



**Reconstituição paleoambiental da turfeira  
Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional  
(Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o  
Pleistoceno Tardio e Holoceno**



KAUÊ FONSECA

ORIENTAÇÃO: DRA. CYNTHIA FERNANDES PINTO DA LUZ



Fotos de pólen da capa de autoria de Cynthia Fernandes Pinto da Luz e  
trabalhadas digitalmente por Kauê Fonseca.

KAUÊ FONSECA

**Reconstituição paleoambiental da turfeira  
Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional  
(Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o  
Pleistoceno Tardio e Holoceno**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2020

KAUÊ FONSECA

**Reconstituição paleoambiental da turfeira  
Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional  
(Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o  
Pleistoceno Tardio e Holoceno**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. CYNTHIA FERNANDES PINTO DA LUZ

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MAPOTECA**

Fonseca, Kauê

F676r Reconstituição paleoambiental da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno / Kauê Fonseca -- São Paulo, 2021.  
198p.; il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2021.

Bibliografia.

1. Palinologia. 2. Pleistoceno. 3. Cerrado. I. Título.

CDU: 581.33

*“...toda a ciência seria supérflua  
se a aparência e a essência das coisas  
coincidissem diretamente.”*

Karl Marx, 1818-1883. O capital (livro III, Capítulo XLVIII p.592).

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz por sempre compartilhar seu conhecimento, mesmo antes de ser seu aluno de mestrado, e pela oportunidade de poder desenvolver um tema tão maravilhoso quanto este.

À coordenação e secretariado do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pelo auxílio técnico-administrativo durante a execução da pesquisa.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo pelo uso da infraestrutura, laboratórios e biblioteca. E pela oportunidade de poder desenvolver meu projeto de Mestrado.

À minha colaboradora, Dra. Ingrid Horák-Terra (Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), que tive o prazer de conhecer através deste trabalho, por toda a ajuda extremamente competente ao longo desses últimos anos, por me mostrar um pouco de Diamantina e compartilhar seu profundo conhecimento e paixão pelos solos.

Aos colaboradores Dr. Pablo Vidal-Torrado (Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP), Dr. Alexandre Christóforo Silva (Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), Dr. Carlos Victor Mendonça Filho (Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), pela oportunidade de participar deste trabalho e por todo o conhecimento construído.

À PqC Ângela Maria Corrêa Pando, por toda uma vida de dedicação à Palinologia que certamente contribuíram muito com este trabalho, por sua bondade e por me iniciar na pesquisa científica.

Ao Dr. Luciano Mauricio Esteves, pela ajuda com a identificação dos esporos das Monilófitas, por ter me acolhido na Palinologia quando trabalhamos juntos no CPPV a oito anos atrás, isso certamente mudou a minha vida.

À Dra. Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros, pelos trabalhos impecáveis de morfologia polínica que muito me ajudaram a escrever este trabalho, e pelas dicas com a técnica de acetólise que ensino a todos os novos alunos.

À Dra. Carolina Brandão Coelho pela amizade de tantos anos, pelas aulas e por ter aceitado fazer parte de meu trabalho de TCC que abriu as portas pro meu mestrado.

À Dra. Adriana de Oliveira Fidalgo, pela empatia, pelas conversas e pelas dicas que me ajudaram a escrever a tese.

Ao Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda (CENA-USP), pelos ensinamentos acerca dos isótopos radioativos e pelas palavras de incentivo que certamente me ajudaram a seguir este caminho.

Ao Dr. Clovis de Barros Filho (ECA-USP), pela disponibilização de suas aulas, que foram o primeiro passo para me ajudar a entender um pouco mais sobre a vida e a filosofia.

À MSc. Valéria Leobina, sentirei saudade das nossas conversas no microscópio, obrigado por ter sido um exemplo de superação e força de vontade.

Ao MSc. Higor Antonio-Domingues, pelas dicas em prévias, por abrir mais o meu horizonte de idéias, pelas conversas no microscópio e pelas risadas que me proporcionou e irá me proporcionar com a sua arte.

À MSc. Natalia Seneda Martarello, pelas conversas, e por aguentar dividir a sala comigo, seu alto astral me ajudou muito a superar momentos de tristeza.

Ao Maicon Alicrin da Silva, por ter se tornado um grande amigo, pelas risadas e por toda ajuda que me deu, me permitindo enxergar meu trabalho por um outro ponto de vista,

espero que um dia nossos caminhos se cruzem em trabalhos futuros.

À Thais Soares, pela amizade e por me ajudar a acreditar mais em mim mesmo.

À estagiária Tayná Guimarães, por ter me indicado para entrevista de um trabalho de faculdade e pela amizade, espero que encontre na ciência o fascínio que eu também encontrei.

À Dra. Sônia Aragaki, por toda ajuda com as dúvidas que tive sobre a vegetação do Cerrado.

Ao Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes, pelas dicas com a estatística e pela disposição em ajudar.

Ao Dr. Denilson Peralta e a todos os amigos da Briologia por todos os cafés que tomamos e as conversas que com certeza me ajudaram a seguir em frente.

Ao Dr. Otávio Luis Marques da Silva, pelas ajudas com o Corel Draw e pela amizade.

À Rita, minha mãe, por todos os sacrifícios que você fez e que permitiram eu chegar até aqui, e por ser um dos maiores exemplos de professora que já tive, amo muito você, mesmo não sendo muito bom em demonstrar isso.

À Tainah, minha irmã, por ser meu maior exemplo de coragem e força, você vai longe, literalmente. Amo você.

Ao amor da minha vida, Natalia, por todo o carinho e companheirismo, pela ajuda nos momentos de tristeza e por compartilhar os momentos de alegria. Amo muito você e espero estar nos agradecimentos da sua tese futuramente.

Ao Akamine, meu padrasto, sentirei saudades suas, obrigado por ter me incentivado a terminar a faculdade e por ter cuidado da minha mãe, serei eternamente grato.

Ao Aurélio, meu tio, por ser um exemplo paterno e por ter me ajudado quando precisei. Acabamos nos distanciando, mas saiba que amo muito você.

À Cristina, Jéssica e Tatiana, minha tia e primas, que considero como segunda mãe e irmãs, gostaria de ter mais tempo para passar com todas vocês.

Ao Ricardo, meu pai, por ter me ensinado a tocar violão, isso me ajudou a ser quem sou e a manter a minha sanidade neste mundo, mesmo que você tenha escolhido um caminho distante de nós, espero que esteja bem.

## RESUMO GERAL

A Serra do Espinhaço Meridional é uma das poucas regiões montanhosas do Brasil onde turfeiras têm sido formadas entre 1.200 e 2.000 m de altitude. As turfeiras são ecossistemas úmidos, onde a saturação de água quase permanente ocasiona a anoxidade nesses ambientes transicionais, preservando a matéria orgânica ao longo do tempo. Alguns Palinomorfos, revestidos de esporopolenina, são capazes de resistir aos processos de fossilização e, portanto, são capazes de fornecer informações ecológicas do passado. Pelo entendimento de que a matéria orgânica se acumula ao longo do tempo em camadas horizontais e que a vegetação no Quaternário não sofreu processos de extinção em massa, é possível a correlação da vegetação e a forma como ela se organiza no presente com o registro de como ela se preservou no passado. A partir da análise dos palinomorfos polínicos preservados, portanto, é possível reconstituir a vegetação do passado quando somada a outros dados correlacionáveis, como por exemplo, os isótopos e a datação radiocarbono, dentre outros. O presente trabalho teve como objetivo a reconstituição das mudanças ocorridas na vegetação e, conseqüentemente, no ambiente e no clima pretérito de um testemunho da turfeira Sempre-Viva, na Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais. Para a coleta do testemunho, foi utilizado um vibrotestemunhador e a partir dela foi realizada a análise morfológica do solo, a análise isotópica de carbono e nitrogênio, datação do  $^{14}\text{C}$  por Espectrometria de Massas com Aceleradores (EMA) e a confecção de lâminas palinológicas. Os palinomorfos foram analisados em microscópio óptico Olympus BX50 utilizando-se objetivas de 60x e 100x sob imersão em anisol, para a identificação. A identificação foi feita com base nos caracteres morfológicos observáveis, utilizando-se metodologias de comparação com o laminário da Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia que contém pólen e esporos de plantas que foram coletadas pela equipe colaboradora na área de estudo, além da utilização de atlas

fotográficos e acervos bibliográficos palinológicos. Foram identificados 116 tipos polínicos representando 68 famílias de Gimnospermas e Angiospermas e 48 tipos não-polínicos representando 4 famílias de algas, 1 família de dinoflagelados, 3 ordens de fungos e 12 famílias de monilófitas. As assembleias -polínicas regionais e locais e dos palinomorfos não polínicos (PNP) foram apresentadas sob a forma de diagramas de percentagem e de concentração dos palinomorfos por  $\text{cm}^3$  de sedimento de acordo com o hábito das plantas e suas fitofisionomias em conjunto com as datações por  $^{14}\text{C}$  e a estratigrafia, utilizando-se os softwares TILIA e CONISS. A cronologia da turfeira, com base em 3 datações, permitiu estabelecer idades calibradas a 95% de probabilidade que abrangeram o Pleistoceno Tardio e o Holoceno a partir de 32,8 k anos cal AP. Foram estabelecidas quatro palinozonas, definidas a partir da análise de agrupamento restrito estratigraficamente pelo método da soma dos quadrados. A partir da interpretação dos resultados, foi possível discutir e comparar com outros trabalhos realizados na região e, em linhas gerais, concluímos que o clima e a vegetação regional e local na turfeira Sempre-Viva sofreram mudanças ao longo do tempo, onde Pleistoceno se caracterizou por um clima frio e úmido com uma vegetação montana mais presente que durante o Holoceno, que em sua transição apresentou uma tendência de diminuição da umidade local e uma vegetação típica de formações savânicas e campestres. O entendimento destas mudanças poderá servir como referência para futuros trabalhos acerca das turfeiras, do clima e da vegetação regional.

**Palavras-Chave:** Cerrado, palinomorfos, polen, Quaternário, paleoclima.

## GENERAL SUMMARY

The Serra do Espinhaço Meridional is one of the few mountainous regions in Brazil where mires have been formed between 1,200 and 2,000 m in altitude. Mires are humid ecosystems, where almost permanent water saturation causes anoxicity in these transitional environments, preserving organic matter over time. Some Palynomorphs, coated with sporopollenin, are able to withstand fossilization processes, and therefore are able to provide ecological information from the past. By understanding that organic matter accumulates over time in horizontal layers and that the vegetation in the Quaternary did not undergo mass extinction processes, it is possible to correlate the vegetation and the way it is organized in the present with the record of how it has preserved itself in the past. From the analysis of pollen preserved, therefore, it is possible to reconstruct the vegetation of the past when added to other correlated data, such as isotopes and radiocarbon dating, among others. The present work had as objective the reconstruction of the changes occurred in the vegetation, in the environment and in the past climate of a core in the Sempre-Viva mire, Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais. For the core data, a vibrocore was used and from it the morphological analysis of the soil, the isotopic analysis of carbon and nitrogen,  $^{14}\text{C}$  dated by accelerator mass spectrometry (AMS) and the manufacture of palynological slides were performed. Palynomorphs were analyzed using an Olympus BX50 optical microscope using 60x and 100x objectives under immersion in anisol for identification. The identification was made based on the observable morphological characters, using methodologies of comparison with the reference collection of the Núcleo de Pesquisa em Palinologia that contains pollen and plant spores that were collected by the collaborating team in the study area, in addition to using photographic atlases and palynological bibliographic collections. Were identified 116 pollen types representing 68

families of Gymnosperms and Angiosperms and 48 non-pollen types representing 4 families of algae, 1 family of dinoflagellates, 3 orders of fungi and 12 families of monilophytes. The regional and local pollen assemblies and the non-pollen palynomorphs (NPP) were presented in the form of diagrams of percentage and concentration of palynomorphs in cm<sup>3</sup> of sediment according to the habit of the plants and their phytophysionomies together with <sup>14</sup>C dating and stratigraphy, using the TILIA and CONISS softwares. The chronology of the mire, based on 3 dated samples, made it possible to establish ages calibrated at 95% probability that affect the Late Pleistocene and Holocene from 32.8 k years cal AP. Four palinozones were established, defined from the stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. Based on the interpretation of the results, it was possible to discuss and compare it with other works carried out in the region and, in general, we concluded that the climate and the regional and local vegetation in the Sempre-Viva mire, underwent changes over time, where the Pleistocene was characterized by a cold and humid climate with mountainous vegetation more present than during the Holocene, which in its transition showed a tendency to decrease local humidity and a typical vegetation of an open savanna formation. Understanding these changes may serve as a reference for future work on peat bogs, the climate and regional vegetation.

**Key-Words:** Cerrado, palynomorphs, pollen, Quaternary, paleoclimate.

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo I - Reconstituição paleoambiental da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno

- Figura 1.** A. Localização da coleta e descrição estratigráfica do testemunho da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil) B. Descrição morfológica dos horizontes do testemunho. C. Coleta do testemunho, utilizando-se de um vibrotestemunhador (seta). (fonte: Horák-Terra, 2014, modificado).....21
- Figura 2.** Composição isotópica  $\delta^{13}\text{C}$  ao longo do tempo na turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).....26
- Figura 3.** Composição isotópica  $\delta^{15}\text{N}$  ao longo do tempo na turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).....26
- Figura 4.** Modelo de Idade-Profundidade da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).....28
- Figura 5.** Diagrama de porcentagem das fitofisionomias ocorrentes na turfeira Sempre-Viva (SV), bem como indicadores das condições do ambiente.....33
- Figura 6.** Diagrama de porcentagem de tipos esporo-polínicos de plantas Hidro-Higrófitas, Briófitas e Monilófitas da turfeira Sempre-Viva (SV).....34
- Figura 7.** Diagrama de porcentagem de PNP (tipos de algas, fungos e dinoflagelados) da turfeira Sempre-Viva (SV).....35
- Figura 8.** Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Arbóreas e Arbóreas/Arbustivas da turfeira Sempre-Viva (SV).....36

<b>Figura 9.</b> Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Arbustivas, Arbustivas/Subarbustivas, Arbustivas/Lianas, Lianas e Herbáceas/Arbustivas/Subarbustivas da turfeira Sempre-Viva (SV).....	37
<b>Figura 10.</b> Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Herbáceas e hábitos variados da turfeira Sempre-Viva (SV).....	38
<b>Figura 11.</b> Isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ , e porcentagem dos tipos polínicos observados conforme os hábitos das plantas-fonte. Faixas coloridas indicam os eventos Younger Dryas (YD) em azul, Boilling Allerod (BA) em laranja, Heinrich Stadial (HS) 1, 2 e 3 em cinza, Marine.....	39
<b>Material Suplementar</b>	
<b>Figuras 1 – 15.</b> Chlorophyceae, Conjugatophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnemataceae, Insertae Sedis, Dinophyceae Incertae Sedis, Atheliales, Glomerales.....	54
<b>Figuras 16 – 30.</b> Microthyriales, Anemiaceae, Aspleniaceae, Blechnaceae.....	55
<b>Figuras 31 – 45.</b> Blechnaceae, Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Dryopteridaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae.....	56
<b>Figuras 46– 60.</b> Salviniaceae, Selaginellaceae, até Palinomorfo não identificado 6.....	57
<b>Figuras 61– 75.</b> Palinomorfo não identificado 7 até Palinomorfo não identificado 15.....	58
<b>Figura 76.</b> Taxa de Sedimentação da Turfeira Sempre-Viva (20 anos/cm), excluindo matéria orgânica de idade moderna (% carbono pMC). ....	63
<b>Figura 77.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Arbóreos da turfeira Sempre-Viva.....	67
<b>Figura 78.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Arbóreos e Arbustivos da turfeira Sempre-Viva.....	67

<b>Figura 79.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Arbustivos até Lianas da turfeira Sempre-Viva.....	68
<b>Figura 80.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Herbáceos Arbustivos e Subarbustivos da turfeira Sempre-Viva.....	69
<b>Figura 81.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Herbáceos da turfeira Sempre-Viva.....	70
<b>Figura 82.</b> Diagrama de concentração de Hábitos Variados da turfeira Sempre-Viva.....	71
<b>Figura 83.</b> Diagrama de concentração de Hidro Higrófitas até Pteridófitas da turfeira Sempre-Viva.....	72
<b>Figura 84.</b> Diagrama de concentração de Algas até Dinoflagelados da turfeira Sempre-Viva.....	73

## **Capítulo II - Catálogo polínico de um testemunho pleistocênico da turfeira Sempre-Vivas inserida no Bioma Savana Tropical, Brasil.**

<b>Figura 1.</b> a. Mapa de localização da Serra do Espinhaço Meridional, Estado de Minas Gerais, Brasil. b. Localização do Parque Nacional das Sempre-Vivas. c. Ponto de coleta do testemunho SV, “capões” evidenciados nas setas. Fontes: as Figuras a e b foram modificadas de Horák-Terra (2014) e a Figura c foi obtida em Google Earth-Mapas (acesso em 10-01-2020). .....	150
<b>Figura 2.</b> Vista geral do sedimento do testemunho da turfeira Sempre-Viva. Foto: Ingrid Horák-Terra. ....	151

<b>Figura 3.</b> Gimnospermas: Araucariaceae, Podocarpaceae. Angiospermas Basais: Annonaceae, Cabombaceae, Chloranthaceae, Menispermaceae. ....	152
<b>Figura 4.</b> Angiospermas Basais: Menispermaceae, Piperaceae, Winteraceae. Monocotiledôneas: Araceae. ....	153
<b>Figura 5.</b> Monocotiledôneas: Arecaceae, Cyperaceae, Dioscoreaceae. ....	154
<b>Figura 6.</b> Monocotiledôneas: Eriocaulaceae, Iridaceae, Poaceae, Smilacaceae, Typhaceae.	155
<b>Figura 7.</b> Monocotiledôneas: Typhaceae, Xyridaceae. Eudicotiledôneas: Acanthaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae. ....	156
<b>Figura 8.</b> Eudicotiledôneas: Anacardiaceae, Apiaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae. ....	157
<b>Figura 9.</b> Eudicotiledôneas: Araliaceae, Asteraceae. ....	158
<b>Figura 10.</b> Eudicotiledôneas: Asteraceae. ....	159
<b>Figura 11.</b> Eudicotiledôneas: Asteraceae, Begoniaceae, Berberidaceae, Betulaceae. ....	160
<b>Figura 12.</b> Eudicotiledôneas: Betulaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Cannabaceae. ....	161
<b>Figura 13.</b> Eudicotiledôneas: Cannabaceae, Caryocaraceae, Celastraceae, Convolvulaceae. ....	162
<b>Figura 14.</b> Eudicotiledôneas: Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Cunoniaceae, Droseraceae, Elaeocarpaceae. ....	163
<b>Figura 15.</b> Eudicotiledôneas: Elaeocarpaceae, <i>Gaylussacia</i> , Euphorbiaceae. ....	164
<b>Figura 16.</b> Eudicotiledôneas: Euphorbiaceae. ....	165
<b>Figura 17.</b> Eudicotiledôneas: Euphorbiaceae, Fabaceae. ....	166

<b>Figura 18.</b> Eudicotiledôneas: Fabaceae. ....	167
<b>Figura 19.</b> Eudicotiledôneas: Fabaceae, Gentianaceae, Haloragaceae, Lamiaceae. ....	168
<b>Figura 20.</b> Eudicotiledôneas: Lamiaceae, Lentibulariaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae. ....	169
<b>Figura 21.</b> Eudicotiledôneas: Malvaceae, Melastomataceae, Moraceae. ....	170
<b>Figura 22.</b> Eudicotiledôneas: Moraceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Olacaceae. ....	171
<b>Figura 23.</b> Eudicotiledôneas: Olacaceae, Orobanchaceae, Phyllanthaceae, Picramniaceae. ....	172
<b>Figura 24.</b> Eudicotiledôneas: Polygalaceae, Portulacaceae, Rubiaceae. ....	173
<b>Figura 25.</b> Eudicotiledôneas: Rubiaceae. ....	174
<b>Figura 26.</b> Eudicotiledôneas: Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapotaceae. ....	175
<b>Figura 27.</b> Eudicotiledôneas: Sapotaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Symplocaceae. ....	176
<b>Figura 28.</b> Eudicotiledôneas: Symplocaceae, Urticaceae, Verbenaceae. ....	177
<b>Considerações Finais.</b> ....	178

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo I - Reconstituição paleoambiental da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno

<b>Tabela 1.</b> Datação $^{14}\text{C}$ , por Espectrometria de Massas com Aceleradores (EMA), de diferentes níveis estratigráficos da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil). .....	27
---	----

### Material Suplementar

<b>Tabela suplementar 1.</b> Valores Isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) da Turfeira Sempre-Viva...	59, 60
<b>Tabela Suplementar 2.</b> Valores Isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) da Turfeira Sempre-Viva...	61, 62
<b>Tabela Suplementar 3.</b> Dados do Modelo de Idade-Profundidade da Turfeira Sempre-Viva. ....	63, 64, 65, 66

**SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>1. As Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM).....</b>	<b>1</b>
<b>2. A Palinologia do Quaternário.....</b>	<b>2</b>
<b>3. O Paleoclima.....</b>	<b>4</b>
<b>4. O Cerrado.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>Material Suplementar.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>74</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>178</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. As Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM)

No Estado de Minas Gerais, a SdEM caracteriza-se por apresentar áreas dissecadas entre as superfícies de aplainamento, onde é comum a ocorrência de turfeiras (SILVA et al., 2009a).

Estes pedoambientes contribuem para o sequestro global de carbono, e sua quase permanente saturação de água lhes permite funcionar como reservatórios naturais, e suas águas nos períodos de seca podem contribuir para o abastecimento de rios, como por exemplo os rios Jequitinhonha, Doce e São Francisco (Lévesque & Dinel, 1982; Silva et al. 2009). Por conta deste imenso valor sócio-bio-econômico, a SdEM foi reconhecida pela UNESCO em 2005 como "Reserva da Biosfera Terrestre" (Silva et al., 2005).

Estas turfeiras possuem o organosolo como sua classe de solo representativa (Embrapa 2013) e a baixa disponibilidade de oxigênio associada a saturação de água é o principal fator que preserva e acumula a matéria orgânica nas turfeiras, caracterizando-as como arquivos ambientais e cronológicos da evolução das paisagens (Shotyk et al. 1997). A representatividade dessas turfeiras em ambientes tropicais é baixa, no Brasil ocupam somente 0,1% do território nacional, ocorrendo principalmente em elevações quartzíticas, planícies fluviais e mangues (Lani 1998, Prada-Gamero et al. 2004, Pereira et al. 2005, Valladares et al. 2008, Silva et al., 2009a, Silva et al., 2009b; Horák-Terra et al., 2014).

Para que haja a efetiva amostragem de evidências biológicas destes ambientes, é conveniente a utilização de metodologias como a análise palinológica de sedimentos Quaternários (período que engloba o Pleistoceno e Holoceno), cujos princípios foram

estabelecidos em 1916 com a pesquisa pioneira de Lennart von Post, que demonstrou a importante aplicação do estudo dos palinomorfos em turfeiras e sedimentos lacustres preservados (Bradley 1999).

## **2. A Palinologia do Quaternário**

É definida como o estudo de diversos palinomorfos, como os grãos de pólen de angiospermas e gimnospermas, esporos de monilófitas, esporos de briófitas, além de zigósporos e formas unicelulares e coloniais de algas (famílias Coelastraceae, Dictyosphaeriaceae, Hydrodictyaceae e Scenedesmaceae), dinoflagelados, esporos de fungos, dentre outros grupos. Os palinomorfos que preservaram total ou parte de suas características morfológicas, possibilitam a atribuição de significado ambiental, correlacionando-os à sucessão ecológica ao longo dos anos (Salgado-Laboriau 1973, Luz 2011, Luz 2013).

O sucesso da análise palinológica na reconstituição dos ambientes do Quaternário se dá pela presença de esporopolenina na composição das exinas e paredes desses palinomorfos, substância extremamente resistente com características físico-químicas de grande estabilidade e elasticidade, podendo resistir até mesmo a ácidos fortes, possibilitando suas identificações em grupos taxonômicos distintos. Soma-se a isso o fato de serem produzidos em grande quantidade tornando-se necessário pouco material sedimentar para a análise palinológica quaternária (Lowe & Walker 1997, Salgado-Laboriau 1984). Por ter sido baixo o número de extinções a nível de famílias botânicas e de surgimento de espécies novas durante o Quaternário, os resultados palinológicos desse período são relacionáveis ao estudo da morfologia dos palinomorfos da atualidade, a nível de família, gênero e, algumas vezes, espécie. As pesquisas palinológicas do Quaternário têm sido motivadas pelo conceito de

Uniformitarismo que assegura que devemos entender quais aspectos da vegetação recente de uma área são registrados nas assembléias espora-polínicas modernas, aplicando-se atribuições mais acuradas sobre os padrões da vegetação pretérita e a composição da assembléia fóssil do que as de outros períodos geológicos. O Método Análogo é uma maneira de interpretar algumas das comunidades vegetacionais modernas como análogas das antigas: se a associação palinológica atual de um sítio deposicional assemelhar-se com uma fóssil, então, a vegetação antiga é considerada similar à de hoje em dia (Jackson 1994). Comunidades não-análogas, por sua vez, consistem em uma comunidade de indivíduos não encontrada atualmente, onde estes indivíduos podem estar associados em diferentes configurações. (Williams & Jackson 2007).

Trabalhos desenvolvidos com Palinologia do Quaternário em áreas de floresta e Cerrado rejeitaram a teoria dos refúgios apresentada por Ab'Saber (1977) que dizia que os padrões da biodiversidade e endemismo nas florestas do Brasil se deram a partir dos eventos glaciais do Pleistoceno, já que o clima nos trópicos se tornou mais frio e árido em decorrência de um declínio na precipitação global pela retenção das águas nas geleiras. De acordo com o autor, como consequência, as florestas Amazônica e Atlântica se retraíram em “redutos de ilhas” ou “núcleos de florestas”, levando ao isolamento geográfico e ao aumento das especiações e endemismos. Estes fragmentos florestais estariam separados uns dos outros por vegetação típica de áreas abertas. No entanto, o referido autor não realizou nenhuma datação para embasar seus argumentos. Em 1985, Liu & Colinvaux refutaram pela primeira vez a teoria dos refúgios de Ab'Saber ao apresentarem resultados palinológicos de sedimentos pleistocênicos retirados da floresta Amazônica no Equador, demonstrando que táxons típicos de montanha estavam misturados aos da floresta úmida de planície e, de uma maneira ainda mais marcante, táxons que atualmente são característicos das grandes altitudes dos Andes estavam presentes em elevações da floresta tropical, demonstrando condições frias, porém

úmidas. Outros estudos indicaram também que em algumas regiões da Amazônia não foi verificado que o campo tenha substituído à vegetação florestal, apesar da presença de paleoclimas secos (Valencia 1993, Bush 1994, Colinvaux et al. 1996, Colinvaux et al. 2000, Pessenda et al. 1996a, Pessenda et al. 1998a, Haberle & Maslin 1999, Behling et al. 2001, Behling 2001).

O mesmo ocorreu em áreas de Cerrado de Minas Gerais onde a floresta composta por táxons adaptados ao frio (i.e., *Araucaria*, *Podocarpus*, etc) conviveu com a floresta tropical úmida e o Cerrado (De Oliveira 1992 para Serra Negra e Lagoa dos Olhos; Ledru 1993 em Salitre; Siqueira 2012 em Monte Verde e, Horák-Terra et al. 2015 em Diamantina).

### **3. O Paleoclima**

A partir da análise de registros de testemunhos de gelo, é possível a inferência de eventos de oscilação do clima, em escalas milenares como o Heinrich que ocorreram nos últimos 35 mil anos do Pleistoceno para o Holoceno, em uma transição de uma época Glacial para uma Interglacial. Os eventos Heinrich caracterizam-se pelo fenômeno de icebergs formados a partir de geleiras que se desprendem e são transportados pelo Atlântico Norte, e com o derretimento destas geleiras a água doce é incorporada nos estratos do oceano alterando a circulação termoalina. (Heinrich 1988; Ruddiman 2008).

A SdEM (porção em Minas Gerais) é uma das poucas regiões montanhosas do Brasil onde turfeiras têm sido formadas entre 1.200 e 2.000 m de altitude desde o Pleistoceno (Horák-Terra 2009, Campos et al. 2010, Horák-Terra 2014, Horák-Terra et al. 2014, Horák-Terra et al. 2015). Como estes ecossistemas úmidos são extremamente sensíveis às mudanças na hidrologia, estudar as turfeiras localizadas nesta área é ideal para estudos do paleoclima,

pois a precipitação na Serra do Espinhaço Meridional é diretamente associada a atividade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS influencia fortemente o Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) durante os meses de verão (dezembro-fevereiro), cujas monções ocasionam altos índices pluviométricos no centro-leste do Brasil (Grimm 2003, Grimm et al. 2007, Garreaud et al. 2009, Horák-Terra et al. 2015).

Estudos recentes com isótopos de oxigênio em Espeleotemas, Palinologia e Arqueologia demonstraram não apenas um consenso sobre um clima frio durante o Pleistoceno Tardio, mas também de condições úmidas, possibilitando a manutenção da Floresta Estacional e de táxons dependentes de umidade desde cerca de 28 k anos cal AP no Centro-Leste do Brasil (Bush & De Oliveira, 2006; Cruz et al. 2006; Costa 2018; De Oliveira, 1992; De Oliveira 2020; Horák-Terra, no prelo; Pinaya, 2019; Arruda et al., 2018). Já no Holoceno a tendência foi de temperaturas mais elevadas do que as do Pleistoceno, com eventos de seca e umidade que pontuaram esta Época, e uma maior distribuição de Biomas sazonais (Ledru, 1993; Araujo et al., 2005; Stríkis et al., 2011; Horák-Terra et al., 2015; Werneck et al., 2011; Bush & De Oliveira, 2006).

#### **4. O Cerrado**

Configura um ponto crítico de biodiversidade, onde seu domínio compreende uma grande diversidade de espécies raras, ameaçadas e, portanto, um hotspot prioritário de conservação (Reid 1998; Myers 2000).

Segundo a caracterização de Ribeiro & Walker (2008) utilizada por nós no presente trabalho, o Cerrado caracteriza-se por sua sazonalidade, ou seja, por estações bem demarcadas de invernos secos e verões chuvosos devido a sua uniformidade pluviométrica (Nimer, 1989),

e desta forma, foi classificado por Köppen como um clima Aw (tropical chuvoso). A média de precipitação anual é de 1.500 mm, podendo variar de 750 mm a 2.000 mm (Adámoli et al. 1987).

Está localizado principalmente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior Bioma do Brasil e sua vegetação apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres.

A floresta no Cerrado representa áreas onde espécies de hábito arbóreo são predominantes, formando um dossel contínuo ou descontínuo. O termo savana, refere-se a áreas onde árvores e arbustos estão espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel. O campo é designado como áreas onde há o predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem a ocorrência de árvores.

As principais fitofisionomias do Cerrado são diferenciadas por diversos critérios que irão influenciar na distribuição da flora, sendo estes:

- Fisionomia (forma), que é definida pela estrutura;
- Forma de crescimento dominante e possíveis mudanças estacionais;
- Composição florística;
- Aspectos do ambiente (fatores edáficos, disponibilidade de água e nutrientes, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo, ações antrópicas, etc.).

Sob estes critérios, são descritos onze tipos principais de vegetação para o Cerrado:

- Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão – Formações Florestais;

- Cerrado *stricto sensu*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda – Formações savânicas;

- Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre – Formações Campestres.

Considerando os subtipos, são reconhecidas 25 fitofisionomias (ex. Campo Limpo Seco/Campo Limpo Úmido).

Justifica-se este trabalho que utilizou registros de solos orgânicos de uma turfeira de montanha da Serra do Espinhaço Meridional, em Minas Gerais, pela escassez de informações a respeito da dinâmica da vegetação na região Centro-Leste do Brasil durante o Pleistoceno tardio e Holoceno, cujos resultados poderão adicionar novas inferências para o modelo paleoclimático brasileiro existente.

## **OBJETIVOS**

O presente estudo teve como objetivo geral a reconstituição das mudanças ocorridas na vegetação e, conseqüentemente, no ambiente e no clima, durante o Pleistoceno tardio e Holoceno em uma abordagem multi-proxy de um testemunho da turfeira Sempre-Viva, na Serra do Espinhaço Meridional, município de Diamantina, Minas Gerais.

Para atingir este objetivo geral o estudo foi dividido em dois capítulos. No primeiro capítulo foi utilizado dados de análises palinológicas de palinóforos depositados e preservados no testemunho de sondagem retirado da turfeira Sempre-Viva, e confrontados com dados isotópicos de carbono e nitrogênio, estratigrafia e datação por radiocarbono com a finalidade de reconstituir a vegetação pretérita. No segundo capítulo os grãos de pólen foram descritos morfológicamente e

dados ecológicos foram fornecidos para servir de material de referência para a caracterização de tipos de vegetação ocorrentes no bioma Cerrado durante o Pleistoceno e Holoceno.

Cada um dos capítulos está intitulado conforme segue:

**Capítulo 1:** Reconstituição paleoambiental da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Diamantina, Minas Gerais, Brasil), durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno.

**Capítulo 2:** Registro polínico de uma turfeira tropical de montanha (Sempre-Viva) da Serra do Espinhaço Meridional, Diamantina, Minas Gerais, Brasil

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A.N.** 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. *Geomorfologia*, Universidade de São Paulo 52: 1-22.
- Adámoli, J., Macedo, J., Azevedo, L.G., Netto, J.M.** 1987. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W.J. (Ed.). *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. Planaltina: Embrapa-CPAC; São Paulo: NOBEL, 33-98.
- Araujo, A., Neves, W., Piló, L., & Atui, J.** 2005. Holocene Dryness and Human Occupation in Brazil During the “Archaic Gap”. *Quaternary Research*, 64: 298-307.
- Arruda, D.M., Schaefer, C.E.G.R., Fonseca, R.S., Solar, R.R.C., Fernandes-Filho, E.I.** 2018. Vegetation cover of Brazil in the last 21 ka: New insights into the Amazonian refugia and Pleistocenic arc hypotheses. *Global Ecol. Biogeogr.* 27: 47–56.
- Behling, H.** 2001. Late Quaternary environmental changes in the Lagoa da Curuçã region

(eastern Amazonia, Brazil) and evidence of Podocarpus in the Amazon lowland.

*Vegetation History and Archeobotany*, 10: 175-183.

**Behling, H.; Keim, G.; Irion, G.; Junk, W.; Mello, J.N.** 2001. Holocene environmental changes in the Central Amazon Basin inferred from Lago Calado (Brazil).

*Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 173: 87-101.

**Bradley, R.S.** 1999. *Paleoclimatology: reconstructing climates of the quaternary.*

Academic Press, Elsevier, Oxford, United Kingdom.

**Bush, M.B.** 1994. Amazonian speciation: a necessarily complex model. *Journal*

*Biogeography*, 21: 5-17.

**Bush, M. B., & De Oliveira, P. E.** 2006. The rise and fall of the Refugial Hypothesis of Amazonian speciation: a paleoecological perspective. *Biota Neotropica*, 6: 1

**Campos, J.R.R., Silva, A.C., Vasconcellos, L.L., Silva, D.V., Romão, R.V., Silva, E.B., Graziotti, P.H.** 2010. Pedochronology and development of peat bog in the Environmental Protection Area Pau de Fruta – Diamantina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 1965-1975.

**Colinvaux, P.A.; de Oliveira, P.E.; Moreno, J.E.; Miller, M.C.; Bush, M.B.** 1996. A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times.

*Science*, 27: 55-88.

**Colinvaux, P.A.; de Oliveira, P.E; Bush, M.B.** 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial timescales: The failure of the aridity and refuge hypotheses.

*Quaternary Science Reviews*, 19: 141-169.

**Costa, C.R.** 2018. Reconstituição Paleoambiental utilizando uma abordagem multi-proxy em um registro de turfeira tropical de montanha. Dissertação de Mestrado, UFVJM.

Minas Gerais, Brasil.

- Cruz, F.W., Burns, S.J., Karmann, I., Sharp, W.D., Vuille, M.** 2006. Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems. *Earth and Planetary Science Letters*. 248: 495-507.
- De Oliveira, P.E.** 1992. A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil PhD Thesis The Ohio State University Columbus, Ohio.
- De Oliveira, P. E., Raczka, M., McMichael, C. N. H., Pinaya, J. L. D., Bush, M. B.** 2020. Climate change and biogeographic connectivity across the Brazilian cerrado. *Journal of Biogeography*. 47: 396-407.
- Garreaud, R.D., Vuille, M., Compagnucci, R., Marengo, J.,** 2009. Present-day South American climate. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 281, 180–195.
- Grimm, A.M.** 2003. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. *J. Clim.* 16: 263–280.
- Grimm, A.M., Pal, J.S., Giorgi, F.** 2007. Connection between spring conditions and peak summer monsoon rainfall in South America: role of soil moisture, surface temperature, and topography in eastern Brazil. *J. Clim.* 20, 5929–5945.
- Haberle, S.G.; Maslin, M.A.** 1999. Late Quaternary vegetation and climate change in the Amazon Basin based on a 50,000 year pollen record from the Amazon Fan, ODP site 932. *Quaternary Research*, 51: 27-38.
- Heinrich, H.** 1988. Origin and Consequences of Cyclic Ice Rafting in the Northeast Atlantic Ocean During the Past 130,000 Years. *Quaternary Research*, 29: 142–152.
- Horák-Terra, I.** 2009. Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-fruta, Serra

do Espinhaço Meridional – MG. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

**Horák-Terra, I.** 2014. Late pleistocene-holocene environmental change in Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais State, Brazil) reconstructed using a multi-proxy characterization of peat cores from mountain tropical mires. Tese, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 134p.

**Horák-Terra I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., López, P.R., Silva, A.C., Vidal-Torrado, P.** 2015. Holocene climate change in central–eastern Brazil reconstructed using pollen and geochemical records of Pau de Fruta mire (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 437: 117–131.

**Horák-Terra I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., Silva, A.C., Camargo, P.B., Mendonça-Filho, C.V.; De Oliveira, P.E.; Cruz, F.W.; Vidal-Torrado, P.** Late Quaternary vegetation and climate dynamics in central-eastern Brazil: insights from a 35k cal a BP peat record in the Cerrado biome. *Journal of Quaternary Science*. (no prelo).

**Jackson, S.T. & Wong, A.** 1994. Using forest patchiness to determine pollen source areas of closed-canopy pollen assemblages. *Journal of Ecology*: 82-89.

**Lani, J.L.** 1998. Deltas dos rios Doce e Itapemirim; solos, com ênfase nos Tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa(Tese de Doutorado), 169p.

**Ledru, M.P.,** 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quat. Res.* 39: 90–98.

**Lévesque, M. & Dínél, H.** 1982. Some morphological and chemical aspects of peats applied to the characterization of Histosols. *Soil Sci.*, 133:324-332.

- Liu K.B., Colinvaux P.A.** 1985 Forest changes in the Amazon basin during the last glacial maximum. *Nature* 318:556–557
- Lowe, J. J. and Walker, M. J. C.** 1997. *Reconstructing Quaternary Environments* (2nd edition). Prentice Hall.
- Luz, C.F.P.** 2011. Palynology as a tool in bathymetry. In: Blondel P. (ed.). *Bathymetry and its applications*. Intech, Croacia. 119-148.
- Luz, C.F.P.** 2013. Deposição subaquática diferencial de pólen e esporos. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Rio de Janeiro*. 3: 85-91.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Nimer, E.** 1989. *Climatologia do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro. 422 p.
- Pereira, M.G.; Anjos, I.H.C. & Valladares, G.S.** 2005. Organossolos: Ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: Vidal Torrado, P.; Alleoni, L.R.F.; Cooper, M.; Silva, A.P. & Cardoso, E.J. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 4: 233- 276.
- Pessenda, L.C.R.; Gomes, B.M.; Ribeiro, A.S.; Gouveia, S.E.M.; Boulet, R.; Cruz, M.V.L.; Roveratti, R.; Pessin, G.** 1996a. Avaliação de mudanças de vegetação na Amazônia ocidental durante o Holoceno com emprego dos isótopos do carbono do solo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39., Salvador, 1996. *Anais*. Salvador, 539-544.
- Pessenda, L.C.R.; Gouveia, S.E.M.; Aravena, R.; Gomes, B.M.; Boulet, R.; Ribeiro, A.S.** 1998a. <sup>14</sup>C dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in Southern Brazilian Amazon Region. *Radiocarbon*, 40: 1013-1022.

- Prada-Gamero, R.M.; Vidal-Torrado, P. & Ferreira, T.O.** 2004. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do Rio Iriri no canal de Bertioga, Santos, SP. R. Bras. Ci. Solo, 28:233-243.
- Pinaya, J.L.D., Cruz, F.W., Ceccantini, G.C.T. et al.** 2019. Brazilian montane rainforest expansion induced by Heinrich Stadial 1 event. Sci Rep 9: 17912.
- Reid, W. V.** 1998. Biodiversity hotspots. Trends in Ecology & Evolution, 13: 275–280.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T.** 2008. As principais fitofisionomias do Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), Cerrado: Ecologia e Flora, vol. 1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brazil, pp. 151 e 199.
- Ruddiman W. F.** 2008 Earth's Climate: Past and Future Second Edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- Salgado-Labouriau, M. L.** 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Acad. Bras. Ciências, Rio de Janeiro.
- Salgado-Labouriau, M. L.** 1984. Reconstitution du milieu à travers les grains de pollen. Invest. Cienc. 96: 6-17.
- Shotyk, W., Norton, S. Farmer, J.** 1997. Summary of the workshop on peat bog archives of atmospheric metal deposition. Water, Air, & Soil Pollution. 100: 213–219.
- Silva, A.C., Horák, I., Martínez Cortizas, A., Vidal-Torrado, P., Rodriguez Racedo, J., Grazziotti, P.H., Silva, E.B., Ferreira, C.A.** 2009a. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: I Caracterização e classificação. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33: 1385–1398.
- Silva, A.C., Horák, I., Vidal-Torrado, P., Martínez Cortizas, A., Rodriguez Racedo, J., Campos, J.R.R.** 2009b. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: II. Influência da

drenagem na composição elementar e na composição das substâncias húmicas. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33: 1399–1408.

**Silva A.C.; Horák I.; Vidal-Torrado, P.; Cortizas M. A.; Rodrigues R.J.; Rocha C.J.R.**

2009. Turfeiras Da Serra Do Espinhaço Meridional - Mg. Ii - Influência Da Drenagem Na Composição Elementar e Substâncias Húmicas Revista Brasileira de Ciência do Solo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil, 5:1399-1408

**Silva, A.C.; Pedreira, L.C.V.S.F.; Almeida Abreu, P.A.** 2005. Serra do Espinhaço

Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, 272p.

**Siqueira, E.** 2012. A floresta de Araucária em Monte Verde (MG): história sedimentológica,

palinológica e isotópica desde o último máximo glacial. Doctoral Thesis, Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo.

**Stríkis, N.M., Cruz, F.W., Cheng, H., Karmann, I., Edwards, R.L., Vuille, M., Wang,**

**X., de Paula, M.S., Novello, V.F., Auler, A.S.,** 2011. Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on a speleothem record from central–eastern Brazil. *Geology* 39: 1075–1078.

**Valencia, E.P.E.** 1993. Datação por  $^{14}\text{C}$  e razão isotópica  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  de solos sob climas tropical

e subtropical do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 91pp.

**Valladares G.S.; Gomes, E.G.; Mello, J.C.C.B.S; Pereira, M.G.; Anjos, L.H.C.; Ebeling,**

**A.G. & Benites, V.M.** 2008. Análise dos componentes principais e métodos multicritério ordinais no estudo de Organossolos e solos afins. *R. Bras. Ci. Solo.*, 32: 285-296

**Werneck FP, Costa GC, Colli GR, Prado DE, Sites JW Jr (2011a)** Revisiting the historical distribution of seasonally dry tropical forests: new insights based on palaeodistribution modeling and palynological evidence. *Glob Ecol Biogeogr* 20:272–288

**Williams, J. W., & Jackson, S. T.** 2007. Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 475–482.

## CAPÍTULO I

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Catena

### **RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DA TURFEIRA SEMPRE-VIVA, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL (DIAMANTINA, MINAS GERAIS, BRASIL), DURANTE O PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO**

Kauê Fonseca<sup>1, 5</sup>, Ingrid Horák-Terra<sup>2</sup>, Alexandre Christófaros Silva<sup>3</sup>, Pablo Vidal-Torrado<sup>4</sup>  
& Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>1</sup>

1. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Avenida Miguel Stéfano, 3.687, 04301-902 São Paulo, SP, Brasil.
2. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Av. Universitária, 1000, 38610-000, Unaí, MG, Brasil.
3. Departamentos de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, 39100-000, Diamantina, MG, Brasil.
4. Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Cx.P. 9, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.
5. Autor para correspondência: kauefonsecaibt@hotmail.com

Título abreviado: Reconstituição Paleoambiental da turfeira Sempre-Viva

#### **Highlights**

- Reconstituição paleoambiental do Cerrado em Minas Gerais
- Pleistoceno Tardio e Holoceno de Minas Gerais
- Paleoambientes da Serra do Espinhaço Meridional
- Mudanças climáticas durante os últimos ~32 k anos cal AP em Minas Gerais
- Palinologia do Quaternário da turfeira Sempre-Viva

## Resumo

A reconstituição da vegetação e do clima nos últimos 32 k anos cal AP foi investigada a partir da análise multi-proxy (propriedades do solo, composição isotópica de nitrogênio e carbono, palinologia) de um testemunho de 161 cm de uma turfeira de montanha do Parque Nacional das Sempre-Vivas, Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil. A região apresenta um clima sub-úmido sazonal, cuja vegetação xérica de Cerrado abriga “ilhas” (Capões) de Floresta Semi-decídua e Montana dispersas entre as formações campestres úmidas e secas. Nossos resultados revelaram mudanças paleoambientais com alterações na comunidade de plantas da turfeira e da vegetação regional: Durante o Pleistoceno a tendência foi de expansão da Floresta Montana e do Campo Rupestre, com gradativo aumento de umidade na turfeira até ~13 k anos cal AP. Após isso, ocorreu uma fase climática transicional para o Holoceno, com aumento da temperatura e diminuição da umidade representada pela menor frequência de fitoplâncton na turfeira. A expansão do Cerrado e dos Capões de Floresta Semi-decídua caracterizou o início do Holoceno, em um ambiente menos úmido e com temperaturas mais elevadas do que no Pleistoceno Tardio. Após ~7,2 k anos cal AP houve uma tendência de expansão da Floresta Montana e do Campo Úmido, acompanhando os maiores índices de precipitação do Holoceno Médio, até ~3,7 k anos cal AP. Os últimos registros do testemunho em ~3,2 k anos cal AP indicaram uma tendência de aumento de temperatura e umidade regional e local, com grande representatividade local de fitoplâncton e expansão do Campo Úmido, Cerrado e da Floresta Semi-decídua.

**Palavras-Chave:** Turfeira tropical, Cerrado, Isótopos, Palinologia do Quaternário, Zona de Convergência do Atlântico Sul.

## Abstract

The reconstitution of vegetation and climate in the last ~32 kyr cal BP, was investigated from the multi-proxy analysis of a 161 cm core of a mire located in the Parque Nacional das Sempre-Vivas, Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brazil. The region has a seasonal sub-humid climate, whose Cerrado xeric vegetation has “islands” (Capões) of semi-deciduous and montane forest dispersed between wet and dry grasslands. Our results revealed paleoenvironmental changes in the mire plant community and regional vegetation:

During the Pleistocene the trend was for an increase in montane vegetation and in the rupestrian field with vegetation indicating a gradual increase in humidity in the mire environment until ~ 13 kyr cal BP and after that, a transitional phase for the Holocene with an increase in temperature and a decrease in humidity, with a lower frequency of phytoplankton. The expansion of the Cerrado and the Capões of Semi-deciduous Forest characterized the beginning of the Holocene, in a less humid environment and with higher temperatures than in the Late Pleistocene. After ~ 7.2 k years cal AP there was a tendency of expansion of the Montana Forest and the Wetland, following the highest precipitation rates of the Middle Holocene, up to ~ 3.7 kyr cal BP. The last records in ~ 3.2 k years cal AP indicated a trend of increasing regional and local temperature and humidity, with great local representation of phytoplankton and expansion of the Wetlands, Cerrado and Semi-deciduous Forest.

**Keywords:** Tropical Mire, Cerrado, Isotopes, Quaternary Palynology, South Atlantic Convergence Zone.

## 1. Introdução

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) em Minas Gerais, localizada na porção centro-leste do Brasil, é uma das poucas regiões do país onde turfeiras de montanhas têm sido formadas desde o Pleistoceno em meio ao bioma Cerrado (savana brasileira) (Horák, 2009; Campos et al., 2010; Horák-Terra, 2014; Horák-Terra et al., 2014, 2015; Costa, 2018; Horák-Terra et al., no prelo). A baixa disponibilidade de oxigênio associada a saturação de água prolongada ou quase permanente é o principal fator que preserva e acumula a matéria orgânica nas turfeiras, caracterizando-as como arquivos ambientais da evolução das paisagens (Shotyk et al., 1997). O acúmulo de sequências de material orgânico favorece o desenvolvimento de estudos que permitem a extração de informações multi-proxy, aplicando-as na reconstituição cronológica da vegetação local e regional, do paleoclima e do paleoambiente (Blackford, 1993; Charman, 2002; Silva et al., 2004a, 2004b; Horák-Terra et al., 2015; Silva e Silva, 2016; Luz et al., 2017).

Como estes ecossistemas são extremamente sensíveis às mudanças na hidrologia, estudar as turfeiras tropicais localizadas nesta área é ideal para estudos do paleoclima, pois a precipitação na SdEM é diretamente associada a atividade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Horák-Terra et al., no prelo). O Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) é influenciado pela ZCAS durante os meses de verão austral (dezembro-fevereiro), cujos os altos índices pluviométricos no centro-leste do Brasil se devem em partes à este fator (Grimm, 2003; Grimm et al., 2007; Garreaud et al., 2009; Horák-Terra et al., 2015; Horák-Terra et al., no prelo). Tem sido verificado que desde o Pleistoceno a variabilidade de precipitação vai além deste controle; mudanças de precipitação também podem ser decorrentes de alterações na insolação associadas ao ciclo de precessão (Cheng et al., 2013).

