixa na base da zona e leve aumento no centro, que se mantém até a porção superior, onde decresce em direção ao topo (Fig. 3). Este comportamento da curva é determinado especialmente por *P. lambertii*, *Ilex* e Myrtaceae.

O somatório das porcentagens dos táxons de ambiente indeterminado (7,4 – 21,3%) é aproximadamente uniforme ao longo da zona, com leve aumento em direção à porção superior e queda em direção ao topo (Fig. 2). Os principais componentes são *Eryngium* e Tricolporoidado 1. *Eryngium* (0,4 – 13,2%) tem leve e uniforme aumento de porcentagem ao longo da zona, destacando-se na porção superior, com abrupta queda em direção ao topo (Fig. 2). Tricolporoidado 1 (0 – 14,2%) tem porcentagem escassa na porção inferior da zona, e aumenta acentuadamente na porção superior, com grande declínio junto ao topo (Fig. 2). Destacam-se também Tipo Liliaceae 2 (0 – 2,1%) e Tipo Liliaceae 1 (0 – 3,2%), (Fig. 2). Com frequências mais baixas, inferiores a 2,0%, estão *Valeriana*, Pteridófitos outros, Tricolporados outros, Malvaceae, Angiospermas indeterminadas, Tipo *Croton*, Tricolporado 1, *Mimosa* ser. *Lepidotae*, Lamiaceae e Melastomataceae (Fig. 2). A porcentagem de *Valeriana* e de Tricolporados outros diminui em relação à zona I (Fig. 2).

Há um claro aumento da riqueza de táxons regionais quando comparados aos da zona anterior.

A taxa de acumulação dos componentes de ambiente indeterminado é muito baixa na base da zona, aumentando a seguir e, em geral, diminuindo muito em direção ao topo, onde aumenta um pouco (Fig. 3).

O somatório das frequências dos táxons locais mostra altos valores de indicadores de pântano herbáceo (14,8 – 100%) e de elementos aquáticos (0 – 85,2%), (Fig. 2). Os componentes aquáticos têm aumento progressivo e muito acentuado até a porção superior da zona, e a partir daí marcante declínio, desaparecendo junto ao topo (Fig. 2). O somatório das porcentagens de algas é praticamente uniforme ao longo da zona, com acentuado aumento na porção superior e queda abrupta em direção ao topo (Fig. 2). O principal indicador aquático é *Isoëtes* (0 – 82,6%), com comportamento semelhante ao do somatório das porcentagens dos elementos aquáticos, tendo acentuado aumento ao longo da zona e abrupta queda na porção superior, onde desaparece (Fig. 2). Com frequências bem mais baixas estão *Myriophyllum* (0 – 11,4%), *Botryococcus* (1,4 – 31,2%), *Zygnema* (0,3 – 7,8%), *Spirogyra* (0 – 6,2%) e *Pseudoschizaea rubina* (0 – 2,3%), (Fig. 2).

O somatório da taxa de acumulação dos táxons aquáticos mostra também aumento destacado até a porção central da zona, com declínio brusco na porção superior, em direção ao topo, onde esses indicadores desaparecem (Fig. 3), tendo curva semelhante à de *Isoëtes*, seu principal componente. O exame do material maior que 250 µm revelou a presença de megásporos de *Isoëtes* em 11 amostras ao longo da zona, principalmente na sua porção central, corroborando o aumento da frequência dos micrósoros. O número de megásporos nas distintas profundidades foi: 262 cm: 58; 249 cm: 87; 237 cm: 77; 224 cm:14; 210 cm:136; 184 cm: 63; 195cm: 75; 170 cm: 5; 158: 29; 143 cm: 94; 131 cm: 30 (megásporos presentes apenas nesta zona).

Ao contrário dos componentes aquáticos, os de pântano herbáceo apresentam porcentagens muito altas na base da zona, com acentuado declínio até a porção superior, a partir daí aumentando muito até o topo (Fig. 2), semelhante ao que ocorre com *Blechnum imperiale* (1,1 – 57,7%), seu componente principal (Fig. 2). Destacam-se também Tipo *Blechnum*, Cyperaceae, Tipo *Sphagnum recurvum*, *Osmunda* e Briófitos outros. Tipo *Blechnum* (0,7 – 18,6%), tem padrão semelhante ao de *B. imperiale*, com porcentagem relativamente alta na base, decaindo e mantendo-se praticamente uniforme no centro, aumentando na porção superior em direção ao topo (Fig. 2). Cyperaceae (5,4 – 34,3%) tem leve queda na frequência junto à base, aumentando acentuadamente a seguir, com posterior declínio até a porção superior da zona, novo aumento brusco e queda marcante junto ao topo (Fig. 2). Tipo *Sphagnum recurvum* (0 – 14,9%) está presente na base da zona, decaindo muito e mantendo-se em baixa frequência até a porção superior, onde aumenta no topo (Fig. 2). *Osmunda* (0 – 5,7%) tem frequência relativamente uniforme ao longo da zona, com leve aumento na porção superior, seguido de pequena queda em direção ao topo (Fig. 2). Briófitos outros (0 – 14,9%) apresentam frequência muito baixa na base da zona, aumentando um pouco na porção central, com acentuada elevação na porção superior e queda em direção ao topo (Fig. 2). Com porcentagens bem menores, inferiores a 2,0%, estão *Phaeoceros laevis*, Tipo *Agarista*, *Selaginella marginata*, *Polygala* e *Aspiromitus punctatus* (Fig. 2). O diagrama composto apresenta amplo e crescente domínio dos indicadores aquáticos sobre os de pântano herbáceo até próximo ao topo da zona, onde regridem abruptamente (Fig. 2).

O somatório da taxa de acumulação polínica dos componentes de pântano herbáceo mostra escassez na base da zona e leve aumento posterior, permanecendo com frequência constante até a porção superior, onde sofre redução (Fig. 3), como em *B.*

*imperiale*, e leve aumento no topo. Tipo *Blechnum* tem baixa taxa de acumulação em toda a zona (Fig. 3). Cyperaceae apresenta taxa de acumulação muito baixa na base, aumentando muito no centro da zona, com acentuada queda na porção superior (Fig. 3). A taxa de acumulação do Tipo *S. recurvum* é muito baixa na base da zona, aumentando pouco e mantendo-se uniforme no centro, com leve crescimento no topo (Fig. 3). *Osmunda* tem também taxa de acumulação mais inferior na base, que se eleva um pouco na porção central, diminuindo em direção ao topo (Fig. 3).

O somatório das porcentagens dos fungos diminui acentuadamente na base da zona e permanece assim, de modo mais ou menos uniforme (0,5 – 6,7%), até o seu final, onde aumenta levemente (Fig. 2). Os principais elementos são Hifas (0,2 – 3,1%) e Esporos outros (0 – 2,2%), seguidos por Esporo 1, Esporo 4, Esporo 6, Tipo *Athelia*, Esporo 2 e Esporo 5 (Fig. 2). A taxa de acumulação dos fungos é muito baixa nesta zona, mas com valores mais altos que os da anterior.

A taxa de acumulação total dos palinórfos é escassa no início da zona, aumentando acentuadamente na porção central, de onde diminui muito, tornando-se outra vez muito reduzida no final do intervalo, com leve aumento no topo (Fig. 3).

A zona II corresponde ao segundo agrupamento do dendrograma (Fig. 2).

### **ZONA III** (Profundidade: 105 – 0 cm)

Sedimento argilo-arenoso plástico, marrom escuro acinzentado, com leve teor de areia fina até cerca de 88 cm, onde gradua para sedimento argilo-arenoso levemente plástico de cor negra, com pouco teor de areia muito fina. Mais acima se apresenta uniformemente negro e aquoso, gradando para marrom escuro, argilo-arenoso friável e mais seco, com pouca areia fina, contendo pequenos fragmentos de raízes.

Intervalo de tempo estimado: 10000 anos AP – Atualidade.

Número de amostras: 08

No somatório das frequências dos táxons regionais os indicadores de campo (64,3 – 78,5%) continuam tendo amplo domínio sobre os de mata (10,3 – 31,2%), (Fig. 2). O somatório das porcentagens dos componentes de campo é elevado e relativamente uniforme ao longo da zona (Fig. 2). Os principais são Poaceae e Tipo *Baccharis* 1. Poaceae (22,6 – 68,1%) tem frequência alta na base da zona, com acentuado declínio no centro e abrupto aumento em direção ao topo, onde se reduz um pouco (Fig. 2). Tipo *Baccharis* 1 (9,4 – 43,5%), ao contrário, aumenta muito no centro da zona, decaindo

acentuadamente em direção ao topo. Tipo *Mutisia* (0 – 3,6%) está mais bem representado na metade inferior da zona (Fig. 2). *Plantago* (0 – 2,1%) ocorre apenas junto ao topo. Porcentagens menores, inferiores a 2,0%, ocorrem em *Cuphea carunculata*, Tipo *Iresine* 1, Tipo *Vicia* e Tipo Scrophulariaceae (Fig. 2).

Ao contrário do somatório das porcentagens, a taxa de acumulação dos elementos de campo é baixa na porção inferior da zona, com aumento no centro e acentuada queda em direção à porção superior (Fig. 3). A taxa de acumulação de Poaceae aumenta em direção ao centro do intervalo e permanece mais ou menos estável até o topo da zona. Tipo *Baccharis* 1 também aumenta até a porção central, mas apresenta grande declínio em direção à metade superior. A taxa de acumulação do Tipo *Mutisia* é maior no centro da zona (Fig. 3).

