

PALINOMORFOS DE AMOSTRAS SUPERFICIAIS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA REGIÃO DE ITAPIRANGA (SC, BRASIL)

Jaqueleine Borger¹, Mirian Carbonera², Jefferson Nunes Radaeski³,
Ademar Graeff⁴

Resumo: Este estudo apresenta as primeiras descrições morfológicas de grãos de pólen e esporos provenientes da Floresta Estacional Semidecidual no oeste de Santa Catarina, uma região até então sem registros palinológicos documentados. O objetivo foi descrever os palinomorfos preservados em sedimentos superficiais em área core dessa fitofisionomia, no município de Itapiranga (SC). Foram coletadas três amostras de sedimento superficiais (5 cm de profundidade), que passaram por processamento químico convencional para análise palinológica. De cada amostra foram preparadas cinco lâminas, em meio glicerinado, e posteriormente examinadas em microscópio óptico para identificação taxonômica dos palinomorfos até o menor nível hierárquico possível, seguida de descrição morfológica. Ao todo foram identificados e ilustrados 38 palinomorfos: três algas, um fungo, uma briófita, quatro pteridófitas, duas gimnospermas, 25 angiospermas e dois esporos indeterminados. Desses, 13 representam descrições inéditas para o estado de Santa Catarina. Os palinomorfos registrados estão associados a diferentes tipos de vegetação, incluindo ambientes aquáticos (3), Campos (6), Floresta Ombrófila Mista (4), Floresta Estacional Semidecidual (24) e áreas cultivadas (1). Os resultados obtidos oferecem subsídios valiosos para a comparação com registros polínicos atuais e quaternários, contribuindo para a interpretação de estudos paleoambientais e paleoclimáticos em desenvolvimento na região oeste catarinense.

Palavras-chave: pólen moderno; morfologia polínica; Mata Atlântica.

1 Curso de Ciências Biológicas (bacharelado), Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó).

2 Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) / Centro de Memória do Oeste de Santa Catarina (CEOM), Unochapecó.

3 Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Unochapecó.

4 Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Unochapecó.

PALYNOMORPHS FROM SURFACE SAMPLES FROM THE SEMIDEciduous SEASONAL FOREST OF THE ITAPIRANGA REGION (SC, BRAZIL)

Abstract: This study presents the first morphological descriptions of pollen grains and spores from the Semideciduous Seasonal Forest in western Santa Catarina, a region with no documented palynological records. The aim was to describe the palynomorphs preserved in surface sediments in a core area of this physiognomy, in the municipality of Itapiranga (SC). Three surface sediment samples were collected (5 cm deep), which underwent conventional chemical processing for palynological analysis. Five slides were prepared from each sample in glycerin medium and then examined under an optical microscope for taxonomic identification of the palynomorphs down to the lowest possible hierarchical level, followed by morphological description. A total of 38 palynomorphs were identified and illustrated: three algae, one fungus, one bryophyte, four pteridophytes, two gymnosperms, 25 angiosperms and two undetermined spores. Of these, 13 represent new descriptions for the state of Santa Catarina. The palynomorphs recorded are associated with different types of vegetation, including aquatic environments (3), grasslands (6), mixed ombrophilous forest (4), semideciduous seasonal forest (24) and cultivated areas (1). The results obtained provide valuable information for comparison with current and Quaternary pollen records, contributing to the interpretation of paleoenvironmental and paleoclimatic studies being carried out in the western region of Santa Catarina.

Keywords: modern pollen; pollen morphology; Atlantic Forest.

1 INTRODUÇÃO

A análise da morfologia dos palinomorfos permite comparar ambientes antigos com a vegetação atual, sendo amplamente aplicado para compreender e interpretar as transformações na cobertura vegetal ao longo do tempo (Evaldt *et al.*, 2009; Radaeski *et al.*, 2014). Os estudos ecológicos conduzidos em ambientes contemporâneos oferecem uma valiosa contribuição neste aspecto, enquanto as assembleias fósseis fornecem informações prognósticas sobre como os biomas atuais respondem a eventos similares ocorridos no passado e seus impactos (Evaldt *et al.*, 2009; Gornitz, 2009).

Essas pesquisas têm resultado na elaboração de atlas e catálogos polínicos, além da manutenção de bancos de dados que funcionam como referências para pesquisas na área (Gajewski, 2008; Evaldt *et al.*, 2009; Kneller, 2009; Silva *et al.*, 2020). Os dados podem ser obtidos por diferentes métodos, como coleta de chuva polínica, amostras de subsuperfície, fundos de lago e perfis estratigráficos, baseando-se na identificação e quantificação dos grãos de pólen e esporos (Evaldt *et al.*, 2009). No entanto, observa-se uma carência significativa de dados sobre a morfologia polínica atual no sul do Brasil, especialmente no que se refere à Floresta Estacional Semidecidual.

Em Santa Catarina, os estudos sobre morfologia polínica contemporânea ainda são escassos e, em sua maioria, voltados para as vegetações de Campos,

Floresta Ombrófila Mista (Araucária) e vegetação litorânea (Figura 1, Tabela 1). Somente recentemente, o espectro polínico atual de superfície da Floresta Estacional Semidecidual foi caracterizado quantitativamente por Borger *et al.* (2023) que analisaram a relação pólen-vegetação no município de Itapiranga. Entretanto, a descrição detalhada dos palinomorfos associados a essa formação permanece desconhecida. Esse conhecimento é fundamental para a identificação de assembléias polínicas preservadas em registros sedimentares do Quaternário.

Figura 1 – Localização da área de estudo em relação a outras pesquisas polínicas realizadas no estado de Santa Catarina, sul do Brasil.



Fonte: Autores (2024).

Tabela 1 – Regiões de estudos com descrições de pólen e esporos em Santa Catarina e o tipo de vegetação local.

Número	Região	Tipo de vegetação	Número de palinomorfos/ descrição de pólen	Origem	Referência
1	Flona - Chapecó	Floresta de Araucária e campos	-	superfície	Eidt, 2015
2	Esec - Mata Preta	Floresta de Araucária	-	superfície	Schneider, 2018
3	Parque Nacional das Araucárias	Floresta de Araucária	-	superfície	Fedrizzi, 2018
4	Coxilha Rica	Floresta de Araucária e campos	17	plantas	Radaeski <i>et al.</i> , 2014
5	Morro da Igreja	Floresta de Araucária e campos	76	sedimento	Behling, 1995
5	Morro da Igreja	Floresta de Araucária e campos	15	plantas	Radaeski <i>et al.</i> , 2014
6	Serra do Rio do Rastro	Floresta de Araucária e campos	26	sedimento	Behling, 1995
7	Serra da Boa Vista	Floresta de Araucária e campos	22	sedimento	Behling, 1995
7	Serra da Boa Vista	Floresta de Araucária e campos	2	plantas	Radaeski <i>et al.</i> , 2014
8	Campo da Ciama	Floresta de Araucária e campos	2	plantas	Radaeski <i>et al.</i> , 2014
9	Serra do Tabuleiro	Floresta de Araucária e campos	4	plantas	Radaeski <i>et al.</i> , 2014
10	São João do Sul	Floresta tropical densa	98	sedimento	Cancelli <i>et al.</i> , 2012a, 2012b
11	Santa Rosa do Sul	Floresta tropical densa	117	sedimento	Cancelli <i>et al.</i> , 2012a, 2012b
12	Poço Grande	Floresta costeira tropical	101	sedimento	Behling, 1995

Fonte: Autores (2024).