As mudanças relacionadas as monções ocorreram em escalas centenárias a milenares, e, portanto, são chamadas de eventos de escala milenar; ao contrário das associadas à insolação, que são tratadas como eventos de escala orbital (Berger & Loutre 1991). No Hemisfério Sul, as mudanças de escala milenar relacionam-se as variações na posição média da ZCAS, e portando oferecem maior umidade em diferentes latitudes e em diferentes momentos onde ela ficava/fica estacionada (Bond et al., 2001; Arz et al., 2001; Baker et al., 2001; Baker et al., 2005; Ekdahl et al., 2008; Cheng et al., 2013). As

mudanças nos índices pluviométricos do centro-leste do Brasil não poderiam ter sido somente influenciadas pelo aumento de insolação do verão, mas também por forçantes climáticas do hemisfério norte, como o Último Máximo Glacial (UMG), eventos Younger Dryas (YD), Boilling Allerod (BA), Heinrich Stadial (HS) 1, 2 e 3 e o Marine Isotope Stage 3 (MIS 3), que interagiram controlando a posição da ZCIT e a intensidade de precipitação decorrente do SMAS, que é influenciado pela ZCAS (Grimm, 2003; Chiang 2003, 2005; Wang et al., 2004; Cruz et al., 2007; Grimm et al., 2007; Garreaud et al., 2009; Cheng et al., 2013; Horák-Terra et al., 2015; Horák-Terra et al., no prelo). Estudos recentes com isótopos de oxigênio em Espeleotemas, Palinologia e Arqueologia demonstraram não apenas um consenso sobre um clima frio durante o Pleistoceno Tardio, mas também de condições úmidas, possibilitando a manutenção da floresta estacional e de táxons dependentes de umidade desde cerca de 28 k anos cal AP no Centro-Leste do Brasil (Bush & De Oliveira, 2006; Cruz et al. 2006; Costa 2018; De Oliveira, 1992; De Oliveira 2019; Horák-Terra, no prelo; Pinaya, 2019; Arruda *et al.*, 2017). Já no Holoceno a tendência foi de temperaturas mais elevadas que no Pleistoceno, com eventos de seca e umidade que pontuaram esta Época, e uma maior distribuição de Biomas sazonais. (Ledru, 1993; Araujo et al., 2005; Stríkis et al., 2011; Horák-Terra et al., 2015; Werneck et al., 2011; Bush & De Oliveira, 2006).

O Cerrado apresenta solos pobres em nutrientes, inclusive em fósforo e nitrogênio, principais contribuintes para o crescimento das plantas (Kozovits et al., 2007). Características químicas e físicas do solo, disponibilidade de água e nutrientes, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e ações antrópicas influenciam diretamente na distribuição da flora no Cerrado (Lopes, 1984). O trabalho buscou abordar a vegetação pelo ponto de vista fitofisionômico proposto por Ribeiro & Walter (2008) para o Cerrado, onde este Bioma engloba Formações Florestais, Formações Savânicas e Formações Campestres, e o Cerrado *latu-senso*, conforme indicado também por Coutinho (1978).

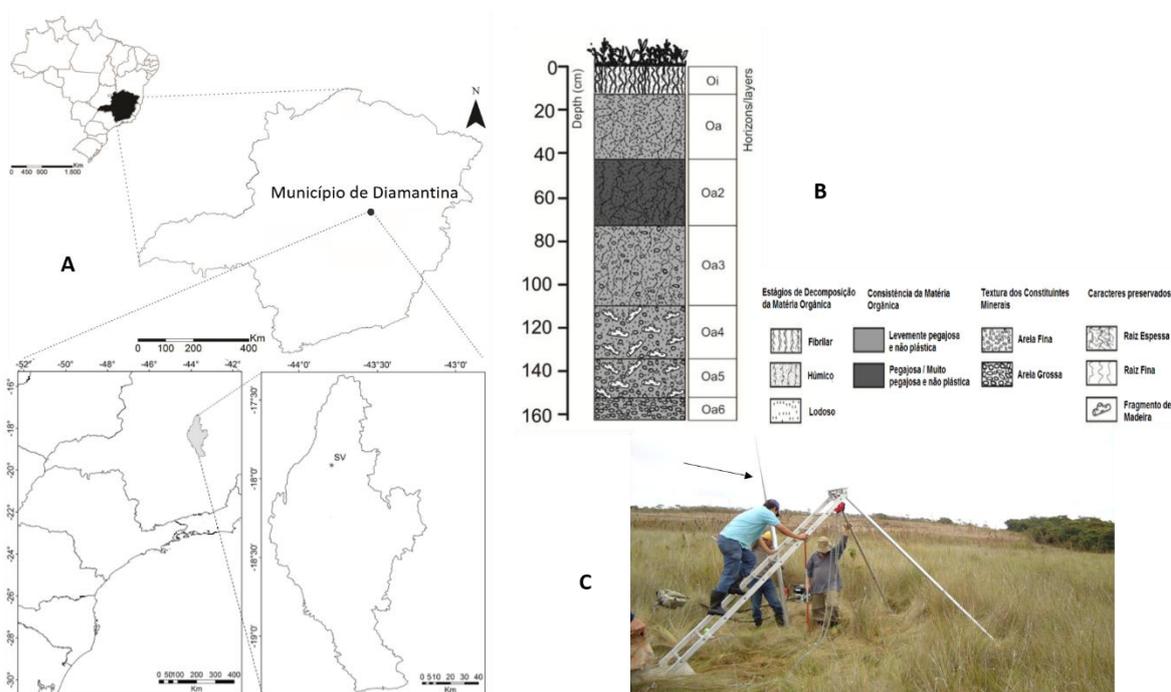
Com o intuito de reconstituir cronologicamente a sequência de eventos de mudanças paleoambientais e da composição e estrutura da vegetação ocorridas desde o Pleistoceno Tardio (~32k anos cal AP) em uma área de Cerrado da SdEM, o presente estudo utilizou inferências multi-proxy integradas em uma turfeira do Parque Nacional das Sempre-Vivas, consistindo em descrição estratigráfica do perfil do solo, datações por

radiocarbono, caracterização isotópica da matéria orgânica ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ), junto ao registro palinológico (pólen, esporos de briófitas e monilófitas e outros palinóforos não-polinicos/PNP).

## 2. Material e métodos

### 2.1. Localização e caracterização da área de estudo

A turfeira Sempre-Viva ( $17^{\circ}54'45.4''$  S,  $43^{\circ}47'29.52''$  O) (Fig. 1) está localizada a 1.260 m de altitude, em Diamantina, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil) e corresponde à formação geológica Galho do Miguel, constituída por quartzitos puros e finos (90%), quartzitos micáceos finos e metargilitos cinzas ou esverdeados (5-10%) (Knauer, 2007). Essa formação tem idades que datam do Paleo-Mesoproterozoico (Horák-Terra, 2014). O clima é caracterizado como Aw (tropical montanhoso), de acordo com a classificação de Köppen, com média anual de precipitação de 1.500 mm, com inverno seco e verões chuvosos (Nimer, 1977; Ribeiro & Walter, 2008), com uma temperatura média anual de  $18.7^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 1.** A. Localização da coleta e descrição estratigráfica do testemunho da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil) B. Descrição

morfológica dos horizontes do testemunho. C. Coleta do testemunho, utilizando-se de um vibrotestemunhador (seta). (fonte: Horák-Terra, 2014, modificado).

A vegetação do local é típica do bioma Cerrado, com “ilhas” de espécies arbóreas (Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Montana) denominadas "Formações em Capões", formando um extenso mosaico, que aparece como manchas dispersas entre as formações campestres úmidas (Campo Sujo Úmido e Campo Limpo Úmido) e secas (Campo Limpo Seco, Campo Sujo Seco e Campo Rupestre) (Ribeiro e Walter, 2008). Levantamentos florísticos prévios demonstraram que Poaceae, Cyperaceae e Eriocaulaceae são plantas colonizadoras de turfeiras dessa região (Horák et al., 2015). *Baccharis* é um gênero de planta herbáceo/arbustivo que representa a vegetação campestre. *Sorocea* e Myrtaceae são táxons provenientes dos “Capões” de Floresta Estacional Semidecidual. Melastomataceae, *Vernonia* e *Rudgea* apresentam hábitos variados, que poderiam se propagar tanto nos Capões quanto na vegetação campestre (Horák-Terra, 2009; Horák-Terra, 2014; Luz et al., 2017).

## 2.2. Coleta e descrição do testemunho de sondagem

A amostragem do testemunho foi realizada em 10 de outubro de 2010 utilizando-se um vibrotestemunhador (Martin et al., 1995) e tubo de alumínio (Fig.1).

O tubo de 162 cm contendo o solo foi levado ao laboratório LIMPEVALE (Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Diamantina, Minas Gerais. Esse foi serrado longitudinalmente com auxílio de uma serra circular elétrica. Após a abertura, a estratigrafia do material foi descrita segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al. 2005), Manual Técnico de Pedologia (IBGE 2005), Guia para descrição de solos (FAO 2006) e o Livro de Campo para Descrição e Amostragem de Solos (Schoeneberger et al. 2012).

## 2.3. Datação $^{14}\text{C}$

Foram selecionados quatro níveis estratigráficos de turfa para datação por  $^{14}\text{C}$  pela técnica de Espectrometria de Massas com Aceleradores (EMA) no laboratório Beta Analytic Inc. (Miami, USA) (Tab. 1). Foi confeccionado, a partir das idades

convencionais, a calibração das idades em um modelo de Idade-Profundidade com base em estatística Bayesiana utilizando-se o pacote Bacon (v.2.3.5) (Blaauw e Christen, 2011) no Software R. Todas as informações no texto serão discutidas pelas idades calibradas. A amostra de idade moderna (13 cm) foi calibrada em separado usando o software CALIBomb (Levin e Kromer, 2004; <http://calib.org/CALIBomb/>).

#### 2.4. Composição isotópica de carbono e nitrogênio

A composição isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) foi determinada em amostras de turfa a cada 2 cm de profundidade, após secas, trituradas e homogeneizadas. A determinação dos isótopos foi realizada em um analisador elementar acoplado a um espectrômetro de massas do Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP (Piracicaba, SP, Brasil). As razões dos isótopos pesados (raros) para os leves (abundantes) são expressos na notação “ $\delta$ ”, que indica empobrecimento (-) ou enriquecimento (+) do isótopo pesado comparado a um padrão internacional PDB (molusco fóssil *Belemnitella americana* da formação Peedee da Carolina do Sul, EUA).

#### 2.5. Análise estratigráfica dos horizontes

De acordo com o sistema de classificação proposto por Lindsay (1995) esta turfeira é mineralotrófica de vale, apresentando lençol freático e águas originadas de solo mineral, com material de turfa variando de preto à marrom pouco a bem decomposto, e de Ph neutro a levemente ácido.

No testemunho, predominou o horizonte sáprico (Oa), se apresentando em estágio avançado de decomposição de 44 a 75 cm. Matéria orgânica pastosa com raízes finas foi encontrada entre 14 a 44 cm. A seção superior (14 cm até o topo) apresentou turfa fibrosa (Oi). A presença de matéria mineral (areias quartzíticas de granulometria fina ou grossa) ocorreu entre Oa6 e Oa3. Foram observadas raízes finas a espessas e fragmentos de madeira. Os sedimentos minerais existem na base, em profundidades após 162 cm. Não foram encontrados fragmentos de carvão no testemunho (Fig. 1).

#### 2.6. Modelo de Idade-Profundidade

Para a construção do modelo de Idade-Profundidade do testemunho da turfeira Sempre-Viva (SV) (Fig. 4), não foi utilizado a datação moderna do nível 13cm ( $107 \pm 11$  cal pMC), por apresentar valores negativos na modelagem devido ao enriquecimento pelos testes nucleares (1950). A taxa de sedimentação considerada foi de 20 anos/cm (Gráfico Suplementar 1).

### 2.7. Análises palinológicas

Para a análise palinológica, amostras correspondentes a seções de 1 cm foram tomadas a cada 10 cm, totalizando dezesseis níveis: 02-03 cm; 12-13 cm; 22-23 cm; 32-33 cm; 42-43 cm; 52-53 cm; 62-63 cm; 72-73 cm; 82-83cm; 92-93 cm; 102-103 cm; 112-113 cm; 122-123 cm; 132-133 cm; 142-143 cm; e 152-153 cm. O último nível (162 cm) não foi tomado por apresentar areia grossa, não preservando microfósseis devido ao efeito da percolação criada pela maior quantidade de macroporos.

O tratamento físico-químico para a extração de pólen, esporos e outros palinomorfos não polínicos (PNP) seguiu o procedimento descrito em Ybert et al. (1992), com modificações, adicionando-se ácido fluorídrico (HF) para a dissolução dos silicatos, ácido clorídrico (HCl) para a eliminação dos fluossilicatos, ácido acético glacial para desidratação do sedimento e adição de mistura de acetólise (9 partes de anidrido acético e 1 parte de ácido sulfúrico) para a dissolução da matéria orgânica e acetilação das exinas. Um agitador ultrassônico utilizando tubos plásticos especiais providos de anel vedante e tela de nylon de  $5\mu$  de malha foi utilizado para concentrar melhor os palinomorfos nas lâminas, evitando o uso de líquidos pesados para separação por densidade como o Cloreto de Zinco ( $ZnCl_2$ ) ou bromofórmio ( $CHBr_3$ ). Para a construção de diagramas de concentração, foram adicionadas duas pastilhas com número conhecido de esporos de *Lycopodium clavatum* (marcadores) ao volume de sedimento a ser tratado (Stockmarr 1971) que, após a sua contagem junto dos demais palinomorfos, permitiu estabelecer suas concentrações absolutas a partir da equação descrita por Colinvaux em 1993.

Os palinomorfos foram contados até a saturação por amostra, ou seja, até nenhum tipo novo ser observado (Ybert et al., 1992) em 10 lâminas de microscopia, em microscópio óptico Olympus BX50 utilizando-se objetivas de 40x para a contagem e, em um aumento de 100x sob imersão em anisol, para a identificação. Como nos ambientes das turfeiras a fitofissionomia predominante é o Campo Limpo Úmido com presença de

espécies herbáceas (Eriocaulaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Lentibulariaceae e Xyridaceae,) e gramíneas (Poaceae) (Giuliett e Pirani 1988, Ribeiro e Walter, 2008), pode ocorrer a super-representatividade desses elementos locais (Salgado-Labouriau 2007). Por isso, os grãos de pólen de hidro-higrófitas (Cyperaceae, *Drosera*, *Spathiphyllum*, *Typha*, *Utricularia*), esporos de briófitas, esporos de samambaias e licófitas e PNP (algas, dinoflagelados, e outros palinómorfs não polínicos) não foram incluídos na Soma Polínica Total, mas foram expressos como porcentagens dessa (Ybert et al., 1992). Bromeliaceae, Eriocaulaceae, Poaceae e Xyridaceae entraram na Soma Polínica Total por se encontrarem distribuídos regionalmente.

A identificação foi feita com base nos caracteres morfológicos observáveis, utilizando-se metodologias de comparação com o laminário da Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia que contém o pólen e esporos de plantas que foram coletadas pela equipe colaboradora na área de estudo, além da utilização de atlas fotográficos e acervos bibliográficos palinológicos (Roubik e Moreno, 1991; Van Geel, 1978; Tryon e Tryon, 1982; Horák, 2009; Luz et al., 2017; dentre outros). A identificação espora-polínica foi feita em nível de gênero, sempre que possível, e a denominação “Tipo” foi empregada (Joosten e Clarke, 2002). A documentação fotográfica foi feita pela câmera Olympus U-CMAD-2 utilizando-se o programa CellSens Standard® 1.5.

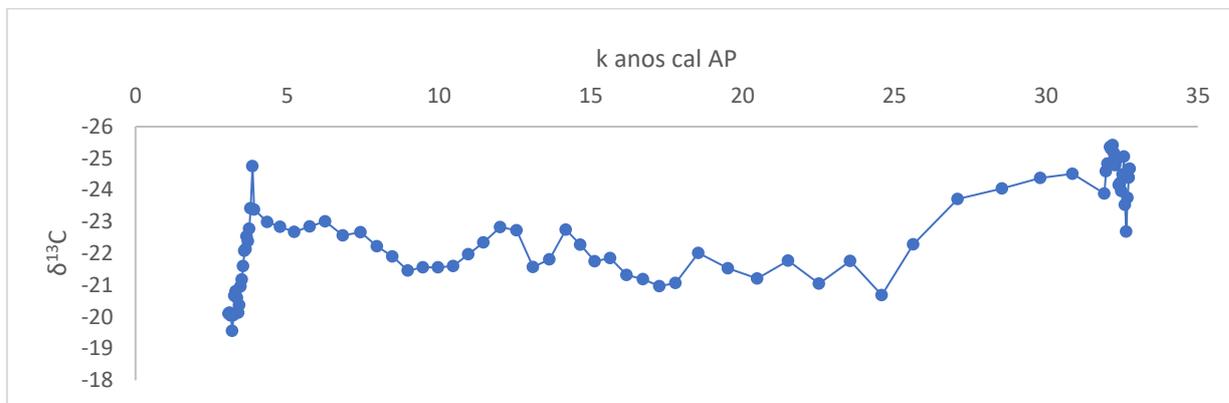
As assembleias polínicas regionais e locais e dos PNP foram apresentadas sob a forma de diagramas de percentagem, de acordo com o hábito das plantas e suas fitofisionomias do Cerrado lato sensu (Cerrado típico, Cerrado ralo, Cerrado rupestre, Cerradão, Campo Rupestre, Campo Limpo Úmido e Campo Limpo Seco) e da Floresta Semidecídua e Floresta montana (Horák, 2009; Luz et al., 2017), em conjunto com as datações por radiocarbono e a estratigrafia, utilizando-se o software TILIA (Grimm, 1992).

A análise de agrupamento baseado em estratigrafia (stratigraphically constrained cluster analysis- método da soma total dos quadrados) (Grimm, 1987) foi aplicado aos dados de pólen, esporos e PNP para a definição das zonas espora-polínicas regionais e locais.

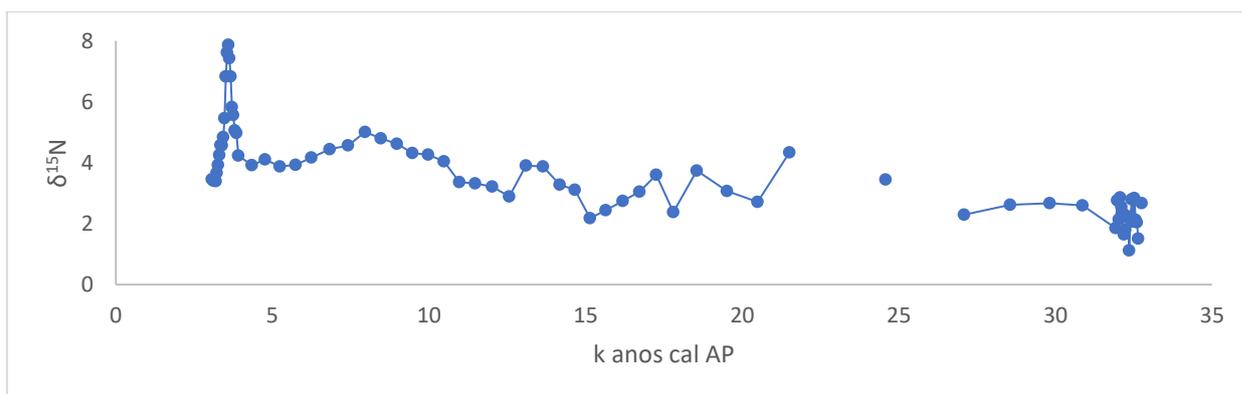
### **3. Resultados**

#### *3.1. Composição isotópica de carbono e nitrogênio*

Para a construção dos gráficos foram utilizados os valores isotópicos  $\delta^{13}\text{C}$  (Figura 2) e  $\delta^{15}\text{N}$  (Figura 3) dispostos ao longo do tempo de acordo com os valores de idade calibrada do modelo de Idade-Profundidade.



**Figura 2.** Composição isotópica  $\delta^{13}\text{C}$  (‰) ao longo do tempo na turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).



**Figura 3.** Composição isotópica  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) ao longo do tempo na turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).

### 3.1.1. De ~35,0 - 32,0 k anos cal AP

O sinal isotópico de  $\delta^{13}\text{C}$  indicou um ambiente constituído predominantemente por plantas de metabolismo fotossintético C3 Calvin-Benson ( $\delta^{13}\text{C}$  - maior valor -23,53‰ e menor valor -25,42‰, média= -24,73‰), por apresentar valores entre -32‰ e -22‰ (Meyers, 1997). O sinal isotópico de  $\delta^{15}\text{N}$  indicou uma baixa concentração de nitrogênio inorgânico dissolvido ( $\delta^{15}\text{N}$  - maior valor= 2,83‰; menor valor=1,12‰; média= 2,24‰),

sendo possível inferir uma fonte de nitrogênio com uma maior tendência a plantas terrestres, com muita pouca influência de fitoplâncton (Meyers & Ishiwatari, 1993).

### 3.1.2. De ~31,9-12,0 k anos cal AP

O sinal isotópico de  $\delta^{13}\text{C}$  indicou um ambiente constituído por plantas de metabolismo fotossintético C3, mas com maior influência de plantas de metabolismo C4 que a palinozona anterior, os valores variaram de:  $\delta^{13}\text{C}$  - maior valor = -20,69‰; menor valor = -24,51‰; média = -22,00‰ (Meyers, 1997). O sinal isotópico de  $\delta^{15}\text{N}$  apresentou valores maiores que na palinozona anterior com os valores:  $\delta^{15}\text{N}$  - maior valor = 4,34‰; menor valor = 1,86‰; média = 3,00‰. Indicando um ambiente onde a fonte de nitrogênio tendeu a um aumento da influência de fitoplâncton. (Meyers & Ishiwatari, 1993).

### 3.1.3. De ~11,5-3,7 k anos cal AP

Os valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$  indicaram um ambiente de predomínio de plantas C3 com influência de C4:  $\delta^{13}\text{C}$  - maior valor = -21,46‰; menor valor = -24,75‰; média = -22,55‰ (Meyers, 1997). O sinal isotópico de  $\delta^{15}\text{N}$  apresentou valores maiores que na palinozona anterior com os valores:  $\delta^{15}\text{N}$  - maior valor = 5,83‰; menor valor = 3,32‰; média = 4,42‰, indicando um ambiente onde a fonte de nitrogênio tendeu a um aumento da influência de fitoplâncton. (Meyers & Ishiwatari, 1993).

### 3.1.4. De ~3,7 k anos cal AP até o topo do testemunho

O sinal isotópico nesta palinozona indicou uma maior influência de plantas de metabolismo fotossintético C4 de todo o testemunho:  $\delta^{13}\text{C}$  - maior valor = -19,56‰; menor valor = -22,54‰; média = -20,81‰. O  $\delta^{15}\text{N}$  indicou um vertiginoso aumento na influência de fitoplâncton (Meyers & Ishiwatari, 1993), permitindo a inferência de um aumento dos padrões de precipitação, sendo possível a formação de coluna d'água em determinados níveis, os valores foram:  $\delta^{15}\text{N}$  - maior valor = 7,87‰; menor valor = 3,39‰; média = 5,10‰

## 3.2. Datação por $^{14}\text{C}$

**Tabela 1.** Datação  $^{14}\text{C}$ , por Espectrometria de Massas com Aceleradores (EMA), de diferentes níveis estratigráficos da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).

Profundidade (cm)	Amostra	$^{14}\text{C}$ Código do Laboratório	Idade $^{14}\text{C}$ convencional	Idade calibrada (95% probabilidade)
12-14	SV007	Beta - 342722	Moderna (113.5 ± 0.4	$^{31}$ 1.995 anos cal AD

			pMC)	
38-40	SV020	Beta – 339299	3.580 ± 30 anos AP	≈3.855 anos cal AP
92-94	SV047	Beta – 342724	14.410 ± 60 anos AP	≈17.334 anos cal AP
118-120	SV060	Beta – 339300	25.760 ± 130 anos AP	≈30.999 anos cal AP

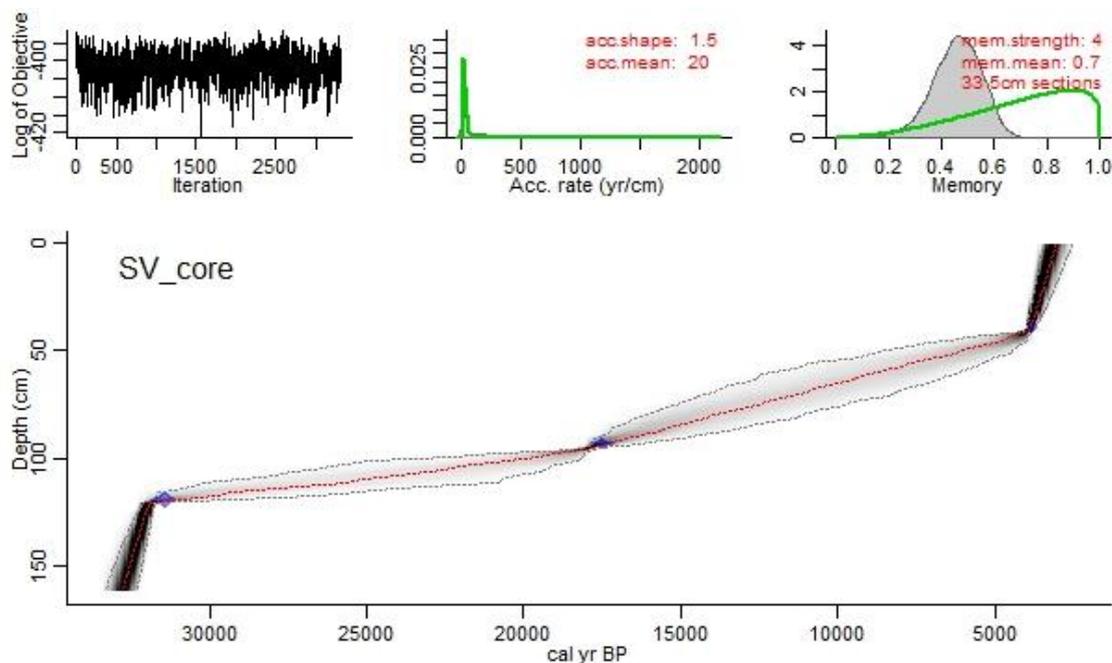
<sup>1</sup>Beta: Beta Analytic Inc.

<sup>2</sup>Bacon (v.2.3.5) (Blaauw and Christen, 2011).

<sup>3</sup>CALIBomb (Levin and Kromer, 2004; <http://calib.org/CALIBomb/>).

### 3.3. Modelo de Idade-Profundidade

A partir do Modelo de Idade-Profundidade utilizado para construir a cronologia da turfeira Sempre-Viva com base em 3 datações, foi possível estabelecer com 95% de probabilidade as idades calibradas a partir de 32,8 k anos cal AP, abrangendo o Pleistoceno Tardio e Holoceno.



**Figura 4.** Modelo de Idade-Profundidade da turfeira Sempre-Viva, Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais, Brasil).

### 3.4. Análise palinológica

Os diagramas de porcentagem polínicos e de PNP estão sendo apresentados nas Figuras 5-10.

#### 3.4.1. Palinozona PZ-1: ~153 - 123cm (~32,8 - 32,0k anos cal AP)

Não houve a preservação de microfósseis (estéril) devido à grande quantidade de areia de granulometria grossa, criando um efeito de percolação pela maior quantidade de macroporos do sedimento. Mesmo assim, foi possível observar uma baixa frequência de esporos de fungos (Monoporites e Dicellaesporites), podendo indicar grande atividade de decomposição de matéria orgânica e da vegetação lenhosa (Fig. 5).

#### 3.4.2. Palinozona PZ-2: ~122-73cm (~31,9-12k anos cal AP)

A presença de areia grossa se estendeu até ~110 cm (~26 k anos cal AP) em menor quantidade, porém, não foi possível observar palinomorfos polínicos até esta profundidade, porém, é possível inferir que a atividade de decomposição de matéria orgânica lenhosa começou a diminuir neste período (Dicellaesporites 81 - 3,9 %) (Figura 7), assim como um aumento de frequência do fungo *Athelia* (1,5 – 10,3 %) (Figura 7).

Em ~26 k anos cal AP (110 cm) foi possível inferir a presença de Floresta montana (representada por *Hedyosmum* 2,94%, *Ilex* 0,53% e *Weinmania* 0,21%) (Figura 8) que começou a declinar, junto com a Floresta Estacional (representada por *Jacaranda* 1,47% e *Sorocea* 0,32%) (Figura 8). Em contrapartida, foi possível inferir neste mesmo período o início da expansão da Mata de Cerrado (representado por *Mikania* 3,64% e *Tabebuia* 0,53%) (Figuras 8 e 9), Cerrado latu senso (*Hyeronima* 0,21% e *Merremia* 0,21%)(Figuras 8 e 9), Campo úmido (Cyperaceae 1,21%, *Drosera* 1,21% e *Baccharis* 1,47%)(Figuras 6 e 10) e Campo Rupestre (*Xyris* 1,47%, *Trixis* 0,10% e *Eremanthus* 0,53%)(Figuras 9 e 10). A frequência de *Podocarpus* (Figura 8) começa a crescer atingindo seu maior valor até a transição Pleistoceno/Holoceno junto com outros tipos Montanos a partir de ~25.4 k anos cal AP (*Podocarpus* 0,75%, *Myrsine* 0,10%, *Hedyosmum* 0,42% e *Ilex* 0,53%) (Figura 8), neste período foi a única ocorrência de *Araucaria* do testemunho com 0,07%(Figura 8).

Em ~ 13 k anos cal AP (82 cm), houve o maior pico no testemunho dos tipos polínicos de Campo Rupestre (Figura 5), representado principalmente por *Gaylussacia* que cresceu de 0,6 para 21%(Figura 9) nesse período, e *Xyris* com 12,2% (Figura 10). O Campo, representado por *Ambrosia* 2,29% e *Baccharis* 13,9% (Figura 10), e a Floresta Montana (*Podocarpus* 1,76%, *Myrsine* 1,14%, *Hedyosmum* 0,88%, *Drymis* 1,1% e *Weinmannia* 0,92%)(Figura 8) também aumentaram suas frequências. O maior pico da alga *Debarya* 7,47% (Figura 7) também foi observado neste período, reforçando um clima

frio. Houve uma tendência de diminuição das Monilófitas com o aumento de tipos característicos de Floresta Montana. Foi registrado neste período o maior pico de *Pseudoschizea* 15,42% (Figura 7) que pode indicar um aumento da erosão do solo.

Após ~13 k anos cal AP, a Floresta montana e o Campo começam a declinar (Figura 5) e foi possível observar um aumento abrupto na proporção de Monilófitas dos tipos *Microgramma* 2,43%, *Anemia* 0,12% e *Hymenophyllum* 0,25%(Figura 6), junto com uma maior frequência de tipos de Cerrado/Mata de Galeria (*Byrsonima* 2,58%, *Posoqueria* 1,10%, *Alchornea* 0,18%, *Myrcia* 0,18% e *Solanum* 0,26%) (Figuras 8 e 10), demarcando o final da palinozona, um pouco antes do início do Holoceno.

Localmente a turfeira apresentou altas porcentagens de hidro-higrófitas como Cyperaceae 1,75% e *Drosera* 6,5% até ~15 k anos cal AP. Seus percentuais voltaram a crescer somente no início do Holoceno, ocorrendo o inverso com as Monilófitas (representadas por *Blechnum* 71,8%, *Cyathea* 1,9%, *Elaphoglossum* 0,64%, *Lycopodiella* 10,9%)(Figura 6). As algas tiveram um pico de frequência em ~13 k anos cal AP (Figura 5) e diminuíram até o final da palinozona, no início do Holoceno, cujas principais foram *Botryococcus* 2,80%, *Debarya* 7,47%, *Mougeotia* 4,67% e *Pseudoschizea* 15,4% (Figura 7), indicando uma forte mudança nas condições hidrológicas neste período e uma queda de temperatura. Houve uma tendência de os valores percentuais dos fungos acompanharem os das algas (Figura 7).

### 3.4.3. Palinozona PZ-3: ~71-33cm (~11,5-3,7 k anos cal AP)

No início da palinozona em ~11,5 k anos cal AP foi possível observar um aumento dos tipos *Urera* 1,21%, *Caryocar* 0,36%, *Byrsonima* 2,58%, *Hyperbaena* 1,38%, *Mikania* 2,58%, *Myrcia* 0,18% e *Posoqueria* 1,10% (Figuras 8 e 9) característicos de Cerrado, dos tipos de Campo (*Ambrosia* 0,73%, *Trimézia* 0,36%, *Amaranthus* 0,36% e *Buchnera* 0,18%) (Figuras 9 e 10) e dos tipos de Floresta Estacional (*Sloanea* 0,36% e *Sorocea* 0,83%) (Figura 8) . Os tipos de Floresta Montana (*Podocarpus* 0,18%, *Myrsine* 0,83%, *Hedyosmum* 0,36%, *Drymis* 1,1% e *Weinmannia* 0,55%) (Figura 8) que estavam diminuindo no final palinozona anterior se estabilizou até ~9,4 k anos cal AP, mas depois deste período foi possível observar a diminuição de suas frequências (Figura 5). Houve uma diminuição das Monilófitas (representadas por *Microgramma* 2,43%, *Hymenophyllum* 0,25% e *Anemia* 0,12%)(Figura 6) em ~11,5 k anos cal AP, apenas retomando crescimento

próximo do final da palinozona em ~4.3 k anos cal AP. No final da palinozona os tipos de Floresta Montana voltaram a aumentar com a maior frequência dos tipos *Hedyosmum* 2,15%, *Drymis* 0,39%, *Ilex* 0,39%, *Myrsine* 0,19% e *Weinmannia* 0,39% (Figura 8), assim como os de Campo Seco (*Borreria* 2,15%, *Polygala* 0,92% e *Euphorbia* 0,15%) (Figuras 9 e 10) e Monilófitas (*Asplenium* 0,19% e *Elaphoglossum* 37%)(Figura 6).

Localmente a turfeira apresentou menores porcentagens de Hidro-higrófitas que a palinozona anterior (Figura 5) tendo como maior representante o tipo *Drosera* 2,52% (Figura 6) no início do Holoceno e Cyperaceae 1,36% no Holoceno médio (Figura 6). Nas Monilófitas houve um pico do tipo *Blechnum* 71% (Figura 6) em ~11,5 k anos cal AP, mas que declinou ao longo da PZ-3 até 4,64% em ~4.3 k anos cal AP, retomando o crescimento a partir deste período junto com *Elaphoglossum* de 0,1 – 37,6%, *Lycopodiella* 0,43 - 12,9% e *Serpocaulon* 0,21 – 2,92% (Figura 6) chegando em um ápice até o final da palinozona em ~3,7 k anos cal AP. Houve uma significativa diminuição das algas com relação à palinozona anterior, apenas retomando crescimento no final da palinozona em ~4 k anos cal AP pelo tipos *Mougeotia* 0,97%, *Botryococcus* 0,38%, *Chlamidomonas* 0,1%, *Spyrogira* 0,97% e *Zygnema* 1,16% (Figura 6). Houve uma retomada do aumento na porcentagem de esporos de fungos, representado pelos tipos *Athelia* 4,10%, *Dicellaesporites* 16,9%, *Inapertisporites* 14,7% e *Diporisporites* 4,18% (Figura 7). Houve um aumento de dinoflagelados (*Spiniferites cruciformis* 2,45%) (Figura 7) indicando água rasa e aumentos de temperatura local no final da palinozona a partir de ~4 k anos cal AP.

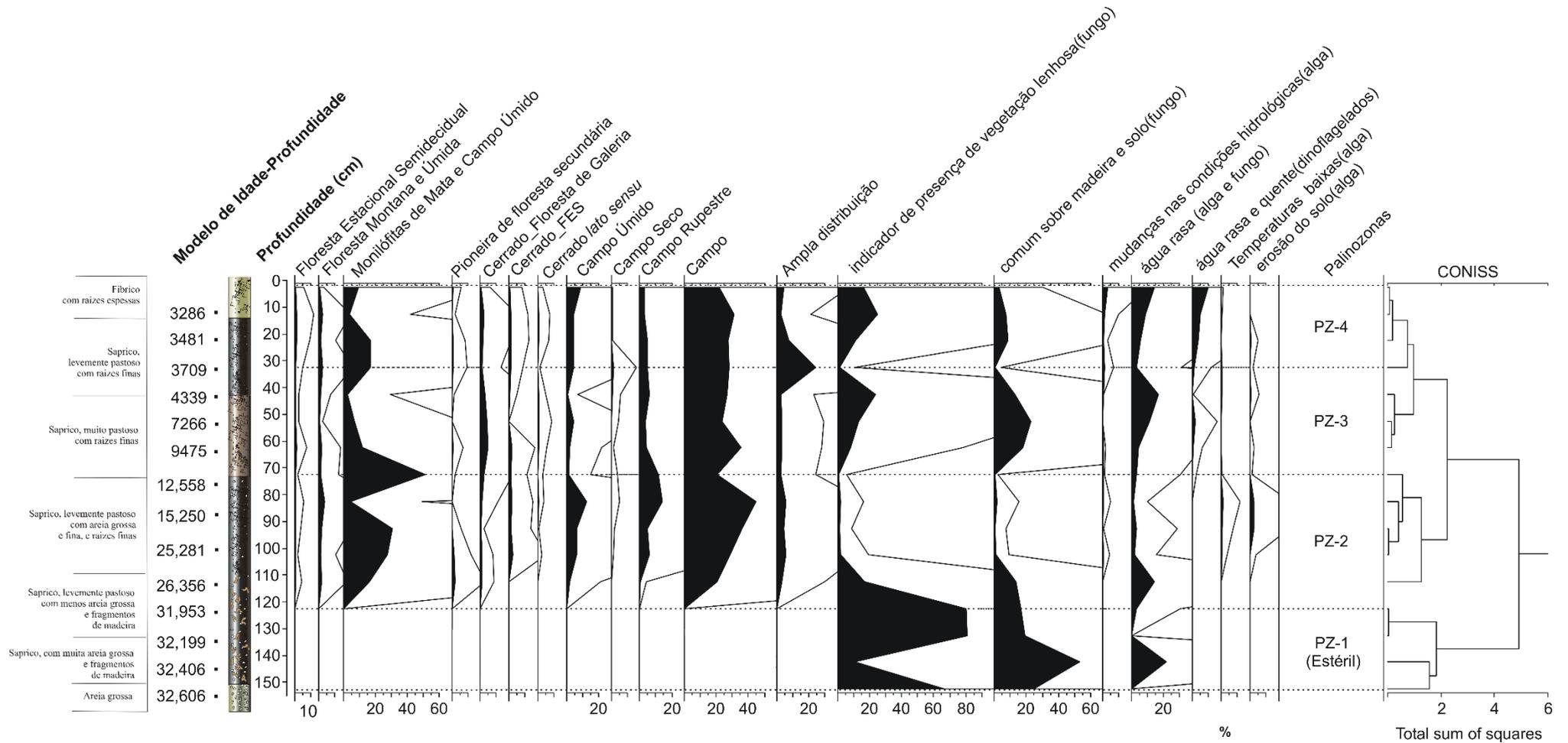
#### 3.4.4. Palinozona PZ-4: ~31cm até o topo (~3,7 k anos cal AP até o topo)

O início desta palinozona foi marcado pela expansão dos tipos de floresta estacional (maior pico do sedimento em ~3.2 k anos cal AP) representado por aumento da frequência de tipos polínicos de *Piptadenia* 0,70%, *Sorocea* 0,19%, *Anadenanthera* 0,92% e *Helycostilis* 0,78% (Figura 8). Os tipos de floresta montana, que estavam em expansão, *Hedyosmum* 2,15%, *Ilex* 0,39%, *Myrsine* 0,47%, *Weinmannia* 0,39% e *Podocarpus* 0,58%(Figura 8), começou a declinar a partir de ~3,7 k anos cal AP, retomando os índices por volta de ~3,2 k anos cal AP. O Campo e o Cerrado também se desenvolveram no início da palinozona representados principalmente por *Gaylussacea* 5,09%, *Eriocaulaceae* 1,17%, *Xyris* 5,18%, *Spathiphyllum* 0,72% , *Alchornea* 0,23%, *Urera* 0,94%, *Baccharis* 5,68%, *Eremanthus* 0,78%, *Berberis* 1,76% e *Drosera* 0,54% (Figuras 6, 8, 9, 10), porém tipos do

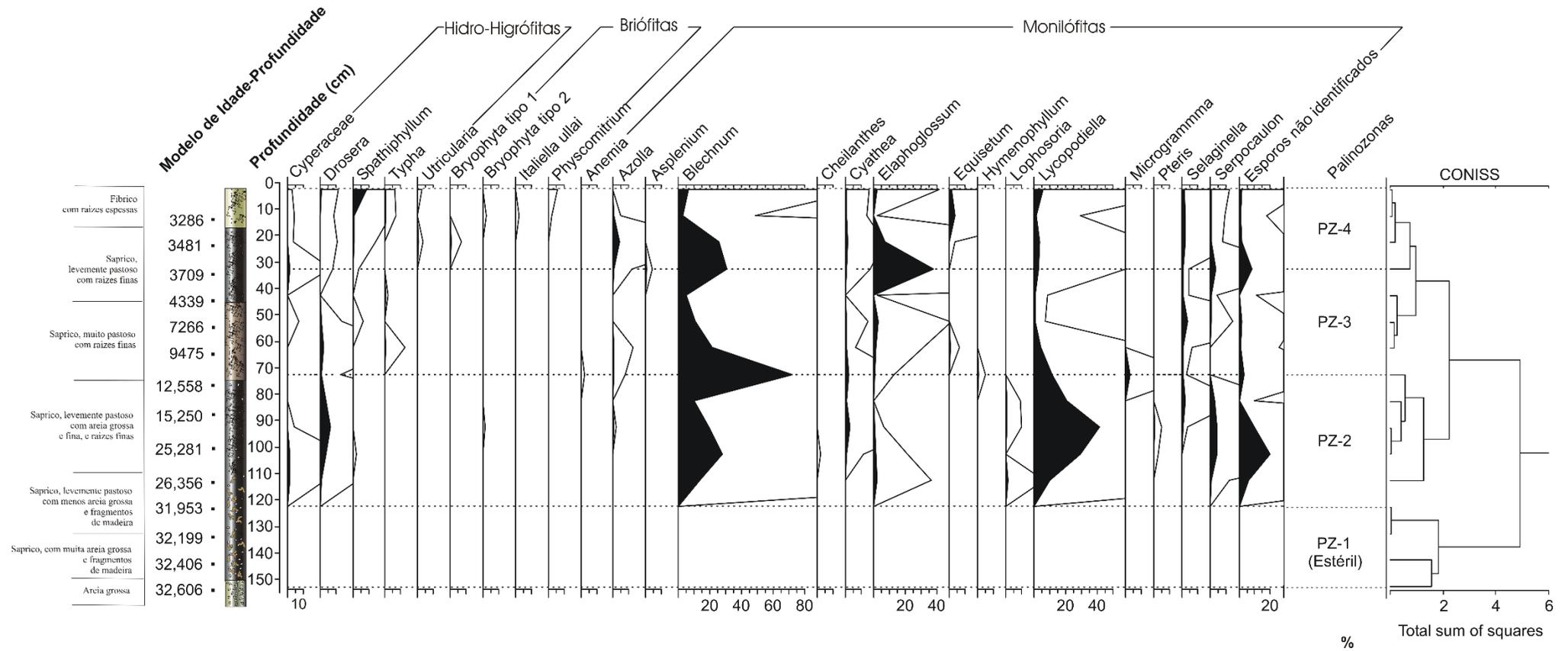
Campo seco (*Borreria* e *Euphorbia*) declinaram, podendo indicar aumento de umidade no início da palinozona.

Mais próximo ao topo, foi observado uma maior representação do Campo úmido (Figura 5) com *Spathiphyllum* 9%, *Baccharis* 2,63% e *Drosera* 0,59%(Figuras 6 e 10). O maior registro de dinoflagelados foi observado nesta palinozona (*Spiniferites cruciformis* 5,27%), assim como um pico de algas *Spirogyra* 1,43%, *Zygnema* 1,33% e *Chlamidomonas* 0,44%.

Localmente foi possível observar um aumento de algas (*Spyrogira* 0,97%, *Mougeotia* 0,97% e *Zygnema* 1,16%) e dinoflagelados (*Spiniferites cruciformis* 5,27%) no início da palinozona ~3,7 k anos cal AP podendo indicar acúmulo de água com temperaturas mais elevadas. A vegetação da turfeira apresentou um aumento dos tipos *Spathiphyllum* 0,72%, *Utricularia* 0,18%, e *Drosera* 0,54%, porém as Cyperaceae caíram de 1,36 – 0,18%. Foi possível observar alguns tipos de *Bryophyta* 0,36%, sendo possível a inferência de aumento de umidade. As Monilófitas (*Azolla* 0,58%, *Blechnum* 30% e *Selaginella* 1,81%) (Figura 7) apresentaram um pico no início da palinozona, mas começaram a declinar em ~3,4 k anos cal AP, retomando o crescimento no final da palinozona (Figura 5).



**Figura 5.** Diagrama de porcentagem das fitofisionomias ocorrentes na turfeira Sempre-Viva (SV), bem como indicadores das condições do ambiente.



**Figura 6.** Diagrama de porcentagem de tipos esporo-polinicos de plantas Hidro-Higrófitas, Briófitas e Monilófitas da turfeira Sempre-Viva (SV).