Os indicadores de mata têm somatório de porcentagens mais baixo na base da zona, aumentando muito em direção ao topo (Fig. 2).

Os principais indicadores de mata são *Myrsine*, *Dicksonia sellowiana* e *Araucaria angustifolia*. *Myrsine* (4,2 – 16,7%) tem baixa frequência na porção inferior, aumentando em direção ao centro, com queda acentuada até a porção superior. A frequência de *D. sellowiana* (2,1 – 15,8%) é igualmente baixa na porção inferior da zona, aumentando na metade superior, de onde se reduz muito em direção ao topo. *A. angustifolia* (0 – 9,8%) está representada na metade superior da zona, aumentando um pouco no topo. A frequência de Myrtaceae (0,2 – 2,3%) é baixa ao longo da zona. Tipo *Polypodium* (0 – 3,0%) tem porcentagem maior na metade superior da zona. *Podocarpus lambertii*, *Ilex*, Cyatheaceae, *Trema micrantha*, *Huperzia*, Tipo *Microgramma vacciniifolia*, Anacardiaceae, *Alchornea triplinervia*, Tipo *Celtis* e *Phrygilanthus* apresentam frequências menores, inferiores a 2,0% (Fig. 2).

O diagrama composto evidencia amplo domínio do campo sobre a mata, mas uma acentuada elevação desta desde a base da zona até o topo do perfil (Fig. 2).

O somatório da taxa de acumulação dos componentes de mata mostra escassez na base da zona, acentuado acréscimo no centro e, ao contrário do somatório das porcentagens, queda na porção superior (Fig. 3). *Myrsine* tem taxa de acumulação escassa na base, elevando-se em direção ao centro e decaindo na porção superior. Seguindo a mesma tendência, *D. sellowiana* tem taxa de acumulação baixa na base, aumentando acentuadamente em direção ao centro, com abrupta queda em direção ao topo. *A. angustifolia* e *Ilex* destacam-se apenas na metade superior, com pequena queda

na taxa de acumulação e leve aumento no topo, o mesmo acontecendo com Myrtaceae e Tipo *Polypodium* (Fig. 3).

O somatório das porcentagens dos elementos de ambiente indeterminado mostra valores mais elevados na metade inferior da zona, diminuindo muito em direção ao topo (Fig. 2). Os principais táxons são *Eryngium* (0 – 6,2%), Melastomataceae (0 – 6,4%) e *Valeriana* (0 – 3,4%), que segue a mesma tendência, desaparecendo próximo ao topo. Pteridófitos outros (0 – 2,1%) também tem maior frequência na base, sendo escassos no restante da zona. Tipo Liliaceae 1 (0,2 – 2,7%) tem porcentagem aproximadamente uniforme ao longo da zona. Com frequências abaixo de 2,0% estão Tricolporados outros, Malvaceae e Angiospermas indeterminadas (Fig. 2).

O somatório da taxa de acumulação dos componentes de ambiente indeterminado apresenta valores baixos e é maior na porção central da zona (Fig. 3), como ocorre com *Eryngium*, *Valeriana*, Melastomataceae e Liliaceae 1. Tricolporados outros estão melhor representados na porção superior da zona (Fig. 3).

Entre os indicadores locais, as algas têm escassa frequência (0 – 4,8%), e seu somatório mostra valores maiores na porção inferior da zona, decaindo em direção à sua metade superior, onde desaparecem (Fig. 2). Seus indicadores são *Zygnema* (0 – 2,1%), *Spirogyra* (0 – 2,1%), *Pseudoschizaea rubina* (0 – 3,9%) e *Debarya* (0 – 0,8%). A taxa de acumulação das algas está acentuadamente reduzida em relação à zona anterior. Os demais indicadores aquáticos, *Isoëtes* e *Myriophyllum*, estão ausentes na zona.

Os componentes de pântano herbáceo são completamente dominantes em relação aos aquáticos no somatório de porcentagens nesta zona, atingindo 100% em toda ela, o que evidencia o desaparecimento dos indicadores aquáticos (Fig. 2). Os principais elementos de pântano herbáceo são *Blechnum imperiale* e Tipo *Blechnum*. *B. imperiale* (5,2 – 78,7%) tem alta porcentagem na base da zona, queda acentuada em direção ao centro e abrupto aumento na porção superior, com declínio em direção ao topo. A porcentagem do Tipo *Blechnum* (1,5 – 73,4%) aumenta acentuadamente até o centro da zona, diminuindo muito depois, em direção ao topo. Destacam-se também Cyperaceae, Tipo *Sphagnum recurvum*, *Phaeoceros laevis* e *Osmunda*. Cyperaceae (0,4 – 34,2%) aumenta a frequência na porção inferior da zona, decaindo em direção ao centro, e tem acentuado aumento no topo. Tipo *S. recurvum* (1,2 – 23,9%) sofre redução da frequência até o centro da zona e aumento na porção superior. A frequência de *P. laevis* (0 – 29,7%) aumenta muito na porção inferior da zona, com brusco declínio em direção ao centro, seguido de leve acréscimo e pequena queda na porção superior, onde

desaparece. *Osmunda* (0 – 12%) está bem representada apenas no centro da zona (Fig. 2).

No diagrama composto os componentes de pântano herbáceo mostram um total domínio sobre os aquáticos nesta zona.

Ao contrário dos índices de porcentagem, o somatório da taxa de acumulação dos elementos de pântano herbáceo é baixo na base da zona, com acentuado aumento na porção central, decaindo muito em direção ao topo (Fig. 3). A taxa de acumulação de *B. imperiale* é pequena na metade inferior da zona, com acentuado aumento na porção superior e marcante queda em direção ao topo, seguindo o mesmo padrão do Tipo *Blechnum* e de *Osmunda*, com aumento maior no centro e declínio brusco em direção à porção superior. Cyperaceae também tem curva semelhante, porém com grande frequência no topo, onde atinge sua mais alta taxa de acumulação do perfil. Tipo *S. recurvum* e *P. laevis* têm taxa de acumulação baixa na metade inferior da zona e acentuado aumento na porção superior, declinando depois (Fig. 3).

O somatório da porcentagens dos fungos evidencia grande elevação na porção superior próxima ao topo, reduzindo-se um pouco depois. O principal indicador é Esporo 1 (0,4 – 63,3%), com alta frequência na porção superior próxima ao topo, também diminuindo a seguir. Destacam-se Esporos outros (2,0 – 16,4%) e Hifas (0,8 – 16,4%), com frequências mais altas junto ao topo da zona. Bem menos representados, abaixo de 2,0%, estão Esporo 4, Tipo *Athelia*, Esporo 2, *Glomus* e Esporo 3, todos melhor representados no topo (Fig. 2).

O somatório da taxa de acumulação dos fungos segue padrão semelhante ao somatório de porcentagem, com grande aumento na porção superior da zona. Esporos outros e Hifas também apresentam taxas de acumulação maiores junto ao topo da zona, como em porcentagem (Fig. 3).

A taxa de acumulação total é baixa na base da zona, aumentando acentuadamente até a porção superior, com redução no topo (Fig. 3).

A zona III corresponde ao terceiro agrupamento do dendrograma (Fig. 2).

## ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 34300 – 29500 anos AP (ZONA I)

Para este intervalo de tempo os resultados apontam uma vegetação regional muito rarefeita (grande escassez na taxa de acumulação polínica, apesar da porcentagem elevada de determinados componentes, Fig. 2 e 3) e o menor número de táxons regionais de todo o perfil. Tudo indica, assim, a existência de um campo rarefeito como o principal elemento da paisagem, dominado por Poaceae, com elementos florestais provavelmente em refúgios, como vales e matas de galeria, onde as condições climáticas seriam mais favoráveis.

Seguindo o padrão do ambiente regional, no local de estudo a vegetação também parece estar bastante reduzida nesta fase (grande escassez na taxa de acumulação polínica, Fig. 3). O pântano herbáceo predomina (principalmente representado por *Blechnum imperiale*) sobre os elementos aquáticos (*Isoëtes*, o componente principal, com porcentagem baixa, ocorrendo somente no final do intervalo, Fig. 2). Os dados sugerem, assim, a existência de uma baixada no local onde hoje se desenvolve a turfeira, com solo úmido, permitindo a existência de escassos elementos de pântano herbáceo.

O conjunto dessas evidências é compatível com um clima frio e semi-árido para esta fase do último estágio glacial (Fig. 4). Provavelmente a maior influência do Anticiclone Polar Pacífico sobre o Anticiclone Atlântico, trazendo ventos secos de sudoeste (Bombin, 1976a, 1976b), e a regressão marinha, impedindo o adequado aporte de umidade ao Planalto (Leonhardt 2007, Leonhardt & Lorscheitter 2010a), foram fundamentais para as condições climáticas desta fase.

O único estudo para o Planalto oriental do Estado, abrangendo intervalo de tempo aproximadamente semelhante, é apresentado por Behling *et al.* (2004) e Behling & Pillar (2007), com resultados concordantes aos obtidos aqui. Os autores sugerem clima frio e seco entre 41470 – 26900 anos AP, com vegetação dominada por campo, quase sem árvores, e cobertura florestal muito rara e em refúgios, além de um lago no local de estudo (presença de *Myriophyllum* e *Isoëtes*), com colmatação gradativa.