A partir do exposto, neste trabalho destacamos a relação entre a vegetação atual, a identificação e a descrição morfológica dos grãos de pólen na região oeste catarinense. Isso é importante pois conhecer a morfologia desses grãos de pólen é crucial para determinar sua representatividade histórica e, consequentemente, subsidiar a identificação dos palinomorfos no registro sedimentar. A caracterização morfológica dos palinomorfos contidos em amostras superficiais da Floresta Estacional Semidecidual da região de Itapiranga, subsidiará estudos já em andamento em distintas regiões que abrigam esta formação vegetal, tais como o desenvolvido na região de Mondaí (SC) (Radaeski *et al.*, 2023; Loponte *et al.*, 2024). Borger *et al.* (2023) apresentaram dados quantitativos em amostras superficiais e, no presente trabalho, são apresentadas as descrições inéditas dos palinomorfos encontrados para a região oeste de Santa Catarina que não tem descrições polínicas fósseis e modernas.

Os poucos estudos desenvolvidos na porção oeste catarinense evidenciam uma lacuna significativa e ressaltam a necessidade de investigações palinológicas mais aprofundadas nessa região. Somente ao suprir estas carências será possível não apenas fortalecer a base de conhecimento científico sobre a vegetação local, mas também contribuir de forma relevante para a compreensão das complexas interações entre clima, vegetação e atividade antrópica ao longo do Quaternário na bacia do rio Uruguai, em território catarinense. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo descrever os palinomorfos preservados em sedimentos superficiais de uma área representativa (core) da Floresta Estacional Semidecidual, localizada no município de Itapiranga, Santa Catarina.

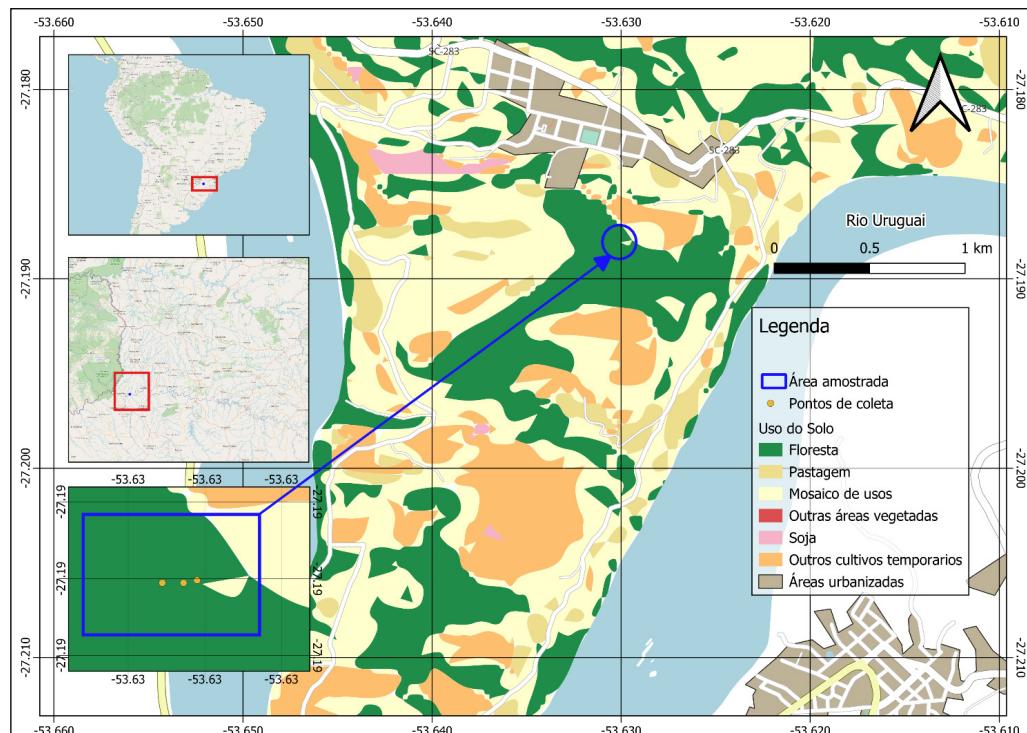
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e Coleta das amostras

A Floresta Estacional Semidecidual integra o bioma Mata Atlântica e é caracterizada por um regime climático de duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. Distingue-se das formações ombrófilas pelo comportamento caducifólio durante a estação seca, período em que aproximadamente 20% a 50% das árvores perdem suas folhas (Gomes, 2008). Conforme relatado por Gasper *et al.* (2013), esta floresta abriga um total de 420 espécies, distribuídas entre 275 gêneros e pertencentes a 90 famílias distintas. As famílias mais comuns incluem Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Sapindaceae e Solanaceae, entre outras. A região apresenta clima mesotérmico brando superúmido sem estação seca definida (IBGE, 2002), com precipitação anual variando entre 2.000 e 2.100 milímetros e temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C. A altitude do local estudado é de aproximadamente 370 metros (Santa Catarina, 2016; Climate-Data, 2023).

As amostras analisadas nesse trabalho foram coletadas na localidade Sede Capela, situada na zona rural do município de Itapiranga, no extremo oeste do estado de Santa Catarina. A área de estudo corresponde a um pequeno fragmento remanescente da Floresta Estacional Semidecidual, localizado nas proximidades do rio Uruguai (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo. MapBiomas Brasil Coleção 9 (uso do solo). Classificação Vegetação IBGE. Sigars 2000.



Fonte: Autores (2024).

Foram coletadas três amostras superficiais de sedimentos, a uma profundidade de cinco centímetros, em uma área central da Floresta Estacional Semidecidual com o objetivo de realizar análises palinológicas. A coleta foi realizada ao longo de um transecto que atravessava diferentes ambientes: uma zona de transição entre campo/pastagem e floresta (Amostra 01), o interior da floresta (Amostra 02) e uma área de banhado no interior da mata (Amostra 03), visando à caracterização detalhada desses distintos contextos ambientais (Salgado-Labouriau, 2007). Em cada ponto amostral, foi definido um ponto central de coleta, a partir do qual foram extraídos os cinco centímetros superiores do solo. Em seguida, traçou-se uma cruz centrada nesse ponto, e amostras adicionais foram obtidas a uma distância de cinco metros em cada direção cardinal, totalizando cinco subamostras por ponto. As subamostras de

cada local foram então reunidas e homogeneizadas, formando uma amostra composta representativa de cada ambiente (Adam & Mehringer, 1975).

2.2 Processamento químico e Análise microscópica

Após a coleta, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos devidamente identificados e mantidas sob refrigeração até o processamento no Laboratório de Toxicologia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ). O tratamento seguiu os procedimentos descritos por Faegri e Iversen (1975), com adaptações conforme Bauermann e Neves (2005). Após o processamento químico, foram montadas cinco lâminas por amostra em meio glicerinado para análise microscópica.