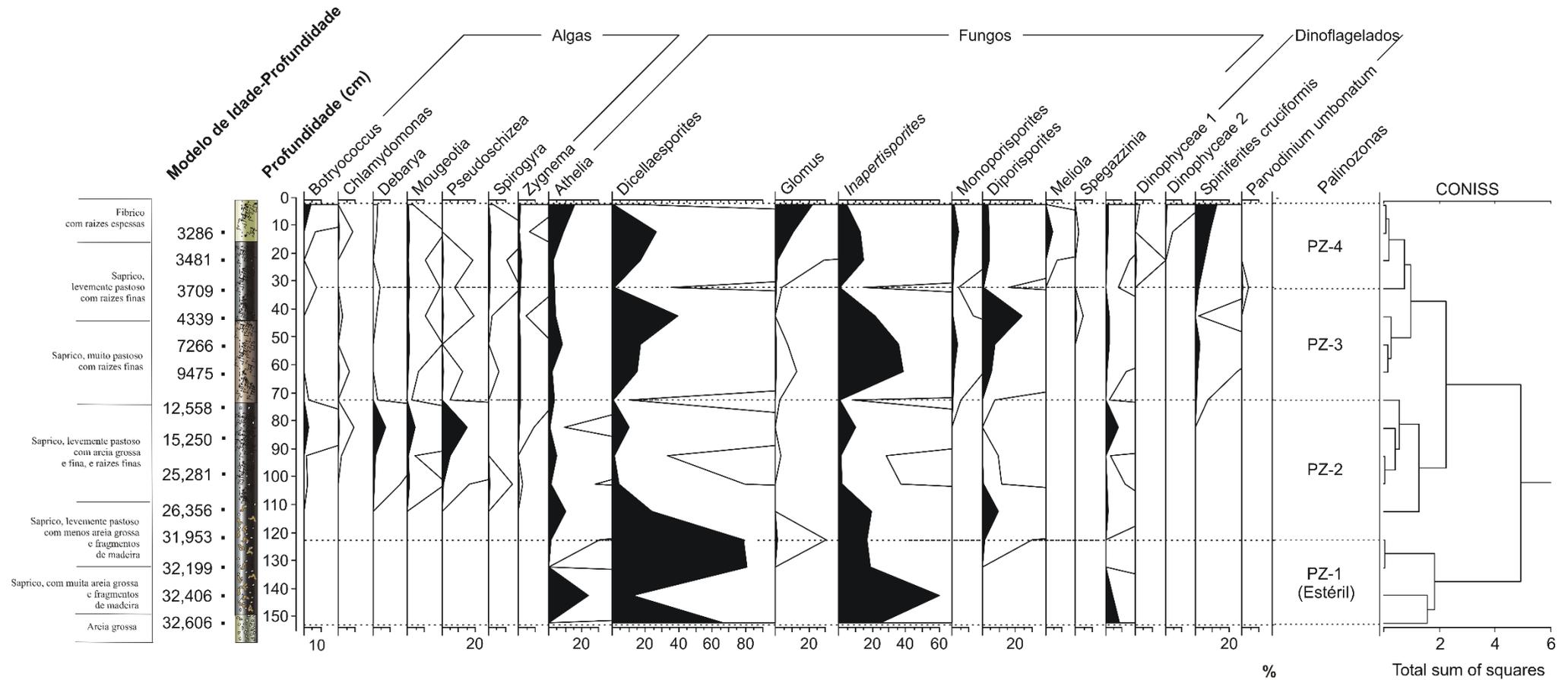
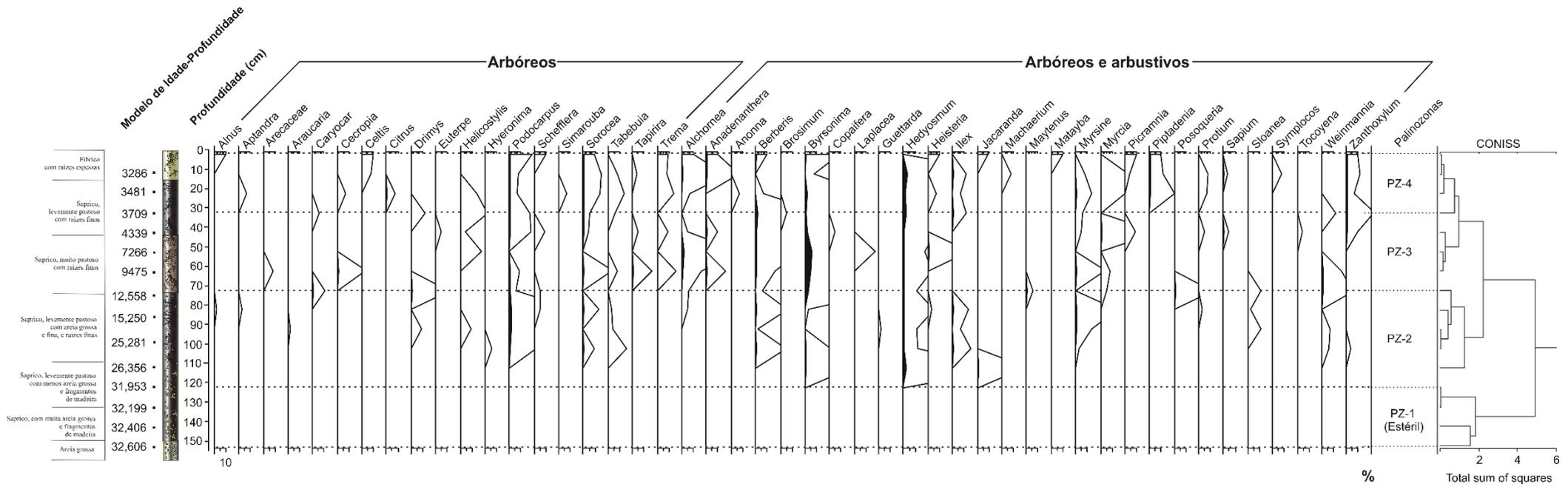
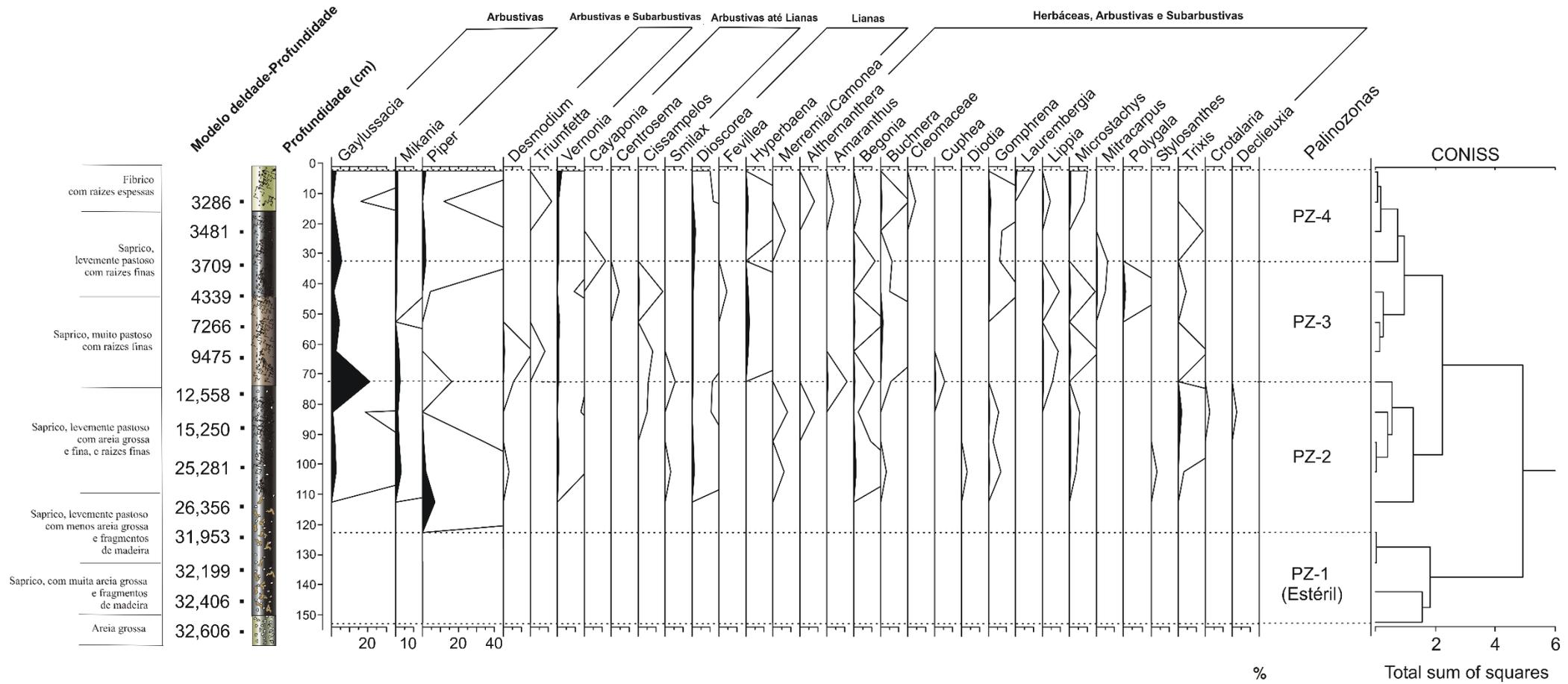


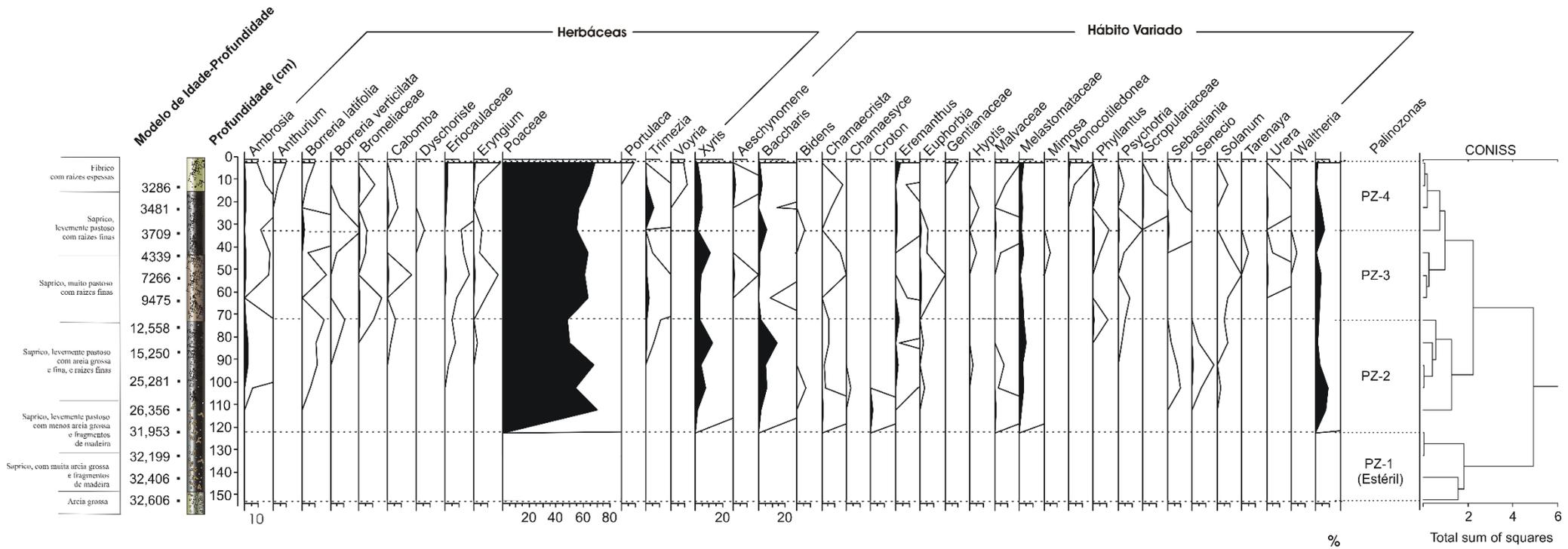
Figura 7. Diagrama de porcentagem de PNP (tipos de algas, fungos e dinoflagelados) da turfeira Sempre-Viva (SV).



**Figura 8.** Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Arbóreas e Arbóreas/Arbustivas da turfeira Sempre-Viva (SV).



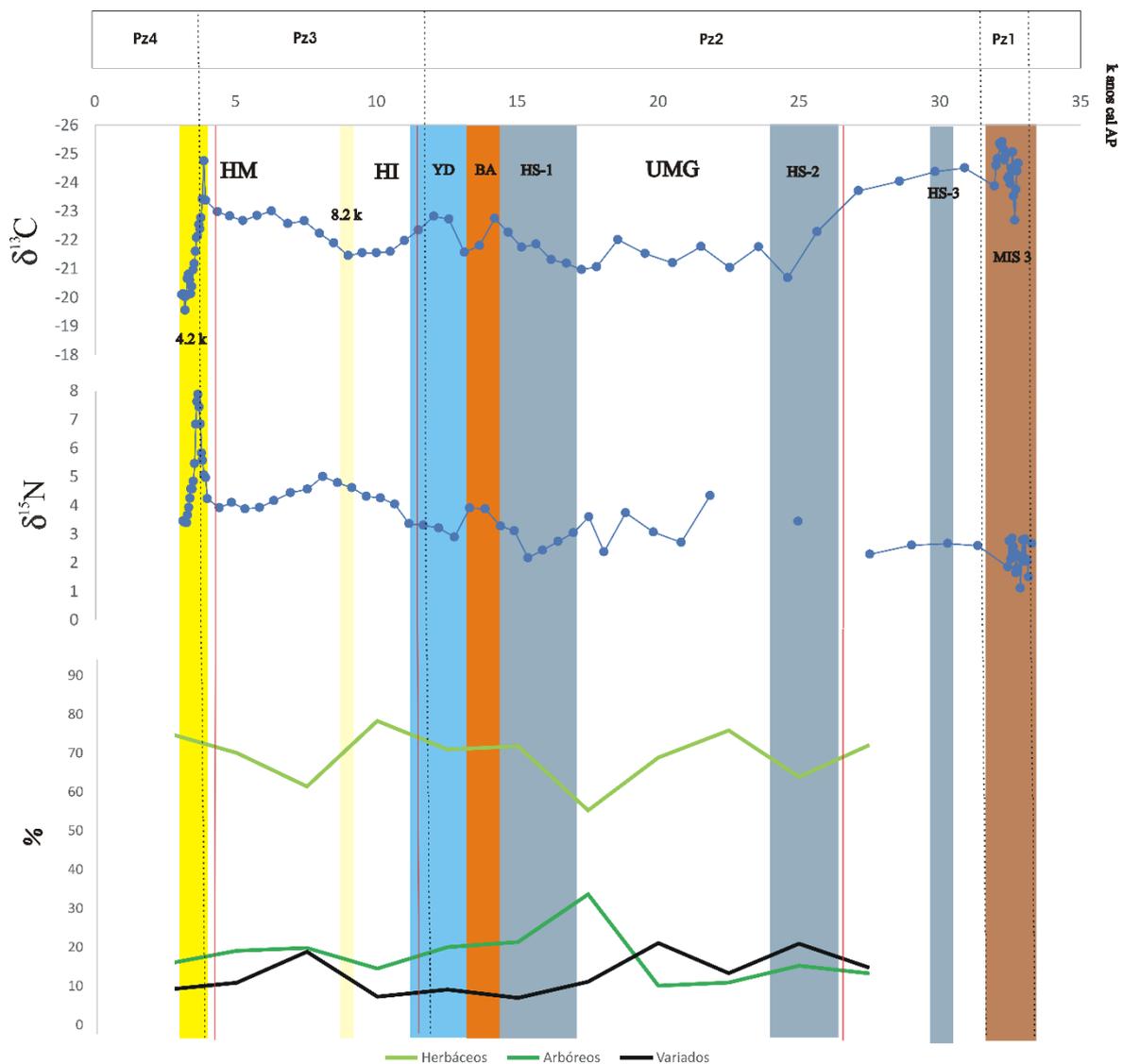
**Figura 9.** Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Arbustivas, Arbustivas/Subarbusivas, Arbustivas/Lianas, Lianas e Herbáceas/Arbustivas/Subarbusivas da turfeira Sempre-Viva (SV).



**Figura 10.** Diagrama de porcentagem de tipos polínicos de plantas Herbáceas e hábitos variados da turfeira Sempre-Viva (SV).

#### 4. Discussão

Para melhor visualização da integração dos dados obtidos foi elaborada uma figura mostrando as composições isotópicas de carbono e nitrogênio ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) juntamente com a porcentagem de ocorrência dos tipos polínicos de plantas conforme o hábito em herbáceo, arbóreo e hábito variado, analisados cronologicamente (Fig. 11). Esses foram relacionados aos principais eventos climáticos (Último Máximo Glacial, Younger Dryas, Boilling Allerod, Heinrich Stadial, Marine Isotope Stage).



**Figura 11.** Isótopos de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ , e porcentagem dos tipos polínicos observados conforme os hábitos das plantas-fonte. Faixas coloridas indicam os eventos Younger Dryas (YD) em azul, Boilling Allerod (BA) em laranja, Heinrich Stadial (HS) 1, 2 e 3 em cinza, Marine Isotope Stage (MIS) 3 em marrom. Espaços entre as linhas vermelhas

indicando o Último Máximo Glacial (UGM), Holoceno Inferior (HI) e Holoceno Médio (HM). Linhas pontilhadas indicando os limites das Palinozonas (PZ-1, PZ-2, PZ-3 e PZ-4).

#### 4.1. De 32,8 - 32,0 k anos cal AP

As variações isotópicas abruptas neste período podem indicar influências das alterações climáticas (MIS 3) no Pleistoceno Tardio. Segundo Cruz *et al* (2006) a partir de dados de  $\delta^{18}\text{O}$ , a tendência a partir de ~30 k anos cal AP foi de aumento de precipitação.

Para este período não houve sedimentação de palinomorfos esporo-polínicos por questões tafonômicas como o efeito da percolação devido a presença de areia grossa. Este fenômeno também foi observado no testemunho de Lago em Serra Negra (De Oliveira, 1992; Pinaya *et al.*, 2019) no período de 38 a 16k cal a AP. Somente observou-se esporos de fungos, permitindo a inferência de uma considerável atividade de decomposição de material lenhoso, porém, a sua frequência também pode estar sub-representada devido a percolação.

#### 4.2. De 31,9-12,0 k anos cal AP

Segundo Cruz *et al.* (2006) e com base em dados de  $\delta^{18}\text{O}$  a tendência foi de um aumento da ativação da monção a partir do Henrich stadial 3, indicando um relativo aumento das precipitações a partir deste evento tendo seu ápice até ~16 k anos cal AP (Henrich Stadial 1) para então uma diminuição abrupta dos índices de precipitação com o início do evento Boilling Allerod (B.A.) em ~14 k anos cal AP, retomando a força de ativação da monção no evento Younger Dryas (Y.D.) ~12 kyr BP marcando o final da palinozona.

Não houve preservação de grãos de pólen e esporos de briófitas e Monilófitas até ~110 cm do testemunho (~26 k anos cal AP), devido a percolação no sedimento arenoso, um fenômeno similar foi observado no estudo de Barbieri Ribeiro (1994) em Águas Emendadas (Distrito Federal). Em Serra Negra (De Oliveira, 1992; De Oliveira *et al* 2019) e em Salitre de Minas entre ~28,7 – 16,8k cal a AP (Ledru 1993), houve hiato de sedimentação.

A partir de ~25 k anos cal AP, foi possível observar a turfeira se desenvolver gradativamente com o aumento significativo da umidade até o ápice em ~16 k anos cal AP (HS-1), onde os tipos hidro-higrófitas e algas corroboraram os dados isotópicos e,

regionalmente, o aparecimento de araucária junto com táxons tipicamente montanos indicaram um clima frio com um ápice até ~14 k anos cal AP. Foi observado uma diminuição considerável de Monilófitas e dos fungos, provavelmente devido as baixas de temperatura e o aumento de precipitação e acúmulo de água, freando a atividade decompositora na turfeira. A expansão de floresta Montana a partir dos táxons observados, para o período que abrange o Último Máximo Glacial e o evento HS-1, foi relatada por outros autores, Pinaya et al., 2019; Pessenda, 2009 em Curucutu, SP; Ledru, 2009 em uma turfeira na cratera em Colônia, SP; Barberi, 2000 em uma Vereda em Águas Emendadas, Brasília, DF; Horák-Terra et al., em uma turfeira de Pinheiros, Diamantina, MG, no prelo). Também foi observado por De Oliveira (1992) na Lagoa dos Olhos em Serra Negra (MG) em ~24 k anos cal AP condições mais úmidas e frias que as atuais, tendo ocorrência de tipos adaptados a condições frias e de altitude como *Araucária*, *Podocarpus*, *Ilex* e *Ericaceae*. Ledru et al. (2009) a partir de um testemunho de sondagem na cratera Colônia (SP) no período entre 28,5 - 23,5 k anos cal AP também observou condições semelhantes a partir do registro de alta nos tipos polínicos *Hedyosmum*, *Podocarpus*, *Weinmannia* e *Ilex*. Na turfeira em São Gonçalo do Rio Preto (MG) analisada por Costa (2018), na zona mais profunda de seu testemunho datando ~23 k anos cal AP também se observou condições frias e úmidas com ocorrência dos tipos *Galium*, *Weinmannia*, *Myrsine*, *Alnus*, *Drimys* e *Rhamnus*. Na vereda em Cromínia (GO) Ferraz-Vicentini e Salgado-Labouriau (1996) observaram neste período (colocar as idades vistas por elas) um aumento de tipos herbáceos e de algas em um clima frio e úmido parecido com o observado em SV.

Quase todos os tipos de algas declinaram a partir de ~13 k anos cal AP na turfeira Sempre-Viva, da mesma forma como indicado pelos dados isotópicos de  $\delta^{15}\text{N}$  para este período que indicou uma menor influência de fitoplâncton. O declínio das algas também pode ter sido influenciado pelo aumento na frequência do fungo *Athelia* já que este é um tipo de fungo patogênico de líquens e algas (Kirk et al., 2001).

O final desta palinozona indicou uma tendência de aumento da temperatura e diminuição da umidade ao observar os dados de diminuição da Floresta montana, das algas e do Campo Úmido. Um curto período quente ao final do evento Younger Dryas foi descrito a partir de um testemunho na Serra dos Órgãos (RJ) por Behling e Safford (2010).

Lorente (2010) também observou em Buritizeiro (MG) um período seco no final do Pleistoceno entre ~13 - 11.6 k anos AP pela ausência de *Maurítia flexuosa* e um predomínio de formações campestres.

#### 4.3. De 11,5-3,7 k anos cal AP

Segundo Cruz et al (2006) com base em dados de  $\delta^{18}\text{O}$  houve uma diminuição abrupta da precipitação com o fim do evento Younger Dryas ~11.5 k anos cal AP. A tendência foi de aumento da precipitação depois de ~8 k anos AP, se mantendo em uma faixa de variação uniforme até o final da palinozona (~3,7 k anos cal AP).

Esta palinozona se inicia com a expansão do Cerrado latu senso e do Campo praticamente junto ao início do Holoceno e final do Younger Dryas. Também foi possível observar a alta deposição de dinoflagelados de água rasa e quente, podendo indicar um aumento da temperatura. Os valores percentuais da Floresta Montana que estava decaindo desde ~13 k anos cal AP chegou a sua menor frequência por volta de ~7,2 k anos cal AP.

Na vereda em Cromínia (GO) Ferraz-Vicentini e Salgado-Labouriau (1996) não conseguiram observar palinomorfos devido à esterilidade e observaram um aumento de fragmentos de carvão levantando a possibilidade de inferência de uma provável seca e aumento de queimadas na região até ~7.7 k anos AP.

Behling e Safford (2010) observaram na Serra dos Órgãos (RJ) uma grande diminuição de tipos vegetais de Floresta Montana e aumento do Campo entre ~11,8-10,8 k anos cal AP.

Na turfeira em São Gonçalo do Rio Preto (MG), Costa (2018) também observou entre ~11,7 - 8,5 k anos cal AP um declínio de tipos adaptados ao frio, e a expansão do Cerrado e do Campo.

Na turfeira Pau de Fruta, Horák-Terra et al. (2015) identificaram a partir da observação de tipos polínicos adaptados ao frio, uma vegetação fria e úmida em ~10-7,5 k anos cal AP, porém, a datação mais antiga do registro orgânico recuperado do testemunho do Pau de Fruta foi ~10 k anos cal AP, impedindo uma correlação pleistocênica.

Em ~9 k anos cal AP foi possível observar o declínio da Mata e do Campo no testemunho da Sempre-Viva, acompanhando os índices de precipitação que aumentaram abruptamente por volta dessa idade. Nesse período o Campo úmido e o Cerrado latu

senso se expandiram, e a presença de dinoflagelados indicaram água rasa e quente, que chegou ao ápice por volta de ~7,2 k anos cal AP corroborando os dados isotópicos.

A partir de ~7,2 k anos cal AP foi possível observar os valores da Floresta Montana aumentarem, provavelmente refletindo a diminuição abrupta da temperatura global no evento de resfriamento em ~8,2 k anos cal AP, representada principalmente por *Drymis* e *Weinmannia*, junto com as Monilófitas e os tipos do Campo úmido, refletindo um clima mais frio e úmido com o ápice no fim da palinozona (~3,7 k anos cal AP). Condições climáticas semelhantes foram observadas por Costa (2018) na turfeira em São Gonçalo do Rio Preto (MG) onde se observou indicadores de clima frio e úmido por volta de ~7 k anos cal AP. Hong et al. (2009) discutiram sobre um evento de resfriamento abrupto por volta de ~4.2 k anos cal AP com base em análise de grãos de hematita e  $\delta^{18}\text{O}$  de uma turfeira no vilarejo de Hani, Nordeste da China, onde as consequências deste resfriamento poderiam ter causado um impacto considerável, levantando uma hipótese de declínio de algumas civilizações humanas ancestrais em seus primeiros estágios de desenvolvimento.

Apesar dos estudos arqueológicos na região de Lagoa Santa em Minas Gerais (Araujo, 2010) terem descoberto esqueletos humanos datados do início do Holoceno, porém, não foi possível observar registros de *Zea* nem qualquer outro palinomorfo que indicaria atividade humana no presente registro sedimentológico,

#### 4.4. De ~3,7 k anos cal AP até o topo do testemunho

Segundo Cruz *et al.* (2006), a partir de dados de  $\delta^{18}\text{O}$ , a tendência foi de aumento das precipitações a partir de ~7 k anos cal AP, e a partir de ~3,7 k anos cal AP este índice se manteve crescente indicando níveis de precipitação semelhantes aos registrados para o Último Máximo Glacial.

O início desta Palinozona foi marcado pela expansão da Floresta estacional, Campo e do Cerrado como um todo, acompanhado por uma breve oscilação da Floresta montana que tendeu a diminuir até o final da palinozona. Fungos indicando vegetação lenhosa tenderam a aumentar e as algas e dinoflagelados indicadores de água quente corroboraram os dados isotópicos, tendo seu maior pico nessa palinozona. Apesar de compreender um curto período de tempo, apresentou um cenário de oscilação climática sendo que o início da palinozona se mostrou mais frio e úmido e no final, quente e úmido, um aumento de *Botryococcus* indicou mudanças nas condições hidrológicas e houve um pico de frequência de *Sphathyphillum* na turfeira próximo do topo reforçando

o aumento da temperatura e umidade na turfeira (Croat, 1988). Segundo estudos em Botuverá de Cruz et al. (2006) e Bernal et al. (2016) a diminuição gradual do teor de  $\delta^{18}\text{O}$  e Sr/Ca desde ~7 k anos cal AP indica um aumento na intensidade do SAMS resultando em um aumento da precipitação no holoceno tardio em relação ao início do Holoceno, reforçando a causa da crescente influência de fitoplânctons e dinoflagelados no início desta palinozona devido a uma condição ambiental favorável.

Em São Gonçalo do Rio Preto (MG), Costa (2018) observou condições climáticas mais amenas e praticamente a mesma média de teores isotópicos de  $\delta^{15}\text{N}$ , incluindo uma queda dos índices no final da palinozona indicando uma tendência de diminuição de fitoplâncton, a partir de seu registro dos tipos de algas de maior frequência, é possível observar uma diminuição abrupta nas porcentagens de *Pseudoschizea* que permaneceu estável durante todo o testemunho, podendo indicar uma diminuição nos teores de precipitação, e um aumento de *Botryococcus* indicando uma mudança nas condições hidrológicas para águas estagnadas (Jankovska & Komarek, 2000).

Em Serra Negra, Pinaya et al. (2019) também observou após ~4 k anos cal AP aumento dos tipos *Eryngium*, Myrtaceae e Asteraceae.

Horak-Terra et al. (2015) também observaram um aumento expressivo de tipos herbáceos, assim como de Cyperaceae e *Xyris* a partir de ~3 k AP atingindo os maiores índices no testemunho Pau de Fruta, podendo indicar um aumento de umidade local. Nesse período, também foram observadas oscilações de clima frio pela presença de *Drymis*, *Weinmania* e *Myrsine*.

## 5. Conclusão

A análise multi-proxy da turfeira Sempre-Viva indicou que as variações ambientais da região estão intrinsecamente conectadas com a variação de precipitação e temperatura, influenciando na composição e estrutura da vegetação regional e das plantas da turfeira desde o Pleistoceno Tardio.

Foi possível observar, a partir da análise dos dados, que o clima da região em ~25-12 k anos cal AP apresentou uma fase inicial úmida e fria até ~13 k anos cal AP e posterior fase transicional com uma tendência de aumento de temperatura e diminuição da umidade de ~12 k até ~8 k anos cal AP, para então voltar a condições mais frias e úmidas até ~3,7 k anos cal AP. A partir de ~3,7 k anos cal AP foi possível observar uma tendência de aumento de temperatura e aumento da umidade local no final da

palinozona, de ~3,2 k anos cal AP até o topo. Foi possível observar que a Floresta Montana teve maior frequência no Pleistoceno do que no Holoceno e a presença do Cerrado foi uma constante ao longo de todo o testemunho, porém, ocorrendo de forma mais expressiva no Holoceno Inferior com o ápice em ~8 k anos cal AP representado principalmente pelos tipos *Byrsonima* e *Hyperbaena*. Durante o Pleistoceno em ~15 k anos cal AP, as maiores frequências de tipos característicos do Cerrado foi de *Byrsonima*, *Mikania*, *Tabebuia*, *Trema* e *Merremia*. No topo do testemunho, em ~3.2 k anos cal AP, ocorreu a segunda maior frequência de tipos de Cerrado, estando representada principalmente por *Alchornea*, *Hyperbaena*, *Chamaecrista*, *Myrcia*, *Symplocos* e *Sebastiania*.

Tipos característicos do Cerrado latu-senso ocorreram no testemunho a partir de ~25 k anos cal AP (*Hyeronima*, *Guettarda* e *Merremia*), mas foi no Holoceno Inferior que houve a maior expansão com os tipos *Desmodium*, *Heisteria*, *Picramnia*, *Protium*, *Sapium*, *Tocoyena* e *Lippia*.

### Agradecimentos

Este Estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (para I.H.T - bolsa de doutorado 2010/51637-0 e BEPE 2012/00676-1), e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Universal 14/2011 – 482815/2001-6; Universal 28/2018 - 408393/2018-; para C.F.P.L. – bolsa de produtividade 304271/2019-5), Ministério de Economia y Competitividad da Espanha (CGL2010-20662) e Xunta de Galicia (10PXIB200182PR; ED431D2917/08; ED431B2018/20).

### Referências

- Araujo, A., Neves, W., Piló, L., & Atui, J.** 2005. Holocene Dryness and Human Occupation in Brazil During the “Archaic Gap”. *Quaternary Research*, 64: 298-307. doi:10.1016/j.yqres.2005.08.002
- Araujo, A.G.M.** 2010. **Lapa das Boleiras**: um sítio paleoíndio do carste de Lagoa Santa, MG, Brazil. São Paulo: Annablume, 222.
- Arz, H.W., Gerhardt, S., Pätzold, J., Röhl, U.,** 2001. Millennial-scale changes of surface- and deep-water flow in the western tropical Atlantic linked to Northern Hemisphere high-latitude climate during the Holocene. *Geology* 29: 239–242. [https://doi.org/10.1130/00917613\(2001\)029<0239:MSCOSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/00917613(2001)029<0239:MSCOSA>2.0.CO;2)

- Baker, P.A., Seltzer, G.O., Fritz, S.C., Dunbar, R.B., Grove, M.J., Tapia, P.M., Cross, S.L., Rowe, H.D., Broda, J.P.,** 2001. The history of South American tropical precipitation for the past 25,000 years. USA. *Science* 291: 640–643. DOI:10.1126/science.291.5504.640
- Baker, P.A., Fritz, S.C., Garland, J., Ekdahl, E.,** 2005. Holocene hydrologic variation at Lake Titicaca, Bolivia/Peru, and its relationship to North Atlantic climate variation. *J. Quat. Sci.* 20: 655–662. <https://doi.org/10.1002/jqs.987>
- Barberi-Ribeiro, M.,** 1994. Paleovegetação e Paleoclima no Quaternário Tardio da Vereda de Águas Emendadas, DF. MS. Thesis, Univ. Brasília.
- Barberi M., Salgado-Labouriau M.L., Suguio K.** 2000. Paleovegetation and paleoclimate of “Vereda de Águas Emendadas”, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 13: 241-254. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(00\)00022-5](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(00)00022-5)
- Behling H. Safford H.D.** 2010. Late-glacial and Holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Global Change Biology*. 16: 1661-1671. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02029.x>
- Bernal J.P., Cruz F.W., Stríkis N.M., Wang X., Deininger M., Catunda M.C.A., Ortega-Obregón C., Blaauw, M.** 2010. Methods and code for ‘classical’ age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, Philadelphia. 5: 512-518. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.01.002>
- Berger, A., Loutre M. F.** 1991. Insolation values for the climate of the last 10 million years *Quat. Sci. Rev.* 10: 297. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(91\)90033-Q](https://doi.org/10.1016/0277-3791(91)90033-Q)
- Blaauw, M., Christen, J. A.** 2011. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Anal.* 6, 3: 457--474. doi:10.1214/11-BA618.
- Blackford, J J, and Chambers, F M.** 1993. Determining the degree of peat decomposition for peat-based paleoclimatic studies. *International Peat Journal*; Finland, 8: 7-24.
- Bond, G., Kromer, B., Beer, J., Muscheler, R., Evans, M., Showers, W., Hoffmann, S., Lotti-Bond, R., Hajdas, I., Bonani, G.** 2001. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science* 294, 2130–2136
- Bush, M. B., & De Oliveira, P. E.** 2006. The rise and fall of the Refugial Hypothesis of Amazonian speciation: a paleoecological perspective. *Biota Neotropica*, 6: 1 <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000100002>
- Campos, J.R.R., Silva, A.C., Vasconcellos, L.L., Silva, D.V., Romão, R.V., Silva, E.B., Graziotti, P.H.** 2010. Pedochronology and development of peat bog in the

Environmental Protection Area Pau de Fruta – Diamantina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 1965-1975.

**Charman, D.** 2002. Peatlands and environmental change. P. 301.

**Cheng H., Edwards R.L., Auler A.S.** 2016. High-resolution Holocene South American monsoon history recorded by a speleothem from Botuverá Cave, Brazil, *Earth and Planetary Science Letters*, 450: 186-196 <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.06.008>.

**Cheng, H., Sinha, A., Cruz, F.W., Wang, X., Lawrence Edwards, R., d’Horta, F.M., Ribas, C.C., Vuille, M., Stott, L.D., Auler, A.S.,** 2013. Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. *Nat. Commun.* 4: 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2012.12.025>

**Costa, C.R.** 2018. Reconstituição Paleoambiental utilizando uma abordagem multi-proxy em um registro de turfeira tropical de montanha. Dissertação de Mestrado, UFVJM. Minas Gerais, Brasil.

**Colinvaux, P.A.** 1993. *Ecology 2*, New York: Jhon Wiley and Sons, Inc. New York.

**Coutinho, L. M.** 1978. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado: I. A temperatura do solo durante as queimadas. *Revista Brasileira de Botânica*, 1: 93-96.

**Croat T.B.** 1988. Ecology and life forms of Araceae. *Aroideana* 11: 4–55.

**Cruz F.W., Karmann I., Viana O., Burns S.J., Ferrari J.A., Vuille M., Sial A.N., Moreira M.Z.** 2005 Stable isotope study of cave percolation waters in subtropical Brazil: Implications for paleoclimate inferences from speleothems. *Chemical Geology*. 220: 245-262.

**Cruz, F.W., Burns, S.J., Karmann, I., Sharp, W.D., Vuille, M.** 2006. Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems. *Earth and Planetary Science Letters*. 248: 495-507. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2006.06.019>

**Cruz F. W., Burns S. J., Jercinovic M., Karmann I., Sharp W.D., Vuille M.,** 2007 Evidence of rainfall variations in Southern Brazil from trace element ratios (Mg/Ca and Sr/Ca) in a Late Pleistocene stalagmite, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71: 2250-2263 <https://doi.org/10.1016/j.gca.2007.02.005>

**De Oliveira, P.E.,** 1992. A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil PhD Thesis The Ohio State University Columbus, Ohio.

- De Oliveira, P. E., Raczka, M., McMichael, C. N. H., Pinaya, J. L. D., Bush, M. B.** 2020. Climate change and biogeographic connectivity across the Brazilian cerrado. *Journal of Biogeography*. 47: 396-407.
- Ekdahl, E.J., Fritz, S.C., Baker, P.A., Risgby, C.A., Coley, K.,** 2008. Holocene multidecadal- to millennial-scale hydrologic variability on the South American Altiplano. *The Holocene*. 18: 867–876. <https://doi.org/10.1177/0959683608093524>
- FAO (Food and Agriculture Organization),** 2006. Guidelines for Soil Description. Management Service, Rome.
- Ferraz-vicentini, K. R., & Salgado-Labouriau, M. L.** 1996. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 9: 207–219. doi:10.1016/0895-9811(96)00007-7
- Garreaud, R.D., Vuille, M., Compagnucci, R., Marengo, J.,** 2009. Present-day South American climate. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 281, 180–195. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.10.032>
- Giulietti, N., Giulietti, A. M., Pirani, J. R., & Menezes, N. L.** 1987. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 1: 179-193. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061987000300018>
- Giulietti, A.M., & Hensold, N.** 1990. Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. *Acta Botanica Brasilica*, 4: 133-158. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061990000100010>
- Grimm, E.C.,** 1987. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Comput. Geosci.* 13, 13–35. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(87\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0098-3004(87)90022-7)
- Grimm, E.C.,** 1992. Tilia, version 2.0.b.4 (Computer Software). Illinois State Museum. Research and Collection Center, Springfield.
- Grimm, A.M.** 2003. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. *J. Clim.* 16, 263–280. [https://doi.org/10.1175/15200442\(2003\)016<0263:TENIOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/15200442(2003)016<0263:TENIOT>2.0.CO;2)
- Grimm, A.M., Pal, J.S., Giorgi, F.** 2007. Connection between spring conditions and peak summer monsoon rainfall in South America: role of soil moisture, surface temperature, and topography in eastern Brazil. *J. Clim.* 20, 5929–5945. <https://doi.org/10.1175/2007JCLI1684.1>

- Hong B., Liu C.Q., Lin Q.H., Shibata Y, Leng X.T., Wang Y., Zhu Y.X. & Hong Y.T.** 2009. Temperature evolution from the  $\delta$  18O record of Hani peat, Northeast China, in the last 14000 years. *Sci China Ser D-Earth Sci*, 52: 952-964, Doi: 10.1007/s11430-009-0086-z
- Horák-Terra, I.** 2009. Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-fruta, Serra do Espinhaço Meridional – MG. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Horák-Terra, I.** 2014. Late pleistocene-holocene environmental change in Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais State, Brazil) reconstructed using a multi-proxy characterization of peat cores from mountain tropical mires. Tese, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Horák-Terra, I., Cortizas, A.M., Camargo, P.B., Silva, A.C., & Vidal-Torrado, P.** 2014. Characterization of properties and main processes related to the genesis and evolution of tropical mountain mires from Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brazil. *Geoderma* 232: 183-197.
- Horák-Terra I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., López, P.R., Silva, A.C., Vidal-Torrado, P.** 2015. Holocene climate change in central–eastern Brazil reconstructed using pollen and geochemical records of Pau de Fruta mire (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 437: 117–131.
- Horák-Terra I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., Silva, A.C., Camargo, P.B., Mendonça-Filho, C.V.; De Oliveira, P.E.; Cruz, F.W.; Vidal-Torrado, P.** Late Quaternary vegetation and climate dynamics in central-eastern Brazil: insights from a 35k cal a BP peat record in the Cerrado biome. *Journal of Quaternary Science*. (no prelo).
- Jankovska, V. & J. Komárek,** 2000. Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in palaeoecology. *Folia Geobot.* 35: 59–82.
- Joosten H, Clarke D.** 2002. Wise Use of Mires and Peatlands – Background and Principles, including a Framework for Decision-making. International Mire Conservation Group/International Peat Society, Jyväskylä, Finland.

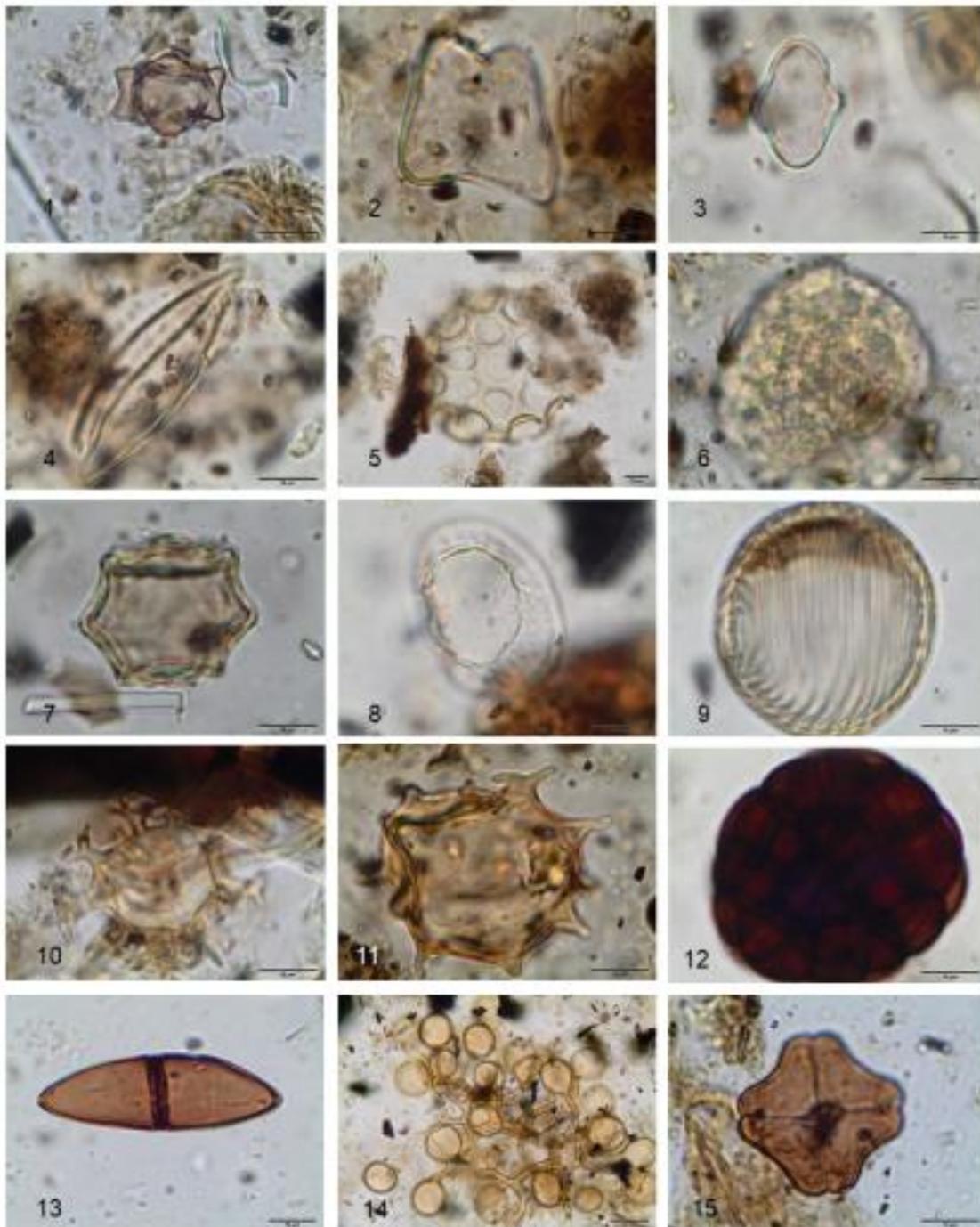
- Kirk, P. M.; Cannon, P. F.; David, J. C.; Stalpers, J. A.** 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi. Wallingford: CABI Publ. 655 p.
- Knauer, L.G.** 2007. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: Considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. Brasil, Geonomos 15:81-90. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v15i1.109>
- Kozovits, A. R., M. M. C. Bustamante, C. R. Garofalo, S. J. Bucci, A. C. Franco, G. Goldstein, and F. C. Meinzer.** 2007. Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a neotropical savanna. Functional Ecology 21: 1034–1043.
- Ledru, M.P.,** 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. Quat. Res. 39: 90–98. <https://doi.org/10.1006/qres.1993.1011>
- Ledru M.-P., Mourguiart P., Riccomini C.** 2009. Related changes in biodiversity, insolation and climate in the Atlantic rainforest since the last interglacial. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 271: 14-152. [10.1016/j.palaeo.2008.10.008](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.10.008)
- Levin, I., & Kromer, B.** 2004. The Tropospheric <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> Level in Mid-Latitudes of the Northern Hemisphere (1959–2003). Radiocarbon, 46(3), 1261-1272. [doi:10.1017/S0033822200033130](https://doi.org/10.1017/S0033822200033130)
- Lindsay, R.A.** 1995. Bogs: the ecology, classification and conservation of ombrotrophic mires. Perth: Scottish Natural Heritage, 120 p.
- Lopes, A. S.** 1984 Solos sob cerrado: características, propriedades, manejo. 2.ed. Piracicaba: Potafos. 162p.
- Lorente, F. L., Meyer, K. E. B., and Horn, A. H.** 2010. Análise palinológica da Vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil. Geonomos 18: 57–72. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v18i2.73>
- Luz C.F.P., Horák-Terra I., Silva A.C., Filho C.V.M., Vidal-Torrado P.** 2017. Pollen record of a Tropical Peatland (Pau de Fruta) from the Serra do Espinhaço Meridional, Diamantina, State of Minas Gerais – Angiosperms Eudicotyledons. Revista Brasileira de Paleontologia 20: 3-22. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2017.1.01>
- Martin L, Flexor JM, Suguio K.** 1995. Vibrotestemunhador leve: Construção, utilização e possibilidades. R Inst Geol.16:59-66.

- Meyers, P.A. & Ishiwatari, R.** 1993. Lacustrine organic geochemistry—na overview of indicators of organic matter sources and diagenesis in lake sediments. *Organic Geochemistry* 20,867±900
- Meyers, P.A** 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*. 27: 213-250. [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(97\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(97)00049-1)
- Nimer, E.C.,** 1977. *Clima. Geografia do Brasil: Região Sudeste*, Rio de Janeiro: IBGE, pp. 51–89.
- Pessenda, L.C.R., De Oliveira, P.E., Mofatto, M., Medeiros, V.B., Garcia, R.J.F., Aravena, R., Bendassoli, J.A., Leite, A.Z., Saad, A.R. & Etchebehere, M.L.** 2009. The evolution of a tropical rainforest/grassland mosaic in southeastern Brazil since 28,000 yr BP based on carbon isotopes and pollen records. *Quaternary Research* 71:437-452.
- Pinaya, J.L.D., Cruz, F.W., Ceccantini, G.C.T. et al.** 2019. Brazilian montane rainforest expansion induced by Heinrich Stadial 1 event. *Sci Rep* 9: 17912. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53036-1>
- Pontevedra-Pombal, X. & Martinez Cortizas, A.** 2004. Turberas de Galicia: processos formativos, distribución y valor medioambiental el caso particular de las “serras septentrionais”. *Chioglossa* 2: 103-21.
- Rezanezhad, F., Price, J.S., Quinton, W.L., Lennartz, B., Milojevic, T., Van Cappellen, P.** 2016. Structure of peat soils and implications for water storage, flow and solute transport: A review update for geochemists. *Chemical Geology* 429: 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.03.010>
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T.** 2008. As principais fitofisionomias do Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (Eds.), *Cerrado: Ecologia e Flora*, vol. 1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brazil, pp. 151 e 199.
- Roubik, D.W., Moreno, P.J.E.,** 1991. *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. Missouri Botanical Garden, New York.
- Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H.C.** 2005. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 5:100.

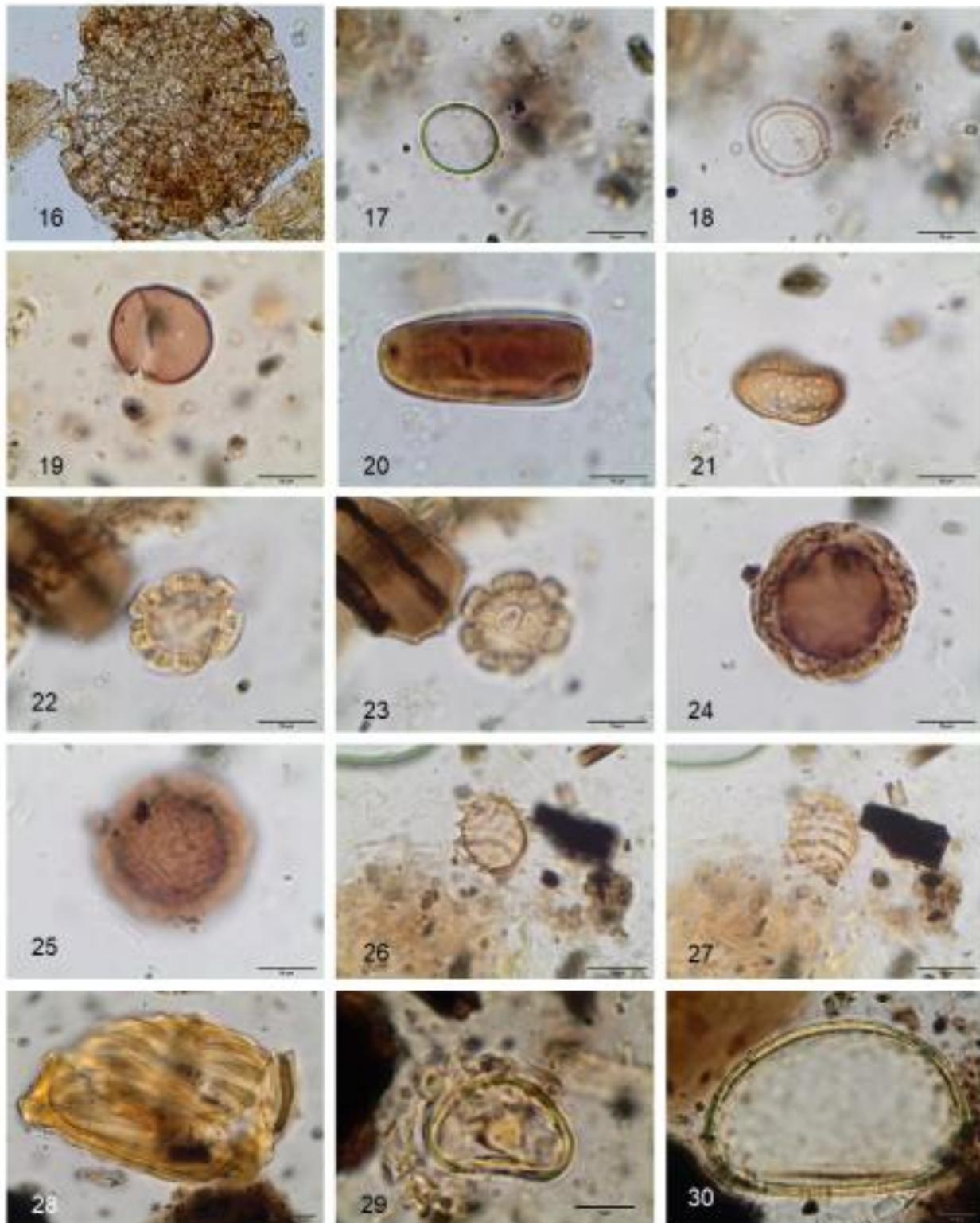
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., Broderson, W.D.**, 1998. Field Book for Describing and Sampling Soils. Lincoln, Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center.
- Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, and E.C. Benham, and Soil Survey Staff.** 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natl. Soil Surv. Ctr., Lincoln, NE.
- Shoty, W., Norton, S. & Farmer, J.** 1997. Summary of the Workshop on Peat Bog Archives of Atmospheric Metal Deposition. *Water, Air, & Soil Pollution* 100: 213–219. <https://doi.org/10.1023/A:1018336828640>
- Silva, A.C., Vidal Torrado, P., Martinez-Cortizas, A., Garcia-Rodeja, E.** 2004a. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28: 345-363.
- Silva, A.C., Vidal Torrado, P., Martinez-Cortizas, A., Garcia-Rodeja, E.** 2004b. Soils of the São José Hills (Minas Gerais State, Brazil) and their relationship with palaeoclimate in southeastern Brazil. *Brazil. J. Soil Sci.* 28: 345-363.
- Silva A.C.; Horák. I.; Vidal-Torrado, P.; Cortizas M. A.; Rodrigues R.J.; Rocha C.J.R.** 2009 Turfeiras Da Serra Do Espinhaço Meridional - Mg. II - Influência Da Drenagem Na Composição Elementar e Substâncias Húmicas *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil, 5:1399-1408 <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500030>
- Silva, M.L., Silva, A.C.** 2016. Gênese de turfeiras e mudanças ambientais quaternárias na Serra do Espinhaço Meridional–MG. *Geociências* 35: 393-404.
- Soil Survey Staff**, 2010. Keys to Soil Taxonomy. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington.
- Stockmarr, J.** 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13: 615–621.
- Stríkis, N.M., Cruz, F.W., Cheng, H., Karmann, I., Edwards, R.L., Vuille, M., Wang, X., de Paula, M.S., Novello, V.F., Auler, A.S.**, 2011. Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on a speleothem record from central–eastern Brazil. *Geology* 39, 1075–1078. <https://doi.org/10.1130/G32098.1>
- Tryon, R.M., Tryon, A.F.**, 1982. Ferns and Allied Plants with Special Reference to Tropical America. Springer-Verlag, New York.