Os resultados do Banhado Amarelo também concordam com estudos palinológicos realizados no Sudeste do Brasil por Behling (1998, 2002) e Lichte & Behling (1999) em Minas Gerais (48000 – 18000 anos AP) e São Paulo (35000 – 17000

anos AP e 30000 – 18000 anos AP). Os autores concluem que grandes áreas do Planalto Sul e Sudeste do Brasil, incluindo zonas de montanhas altas, estavam cobertas por campos durante o último estágio glacial, com raras espécies de mata com Araucária habitando apenas vales mais úmidos e protegidos, refletindo o clima frio e seco.

A semelhança dos resultados obtidos no Banhado Amarelo com os de outros locais serranos do Sul do Brasil sugere maior amplitude dos eventos climáticos ligados a ambiente frio e semi-árido no intervalo de tempo considerado, com predomínio de campo rarefeito.

### **29500 – 10000 anos AP (ZONA II)**

Para o início deste intervalo as evidências apontam a manutenção das condições climáticas frias e de semi-aridez da fase anterior.

#### **• 28000 – 23500 anos AP**

A partir de 28000 anos AP a vegetação parece iniciar um acentuado desenvolvimento, que segue até cerca de 23500 anos AP (aumento da frequência polínica, Fig. 2 e 3), com predomínio do campo. Alguns pioneiros arbóreos encontram-se em frequências pouco mais altas nesta fase mais favorável, porém possivelmente vivendo ainda em refúgios (Fig. 2 e 3). Componentes de campo têm as mais altas frequências do perfil, especialmente Poaceae, Tipo *Baccharis* 1 e *Plantago* (Fig. 2 e 3). Indicadores de mata, sobretudo *Podocarpus lambertii*, *Ilex* e Myrtaceae, aumentam sua taxa de acumulação polínica, o mesmo acontecendo com fungos. Elementos de campo e mata mostram maior riqueza de espécies nos diagramas polínicos (Fig. 2 e 3).

Os resultados obtidos para a vegetação local também são compatíveis com o acentuado desenvolvimento da vegetação regional nesta fase (grande aumento das frequências dos palinomorfos, Fig. 2 e 3). Elementos de pântano estão representados principalmente por Cyperaceae, e os aquáticos, tendo sua maior frequência no perfil, por *Isoëtes*, *Miriophyllum* e algas (Fig. 3). Acentuado predomínio dos indicadores aquáticos sobre os de pântano herbáceo é evidente (diagrama composto, Fig. 2). Tudo indica um corpo lacustre circundado por elementos de pântano no local onde atualmente ocorre a turfeira, certamente resultado do aumento da pluviosidade regional.

O conjunto de evidências aponta, portanto, uma melhoria climática entre 28000 – 23500 anos AP, relacionada a uma fase fria e úmida do último estágio glacial (Fig. 4).

Em estudos palinológicos, relativamente poucos testemunhos alcançaram idade tão antiga. No Planalto oriental, Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a) apontam clima semi-árido a partir de 25000 anos AP, mudando para uma fase mais úmida entre 22000 – 16000 anos AP, com um lago raso no local de estudo, vegetado em abundância por *Isoëtes*. Altos valores de Cyperaceae foram referidos à flora do pântano marginal. As matas da região estariam ainda em refúgios.

Para o Planalto de Santa Catarina, Oliveira *et al.* (2008a, 2008b) mostraram (sem indicar cronologia) temperatura e precipitação inferiores às de hoje para o final do último estágio glacial, e ambientes relativamente úmidos ao longo do tempo. Em Minas Gerais, a palinologia de um testemunho (Behling 1998, 2002, Lichte & Behling 1999), apontou predominância de campos e pequenas áreas com matas subtropicais de galeria contendo Araucária, compatível com clima frio e um pouco úmido entre 48000 – 26500 anos AP, tornando-se frio e seco a seguir. Estudando mamíferos quaternários, Couto (1975) sugere que durante o Pleistoceno a América do Sul foi submetida a alternâncias climáticas cíclicas, com fases mais ou menos úmidas, e que no Sul e Sudeste do Brasil deve ter ocorrido uma fase com chuvas mais constantes e temperatura média inferior à da atualidade durante todo o ano, mantendo principalmente os pastos naturais de gramíneas sempre-verdes, em área de distribuição uniforme. Essas condições ambientais teriam permitido a existência de numerosos rebanhos com grandes herbívoros que habitaram a região.

Segundo Clapperton (1993), as geleiras dos Andes Central e do Norte podem ter atingido sua extensão máxima há 27000 anos AP. Para essa fase, até 25000 anos AP, a atmosfera tropical ainda estaria úmida, fornecendo abundante precipitação para o desenvolvimento dos campos de gelo nos Andes do Norte, correspondendo ao evento climático que fez com que os paleolagos do Planalto árido subtropical atingissem seus níveis mais altos.

A comparação dos resultados entre 28000 – 23500 anos AP do Banhado Amarelo, com os dos autores acima, sugere também uma maior amplitude geográfica desta fase fria e úmida, com pequenas diferenças cronológicas, dependendo do local.

Outros resultados, ao contrário, indicam a manutenção de um clima frio e semi-árido. No entanto, a comparação com os mesmos fica prejudicada por não apresentarem análise absoluta (concentração ou taxa de acumulação polínica para distintos palinóforos), que pode corrigir possíveis distorções nos diagramas de porcentagem. Assim, para o Planalto oriental do Estado, Behling *et al.* (2004) e Behling & Pillar

(2007) sugerem continuidade do clima frio e seco desde cerca de 41000 anos AP (abrangendo a fase entre 28000 – 23500 anos AP), com paisagem campestre e matas ainda em refúgios. No local do estudo, sugerem que a colmatação gradativa teria impossibilitado a manutenção de um lago permanente nesta fase. Estudos de Behling (1998, 2002) e Lichte & Behling (1999) em dois locais da região serrana de São Paulo apontam vegetação ainda dominada por campo entre 28000 – 23500 anos AP, com raros elementos de mata com Araucária, provavelmente em vales protegidos, num ambiente que, segundo os autores, seria compatível com condições climáticas frias e secas, mantidas desde 35000 e 30000 anos AP em cada local de estudo.

- 23500 – 12000 anos AP

A partir de 23500 anos AP os dados obtidos no Banhado Amarelo mostram retração do campo, mata e fungos, o que se prolonga até cerca de 12000 anos AP. O campo rarefeito predomina na paisagem, com pioneiros arbóreos mais escassos (menor taxa de acumulação, Fig. 3).

A vegetação local também parece ter sofrido acentuada diminuição entre 23500 – 12000 anos AP, com a colmatação e ressecamento do lago e do pântano herbáceo circundante (Fig. 3).

As informações são, portanto, compatíveis com um novo clima regional frio e semi-árido para esta fase em torno do último máximo glacial (cerca de 18000 anos AP, Berglund 1986), (Fig. 4). A nova influência do Anticiclone Polar Pacífico e a grande regressão marinha devem ter sido fatores decisivos para manutenção do clima semi-árido no Planalto oriental no intervalo entre 23500 – 12000 anos AP: ventos continentalizados mais intensos (e secos), vindos do sudoeste, e escassez crescente no aporte de umidade oceânica (máximo de regressão marinha no Rio Grande do Sul atingida há cerca de 18000 anos AP, Villwock & Tomazelli 1998, com a retração da linha de costa até a atual isóbata de -110 m, Kowsmann *et al.* 1977).

Os resultados obtidos no Banhado Amarelo corroboram os de outros autores, com pequenas diferenças cronológicas, possivelmente associadas a características geográficas. Também Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993), mostram escassa vegetação cobrindo o Planalto oriental no final do último estágio glacial, compatível com clima frio e semi-árido (baixa concentração polínica). Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a) apontam vegetação rarefeita entre 16000 – 12500 anos AP no Planalto oriental do Estado, correspondendo a um clima frio e semi-árido, ainda mais acentuado após 14000 anos AP (concentração muito baixa de táxons

aquáticos e de pântano herbáceo). Scherer (2008) indica, entre 13000 – 11000 anos AP, clima frio e semi-árido no Planalto oriental, resultando numa vegetação campestre rarefeita e a mata com Araucária provavelmente em refúgios (baixa concentração polínica). Um corpo lacustre raso, onde atualmente se localiza a mata com Araucária, parece ter dado início à hidrossere. Para Behling *et al.* 2004 e Behling & Pillar (2007) a vegetação é dominada por campo desde 26900 anos AP no Planalto oriental, sendo raros os elementos de mata, ainda em refúgios. O lago, antes presente no local de estudo dos autores, já não seria mais permanente. Esses dados refletiriam condições climáticas frias e secas. Para o Oeste do Estado, Behling *et al.* (2005) sugerem o domínio do campo entre 22000 – 12360 anos AP, com clima muito frio e relativamente seco impedindo a formação de florestas de galeria ao longo dos rios. Águas rasas estariam presentes na bacia estudada, indicadas por *Myriophyllum* e *Isoëtes*.