A análise consistiu na identificação dos palinomorfos, realizada com auxílio de microscópio óptico em aumento de 40x. A identificação taxonômica foi conduzida até o menor nível hierárquico possível, com base na comparação com coleções de referência, catálogos especializados (Cancelli *et al.*, 2007; Cancelli, 2008; Evaldt *et al.*, 2009; Cancelli *et al.*, 2010; Lima, 2010; Cancelli *et al.*, 2012a; 2012b; Bauermann *et al.*, 2013; Radaeski *et al.*, 2014; Radaeski *et al.*, 2017; Liskoski *et al.*, 2018; Dettke *et al.*, 2020) e a Rede de Catálogos Polínicos Online (RCPol) (Silva *et al.*, 2020). A distinção dos tipos polínicos de Poaceae foi feita com base no tamanho dos grãos de pólen, conforme os critérios propostos por Radaeski *et al.* (2016), enquanto a caracterização dos esporos seguiu os parâmetros morfológicos descritos por Lorscheitter *et al.* (1998; 1999; 2001).

As descrições palinológicas foram organizadas segundo a morfologia, e precedida de informações sobre os habitats e hábitos atribuídos a cada família botânica e/ou gênero identificado. Os táxons foram descritos em termos dos mais importantes caracteres morfológicos empregados na identificação taxonômica, tais como: unidades de dispersão (mônades, tétrades ou políades), tamanho, polaridade, contorno do pólen em vista polar (âmbito) e equatorial (forma), simetria, número e tipos de aberturas (colpos, poros, colporos, sulcos), ornamentação da exina e tamanho dos eixos polar (DP) e equatorial (DE) em micrômetros (μm), quando possível. Nos grãos de pólen esféricos foi dimensionado somente o diâmetro (D). A forma do pólen foi determinada com base na razão P/E (Barth & Melhem, 1988; Punt *et al.*, 2007; Nascimento *et al.*, 2013).

Sempre que possível foram obtidas imagens fotográficas dos grãos de pólen, em vista polar e equatorial, e dos esporos, em vista proximal e equatorial, com o intuito de ilustrar suas características morfológicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados e ilustrados 38 palinomorfos a partir das amostras superficiais analisadas. Desses, três correspondem a algas, um a fungo, uma a briofita, quatro a pteridófitas, duas a gimnospermas, 25 a angiospermas,

além de dois esporos não determinados. Quando disponíveis, os dados ecológicos de cada táxon foram apresentados subsequentes às respectivas descrições. As descrições são apresentadas em ordem evolutiva seguindo o APG IV 2016 (*Angiosperm Phylogeny Group IV System*). Nas famílias com mais de um representante, as espécies são apresentadas em ordem alfabética. Os palinomorfos descritos estão distribuídos em diferentes tipos vegetacionais, tais como: Aquáticos (3), Campos (6), Floresta de Araucária (4), Floresta Estacional (24) e cultivados (1) (Tabela 2).

Tabela 2 – Tipos vegetacionais dos palinomorfos descritos da região de Itapiranga, SC.

Vegetação	Espécies
Aquáticos	Alga indeterminada <i>Pseudoschizaea rubina</i> Rossignol ex Christopher <i>Zygnuma</i> sp. C. A. Agardh
Campos/pastagens	<i>Echinodorus</i> sp. Rich. ex Engelm. Fabaceae Lindl. Iridaceae Juss. Poaceae Barnhart - herbaceous grasslands type <i>Polygonum</i> sp. L. <i>Valeriana</i> sp. L.
Floresta de Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze <i>Ilex</i> sp. L. <i>Podocarpus</i> sp. L'Hér. ex Pers. <i>Symplocos</i> sp. Jacq.
Floresta Estacional	<i>Acalypha</i> sp. L. <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. Butia type (Becc.) Becc. <i>Cecropia</i> sp. Loefl. <i>Celtis</i> sp. L. <i>Chrysophyllum</i> sp. L. <i>Eugenia</i> sp. L. <i>Euphorbia</i> sp. L. Euphorbiaceae Juss. <i>Luehea divaricata</i> Mart. Myrtaceae Juss. <i>Nectandra</i> Rol. ex Rottb. / <i>Ocotea</i> Aubl. <i>Phytolacca dioica</i> L. Poaceae Barnhart - Bambuseae type <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume Urticaceae Juss. / Moraceae Gaudich. <i>Blechnum</i> sp. L. Cyatheaceae Kaulf. Esporo indeterminado 1 Esporo indeterminado 2 <i>Glomus</i> sp. Tus. & C. Tus. <i>Lycopodium clavatum</i> L. <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel. <i>Sphagnum</i> sp. L.
Cultivados	<i>Zea mays</i> L.

Fonte: Autores (2024).

Aquáticos

Alga indeterminada

(Figura 3, nº 1)

Descrição: Zigósporo hialino, pequeno e circular, inaperturado de superfície psilada.

Dimensões: diâmetro: 10 µm.

Dados ecológicos:

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Pseudoschizaea rubina Rossignol ex Christopher

(Figura 3, nº 2)

Descrição: Zigósporo hialino, circular em vista frontal, inaperturado, apresentando estrias finas e concêntricas formando anéis ou espirais sobre cada hemi-célula.

Dimensões: diâmetro: 14 µm.

Dados ecológicos: Encontrado em ambientes de água doce ou em solos úmidos (Rossignol, 1962; Rich & Pirkle, 1994; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Zygnema sp. C. A. Agardh

(Figura 3, nº 3)

Descrição: Zigósporos esferoidais, pequenos, hialinos de superfície psilada com reentrâncias circulares uniformemente distribuídas.

Dimensões: diâmetro: 16 µm.

Dados ecológicos: Gênero associado a ambientes de água doce e solos úmidos rasos (Van Geel & Van Der Hammen, 1977; Joly, 2002; Cancelli *et al.*, 2012a).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Fungos

Glomus sp. Tul. & C.Tul.

(Figura 3, nº 4)

Descrição: Clamidósporo elipsoidal, de superfície psilada e coloração variando de amarelo claro a escuro, preso a um filamento de hifa cenocítica formando um micélio ramificado.

Dimensões: diâmetro: 31µm.

Dados ecológicos: Fungos micorrízicos arbusculares, predominantemente encontrados em simbiose com as raízes de fanerógamas (Chamizo *et al.*, 1998; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de interior de floresta e interior de banhado.

Esporos indeterminados

(Figura 3, nº 5-6)

Descrição: Esporo de fungo unicelular, bicelular ou multicelular, formato esférico, coloração marrom claro à escuro.

Dimensões: diâmetro: 19 µm e 18 µm, respectivamente.

Dados ecológicos: A maioria das estruturas fúngicas presentes nos sedimentos pode ser considerada originária do próprio local (Van Geel, 1978; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Briófitos

Sphagnum sp. L.

(Figura 3, nº 7)

Descrição: Esporo trilete, tamanho médio, heteropolar, radioissimétrico, âmbito subtriangular, exospório psilado.

Dimensões: diâmetro: 36 µm.

Dados ecológicos: Importante para a preservação da paisagem e manutenção de recursos hídricos, devido à sua notável habilidade de reter água. No Brasil, essas plantas são comumente encontradas em ambientes úmidos, destacando-se pela maior diversidade em regiões montanhosas da Mata Atlântica (Negrelle *et al.*, 2014; Reflora, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Pteridófitos

Cyatheaceae Kaulf.