- Van Der Hammen T.** 1991 Palaeoecological Background: Neotropics. In: Myers N. (eds) *Tropical Forests and Climate*. Springer, Dordrecht, 37-47. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-3608-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3608-4_4)
- Van der Hammen, T.** 1991. Palaeoecology of the Neotropics: an overview of the state of affairs. *Boletim IG-USP*, 8:35-55. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2317-8078.v0i8p35-55>
- van Geel, B.**, 1978. A palaeoecological study of holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 25: 1–120. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-017-3608-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3608-4_4)
- Martin, L., Flexor, J.M., Suguio, K.**, 1995. Vibrotestemunhador leve: construção, utilização e possibilidades. *Rev. Inst. Geol.* 16: 59–66. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.19950004>
- Werneck FP, Costa GC, Colli GR, Prado DE, Sites JW Jr (2011a)** Revisiting the historical distribution of seasonally dry tropical forests: new insights based on palaeodistribution modeling and palynological evidence. *Glob Ecol Biogeogr* 20:272–288
- Ybert, J.P., Salgado-Labouriau, M.L., Barth, O.M., Lorscheitter, M.L., Barros, M.A., Chaves, S.A.M., Luz, C.F.P., Ribeiro, M.B., Scheel, R., Vicentini, K.F.**, 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. *Bol. Inst. Geol. USP* 13: 47–49. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19920009>

## Material Suplementar



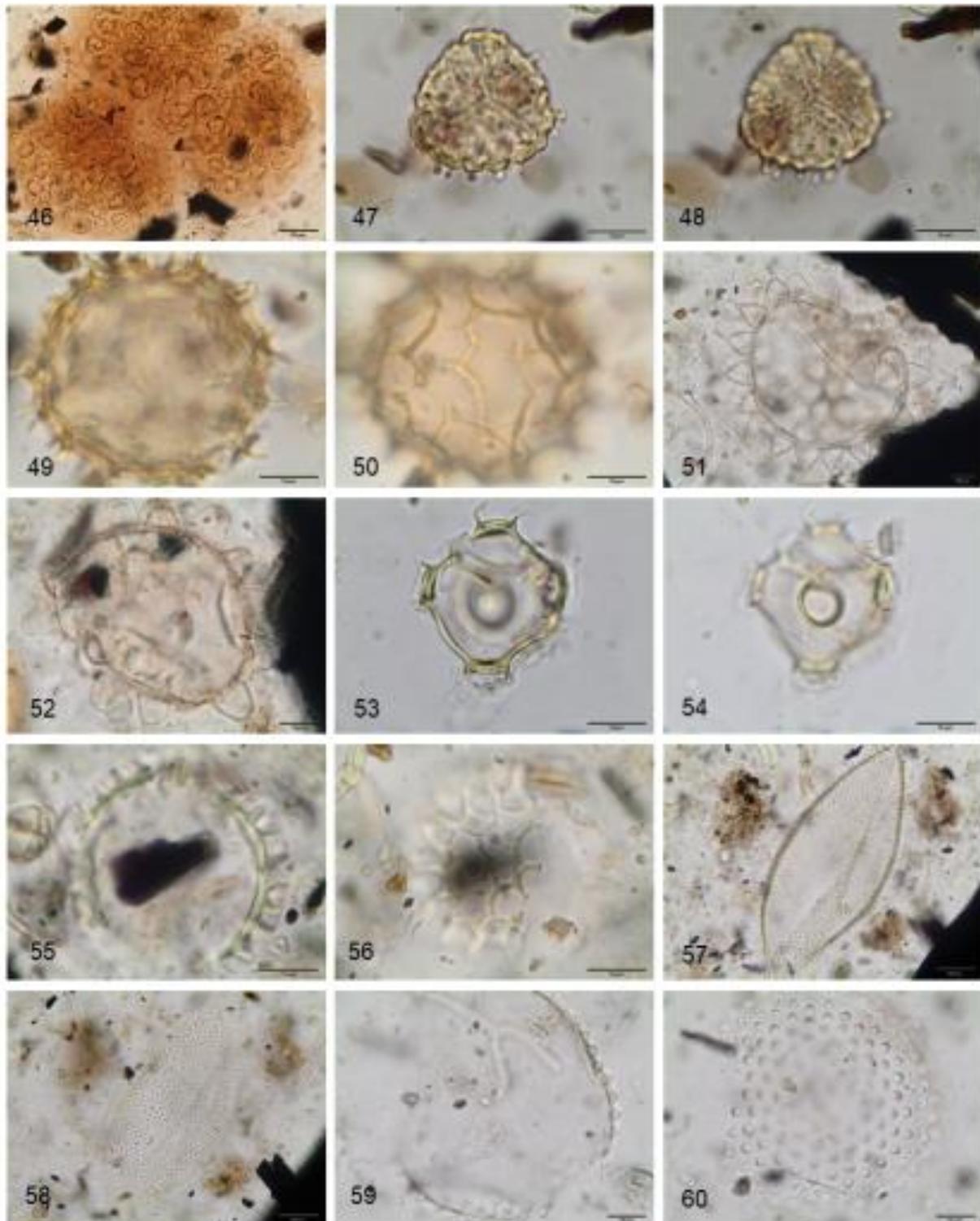
**Algas** - Figura 1. Chlorophyceae: *Chlamydomonas* (1) Figura 2-5. Conjugatophyceae: *Mougeotia* (2,3) 2. Corte em Vista 1. 3. Corte em Vista 2. Figura 4. *Spirogyra* (4). Figura 5. *Zygnema*. (5). Figura 6. Trebouxiophyceae: *Botryococcus* (6). Figuras 7,8. Zygnemataceae: *Debarya* (7,8). 7. Duas tecas unidas vistas pelo equador. 8. Teca única, vista pela abertura. 9. Insertae Sedis: *Pseudoschizea*. (9) 10-11. Dinoflagelados - Dinophyceae Incertae Sedis: *Spiniferites cruciformis*. (10,11). **Fungos** - Figura 12. Atheliales: *Athelia* (12). Figura 13. Dicellaesporites. (13) Figura 14. Glomerales: *Glomus*. (14). Figura 15. Incertae Sedis: *Spegazzinia* (15).



**Fungos** – Figura 16. Microthyriales *Callimothallus* (16). Figura 17,18. Fungo 1 (não identificado). Figura 19. Fungo 2 (não identificado). Figura 20. Fungo 3 (não identificado). Figura 21. Fungo 4 (não identificado). Figura 22,23. Fungo 4 (não identificado). Figura 24,25. Fungo 5 (não identificado). Figuras 26,27. Fungo 6 (não identificado). **Monilófitas** – Figura 28. Anemiaceae: *Anemia* (28). Figura 29. Aspleniaceae: *Asplenium* (29). Figura 30. Blechnaceae: *Blechnum* (30) 30. Corte óptico.

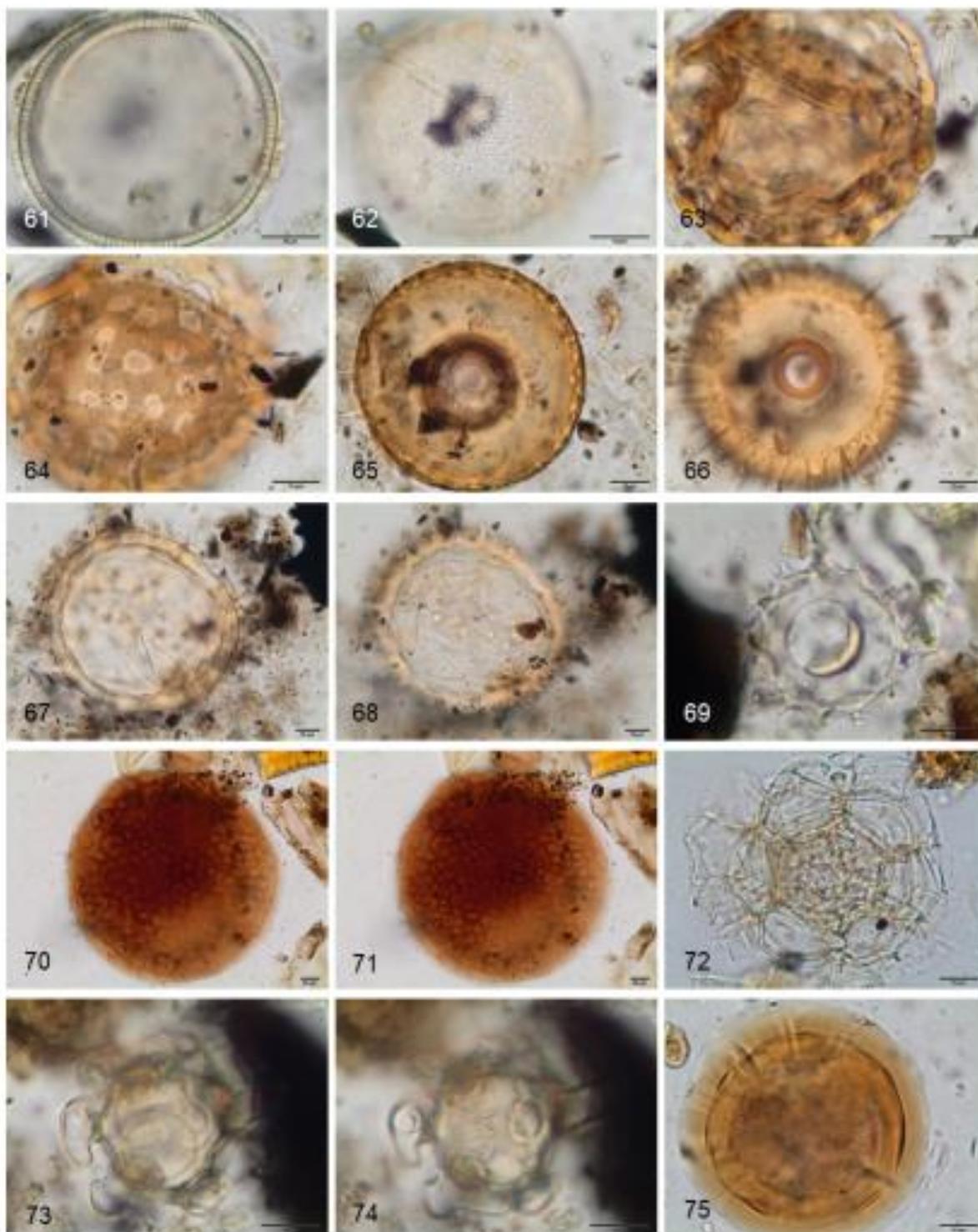


**Monilófitas** - Figura 31. Blechnaceae: *Blechnum* (31) 31. Superfície. 31. Figuras 32, 33. Cyatheaceae: *Cynthea* (32, 33). 32. Corte óptico. 33. Trilete. Figuras 34, 35. Dicksoniaceae: *Lophosoria* (34, 35). 34. Corte óptico. 35. Superfície. Figuras 36, 37. Dryopteridaceae: *Elaphoglossum* (36, 37) 36. Corte óptico. 37. Trilete. Figuras 38, 39. Equisetaceae: *Equisetum* (38, 39). 38. Corte óptico. 39. Superfície. Figuras 40, 41. Lycopodiaceae: *Lycopodiella* (40, 41) 40. Corte óptico e trilete. 41. Superfície. Figuras 42, 43. Polypodiaceae: *Serpocaulon* (42, 43). 42. Corte óptico. 43. Superfície. Figuras 44, 45. Pteridaceae: *Notholaena* (44, 45). 44. Corte óptico. 45. Trilete.



**Moniófitas** - Figura 46. Salviniaceae: Azolla. (46). Figura 47- 50. Selaginellaceae: *Selaginella* (47-50). 47. Corte óptico. 48. Superfície. 49. Corte óptico do Megasporo. 50. Superfície do Megasporo.

**Palinómorfos não identificados** - Figura 51. Palinomorfo não identificado 1. Figura 52. Palinomorfo não identificado 2. Figura 53, 54. Palinomorfo não identificado 3. (53, 54) 53. Corte óptico. 54. Superfície. Figura 55, 56. Palinomorfo não identificado 4. 55. Corte óptico. 56. Superfície. Figura 57, 58. Palinomorfo não identificado 5. 57. Corte óptico. 58. Superfície. Figuras 59, 60. Palinomorfo não identificado 6. 59. Corte óptico. 60. Superfície.



**Palinórfos não identificados** - Figura 61, 62. Palinórfos não identificados 7. 61. Corte óptico. 62. Superfície. Figuras 63, 64. Palinórfos não identificados 8. 63. Corte óptico. 64. Superfície. Figuras 65, 66. Palinórfos não identificados 9. 65. Corte óptico. 66. Superfície. Figuras 67, 68. Palinórfos não identificados 10. 67. Corte óptico. 68. Superfície. Figura 69. Palinórfos não identificados 11. Figura 70, 71. Palinórfos não identificados 12. 70. Corte óptico. 71. Superfície. Figura 72. Palinórfos não identificados 13. Figuras 73, 74. Palinórfos não identificados 14. 73. Corte óptico. 74. Superfície. Figura 75. Palinórfos não identificados 15.

**Tabela Suplementar 1.** Valores Isotópicos  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) da Turfeira Sempre-Viva.

Profundidade	Média de Idade	Média de Idade (kyr)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
1	3067	3,1	-20,10	3,46
3	3107	3,1	-20,13	3,42
5	3148	3,1	-20,04	3,41
7	3188	3,2	-19,56	3,39
9	3227	3,2	-20,05	3,67
11	3266	3,3	-20,66	3,93
13	3306	3,3	-20,81	4,25
15	3346	3,3	-20,60	4,58
17	3386	3,4	-20,13	4,57
19	3426	3,4	-20,38	4,84
21	3466	3,5	-20,96	5,46
23	3508	3,5	-21,18	6,83
25	3550	3,6	-21,61	7,62
27	3590	3,6	-22,08	7,87
29	3629	3,6	-22,13	7,43
31	3669	3,7	-22,54	6,84
33	3709	3,7	-22,39	5,83
35	3749	3,7	-22,78	5,57
37	3798	3,8	-23,43	5,06
39	3855	3,9	-24,75	4,97
41	3912	3,9	-23,38	4,23
43	4339	4,3	-22,99	3,92
45	4767	4,8	-22,84	4,10
47	5234	5,2	-22,68	3,88
49	5741	5,7	-22,85	3,93
51	6248	6,2	-23,01	4,17
53	6830	6,8	-22,57	4,45
55	7413	7,4	-22,67	4,57
57	7958	8,0	-22,23	5,01
59	8466	8,5	-21,90	4,80
61	8974	9,0	-21,46	4,62
63	9475	9,5	-21,56	4,32
65	9976	10,0	-21,56	4,26
67	10475	10,5	-21,60	4,05
69	10973	11,0	-21,98	3,37
71	11470	11,5	-22,34	3,32
73	12014	12,0	-22,83	3,22
75	12558	12,6	-22,73	2,90
77	13099	13,1	-21,57	3,91
79	13638	13,6	-21,81	3,88
81	14177	14,2	-22,75	3,28
83	14657	14,7	-22,27	3,11
85	15137	15,1	-21,75	2,18
87	15646	15,6	-21,85	2,44

89	16184	16,2	-21,32	2,74
91	16723	16,7	-21,19	3,05
93	17260	17,3	-20,97	3,61
95	17797	17,8	-21,07	2,38
97	18551	18,6	-22,01	3,74
99	19521	19,5	-21,53	3,07
101	20491	20,5	-21,21	2,72
103	21506	21,5	-21,77	4,34
105	22522	22,5	-21,05	
107	23548	23,5	-21,76	
109	24586	24,6	-20,69	3,44
111	25623	25,6	-22,29	
113	27090	27,1	-23,72	2,30
115	28557	28,6	-24,05	2,62
117	29818	29,8	-24,38	2,67
119	30873	30,9	-24,51	2,60
121	31928	31,9	-23,88	1,86
123	31978	32,0	-24,60	2,76
125	32029	32,0	-24,83	2,14
127	32075	32,1	-24,83	2,86
129	32116	32,1	-25,36	2,56
131	32157	32,2	-25,28	2,36
133	32199	32,2	-25,42	1,65
135	32240	32,2	-25,17	1,79
137	32281	32,3	-24,79	2,26
139	32322	32,3	-24,96	2,21
141	32363	32,4	-25,01	1,12
143	32404	32,4	-24,16	2,22
145	32445	32,4	-24,22	2,80
147	32486	32,5	-23,97	2,06
149	32526	32,5	-24,49	2,83
151	32566	32,6	-25,06	2,12
153	32606	32,6	-23,53	2,05
155	32647	32,6	-22,69	1,51
157	32686	32,7	-23,76	
159	32725	32,7	-24,39	
161	32764	32,8	-24,67	2,67

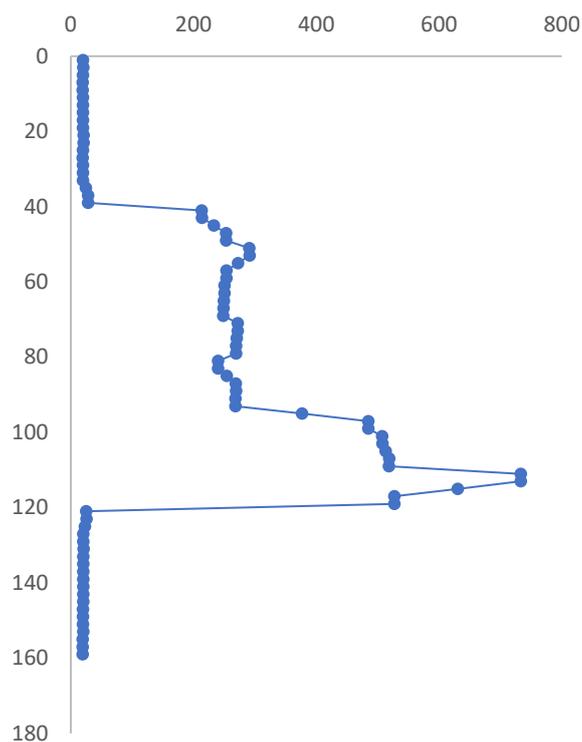
---

**Tabela Suplementar 2.** Valores Isotópicos  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) da Turfeira Sempre-Viva.

Idade	anos/cm
3067	20
3107	21
3148	20
3188	20
3227	20
3266	20
3306	20
3346	20
3386	20
3426	20
3466	21
3508	21
3550	20
3590	20
3629	20
3669	20
3709	20
3749	25
3798	29
3855	29
3912	214
4339	214
4767	234
5234	254
5741	254
6248	291
6830	292
7413	273
7958	254
8466	254
8974	251
9475	251
9976	250
10475	249
10973	249
11470	272
12014	272
12558	271
13099	270
13638	270
14177	240
14657	240
15137	255
15646	269

16184	270
16723	269
17260	269
17797	377
18551	485
19521	485
20491	508
21506	508
22522	513
23548	519
24586	519
25623	734
27090	734
28557	631
29818	528
30873	528
31928	25
31978	26
32029	23
32075	21
32116	21
32157	21
32199	21
32240	21
32281	21
32322	21
32363	21
32404	21
32445	21
32486	20
32526	20
32566	20
32606	21
32647	20
32686	20
32725	20
32764	

---



**Figura 76.** Taxa de Sedimentação da Turfeira Sempre-Viva (20 anos/cm), excluindo matéria orgânica de idade moderna (% carbono pMC).

**Tabela Suplementar 3.** Dados do Modelo de Idade-Profundidade da Turfeira Sempre-Viva.

Profundidade	mínimo	máximo	mediana	média
1	2546	3450	3097	3067
2	2570	3463	3118	3087
3	2596	3474	3137	3107
4	2627	3490	3157	3128
5	2650	3505	3178	3148
6	2667	3528	3195	3168
7	2702	3537	3214	3188
8	2727	3545	3235	3207
9	2761	3560	3254	3227
10	2787	3578	3271	3246
11	2812	3596	3290	3266
12	2843	3603	3309	3286
13	2869	3618	3326	3306
14	2900	3633	3345	3326
15	2919	3648	3365	3346
16	2937	3669	3383	3366
17	2969	3678	3402	3386
18	3002	3690	3422	3406
19	3034	3700	3442	3426

20	3069	3715	3460	3446
21	3099	3735	3481	3466
22	3134	3744	3502	3487
23	3166	3755	3522	3508
24	3195	3770	3543	3529
25	3225	3784	3562	3550
26	3247	3804	3583	3570
27	3276	3815	3602	3590
28	3308	3826	3622	3610
29	3344	3839	3642	3629
30	3365	3851	3663	3649
31	3387	3869	3682	3669
32	3435	3876	3699	3689
33	3481	3886	3719	3709
34	3516	3899	3739	3729
35	3542	3915	3758	3749
36	3563	3932	3778	3769
37	3634	3943	3804	3798
38	3691	3954	3829	3826
39	3728	3967	3855	3855
40	3759	3990	3885	3883
41	3782	4033	3913	3912
42	3873	4588	4084	4126
43	3918	5214	4244	4339
44	3954	5855	4409	4553
45	3983	6486	4575	4767
46	4013	7116	4738	4981
47	4169	7396	5021	5234
48	4267	7699	5321	5487
49	4345	7986	5600	5741
50	4422	8401	5860	5994
51	4492	8905	6103	6248
52	4767	9098	6398	6539
53	4961	9319	6722	6830
54	5097	9741	6999	7122
55	5227	10321	7266	7413
56	5335	10877	7535	7705
57	5591	11115	7773	7958
58	5794	11390	8037	8212
59	5984	11676	8318	8466
60	6109	12032	8575	8720
61	6228	12360	8874	8974
62	6529	12479	9134	9224
63	6789	12611	9412	9475
64	6974	12821	9682	9725
65	7181	13086	9930	9976
66	7342	13458	10169	10226
67	7631	13597	10436	10475
68	7882	13718	10713	10724
69	8106	13900	11007	10973

70	8228	14145	11256	11221
71	8350	14384	11487	11470
72	8772	14539	11768	11742
73	9178	14680	12044	12014
74	9520	14887	12335	12286
75	9778	15139	12603	12558
76	9980	15452	12850	12830
77	10417	15583	13122	13099
78	10722	15707	13431	13369
79	10927	15887	13710	13638
80	11128	16111	14048	13907
81	11329	16443	14324	14177
82	11756	16569	14551	14417
83	12151	16663	14790	14657
84	12477	16788	15020	14897
85	12754	16968	15250	15137
86	12948	17189	15474	15377
87	13532	17255	15734	15646
88	13996	17331	16003	15915
89	14388	17427	16284	16184
90	14665	17553	16583	16454
91	14911	17755	16877	16723
92	15590	17799	17107	16991
93	16276	17853	17334	17260
94	16945	17918	17566	17528
95	17544	18052	17803	17797
96	17762	18428	18056	18066
97	17964	19462	18500	18551
98	18064	20821	18891	19036
99	18134	22198	19291	19521
100	18211	23585	19696	20006
101	18272	24963	20103	20491
102	18620	25277	20674	20999
103	18910	25713	21238	21506
104	19109	26143	21829	22014
105	19298	26657	22372	22522
106	19454	27459	22920	23030
107	19869	27631	23523	23548
108	20206	27880	24098	24067
109	20506	28331	24689	24586
110	20678	29062	25281	25104
111	20815	30178	25790	25623
112	22064	30356	26456	26356
113	23196	30607	27149	27090
114	24077	30826	27966	27824
115	24628	31090	28842	28557
116	25228	31666	29624	29291
117	26564	31725	30081	29818
118	27917	31786	30542	30346
119	29252	31858	30999	30873

120	30576	31941	31455	31400
121	31732	32148	31920	31928
122	31758	32173	31946	31953
123	31778	32206	31972	31978
124	31795	32244	31997	32004
125	31807	32299	32022	32029
126	31820	32352	32045	32054
127	31838	32377	32067	32075
128	31849	32406	32087	32096
129	31861	32435	32107	32116
130	31872	32474	32127	32137
131	31884	32511	32146	32157
132	31903	32538	32166	32178
133	31921	32560	32186	32199
134	31933	32593	32206	32220
135	31943	32618	32225	32240
136	31953	32661	32244	32261
137	31971	32683	32262	32281
138	31984	32707	32284	32302
139	31999	32740	32303	32322
140	32012	32774	32320	32342
141	32020	32810	32342	32363
142	32041	32834	32363	32383
143	32058	32857	32386	32404
144	32075	32885	32406	32424
145	32088	32910	32428	32445
146	32097	32946	32447	32466
147	32116	32969	32466	32486
148	32133	32985	32488	32506
149	32148	33017	32507	32526
150	32160	33049	32525	32546
151	32169	33072	32546	32566
152	32186	33102	32566	32586
153	32199	33124	32587	32606
154	32213	33149	32608	32626
155	32228	33172	32627	32647
156	32240	33190	32647	32667
157	32261	33220	32668	32686
158	32276	33241	32687	32706
159	32295	33263	32707	32725
160	32306	33288	32726	32745
161	32320	33325	32748	32764
162	32339	33341	32768	32784

---



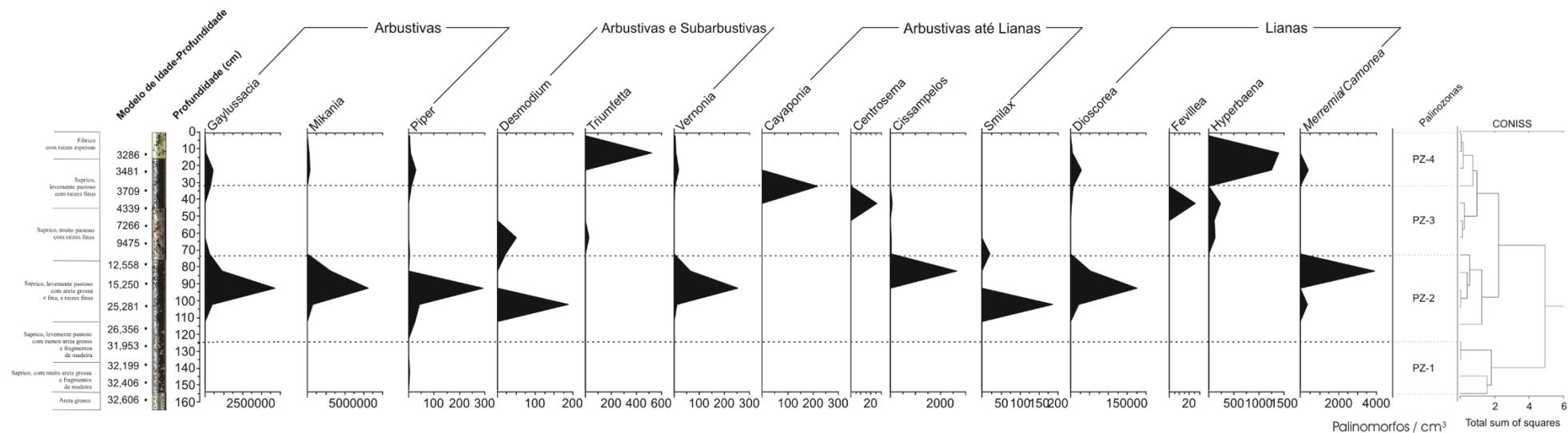
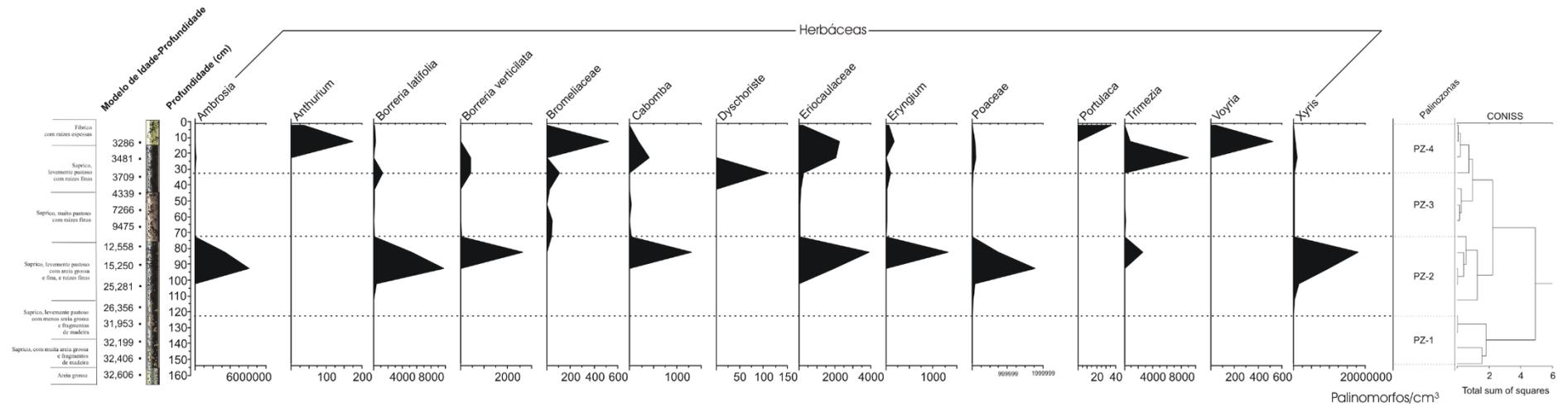
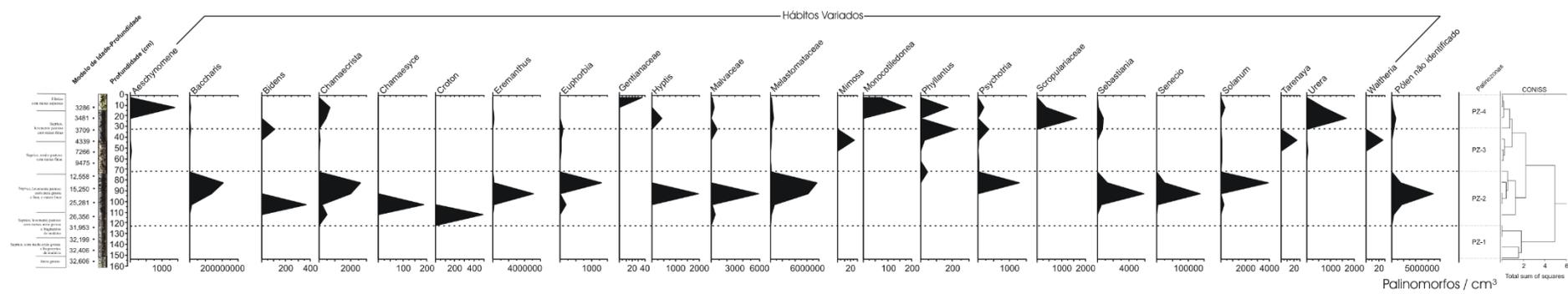


Figura 79. Diagrama de concentração de Hábitos Arbustivos até Lianas da turfeira Sempre-Viva.

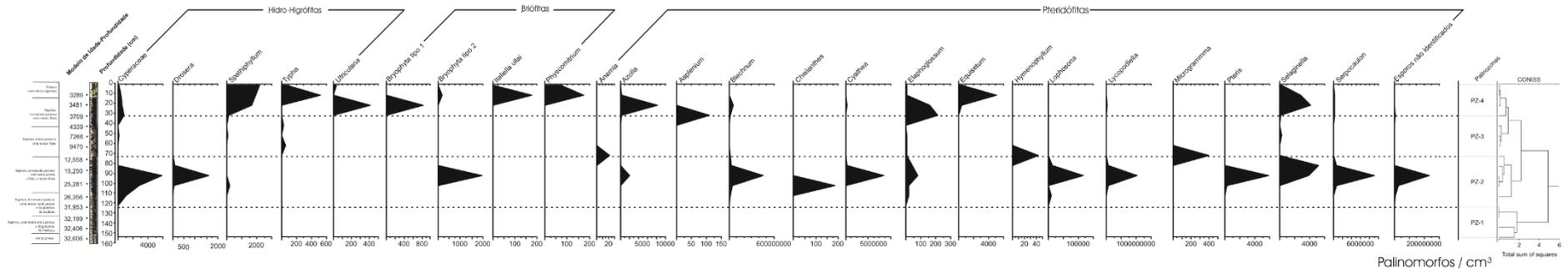




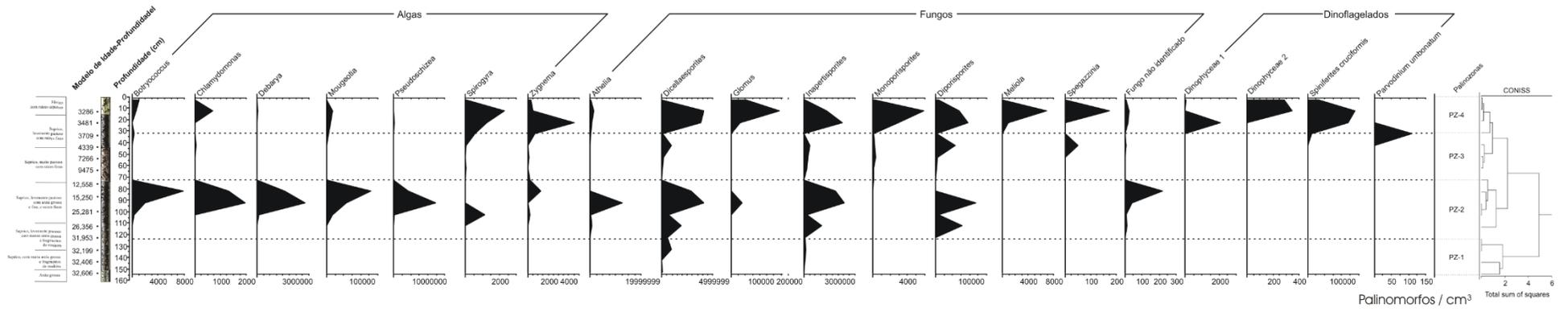
**Figura 81.** Diagrama de concentração de Hábitos Herbáceos da turfeira Sempre-Viva.



**Figura 82.** Diagrama de concentração de Hábitos Variados da turfeira Sempre-Viva.



**Figura 83.** Diagrama de concentração de Hidro Higrófitas até Pteridófitas da turfeira Sempre-Viva.



**Figura 84.** Diagrama de concentração de Algas até Dinoflagelados da turfeira Sempre-Viva.

## **CAPÍTULO II**

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Hoehnea

### **Catálogo polínico de um testemunho pleistocênico da turfeira Sempre-Vivas inserida no Bioma Savana Tropical, Brasil**

Kauê Fonseca<sup>1,5</sup>, Ingrid Horák-Terra<sup>2</sup>, Alexandre Christófaros Silva<sup>3</sup>, Pablo Vidal-Torrado<sup>4</sup> & Cynthia Fernandes Pinto da Luz<sup>1\*</sup>

1. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Avenida Miguel Stéfano, 3.687, 04301-902 São Paulo, SP, Brasil. \*Orientadora.
2. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Av. Universitária, 1000, Universitários, 38610-000, Unaí, MG, Brasil.
3. Departamentos de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, 39100-000, Diamantina, MG, Brasil.
4. Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Cx.P. 9, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.
5. Autor para correspondência: kauefonsecaibt@hotmail.com

Título abreviado: Registro polínico da turfeira Sempre-Viva

**ABSTRACT** (Pollen catalog of a pleistocene dated core of the Sempre-Vivas mire in the Tropical Savanna Biome, Brazil). This study presents the pollen analysis of a peatland from the Parque Nacional das Sempre-Vivas (PNSV), Serra do Espinhaço Meridional, Diamantina municipality, State of Minas Gerais, Brazil, in order to provide reference material for the identification of pollen grains preserved in Cerrado soil during Pleistocene and Holocene. The analysis involved 16 stratigraphic levels from a core of 162 cm in length, corresponding to the last 32.800 years cal BP. The chemical preparation consisted of acid wash with HCl, HF, acetolysis, ultrasonic bath, and mounting of the pollen residue in microscopic slides with glycerin gelatin. The analyses were carried out based on morphological observation using light microscopy and pollen grains illustration from the specialized literature. The identification of 116 pollen types was related to forest phytophysionomies, of PNSV represented by the semideciduous and mountain forest, and the Cerrado (*latu senso*), forest areas and grassland formations. Pollen grains morphological characteristics were greatly variable and may be used as indicators for the palaeoenvironmental reconstructions of the Tropical Savanna biome (Cerrado) succession of vegetation and paleoclimatic conditions.

**Keywords:** Cerrado, Minas Gerais State, Quaternary palynology, Parque Nacional das Sempre-Vivas, paleoenvironmental reconstruction

RESUMO (Catálogo polínico de um testemunho pleistocênico da turfeira Sempre-Viva inserida no Bioma Savana Tropical, Brasil). Este estudo apresenta a análise polínica de uma turfeira localizada no Parque Nacional das Sempre-Vivas (PNSV), na Serra do Espinhaço Meridional, município de Diamantina, Estado de Minas Gerais, Brasil, para fornecer material de referência para a identificação de grãos de pólen preservados em solo de Cerrado durante o Pleistoceno e Holoceno. A análise abrangeu 16 níveis estratigráficos de um testemunho de sondagem de 162 cm de comprimento, correspondentes aos últimos 32.800 anos cal AP. A preparação química consistiu de lavagem ácida com HCl, HF, acetólise e tamisação por banho de ultrassom, com montagem do resíduo polínico em lâminas de microscopia com gelatina glicerinada. A análise foi realizada com base em observações morfológicas sob microscopia óptica e ilustrações dos grãos de pólen com base em literatura especializada. Foram identificados 116 tipos polínicos relacionados às fitofisionomias florestais ocorrentes no PNSV representadas pelas florestas semidecídua e montana, e pelas fitofisionomias do Cerrado (*latu sensu*), áreas florestadas e formações campestres. As características morfológicas dos grãos de pólen foram bastante variáveis e podem ser utilizadas como indicadores nas reconstruções paleoambientais da sucessão da vegetação e condições paleoclimáticas do bioma Savana Tropical (Cerrado).

Palavras-chave: Cerrado, Estado de Minas Gerais, palinologia do Quaternário, Parque Nacional das Sempre-Vivas, reconstrução paleoambiental

## Introdução

As turfeiras nos ambientes tropicais são pouco representativas contribuindo com cerca de 10 a 12% da área global de turfeiras (Immirzi *et al.* 1992, Rieley *et al.* 1996). No Brasil, ocupam cerca de 0,1 % do território brasileiro (Pereira *et al.* 2005, Valladares *et al.* 2008) e ocorrem principalmente em planícies fluviais e mangues (Embrapa 1978, Lani 1998, Prada-Gamero *et al.* 2004) ou em áreas altimontanas (Silva *et al.* 2009a, 2009b, Horák-Terra 2014). Na Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, 14,2 km<sup>2</sup> de turfeiras de montanha foram mapeadas (1,2% da área total) por Silva *et al.* (2013). Apesar da pequena extensão, é de grande importância, pois estoca aproximadamente 6 milhões de toneladas de matéria orgânica e armazena 142 milhões de m<sup>3</sup> de água, portanto, servindo como controladoras dos fluxos de CO<sub>2</sub> atmosféricos e fornecendo água de qualidade para a cidade de Diamantina e seus distritos (Silva *et al.* 2013).

As turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional são encontradas sobre afloramentos quartzíticos do Supergrupo Espinhaço, e em sua maioria, são ecossistemas úmidos compostos por plantas higrófilas em que a alimentação hídrica e o fornecimento nutricional são controlados principalmente pelas suas topografias “abaciadas”, sendo estas classificadas como turfeiras do tipo mineralotróficas (Horák-Terra 2014). A baixa disponibilidade de oxigênio associada a saturação de água prolongada ou quase permanente é o principal fator que preserva e acumula a matéria orgânica derivada principalmente dos restos de vegetação, formando, portanto, os solos orgânicos (Organossolos, segundo Embrapa 2018). Estes solos, bem como os ambientes de turfeiras, começaram a ser formados nessa Serra desde o Pleistoceno tardio, a aproximadamente 60 mil anos atrás (Horák-Terra 2014). O acúmulo de sequências de matéria orgânica associado ao ambiente hidromórfico permite a preservação de palinórfos (ou seja, formas de microfósseis orgânicos recuperados após preparações

palinológicas), favorecendo a extração de informações sobre o paleoclima e o paleoambiente, já que cada microfóssil, ou um determinado conjunto, possui um significado ecológico, aplicando-os aos estudos de reconstituição da história da vegetação local e regional (Blackford 1993, Charman 2002, Horák-Terra 2014, Horák-Terra *et al.* 2015, Horák-Terra *et al.* 2020).

O clima e as condições do solo na Serra do Espinhaço Meridional favorecem o desenvolvimento de uma flora característica pertencente ao bioma Savana Tropical (Cerrado), não encontrada em nenhuma outra parte do Brasil, com fitofisionomias das formações savânicas (Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre), áreas florestadas (Cerradão) e formações campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (Giulietti *et al.* 1987, Ribeiro & Walter 1998).

Em áreas de Cerrado podem também ocorrer intrusões de vegetação de outros tipos de biomas, como os Capões Florestais que são adensamentos de Mata Seca (Floresta Estacional Semidecidual, Decidual ou Perenifólia) com aparência de ilhas em meio ao ambiente campestre, cujas espécies têm ampla distribuição geográfica. Sob condições bioclimáticas mais úmidas, em áreas pantanosas e hidromórficas, podem ocorrer formações ripárias que acompanham as linhas de drenagem como a Mata de Galeria, que tem elementos da Mata Nebular (Floresta Ombrófila Alto Montana), e a Floresta Ciliar, com espécies que possuem distribuição geográfica bastante ampla (Ribeiro & Walter 1998, Valente 2009).

No Cerrado os indivíduos lenhosos apresentam uma distribuição desigual em forma de mosaico pela diferença de densidade das espécies, ocasionando uma heterogeneidade de habitats. A diversidade de ervas, subarbustos e arbustos pequenos é muito maior do que a das plantas arbóreas (Ratter *et al.* 1997). O Cerrado Sentido Amplo (*lato sensu*) inclui todas as formações abertas do bioma Cerrado [Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Rupestre, Cerrado Sentido Restrito (*stricto sensu*)], e uma formação florestal (Cerradão) (Ribeiro & Walter

1998). O Cerrado stricto sensu é uma formação savânica que tem quatro subtipos (Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre) definidos conforme a densidade arbóreo-arbustiva e caracteriza-se pela presença de estratos arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos, com árvores distribuídas aleatoriamente sobre o terreno. As árvores são baixas, inclinadas e tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas distribuídas aleatoriamente na paisagem e que geralmente apresentam evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados e algumas espécies possuem órgãos subterrâneos (xilopódios) que permitem a rebrota depois da queima ou do corte (Ribeiro & Walter 1998).

Para que haja a efetiva amostragem de evidências biológicas em turfeiras em área de Cerrado é conveniente a utilização de metodologias como a análise palinológica de sedimentos quaternários, cujos princípios foram estabelecidos em 1916 por Lennart von Post, que demonstrou a importante aplicação do estudo dos palinomorfos preservados em turfeiras e sedimentos lacustres (Bradley 1999). Os diferentes tipos de vegetação podem apresentar táxons botânicos específicos que estão diretamente relacionados às condições edáficas, hidrológicas e climáticas, principalmente à temperatura e pluviosidade (Ledru 2002).

Uma vez definida uma associação de grãos de pólen e outros palinomorfos de táxons indicadores de um tipo de vegetação na assembléia palinológica fóssil é possível relacioná-los aos parâmetros climáticos e ambientais atuais, motivado pelo conceito de Uniformitarismo utilizado em estudos do Quaternário (Luz 2011, Luz 2013). No entanto, podem ter existido comunidades não análogas às atuais na região de estudo, com a presença de relictos de vegetação mais úmida, como visto em Horák-Terra *et al.* (2020). Assim como a influência das diferenças na eficiência da dispersão de grãos de pólen e esporos significa que muitos dos que são encontrados no depósito sedimentar podem ter tido origem de plantas localizadas em uma ampla superfície geográfica, trazidos pelos ventos, pelos rios ou por enxurradas. Soma-se a isso o fato de que os vários processos ambientais de desgaste e deterioração das exinas

interferem na preservação dos palinomorfos, o que pode levar às suas destruições durante a fossilização. Portanto, a reconstrução do ambiente e do clima através da imagem de uma vegetação pretérita por meio da Palinologia de sedimentos constitui-se em um problema altamente complexo (Luz 2011, 2013). Apesar de todos esses fatores, geralmente as alterações nas frequências de palinomorfos preservados no solo podem ser utilizadas para interpretar mudanças no clima que ocasionaram as mudanças na vegetação, como por exemplo, duração da estação de seca ou a temperatura média no inverno (Ledru 2002). Para assegurar quais aspectos da vegetação de uma área foram registrados nas assembleias esporo-polínicas fósseis é indispensável a correta identificação morfológica dos grãos de pólen observados, associando-os às inferências ecológicas correspondentes às suas formas de vida (Salgado-Labouriau 1973). Torna-se importante, portanto, obter uma base de dados morfológicos dos grãos de pólen recuperados de sedimentos de turfeiras para a reconstituição paleoambiental em áreas de Cerrado, como apresentado por Luz *et al.* (2017) para a turfeira Pau-de-Fruta em Diamantina, Minas Gerais. Como cada localidade amostrada para estudos palinológicos, mesmo que próximos, pode diferir em termos de sedimentação esporo-polínica devido a processos de tafonomia e da própria vegetação ali existente (Luz 2011, 2013), faz-se necessário a confecção de catálogos com descrições e ilustrações dos diferentes palinomorfos encontrados para auxiliar nos estudos paleoecológicos e ecológicos.

O presente trabalho buscou apresentar as descrições morfológicas dos grãos de pólen de Gimnospermas e Angiospermas sedimentados nos últimos 32.800 anos cal AP em uma turfeira de montanha localizada no Parque Nacional das Sempre-Vivas, Diamantina, Minas Gerais, Serra do Espinhaço Meridional, provendo informações sobre as fitofisionomias atuais de ocorrência das plantas-fontes para servir como material de referência em pesquisas paleoambientais que estão sendo desenvolvidas na região.

## Material e Métodos

Área de Estudo - O testemunho de sondagem SV foi obtido na turfeira Sempre-Viva, inserida no Parque Nacional das Sempre-Vivas (PNSV), localizada a 1.260 m de altitude, em Diamantina, Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil, nas coordenadas 17°54'45.4"S, 43°47'29.52"O (figura 1). A área de estudo corresponde à Formação geológica Galho do Miguel, constituída por quartzitos puros e finos (90%), quartzitos micáceos finos e metargilitos cinzas ou esverdeados (5-10%) (Knauer 2007). O clima é caracterizado como tropical montanhoso, de acordo com a classificação de Köppen, com média anual de 18,7°C, e média anual de precipitação de 1500 mm, com invernos frios e meses secos de junho a agosto, e verões úmidos de outubro a abril (Nimer 1977, Alvares *et al.* 2013). A vegetação do local é típica do bioma Cerrado, com “ilhas” de Floresta Estacional Semidecidual, formando um extenso mosaico, que aparecem como manchas dispersas entre as formações campestres úmidas (Campo Limpo Úmido) e secas (Campo Limpo Seco e Campo Rupestre) (Mendonça Filho 2005, Horák-Terra *et al.* 2015, Santos *et al.* 2011). Nas áreas de Campo Limpo Úmido ocorrem predominantemente plantas herbáceas adaptadas as condições de má drenagem, características das famílias Cyperaceae, Eriocaulaceae, Poaceae e Xyridaceae (Munhoz & Felfili 2008).

Procedimentos de coleta do testemunho e datação por  $^{14}\text{C}$  - A amostragem do testemunho SV foi realizada em 2010 utilizando-se um vibrotestemunhador e tubo de alumínio (Martin *et al.* 1995). O tubo de 162 cm contendo o solo foi levado ao laboratório LIMPEVALE (Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Diamantina, Minas Gerais, para a retirada dos sedimentos para análises palinológicas. Foram selecionados

quatro níveis estratigráficos de turfa para datação por radiocarbono pela técnica do Accelerator Mass Spectrometry (AMS) no laboratório Beta Analytic Inc. (Miami, USA). Foi possível estabelecer com 95% de probabilidade as idades calibradas para o sedimento do testemunho a partir de 32.800 anos cal AP, abrangendo o Pleistoceno Tardio e Holoceno.

Procedimentos laboratoriais de preparação das lâminas de microscopia - Para as análises palinológicas, amostras correspondentes a seções de 1 cm foram tomadas a cada 10 cm (volume ca 3,2 cm<sup>3</sup>). Dezesesseis níveis estratigráficos foram analisados: 2-3 cm, 12-13 cm, 22-23 cm, 32-33 cm, 42-43 cm, 52-53 cm, 62-63 cm, 72-73 cm, 82-83 cm, 92-93 cm, 102-103 cm, 112-113 cm, 122-123 cm, 132-133 cm, 142-143 cm, 152-153 cm (figura 2).

O tratamento físico-químico para a extração de pólen seguiu o procedimento descrito em Ybert *et al.* (1992), com modificações. Primeiramente realizou-se a tamisação por malha de 250 µm, posteriormente adicionou-se ácido fluorídrico (HF) para a dissolução dos silicatos, ácido clorídrico (HCl) para a eliminação dos fluossilicatos, ácido acético glacial para desidratação e adição de mistura de acetólise (9 partes de anidrido acético e 1 parte de ácido sulfúrico) para a dissolução da matéria orgânica e acetilação das exinas dos grãos de pólen. Um banho de ultrassom utilizando tubos plásticos especiais providos de anel vedante e tela de nylon de 5µm de malha foi utilizado para concentrar melhor os palinomorfos nas lâminas, evitando o uso de líquidos pesados para separação por densidade, como o Cloreto de Zinco (ZnCl<sub>2</sub>) ou bromofórmio (CHBr<sub>3</sub>) (Luz *et al.* 2017, 2019).

Identificação, descrição e ilustração dos grãos de pólen - Os grãos de pólen foram analisados em microscópio óptico Olympus BX50 utilizando-se objetivas de 60x e 100x sob imersão em anisol, para a identificação. A identificação palinotaxonômica foi feita com base nos caracteres morfológicos observáveis, utilizando-se metodologias de comparação a palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Botânica (São Paulo) que contém grãos de pólen e esporos de plantas que foram coletadas pela equipe na área de estudo, além da

utilização de atlas e catálogos fotográficos com base em material polínico de esxicatas de herbários e/ou de pólen fóssil de outra turfeira de Diamantina (Roubik & Moreno 1991, Cassino *et al.* 2016, Lorente *et al.* 2017, Luz *et al.* 2017), e de diversos acervos bibliográficos em palinotaxonomia. A identificação polínica foi feita na categoria taxonômica de menor nível hierárquico, sempre que possível, com base em tipos polínicos (Joosten & Klerk 2002, Klerk & Joosten 2007).

A apresentação dos dados seguiu a sequência por famílias botânicas. Dentro das famílias foi mantida a ordem alfabética por gêneros. A descrição polínica buscou seguir a ordem de caracteres morfológicos: unidade de dispersão, polaridade, forma, tamanho do pólen, número, posição e caráter das aberturas e aspectos da ornamentação da exina. A classificação da forma dos grãos de pólen radioassimétricos e do tamanho dos grãos de pólen seguiu a proposta de Erdtman (1952). Os termos palinológicos seguiram o glossário de Punt *et al.* (2007) traduzido para o português.

Para os dados ecológicos foi consultada a página da internet da Flora do Brasil 2020 e bibliografia especializada da região para a caracterização do hábito da planta e fitofisionomias de ocorrência, assim como foram obtidos dados de coleta de espécimes de herbário depositados no *speciesLink* (CRIA 2020), fornecendo inferências sobre a biodiversidade da região de estudo. Quando nenhuma coleta de táxon correspondente a possível planta de origem foi observada em inventários florísticos do Parque Nacional das Sempre-Vivas, a busca foi ampliada para o Município de Diamantina, e até mesmo para o Estado de Minas Gerais, justificando a presença de determinados tipos polínicos regionais.