Para região serrana de Santa Catarina, Behling (1995, 1998) conclui que os campos da atualidade são relictos do final do último estágio glacial, compatíveis com clima frio e relativamente seco, entre 14000 – 10000 anos AP. Também na serra de Santa Catarina, Oliveira *et al.* (2008a, 2008b) sugerem provável domínio de clima mais frio e seco durante o final do último estágio glacial, sem precisar cronologia. Para o Sudeste do Brasil, outras evidências também apontam clima frio e seco para esta fase. Nas porções serranas de São Paulo e Minas Gerais, Behling (1998, 2002) e Lichte & Behling (1999) sugerem, entre aproximadamente 30000 – 17000 anos AP, vegetação dominada por campo, com apenas algumas manchas de mata com Araucária, possivelmente ao longo de cursos de água, evidenciando condições climáticas frias e secas, provavelmente em toda a área do Sudeste do Brasil durante o último máximo glacial. Ainda segundo os autores, registros entre 17000 – 10000 anos AP indicam que elementos da mata com Araucária, mata com neblina e Mata Atlântica se expandiram para regiões montanhosas, mas ainda eram raros e, a maioria, crescia em altitudes mais baixas, com temperatura um pouco mais elevada que da fase anterior.

Na Argentina, também são relatadas condições de clima frio e seco para o final do último estágio glacial: Markgraf (1984), Bariloche (fase seca até 13000 anos AP), Quattrocchio & Borromei (1998), Terra do Fogo (fase seca até 10000 anos AP), Prieto (2000) e Quattrocchio & Borromei (1998), Pampa da Argentina, Província de Buenos Aires (região coberta por campos, sugerindo mudança de clima seco subúmido para semi-árido). Segundo Markgraf (1989), na maior parte da América Central e do Sul o clima no último estágio glacial era mais frio e seco do que o atual, o mesmo que o

indicado por Markgraf & Bradbury (1982) para Norte da América do Sul e Sul dos Andes. Para Clapperton (1993), o contínuo resfriamento global após cerca de 25000 anos AP aparentemente reduziu o fluxo de umidade em direção aos Andes tropicais e subtropicais, resultando numa queda nos níveis dos lagos e na retração das geleiras a limites atingidos em alguns milênios anteriores.

Condições climáticas frias e secas parecem, portanto, ter ocorrido de forma ampla na América do Sul nas fases finais do último estágio glacial.

- 12000 – 10000 anos AP

Entre 12000 – 10000 anos AP dados do Banhado Amarelo apontam leve desenvolvimento da vegetação regional em relação à fase anterior (pequeno aumento na taxa de acumulação de alguns indicadores de campo, especialmente Poaceae, e de mata, como *Dicksonia sellowiana*, além do aumento da mata no diagrama composto, Fig. 2 e 3). O campo continua sendo dominante na paisagem, agora mais adensado, e a mata parece expandir-se levemente a partir dos refúgios.

A análise da vegetação local mostra resultados compatíveis com a paisagem regional, indicando aumento da pluviosidade e acúmulo de água na baixada (leve aumento no somatório da taxa de acumulação de indicadores de pântano herbáceo e de Cyperaceae, Tipo *Sphagnum recurvum* e *Phaeoceros laevis*, Fig. 2 e 3).

As evidências apontam, assim, elevação da temperatura e umidade entre 12000 – 10000 anos AP, e a lenta resposta da vegetação às novas condições climáticas do início do Holoceno (cerca de 10000 anos AP, Berglund 1986), (Fig. 4). Ao contrário do último estágio glacial, a maior influência do Anticiclone Atlântico a partir do início do Holoceno (Bombin 1976a, 1976b), e a grande transgressão marinha holocênica (Leonhardt 2007, Leonhardt & Lorscheitter 2010a) foram decisivos para o maior aporte de umidade ao Planalto oriental durante as fases úmidas do Holoceno.

Trabalhos desenvolvidos em outros locais do Planalto oriental do Estado concordam com os resultados aqui obtidos para esta fase. Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993), sugerem a ocorrência de um acentuado desenvolvimento dos campos, expansão dos refúgios de mata com Araucária, e desenvolvimento da vegetação dos banhados e dos pântanos há cerca de 11000 anos AP, resultado do aumento de temperatura e pluviosidade no início do Holoceno. Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a), mostram acentuada mudança ambiental entre 12500 – 9700 anos AP, principalmente entre 11000 – 9700 anos AP, quando a riqueza dos táxons regionais aumenta muito no espectro polínico. Em contraste com a fase seca do

último máximo glacial, os resultados apontam aumento de umidade, promovendo a expansão do campo. Táxons pioneiros de mata teriam migrado um pouco a partir dos refúgios. Indícios de expansão do pântano herbáceo local também são detectados, com aumento da frequência de Cyperaceae e outros táxons, além de *Sphagnum*. Níveis mais elevados de umidade provavelmente teriam levado ao acúmulo de água em algumas porções do pântano. Scherer (2008) evidencia a ocorrência de mudanças ambientais entre 11000 – 10000 anos AP, indicando uma paisagem ainda essencialmente de campo no Planalto oriental, porém mais adensada, e elementos arbóreos em processo de expansão. No local, um corpo lacustre relativamente raso e em processo de colmatção, começando a ser colonizado por elementos arbóreos, seria o resultado da melhoria climática, com maior aporte de umidade, pluviosidade e de elevação da temperatura nessa fase inicial do Holoceno. Lorscheitter (2003) indica escassa presença dos primeiros táxons de Mata Atlântica na Planície Costeira no início do Holoceno, compatível com clima quente e úmido.

Em Santa Catarina, Oliveira *et al.* (2008b) registram mudança na vegetação entre 11800 – 11300 anos AP, de anterior predomínio de campo, com raras matas de galeria, para maiores áreas de mata com Araucária, provavelmente ao longo de vales, indicando mudança de clima frio e seco para mais quente e úmido. Também em Santa Catarina, Behling (1998, 2002) indica a expansão de elementos da mata com Araucária, da mata com neblina e da Mata Atlântica nas regiões de montanha entre 17000 – 10000 anos AP, resultado de um clima um pouco mais quente e mais úmido do que o do último estágio glacial.

Markgraf & Bradbury (1982) sugerem que na América do Sul o fim do Pleistoceno nas Planícies tropicais ocorreu há cerca de 10000 anos AP, com uma mudança dos climas mais frios e secos para condições mais quentes e úmidas. Markgraf (1983) afirma que o ambiente pós-glacial em todas as latitudes da Argentina assemelha-se aos ambientes modernos, com valores de precipitação e temperatura similares aos atuais, e que mudanças ambientais durante o Holoceno tiveram menor amplitude que a mudança dos ambientes do último glacial para o pós-glacial. O aumento de umidade ambiental é referido por Markgraf (1984) a partir de 13000 anos AP em Bariloche, e por Prieto *et al.* (2004) entre 11200 – 9000 anos AP no Pampa do nordeste da Província de Buenos Aires. Quattrocchio & Borromei (1998) mostram melhoria das condições ambientais durante o Pleistoceno Tardio e início do Holoceno no Sudeste da Província de Buenos Aires e no Sul da Terra do Fogo, sugerindo clima mais quente e chuvoso.

Segundo Prieto (2000) houve a substituição da estepe seca por campos úmidos e a rápida evolução de ambientes de lagoa durante o início do Holoceno na Planície do Leste da Argentina.

Resultados divergentes em relação ao clima do início do Holoceno foram também indicados para o Sul do Brasil e não podem ser bem comparáveis com o presente estudo devido novamente à ausência de valores de concentração ou de taxa de acumulação dos distintos palinomorfos. Para Behling *et al.* (2004) e Behling & Pillar (2007) o clima permaneceu sazonalmente seco desde 26900 anos AP no Planalto oriental, prevalecendo até o Holoceno Tardio, com vegetação dominada por campo e com raros elementos de mata em refúgios. No Oeste do Estado, o estudo de Behling *et al.* (2005) conclui também que, entre 12300 – 5170 anos AP, a região estava dominada por campo, com ausência de mata de galeria. Sedimentos com matéria orgânica em decomposição, da transição do estágio glacial para o Holoceno, foram relacionados a uma mudança de clima frio e seco para quente e seco, pois teriam se originado por ressecamento do lago raso. Por sua vez, o aumento das porcentagens de Cyperaceae e *Phaeoceros leavis* nos diagramas desta fase foi interpretado como evidências de solos secos e com menor cobertura vegetal nas áreas que cercam a turfeira. No entanto, Cyperaceae e *P. laevis* (também encontrados em maior frequência para o início do Holoceno no Banhado Amarelo), são comumente associados a solos úmidos. Menéndez (1962) descreve *P. laevis* como espécie de ambiente úmido, o que sugere uma reavaliação das interpretações.

Para Santa Catarina, Behling (1995, 1998) indica o predomínio dos campos entre 14000 – 10000 anos AP, relacionando isso à mudança de um clima frio e relativamente seco, para outro quente e seco. No Paraná, Behling (1997, 1998) mostra uma vegetação dominada por campo entre 12480 – 9660 anos AP, com fragmentos de mata com Araucária, associado a clima frio e seco.

Markgraf (1989), analisando estudos da América do Sul e Central, salienta que, embora com poucos registros, um importante aspecto paleoclimático é a supressão da monção de verão no início do Holoceno nas regiões subtropicais do Sul do continente, trazendo aridez ao ambiente.

### **10000 anos AP – Atualidade (ZONA III)**

- 10000 – 7500 anos AP

De 10000 anos AP em diante, até 7500 anos AP, os resultados do Banhado Amarelo mostram diminuição nos somatórios da taxa de acumulação dos componentes de campo e de pântano herbáceo (Fig. 3). A retração da vegetação como um todo é evidente na escassez da taxa de acumulação de praticamente todos os indicadores regionais e locais, sugerindo redução de umidade e o estabelecimento de um clima quente e mais seco (Fig. 4).