(Figura 3, nº 8-9)

Descrição: Esporo trilete, tamanho médio a grande, convexo na face distal, âmbito triangular, marca trilete com margo, exósporo psilado com pequenos elementos distribuídos irregularmente.

Dimensões: diâmetro: 32 µm.

Dados ecológicos: Frequentemente encontradas em florestas tropicais, úmidas e nebulares (Lehn, 2007; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Blechnum sp. L.

(Figura 3, nº 10)

Descrição: Esporo monolete, tamanho médio, âmbito elíptico, reniforme, exósporo

com ornamentação microrreticulada.

Dimensões: diâmetro: 41 µm.

Dados ecológicos: Plantas terrestres ou rupestres, dificilmente epífitas, distribuídas na América tropical. Habitam pântanos, interiores de matas palustres, bordas de florestas e áreas antropizadas (Dittrich, 2005; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Microgramma vacciniifolia (Langsd. & Fisch.) Copel.

(Figura 3, nº 11)

Descrição: Esporo monolete, tamanho grande, bilateralmente simétrico, elíptico em vista polar, exospório verrucado com verrugas irregularmente distribuídas na superfície do esporo.

Dimensões: diâmetro: 64 µm.

Dados ecológicos: Plantas epífitas ou rupícolas, eventualmente terrestres, que ocorrem em ambientes sombreados e abertos (Evaldt *et al.*, 2013; Reflora, 2024).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Lycopodium clavatum L.

(Figura 3, nº 12)

Descrição: Esporo trilete, tamanho médio, convexo na face distal, âmbito subtriangular, exósporo com ornamentação reticulada, retículos de diferentes tamanhos (heterobrocada).

Dimensões: diâmetro: 45 µm.

Dados ecológicos: Planta herbácea rasteira que habita margens de lagoas e superfícies rochosas (Flora On, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Gimnospermas

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze

(Figura 3, nº 13)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho grande, apolar, âmbito circular, esferoidal, inaperturado, exina escabrida.

Dimensões: diâmetro: 54 µm.

Dados ecológicos: É uma espécie nativa crucial do sul do Brasil, que originalmente cobria grandes áreas contínuas nessa região e se espalhava como manchas isoladas em partes frias e altas de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Zanette *et al.*, 2017). Espécie pioneira, possibilitando a expansão da Floresta de Araucária sobre os Campos de Cima da Serra (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado na amostra de transição campo/pastagem-floresta.

Podocarpus sp. L'Hér. ex Pers.

(Figura 3, nº 14)

Descrição: Grão de pólen de tamanho grande, bissacados, heteropolar. Corpo central elipsoidal, sacos aéreos com superfície reticulada heterobrocada.

Dimensões: diâmetro: 51 µm.

Dados ecológicos: É uma conífera nativa e endêmica do Brasil, encontrada nos biomas Pampa, Mata Atlântica e Caatinga. Prefere habitats em altitudes médias a elevadas e frequentemente compartilha seu ambiente com a *Araucaria angustifolia* (Bernardi, 2019).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Angiospermas

Nectandra Rol. ex Rottb. / *Ocotea* Aubl.

(Figura 3, nº 15)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, apolar, âmbito circular, esférico, inaperturado, exina microequinada.

Dimensões: diâmetro: 17 µm.

Dados ecológicos: Lauraceae é uma das famílias mais proeminentes na composição florística dos ecossistemas florestais da Mata Atlântica e das florestas da Região Sul. Espécies do gênero *Nectandra* / *Ocotea* são árvores que geralmente se desenvolvem bem na vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Echinodorus sp. Rich. ex Engelm.

(Figura 3, nº 16)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, apolar, âmbito circular, esférico, pantoporado, poros levemente deprimidos, exina tectada microequinada.

Dimensões: diâmetro: 26 µm.

Dados ecológicos: Macrófitas aquáticas que crescem enraizadas no substrato, com partes vegetativas totalmente submersas ou emergentes, e também demonstram tolerância à seca (Galvani & Baptista, 2003; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Iridaceae Juss.

(Figura 3, nº 17)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, heteropolar, âmbito elíptico, esférico, monocolpado, colpo comprido e largo, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro: 47 µm.

Dados ecológicos: Principalmente composta por plantas herbáceas perenes encontradas em regiões tropicais e subtropicais (Eggers, 2008).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

tipo *Butia* (Becc.) Becc.

(Figura 3, nº 18)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio a grande, heteropolar, âmbito piriforme, suboblato, monossulcado, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro equatorial maior: 70 µm.

Dados ecológicos: Palmeiras com estipe geralmente lenhoso, distribuídas principalmente em regiões pantropicais (Souza & Lorenzi, 2008; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta e interior de banhado.

Poaceae Barnhart - herbaceous grasslands type

(Figura 3, nº 19)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, heteropolar, âmbito circular, esferoidal, monoporado, poro circular com ânulo, exina microequinada.

Dimensões: diâmetro: 31 µm.

Dados ecológicos: Gramíneas herbáceas de grande diversidade de espécies que integram a vegetação de Campos (grasslands) no sul do Brasil (Boldrini *et al.*, 2008).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Poaceae Barnhart - bambuseae type

(Figura 3, nº 20)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho grande, heteropolar, âmbito circular, esferoidal, monoporado, poro circular com ânulo, exina tectada, microequinada.

Dimensões: diâmetro: 49 µm.

Dados ecológicos: Bambus significados que ocorrem em diversas florestas do sul do Brasil (Schmidt & Longhi-Wagner, 2009).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Zea mays L.

(Figura 3, nº 21)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho grande, heteropolar, âmbito circular, esferoidal, monoporado, poro circular com ânulo, exina microequinada.

Dimensões: diâmetro: 77 µm.

Dados ecológicos: O milho é cultivado em todas as regiões do Brasil, apresentando uma vasta variedade de híbridos e cultivares, incluindo algumas de origem transgênica (Reflora, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Euphorbiaceae Juss.

(Figura 3, nº 22)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, prolato, tricolporado, colpos longos e endoabertura lalongada, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro polar: 31 µm.

Dados ecológicos: É uma das famílias mais frequentes nas formações naturais do Brasil e possui um alto grau de complexidade em termos de classificação taxonômica (Souza & Lorenzi, 2008; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Acalypha sp. L.

(Figura 3, nº 23)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, isopolar, âmbito circular, suboblato, tricolporado, colpos de difícil visualização, exina finamente escabrada.

Dimensões: diâmetro: 13 µm.

Dados ecológicos: A família Euphorbiaceae é uma das mais comuns nas formações naturais do Brasil, com espécies do gênero *Acalypha* frequentemente utilizadas como plantas ornamentais (Souza & Lorenzi, 2008; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Euphorbia sp. L.

(Figura 3, nº 24)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho grande, isopolar, âmbito subtriangular, tricolporado, colpos longos e endoabertura lalongada, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro: 52 µm.

Dados ecológicos: É o maior gênero da família Euphorbiaceae, com mais de 2 mil espécies e alta diversidade morfológica. No Brasil, possui a maior riqueza de espécies do gênero na América do Sul, com um significativo endemismo (acima de 50%) (Reflora, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Fabaceae Lindl.