As fotomicrografias foram realizadas com o auxílio de uma câmera Olympus U-CMAD-2 acoplada ao microscópio e utilizando-se o programa da Olympus CellSens Standard® 1.5. Quando possível, a disposição das fotomicrografias buscou seguir um padrão para evidenciar as estruturas da exina em corte óptico e a superfície do grão de pólen em vista

equatorial, seguida pelo corte óptico e superfície em vista polar. Eventuais lacunas nessa sequência se deram pela baixa frequência de grãos de pólen nas lâminas de microscopia ou por esses estarem em precário estado de preservação.

### Resultados

Foram identificados 116 tipos polínicos nos sedimentos quaternários da turfeira Sempre-Viva, sendo dois tipos correspondentes às Gimnospermas e 114 tipos correspondentes às Angiospermas. Os hábitos arbóreo e/ou arbustivo representaram 39,3% do total de tipos polínicos, enquanto o herbáceo foi de 29,4%. O hábito variado fez 27,7%, sendo o restante composto por lianas (3,6%).

Descrição dos tipos polínicos:

Gimnospermas

Araucariaceae Henkel & W. Hochst.

*Araucaria* Juss.

Figura 3 a-b

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho grande, inaperturado, duas regiões da exina apresentam pequenas dilatações, pilado (Barth 1962, Fernandes *et al.* 2003).

Dados ecológicos: arbóreo, perenifólias, heliófitas e pioneiras, ocorrendo em campo de altitude e floresta estacional semidecidual, (Lorenzi 1992, Garcia 2002). Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem oito espécies, sendo apenas uma nativa: *Araucaria angustifolia*. (CRIA 2020; Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 92-93 cm de profundidade.

Podocarpaceae Endl.

*Podocarpus* L'Hér. ex Pers.

Figura 3 c-d

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, corpo do grão suboblato, pólo distal saciforme ou bissacado (com duas expansões laterais em forma de “sacci”), tamanho médio a grande, 1-sulcado, sacos grandes e reticulados, pólo proximal é microreticulado (Barth 1962).

Dados Ecológicos: arbóreo. Pioneira precursora em campos e capoeiras, possuindo excelente regeneração natural em vegetação secundária (Backes & Irgang 2002).

Encontrada em matas de galeria, mata seca e floresta montana. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie: *Podocarpus sellowii* (CRIA 2020; Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Angiospermas Basais

Annonaceae Juss.

*Annona* L.

Figura 3 e-f

Morfologia polínica: tétrade tetragonal, apolar ou heteropolar, esferoidal, tamanho muito grande, inaperturado ou 1-sulcado, psilado (Erdtman 1952).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo no cerrado, campo rupestre e floresta estacional semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem três espécies: *Annona crassiflora*, *A. dolabripetala* e *A. monticola* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 22-23 cm de profundidade.

Cabombaceae Rich. ex A. Rich.

*Cabomba* Aubl.

Figura 3 g-h

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, elíptico; tamanho muito grande, 1-sulcado, estriado (Osborn *et al.* 1991).

Dados ecológicos: erva aquática, de ampla distribuição na América do Sul. Apresenta afinidade com temperaturas mais elevadas. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem cinco espécies: *Cabomba caroliniana*, *C. furcata*, *C. haynesii*, *C. piauhiensis*, e *C. warmingii* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020, Benassi *et al.* 2001).

Ocorrência no testemunho: 12-13, 22-23, 52-53, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

Chlorantaceae R.Br. ex Sims

*Hedyosmum* Sw.

Figura 3 i-j

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, tamanho médio, a abertura corresponde a uma área apertural ramificada, semelhante a uma estrela de cinco a sete pontas, baculado, báculos densamente distribuídos (Barth & Barbosa 1974).

Dados ecológicos: arbustiva, endêmica do Brasil, que ocorre em áreas alagáveis de altitude nos Estados do Sudeste, Distrito Federal, Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina (Souza & Lorenzi 2008, De Oliveira 2009). No Cerrado é encontrada na mata de galeria inundável, em brejos e em veredas (Mendonça *et al.* 2008). No PNSV ocorre uma espécie: *Hedyosmum brasiliense* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-

83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

Menispermaceae A. Juss.

*Cissampelos* L.

Figura 3 k-l

Morfologia polínica: mônade, apolar, oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, cólporo operculado, endoabertura lalongada de difícil visualização, reticulado heterobrocado (Tresso & Corrêa 2015).

Dados Ecológicos: possui hábito herbáceo, subarborescente e liana, ocorrendo em cerrado e mata úmida. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem duas espécies: *Cissampelos ovalifolia* e *C. pareira* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 42-43, 62-63, 72-73, 82-83 cm de profundidade.

*Hyperbaena* Miers ex Benth.

Figura 4 a-d

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, prolato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, sincolporado, sincólporos de difícil visualização, endoabertura lalongada, reticulado (Tresso & Corrêa 2015).

Dados Ecológicos: liana ocorrendo em Cerrado e mata úmida. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem duas espécies: *Hyperbaena domingensis*, *H. oblongifolia* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43, 52-53, 62-63 cm de profundidade.

Piperaceae Giseke

*Piper* L.

## Figura 4 e-f

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, prolato-esferoidal, tamanho muito pequeno, 1-colpado, psilado ou verrucado (Cruz-Barros & Souza 2005).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbóreo, arbustivo, herbáceo, liana e subarbustivo em substrato rupícola ou terrícola. É pioneira de floresta secundária e possui registro de ocorrência em interior de floresta, mata de galeria e floresta estacional semidecidual. No PNSV ocorre uma espécie: *Piper miquelianum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 72-73, 92-93, 102-103, 112-113 e 142-143 cm de profundidade.

## Winteraceae Lindl.

*Drimys* J.R. Forst. & G. Forst.

## Figura 4 g-h

Morfologia polínica: tétrade tetraédrica acalimada, isopolar, esferoidal, tétrade de tamanho médio, cada grão de pólen 1-porado, poro circular ou irregular podendo ser contornado por uma área psilada com granulações irregulares, reticulado heterobrocado, malhas menores na área de junção dos grãos de pólen (Cruz-Barros 1987).

Dados Ecológicos: arbóreo, pioneira, típica da mata com Araucária do Planalto (Backes & Irgang 2002). No PNSV ocorre uma espécie: *Drimys brasiliensis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 32-33, 72-73 e 92-93 cm de profundidade.

## Monocotiledôneas

Araceae Juss.

*Anthurium* Schott

Figura 4 i-j

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, pequeno a muito pequeno, 3-4-porado, sexina microreticulada (Erdtman 1952).

Dados ecológicos: herbáceo, podendo ser epífita, hemiepífita, hemiparasita, rupícola ou terrícola, ocorrendo em Cerrado Rupestre. No Parque Nacional das Sempre-Vivas ocorrem duas espécies: *Anthurium affine* e *A. minarum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 e 12-13 cm de profundidade.

*Spathiphyllum* Schott.

Figura 4 k-l

Morfologia polínica: mônade, apolar, suboblato a elipsoidal, muito pequeno, inaperturado, estriado, com estrias se estendendo até as extremidades do grão. Em sedimentos a estrutura tectada pode colapsar e o produto do processo de fossilização pode ser facilmente confundido com um esporo de fungo (Erdtman 1952, Hesse *et al.* 1999, 2000).

Dados ecológicos: herbáceo, hemiepífita ou terrícola ocorrendo em campo limpo úmido e floresta ciliar ou galeria (Flora do Brasil 2020). Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem três espécies: *Spathiphyllum cannifolium*, *S. floribundum* e *S. wallisii* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 52-53 e 102-103 cm de profundidade.

Areceaceae Schultz Sch.

*Euterpe* Mart.

Figura 5 a-b

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, elipsoidal, tamanho médio, 1-sulcado, raramente tricotomosulcado, escabrado (Bauermann 2010).

Dados ecológicos: arbóreo ocorrendo no Cerrado e em mata úmida. Segundo Henderson e Galeano (1996), algumas espécies dentro do gênero podem ocorrer em florestas xeromórficas de savanas em vales amazônicos e nos tepuis venezuelanos. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre apenas uma espécie: *Euterpe edulis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

Bromeliaceae A. Juss.

*Vriesea* Lindl.

Figura 5 c-f

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, elíptico, tamanho muito grande, 1-sulcado, reticulado heterobrocado na área central do grão, com calota microrreticulada (Santos *et al.* 2020).

Dados ecológicos: herbácea. No Parque Nacional das Sempre-Vivas Bromeliaceae ocorre em Cerrado Rupestre e Campo Rupestre. Há coletas de diversas espécies de *Vriesea* em Diamantina (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 32-33, 42-43, 62-63 e 72-73 cm de profundidade.

Cyperaceae Juss.

Figura 5 g-h

Morfologia polínica: pseudomônade, heteropolar, elíptico/reniforme, tamanho médio, cinco ou seis aberturas circulares ou alongadas (poroides), uma situada no pólo distal e as outras no equador, tectado-perfurado (Salgado-Labouriau 1973, Roubik & Moreno 1991).

Dados ecológicos: erva ou liana, ocorrendo no Campo Úmido no PNSV, com diversos gêneros e espécies (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020). A identificação polínica se manteve a nível da família, não podendo ser identificados os gêneros por ser considerada uma família estenopolínica.

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 52-53, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

Dioscoreaceae R.Br.

*Dioscorea* L.

Figura 5 i-l

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, elíptico a esferoidal, tamanho pequeno, 2-sulcado, psilado-perfurado, reticulado-estriado, rugulado-perfurado, microrreticulado, estriado (Corrêa 1996, Luz *et al.* 2020).

Dados ecológicos: erva ou liana, ocorrendo em ampla distribuição. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem 11 espécies: *Dioscorea altissima*, *D. anomala*, *D. debilis*, *D. glandulosa*, *D. grisebachii*, *D. hassleriana*, *D. maianthemoides*, *D. piperifolia*, *D. rucianthemoides*, *D. trifida*, *D. trisecta* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-

73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

#### Eriocaulaceae Martinov

##### Figura 6 a-b

Morfologia polínica: mônade, esferoidal, espiroaperturado, tamanho médio, microequinado (Borges *et al.* 2009).

Dados ecológicos: erva ou subarbusto, ocorrendo no Campo Rupestre. A identificação polínica se manteve a nível da família, não podendo ser identificados os gêneros por ser considerada uma família estenopolínica (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020)

Ocorrência no testemunho: 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83 e 92-93 cm de profundidade.

#### Iridaceae Juss.

##### *Trimezia* Salisb. ex Herb.

##### Figura 6 c-g

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, sub-prolato, tamanho grande, 1-sulcado, microreticulado a reticulado (Dantas-Queiroz & Luz 2015).

Dados Ecológicos: herbáceo ocorrendo em afloramento rochoso, Campo Limpo Úmido, Cerrado Rupestre e vereda. No PNSV ocorre uma espécie: *Trimezia juncifolia* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

#### Poaceae Barnhart

##### Figura 6 h-i

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, esferoidal, tamanho pequeno a médio, 1-(2)-

porado, poros com ânulo e opérculo, rugulado-pilado de difícil visualização em microscópio óptico, aparentando uma superfície psilada na maioria dos casos. Os grãos de pólen desta família são estenopolínicos (Corrêa *et al.* 2005).

Dados Ecológicos: a Família possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, liana e subarbustivo em substrato aquático, rupícola e terrícola. Porém, como o ambiente estudado se trata de uma turfeira, o hábito herbáceo predomina, compondo a própria turfa, desta forma, ocorrem diversos gêneros em ampla distribuição no PNSV (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103, 112-113 e 142-143 cm de profundidade.

Smilacaceae Vent.

*Smilax* L.

Figura 6 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, esferoidal, tamanho pequeno, inaperturado, espiculado (Corrêa 2000).

Dados Ecológicos: arbustivo, subarbustivo e liana ocorrendo no Cerrado, Floresta Estacional semidecidual e mata de galeria. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem sete espécies: *Smilax brasiliensis*, *S. elastica*, *S. fluminensis*, *S. goyazana*, *S. irrorata*, *S. minarum*, *S. oblongifolia* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 72-73 e 102-103 cm de profundidade.

Thyphaceae Juss.

*Typha* L.

Figura 6 l, Figura 7 a

Morfologia polínica: mônade ou tétrade, heteropolar, esferoidal à elíptico, tamanho

médio, 1-(2)-porado, poro com ânulo, reticulado heterobrocado a rugulado (Ybert *et al.* 2017b).

Dados Ecológicos: herbáceo, podendo ocorrer em substrato aquático ou terrícola no Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas ocorre em Diamantina, porém, não há identificação a nível hierárquico de espécie (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 42-43, 62-63 cm de profundidade.

Xyridaceae C. Agardh

*Xyris* Gronov. ex L.

Figura 7 b-c

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, elipsoidal, tamanho médio a grande; 1-sulcado, sulco pontoperculado, com membrana insulada, microrreticulado ou rugulado-perfurado (Luz *et al.* 2015).

Dados Ecológicos: herbácea, podendo ser de substrato aquático, rupícola ou terrícola ocorrendo em ampla distribuição no Campo Rupestre, Cerrado, Vereda, afloramento rochoso, próximo a brejo e córrego. No PNSV ocorrem doze espécies: *Xyris asperula*, *X. blanchetiana*, *X. graminosa*, *X. minarum*, *X. paradisiaca*, *X. pterygoblephara*, *X. roraimae*, *X. rostrata*, *X. savanensis*, *X. schizachne*, *X. trachyphylla*, *X. trachyphylla glaucescens* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

Eudicotiledôneas

Acanthaceae Juss.

*Dyschoriste* Nees.

Figura 7 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, sub-prolato, tamanho médio a muito grande, heterocolpado, 3-colporado, cólporos estreitos e curtos ladeados por faixas colpoidais estreitas em cada mesocólporo, endoabertura lolongada a lalongada, reticulado (Cruz-Barros 1994).

Dados ecológicos: herbáceo, ocorrendo em Campo Limpo e Cerrado *lato senso*. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem duas espécies: *Dyschoriste erythrorhiza* e *D. lavandulacea* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 32-33 cm de profundidade.

Amaranthaceae A. Juss.

*Alternanthera* Forssk.

Figura 7 f-g

Morfologia polínica: mônade, apolar, poliédricos de oito a doze faces, esférico, tamanho pequeno, pantoporados, reticulados lobados, com muros altos pentagonais ou hexagonais (Silvestre 1986).

Dados ecológicos: herbácea, ocorrendo em Campo Rupestre e em solo arenoso do Campo Seco, mas também em regiões alagadas, no interior da mata, cultivos, ou como ruderal (Vasconcellos 1973). Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem cinco espécies: *Alternanthera brasiliiana*, *A. martii*, *A. pugens*, *A. regelii* e *A. rufa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 82-83 cm de profundidade.

*Amaranthus* L.

## Figura 7 h-i

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho pequeno a médio, pantoporado, psilado ou granuloso (Silvestre 1986).

Dados ecológicos: ervas ruderais e frequentemente encontradas em áreas abertas (Marchant *et al* 2002) em regiões quentes e temperadas (Vasconcellos 1973). Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem duas espécies: *Amaranthus lividus* e *Amaranthus spinosus* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 72-73 cm de profundidade.

*Gomphrena* L.

## Figura 7 j-k

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho pequeno a médio, pantoporado, reticulado fenestrado, com muros altos pentagonais (Roubik & Moreno 1991).

Dados ecológicos: herbácea ou subarbusto ocorrendo em Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado, floresta ciliar ou de galeria e afloramentos rochosos (Flora do Brasil). Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem dezesseis espécies: *Gomphrena demissa*, *G. officinalis*, *G. agrestis*, *G. scapigera*, *G. prostrata*, *G. mollis*, *G. marginata*, *G. macrorrhiza*, *G. incata*, *G. decipiens*, *G. arborecens*, *G. aphylla*, *G. rudis*, *G. virgata*, *G. martrii* e *G. moquini* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

## Anacardiaceae R.Br.

*Spondias* L.

Figura 7 l, Figura 8 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, sub-prolato a perprolato, tamanho médio a grande, 3-colporado, endoabertura subcircular a lalongada, estriado-reticulado (Ybert *et al.* 2016).

Dados ecológicos: hábito arbóreo e arbustivo, ocorrendo no Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem dez espécies: *Spondias bahiensis*, *S. dulcis*, *S. expeditionaria*, *S. lutea*, *S. lutea var. glabra*, *S. macrocarpa*, *S. mombin*, *S. purpurea*, *S. tuberosa* e *S. venulosa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: 12-13 cm de profundidade.

*Tapirira* Aubl.

Figura 8 b-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato, tamanho pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada, estriado (Cruz-Barros & Granito 1997a).

Dados ecológicos: árvore de cerca de 10 m de altura, caules múltiplos ocorrendo em mata de galeria inundada. Não há registro para o PNSV, mas apenas uma espécie ocorre em Diamantina: *Tapirira guianensis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 42-43 e 62-63 cm de profundidade.

Apiaceae Lindl.

*Eryngium* L.

Figura 8 f-g

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho médio, 3-colporado, cólporos longos e estreitos, endoaberturas retangulares (lalongadas) microreticulado e com

columelas evidentes (Melhem *et al.* 1989).

Dados ecológicos: herbácea, distribuída amplamente no Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual, Campo Rupestre, mata de galeria, Campo Úmido, em borda de córrego e em solo arenoso. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem quatro espécies: *Eryngium juncifolium*, *E. canaliculatum*, *E. horridum* e *E. eurycephalum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63 e 82-83 cm de profundidade.

Aquifoliaceae Bercht. & J. Presl

*Ilex* L.

Figura 8 h-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada, clavado (Makino-Watanabe & Jung-Mendaçolli 1994).

Dados ecológicos: arvoreta, arbusto, subarbusto, ocorrendo em Campo, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Montana, Cerrado e afloramentos rochosos. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem doze espécies: *Ilex conocarpa*, *I. velutina*, *I. asperula*, *I. nummularia*, *I. affinis*, *I. brevicuspis*, *I. pseudobuxus*, *I. brasiliensis*, *I. integrifolia*, *I. paraguayae*, *I. subcordata*, *I. affinis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Araliaceae Juss.

*Schefflera* J.R. Forst. & G. Forst.

Figura 8 l, Figura 9 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato, raramente prolato, tamanho pequeno a médio, 3-colporado, raramente 4-colporado, endoabertura lalongada podendo ser retangular ou romboidal, reticulado (Tseng & Shoup 1978).

Dados ecológicos: hábito arbóreo ou arbustivo, ocorrendo em Campo Rupestre, Cerrado (*lato sensu*), Floresta Estacional Semidecidual e em afloramentos rochosos. Não há registro para o PNSV, mas, em Diamantina ocorre uma espécie: *Schefflera vinosa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 42-43, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

Asteraceae Bercht. & J. Presl

*Ambrosia* L.

Figura 9 d-g

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-porados, espiculado, com espiculos pontiagudos, porém largos quando visto sob corte óptico (Willard & Skvarla 2009, Cancelli *et al.* 2010).

Dados ecológicos: herbáceo ocorrendo no Cerrado. Segundo Visiani (1842) o táxon se originou na América do Norte e é um tipo adaptado a condições climáticas de seca. Apesar de ser um tipo característico de campo, pode também ser encontrado em montanhas (Couturier 1992). Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem quatro espécies: *Ambrosia artemisiifolia*, *A. elatior*, *A. polystachya* e *A. psilostachya* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53 e 102-103 cm de profundidade.

*Baccharis* L.

## Figura 9 h-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato esferoidal, tamanho pequeno a médio, 3-colporado, endoabertura lalongada com ou sem constrição, exina com cávea, equinado, espinhos cônicos mais longos que largos ou de igual proporção, com ápice pontiagudo, cerca de 12 espinhos na superfície polar (Salgado-Labouriau 1973, Stanski *et al.* 2013).

Dados ecológicos: arbóreo, arbustivo e subarbustivo em complexo rupestre e Cerrado *lato sensu*. No PNSV ocorrem cinco espécies: *Baccharis concinna*, *B. ligustrina*, *B. perlata*, *B. platypoda* e *B. retusa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

*Bidens* L.

## Figura 9 l, Figura 10 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato esferoidal, tamanho pequeno a médio, 3-colporado, endoabertura elíptica lalongada ou sigmoide com ou sem constrição, exina com cávea, equinada, espinhos cônicos mais longos que largos com ápice pontiagudo, cerca de 15 espinhos na superfície polar (Stanski *et al.* 2013).

Dados ecológicos: ervas terrícolas. Ocorre em Campo Limpo, Capão de mata, Campo Rupestre, Campo Sujo e Cerrado. No PNSV ocorre uma espécie: *Bidens flagellaris* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 32-33 e 102-103 cm de profundidade.

*Eremanthus* Less

### Figura 10 b-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio a grande, 3-colporado, endoabertura lalongada com ou sem constrição, subequinolofado, com espinhos pequenos sobre o muro sinuoso (Loeuille *et al.* 2012).

Dados ecológicos: arbusto. No Parque Nacional das Sempre-Vivas ocorre em Campo Rupestre, Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado sentido restrito e mata de galeria. Ocorrem duas espécies no PNSV: *Eremanthus elaeagnus* e *E. erythropappus* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

### *Mikania* Willd.

#### Figura 10 d-g

Morfologia polínica: Mônade, isopolar, prolato-esferoidal, tamanho pequeno a médio, 3-colporados; endoabertura lalongada com ou sem constrição, exina com cávea, equinado, espinhos cônicos mais longos que largos com ápice pontiagudo, cerca de 12 a 14 espinhos na superfície polar (Cancelli *et al.* 2005, Stanski *et al.* 2013).

Dados ecológicos: ervas perenes volúveis, espécie esciófita a heliófita e seletiva hidrófila, desenvolvem-se no interior das florestas primárias, borda de matas e sobre a vegetação arbustiva (Cabrera & Klein, 1989). No PNSV ocorrem sete espécies: *Mikania cipoensis*, *M. officinalis*, *M. neurocaula*, *M. ramosissima*, *M. leiolaena*, *M. microphylla* e *M. sessilifolia* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

### *Senecio* L.

Figura 10 h-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho pequeno a médio, tricolporados, endoabertura lalongada sem constrição, exina com cávea, equinado, espinhos cônicos mais longos do que largos com ápice levemente arredondado, cerca de 14 a 17 espinhos na superfície polar (Cancelli *et al.* 2005, Stanski *et al.* 2018).

Dados ecológicos: herbácea, ocorrendo em Campo Rupestre de solo quartzítico pedregoso, afloramentos rochosos e em borda de capão de mata. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem oito espécies: *Senecio adamantinus*, *S. clausenii*, *S. macrotis*, *S. pohlii*, *S. brasiliensis*, *S. dumetorum*, *S. imbricatum* e *S. hatschbachii* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

*Trixis* P. Browne

Figura 10 j-l, Figura 11 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho médio a grande, 3-colporados, endoabertura lalongada sem constrição, microequinado (Cancelli *et al.* 2005, Pereira *et al.* 2008)

Dados ecológicos: arvoreta, arbusto, subarbusto. Ocorre no complexo rupestre, Campo Rupestre, beira de estrada, mata ciliar, Cerrado. No PNSV ocorrem duas espécies: *Trixis nobilis* e *T. Vauthieri* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23, 42-43, 62-63, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

*Vernonia* Schreb.

## Figura 11 b-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho médio, 3-porados, equinolofado, retículo de forma poligonal, composto por 12 lacunas paraporais localizadas na região equatorial e formando “Y”, espinhos pequenos distribuídos sobre o muro (Cancelli *et al.* 2005)

Dados ecológicos: herbácea, ocorre em Campo Rupestre no entorno do Parque Nacional das Sempre-Vivas, porém não há identificação a nível específico. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem 37 espécies: *Vernonia adamantium*, *V. adenophylla*, *V. alpestris*, *V. buddleiifolia*, *V. carduoides*, *V. cordigera*, *V. coriacea*, *V. cotoneaster*, *V. eremophila*, *V. fruticulosa*, *V. herbacea*, *V. laxa*, *V. lilacina*, *V. linearifolia*, *V. mariana*, *V. muricata*, *V. obovata*, *V. olaefolia*, *V. polyanthes*, *V. psilophylla*, *V. pycnostachya*, *V. rufogrisea*, *V. salzmannii*, *V. saxicola*, *V. scapigera*, *V. scaposa*, *V. schwenkiaefolia*, *V. schwenkiifolia*, *V. simplex*, *V. spixiana*, *V. stricta*, *V. subcarduoides*, *V. subcordata*, *V. tomentella*, *V. varroniaefolia*, *V. vepretorum* e *V. Warmingiana* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

## Begoniaceae C. Agardh

*Begonia* L.

## Figura 11 d-g

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho muito pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada, psilado (Lorente *et al.* 2017).

Dados ecológicos: hábito arbustivo, herbáceo, liana e subarbustivo ocorrendo em Campo Úmido. No PNSV ocorre apenas uma espécie: *Begonia grisea* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 32-33, 52-53, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103

cm de profundidade.

Berberidaceae Juss.

*Berberis* L.

Figura 11 h-k

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho pequeno a médio, as aberturas variam muito em um mesmo espécime, podendo ser espiroaperturado ou consistindo em partes sinuosas de espirais incompletas, foveolado, psilado, rugulado, microrreticulado (Erdtman 1952, Blackmore & Heath 1984, Perveen & Qaiser 2010).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo em Campo Rupestre. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem cinco espécies: *Berberis campos-portoi*, *B. fortunei*, *B. glazioviana*, *B. lauriana* bilb. e *B. laurina* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Betulaceae Gray,

*Alnus* Mill.

Figura 11 l, Figura 12 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato, tamanho pequeno a médio, 4-5-6-7 porados, poros com vestíbulo, espessamento da exina em torno do poro que se estende formando arcos de poro a poro, psilado-escabrado (Leopold *et al.* 2012).

Dados ecológicos: arbóreo ocorrendo em floresta montana, nativa dos Andes do norte da Argentina (Markgraf & D'Antoni 1978, Joly 2002). Não ocorre no Brasil, porém, devido à morfologia polínica e seu padrão de dispersão anemófilo, a ocorrência no

testemunho pode ser explicada pelo transporte aéreo de longa distância (Roth & Lorscheitter 1993, Markgraf & D'Antoni 1978, Joly 2002, Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 e 82-83 cm de profundidade.

Bignoniaceae Juss.

*Jacaranda* Juss.

Figura 12 b-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato-esferoidal a prolato, tamanho médio a grande, 3-colporados, reticulado (Bove & Barth 1992).

Dados ecológicos: possui hábito variado, podendo ser árvore, sub-arbusto, arbusto, erva e arvoreta ocorrendo em Campo Rupestre, afloramento rochoso, Campo Limpo Seco e Cerrado. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem oito espécies: *Jacaranda caroba*, *J. cuspidifolia*, *J. irwinii*, *J. jasminoides*, *J. oxyphylla*, *J. paucifoliata*, *J. puberula* e *J. racemosa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 e 112-113 cm de profundidade.

*Tabebuia* Gomes ex DC.

Figura 12 f-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato a prolato, tamanho médio a grande, 3-colpado, microreticulado (Bove & Barth 1992).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo principalmente no Cerrado, mas também na Floresta Estacional e Campo Rupestre. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem três espécies: *Tabebuia insignis*, *T. ochracea* e *T. pumila* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 62-63, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Burseraceae Kunth.

*Protium* Burm.f.

Figura 12 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada, retangular ou circular, psilado (Cruz 1987).

Dados ecológicos: árvore e arvoreta ocorrendo no Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual e mata de galeria. Duas espécies ocorrem no PNSV: *Protium heptaphyllum* e *P. spruceanum* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: 12-13, 22-23, 42-43 e 82-83 cm de profundidade.

Cannabaceae Martinov

*Celtis* L.

Figura 12 l, Figura 13 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato a oblato-esferoidal, tamanho pequeno a médio, 3-porado, raramente 4-porado, poro com ânulo, psilado a escabrado (Cruz-Barros *et al.* 1997b).

Dados ecológicos: árvore ou arbusto, comuns em florestas secundárias (Souza & Lorenzi 2008) e matas de galeria. Ocorrem três espécies em Diamantina: *Celtis brasiliensis*, *C. iguanea* e *C. pubescens* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: 02-03 e 12-13 cm de profundidade.

*Trema* Lour.

### Figura 13 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 2-porado, raramente 3-porado, escabrado (Cruz-Barros *et al.* 1997b).

Dados ecológicos: árvore ou arbusto, comuns em florestas secundárias e matas de galeria. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie: *Trema micranta* (Souza & Lorenzi 2008, Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: 02-03, 12-13, 22-23, 42-43 e 62-63 cm de profundidade.

### Caryocaraceae Szyszyl.

#### *Caryocar* L.

### Figura 13 f-i

Morfologia polínica: mônades, isopolares, subprolatos a prolato-esferoidais, de tamanho grande, 3-colporados, raramente 2-colporados, algumas vezes parassincolpados, golpes longos, com margens destacadas, endoaberturas lalongadas, sem constrição mediana, reticulado heterobrocado nos mesocolpos, ornamentação nas margens, lóbulos equatoriais e apocolpos finamente esculturada, sexina se espessa nos polos formando apocolpos destacados e, no equador, formando lóbulos e arcos equatoriais salientes sobre as endoaberturas, um de cada lado do colpo (Erdtman 1952, Barth 1966).

Dados ecológicos: arbóreo. *Caryocar brasiliense*, o pequizeiro, é árvore semidecídua, característica e nativa do Cerrado (Souza & Lorenzi 2008), onde constitui uma das espécies arbóreas mais abundantes. Ocorre no Cerradão e no Cerrado (stricto sensu) (Goodland & Ferri 1979, Almeida *et al.* 1998, Faleiro 2007, Mendonça *et al.* 2008).

Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie e uma subespécie: *Caryocar brasiliense* e *C. brasiliense* subs. *brasiliense* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43 e 82-83 cm de profundidade.

Celastraceae R.Br.

*Maytenus* Molina

Figura 13 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporados, reticulado. (Cruz-Barros *et al.* 2005).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo. É um táxon típico de floresta (Cassino 2015).

No PNSV ocorrem duas espécies em mata paludosa: *Maytenus robusta* e *M. schumanniana* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 72-73 cm de profundidade.

Convolvulaceae Juss.

*Merremia* Dennst. ex Endl.

Figura 13 l, Figura 14 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato a oblato-esferoidal, tamanho grande, 3-colporado, microrreticulado, com báculos supratectais distintos ou concrecidos (Melhem & Corrêa 1987).

Dados ecológicos: liana em Campo e Cerrado lato-senso. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem seis espécies: *Merremia cissoides*, *M. digitata*, *M. ericoides*, *M. flagellaris*, *M. macrocalyx* e *M. tomentosa* (Flora do Brasil 2020, CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23, 82-83 e 102-103 cm de profundidade.

Cucurbitaceae A. Juss.

*Cayaponia* Silva Manso

## Figura 14 b

Morfologia polínica: mônade, isopolar a apolar, esferoidal a suboblato, tamanho grande a gigante, 3 a 8-zonoporado ou pantoporado, espinhoso, espinhos grandes pontiagudos intercalados por inúmeros espículos pontiagudos ou de ápice arredondados (Barth *et al.* 2005).

Dados ecológicos: erva ou liana em Campo Rupestre. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina há registro de coleta de uma espécie: *Cayaponia espelina* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

*Fevillea L.*

## Figura 14 c-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho pequeno, 3-colporado, endoabertura circular, estriado (Lima *et al.* 2010).

Dados ecológicos: liana ocorrendo em Mata Decídua e borda de mata. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem três espécies: *Fevillea albiflora*, *F. passiflora* e *F. trilobata* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

## Cunnoniaceae R.Br.

*Weinmannia L.*

## Figura 14 f-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho muito pequeno, 3-colporado, endoabertura de difícil visualização, psilado a microreticulado (Melhem & Bissa

1984a).

Dados ecológicos: arbóreo a arbustivo, ocorrendo em Campo Rupestre e Floresta Montana. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem 2 espécies: *Weinmannia paulliniifolia* e *W. pinnata* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 32-33, 62-63, 72-73, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Droseraceae Salisb.

*Drosera* L.

Figura 14 j-k

Morfologia polínica: tétrades tetraédricas ou romboidais, heteropolar ou apolar, tamanho grande, cada grão de pólen 1-porado ou inaperturado, equinado e espiculado. (Melhem & Bissa 1985).

Dados ecológicos: erva, ocorrendo em Campo Rupestre em solo arenoso e pedregoso, frestas de rochas, margem de riacho, afloramento rochoso e em Campo Limpo Úmido sobre turfeiras. No PNSV ocorrem 11 espécies: *Drosera ascendens*, *D. camporupestris*, *D. communis*, *D. graminifolia*, *D. grantsau*, *D. hirtella*, *D. latifolia*, *D. montana*, *D. spiralis*, *D. tentaculata*, *D. tomentosa* (CRIA 2020; Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

Elaeocarpaceae Juss.

*Sloanea* L.

Figura 14 l, Figura 15 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato esferoidais a prolato-esferoidais, tamanho

pequeno 3-colporado, endoabertura circular a lalongada “em forma de H”, psilado, microrreticulado ou escabrado (Roubik & Moreno 1991).

Dados ecológicos: árvore, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual e mata de galeria. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem duas espécies: *Sloanea guianensis* e *S. hirsuta* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 72-73, 82-83 e 92-93 cm de profundidade.

Ericaceae Juss.

*Gaylussacia* Kunth.

Figura 15 d-e

Morfologia polínica: tétrades tetraédricas calimadas, tamanho médio, 3-colporado, coaperturada, endoabertura lalongada de difícil visualização, fossulado. (Corrêa & Cruz-Barros 2011)

Dados ecológicos: arbusto, árvore ou subarbusto; ocorrendo duas espécies no PNSV em afloramento rochoso, Campo Limpo Úmido e vereda: *Gaylussacia brasiliensis* e *G. virgata* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Euphorbiaceae Juss.

*Alchornea* Sw.

Figura 15 f-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, endoaberturas lalongada, microrreticulado a rugulado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados ecológicos: arbusto e árvore, ocorrendo na vegetação de galeria em Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado *lato senso*, Campo Limpo, Cerrado Rupestre e Campo Rupestre. No PNSV ocorrem duas espécies: *Alchornea glandulosa* e *A. triplinervia* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

*Chamaesyce* Gray. (sin. het. *Euphorbia* L.)

Figura 15 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho muito pequeno, 3-colporado, escabrado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados ecológicos: possui hábito herbáceo, ocorrendo principalmente no Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado Ralo e Cerrado *lato senso*. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie: *Chamaesyce selloi* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 102-103 cm de profundidade.

*Croton* L.

Figura 15 l

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho muito grande, inaperturado, exina com padrão-croton na qual as unidades de ornamentação têm, predominantemente, 5-8 subunidades de ornamentação triangulares (Corrêa *et al.* 2010).

Dados ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, subarbustivo e liana, ocorrendo em afloramento rochoso em Campo Limpo Úmido e Campo Sujo. No PNSV ocorre uma espécie: *Croton campestris* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 112-113 cm de profundidade.

*Euphorbia* L.

Figura 16 a-d

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato a prolato-esferoidal, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada a lolongada, reticulado-cristado a microrreticulado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo ou subarbustivo ocorrendo em Campo Úmido, afloramento rochoso, Cerrado Rupestre e Campo Limpo. No PNSV ocorrem duas espécies: *Euphorbia goyasensis* e *E. sipolisi* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 82-83 e 102-103 cm de profundidade.

*Microstachys* A. Juss.

Figura 16 e-h

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato esferoidal a subprolato, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada, exina com cávea, microreticulado homobrocado (Sakugawa *et al.* 2019).

Dados ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbóreo, subarbustivo ou herbáceo, ocorrendo no Cerrado e em Mata úmida. Em Diamantina ocorrem nove espécies: *Microstachys bidentata*, *M. corniculata*, *M. daphnoides*, *M. daphnoies*, *M. glandulosa*, *M. heterodoxa*, *M. hispida*, *M. marginata*, *M. salicifolia* e *M. serrulata* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 42-43, 62-63, 82-83, 92-93 e 102-103

cm de profundidade.

*Sapium* Jacq.

Figura 16 i-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato a prolato, tamanho médio a grande, 3-colporado, endoabertura lalongada com costa, psilado-perfurado (Corrêa *et al.* 2010, Sakugawa 2019).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo no Cerrado, Campo Limpo, mata de galeria e Campo Rupestre. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem cinco espécies: *Sapium glandulatum*, *S. glandulosum*, *S. haemospermum*, *S. marginatum spathulatum* e *S. obovatum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 42-43 cm de profundidade.

*Sebastiania* Spreng.

Figura 16 l, Figura 17 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato-esferoidal a oblato-esferoidal, tamanho muito pequeno a pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada, microrreticulado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados ecológicos: arbóreo, arbustivo e subarbustivo, ocorrendo no Cerrado *lato senso*, Cerrado Ralo, Campo Rupestre, Campo Sujo, mata seca semidecídua e Mata de Galeria. No PNSV ocorrem duas espécies: *Sebastiania marginata* e *S. myrtilloides* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Fabaceae Lindl.

*Aeschynomene* L.

Figura 17 d-g

Morfologia polínica: mônade, tamanho pequeno a médio, oblato a prolato, 3-colporado, endoabertura lolongada, lalongada ou circular, reticulado, microreticulado ou rugulado (Antonio-Domingues *et al.* 2018).

Dados ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo ou subarbustivo, ocorrendo no Cerrado *lato sensu*, Campo Limpo Úmido, Cerrado Rupestre, mata e vereda. No PNSV ocorrem duas espécies: *Aeschynomene riedeliana* e *A. vogelii* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 52-53 cm de profundidade.

*Anadenanthera* Speg.

Figura 17 h-i

Morfologia polínica: políade plano-circular, com oito grãos centrais (quatro em cada plano) margeados por uma crista circular composta pelos demais oito grãos, políades de tamanho médio, cada pólen tem de 4-6 poros situados sempre na parede de contato com os outros grãos de pólen, areolado (Buriel *et al.* 2010).

Dados ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual.

Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem duas espécies: *Anadenanthera colubrina* e *A. macrocarpa* (CRIA 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 42-43 e 62-63 cm de profundidade.

*Centrosema* (DC.) Benth.

Figura 17 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, esferoidal, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lolongada operculada, opérculo sensível à acetólise podendo cair, reticulado, com muros sinuosos e lumens menores junto as aberturas (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados ecológicos: herbáceo, liana e subarbusto, ocorrendo em campo aberto de Cerrado, em áreas esparsas de afloramento rochosos e Campo Rupestre. No PNSV ocorrem duas espécies: *Centrosema brasilianum* e *C. venosum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43cm de profundidade.

*Chamaecrista* Moench.

Figura 17 l, Figura 18 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato a subprolato, tamanho médio, 3-colporados; colporos com margem, com ou sem constrição na região mediana, parecendo sincolpados ou parassincolpados, endoabertura lalongada de difícil visualização, microrreticulado a psilado (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados Ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, subarbustivo e liana, ocorrendo em Cerrado, Campo Rupestre, capão de mata, campo arenoso em afloramento rochoso e próximo de cursos d'água. No PNSV ocorrem vinte e sete espécies: *Chamaecrista aurivilla*, *C. bracteolata*, *C. cardiostegia*, *C. catártica*, *C. cipoana*, *C. conferta*, *C. conferta conferta*, *C. debilis*, *C. desvauxii*, *C. desvauxii brevipes*, *C. desvauxii malacophylla*, *C. desvauxii var. brevipes*, *C. desvauxii var. glauca*, *C. desvauxii var. malacophylla*, *C. exsudans*, *C. gumminans*, *C. hedysaroides*, *C. kirkbridei*, *C. lamprosperma*, *C. neesiana*, *C. nictitans*, *C. olesiphylla*, *C. orbiculata*, *C. ramosa*, *C. ramosa erythrocalyx*, *C. rossicorum*, *C. rotundata* e *C. semafora*.(CRIA

2020, Flora do Brasil 2020)

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43, 52-53, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

*Crotalaria* L.

Figura 18 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho pequeno, 3-colporado, cólporo constricto na região mediana, endoabertura lalongada de difícil visualização, reticulado (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, herbáceo e subarbustivo, ocorrendo em campo aberto de Cerrado, afloramento rochoso, borda de capão, Campo Rupestre, capão de mata próximo de curso d'água e Cerrado Rupestre.

No PNSV ocorrem três espécies: *Crotalaria micans*, *C. rufipila* e *C. unifoliolata*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020)

Ocorrência no testemunho: nível 82-83 cm de profundidade.

*Desmodium* Desv.

Figura 18 f-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato a prolato, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada, areolado (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados Ecológicos: herbáceo, arbustivo e subarbustivo, ocorrendo em Campo Rupestre, Campo Limpo, Cerrado *lato senso*. Não há registro para o PNSV, mas ocorre em Diamantina, porém, não há identificação a nível de espécie (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 62-63, 72-73 e 102-103 cm de profundidade.

*Machaerium* Pers.

Figura 18 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato-esferoidal a subprolato, tamanho pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada ou retangular, microrreticulado (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados Ecológicos: arbustivo, arbóreo e liana, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem sete espécies: *Machaerium acutifolium*, *M. brasiliense*, *M. hirtum*, *M. opacum*, *M. punctatum*, *M. sericiflorum*, *M. villosum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 cm de profundidade.

*Mimosa* L.

Figura 18 l, Figura 19 a

Morfologia polínica: tétrade tetraédrica, tétrade de tamanho pequeno, grãos de pólen porados, areolada (Salgado-Labouriau 1973).

Dados Ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, subarbustivo e liana, ocorrendo em Campo Rupestre com capões de mata próximos a cursos d'água. No PNSV ocorrem seis espécies: *Mimosa aurivillus*, *M. hirsutíssima*, *M. maguirei*, *M. paucifolia scoparia*, *M. peduncularis*, *M. xanthocentra* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

*Piptadenia* Benth.

Figura 19 b-c

Morfologia polínica: políade elíptica em vista lateral e circular a subtriangular em vista frontal, composta por mais de 12 grãos de pólen, políade de tamanho médio, 4 poros por grão de pólen, psilada (Roubik & Moreno 1991).

Dados Ecológicos: Arbustivo, arbóreo e liana, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem 2 espécies: *Piptadenia adiantoides* e *P. obliqua*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13 e 22-23 cm de profundidade.

*Stylosanthes* Sw.

Figura 19 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho médio, 3-colpados, colpos operculados, frequentemente rompidos na região polar, microrreticulado, com lumens menores ao redor dos colpos (Silvestre-Capelato & Melhem 1997).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser herbáceo, arbóreo e subarbustivo, ocorrendo em Campo Úmido. No PNSV ocorre 1 espécie: *Stylosanthes gracilis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 102-103 cm de profundidade.

Gentianaceae Juss.

*Chelonanthus* Gilg.

Figura 19 f-g

Morfologia polínica: tétrade tetraédrica, tétrade de tamanho médio a grande, 3 poros por grão de pólen, reticulado heterobrocado (Nilsson 2002).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, ocorrendo em ampla distribuição. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre 1 espécie: *Chelonanthus viridiflorus*

(CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 02-03 cm de profundidade.

*Voyria* Aubl.

Figura 19 h-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar a subisopolar, oblato a prolato, tamanho pequeno, (1)-2-3-(4)-porado, psilado (Ferreira *et al.* 2012).

Dados Ecológicos: herbácea, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual, possui características saprofiticas micro-heterotróficas e holoparasitas (Melo & Alves 2013).

Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem 2 espécies: *Voyria aphylla* e *V. spruceana*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 e 12-13 cm de profundidade.

Haloragaceae R.Br.

*Laurembergia* P.J. Bergius

Figura 19 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato a oblato esferoidal, tamanho médio, 6-zonoporado, poros nem sempre equidistantes, escabrado (Ybert *et al.* 2017a).

Dados ecológicos: herbáceo, raramente arbustivo; aquáticas submersas ou emergentes, em áreas alagáveis e lagoas temporárias (Mizumi *et al* 2019, Praglowski 1970, Souza & Lorenzi 2005). Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie:

*Laurembergia tetrandra* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 cm de profundidade.

Lamiaceae Martinov

*Hyptis* Jacq.

Figura 19 l, Figura 20 a

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato a oblato esferoidal, tamanho médio, 6-colpado, reticulado heterobrocado (Corrêa & Esteves 1996).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser herbáceo, arbustivo, arbóreo e subarbustivo, ocorrendo no Campo Limpo, no Cerrado Rupestre e no Campo Rupestre, Campo Úmido, Cerrado *lato sensu* e Cerradão. No PNSV ocorre uma espécie: *Hyptis passerina* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 42-43 e 92-93 cm de profundidade.

Lentibulariaceae Rich.

*Utricularia* L.

Figura 20 b-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato, tamanho médio, 9-10-zonocolporado, endoabertura endocingulada, microreticulado na área polar, mesocolporo psilado (Ybert *et al.* 2017b).

Dados Ecológicos: herbácea, em geral aquática, ocorrendo em Campo Úmido, afloramento rochoso, Campo Rupestre, Campo Limpo Úmido e vereda (simpátrica com *Drosera*) (Mendonça *et al.* 2008). No PNSV ocorre nove espécies: *Utricularia amethystina*, *U. laciniata*, *U. nana*, *U. neottioides*, *U. nervosa*, *U. praelonga*, *U. purpureocaerulea*, *U. subulata*, *U. tricolor* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03 e 22-23 cm de profundidade.

Lythraceae J.St.-Hil.

*Cuphea* P. Browne

## Figura 20 f

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato a suboblato, tamanho pequeno, 3-(4)-colporado, sincolporado ou não, endoarbertura lalongada ou lolongada, estriado a estriado-rugulado (Melhem & Bissa 1984b).

Dados Ecológicos: herbáceo, arbustivo e subarbustivo em substrato aquático ou terrícola, ocorrendo em Campo Limpo arenoso e úmido e Campo Rupestre. No PNSV ocorrem duas espécies: *Cuphea acinos* e *C. ericoides* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 72-73 cm de profundidade.

## Malpighiaceae Juss.

*Byrsonima* Rich. ex Kunth

## Figura 20 g-j

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, endoarbertura lalongada constricta ou não, microreticulado (Makino 1986).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo e subarbustivo ocorrendo no Cerrado e em mata úmida. No PNSV há registro de coleta, porém, não identificado a nível de espécie (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

## Malvaceae Juss.

## Malvaceae não identificada.

## Figura 20 k-l

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho médio, inaperturado,

espinhoso.

Dados ecológicos: não foi possível a diferenciação a nível de gênero, classificando-o como hábito variado com ampla distribuição.

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 32-33, 42-43, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

### *Triumfetta* L.

Figura 21 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho médio a grande, 3-colporado, com fastígio, endoabertura lalongada retangular, reticulado heterobrocado, com lumens do retículo menores na região apertural (Saba 2007).

Dados Ecológicos: arbustivo e subarbustivo, ocorrendo no Cerrado e mata de galeria.

Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem três espécies: *Triumfetta abutiloides*, *T. longicoma* e *T. semitriloba* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 62-63 cm de profundidade.

### *Waltheria* L.

Figura 21 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio a grande, 3(-4)-5(-6)(-7)-zonocolporado, presença de costa e fastígio. Ocorre dimorfismo polínico entre os morfos florais (heterostilia), com ectoaberturas curtas na forma brevistila, e alongadas com extremidades afiladas na forma longistila. Os grãos de pólen de *Waltheria* possuem dois padrões de ornamentação: bireticulado (suprareticulado, ou seja, com microretículo dentro do lumen do retículo) em morfos longistilos e microequinados a equinados nos morfos brevistilos (Saba 2007, Saba &

Santos 2015).

Dados ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo e subarbustivo ocorrendo no Cerrado e em mata úmida. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem dez espécies: *Waltheria ackermanniana*, *W. biribiricensis*, *W. cinerescens*, *W. communis*, *W. ferruginea*, *W. indica*, *W. polyantha*, *W. selloana*, *W. terminans* e *W. viscosissima*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43cm de profundidade.

Melastomataceae A. Juss.

Figura 21 f-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a perprolato, tamanho pequeno à médio, heterocolpado (3-colporado e 3-colpado ou 3-pseudocolpado), de superfície ondulada, psilada, estriada, rugulada, verrucada ou reticulada (Erdtman 1952, Huang 1972, Salgado-Labouriau 1973, Roubik & Moreno 1991). Não foi possível a diferenciação a nível de gênero devido à grande similaridade morfológica, configurando-se como uma família estenopolínica.

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, liana e subarbustivo, ocorrendo em ampla distribuição (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83, 92-93, 102-103 e 112-113 cm de profundidade.

Moraceae Gaudich.

*Helicostylis* Trécul.

Figura 21 j-k

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato, tamanho pequeno, 2-3-porado, escabrado (Burn & Mayle 2008).

Dados Ecológicos: arbóreo ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem oito espécies: *Helicostylis tomentosa*, *H. asperifólia*, *H. lancifolia*, *H. pedunculata*, *H. poeppigiana*, *H. tomentosa*, *H. turbinata* e *H. linearis*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23, 32-33, 42-43, 52-53 e 92-93 cm de profundidade.

*Sorocea* A.St.-Hil.

Figura 21 l, Figura 22 a-b

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-porado, operculado, rugulado (Cruz-Barros & Silva 2000).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo, em substrato terrícola, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais há registro de sete espécies: *Sorocea bomplandii*, *S. guillemianiana*, *S. hilarii*, *S. ilicifolia*, *S. klotzchiana*, *S. racemosa*, *S. sprucei* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 62-63, 82-83 e 102-103 cm de profundidade.

Myrsinaceae R.Br.

*Myrsine* L.

Figura 22 c-f

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a subprolato, tamanho pequeno, (3-)4(-5)-colpado/colporoidado, psilado (Fonnegra & Melhem 1986).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo em substrato terrícola, ocorrendo em Floresta Montana e úmida. No PNSV ocorrem duas espécies: *Myrsine coriacea* e *M. ferruginea*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 32-33, 42-43, 62-63, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

Myrtaceae Juss.

*Myrcia* DC.

Figura 22 g-j

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato, tamanho pequeno a médio, 3-(4)-colporado, irregularmente parassincolporado, com ou sem fastígio, endoabertura lalongada ou de difícil visualização, rugulado, rugulado-perfurado, granulado ou areolado (Corrêa *et al.* 2018).