Diversos trabalhos palinológicos apresentam resultados semelhantes aos encontrados no Banhado Amarelo para essa fase, embora com pequenas variações cronológicas, indicando maior abrangência geográfica. Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993) mostram a evidente diminuição nas frequências dos táxons após o clima ameno do início do Holoceno, compatível com um recrudescimento climático, o ambiente tornando-se seco no Planalto oriental. Para Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a), houve acentuado decréscimo da vegetação entre 9700 – 6500 anos AP, o campo rarefeito predominando na paisagem e as matas em refúgios. O rebaixamento do lençol freático teria sido a causa do ressecamento do pântano local. Para Scherer (2008) a fase entre 9400 – 5600 anos AP estava caracterizada por redução da vegetação no Planalto oriental, o campo seco circundando o pântano herbáceo local, e matas retraídas em refúgios, mostrando condições ambientais adversas, com redução da umidade. Behling *et al.* (2004) e Behling & Pillar (2007) também para o Planalto oriental, indicam, entre 10120 – 3950 anos AP, vegetação dominada por campo e existência de uma turfeira no local de estudo, circundada por reduzida cobertura vegetal. Para o Oeste do Estado, Behling *et al.* (2005) mostram cobertura vegetal campestre entre 12300 – 5170 anos AP, com desaparecimento do lago existente no local de estudo.

No Planalto oriental de Santa Catarina e do Paraná (Behling 1995, 1997, 1998, 2002) dados mostram também grandes áreas de campo dominando a paisagem durante o Holoceno Médio, que seriam reflexo de um clima quente e seco. Em São Paulo, resultados de Behling (1998, 2002) também sugerem clima quente e seco em dois locais, entre 9720 – 8810 anos AP e entre 10000 – 3000 anos AP.

Para a Argentina, Mancini (2002) sugere que a vegetação da Patagônia estava dominada por uma estepe arbustiva a partir de 8500 anos AP, com condições climáticas secas. Quattrocchio & Borromei (1998) apontam clima quente e seco a partir de 9500

anos AP na Terra do Fogo. Resultados de Markgraf (1984) mostram diminuição da precipitação no Holoceno Médio em Bariloche.

Ao estudar um perfil de interior de mata na Depressão Central do Rio Grande do Sul, Leal (2005) e Leal & Lorscheitter (2007) não encontraram evidências da fase seca para o Holoceno Médio.

- 7500 – 6000 anos AP

Um aumento dos componentes da vegetação de campo e do pântano herbáceo local é registrado a partir de 7500 anos AP (em especial na taxa de acumulação polínica, Fig. 3), indicando aumento progressivo da umidade regional. Os dados apontam crescente recuperação do campo e início da migração dos pioneiros arbóreos a partir dos refúgios (Fig. 4).

Resultados palinológicos obtidos em outros locais do Planalto oriental são semelhantes aos encontrados no Banhado Amarelo para esta a fase úmida, com variações cronológicas, possivelmente relacionadas a condições microclimáticas. Roth (1990) e Roth & Lorscheitter (1993) indicam a expansão da mata sobre o campo no Holoceno Tardio, sem especificar cronologia. No estudo de Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a), o registro do início da fase úmida se dá mais tarde, a partir de 6500 anos AP.

- 6000 – 3000 anos AP

Há 6000 anos AP, dados apontam o início da expansão dos elementos de mata com Araucária (especialmente *Myrsine*, *Dicksonia sellowiana* e Myrtaceae, Fig. 3), com o máximo desenvolvimento há cerca de 3000 anos AP (aumento na taxa de acumulação de *D. sellowiana*, Myrtaceae, *Araucaria angustifolia* e no somatório dos elementos de mata, Fig. 2 e 3), resultado da maior umidade regional, decisiva para a expansão dos pioneiros arbóreos e da mata com Araucária (Fig. 4).

Também pelo maior aporte de umidade, a partir de 6000 anos AP parece ter início o desenvolvimento da turfeira no local de estudo (aumento da taxa de acumulação de *P. laevis*, *Osmunda*, Cyperaceae, Tipo *Blechnum*, Tipo *S. recurvum* e do somatório de pântano herbáceo, Fig. 3).

Segundo Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a), entre 5000 – 4000 anos AP há grande expansão de táxons florestais e de pântano herbáceo no Planalto oriental, sendo o aumento de *Sphagnum* relacionado à transformação do pântano em turfeira no local de estudo. Também é indicado que, com o aumento de umidade, se dá o máximo de desenvolvimento da vegetação em geral, inclusive da mata

com Araucária até 2000 anos AP. Para o primeiro local estudado, também no Planalto oriental, Scherer (2008) indica, entre 5600 – 3300 anos AP, a transformação do pântano herbáceo em turfeira, uma grande expansão de elementos de campo e o aumento dos pioneiros arbóreos, que acabam substituindo a turfeira por mata. No outro perfil, a fase entre 4300 – 3200 anos AP ainda mostra um pântano herbáceo no local de estudo, circundado por um campo rarefeito, indicando um atraso na resposta ao aumento de umidade, provavelmente devido às condições locais do terreno.

- 3000 anos AP – Atualidade

A partir de cerca de 3000 anos AP, a taxa de acumulação polínica destaca a redução dos indicadores de mata, como *Myrsine*, *A. angustifolia* e Myrtaceae (Fig. 3), mais evidente ainda em *D. sellowiana* que, ao contrário dos demais, também diminui nos diagramas de porcentagem (Fig. 2 e 3). A redução dos componentes de mata não fica claramente demonstrada nos diagramas desdobrados de porcentagem evidenciando, mais uma vez, a importância do uso da análise absoluta para corrigir possíveis distorções nos dados percentuais. A turfeira continua até aproximadamente 2000 anos AP, quando ocorre seu desenvolvimento máximo (maior taxa de acumulação do Tipo *S. recurvum*, *P. laevis* e *B. imperiale* de todo o perfil, além do aumento do somatório de pântano herbáceo, Fig. 3), regredindo a partir daí. Uma pequena recuperação na taxa de acumulação de *A. angustifolia*, *Ilex* e Myrtaceae parece ocorrer nos últimos 1000 anos, assim como em Cyperaceae e Tipo *S. recurvum* (Fig. 3).

Resultados de Leonhardt (2007) e Leonhardt & Lorscheitter (2010a), apontam a diminuição dos indicadores de campo, da mata com Araucária e da turfeira nos diagramas de concentração a partir de 2000 anos AP. Já no trabalho de Scherer (2008), a partir de 3300 anos AP os indicadores de mata com Araucária se retraem nos diagramas de concentração polínica num dos perfis analisados. No outro, os dados da autora indicam, entre 3200 – 1600 anos AP, uma vegetação desenvolvida, especialmente a mata, que se reduz nos diagramas de concentração só após 1600 anos AP. Essa redução tardia da mata pode estar ligada a fatores locais.

Os demais trabalhos palinológicos relacionados aos últimos 3000 anos no Sul e Sudeste do Brasil não puderam ser totalmente comparados aos resultados do Banhado Amarelo por não apresentarem análise absoluta dos táxons considerados. Assim, não fica evidente a retração dos indicadores de mata após seu máximo desenvolvimento. Segundo dois desses trabalhos, realizados no Planalto oriental do Rio Grande do Sul (Behling *et al.* 2001, 2004 e Behling & Pillar 2007), o início do desenvolvimento da

mata com Araucária ocorreu há cerca de 4000 anos AP e 3950 anos AP respectivamente, com expansão máxima a 1060 anos AP e 1140 anos AP. Em Santa Catarina, Behling (1995, 1998, 2002) sugere o início do desenvolvimento da mata há 3460 anos AP e 2385 anos AP segundo dois locais de estudo, e o máximo de sua expansão há aproximadamente 1000 anos AP nesses mesmos locais. No Paraná, Behling (1997, 1998, 2002) mostra a expansão inicial da mata com Araucária há 2850 anos AP e seu máximo há 1530 anos AP. Bauermann & Behling (2009) apontam a expansão da mata com Araucária a partir de 4320 anos AP no Sul do Brasil.

A expansão da mata com Araucária na atualidade é citada por Rambo (1953, 1956), Hueck (1972) e Reitz *et al.* (1983), indicando que os campos do Planalto do Rio Grande do Sul são, na verdade, remanescentes de um passado com clima mais seco, sendo uma vegetação em regressão, que vai sendo substituída por matas, favorecidas pela manutenção do clima mais úmido dos últimos milênios. Martin *et al.* (1991) e Ybert *et al.* (2001) sugerem que fenômenos do tipo *El Niño* podem ter ocorrido com frequência nos últimos 5000 anos no Sul do Brasil, mantendo a umidade. Também a maior influência do Anticiclone Atlântico (Bombin 1976a, 1976b) e a grande transgressão marinha holocênica, com seu máximo há cerca de 5000 anos AP (Villwock & Tomazelli 1998, Prieto *et al.* 1999), parecem ter sido decisivos para o maior aporte de umidade regional ao Planalto.

Assim, a redução acentuada de elementos da mata com Araucária nos diagramas de taxa de acumulação polínica do Banhado Amarelo nessa fase úmida (após 3000 anos AP) pode ser explicada, em grande parte, por um provável aumento da temperatura regional nos últimos milênios (Fig. 4), também perceptível nos diagramas de concentração de outros autores já mencionados. A expansão natural da *A. angustifolia* sobre o campo, assim como de outras espécies da mata, estaria desse modo sendo prejudicada pelo aumento de temperatura, gerando baixa capacidade reprodutiva. Estudo de Marta Caccavari (comunicação pessoal) em pesquisa realizada em populações de *A. angustifolia* em Santa Catarina e Misiones (Argentina), mostrou uma nítida redução do número e do tamanho dos sacos polínicos nos microsporófilos quando a temperatura regional é mais elevada que a média no mês de sua formação, resultando na menor produção de sementes.