(Figura 3, nº 25)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, prolato-esferoidal, tricolporado, colpos longos com margo, endoabertura lalongada, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro polar: 26 µm, diâmetro equatorial 22,6 µm.

Dados ecológicos: Possui distribuição pantropical, está representada no Brasil por 175 gêneros e 1.500 espécies. Composta por ervas, arbustos, árvores ou

lianás, Fabaceae figura entre as famílias mais importantes na maioria dos ecossistemas naturais brasileiros (Souza & Lorenzi, 2008; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Celtis sp. L.

(Figura 3, nº 26)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno a médio, isopolar, âmbito circular, suboblato, triporado, poro circular, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro equatorial: 25 µm.

Dados ecológicos: Possui porte arbóreo arbustivo e geralmente cresce em solos arenosos próximo a cursos d'água. Distribui-se pelo sul do Brasil, incluindo Uruguai e Argentina (Hunziker & Dottori, 1976; Cancelli *et al.*, 2012b).

Observações: Encontrado na amostra de transição campo/pastagem-floresta.

Trema micrantha (L.) Blume

(Figura 3, nº 27)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, isopolar, âmbito circular, oblato esferoidal, diporado ocasionalmente triporado, exina escabrida.

Dimensões: diâmetro: 18 µm.

Dados ecológicos: Amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais da América. No sul do Brasil, desempenha um papel crucial como uma das pioneiras, sendo uma característica marcante nas formações secundárias da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Ombrófila Densa (Marchiori, 1997; Cancelli *et al.*, 2012b).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Urticaceae Juss. / Moraceae Gaudich.

(Figura 3, nº 28)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, isopolar, âmbito subcircular, suboblato, diporado, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro: 21 µm.

Dados ecológicos: Predominantemente ervas, mas também podem ser árvores, arbustos e lianas. Essas plantas são comuns nos ecossistemas naturais do Brasil (Souza & Lorenzi, 2008; Evaldt *et al.*, 2013).

Observações: Encontrado nas amostras de interior de floresta e interior de banhado.

Cecropia sp. Loefl.

(Figura 4, nº 29)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, isopolar, âmbito subcircular, suboblato, diporado, exina microequinada.

Dimensões: diâmetro: 19 µm.

Dados ecológicos: Árvores pioneiras de rápido crescimento, geralmente presentes em vegetação secundária (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado na amostra de transição campo/pastagem-floresta.

Myrtaceae Juss.

(Figura 4, n° 30)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno, heteropolar, âmbito triangular, suboblato, tricolporado, colpos longos e anastomosados nos pólos formando um triângulo no apocolpo, exina escabrada.

Dimensões: diâmetro: 27 µm.

Dados ecológicos: Com cerca de 100 gêneros e 3.000 espécies de árvores e arbustos, predomina em regiões tropicais e subtropicais, especialmente na Mata Atlântica, onde é uma das principais famílias de plantas lenhosas (Reitz et al., 1978; Marchiori & Sobral, 1997; Cancelli et al., 2012b).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Eugenia sp. L.

(Figura 4, n° 31)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito triangular, suboblato, tricolporado, colpos longos e anastomosados nos pólos formando um triângulo no apocolpo, exina escabrada.

Dimensões: diâmetro: 32 µm.

Dados ecológicos: Possui grande diversidade ecológica, com espécies adaptadas a diferentes biomas como Mata Atlântica, Amazônia e Cerrado. São importantes componentes desses ecossistemas, especialmente em hotspots de biodiversidade (Reflora, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.

(Figura 4, n° 32)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, prolato, tricolporado, colpos longos com margo que se espessa junto a endoabertura, endoabertura lalongada, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro: 29 µm.

Dados ecológicos: Árvores, arvoretas ou arbustos. É a espécie mais amplamente distribuída no Brasil, principalmente nas Florestas Estacionais Semideciduais. É comum em matas e frequentemente encontrada perto de corpos d'água e rios (Reflora, 2024). Espécie pioneira indicada para em áreas degradadas (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Luehea divaricata Mart.

(Figura 4, nº 33)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio a grande, isopolar, âmbito circular, oblato, radioissimétrico, pantoporado, exina tectada, reticulada heterobrocada.

Dimensões: diâmetro: 23 µm.

Dados ecológicos: Arbórea (arvoreta a árvore), de caráter decíduo, com as maiores árvores alcançando cerca de 30 m de altura na idade adulta (Carvalho, 2008). Espécie recomendada para replantio e enriquecimento de florestas ribeirinhas (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado na amostra de interior de floresta.

Phytolacca dioica L.

(Figura 4, nº 34)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolpado, colpos longos com margo, exina densamente punctado-espículos.

Dimensões: diâmetro: 35 µm.

Dados ecológicos: Árvores, arbustos, subarbustos ou ervas (Reflora, 2024).

Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Polygonum sp. L.

(Figura 4, nº 35)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho grande, apolar, âmbito circular, esferoidal, pantoporado, poro circular, exina reticulada.

Dimensões: diâmetro: 53 µm.

Dados ecológicos: Planta herbácea encontrada em áreas alagáveis e banhados (Pereira, 2014).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta e interior de banhado.

Chrysophyllum sp. L.

(Figura 4, nº 36)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito circular, perprolato, tricolporado, colpos longos e endoabertura circular, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro polar: 34 µm.

Dados ecológicos: Árvores ou arbustos que podem atingir até 15 m de altura, encontrados desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (Evaldt *et al.*, 2013). Pioneira indicada para regeneração de áreas degradadas (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta e interior de banhado.

Symplocos sp. Jacq.

(Figura 4, nº 37)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho pequeno a médio, isopolar, âmbito

subtriangular, suboblato, tricolporado, brevicolpado, endoabertura circular com ânulo, exina microrreticulada.

Dimensões: diâmetro equatorial: 18 µm.

Dados ecológicos: Subarbustos, arbustos ou árvores (Goetz, 2024).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta e interior de banhado.

Ilex sp. L.

(Figura 4, nº 38)

Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, prolato-esferoidal, tricolporado, endoabertura lalongada, colpo médio com margo, exina clavada.

Dimensões: diâmetro equatorial: 38 µm.

Dados ecológicos: Árvores deste gênero são encontradas principalmente na Floresta de Araucária e nas matas de restinga do sul do Brasil (Backes & Irgang, 2002).

Observações: Encontrado nas amostras de transição campo/pastagem-floresta, interior de floresta e interior de banhado.

Valeriana sp. L.