Dados Ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, liana e subarbustivo, ocorrendo em afloramento rochoso, capão de mata e Cerrado. No PNSV foi registrada uma ocorrência, porém, a espécie não foi identificada (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43, 62-63, 72-73 cm de profundidade.

Olacaceae R.Br.

*Aptandra* Miers.

Figura 22 k-l

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato, quadrangular em vista polar, tamanho pequeno, 4-poroidado, microreticulado (Grímsson *et al.* 2017).

Dados Ecológicos: arbóreo, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorre uma espécie: *Aptandra tubicina*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23, 82-83 cm de profundidade.

*Heisteria* Jacq.

Figura 23 a-b

Morfologia polínica: mônade, heteropolar, oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 3-sincolpado (as 3 aberturas se unem em apenas um dos pólos), granuloso, grânulos de difícil visualização (Corrêa & Cruz-Barros 2011).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo ocorrendo no Cerrado. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorrem onze espécies: *Heisteria barbata*, *H. cf. ovata*, *H. citrifolia*, *H. cyanocarpa*, *H. densifrons*, *H. duckei*, *H. flexuosa*, *H. iquitensis*, *H. ovata*, *H. perianthomega* e *H. silvanii*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 22-23, 52-53, 82-83 cm de profundidade.

Orobanchaceae Vent.

*Buchnera* L.

Figura 23 c-d

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a subprolato, tamanho médio, 4-5-colpado, perfurado (Sosa & Salgado 2016).

Dados Ecológicos: herbáceo e subarbustivo, ocorrendo em Cerrado, Campo Rupestre, Campo Úmido, Cerrado Úmido, Campo Limpo e vereda. No PNSV ocorrem duas espécies: *Buchnera lavandulaceae* e *B. palustres* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 32-33, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73 e 102-103

cm de profundidade.

#### Phyllanthaceae Martinov

##### *Hyeronima* Allemão

Figura 23 e-f

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada com costa, microrreticulado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados Ecológicos: arbóreo, ocorrendo no Cerrado. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais há registro de ocorrência de duas espécies: *Hyeronima alchorneoides* e *H. oblonga*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 102-103 cm de profundidade.

##### *Phyllanthus* L.

Figura 23 g-h

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato a subprolato, tamanho médio, 4-colporado, endoabertura lalongada com costa, microrreticulado (Corrêa *et al.* 2010).

Dados Ecológicos: possui hábito variado podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, liana e subarbustivo, ocorrendo em ampla distribuição. No PNSV ocorre uma espécie: *Phyllanthus orbicularis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 32-33, 42-43, 72-73 cm de profundidade.

#### Picramniaceae Fernando & Quinn

##### *Picramnia* Sw.

Figura 23 i-l

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho pequeno, 3-colporado,

endoabertura pouco visível, estriado, estrias longitudinais e paralelas (Roubik & Moreno 1991).

Dados Ecológicos: arbóreo, arbustivo e subarbustivo, ocorrendo em Cerrado. No PNSV existe ocorrência de um táxon sem identificação de espécie (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13 e 42-43 cm de profundidade.

Polygalaceae Hoffmanns. & Link

*Polygala* L.

Figura 24 a-b

Morfologia polínica: mônade, isopolar, esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio, (7-)8(-9)-zonocolporados, endoabertura endocingulada, provida de costa, microrreticulado (Cruz-Barros *et al.* 2005).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, herbáceo, liana e arbustivo ocorrendo em campo aberto do Cerrado, em áreas esparsas de afloramento rochosos, Campo limpo, Mata de galeria, vereda, Campo Úmido, Campo Rupestre e Cerrado úmido. No PNSV ocorrem seis espécies: *Polygala celosioides*, *P. glochidiata*, *P. herbiola*, *P. hygrophila*, *P. pseudoerica*, *P. tenuis* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

Portulacaceae Juss.

*Portulaca* L.

Figura 24 c-d

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, tamanho médio, pantocolpado, equinado (Kim 2013, Santos *et al.* 2016).

Dados Ecológicos: herbáceo, ocorrendo em Campo Rupestre e Cerrado. No PNSV ocorrem quatro espécies: *Portulaca cf. eruca*, *P. elatior*, *P. eruca*, *P. hirsutissima* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 02-03 cm de profundidade.

Rubiaceae Juss.

*Borreria latifolia* (Aubl.) K. Schum.

Figura 24 e-h

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a subprolato, tamanho médio a grande, 8-9-10-zonocolporado, endoabertura lalongada, pilado-reticulado (Jung-Mendaçolli & Melhem 1994).

Dados Ecológicos: herbáceo e subarborescente, ocorrendo em Cerrado Rupestre, afloramento rochoso em Campo Úmido e afloramento rochoso. Há registro de ocorrência desta espécie no PNSV (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 32-33, 42-43, 52-53, 72-73, 82-83, 92-93 e 102-103 cm de profundidade.

*Borreria verticilata* (L.) G. Mey.

Figura 24 i-l

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato à oblato-esferoidal, tamanho pequeno, 6-7-8- zonocolporado, endoabertura lalongada, tectado-pilada (pilos visíveis em Microscopia Eletrônica de Varredura) ou equinado-perfurado (Jung-Mendaçolli & Melhem 1994, Uczak 2018).

Dados Ecológicos: herbáceo e subarborescente, ocorrendo no campo. Não há registro para o PNSV, mas ocorre em Diamantina (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23, 32-33, 42-43, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

*Declieuxia* Kunth

Figura 25 a-c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio, 3-colporado, endoabertura lalongada, tectado-perfurado, com pilos salientes dentro das perfurações (Uczak 2018).

Dados Ecológicos: hábito variado, arbustivo, herbáceo e subarbustivo, ocorrendo em Campo Rupestre, Cerrado e afloramento rochoso. No PNSV ocorrem duas espécies: *Declieuxia deltoidea* e *D. diantheroides* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 82-83 cm de profundidade.

*Diodia* L.

Figura 25 d-e

Morfologia polínica: mônade, isopolar; suboblato a oblato-esferoidal, tamanho médio a grande, 7-8-9-10-11-12-zonocolporado, endoabertura endocingulada provida de costa, equinado-perfurado (Uczak 2018).

Dados Ecológicos: herbáceo e subarbustivo ocorrendo em Cerrado e mata úmida. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina correm duas espécies: *Diodia apiculata* e *D. multiflora* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 102-103 cm de profundidade.

*Guettarda* L.

Figura 25 f-g

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho médio, 3-4-colporado, cólporo provido de costa, endoabertura lalongada de difícil visualização, reticulado heterobrocado (Jung-Mendaçolli & Melhem 1994, Uczak 2018).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo no Cerrado *lato sensu*, Cerradão e Mata de Galeria. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem quatro espécies: *Guettarda angelica*, *G. brasiliiana*, *G. sericea*, *G. viburnoides* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 92-93 cm de profundidade.

*Mitracarpus* Zucc. ex Schult. & Schult.f.

Figura 25 h-i

Morfologia polínica: mônade, isopolar, suboblato a prolato-esferoidal, tamanho pequeno, (5)-6-zonocolpado ou 5-10-zonocolporado, endoabertura lalongada, microequinado, granuloso, perfurado ou perfurado-microreticulado (Souza 2008).

Dados Ecológicos: hábito variado (arbustivo, herbáceo e subarbustivo), ocorrendo no campo. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem duas espécies: *Mitracarpus humboldtianus* e *M. villosus*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 32-33 e 42-43 cm de profundidade.

*Posoqueria* Aubl.

Figura 25 j-l

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a suboblato, tamanho médio a grande, 3- (4)-colporado, endoabertura lalongada ou lolongada, presença de um orifício circular, bem delimitado na região de intersecção da endoabertura com o colpo, e provido de costa, reticulado heterobrocado (Jung-Mendaçolli & Melhem 1994, Uczak 2018).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo no Cerrado e em mata úmida. No PNSV ocorre uma espécie: *Posoqueria latifolia* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 72-73 cm de profundidade.

*Psychotria* L.

Figura 26 a-b

Morfologia polínica: mônade, apolar, esferoidal, inaperturado, microrreticulado ou reticulado com espículos suprategmiais (Uczak 2018).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, liana e subarbustivo, ocorrendo em ampla distribuição. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem vinte e uma espécies: *Psychotria bahiensis*, *P. barbiflora*, *P. capitata*, *P. hervinha*, *P. hoehnei*, *P. hoffmannseggiana*, *P. hygrophiloides*, *P. leiocarpa*, *P. malaneoides*, *P. melaneoides*, *P. microcarpa*, *P. nemorosa*, *P. proxima*, *P. pubigera*, *P. rupestres*, *P. sessilis*, *P. stachyoides*, *P. vellosiana*, *P. vogelii*, *P. warmingii*, *P. xantholoba* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 32-33, 42-43, 62-63, 72-73 e 82-83 cm de profundidade.

*Tocoyena* Aubl.

Figura 26 c-d

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal, tamanho médio a grande, 3-(4)-pororado (poro com endoabertura circular), poro com ânulo, reticulado heterobrocado (Salgado-Labouriau 1973, Miranda *et al.* 1993, Ybert *et al.* 2018).

Dados Ecológicos: arbóreo, arbustivo e subarbustivo, ocorrendo no cerrado. No PNSV ocorre uma espécie: *Tocoyena formosa* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

Rutaceae A. Juss.

*Citrus* L.

Figura 26 e-f

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho pequeno a médio, 4-5-colporado, endoabertura lalongada, reticulado ou microreticulado (Barth 1989, Al-Anbari *et al.* 2015).

Dados Ecológicos: arbustivo, em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas diversas espécies ocorrem em ampla distribuição no Estado de Minas Gerais (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 22-23 cm de profundidade.

*Zanthoxylum* L.

Figura 26 g-h

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato a prolato esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada, reticulado-estriado próximo aos cólporos à reticulado nos mesocólporos (Corrêa *et al.* 1992).

Dados Ecológicos: arbóreo e arbustivo, ocorrendo no Cerrado e em Floresta Estacional Semidecidual. No PNSV ocorrem duas espécies: *Zanthoxylum monogynum* e *Z. rhoifolium* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 02-03, 12-13, 22-23, 32-33, 42-43 e 102-103 cm de profundidade.

Sapindaceae Juss.

*Matayba* Aubl.

Figura 26 i-j

Morfologia polínica: mônade, subisopolar; oblato, tamanho médio, 3-colporado, parassincolporado, apocolpo sempre ligeiramente menor em um dos pólos, endoabertura lalongada, rugulado-perfurado ou microreticulado (Luz & Barth 1999).

Dados Ecológicos: arbóreo, arbustivo e subarbustivo ocorrendo no Cerrado. No PNSV ocorrem sete espécies: *Matayba elaeagnoides*, *M. guianensis*, *M. juglandifolia*, *M. marginata*, *M. mollis*, *M. punctata*, *M. stenodictya*. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 02-03cm de profundidade.

Sapotaceae Juss.

*Diploon* Cronquist.

Figura 26 k-l, Figura 27 a-b

Morfologia polínica: mônades, isopolar, subprolato, tamanho pequeno, 4-(5)-colporado, microequinado com microespinhos suprategmiais com variação de tamanho, retos e de ápice arredondado, ornamentação rugulada de difícil visualização, sexina quase da mesma espessura que a nexina, tanto no polo quanto no equador (Melo *et al* 2017).

Dados ecológicos: apresenta hábito arbóreo, ocorrendo em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas no Estado de Minas Gerais ocorre uma espécie: *Diploon cuspidatum* (Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 42-43 cm de profundidade.

Scrophulariaceae Juss.

Figura 27 c-f

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato, tamanho muito pequeno a pequeno, 3-

colporado, endoabertura de difícil visualização, psilado (Corrêa *et al.* 1995).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbusto, erva, liana e subarbusto, ocorrendo em ampla distribuição no Cerrado, campo e Floresta Estacional Semidecidual. (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13 e 22-23 cm de profundidade.

Simaroubaceae DC.

*Simarouba* Aubl.

Figura 27 g-h

Morfologia polínica: mônade, isopolar, prolato esferoidal a esferoidal, tamanho pequeno, 3-colporado, endoabertura lalongada, verrucoso (Roubik & Moreno 1991).

Dados Ecológicos: arbóreo, ocorrendo no Cerrado e em Floresta Estacional Semidecidual. Em Diamantina ocorrem duas espécies: *Simarouba amara* e *S. versicolor* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 22-23 cm de profundidade.

Solanaceae A. Juss.

*Solanum* L.

Figura 27 i-j

Morfologia polínica: mônade, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho pequeno a médio, (2-)3(-4)-colporado, endoabertura lalongada, ou endocingulada (endoabertura formando um anel ao redor do grão de pólen) providas de fastígio, psilado escabrado, microrreticulado, granuloso ou ruguloso (Cruz-Barros *et al.* 2011, Stanski 2014).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, herbáceo, liana e subarbustivo, ocorrendo no campo e Cerrado. No PNSV ocorrem três espécies:

*Solanum gardneri*, *S. lycocarpum*, *S. velleum* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 42-43, 52-53, 62-63, 72-73, 82-83 e 102-103 cm de profundidade.

Symplocaceae Desf.

*Symplocos* Jacq.

Figura 27 k-l, Figura 28 a-b

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato a oblato esferoidal, tamanho médio, 3-colporado, cólporo provido de ânulo, endoabertura circular ou lalongada, psilado ou verrucoso (Barth 1979).

Dados Ecológicos: arbustivo, arbóreo e subarbustivo, ocorrendo no Cerrado e em Floresta Estacional Semidecidual. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem sete espécies e uma variedade: *Symplocos arbutifolia*, *S. crenata*, *S. glaberrima*, *S. lanceolata*, *S. lanceolata* var. *lanceolata*, *S. nitens*, *S. oblongifolia*, *S. phaeoclados* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: nível 12-13 cm de profundidade.

Urticaceae Juss.

*Cecropia* Loefl.

Figura 28 c

Morfologia polínica: mônade, isopolar, subprolato, tamanho pequeno a muito pequeno, 2-porado, psilado nos pólos, com espículos na região equatorial (Barth 1976).

Dados Ecológicos: arbóreo, ocorrem em locais desmatados e em recuperação (Souza & Lorenzi 2008). No PNSV ocorre uma espécie: *Cecropia pachystachya* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 22-23 e 62-63 cm de profundidade.

*Urera* Gaudich.

Figura 28 d

Morfologia polínica: mônade, isopolar a apolar em todas as espécies, oblato-esferoidal (nos isopolares) e esferoidal (nos apolares), tamanho pequeno, (3-4)-porado a 6-8-pantoporado, poro com ânulo e opérculo, espiculado (Corrêa *et al.* 2016).

Dados Ecológicos: possui hábito variado, podendo ser arbustivo, arbóreo, liana e subarbustivo, ocorrendo no Cerrado e mata. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorre uma espécie: *Urera bacifera* (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 22-23, 42-43 e 52-53 cm de profundidade.

Verbenaceae J.St.-Hil.

*Lippia* L.

Figura 28 e-g

Morfologia polínica: mônade, isopolar, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tamanho médio, 3-(4)-colporado, endoabertura lalongada, tectado-perfurado, escabrado ou psilado (Sousa *et al.* 2013).

Dados Ecológicos: hábito variado, podendo ser herbáceo, arbustivo e subarbustivo, ocorrendo no Cerrado *lato senso*, Cerrado Ralo, mata de galeria e brejo. Não há registro para o PNSV, mas em Diamantina ocorrem diversas espécies com ampla distribuição (CRIA 2020, Flora do Brasil 2020).

Ocorrência no testemunho: níveis 12-13, 42-43, 62-63 e 72-73 cm de profundidade.

## Conclusões

Os resultados evidenciaram uma grande riqueza polínica no material sedimentar preservado no testemunho da turfeira Sempre-Viva no intervalo de tempo correspondente aos últimos 32.800 anos cal AP. Os grãos de pólen observados totalizaram 68 famílias, incluindo duas gimnospermas (*Araucaria* e *Podocarpus*) e 114 angiospermas, dentre os quais vários tipos polínicos observados são importantes indicadores paleoambientais e paleoecológicos, podendo sugerir climas frios, climas quentes, e até mesmo um aumento ou diminuição da umidade local. No geral, a riqueza dos tipos polínicos de plantas arbóreas/arbustivas (39,3%) foi maior do que a das herbáceas (29,4%), sendo o restante composto por hábito variado (27,7%) e lianas (3,6%). Os táxons polínicos acima descritos provêm de diferentes fitofisionomias, como a Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Montana, Campo Limpo Úmido, Campo Limpo Seco, Campo Rupestre, Cerradão e Cerrado (*stricto sensu* e *lato sensu*), assim como de plantas aquáticas do próprio local amostrado da turfeira. Durante alguns períodos de tempo foram observados elementos típicos do Cerrado convivendo com a Floresta Montana Nebular de clima frio, o que pode caracterizar ocorrência de comunidades não análogas as encontradas na atualidade. Também observou-se o pólen de *Alnus*, planta nativa da Região dos Andes, o que evidencia o transporte anemófilo de longa distância. O presente catálogo polínico confirmou seu grande potencial como material de referência em reconstituições paleoambientais e paleoclimáticas dos últimos milênios em solos de turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional em Minas Gerais, Brasil.

### **Agradecimentos**

À Coordenação e Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pelo auxílio técnico-administrativo durante a

realização do Mestrado do primeiro Autor, orientado pela Dra Cynthia Fernandes Pinto da Luz. Ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq [Procs. 303666/2018-8, 408162/2018-0, 482815/2001-6 e 408393/2018-1], da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais/FAPEMIG [Procs. APQ-01614-14, PPM-00568-16, APQ-01000-18 e APQ-00597-18] e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP (Procs. 2010/51637-0 e 2012/00676-1). O último Autor agradece ao CNPq pelas Bolsas de produtividade em pesquisa (Procs. 302766/2016-2 e 304271/2019-5).

### **Contribuições dos autores**

Kauê Fonseca: Contribuição para a coleta de dados; contribuição para a análise e interpretação dos dados; contribuição para a preparação do manuscrito.

Ingrid Horák-Terra: Contribuição substancial na concepção e desenho do estudo; contribuição para a coleta de dados; contribuição para a análise e interpretação dos dados; contribuição para a revisão crítica, agregando conteúdo intelectual.

Alexandre Christófaro Silva: Contribuição substancial na concepção e desenho do estudo; contribuição para a coleta de dados.

Pablo Vidal-Torrado: Contribuição substancial na concepção e desenho do estudo; contribuição para a coleta de dados.

Cynthia Fernandes Pinto da Luz: Contribuição para a coleta de dados; contribuição para a análise e interpretação dos dados; contribuição para a revisão crítica, agregando conteúdo intelectual.

### **Conflito de interesse**

Não há conflito de interesse.

## Literatura Citada

- Al-Anbari, A.K., Barusrux, S., Pornpongrungrueng, P. & Theerakulpisut, P.** 2015. Pollen grain morphology of Citrus (Rutaceae) in Iraq. International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES-2015), Kuala Lumpur (Malaysia) Jan. 1-2:1-11.
- Almeida, S.P., Proença, C.E.B., Sano, S.M. & Ribeiro, J.F.** 1998. Cerrado espécies vegetais úteis, Embrapa: Planatina.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., de Moraes Gonçalves, J.L. & Sparovek, G.** 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22: 711-728.
- Antonio-Domingues, H., Corrêa, A.M.S., Rossi, M.L., Martinelli, A.P. & Luz, C.F.P.** 2018. Morphological analysis of pollen grains from heterodynamous stamens of some *Aeschynomene* L. (Leguminosae: Papilionoideae - Dalbergieae). Hoehnea 45: 669-676.
- Backes, P. & Irgang, B.** 2002. Árvores do Sul. Guia de identificação e interesse ecológico. Instituto Souza Cruz, Porto Alegre.
- Barth, O.M.** 1962. Catálogo sistemático dos pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional (Parte complementar: Coniferales). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 60: 199-208.
- Barth, O.M.** 1966. Estudos morfológicos dos pólen em Caryocaraceae. Rodriguésia 37: 351-439.
- Barth, O.M.** 1976. Catálogo Sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional, XXIII - Moraceae. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 74: 295-309.
- Barth, O.M.** 1979. Pollen morphology of Brazilian *Symplocos* species (Symplocaceae). Grana 18: 99-107.
- Barth, O.M.** 1989. O pólen no mel brasileiro. Gráfica Luxor, Rio de Janeiro.
- Barth, O.M. & Barbosa, A.F.** 1974. Catálogo Sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional, XX - Chloranthaceae e Piperaceae. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 73: 101-108.
- Barth, O.M., Luz, C.F.P. & Gomes-Klein, V.L.** 2005. Pollen morphology of Brazilian species of *Cayaponia* Silva Manso (Cucurbitaceae, Cucurbiteae). Grana 44: 129-136.
- Bauermann S.G., Evaldt A.C.P., Zanchin J.R. & Bordignon S.A.L.** Diferenciação polínica de *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thrinax* e implicações paleoecológicas de Arecaceae para o Rio Grande do Sul. IHERINGIA, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 65, n. 1, pp. 35-46
- Benassi, R.F., Pezzato, M.M. & Camargo, A.F.M.** 2001. Produção primária da macrófita aquática *Cabomba furcata* Schul. & Schult. F. em dois rios da bacia do rio Itanhém, SP. In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 8. Resumos. Sociedade Brasileira de Limnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Blackford, J.J.** 1993. Peat bogs as sources of proxy climate data: past approaches and future research. In: Chambers, F.M. Climate change and human impact on the landscape. London: Chapman and Hall, p. 47-56.
- Blackmore, S. & Heath, G.L.A.** 1984. The Northwest European Pollen Flora, 30. Berberidaceae. Review of Palaeobotany and Palynology, 42: 7-21
- Borges, R.L.B., Dos Santos, F.A.R. & Giuliatti, A.M.** 2009 Comparative pollen morphology and taxonomic considerations in Eriocaulaceae Review of Palaeobotany and Palynology 154: 91-105.
- Bove, C.P. & Barth, O.M.** 1992. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXV - Bignoniaceae. Ver. Bras. Biol. 52: 283-292.
- Bradley, R.S.** 1999. Paleoclimatology: reconstructing climates of the quaternary. Academic Press, Elsevier, Oxford, United Kingdom.

- Buril, M.T., Santos, F.A.R. & Alves, M.** 2010. Diversidade polínica das Mimosoideae (Leguminosae) ocorrentes em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 53-64.
- Burn, M.J. & Mayle, F.E.** 2008. Palynological differentiation between genera of the Moraceae family and implications for Amazonian palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149: 187-201.
- Cabrera, A.L. & Klein, R.M.** 1989. Compostas (4. Tribo Eupatorieal). *Flora Ilustrada Catarinense*. 649-750.
- Charman, D.** 2002. Peatlands and environmental change. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- Colinvaux, P., De Oliveira, P.E. & Patiño, J.E.M.** 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Cancelli, R.R., Macedo, R.B., Guerreiro, C.T. & Bauermann, S.G.** 2005. Diversidade polínica em Asteraceae Martinov da Fazenda São Maximiliano, Guaíba, RS. *Pesquisas, Série Botânica* 56: 209-228.
- 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* 65: 201-280.
- Cassino, R.F., Martinho, C.T. & Caminha S.** 2015. Modern pollen spectra of the Cerrado vegetation in two national parks of Central Brazil, and implications for interpreting fossil pollen records. *Review of Paleobotany and Palynology* 223:71-86.
- Cassino, R.F., Martinho, C.T. & Caminha, S.** 2016. Diversidade de grãos de pólen das principais fitofisionomias do cerrado e implicações paleoambientais. *Gaea* 9: 4-29.
- Corrêa, A.M.S.** 1995. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 148-Scrophulariaceae. *Hoehnea* 22: 109-114.
- Corrêa, A.M.S.** 1996. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 196 - Dioscoreaceae. *Hoehnea* 23: 103-106.
- Corrêa, A.M.S. & Esteves, L.M.** 1996. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família:144 - Labiatae. *Hoehnea* 23: 141-145.
- Corrêa, A.M.S.** 2000. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 195 - Smilacaceae. *Hoehnea* 27: 41-44.
- Corrêa, A.M.S., Guimarães, M.I.T.M., Cruz-Barros, M.A.V. & Begale, F.F.** 2005. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 176 - Poaceae. *Hoehnea* 32: 269-282.
- Corrêa, A.M.S., Cruz-Barros, M.A.V., Silvestre-Capelato, M.S.F., Pregun, M.A., Raso, P.G. & Cordeiro, I.** 2010. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 107 - Euphorbiaceae *s.l.* *Hoehnea* 37: 53-69.
- Corrêa, A.M.S. & Cruz-Barros, M.A.V.** 2011. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 67 - Ericaceae, 96 - Olacaceae e 126 - Trigoniaceae. *Hoehnea* 38: 109-113.
- Corrêa, A.M.S., Ferreira, L.G., Ribeiro, V.B.S., Gaglioti, A.L., Neto, S.R. & Guido, B.M.O.** 2016. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: Urticaceae. *Hoehnea* 43: 479-485.
- Corrêa, A.M.S., Rodrigues, S.S., Pscheidt, A.C., Antonio-Domingues, H., Cruz-Barros, M.A.V. & Coelho, C.B.** 2018. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 88 - Myrtaceae. *Hoehnea* 45: 640-662.
- Corrêa, A.M.S., Watanabe, H.M. & Melhem, T.S.** 1992. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 44 - Tiliaceae e 116 -Rutaceae. *Hoehnea* 19: 117-124
- Couturier, P.** 1992. Dispersion of ragweed in the Drome-Ardeche region. *Allergie Immunol.*

24: 27-31.

- CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental).** 2020. SpeciesLink - simple search. Disponível em <http://www.splink.org.br/index> (acesso em 02-I-2020).
- Cruz, M.A.V.** 1987. Flora polínica da Reserva Estadual das Fontes do Ipiranga. Famílias: 2- Winteraceae, 113-Burseraceae, 122-Humiriaceae. *Hoehnea* 14: 1-4.
- Cruz-Barros, M.A.V.** 1994. Palinotaxonomia das Acanthaceae das regiões sul e sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Cruz-Barros, M.A.V. & Granito, C.R.** 1997. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 114 - Anacardiaceae. *Hoehnea* 24: 175-178.
- Cruz-Barros, M.A.V., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Raso, P.G.** 1997. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Famílias: 18- Ulmaceae, 91- Combretaceae, 123- Erythroxylaceae. *Hoehnea* 24: 165-170.
- Cruz-Barros, M.A.V. & Silva, E.L.** 2000 Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 19 - Moraceae. *Hoehnea* 27: 187-191.
- Cruz-Barros, M.A.V., Santos, V.A. & Corrêa, A.M.S.** 2005. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 102- Celastraceae e 128- Polygalaceae. *Hoehnea* 32: 127-135.
- Cruz-Barros, M.A.V., Silva, E.L., Gasparino, E.C., Souza, L.N. & Oliveira, A.C.** 2011. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 136 - Solanaceae. *Hoehnea* 38: 661-685.
- Cruz-Barros, M.A.V. & Souza, L.N.** 2005. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família: 10- Piperaceae. *Hoehnea* 32: 77-85.
- Cruz, D., Domínguez, Y., Valdés, C. M. P., Miranda, V. F. O. & Gasparino, E. C.** 2018. Pollen morphology of selected species of Lentibulariaceae Rich. from Western Cuba based on light microscopy and its taxonomic implications. *Phytotaxa*, 350: 187-200.
- Dantas-Queiroz, M.V. & Luz, C.F.P.** 2015 Palynotaxonomy of Iridaceae Juss. from Goiás and Tocantins States, Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 39: 689-707.
- EMBRAPA - Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal.** 1978. Rio de Janeiro. Boletim Técnico 53:455.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 5a ed.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (An introduction to Palynology. I). Almquist & Wiksell, Stockholm.
- Faleiro, F.G. & Sousa, E.S.** 2007. Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF.
- Fernandes S.F., De Oliveira P.E., Garcia M.J. & Melo M.S.** 2003. Evolução Paleoclimática e Paleoecológica da Floresta de Araucária durante o Último Ciclo Glacial na Cidade de Ponta Grossa-Pr. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Recife.
- Ferreira, M.G., Absy, M.L. & Gonçalves-Esteves, V.** 2012. Pollen morphology of the genera *Irlbachia*, *Tachia*, *Voyria* and *Voyriella* (Gentianaceae Juss.) found in the Reserva Florestal Adolpho Ducke (Amazonas, Brazil). *Acta Botanica Brasilica* 26: 916-923.
- Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> (acesso em 06-IV-2020).

- Fonnegra, G.R. & Melhem, T.S.** 1986. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 74 - Myrsinaceae. *Hoehnea* 13: 9-14.
- Garcia, R.J.F.** 2002. Araucariaceae. In *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo* (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giuliatti, T.S. Melhem, V. Bittrich & C. Kameyama, eds.). Ed. Hucitec. São Paulo. FAPESP, 2: 1-2.
- Giulietti, A.M., Menezes, L.M., Pirani, J.R. & Meguro, M.G.L.** 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 9:1-157.
- Goodland, R.J.A. & Ferri, M.G.** 1979. *Ecologia do Cerrado*. Coleção Reconquista do Brasil Vol. 52, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Grímsson, F., Grimm, G.W. & Zetter, R.** 2017. Evolution of pollen morphology in Loranthaceae. *Grana* 57: 16-116.
- Harf, R., Contassot, J.C., Dechamp, C., Despres, B., Deviller, P., Diter, P., Garcier, Y., Liard, R., Neukirch, F. & Quelin, P.** 1992. Biological and clinical prevalence of pollinosis caused by ragweed of the upper valley of the Rhone corridor. *Allergie Immunol.* 24: 95- 97.
- Henderson, A. & Galeano, G.** 1996. *Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia* (Palmae). *Flora Neotropica* Vol. 72: 1-89.
- Hesse, M., Weber, M. & Halbritter, H.M.** 1999 Pollen walls of Araceae, with special reference to their fossilization potential. *Grana* 38: 203-209.
- Hesse, M., Weber, M., Halbritter, H., Harley, M.M., Morton, C.M. & Blackmore, S.** 2000. A comparative study of the polyplcate pollen types in Arales, Laurales, Zingiberales and Gnetales. *Pollen and spores: morphology and biology* Kew, UK. Royal Botanic Gardens, 227-239.
- Horák, I., Vidal-Torrado, P., Silva, A.C. & Pessenda, L.C.R.** 2011. Pedological and isotopic relations of a highland tropical peatland, Mountain Range of the Espinhaço Meridional (Brazil). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35: 41-52.
- Horák-Terra, I.** 2014. Late pleistocene-holocene environmental change in Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais State, Brazil) reconstructed using a multi-proxy characterization of peat cores from mountain tropical mires. Tese, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Horák-Terra, I., Martínez Cortizas, A., Camargo, P.B., Silva, A.C. & Vidal-Torrado, P.** 2014. Characterization of properties and main processes related to the genesis and evolution of tropical mountain mires from Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brazil. *Geoderma* 232: 183-197.
- Horák-Terra, I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., López, P.R., Silva, A.C. & Vidal-Torrado, P.** 2015. Holocene climate change in central-eastern Brazil reconstructed using pollen and geochemical records of Pau de Fruta mire (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 437: 117-131.
- Horák-Terra, I., Cortizas, A.M., Luz, C.F.P., Silva, A.C., Mighall, T., Camargo, P.B., Mendonça-Filho, C.V., De Oliveira, P.E., Cruz, F.W. & Vidal-Torrado, P.** 2020. Late Quaternary vegetation and climate dynamics in central - eastern Brazil: insights from a ~35k cal a BP peat record in the Cerrado biome. *Journal of Quaternary Science* 35: 664-676.
- Huang, T.S.** 1972. *Pollen flora of Taiwan*. National Taiwan University Botany Department Press.
- Immirzi, C.P., Maltby, E. & Clymo, R.S.** 1992. The global status of peatlands and their role in carbon cycling. A Report for Friends of the Earth by the Wetland Ecosystems Research Group, University of Exeter, Report No. 11. Friends of the Earth, London.

- Jackson, S.T. & Wong, A.** 1994. Using forest patchiness to determine pollen source areas of closed-canopy pollen assemblages. *Journal of Ecology*: 82-89.
- Joly, A.B.** 2002. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 13ª ed., Editora Nacional, São Paulo.
- Joosten H. & Klerk P.** 2002. What's in a name?: Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology, *Review of Palaeobotany and Palynology* 122: 29-45.
- Jung-Mendaçolli, S.L. & Melhem, T.S.** 1994. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Família:155- Rubiaceae. *Hoehnea* 21: 131-155.
- Kim, I.** 2013. Morphological Features of Pollen Grains in *Portulaca*. *Applied Microscopy* 43:75-80.
- Klerk, P. & Joosten, H.** 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom, *E&G Quaternary Sci. J.*, 56: 162-171.
- Knauer, L.G.** 2007. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. *Geonomos* 15: 81-90.
- Lani, J.L.** 1998. Deltas dos rios Doce e Itapemirim; solos, com ênfase nos Tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.
- Ledru, M.P.** 2002. Late Quaternary history and evolution of the Cerrados as revealed by palynological records. In: *The Cerrados of Brazil - Ecology and natural history of neotropical savanna*. (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, orgs.). Columbia University Press, New York, pp.33-50.
- Leopold, E.B., Birkebak, J., Reinink-Smith, L., Jayachandar, A.P., Narváez, P. & Zaborac-Reed, S.** 2012. Pollen morphology of the three subgenera of *Alnus*. *Palynology* 36: 131-151.
- Lima, L.F.P., Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G. & Miotto, S.T.S.** 2010. Pollen morphology of Brazilian *Fevillea* (Cucurbitaceae). *Grana* 49: 263-268.
- Loeuille, B., Souza-Souza, R.M.B., Abreu, V.H.R., Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V.** 2012. Pollen morphology of the genus *Eremanthus* Less. (Vernoniaeae, Asteraceae). *Acta Bot. Bras.*, Feira de Santana, 26: 46-57.
- Lorente, F.L., Buso Junior, A.A., Oliveira, P.E. & Pessenda, L.C.R.** 2017. Atlas Palinológico: Laboratório 14C -CENA/USP. Piracicaba, FEALQ.
- Lorenzi, H.** 1992. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de Plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 1. Editora Plantarum. Nova Odessa, São Paulo.
- Luz, C.F.P.** 2011. Palynology as a tool in bathymetry. In: Blondel P. (ed.). *Bathymetry and its applications*. Intech, Croacia. 119-148.
- Luz, C.F.P.** 2013. Deposição subaquática diferencial de pólen e esporos. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, Rio de Janeiro*. 3: 85-91.
- Luz, C.F.P. & Barth, O.M.** 1999. Catálogo Sistemático do Pólen das Plantas Arbóreas do Brasil Meridional. XXXIII: Sapindaceae. *Leandra* 14: 25-36.
- Luz, C.F.P., Santos, V.L., Guedes, J.S., Silva-Cobra, G.O. & Wanderley, M.G.** 2015. Pollen morphology of some Brazilian *Xyris* Gronov. ex L. (Xyridaceae) species. *Brazilian Journal of Botany* 38: 937-950.
- Luz, C.F.P., Horák-Terra, I., Silva, A.C., Mendonça Filho, C.V. & Vidal-Torrado, P.** 2017. Pollen record of a Tropical Peatland (Pau de Fruta) from the Serra do Espinhaço Meridional, Diamantina, State of Minas Gerais - Angiosperms Eudicotyledons. *Brasil. Revista brasileira de paleontologia* 20: 3-22.
- Luz, C.F.P., Barros, M.A, Misumi, S.Y., Lebrão, C. & Barth, O.M.** 2019. Microfósseis não polínicos como indicadores de mudanças ambientais no Holoceno médio da Lagoa

- Comprida, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Hoehnea* 46: 1-23.
- Luz, C.F.P., Barbuglio-Santiago, L.O., Simões, A.R.G., Silva, J.H., Santos, V.L. & Kirizawa, M.** 2020. Pollen morphology of *Dioscorea* (Dioscoreaceae) from the Atlantic Forest in southeast Brazil (São Paulo) with a contribution to the systematics of Neotropical species. *Grana* 59: 239-257.
- Makino, H.** 1986. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 125 - Malpighiaceae. 30: 21-30
- Makino-Watanabe, H. & Jung-Mendaçolli, S.L.** 1994. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 103- Aquifoliaceae e 132- Loganiaceae. *Hoehnea* 21: 39-45.
- Marchant R., Almeida L., Behling H., Berrio J. C., Bush M., Cleef A., Duivenvoorden J., Kappelle M., De 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. & D'antoni, H.L.** 1978. Pollen flora of Argentina. The University of Arizona Press, Tucson, Anz.
- Martin, L., Flexor, J.M. & Suguio, K.** 1995. Vibrotestemunhador leve: construção, utilização e possibilidades. *Revista do Instituto Geológico* 16: 59-66.
- Melhem, T.S. & Bissa, W.M.** 1984a. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 58-Caricaceae 70-Styracaceae 76-Cunoniaceae. *Hoehnea* 11: 9-12.
- Melhem, T.S. & Bissa, W.M.** 1984b. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 79-Rosaceae, 80-Chrysobalanaceae e 85 - Lythraceae. *Hoehnea* 11: 13-21
- Melhem, T.S. & Bissa, W.M.** 1985. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 49-Droseraceae 109-Vitaceae 130- Araliaceae. *Hoehnea* 12: 14-20.
- Melhem, T.S. & Corrêa, A.M.S.** 1987. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) - Família 137-Convulvulaceae. *Hoehnea* 14: 15-23.
- Melhem, T.S., Corrêa, A.M.S. & Bissa, W.M.** 1989. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 72-Symplocaceae e 131-Umbelliferae. *Hoehnea* 16: 203-209.
- Melo, A. & Alves, M.** 2013. Sinopse das ervas aclorofiladas ocorrentes no norte da Floresta Atlântica, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 11: 29-38.
- Melo, M.M.R.F., Corrêa, A.M. S. & Cruz-Barros, M. A. V.** 2017. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família 68: Sapotaceae. *Hoehnea*, 44: 96-102.
- Mendonça-Filho, C.V.** 2005. Vegetação. In: A.C. Silva; L.C.S.F. Pedreira & P.A. Almeida-Abreu (eds.) Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e ambientes, O Lutador, 120-135.
- Miranda, M.M.B., Andrade, T.A.P. & Alves, M.H.** 1993. Contribuição ao estudo do pólen das Rubiaceae - *Tocoyena*. *Revista Ciência Agronômica* 24: 35-38.
- Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M.** 2008. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido no Brasil Central. *Acta Botanica Brasilica* 22: 905-913.
- Nilsson, S.** 2002. Gentianaceae: a review of palynology. Pp.: 377-497. In: Struve, L. & Albert, V.A. (Ed.) *Gentianaceae. Systematics and natural history*. Cambridge, Cambridge

University Press.

- Nimer, E.C.** 1977. Clima. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro, 5: 51-89.
- Osborn, J.M., Taylor, T.N. & Schneider, E.L.** 1991. Pollen Morphology and Ultrastructure of the Cabombaceae: Correlations with Pollination Biology. *American Journal of Botany*, 78: 1367-1378
- Pereira, M.G., Anjos, I.H.C. & Valladares, G.S.** 2005. Organossolos: Ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: Vidal Torrado, P.; Alleoni, L.R.F.; Cooper, M.; Silva, A.P. & Cardoso, E.J. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 4: 233-276.
- Pereira, A.C.M, Esteves, R.L., Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V.** 2008 Estudo polínico de espécies de *Trixis* P. Browne (Mutisieae, Asteraceae) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arq. Mus. Nac.*, Rio de Janeiro 66: 477-484.
- Perveen A. & Qaiser M.** 2010. Pollen flora of Pakistan - LXV. Berberidaceae. *Pakistan Journal of Botany* 42: 1-6.
- Prada-Gamero, R.M., Vidal-Torrado, P. & Ferreira, T.O.** 2004. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriri no canal de Bertioga (Santos, SP). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa. 28: 233-243.
- Pragowski, J.** 1970. The Pollen Morphology of the Haloragaceae with Reference to Taxonomy. *Grana* 10: 159-239.
- 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: 1-81.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S.** 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T.** 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. 87-166. In: Sano, S.M. e Almeida S.P. de. (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Embrapa-CPAC, Planaltina, Brasília.
- Rieley, J.O., Ahmad-Shah, A.A. & Brady, M.A.,** 1996. The extent and nature of tropical peat swamps. In: Maltby, E., Immirzi, C.P., Safford, R.J. (Eds.), *Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia*. IUCN, Gland, 17-53.
- Roth, L. & Lorscheitter, M.L.** 1993. Palynology of a bog in Parque Nacional de Aparados da Serra, East Plateau of Rio Grande Sul, Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 8: 39-69.
- Roubik, D.W. & Moreno, J.E** 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Missouri Botanical Garden, St Louis, USA.
- Saba, M.D.** 2007. Morfologia polínica de Malvaceae: Implicações taxonômicas e filogenéticas. Tese de Doutorado Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.
- Saba, M.D. & Santos, F.A.R.** 2015. Pollen morphology and exine ultrastructure of selected species of *Waltheria* L. (Byttnerioideae-Malvaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 221: 204-210.
- Sakugawa, G.C.** 2019. Palinotaxonomia da Tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae). Dissertação, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Sakugawa, G.C., Pscheidt, A.C., Cordeiro I., Rossi M.L., Martinelli, A.P. & Luz, C.F.P.** 2019. Pollen morphology of *Microstachys* (Euphorbiaceae) with emphasis on neotropical species. *Grana* 58: 408-423.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. *Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro.
- Santos, M.F., Serafim, H. & Sano, P.T.** 2011. Fisionomia e composição da vegetação florestal na Serra do Cipó, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 793-814
- Santos, V.L., Wanderley, M.G.L., Versieux, L.M. & Luz, C.F.P.** 2020. Pollen morphology

of Brazilian species of *Vriesea* (Bromeliaceae, Tillandsioideae), Grana 59: 203-225.

- Santos, T.V.A., Coelho, A.A.O.P, Dórea, M.C., Santos, F.A.R., Leite, K.R.B. & Oliveira, R.P.** 2016. Micromorphological features revealing two new species of *Portulaca* (Portulacaceae) from Brazil, segregated from *P. hirsutissima*. Phytotaxa 270: 103-115.
- Silva, A.C., Horák, I., Martínez Cortizas, A., Vidal-Torrado, P., Rodriguez Racedo, J., Graziotti, P.H., Silva, E.B. & Ferreira, C.A.** 2009a. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: I Caracterização e classificação. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33: 1385-1398.
- Silva, A.C., Horák, I., Vidal-Torrado, P., Martínez Cortizas, A., Rodriguez Racedo, J. & Campos, J.R.R.** 2009b. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: II. Influência da drenagem na composição elementar e na composição das substâncias húmicas. Revista Brasileira de Ciência do Solo 33: 1399-1408.
- Silvestre, M.S.F.** 1986. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 30- Chenopodiaceae e 31- Amaranthaceae. Hoehnea 13: 1-7.
- Silvestre-Capelato, M.S.F. & Melhem, T.S.** 1997. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família 81- Leguminosae. Hoehnea 24:115-163.
- Sosa, M.L.M. & Salgado, C.R.** 2016. Valor taxonómico del polen en Scrophulariaceae sensu lato. Bol. Soc. Argent. Bot. 51: 299-321.
- Sousa, S.M., Pierre, P.M.O, Torres, G.A., Davide, L.C. & Viccini, L.F.** 2013. Relationship between pollen morphology and chromosome numbers in Brazilian species of *Lippia* L. (Verbenaceae). Anais da Academia Brasileira de Ciências 85: 147-157.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2005. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Editora Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2008. Botânica Sistemática: guia para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Editora Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Souza, E.B.** 2008. Estudos sistemáticos em *Mitracarpus* (Rubiaceae - Spermaceae) com ênfase em espécies brasileiras. Tese de Doutorado Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Stanski, C., Luz, C.F.P., Nogueira, A. & Nogueira, M.K.F.S.** 2013. Palynology of species in the Astereae and Heliantheae tribes occurring in the region of Campos Gerais, Paraná State, Brazil. Iheringia, Sér. Bot., 68: 203-214.
- Stanski, C.** 2014. Catálogo polínico de espécies de Myrtaceae e Solanaceae da região dos Campos Gerais - Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, CIDADE.
- Stanski, C., Moro, R.S., Nogueira, M.K.F.S., Kuniyoshi, Y.S. & Luz, C.F.P.** 2018. Palynology of species of Anthemideae, Eupatorieae, Inuleae, Mutiseae and Senecianeae tribes occurring in the region of Campos Gerais, Paraná State, Brazil. Iheringia, Série Botânica, 73: 353-362.
- Tresso, M.R. & Corrêa, A.M.S.** 2015. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 16-Menispermaceae, 52-Violaceae. Hoehnea, São Paulo, 42: 33-39.
- Tseng, C.C. & Shoup, J.R.** 1978. Pollen Morphology of *Schefflera* (Araliaceae). American Journal of Botany 65: 384-394.
- Uczak, C.S.** 2018. Palinologia aplicada à sistemática de Rubiaceae Juss. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, CIDADE.
- Valente, E.L.** 2009 Relações solo vegetação no Parque Nacional da Serra do Cipó, Espinhaço

Meridional, Minas Gerais. Tese de Doutorado da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- Valladares G.S., Gomes E.G., Mello J.C.C.B.S., Pereira M.G., Anjos L.H.C., Ebeling A.G. & Benites V.M.** 2008. Análise dos componentes principais e métodos multicritério ordinais no estudo de Organossolos e solos afins. *R. Bras. Ci. Solo* 32: 285-296
- Vasconcellos, J.M.O.** 1973. Estudo dos gêneros de *Amaranthaceae* do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre*, 18: 90-97.
- Visiani, R.** 1842. *Flora dalmatica*. Vol. II. - F. Hofmeister, Leipzig.
- Willard, W.P. & Skvarla, J.J.** 2009 Electron Microscope Study of *Ambrosia* Pollen (*Compositae: Ambrosieae*). *Grana* 10: 89-100.
- Ybert, J.P., Salgado-Labouriau, M.L., Barth, O.M., Lorscheitter, M.L., Barros, M.A., Chaves, S.A.M., Luz, C.F.P., Ribeiro, M.B., Scheel, R. & Vicentini, K.R.F.** 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. *Revista do Instituto Geológico* 13:47--49.
- Ybert, J.P., Scheel-Ybert, R. & Carvalho, M.A.** 2016. Grãos de Pólen de Plantas Vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil Volume I, Série Livros Digital 5. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Ybert, J.P., Carvalho, M.A. & Scheel-Ybert, R.** 2017a. Grãos de Pólen de Plantas Vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil Volume II, Série Livros Digital 13. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro..
- Ybert, J.P., Bove, C.P. & Carvalho, M.A.** 2017b. Esporos e grãos de pólen de plantas aquáticas da zona litoral do Sudeste do Brasil - Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Ybert, J.P., Carvalho, M.A. & Scheel-Ybert R.** 2018. Grãos de Pólen de Plantas Vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil Volume IV, Série Livros Digital 13. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

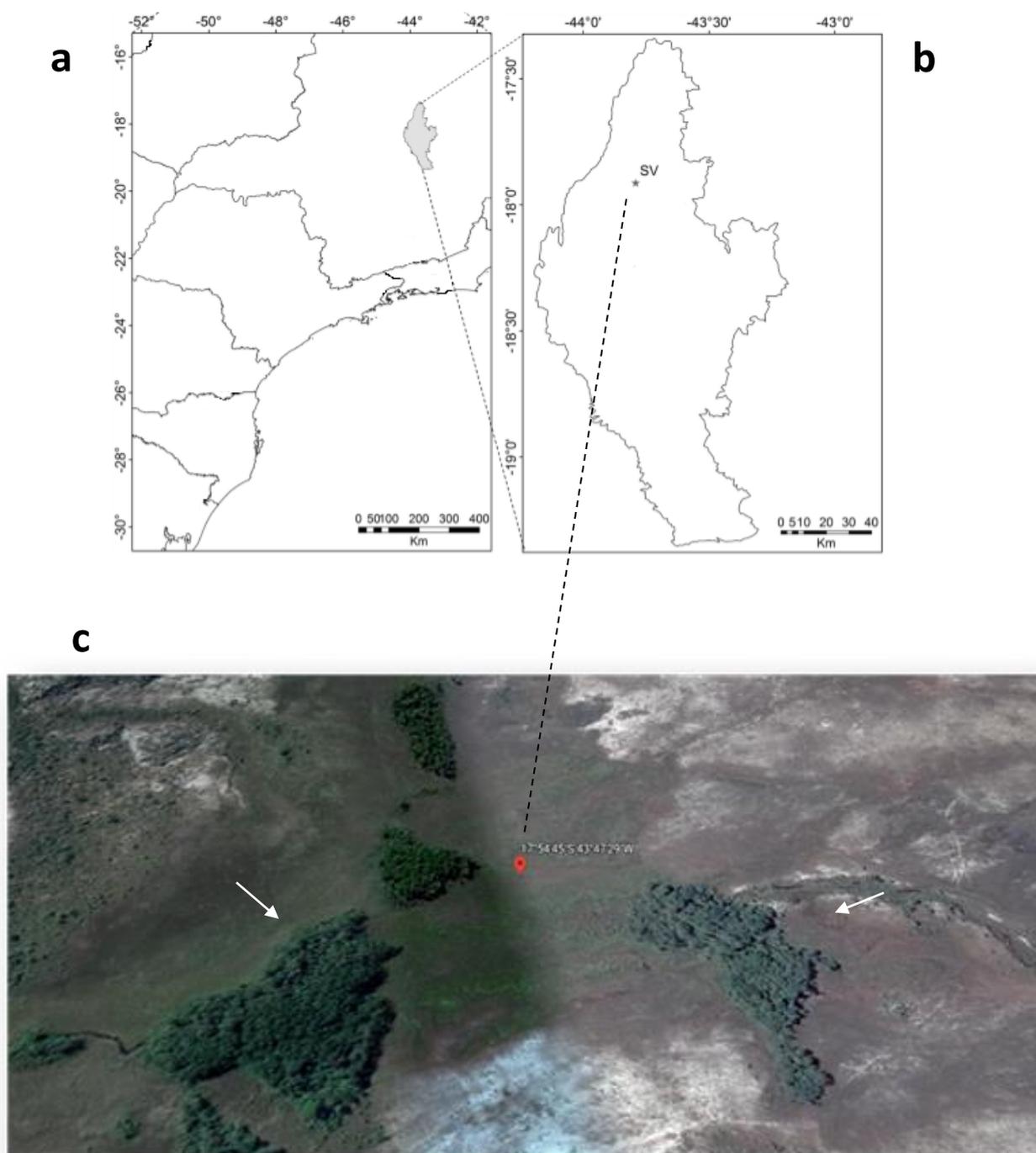


Figura 1. a. Mapa de localização da Serra do Espinhaço Meridional, Estado de Minas Gerais, Brasil. b. Localização do Parque Nacional das Sempre-Vivas. c. Ponto de coleta do testemunho SV, “capões” evidenciados nas setas. Fontes: as Figuras a e b foram modificadas de Horák-Terra (2014) e a Figura c foi obtida em Google Earth-Mapas (acesso em 10-01-2020).