Apesar de *A. angustifolia* ocorrer em ambiente úmido, seu ciclo reprodutivo é induzido por um curto período seco. No Planalto do Rio Grande do Sul, com elevada umidade ambiental, períodos com temperaturas mais baixas substituem fases secas ao

influenciar no balanço hídrico das plantas, promovendo seca fisiológica, que induz o ciclo reprodutivo de *A. angustifolia* (Backes 1988).

*A. angustifolia* está condicionada ao frio, com médias mínimas iguais ou inferiores a 10°C e um período sazonal com temperatura flutuando em torno de 12°C, fatores limitantes para o avanço dos táxons de florestas tropicais (Backes 1988). Portanto, o aumento da média anual da temperatura, associado à alta umidade, favorece a expansão de elementos das matas latifoliadas vizinhas, especialmente a oeste, com infiltração lenta que leva ao extermínio de vastas áreas de pinhais (Reitz & Klein 1966). O aumento da temperatura também está de acordo com o desenvolvimento da Mata Atlântica *str. s.* nos últimos 3000 anos AP na Planície Costeira do Estado (Lorscheitter 2003). Outra dificuldade para manutenção de *A. angustifolia* são suas pesadas sementes, com limitada capacidade de dispersão, se comparadas com as das espécies tropicais, pequenas e leves, dispersas com maior facilidade, e adaptadas a diferentes níveis de luminosidade (Backes 1988).

Também nessa fase úmida, após 3000 anos AP, a redução da taxa de acumulação dos indicadores de turfeira deve estar associada ao aumento de temperatura regional (compatível com aumento da taxa de acumulação de fungos, Fig. 3). Por outro lado, a redução de elementos campestres parece refletir o aumento da umidade regional, já que o campo do Planalto é considerado relicto de antigas fases mais secas.

Figura 2. BANHADO AMARELO – Diagramas de porcentagem

Figura 3. BANHADO AMARELO – Diagramas de taxa de acumulação polínica

Tabela 2. Síntese da reconstituição  
paleoambiental

## CONCLUSÕES

Poucos perfis sedimentares do Quaternário do Sul do Brasil alcançaram idades tão antigas quanto o da turfeira do Banhado Amarelo. A palinologia desse perfil, envolvendo os últimos 34000 anos, acrescentou novas informações relevantes sobre os paleoambientes do Planalto oriental e reforçou resultados já obtidos por outros autores, contribuindo para o conhecimento da história da vegetação e clima da região.

- Foram identificados, descritos e fotomicrografados táxons correspondentes a nove fungos, cinco algas, três briófitos, 13 pteridófitos, duas gimnospermas e 44 angiospermas. *Lophosoria quadripinnata* é a primeira citação para o Quaternário do Sul do Brasil. Todos esses bioindicadores, de distintos ambientes, forneceram informações indispensáveis para a reconstituição paleoambiental;
- Tudo indica que entre 34300 – 28000 anos AP a paisagem regional, com vegetação muito rarefeita, era dominada por um campo rarefeito, com as matas confinadas em refúgios, caracterizando clima frio e semi-árido. Um pântano herbáceo pouco desenvolvido parece ter ocupado o local de estudo onde hoje ocorre a turfeira;
- Entre 28000 – 23500 anos AP dados mostram a vegetação regional bem mais desenvolvida, mantendo o predomínio do campo, e matas em refúgios, compatível com clima ainda frio, mas agora úmido. No local, robustas evidências de um corpo lacustre, circundado por elementos de pântano, apontam o aumento da pluviosidade, com acúmulo de água na baixada. É o primeiro registro de clara fase úmida no Planalto oriental do Rio Grande do Sul para o final do último estágio glacial;
- A partir de 23500 anos AP uma acentuada retração da vegetação é detectada até 12000 anos AP, quando a vegetação regional de campo se retrai, tornando-se escassa, com matas ainda em refúgios, indicando clima novamente frio e semi-árido. No local de estudo, a colmatção e ressecamento do lago parece refletir o clima regional;
- Em torno de 12000 – 10000 anos AP, os dados sugerem leve desenvolvimento da vegetação regional, com o domínio do campo, e matas se expandindo um pouco a partir dos refúgios, mostrando certa dificuldade da vegetação em responder à melhoria climática relacionada à elevação de temperatura e umidade, próprias do início do Holoceno no Sul do Brasil. No local de estudo, um pântano herbáceo volta a se estabelecer sobre o solo agora úmido;

- A fase entre 10000 – 7500 anos AP mostra nova e acentuada retração da vegetação regional e local, indicando grande redução de umidade, o clima tornando-se muito seco;
- A partir de 7500 anos AP o comportamento da vegetação muda muito, com progressivo desenvolvimento, que leva à recuperação do campo e à migração de pioneiros arbóreos desde os refúgios. De 6000 até 3000 anos AP as evidências apontam a mata com Araucária se expandindo cada vez mais sobre o campo e a transformação do pântano herbáceo em turfeira no local de estudo. Todas essas informações mostram um aumento progressivo da umidade regional desde 7500 anos AP;
- Tudo indica que a umidade regional se manteve alta de 3000 anos AP até a atualidade, o que corrobora resultados de outros autores. Muito possivelmente uma elevação da temperatura regional estaria sendo, então, o fator desencadeante da redução de elementos florestais e de turfeira nesta fase, por diminuição da capacidade reprodutiva das espécies. Sendo considerados relictos de um passado mais seco, a alta umidade poderia, por outro lado, explicar a redução também da quantidade de elementos campestres neste intervalo;
- Os resultados do presente estudo estão de acordo com os demais que envolveram espaços de tempo semelhantes. Pequenas diferenças cronológicas podem ser explicadas por barreiras geográficas e/ou variações microclimáticas. Fica evidenciada mais uma vez a grande importância do uso de análise absoluta na palinologia ligada a reconstituições paleoambientais. Resultados baseados apenas em dados porcentuais podem mascarar informações, como as das fases úmidas do início e do final do Holoceno, dificultando o avanço no entendimento da história da vegetação dos últimos milênios no Sul do Brasil;
- As informações obtidas reforçam a idéia de que a distribuição atual da mata com Araucária é de origem geologicamente recente, e que a possível elevação da temperatura ambiental dos últimos milênios pode ter aumentado sua vulnerabilidade frente às matas tropicais adjacentes, o que deve ser levado em consideração em programas de preservação e monitoramento ambiental;
- Sugere-se a continuidade das pesquisas sobre a história da vegetação atual do Planalto do Sul do Brasil nos últimos milênios, aprofundando o conhecimento sobre tão importante e frágil ecossistema.

### Referências Bibliográficas

- BACKES, A. 1988. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil. **Pesquisas - Botânica** **39**: 5-39.
- BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil - II. **Pesquisas - Botânica** **49**: 31-51.
- BACKES, P. & IRGANG, B.E. 2002. **Árvores do Sul. Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Instituto Souza Cruz, Porto Alegre. 332 p.
- BARROSO, G.M. 1978. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 1. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. 255 p.
- BARROSO, G.M. 1984. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 2. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. 377 p.
- BARROSO, G.M. 1986. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 3. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária. 326 p.
- BARTH, O.M. 1971. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional. X. Complemento à parte VII: *Cuphea* (Lytraceae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **69** (1): 93-105.
- BASTOS, N.R. 1996. **O gênero *Vicia* L. (Leguminosae – Faboideae) no Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 98 p.
- BAUERMANN, S.G. & BEHLING, H. 2009. Dinâmica paleovegetacional da Floresta com Araucária a partir do final do Pleistoceno: o que mostra a palinologia. p. 35-38. *In*: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.L.; BACKES, A. & GANADE, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto. Editora Holos.
- BEHLING, H. 1995. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archaeobotany** **4**: 127-152.
- BEHLING, H. 1997. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the *Araucaria* forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology** **97**: 109-121.
- BEHLING, H. 1998. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology** **99**: 143-156.
- BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **177**: 19-27.

- BEHLING, H.; BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. 2001. Holocene environmental changes in São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** **14**: 631-639.
- BEHLING, H. & PILLAR, V.D. 2007. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern *Araucaria* forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society B** **362**: 243-251.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D. & BAUERMANN, S.G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Paleobotany and Palynology** **133**: 235-248.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D.; ORLÓCI, L. & BAUERMANN, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grasslands (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **203**: 277-297.
- BERGLUND, B.E. 1986. **Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology**. John Wiley & Sons, New York. 869 p.
- BOLD, H.C.; ALEXOPOULOS, C.J. & DELEVORYAS, T. 1987. **Morphology of Plants and Fungi**. 5 ed. Harper & Row Publishers, New York. 912 p.
- BOLDRINI, I.I. 1997. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências** **56**: 1-39.
- BOLDRINI, I.I.; LONGHI-WAGNER, H.M. & BOECHAT, S.C. 2005. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Editora da UFRGS, Porto Alegre. 96 p.
- BOMBIN, M. 1976a. **Modelo paleológico para o Neo-quaternário da região da Campanha-Oeste do Rio Grande do Sul (Brasil). A formação Touro Passo, seu conteúdo fossilífero e a pedogênese pós-deposicional**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 133 p.
- BOMBIN, M. 1976b. Modelo paleológico para o Neoquaternário da região da Campanha-Oeste do Rio Grande do Sul (Brasil). A formação Touro Passo, seu conteúdo fossilífero e a pedogênese pós-deposicional. **Comunicações do Museu da PUCRS** **15**: 1-90.
- BURKART, A. 1979. Leguminosas, Mimosóideas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-299.
- CHRISTOPHER, R.A. 1976. Morphology and taxonomic status of *Pseudoschizaea* Thiergart and Frantz ex R. Potonie Emend. **Micropaleontology** **22**: 143-150.