(Figura 4, nº 39)

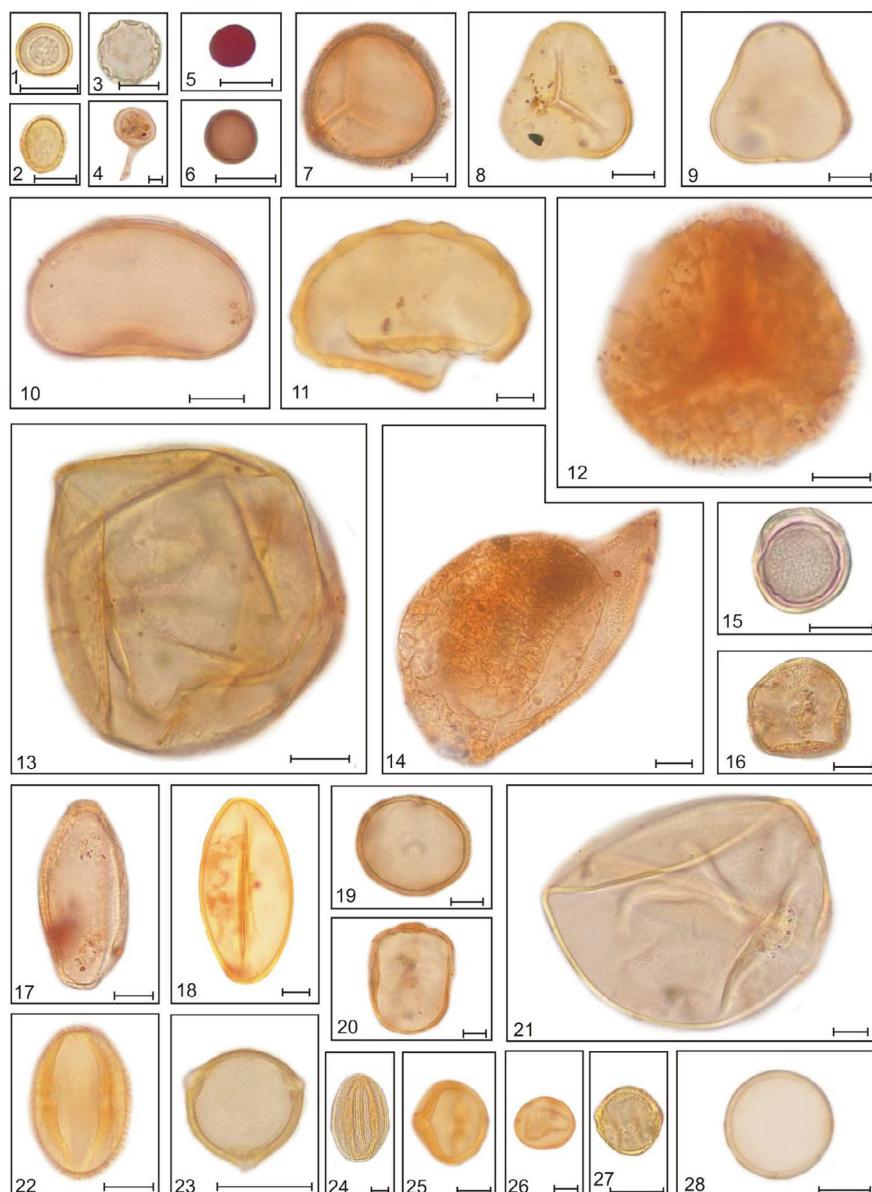
Descrição: Mônade, grão de pólen de tamanho médio, isopolar, âmbito subtriangular, suboblato, tricolpado, exina microequinada.

Dimensões: diâmetro: 40 µm.

Dados ecológicos: Herbáceas anuais ou perenes, além de incluir subarbustos e arbustos que se apresentam de forma ereta, decumbente ou escandente, caracterizando-se por caules pouco ramificados (Barroso, 1991; Cancelli *et al.*, 2012b).

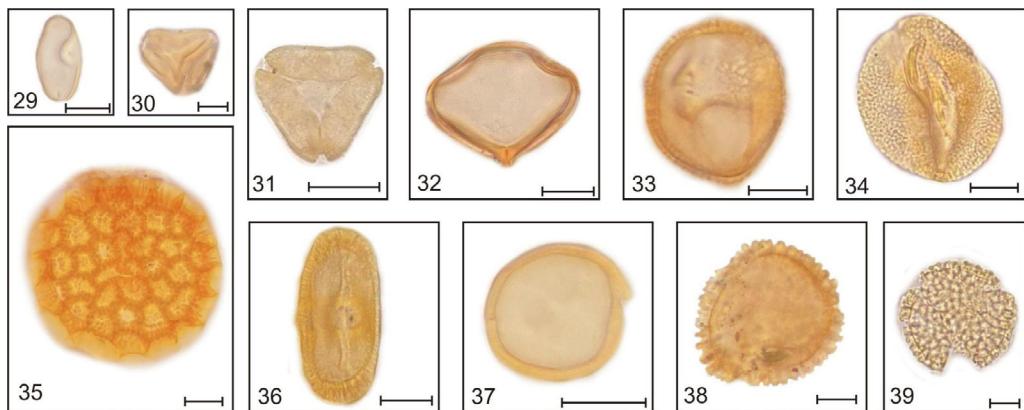
Observações: Encontrado na amostra de interior de banhado.

Figura 3 – Fotografias de palinomorfos selecionados: 1. Alga indeterminada; 2. *Pseudoschizaea rubina*; 3. *Zygnema* sp.; 4. *Glomus* sp.; 5-6. Esporos indeterminados; 7. *Sphagnum* sp.; 8-9. Cyatheaceae; 10. *Blechnum* sp.; 11. *Microgramma vacciniifolia*; 12. *Lycopodium clavatum*; 13. *Araucaria angustifolia*; 14. *Podocarpus* sp.; 15. *Nectandra* / *Ocotea*; 16. *Echinodorus* sp.; 17. Iridaceae; 18. tipo *Butia*; 19. Poaceae - herbaceous grasslands type; 20. Poaceae - bambuseae type; 21. *Zea mays*; 22. Euphorbiaceae; 23. *Acalypha* sp.; 24. *Euphorbia* sp.; 25. Fabaceae; 26. *Celtis* sp.; 27. *Trema micrantha*; 28. Urticaceae / Moraceae. Escala gráfica correspondente a 10 µm.



Fonte: Autores (2024).

Figura 4 – Fotografias de palinomorfos selecionados: 29. *Cecropia* sp.; 30. Myrtaceae; 31. *Eugenia* sp.; 32. *Allophylus edulis*; 33. *Luehea divaricata*; 34. *Phytolacca dioica*; 35. *Polygonum* sp.; 36. *Chrysophyllum* sp.; 37. *Symplocos* sp.; 38. *Ilex* sp.; 39. *Valeriana* sp. Escala gráfica correspondente a 10 µm.



Fonte: Autores (2024).

Dentre os 38 palinomorfos descritos, as espécies *Echinodorus* sp., Poaceae - herbaceous grasslands type, *Allophylus edulis*, *Butia* type, *Chrysophyllum* sp., *Eugenia* sp., *Euphorbia* sp., *Luehea divaricata*, *Nectandra* / *Ocotea*, *Phytolacca dioica*, Poaceae - bambuseae type, Urticaceae / Moraceae e *Zea mays* apresentam descrições inéditas para o estado de Santa Catarina. Ressalta-se que cinco desses palinomorfos já haviam sido identificados no trabalho de Behling (1995), embora suas descrições detalhadas ainda não estivessem disponíveis na literatura até o presente trabalho, o que contribui significativamente para o conhecimento da diversidade polínica regional.