Figura 2. Vista geral do sedimento do testemunho da turfeira Sempre-Viva. Foto: Ingrid Horák-Terra.

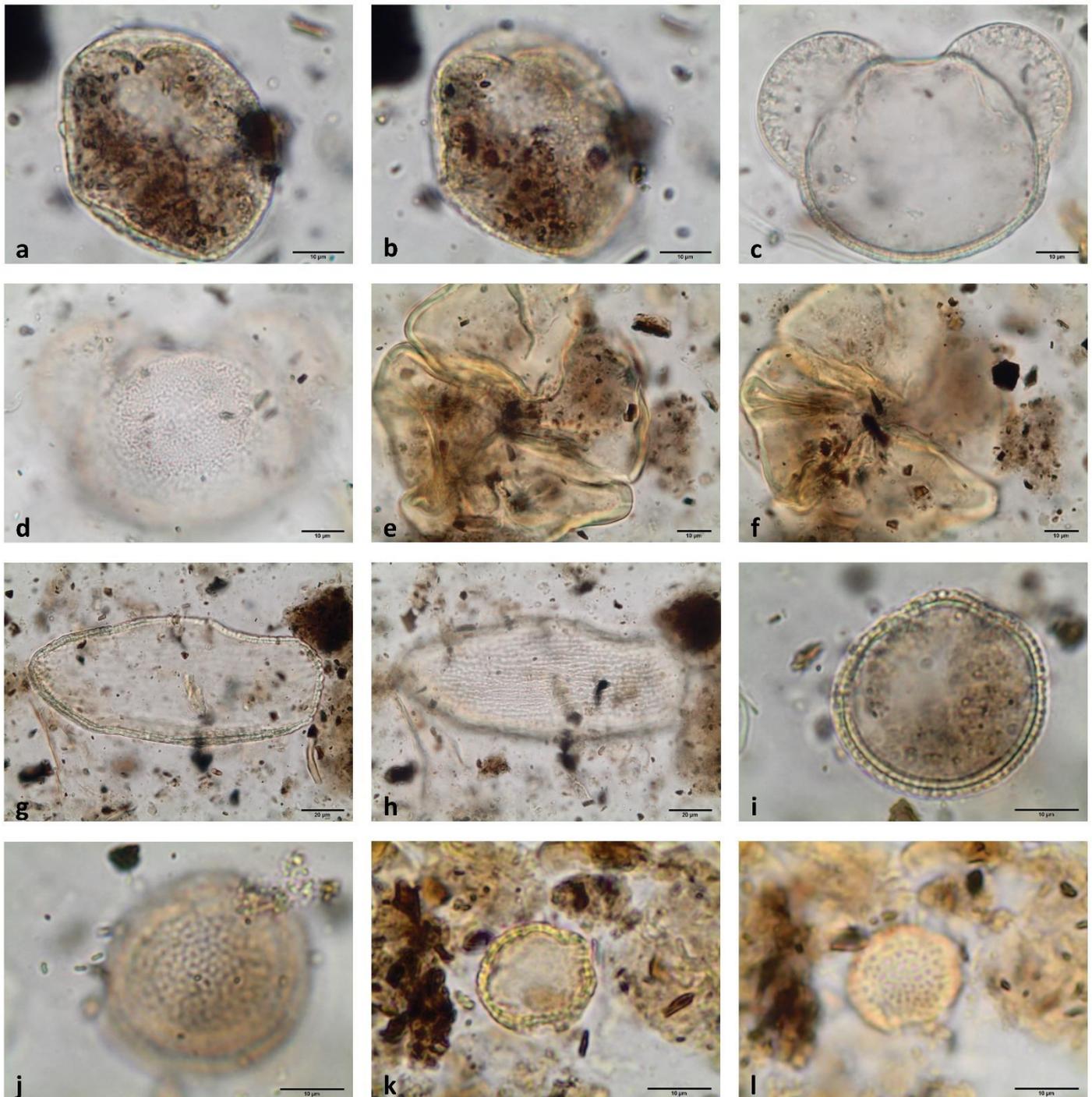


Figura 3. a-d. **Gimnospermas**. a-b. Araucariaceae: *Araucaria*. b. Corte óptico. b. Superfície. c-d. Podocarpaceae: *Podocarpus*. c. Corte óptico. d. Superfície. e-l. **Angiospermas Basais**. e-f. Annonaceae: *Annona*. e. Corte óptico. f. Superfície. g-h. Cabombaceae: *Cabomba*. g. Corte óptico em vista equatorial. h. Superfície em vista equatorial. i-j. Chloranthaceae: *Hedyosmum*. i. Corte óptico. j. Superfície. k-l. Menispermaceae: *Cissampelos*. k. Corte óptico em vista polar. l. Superfície em vista polar. Barras das escalas: 20 µm g-h, 10 µm (restante das imagens).

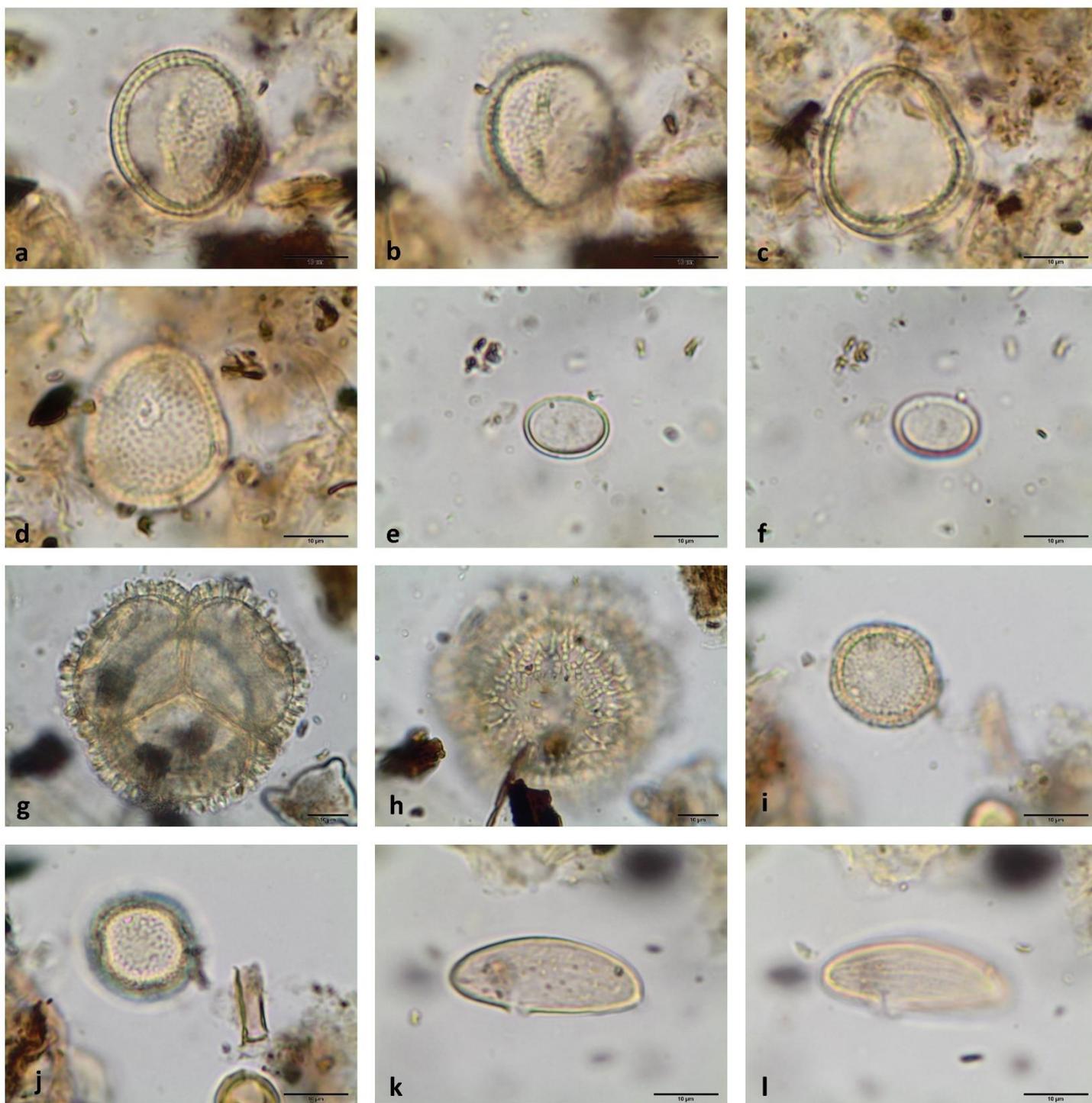


Figura 4. a-h. **Angiospermas Basais.** a-d. Menispermaceae: *Hyperbaena*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Superfície em vista equatorial. c. Corte óptico em vista polar. d. Superfície em vista polar, evidenciando o poro. e-f. Piperaceae: *Piper*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g-h. Winteraceae: *Drimys* g. Corte óptico. h. Superfície, evidenciando ornamentação e poro. i-l. **Monocotiledôneas.** i-j. Araceae: *Anthurium*. i. Corte óptico. j. Superfície. k-l. Araceae: *Spathiphyllum* k. Corte óptico. l. Superfície. Barras das escalas: 10 µm.

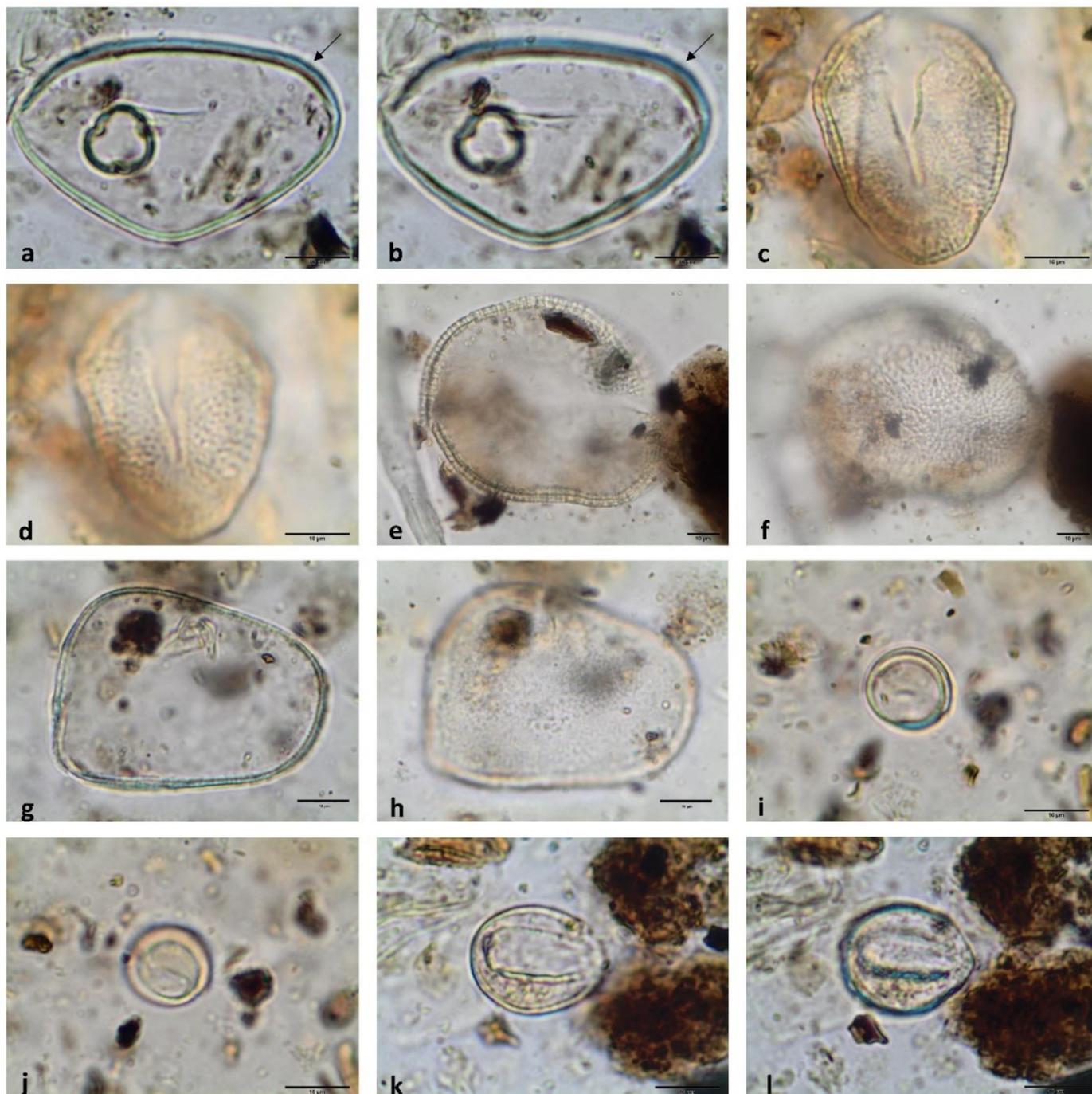


Figura 5. a-l. **Monocotiledôneas**. a-b. Arecaceae: *Euterpe*. a. Corte óptico. b. Superfície, seta evidenciando o grão de pólen. c-f. Arecaceae: *Vriesea*. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Superfície em vista equatorial, evidenciando ornamentação e sulco. e. Corte óptico em vista polar. f. Superfície em vista polar. g-h. Cyperaceae. g. Corte óptico. h. Superfície. i-l. Dioscoreaceae: *Dioscorea*. i. Corte óptico em vista equatorial. j. Superfície em vista equatorial. k. Corte óptico em vista polar. l. Superfície em vista polar. Barras das escalas: 10 µm.

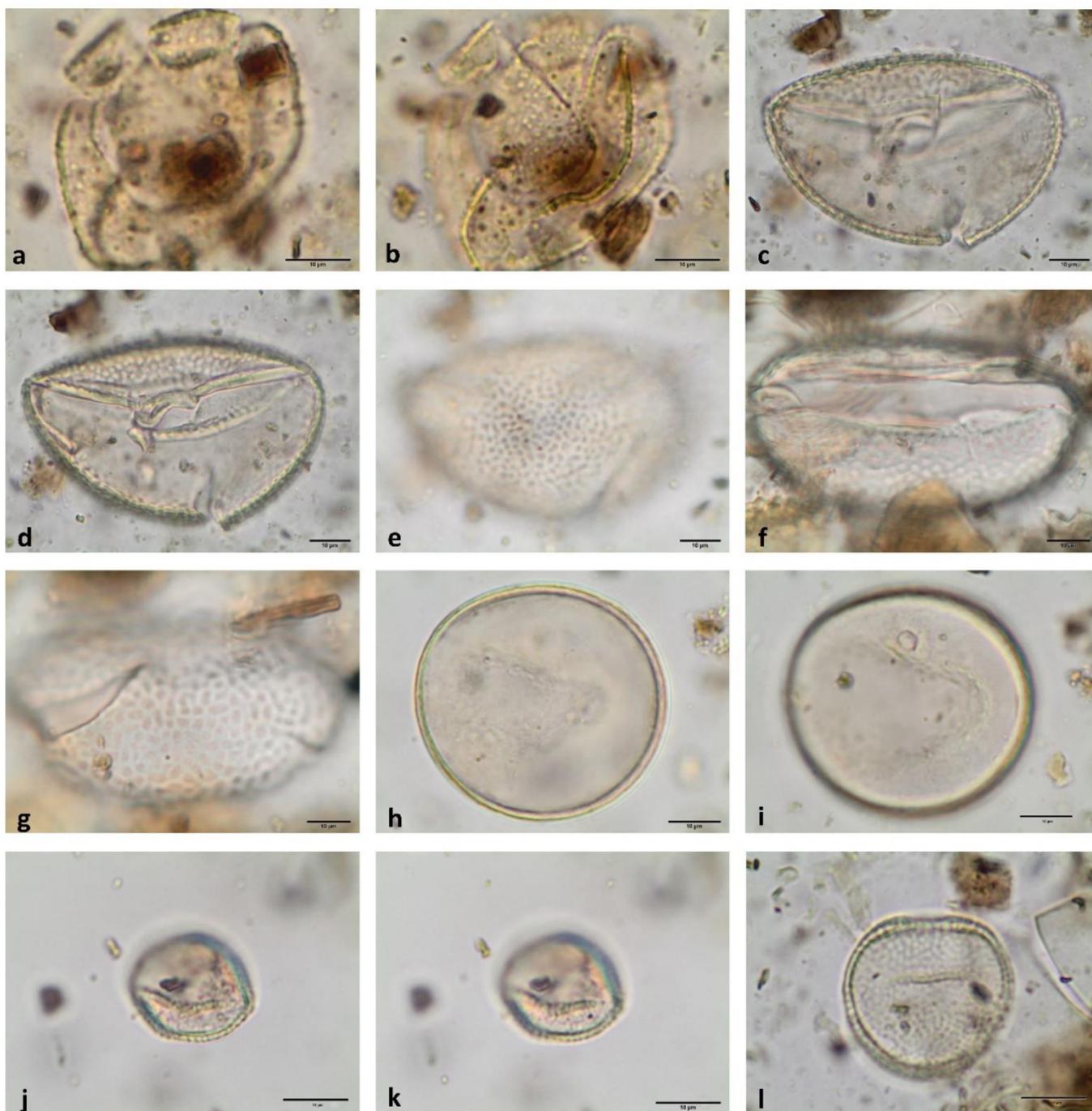


Figura 6. a-l. **Monocotiledôneas**. a-b. Eriocaulaceae. a. Corte óptico. b. Superfície, evidenciando projeções em L.O. c-g. Iridaceae: *Trimezia*. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Abertura em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f. Abertura em vista polar. g. Superfície em vista polar. h-i. Poaceae. h. Corte óptico. i. Superfície, evidenciando o poro. j-k. Smilacaceae: *Smilax*. j. Corte óptico. k. Superfície. l. Typhaceae: *Typha*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

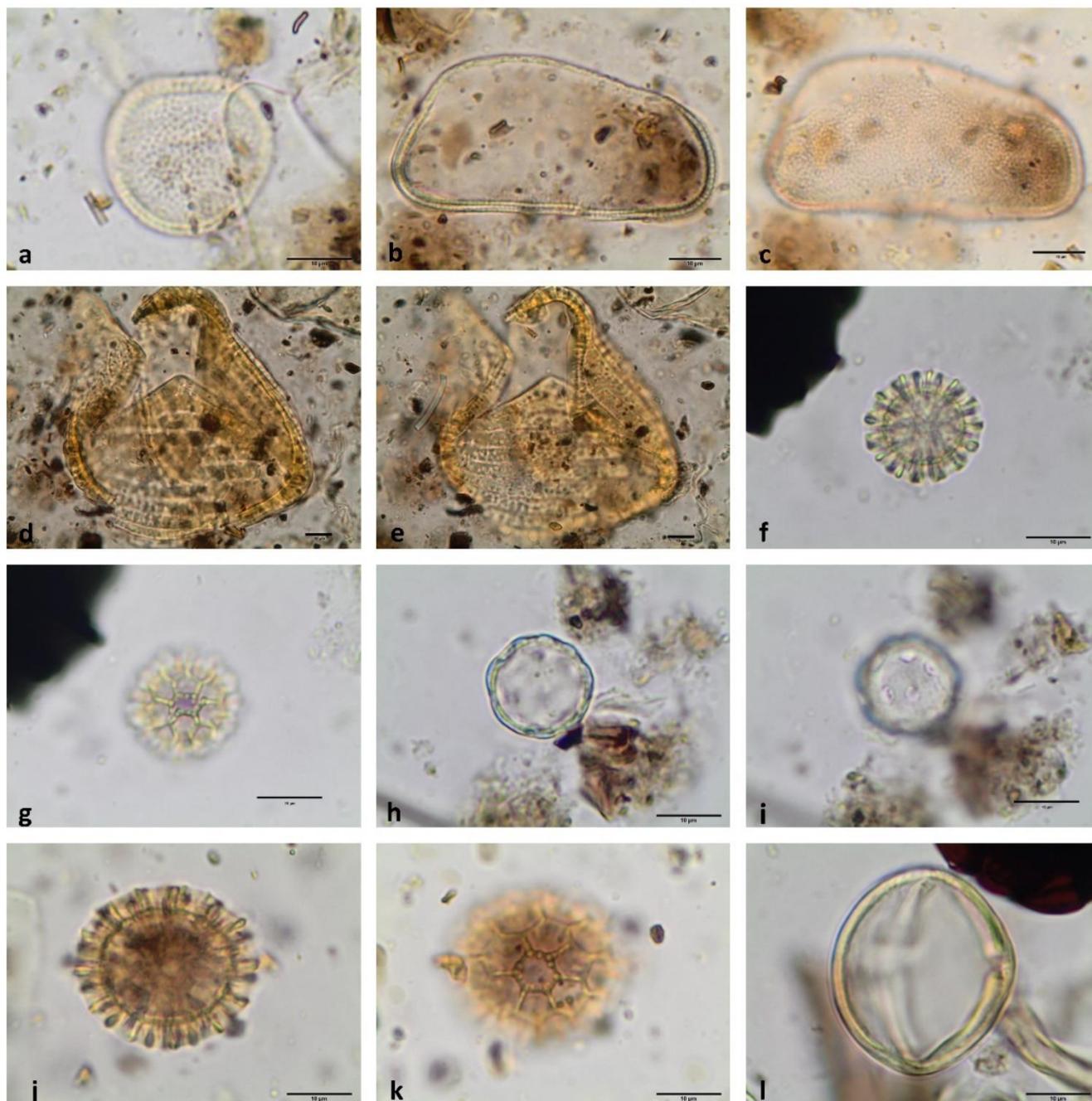


Figura 7. a-c. **Monocotiledôneas**. a. Typhaceae: *Typha*. a. Superfície em vista equatorial. b-c. Xyridaceae: *Xyris*. b. Corte óptico em vista equatorial. c. Superfície em vista equatorial. d-l **Eudicotiledôneas**. d-e. Acanthaceae: *Dyschoriste*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Vista equatorial, detalhando a ornamentação. f-g. Amaranthaceae: *Althernanthera*. f. Corte óptico. g. Detalhamento da ornamentação. h-i. Amaranthaceae: *Amaranthus*. h. Corte óptico. i. Detalhamento da ornamentação. j-k. Amaranthaceae: *Gomphrena*. j. Corte óptico k. Detalhamento da ornamentação. l. Anacardiaceae: *Spondias*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

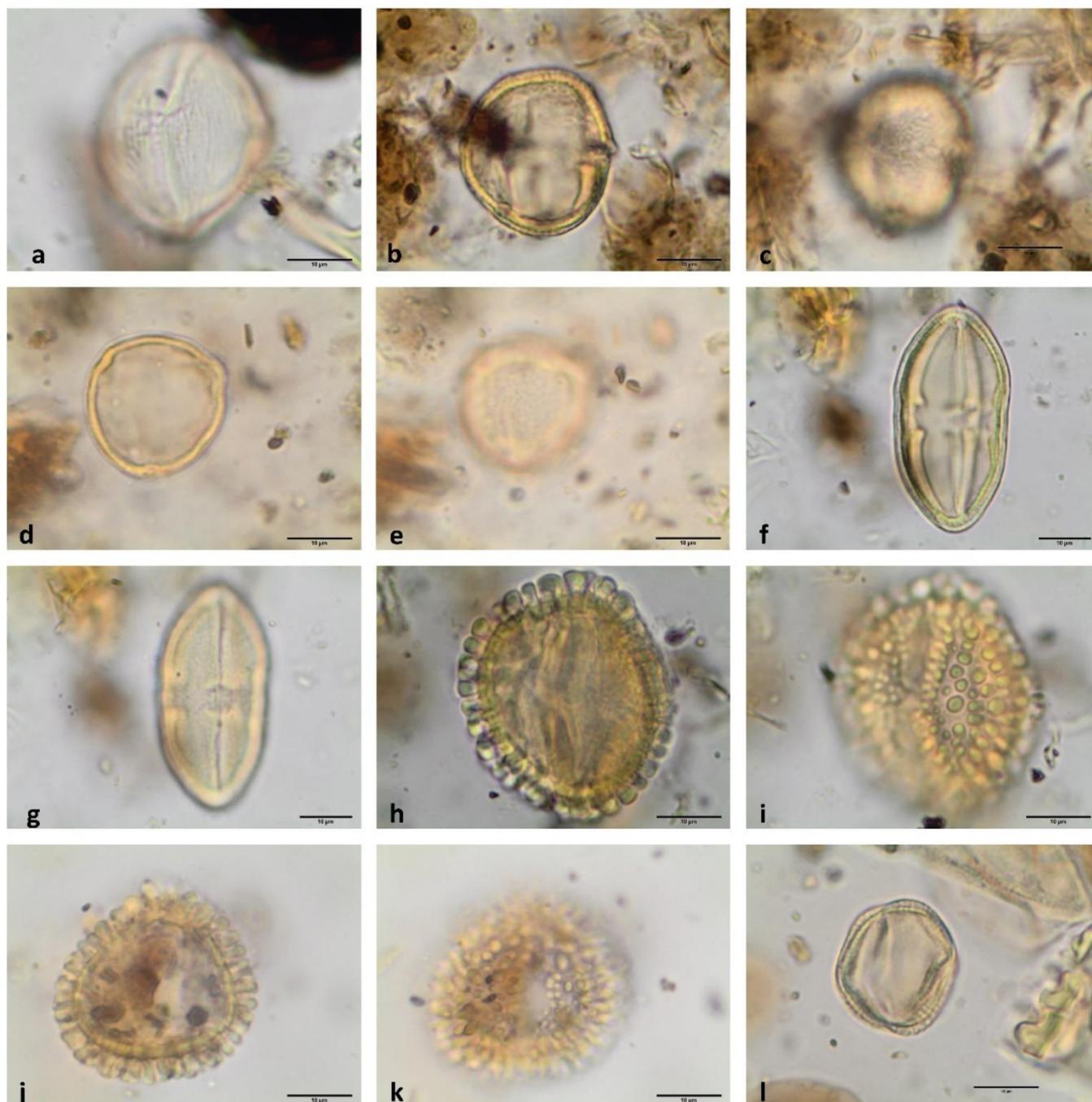


Figura 8. a-l. **Eudicotiledôneas.** a. Anacardiaceae: *Spondias*. a. Vista equatorial, detalhando a superfície. b-e. Anacardiaceae: *Tapirira*. b. Corte óptico em vista equatorial. c. Detalhamento da superfície em vista equatorial. d. Corte óptico em vista polar. e. Superfície em vista polar. f-g. Apiaceae: *Eryngium* f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h-k. Aquifoliaceae: *Ilex*. h. Corte óptico em vista equatorial. i. Superfície em vista equatorial. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Araliaceae: *Schefflera*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

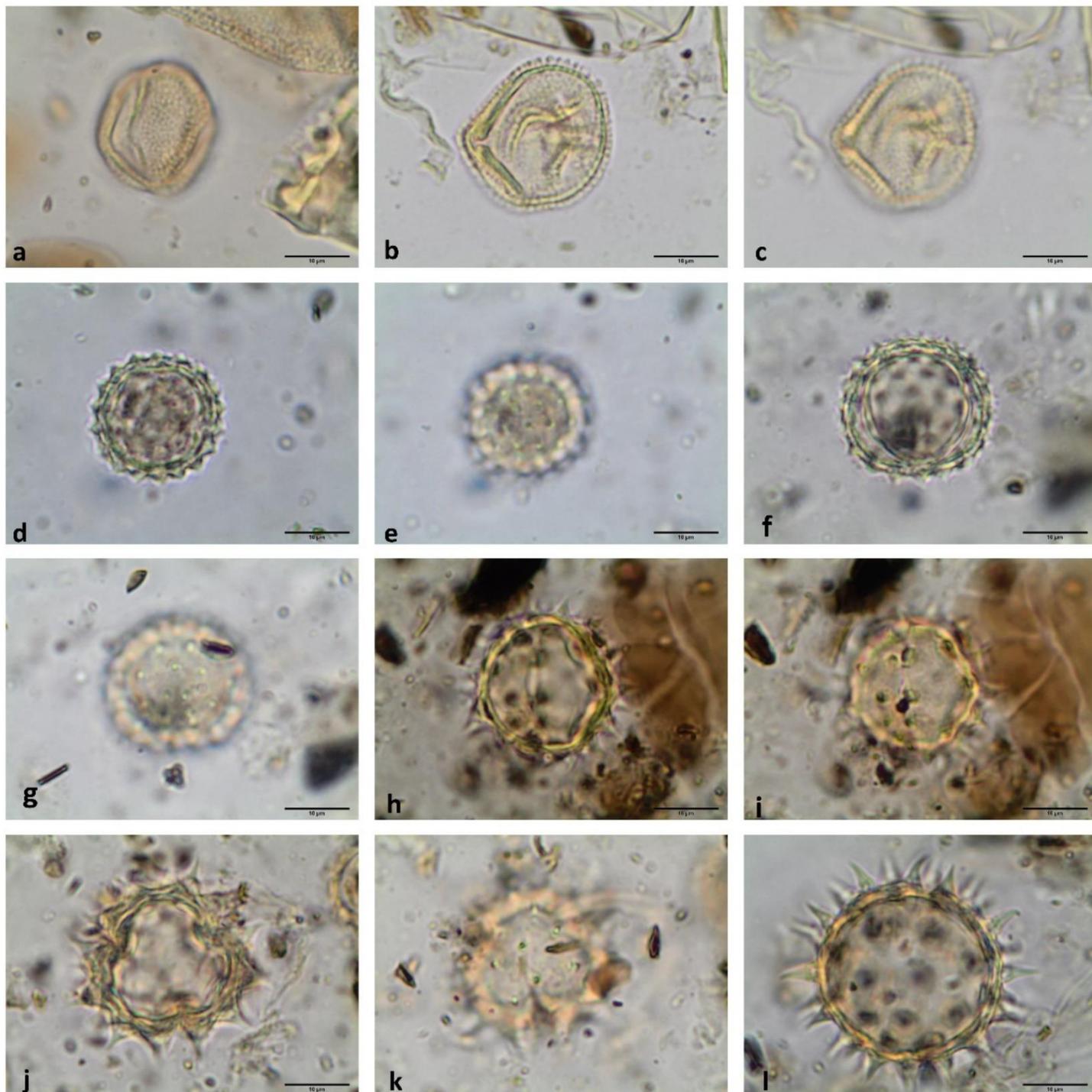


Figura 9. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Araliaceae: *Schefflera*. a. Superfície em vista equatorial. b. Corte óptico em vista equatorial. c. Superfície em vista equatorial. d-g. Asteraceae: *Ambrosia*. d. Corte óptico. e. Superfície, evidenciando as projeções equinadas em L.O. f. Corte óptico. g. Superfície. h-k. Asteraceae: *Baccharis*. h. Corte óptico em vista equatorial. i. Superfície em vista equatorial, evidenciando as projeções equinadas em L.O. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Asteraceae: *Bidens*. l. Corte óptico. Barras das escalas: 10 µm.

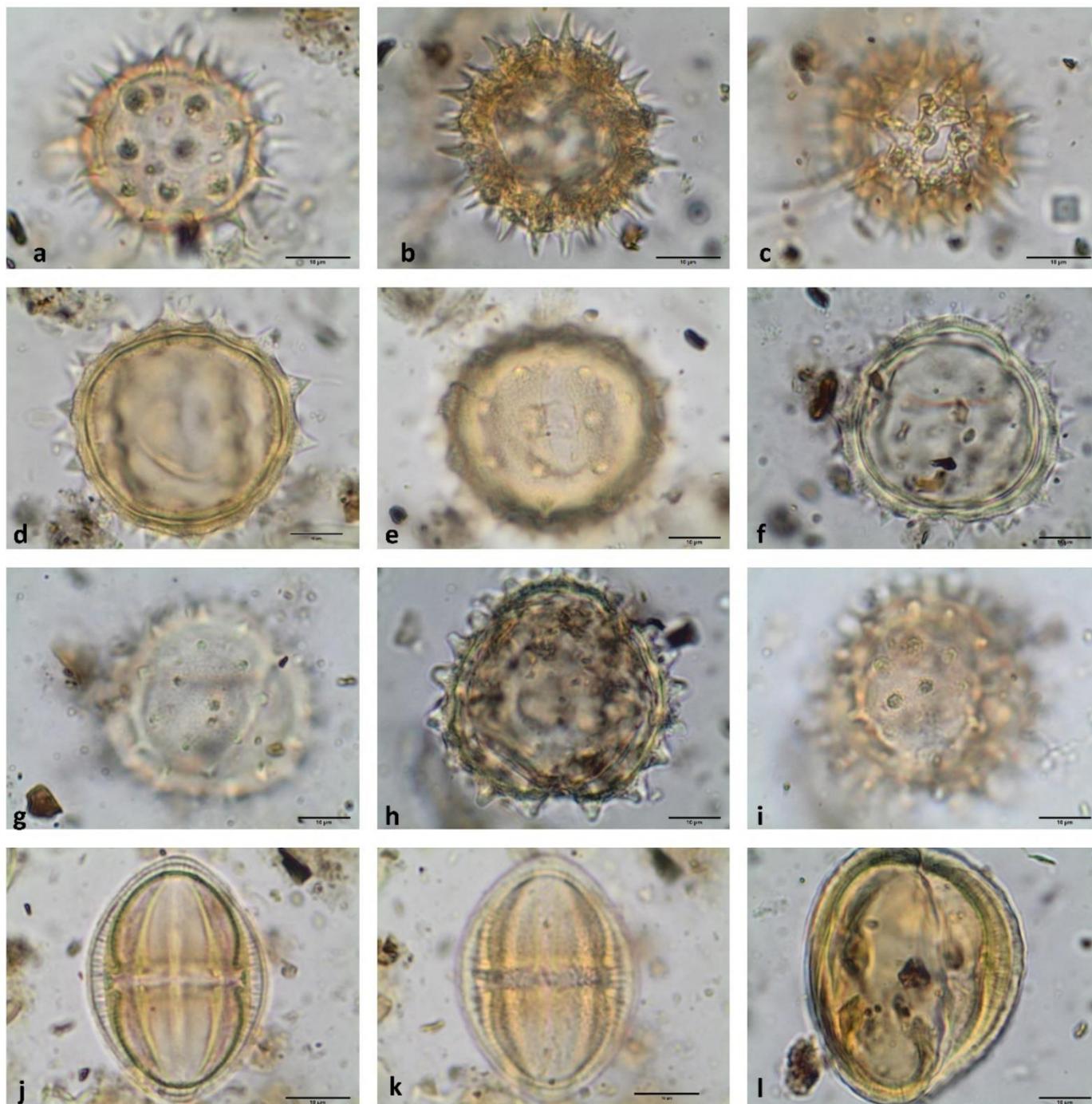


Figura 10. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Asteraceae: *Bidens*. a. Superfície. b-c. Asteraceae: *Eremanthus*. b. Corte óptico. c. Superfície. d-g. Asteraceae: *Mikania*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície, em vista equatorial. f. Corte óptico em vista polar. g. Superfície em vista polar. h-i. Asteraceae: *Senecio*. h. Corte óptico. i. Superfície. j-l. Asteraceae: *Trixis*. j. Corte óptico em vista equatorial. k. Superfície em vista equatorial. l. Corte óptico em vista polar. Barras das escalas: 10 µm.

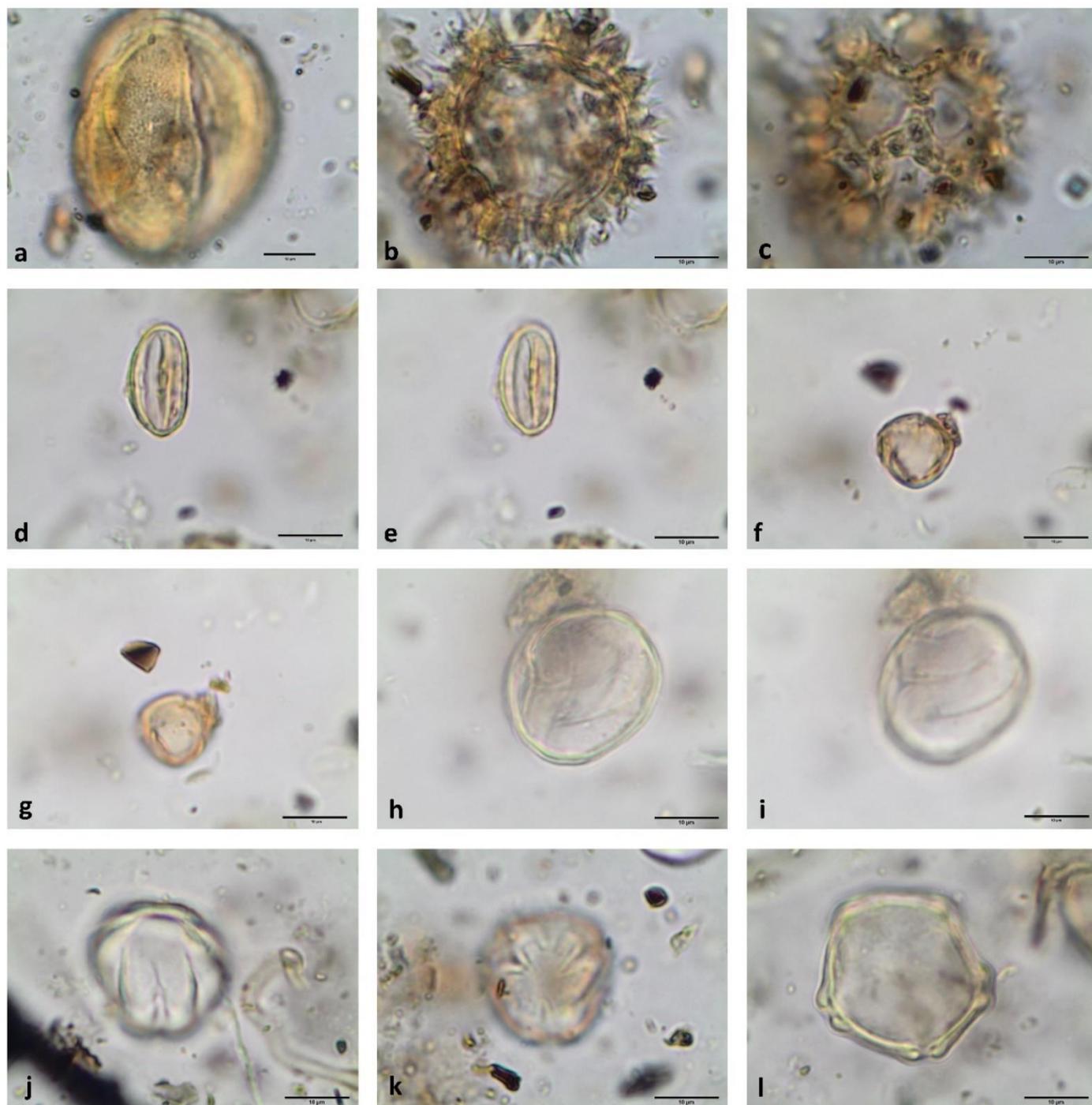


Figura 11. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Asteraceae: *Trixis*. a. Superfície em vista polar. b-c. Asteraceae: *Vernonia*. b. Corte óptico. c. Superfície. d-g. Begoniaceae: *Begonia*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f. Corte óptico em vista polar. g. Superfície em vista polar. h-k. Berberidaceae: *Berberis*. h. Corte óptico. i. Superfície. j. Corte óptico. k. Superfície. l. Betulaceae: *Alnus*. l. Corte óptico, em vista polar. Barras das escalas: 10 µm.



Figura 12. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Betulaceae: *Alnus*. a. Superfície, em vista polar. b-e. Bignoniaceae: *Jacaranda*. b. Corte óptico em vista equatorial. c. Superfície em vista equatorial. d. Corte óptico em vista polar. e. Superfície em vista polar. f-i. Bignoniaceae: *Tabebuia*. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Burseraceae: *Protium*. j. Corte óptico em vista equatorial. k. Superfície em vista equatorial, evidenciando endoabertura. l. Cannabaceae: *Celtis*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

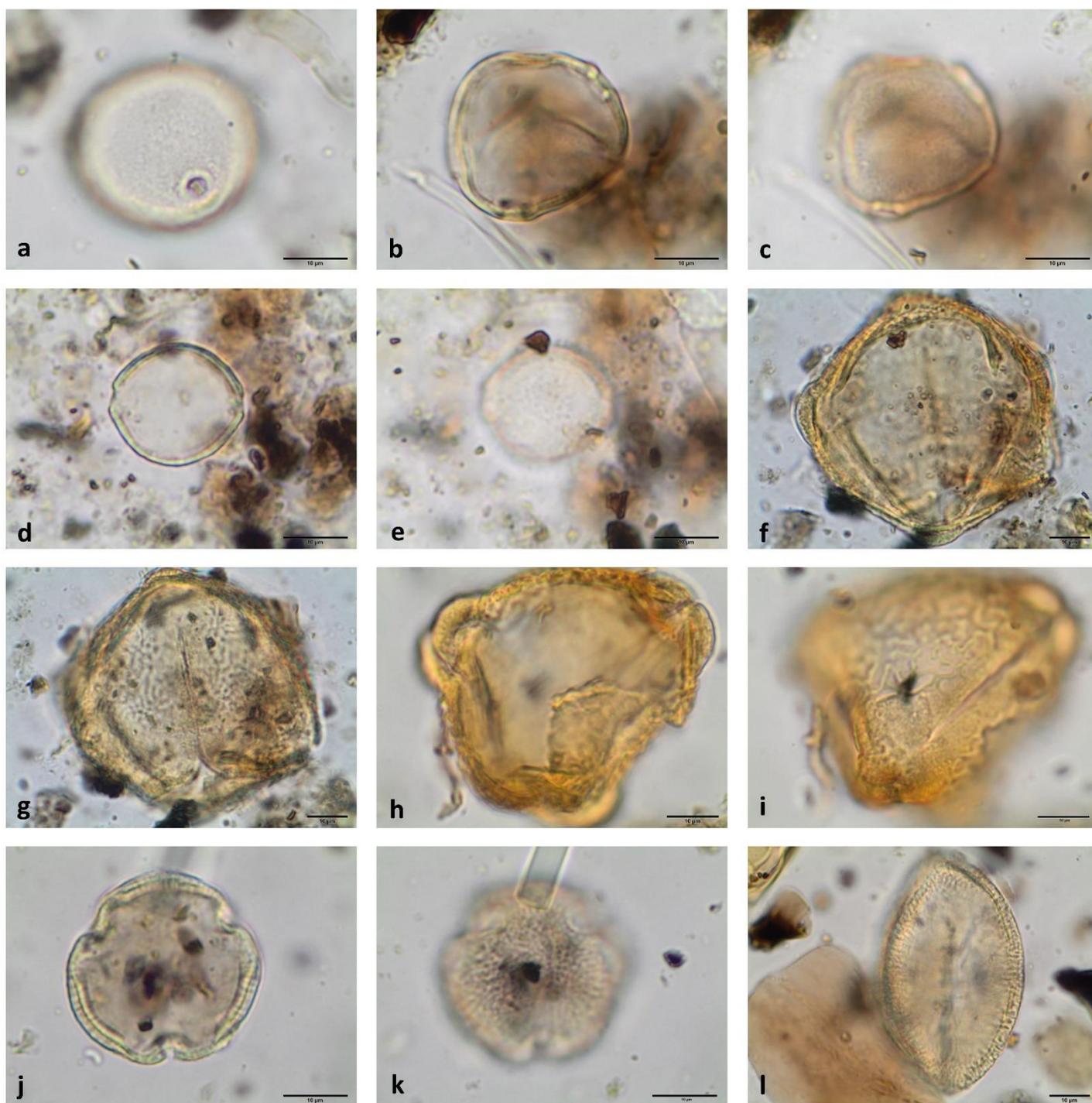


Figura 13. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Cannabaceae: *Celtis*. a. Superfície em vista equatorial, evidenciando ornamentação e poro. b. Corte óptico em vista polar. c. Superfície em vista polar. d-e. Cannabaceae: *Trema*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f-i. Caryocaraceae: *Caryocar*. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Celastraceae: *Maytenus*. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Convolvulaceae: *Merremia*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

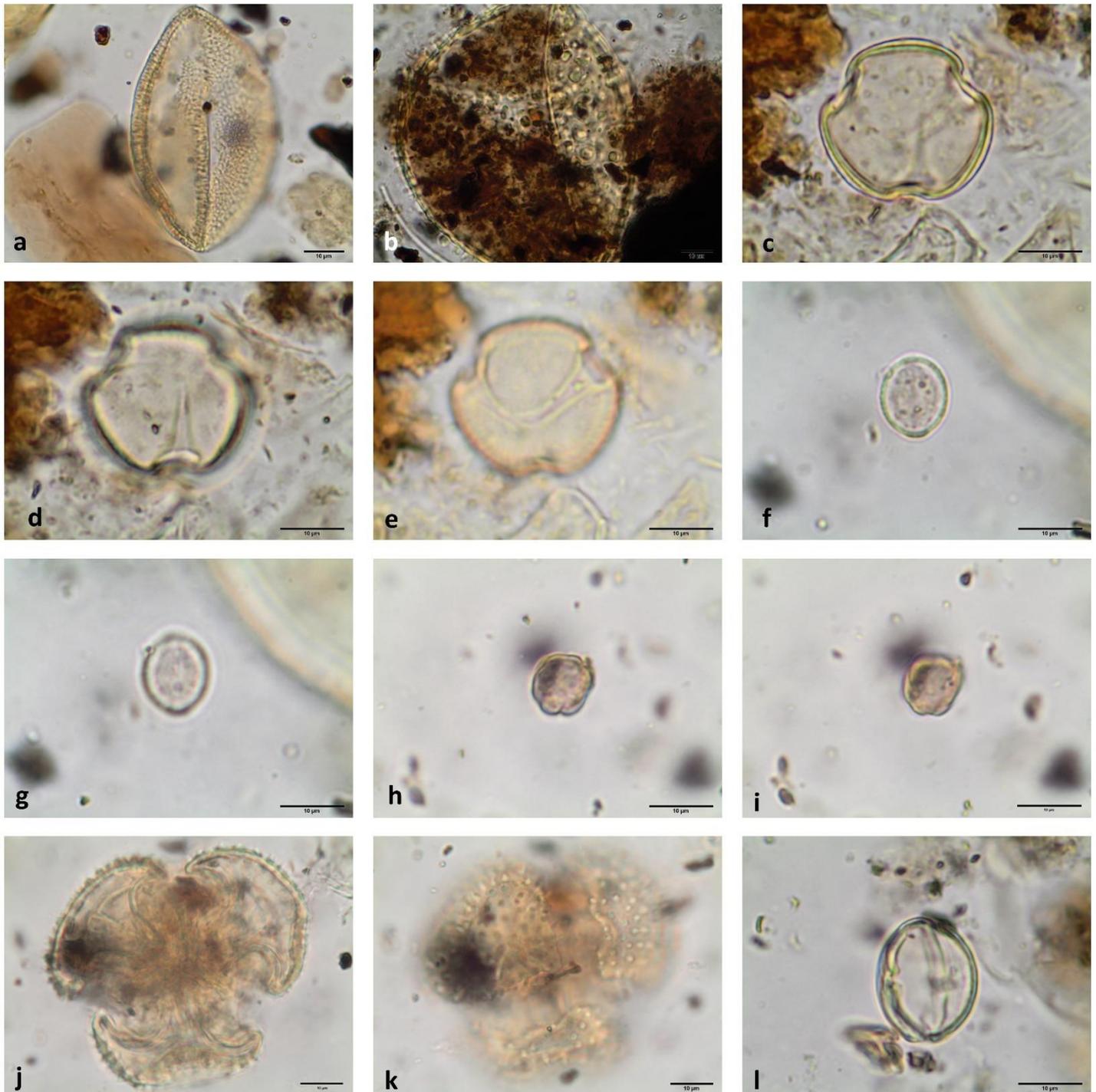


Figura 14. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Convolvulaceae: *Merremia*. a. Superfície em vista equatorial. b. Cucurbitaceae: *Cayaponia*. b. Corte óptico em vista equatorial. c-e. Cucurbitaceae: *Fevillea*. c. Corte óptico. d. Lado 1, evidenciando a superfície. e. Lado 2, distal. f-i. Cunoniaceae: *Weinmannia*. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Droseraceae: *Drosera*. j. Corte óptico. k. Superfície. l. Elaeocarpaceae: *Sloanea*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

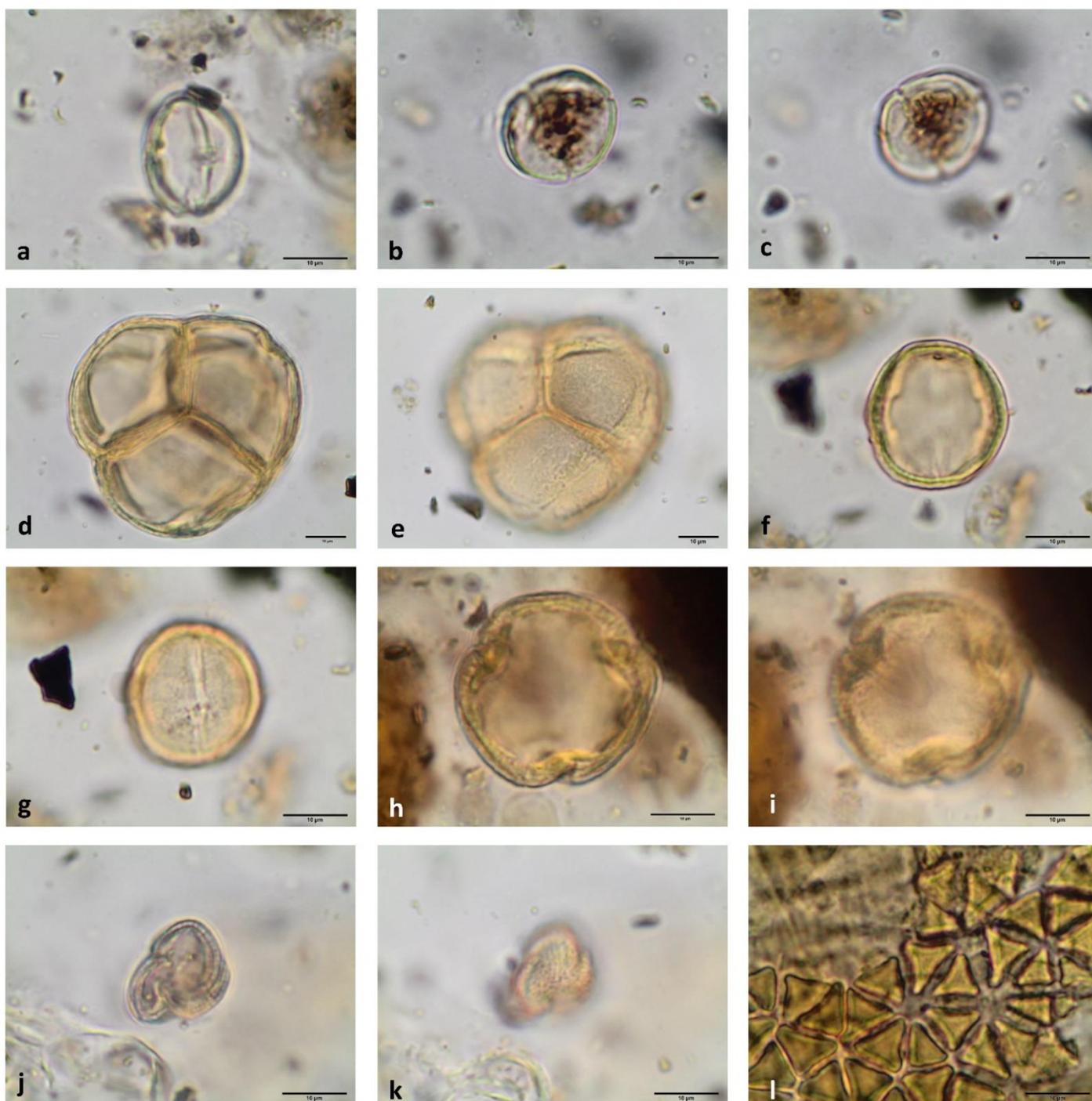


Figura 15. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Elaeocarpaceae: *Sloanea*. a. Superfície em vista equatorial. b. Corte óptico em vista polar. c. Superfície em vista polar. d-e. Ericaceae: *Gaylussacia*. d. Corte óptico. e. Superfície. f-i. Euphorbiaceae: *Alchornea*. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Euphorbiaceae: *Chamaesyce*. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Euphorbiaceae: *Croton*. l. Superfície, evidenciando o “padrão *Croton*” de ornamentação. Barras das escalas: 10  $\mu\text{m}$ .