- CIFERRI, R. 1953 Atti dell'Istituto Botanico della Università e Laboratorio Crittogamico, **Pavia 5(10)**: 218.
- CLAPPERTON, C.M. 1993. Nature of environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 101**: 189-208.
- COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.E.D. & PATIÑO, J.E.M. 1999. **Amazon Pollen Manual and Atlas**. Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 332 p.
- CORDEIRO, S.H. 1991. **Palinologia de sedimentos da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 123 p.
- CORDEIRO, S.H. & LORSCHREITER, M.L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Paleolimnology 10(1)**: 35-42.
- COUTO, C. P. 1975. Mamíferos fósseis do Quaternário do Sudeste brasileiro. **Boletim Paranaense de Geociências 33**: 89-132.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York. 1262 p.
- EDWIN, G. & REITZ, R. 1967. Aquifoliáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-47.
- ERDTMAN, G. 1969. **Handbook of Palynology**. Hafner Publishing, New York. 486 p.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1989. **Textbook of pollen analysis**. 4 ed. John Wiley & Sons, New York. 328 p.
- FEVEREIRO, P.C.A. 1975. Haloragáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-17.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae. **Boletim do Instituto de Biociências 42**: 1-72.
- FUCHS-ECKERT, H.P. 1986. Isoetáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz & R.M. Klein eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p. 1-42.
- GRIMM, E.C. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. **Computers & Geosciences 13(1)**: 13-35.
- HEUSSER, C.J. 1971. **Pollen and Spores of Chile**. University of Arizona Press, Tucson. 167 p.
- HOOGHIEMSTRA, H. 1984. **Vegetational and climatic history of the High Plain of Bogotá, Colombia: A continuous record of the last 3.5 million years**. Strauss & Cramer, Amsterdam. 368 p.

- HUECK, K. 1972. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica.** Editora Polígono, São Paulo. 466 p.
- ICHASO, C.L.F. & BARROSO, G.M. 1970. Escrofulariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-114.
- IRGANG, B.E. 1974. Umbelliferae. **Boletim do Instituto de Biociências** 32(2): 1-86.
- JOLY, A.B. 2002. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal.** 13 ed. Editora Nacional, São Paulo. 778 p.
- KIRK, P.M., CANNON, P.F., DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2001. **Dictionary of the fungi.** 9 ed. CABI Bioscience, Cambridge. 650 p.
- KOWSMANN, R.O.; COSTA, M.P.A.; VICALVI, M.A.; COUTINHO, M.G.N. & GAMBOA, L.A.P. 1977. Modelo da sedimentação holocênica na plataforma continental sub-brasileira. **Série Projeto Remac** 2: 7-26.
- LEAL, M.G. 2005. **Gênese e desenvolvimento de uma floresta paludosa na encosta inferior do nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil, e paleoambientes da região durante o Holoceno.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 102 p.
- LEAL, M.G. & LORSCHÉITTER, M.L. 2006. Pólen, esporos e demais palinórfos de sedimentos holocênicos de uma floresta paludosa, Encosta Inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, série botânica** 63: 69-100.
- LEAL, M.G. & LORSCHÉITTER, M.L. 2007. Plant succession in a forest on the Lower Northeast Slope of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and Holocene palaeoenvironments, Southern Brazil. **Acta Botanica Brasílica** 21: 1-10.
- LEONHARDT, A. 2007. **Mudanças vegetacionais e climáticas no Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil, durante os últimos 25000 anos.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 124 p.
- LEONHARDT, A. & LORSCHÉITTER, M.L. 2007. Palinórfos 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** 30(1): 47-59.
- LEONHARDT, A. & LORSCHÉITTER, M.L. 2008. Pólen de gimnospermas e angiospermas do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 31(4): 645-658.
- LEONHARDT, A. & LORSCHÉITTER, M.L., 2010a. The last 25000 years in the eastern Plateau of Southern Brazil according to Alpes de São Francisco. **Journal of South American Earth Sciences** 29: 454-463

- LEONHARDT, A. & LORSCHTEITTE, M.L., 2010b. Pólen de Magnoliopsida (Asteridae) e Liliopsida 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** **33**: 411-422.
- LICHTE, M. & BEHLING, H. 1999. Dry and cold climate conditions in the formation of the present landscape in Southeastern Brazil. An interdisciplinary approach to a controversially discussed topic. **Zeitschrift für Geomorphologie N.F.** **43(3)**: 341-358.
- LINS, D.M.T. & BAPTISTA, L.R.M. 1990. Considerações taxonômicas sobre algumas espécies de *Mimosa* da série *Lepidotae* do Rio Grande do Sul. In: **Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica, 1984** (M.F. Silva, coord.) SBB, Manaus. p.196-203.
- LORSCHTEITTE, M.L. 1984. **Palinologia de sedimentos quaternários do Cone de Rio Grande – Brasil**. Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 267 p.
- LORSCHTEITTE, M.L. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas. **Pesquisas** **21**: 61-117.
- LORSCHTEITTE, M.L. 1989. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições taxonômicas. Parte II. **Pesquisas** **22**: 89-127.
- LORSCHTEITTE, M.L. 1992. Pollen registers of the South and Southeast regions of Brazil during the last 40,000 years. "Paleoclimatic changes and the carbon cycle". **Serie Geoquímica Ambiental** **1**: 55-61.
- LORSCHTEITTE, M.L. 1997. Paleoambientes do Sul do Brasil no Quaternário através da palinologia: Revisão dos Resultados Obtidos. **Revista Universidade de Guarulhos, Geociências II (nº especial)**: 197-199.
- LORSCHTEITTE, 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**: 261-271.
- LORSCHTEITTE, M.L.; ASHRAF, A.R.; BUENO, R.M. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. **Palaeontographica** **246(1-3)**: 1-113.
- LORSCHTEITTE, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica** **251(4-6)**: 71-235.
- LORSCHTEITTE, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2001. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. **Palaeontographica** **260(1-6)**: 1-165.

- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2002. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part IV. **Palaeontographica** **263(1-6)**: 1-159.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2005. Pteridophyte of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. **Palaeontographica** **270(1-6)**: 1-180.
- LORSCHUITTER, M.L.; ASHRAF, A.R.; WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2009. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part VI. **Palaeontographica** **281(1-3)**: 1-96.
- LORSCHUITTER, M.L. & DILLENBURG, S.R. 1998. Holocene paleoenvironments of the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandaí Lagoon sediments. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula** **11(1)**: 75-99.
- 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(1)**: 55-92.
- LOURTEIG, A. 1969. Litráceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-80.
- LÜDTKE, R. & MIOTTO, S.T.S. 2004. O gênero *Polygala* L. (Polygalaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** **2(2)**: 49-102.
- MANCINI, M.V. 2002. Vegetation and climate during the Holocene in Southwest Patagonia, Argentina. **Review of Paleobotany and Palynology** **122**: 101-115.
- MARCHANT, R.; ALMEIDA, L.; BEHLING, H.; BERRIO, J.C.; BUSH, M.; CLEEF, A.; DUIVENVOORDEN, J.; KAPPELLE, M.; OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; LOZANO-GARCÍA, S.; HOOGHIEMSTRA, H.; LEDRU, M.P.; LUDLOW-WIECHERS, B.; MARKGRAF, V.; MANCINI, V.; PAEZ, M.; PRIETO, A.; RANGEL, O. & SALGADO-LABOURIAU, M.L. 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American Pollen Database. **Review of Palaeobotany and Palynology** **121**: 1-75.
- MARKGRAF, V. 1983. Late and Postglacial vegetational and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate, and arid environments in Argentina. **Palynology** **7**: 43-70.
- MARKGRAF, V. 1984. Late Pleistocene and Holocene vegetation history of temperate Argentina: Lago Morenito, Bariloche. **Dissertationes Botanicae** **72**: 235-254.
- MARKGRAF, V. 1989. Paleoclimates in Central and South America since 18,000 BP based on pollen and lake-level records. **Quaternary Science Reviews** **8**: 1-24.