Além disso, os palinomorfos registrados neste estudo corroboram com pesquisas anteriores realizadas na região. Táxons como *Acalypha* sp., *Butia* type, *Cecropia* sp., *Euphorbia* sp., *Luehea divaricata*, *Phytolacca dioica*, Poaceae - Bambuseae type, *Trema micrantha*, *Blechnum* sp., Cyatheaceae, *Microgramma vacciniifolia* e *Sphagnum* sp. também foram encontrados em testemunhos sedimentares provenientes de áreas como coletados na região de Mondaí e Planalto do Meio-Oeste catarinense (Radaeski *et al.*, 2023; Graeff, 2023). Dessa forma, os resultados apresentados nesse estudo oferecem subsídios relevantes para a melhoria da identificação taxonômica de grãos de pólen em pesquisas palinológicas voltadas à reconstrução paleoambiental do Quaternário na região.

4 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste estudo fornecem as primeiras descrições morfológicas de palinomorfos provenientes da Floresta Estacional Semidecidual na região oeste de Santa Catarina, representando um avanço

significativo para o conhecimento da diversidade polínica local. Dessa forma, o estudo supre uma lacuna importante na caracterização palinológica dessa formação vegetal no sul do Brasil, estabelecendo uma base de referências para futuras investigações no oeste catarinense, uma área até então pouco explorada sob essa perspectiva.

As descrições realizadas permitiram a identificação de grãos de pólen dispersos em registros polínicos associados a essa vegetação, a qual se estende não apenas para o sudoeste do Brasil, mas também por regiões da Argentina e do Paraguai. A ocorrência dos mesmos táxons em diferentes regiões da América do Sul reforça a relevância dos dados palinológicos obtidos, os quais podem ser utilizados em estudos comparativos entre diferentes localidades e contextos ambientais, contribuindo para a compreensão das características florísticas e das variações da Floresta Estacional Semidecidual em uma escala regional.

Além disso, os dados apresentados neste estudo constituem uma ferramenta valiosa para a interpretação de registros paleoambientais, especialmente ao que se refere à relação histórica entre as transformações ambientais e os processos de ocupação humana. Esse conhecimento amplia a compreensão sobre o uso e a gestão de recursos florestais ao longo do Quaternário, possibilitando subsídios para pesquisas paleobotânicas e arqueológicas, permitindo uma análise mais aprofundada da interação entre as populações humanas e os ecossistemas florestais ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e à Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) por meio do projeto “Mudanças climáticas, paisagens e povoamento pré-histórico na bacia do rio Uruguai” - Edital de chamada pública Fapesc n.º 12/2020 - Programa de Pesquisa Universal.

À Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) a disponibilidade da infraestrutura para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - Uniedu.

REFERÊNCIAS

ADAM, D. P., & MEHRINGER, P. J. (1975). Modern Pollen Surface Samples - An Analysis Of Subsamples. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, 3(6), 733-736.

BACKES, P., & IRGANG, B. E. (2002). **Árvores do sul:** guia de identificação & interesse ecológico: as principais espécies nativas sul-brasileiras. Santa Cruz do Sul: Clube da Árvore, Instituto Souza Cruz.

BARROSO, G. M. (1991). **Sistemática de Angiospermas do Brasil.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

BARTH, O. M., & MELHEM, T. S. (1988). **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Campinas: Editora da Unicamp.

BAUERMANN, S. G., & NEVES, P. C. P. (2005). Métodos de estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle XI**, 2(1), 99-107.

BAUERMANN, S. G., RADAESKI, J. N., EVALDT, A. C. P., QUEIROZ, E. P., MOURELLE, D., PRIETO, A. R., & SILVA, C. I. (2013). **Pólen das Angiospermas: diversidade e evolução**. Canoas: Editora da ULBRA.

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.

BERNARDI, A. P. (2019). **Aspectos ecológicos e filogeográficos de Podocarpus lambertii Klotzsch Ex Endl.** Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BOLDRINI, I. I., LONGHI-WAGNER, H. M., & BOECHAT, S. C. (2008). **Morfologia e Taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Editora UFRGS.

BORGER, J., CARBONERA, M., GRAEFF, A., PRIMAM, G. L. L., RADAESKI, J. N., & REDIN, C. G. (2023). Caracterização palinológica de amostras superficiais da Floresta Estacional Semidecidual (SC, Brasil). **Acta Biológica Catarinense**, 10(4), 4-18. doi: <https://doi.org/10.21726/abc.v10i4.2040>

CANCELLI, R. R., EVALDT, A. C. P., & BAUERMANN, S. G. (2007). Contribuição à morfologia polínica da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul – Parte I. **Pesquisas, Série Botânica**, (58), 347-374.

CANCELLI, R. R., EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., SOUZA, P. A., BORDIGNON, S. A. L., & MATZENBACHER, N. I. (2010). Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, 65(2), 201-280.

CANCELLI, R. R. (2008). **Palinologia de Asteraceae: Morfologia polínica e suas implicações nos registros do quaternário do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CANCELLI, R. R., SOUZA, P. A., & NEVES, P. C. P. (2012a). Fungos, criptogamas e outros palinomorfos holocénicos (7908 ± 30 anos AP-atual) da Planície Costeira sul-catarinense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 26(1), 20-37. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100004>

CANCELLI, R. R., SOUZA, P. A., & NEVES, P. C. P. (2012b). Grãos de pólen de angiospermas do Holoceno (7908 ± 30 anos AP-atual) da Planície Costeira sul-catarinense, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 24(4), 866-885. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000400016>

- CARVALHO, P. E. R. (2008). **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- CHAMIZO, A., FERRERA-CERRATO, R., & VARELA, L. (1998). Identificación de especies de un consorcio del género **Glomus**. **Revista Mexicana de Micología**, 14, 37-40.
- CLIMATE-DATA. (2023). **Clima Itapiranga (Brasil)**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/itapiranga-43596/#climate-table>. Acesso em: 23 nov 2023.
- DETTKE, G. A., MILANEZE-GUTIERRE, M. A., SILVA, C. I., RADAESKI, J. N., & BAUERMANN, S. G. (2020). **Diversidade polínica de plantas da Floresta Estacional Semidecidual do Paraná**. Presidente Prudente: Gráfica CS.
- DITTRICH, V. A. O. (2005). **Estudos taxonômicos no gênero Blechnum L. (Pterophyta: Blechnaceae) para as regiões Sudeste e Sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.
- EGGERS, L. (2008). A família Iridaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 6(3), 167-175.
- EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., FUCHS, S. C. B., DIESEL, S., & CANCELLI, R. R. (2009). Grãos de pólen e esporos do Vale do rio Caí, nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Gaea - Journal of Geoscience**, 5(2), 86-106. doi: <https://doi.org/10.4013/5067>
- EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., & SOUZA, P. A. (2013). Descrições morfológicas de palinomorfos holocénicos de um fragmento de Savana Estépica Parque em Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, 40(3), 209-232.
- FAEGRI, K., & IVERSEN, J. (1975). **Textbook of pollen analysis**. New York: Hafner Press.
- FLORA ON. (2024). **Lycopodium clavatum L. in Flora On**. Disponível em: <https://flora-on.pt/?q=Lycopodium>. Acesso em: 23 jun 2024.
- GALVANI, F. R., & BAPTISTA, L. R. M. (2003). Flora do Parque Estadual do Espinilho - Barra do Quaraí/RS. **Revista da FZVA**, 10(1), 42-62.
- GASPER, A. L., UHLMANN, A., SEVEGNANI, L., LINGNER, D. V., RIGON-JÚNIOR, M. J., VERDI, M., STIVAL-SANTOS, A., DREVECK, S., SOBRAL, M., & VIBRANS, A. C. (2013). Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, 64(3), 427-443. doi: <https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000300001>

GAJEWSKI, K. (2008). The global pollen data-base in biogeographic and paleoclimate studies. **Progress in Physical Geography**, 32, 379-402.