- MARKGRAF, V. & BRADBURY, J.P. 1982. Holocene Climatic History of South America. *In*: Chronostratigraphic subdivision of the Holocene. Ed: Mangerud, J; Birks, H.J.B. and Jäger, K.D. **Striae** **16**: 40-45.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H.L. 1978. **Pollen Flora of Argentina**. The University of Arizona Press, USA. 208 p.
- MARQUES, M.C.M. 1975. Ericáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p. 1-63.
- MARQUES, M.C.M. & GOMES, K. 2002. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo: Polygalaceae**. Vol. 2. São Paulo. p. 229-259.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J.M. & SUGUIO, K. 1991. Possible changes in the Holocene wind pattern recorded on southeastern Brazilian coast. **Boletim Instituto de Geociências – USP, Publicação Especial**, **8**: 117-131.
- MATTERI, C.M. 1987. Esporas de hongos en capsulas de *Sphagnum magellanicum* de Tierra del Fuego. **Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología** **10**: 6.
- MATZENBACHER, N.I. & MAFIOLETI, S.I. 1994. Estudo taxonômico do gênero *Vernonia* Schreb. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia – PUCRS, Série Botânica** **1(1)**: 1-133.
- MENÉNDEZ, G.G.H. 1962. **Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina**. Instituto Miguel Lillo, Tucumán. 294 p.
- MONDIM, C.A. 1996. **A tribo Mutisieae Cass. (Astereaceae) sensu CABRERA, no Rio Grande do Sul e suas relações biogeográficas**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 161 p.
- MOORE, P.D.; WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. 1991. **Pollen Analysis**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 216 p.
- MOTA, F.S. 1951. Estudos do clima do Estado do Rio Grande do Sul, segundo o sistema de W. Köppen. **Revista Brasileira de Geografia** **13(2)**: 275-284.
- NEVES, P.C.P. 1991. **Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 232 p.
- NEVES, P.C.P. 1998. **Palinologia de sedimentos quaternários no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 319 p.

- NEVES, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 2003. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil. Descrições taxonômicas – Parte I: fungos, algas, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. **Pesquisas - Botânica 53**: 121-149.
- NEVES, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 2004. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil. Descrições taxonômicas – Parte II: bryophyta e pteridophyta. **Pesquisas - Botânica 55**: 227-251.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1992. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas, Parte I: fungos, algas, briófitos, pteridófitos, palinomorfos outros e fragmentos de invertebrados. **Acta Geológica Leopoldensia 15**: 83-114.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1995a. Upper Quaternary Palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 9(1)**: 43-72.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1995b. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa (Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil). Descrições Taxonômicas - Parte II: gimnospermas e angiospermas. **Acta Geologica Leopoldensia 18(41)**: 45-82.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1996. Feições de uma Mata Tropical Paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. **Notas Técnicas II 9(1)**: 28-38.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHUITTER, M.L. 1997. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 6, Curitiba. **Resumos Expandidos**. ABEQUA, Curitiba. p.341-344.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 2ª ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 421 p.
- OLIVEIRA, M. A.T.; BEHLING, H. & PESSENDA, L. C. R. 2008a. Late-Pleistocene and mid-Holocene environmental changes in highland valley head areas of Santa Catarina state, Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences 26**: 55-67.
- OLIVEIRA, M. A. T.; BEHLING, H.; PESSENDA, L. C. R. & LIMA, G. L. 2008b. Stratigraphy of near-valley head quaternary deposits and evidence of climate-driven slope-channel processes in southern Brazilian highlands. **Catena 75**: 77-92.
- PETRI, F. & FÚLFARO, V.J. 1988. **Geologia do Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 631 p.

- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 1992. Atlas Palinológico del Nordeste Argentino. Vol. I: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Araliaceae y Sapindaceae. *D'Orbignyana* 7: 1-75.
- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 1998. **Flora Polínica del Nordeste Argentino**. Vol 1. EUDENE-UNNE, Buenos Aires. 143 p.
- PIRE, S.M.; ANZÓTEGUI, L.M. & CUADRADO, G.A. 2001. **Flora Polínica del Nordeste Argentino**. Vol. 2. Chaco, EUDENE-UNNE. 172 p.
- PRIETO, A.R. 2000. Vegetational history of the Late glacial-Holocene transition in the grasslands of eastern Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 157: 167-188.
- PRIETO, A.R.; BLASI, A.M.; FRANCESCO, C.G. & FERNÁNDEZ, C. 2004. Environmental history since 11,000 <sup>14</sup>C yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. *Quaternary Research* 62: 146-161.
- PRIETO, A.R.; LORSCHBITTER, M.L. & STUTZ, S. 1999. Holocene vegetation changes in relation to the coastal evolution in Buenos Aires province (Argentina) and Rio Grande do Sul (Brazil). *In: O Quaternário e o Meio Ambiente, Anais do VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA*, Porto Seguro.
- PROJETO RS BIODIVERSIDADE. 2005. **Projeto Conservação da Biodiversidade como fator de contribuição ao desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. [www.scp.rs.gov.br/uploads/DIAGNOSTICOAREAPRIORITARIAS.pdf](http://www.scp.rs.gov.br/uploads/DIAGNOSTICOAREAPRIORITARIAS.pdf) (acesso em 10.08.2009).
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & THOMAS, A.L.E. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143: 1-81.
- QUATTROCCHIO, M.E. & BORROMEI, A.M. 1998. Paleovegetational and paleoclimatic changes during the late Quaternary in Southwestern Buenos Aires province and southern Tierra del Fuego (Argentina). *Palynology* 22: 67-82.
- RAHN, K. 1966. Plantagiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-37.
- RAMBO, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. *Sellowia* 3: 7-39.
- RAMBO, B. 1953. História da flora do planalto riograndense. *Sellowia* 5(5): 185-232.
- RAMBO, B. 1956. A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses. *Sellowia* 7: 235-298.
- RAMBO, B. 1994. **A fisionomia do Rio Grande do Sul – ensaio de monografia natural**. 3ª ed. Ed. UNISINOS, São Leopoldo. 473 p.

- REITZ, P.R. & KLEIN, R.M. 1966. Araucariáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-62.
- REITZ, R., KLEIN, R.M. & REIS, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia** **34/35**: 1-525.
- ROSSIGNOL, M. 1962. Analyse pollinique de sédiments marins quaternaries em Israel. II Sédiments Pleistocenes. **Pollen et Spores** **4**: 121-148.
- ROTH, L. 1990. **Palinologia de uma turfeira do Parque Nacional de Aparados da Serra, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 223 p.
- ROTH, L. & LORSCHREITER, M.L. 1993. Palynology of a bog in Parque Nacional de Aparados da Serra, East Plateau of Rio Grande do Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula** **8**: 39-69.
- ROTH, L. & LORSCHREITER, 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** **63**: 69-100.
- ROUBIK, D.W. & MORENO, P.J.H. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden** **36**: 1-270.
- ROUND, F.E. 1973. **The Biology of the Algae**. 2 ed. Edward Arnold, London. 278 p.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291 p.
- SCHERER, C. 2008. **Sucessão vegetal e reconstituição de paleoambientes no interior de matas com Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 130 p.
- SCHERER, C. & LORSCHREITER, 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** **22(1)**: 131-144.
- SCHERER, C. & LORSCHREITER, M.L. 2009. Pólen de gimnospermas e angiospermas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23(3)**: 681-696.
- SCHULTZ, A.R. 1980. **Introdução à botânica sistemática**. 5 ed. Vol.1. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 294 p.
- SCHULTZ, A.R. 1990. **Introdução à botânica sistemática**. 5 ed. Vol. 2. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 414 p.

- SCHÜßLER, A.; SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research** **105**: 1413-1421.
- SEHNEM, A. 1968. Blechnáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**. (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí. p. 1-90.
- SMITH, G.M. 1987. **Botânica criptogâmica**. 4 ed. Vol.1. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 527 p.
- SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. & KLEIN, R.M. 1988. Euforbiáceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p.1-408.
- SOBRAL, M. 1999. Valerianaceae. **Boletim do Instituto de Biociências** **58**: 1-61.
- SOBRAL, M. 2003. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Editora UNISINOS, São Leopoldo. 215 p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 2ª ed Instituto Plantarum, Nova Odessa. 704 p.
- SPALDING, B.B.C. & LORSCHREITER, M.L. 2009. Palinologia de sedimentos da turfeira do Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Fungos e criptógamas. **Hoehnea** **36(2)**: 219-232.
- SPALDING, B.B.C. & LORSCHREITER, M.L. 2010. Palinologia de sedimentos da turfeira do Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Gimnospermas e angiospermas. **Hoehnea** (aceito)
- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. **Pollen et Spores** **13(4)**: 615-621.
- TEIXEIRA, M.B.; COURA NETO, A.B.; PASTORE, U. & RANGEL FILHO, A.L.R. 1986. Vegetação. In: **Levantamento de recursos naturais**. Vol.33. IBGE, Rio de Janeiro. p.541-632.
- TRINTA, E.F. & SANTOS, E. 1997. Winteráceas. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. p. 1-19.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. **Ferns and allied plants**. Springer-Verlag, New York. 857 p.
- VAN GEEL, B. 1978. A paleoecological study of Holocene peat bog section in Germany and the Netherlands. **Review of Palaeobotany and Palynology** **25**: 1-120.

- VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1977. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. **Review of Palaeobotany and Palynology** **25**: 377-392.
- VASCONCELLOS, J.M.O. 1973. Estudo dos gêneros de Amaranthaceae do Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica** **18**: 90-97.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. 1998. Holocene coastal evolution in Rio Grande do Sul, Brasil. **Quaternary of South America and Antarctic Península** **11**: 283-296.
- WINGENROTH, M. & HEUSSER, C.J. 1983. **Pollen of the High Andean Flora**. IANIGLA, Mendoza. 195 p.
- YANO, O.; PIRANI, J.R. & SANTOS, D.P. 1985. O gênero *Sphagnum* (Bryopsida) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **8**: 55-80.
- YBERT, J.P. 1979. **Atlas de Pollens de Cote d'Ivoire**. Office de La Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, Paris. 40 p.
- YBERT, J.P.; BISSA, W.M.; CATHARINO, E.L.M. & KUTNER, M. 2001. Relative sea-level variations and climatic evolution in southeastern and southern Brazil during the Late Holocene. **Pesquisas em Geociências** **28(2)**: 75-83.