GOETZ, K. F. (2024). **Visitantes florais e dispersão de Symplocos uniflora (Pohl) Benth. (Symplocaceae) em três Unidades de Conservação do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

GOMES, M. O. S. (2008). **Caracterização Palinológica dos Sedimentos Quaternários da Bacia do Rio Maracujá Ouro Preto - MG.** Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

GORNITZ, V. (2009). Paleoclimate Proxies, An Introduction. In: Gornitz, V. (Org.). **Encyclopedia of paleo-climatology and ancient environments.** The Netherlands: Springer, 716-720.

GRAEFF, A. **Reconstituição paleoambiental do Planalto de Meio-Oeste de Santa Catarina, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2023.

HUNZIKER, A. T., & DOTTORI, N. M. (1976). Contribución al conocimiento sobre los talas (*Celtis*, *Ulmaceae*) de Argentina, com especial referencia a la región Mediterranea. **Kurtziana**, 9, 103-140.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2002). **Mapa de clima do Brasil.** Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf. Acesso em: 28 mai 2024.

JOLY, A. B. (2002). **Botânica: introdução à taxonomia vegetal.** São Paulo: Editora Nacional.

KNELLER, M. (2009). Pollen analysis. In: Gornitz, V. (Org.). **Encyclopedia of paleo-climatology and ancient environments.** The Netherlands: Springer, 815-823.

LEHN, C. R. (2007). Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. **Revista Biociências**, 13(3-4), 188-195.

LIMA, G. L. (2010). **Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio coluviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LISKOSKI, P. E., EVALDT, A. C. P., RADAESKI, J. N., BAUERMANN, S. G., & SECCHI, M. I. (2018). Descrição morfológica dos grãos de pólen dos Campos e Florestas do município de Arvorezinha, Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Estudo & Debate**, 25(3), 176-197. doi: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v25i3a2018.1858>

LOPONTE, D., CARBONERA, C., & RADAESKI, J. (2024). The Guaraní expansion in the Upper Uruguay River. Chronology, colonization strategies, social impacts and environmental changes. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 60, 104826. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104826>

LORSCHETTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G., & MOSBRUGGER, V. (1998). **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil.** Part I. Palaeontographica.

LORSCHETTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G., & MOSBRUGGER, V. (1999). **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil.** Part II. Palaeontographica.

LORSCHETTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G., & MOSBRUGGER, V. (2001). **Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil.** Part III. Palaeontographica.

MARCHIORI, J. N. C., & SOBRAL, M. (1997). **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales.** Santa Maria: Ed. Universidade\UFSM.

MARCHIORI, J. N. C. (1997). **Dendrologia das Angiospermas: das magnoliáceas às flacourtiaceas.** Santa Maria: Ed. Universidade\UFSM.

NASCIMENTO, T. C., GARCIA, M. J., OLIVEIRA, P. E., MELLO, C. L., & PESSENDÀ, L. C. R. (2013). Palinomorfos não polínicos quaternários de sedimentos dos lagos Juparanã e Durão, Espírito Santo, Brasil. *Revista UnG - Geociências*, 12(1), 12-25.

NEGRELLE, R. R. B., BORDIGNON, S. E., FERREIRA, M. R., & SAMPAIO, L. K. (2014). Extrativismo e comercialização de *Sphagnum* (veludo): características, implicações socioeconômicas e ecológicas e perspectivas. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 20(1), 53-66.

PEREIRA, P. E. E. (2014). **Estudo do gênero Polygonum L. (Polygonaceae) em áreas úmidas do extremo sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

PUNT, W., HOEN, P. P., BLACKMORE, S., NILSSON, S., & LE THOMAS, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143(1-2), 1-81. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>

RADAESKI, J. N., BAUERMANN, S. G., & PEREIRA, A. B. (2016). Poaceae Pollen from Southern Brazil: Distinguishing Grasslands (Campos) from Forests by Analyzing a Diverse Range of Poaceae Species. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01833>

RADAESKI, J. N., BAUERMANN, S. G., SCHNEIDER, A. A., LISKOSKI, P. E., & SILVA, C. I. (2017). **Pólen de gramíneas sul-brasileiras.** Canoas: [s.n.].

RADAESKI, J. N., CARBONERA, M., LOPONTE, D., PRIMAM, G. L. L., BAUERMANN, S. G., & GRAEFF, A. (2023). Transformações Socioambientais no Alto Rio Uruguai (SC, Brasil) nos Últimos 700 Anos. **HALAC – Historia Ambiental, Latinoamericana y Caribeña**, 13(3), 232-257. doi: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i3.p232-257>

RADAESKI, J. N., EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., & LIMA, G. L. (2014). Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do Sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **IHERINGIA, Série Botânica**, 69(1), 107-132.

REFLORA - Flora e Funga do Brasil. (2024). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 22 jul 2024.

REITZ, R., KLEIN, R. M., & REIS, A. (1978). **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento.

RICH, F. J. & PIRKLE, F. L. (1994). Paleoecological interpretation of the Trail Ridge sequence, and related deposits in Georgia and Florida, based on pollen sedimentation and clastic sedimentology. In: TRAVERSE, A. (Org.). **Sedimentation of Organic Particles**. Cambridge: University Press, 543.

ROSSIGNOL, M. (1962). Analyse polinique de sediments marins quaternaires en Israel. II Sédiments pléistocènes. **Pollen et Spores**, 4(1), 121-148.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. (2007). **Critérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Blucher.

SANTA CATARINA. (2016). Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. **Atlas geográfico de Santa Catarina: diversidade da natureza - fascículo 2**. Florianópolis: Ed. da UDESC.

SCHMIDT, R., & LONGHI-WAGNER, H. M. (2009). A tribo Bambuseae (Poaceae, Bambusoideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 7(1), 71-128.

SILVA, C. I., DI PASQUO, M., BAUERMANN, S. G., MARQUEZ, G. J., KLEINERT, A. M. P., SANTOS, F. A. R., LOIOLA, M. I. B., VEIGA, A. K., & SARAIVA, A. M. (2020). Online pollen catalogs network: digital database of pollen and spores of current plants and fossils. In: Silva, C. I., Radaeski, J. N., Arena, M. V. N., & Bauermann, S. G. (Org.). **Atlas of pollen and plants used by bees**. Rio Claro: CISE – Consultoria Inteligente em Serviços Ecossistêmicos, 13-23.

SOUZA, V. C., & LORENZI, H. (2008). **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. (1977). Zygynemataceae in Quaternary Colombian sediments. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 25(5), 377-392.

VAN GEEL, B. (1978). A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherkand, based on the analysis of pollen, spores and macro and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 25, 1-120.

ZANETTE, F., DANNER, M. A., CONSTANTINO, V., & WENDLING, I. (2017). **Particularidades e biologia reprodutiva de Araucaria angustifolia**. Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1071142/1/AraucariaCapitulo1.pdf>. Acesso em: 23 jun 2024.