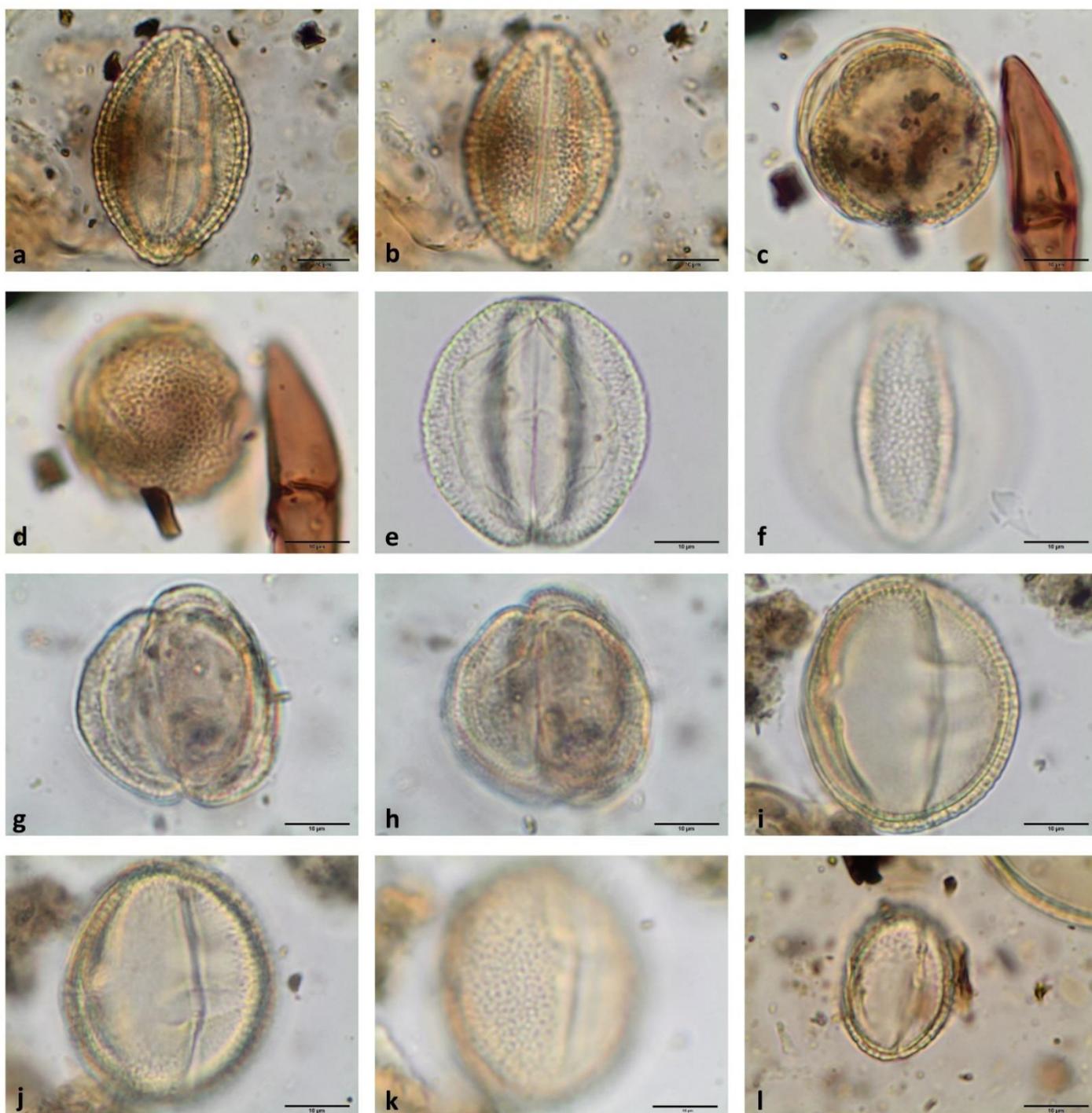


Figura 16. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-d. Euphorbiaceae: *Euphorbia*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Superfície em vista equatorial. c. Corte óptico em vista polar. d. Superfície em vista polar. e-h. Euphorbiaceae: *Microstachys*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g. Corte óptico em vista polar. h. Superfície em vista polar. i-k. Euphorbiaceae: *Sapium*. i. Corte óptico em vista equatorial. j. Vista equatorial, evidenciando endoabertura. k. Superfície em vista equatorial. l. Euphorbiaceae: *Sebastiania*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

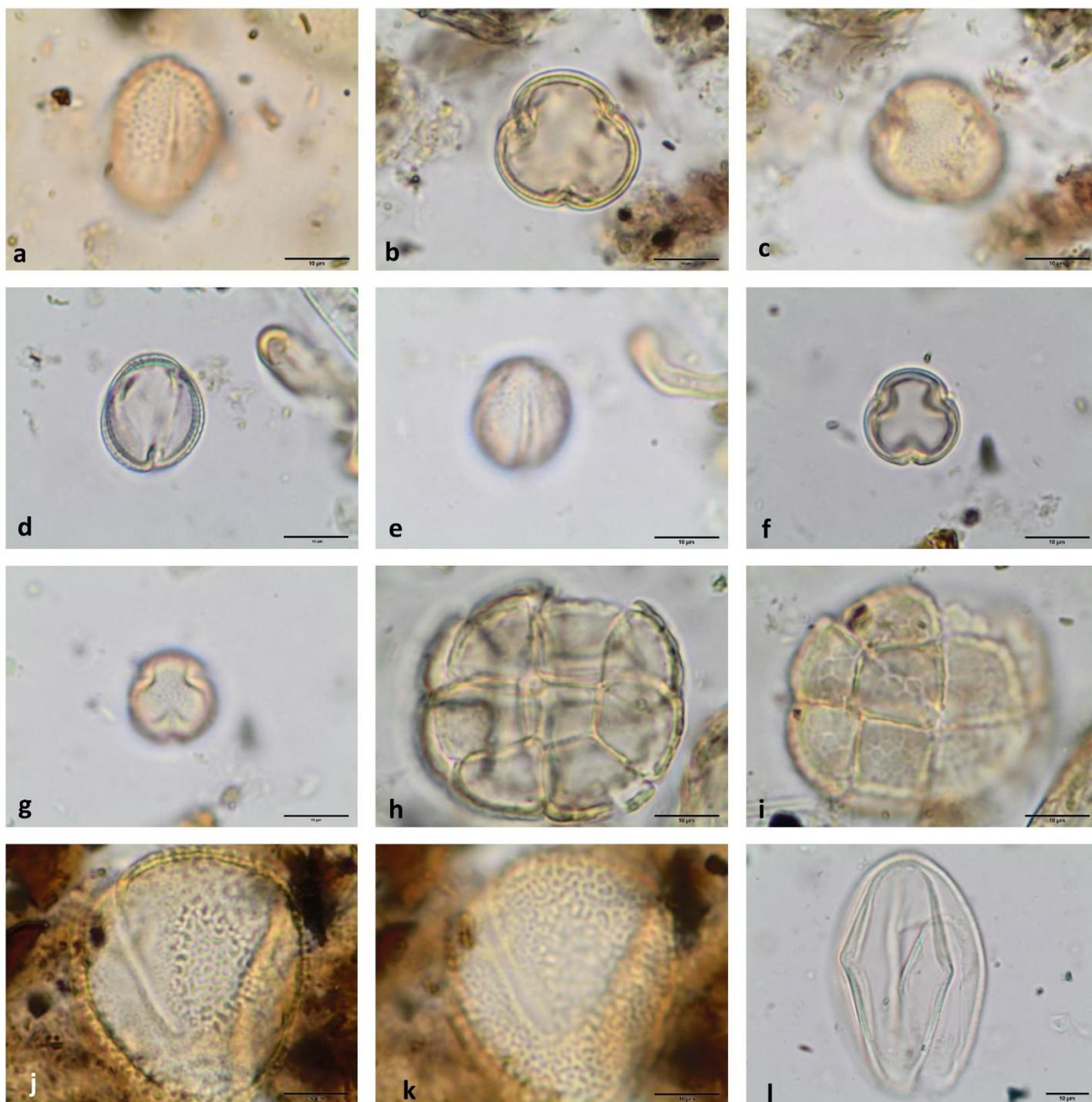


Figura 17. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Euphorbiaceae: *Sebastiania*. a. Superfície em vista equatorial. b. Corte óptico em vista polar. c. Superfície em vista polar. d-g. Fabaceae: *Aeschynomene*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f. Corte óptico em vista polar. g. Superfície em vista polar. h-i. Fabaceae: *Anadenanthera*. h. Corte óptico. i. Superfície. j-k. Fabaceae: *Centrosema*. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Fabaceae: *Chamaecrista*. l. Corte óptico em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

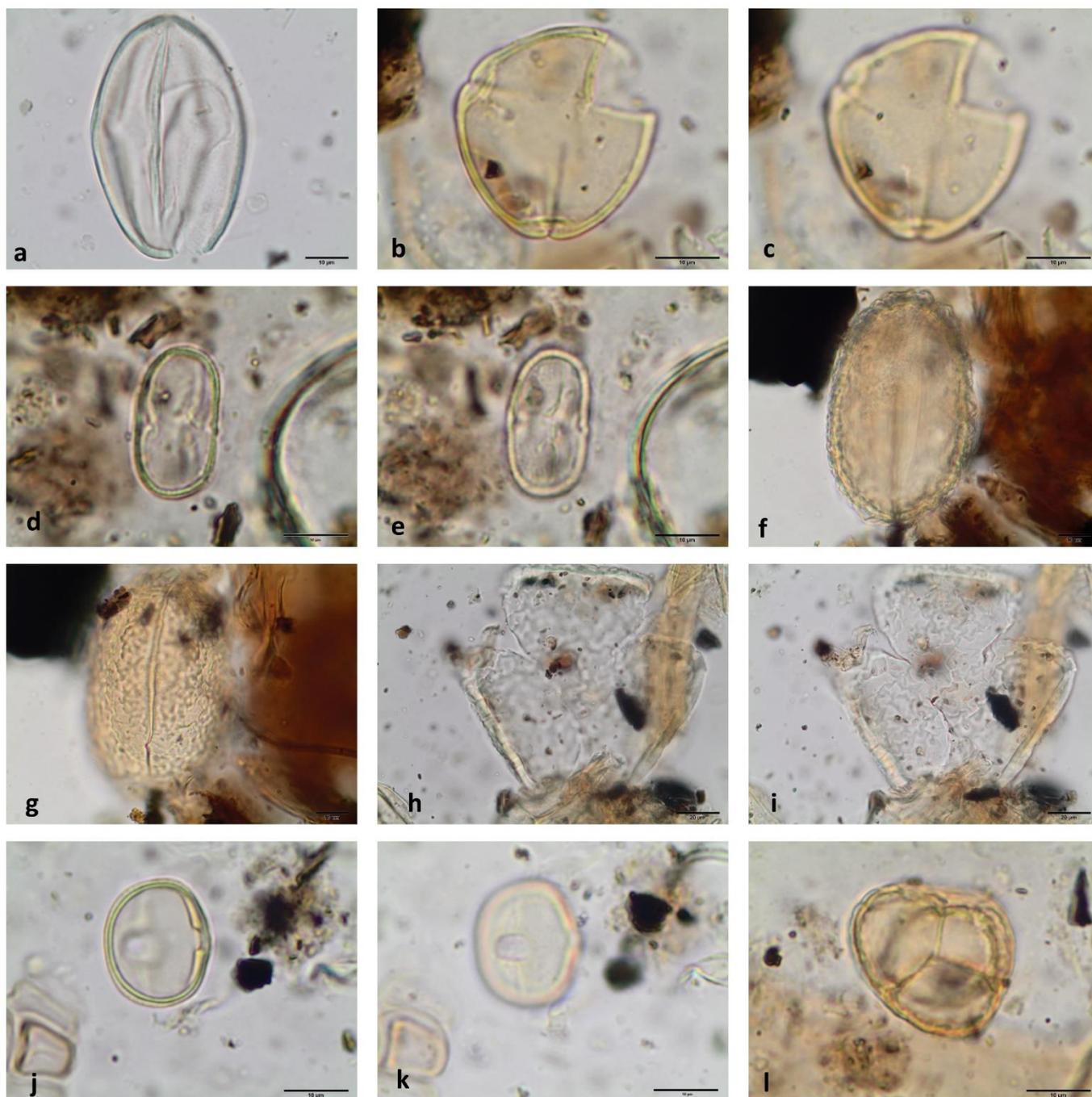


Figura 18. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Fabaceae: *Chamaecrista*. a. Superfície em vista equatorial. b. Corte óptico em vista polar. c. Superfície em vista polar. d-e. Fabaceae: *Crotalaria*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f-i. Fabaceae: *Desmodium*. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Fabaceae: *Machaerium*. j. Corte óptico em vista equatorial. k. Superfície em vista equatorial, evidenciando endoabertura. l. Fabaceae: *Mimosa*. l. Corte óptico. Barras das escalas: 20  $\mu\text{m}$  h-i, 10  $\mu\text{m}$  (restante das imagens).

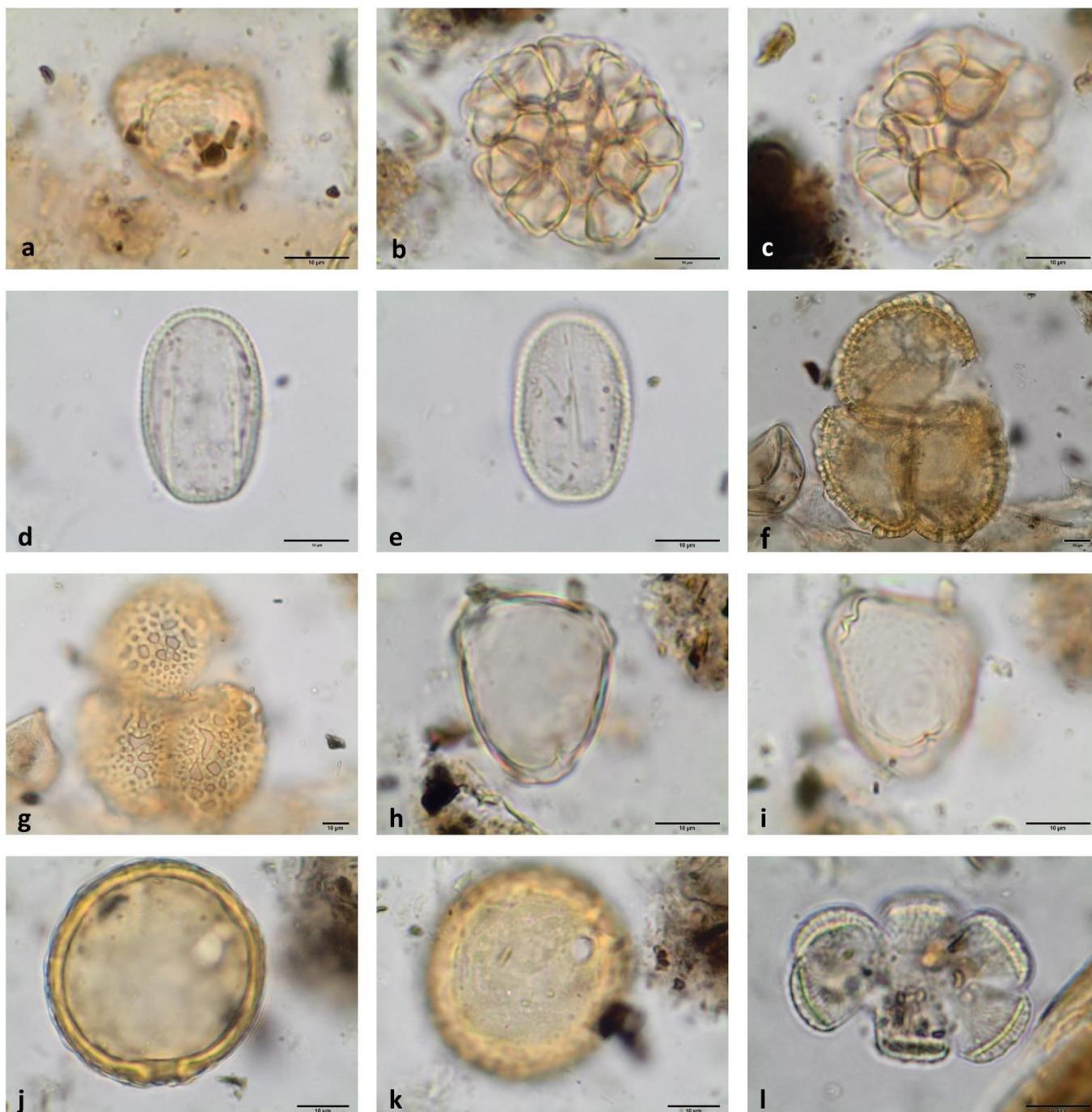


Figura 19. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Fabaceae: *Mimosa*. a. Superfície. b,c. Fabaceae: *Piptadenia*. b. Lado 1. c. Lado 2. d,e. Fabaceae: *Stylosanthes*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f-g. Gentianaceae: *Chelonanthus*. f. Corte óptico. g. Superfície, evidenciando ornamentação. h-l. Gentianaceae: *Voyria*. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Haloragaceae: *Laurembergia*. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Lamiaceae: *Hyptis*. l. Corte óptico em vista polar. Barras das escalas: 10 µm.

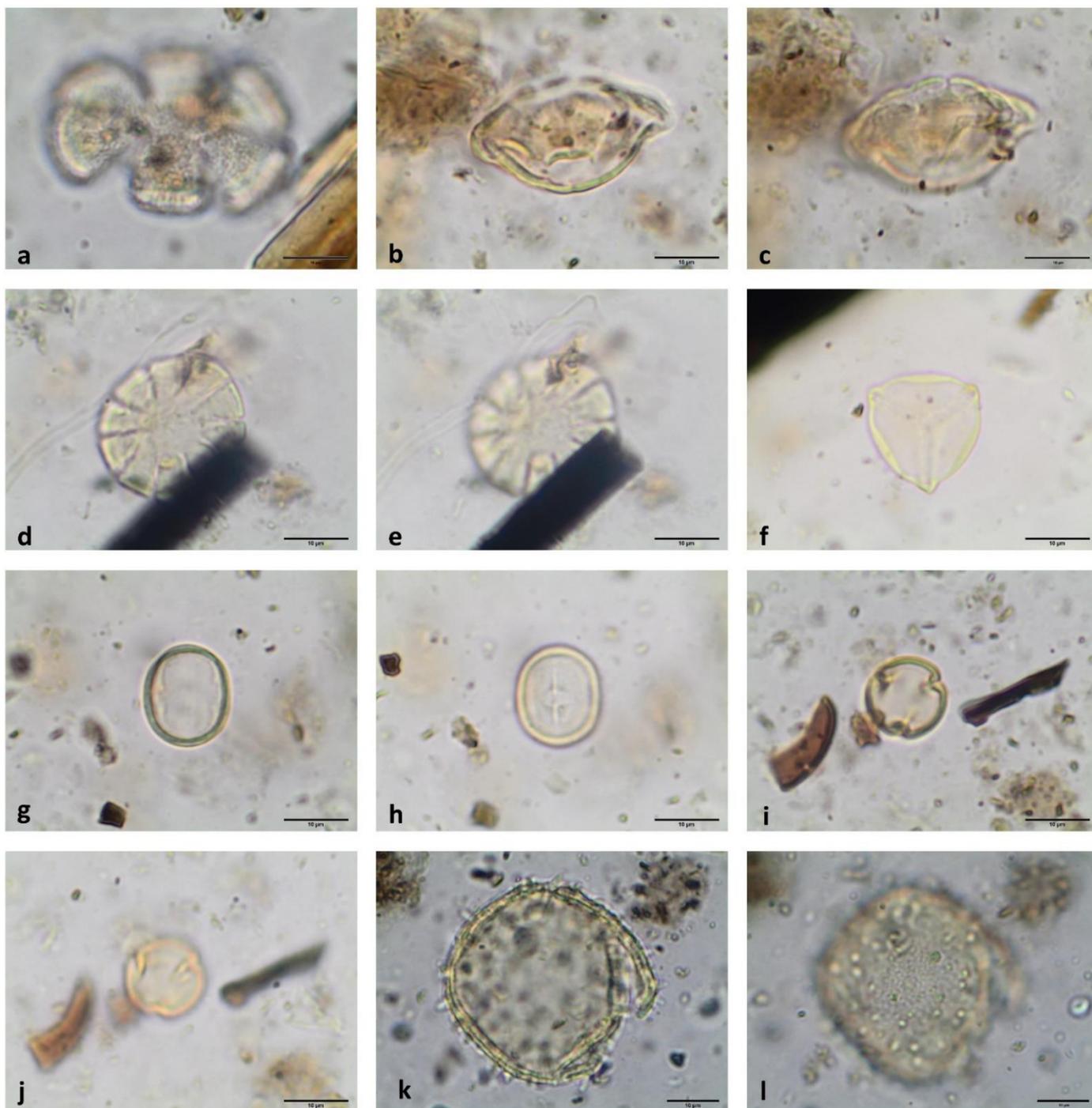


Figura 20. a-l. **Eudicotiledôneas**. a. Lamiaceae: *Hyptis*. a. Superfície em vista polar. b-e. Lentibulariaceae: *Utricularia*. b. Corte óptico em vista equatorial. c. Superfície em vista equatorial. d. Corte óptico em vista polar. e. Superfície em vista polar. f. Lythraceae: *Cuphea*. f. Corte óptico em vista polar. g-j. Malpighiaceae: *Byrsonima*. g. Corte óptico em vista equatorial. h. Superfície em vista equatorial, evidenciando a endoabertura. i. Corte óptico em vista polar. j. Superfície em vista polar. k-l. Malvaceae: não identificada. k. Corte óptico. l. Superfície. Barras das escalas: 10 µm.

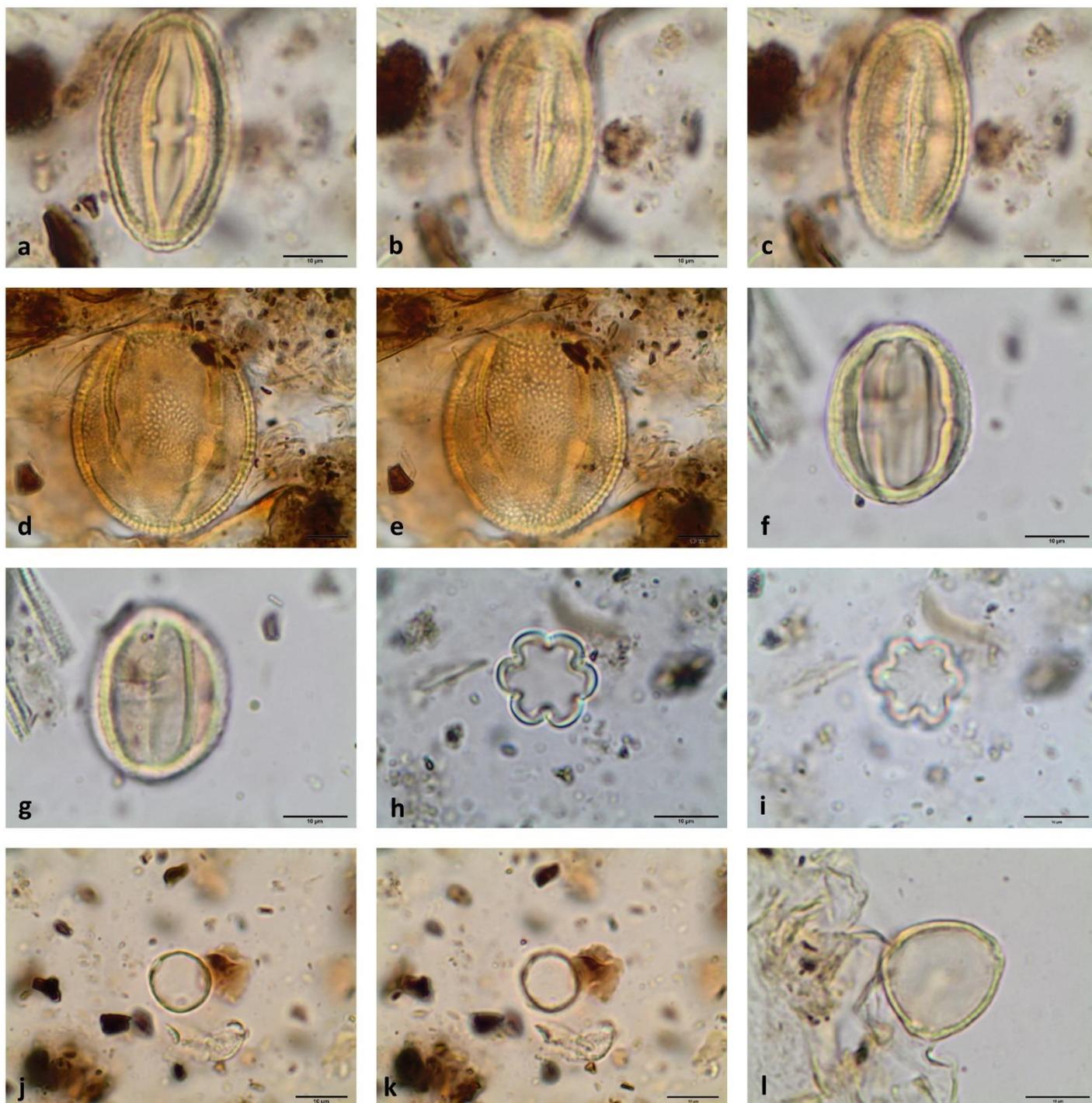


Figura 21. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Malvaceae: *Triumphetta*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Superfície em vista equatorial, evidenciando a ornamentação. c. Superfície em vista equatorial, evidenciando o colpo e a endoabertura. d-e. Malvaceae: *Waltheria*. d. Corte óptico em vista equatorial. e. Superfície em vista equatorial. f-i. Melastomataceae. f. Corte óptico em vista equatorial. g. Superfície em vista equatorial. h. Corte óptico em vista polar. i. Superfície em vista polar. j-k. Moraceae: *Helicostylis*. j. Corte óptico. k. Superfície. l. Moraceae: *Sorocea*. l. Corte óptico em vista polar. Barras das escalas: 10 µm.

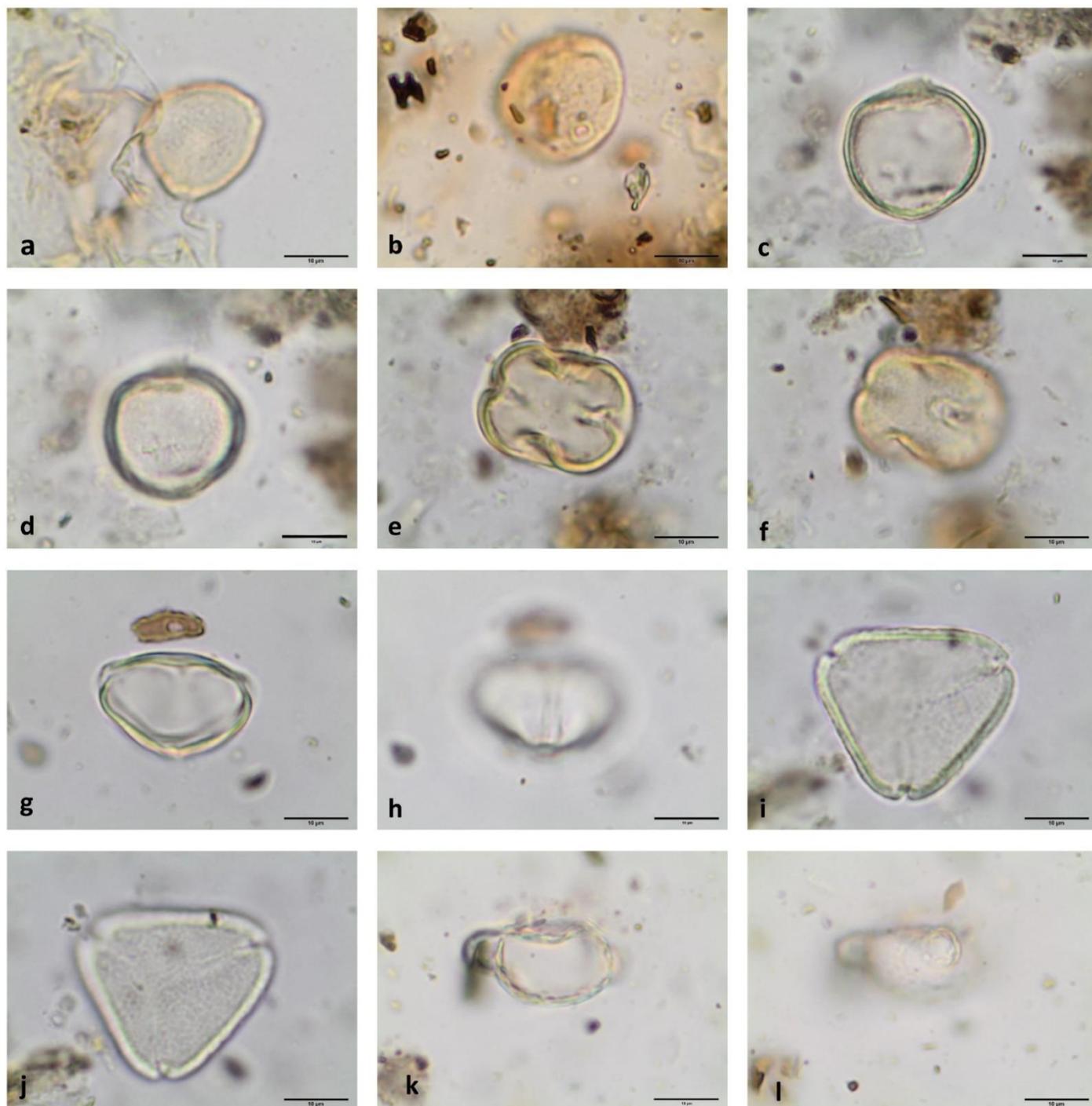


Figura 22. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-b. Moraceae: *Sorocea*. a. Superfície em vista polar. b. Superfície, evidenciando o poro. c-f. Myrsinaceae: *Myrsine*. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Superfície em vista equatorial. e. Corte óptico em vista polar. f. Superfície em vista polar. g-j. Myrtaceae: *Myrcia*. g. Corte óptico em vista equatorial. h. Superfície em vista equatorial. i. Corte óptico em vista polar. j. Superfície em vista polar. k-l. Olacaceae: *Aptandra*. k. Corte óptico em vista equatorial. l. Superfície em vista equatorial, evidenciando o poro. Barras das escalas: 10 µm.

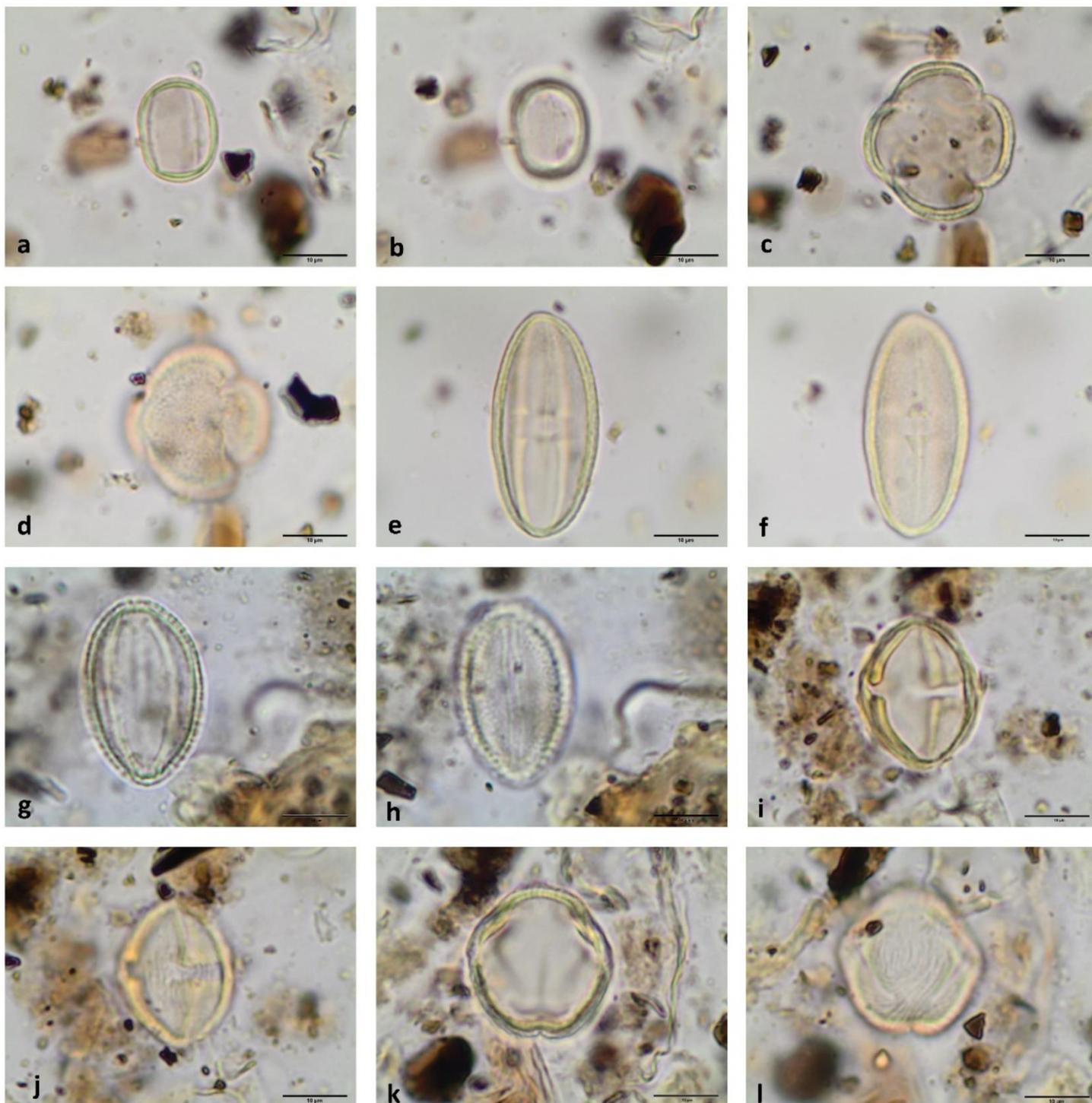


Figura 23. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-b. Olacaceae: *Heisteria*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Superfície em vista equatorial. c-d. Orobanchaceae: *Buchnera*. c. Corte óptico em vista polar. d. Superfície em vista polar. e-f. Phyllanthaceae: *Hyeronima*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g-h. Phyllanthaceae: *Phyllanthus*. g. Corte óptico. Em vista equatorial. h. Superfície em vista equatorial. i-l. Picramniaceae: *Picramnia*. i. Corte óptico em vista equatorial. j. Superfície em vista equatorial. k. Corte óptico em vista polar. l. Superfície em vista polar, evidenciando a ornamentação. Barras das escalas: 10 µm.

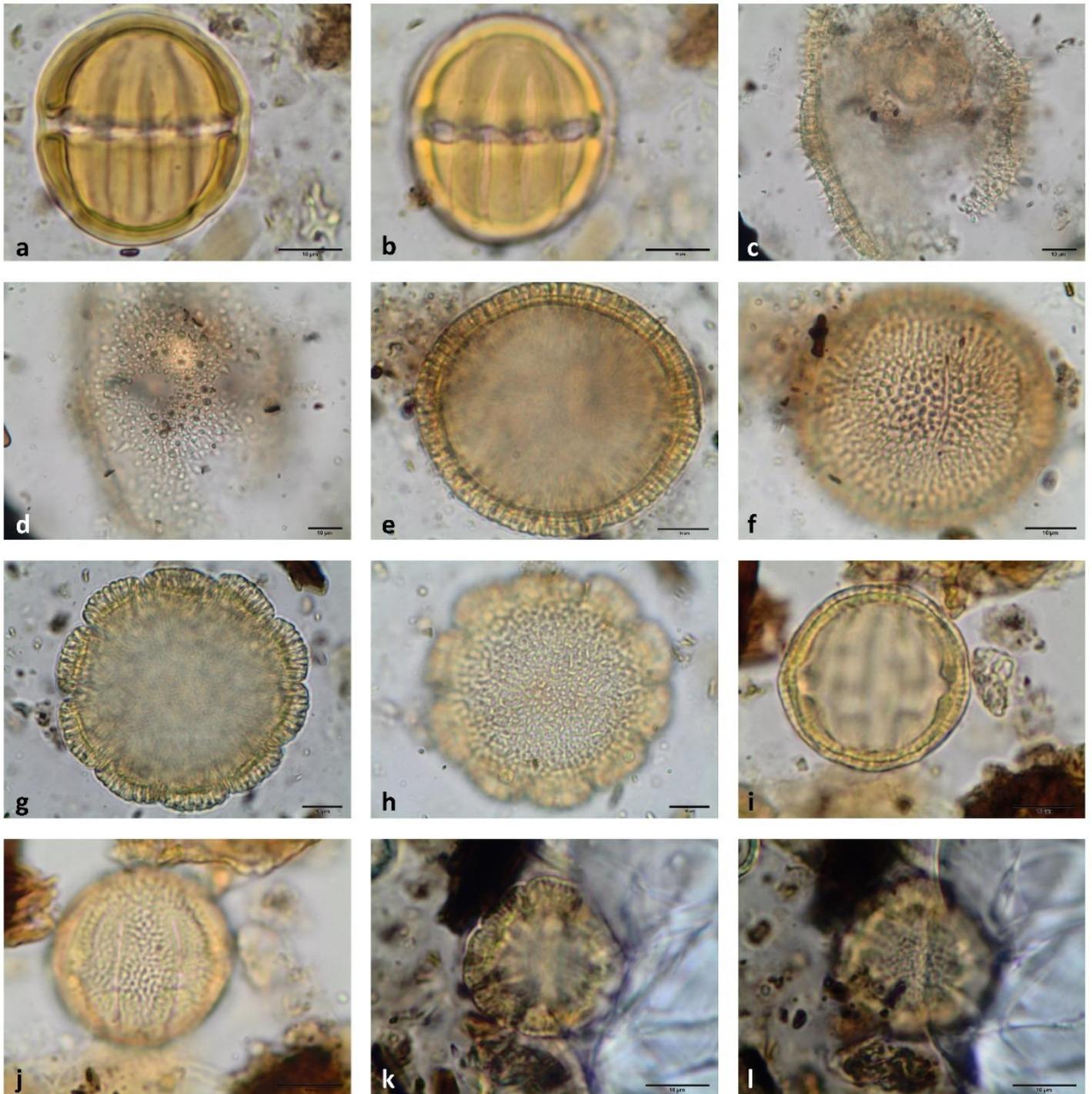


Figura 24. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-b. Polygalaceae: *Polygala*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Superfície em vista equatorial. c-d. Portulacaceae: *Portulaca*. c. Corte óptico. d. Superfície. e-h. Rubiaceae: *Borreria latifolia*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g. Corte óptico em vista polar. h. Superfície em vista polar. i-l. Rubiaceae: *Borreria verticilata*. i. Corte óptico em vista equatorial. j. Superfície em vista equatorial. k. Corte óptico em vista polar. l. Superfície em vista polar. Barras das escalas: 10  $\mu\text{m}$ .

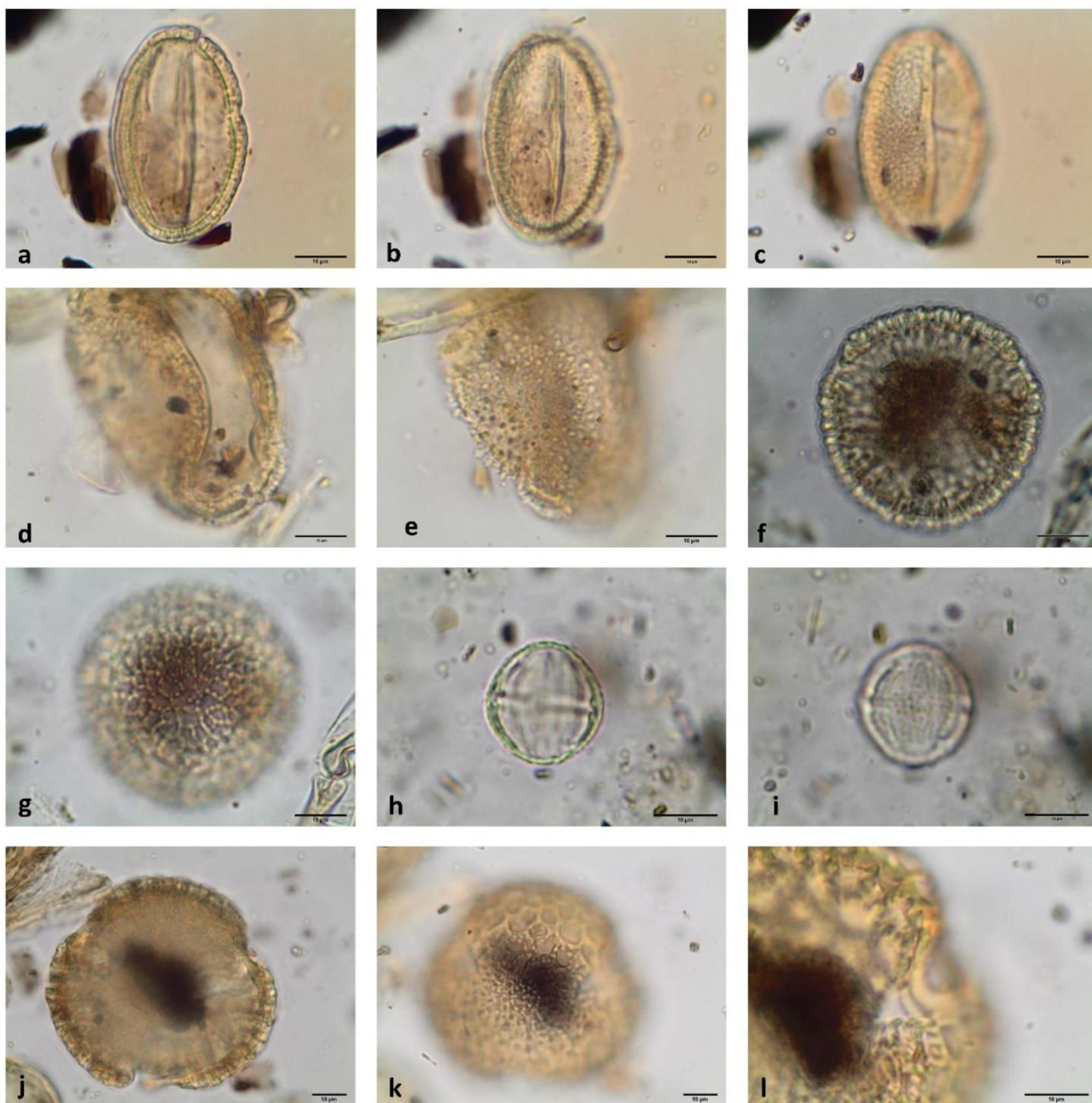


Figura 25. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-c. Rubiaceae: *Declieuxia*. a. Corte óptico em vista equatorial. b. Vista equatorial, evidenciando endoabertura. c. Superfície em vista equatorial. d-e. Rubiaceae: *Diodia*. d. Corte óptico. e. Superfície. f-g. Rubiaceae: *Guettarda*. f. Corte óptico em vista polar. g. Superfície em vista polar. h-i. Rubiaceae: *Mitracarpus*. h. Corte óptico em vista equatorial. i. Superfície em vista equatorial. j-l. Rubiaceae: *Posoqueria*. j. Corte óptico em vista polar. k. Superfície em vista polar. l. Detalhe da abertura. Barras das escalas: 10 µm.

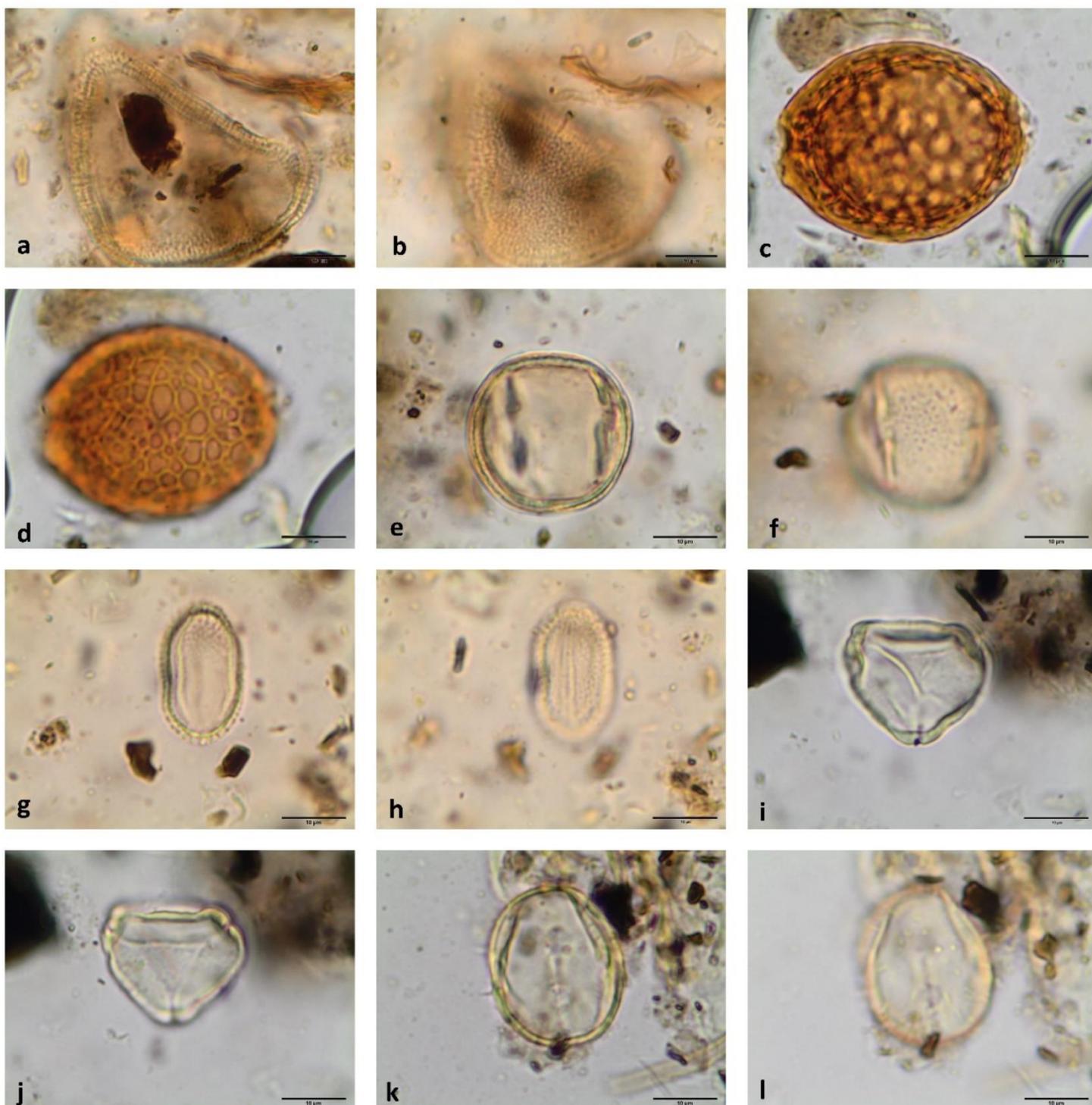


Figura 26. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-b. Rubiaceae: *Psychotria*. a. Corte óptico. b. Superfície. c-d. Rubiaceae: *Tocoyena*. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Superfície em vista equatorial. e-f. Rutaceae: *Citrus*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g-h. Rutaceae: *Zanthoxylum*. g. Corte óptico em vista equatorial. h. Superfície em vista equatorial. i-j. Sapindaceae: *Matayba*. i. Corte óptico em vista polar. j. Superfície em vista polar. k-l. Sapotaceae: *Diploon*. k. Corte óptico em vista equatorial. l. Superfície em vista equatorial. Barras das escalas: 10 µm.

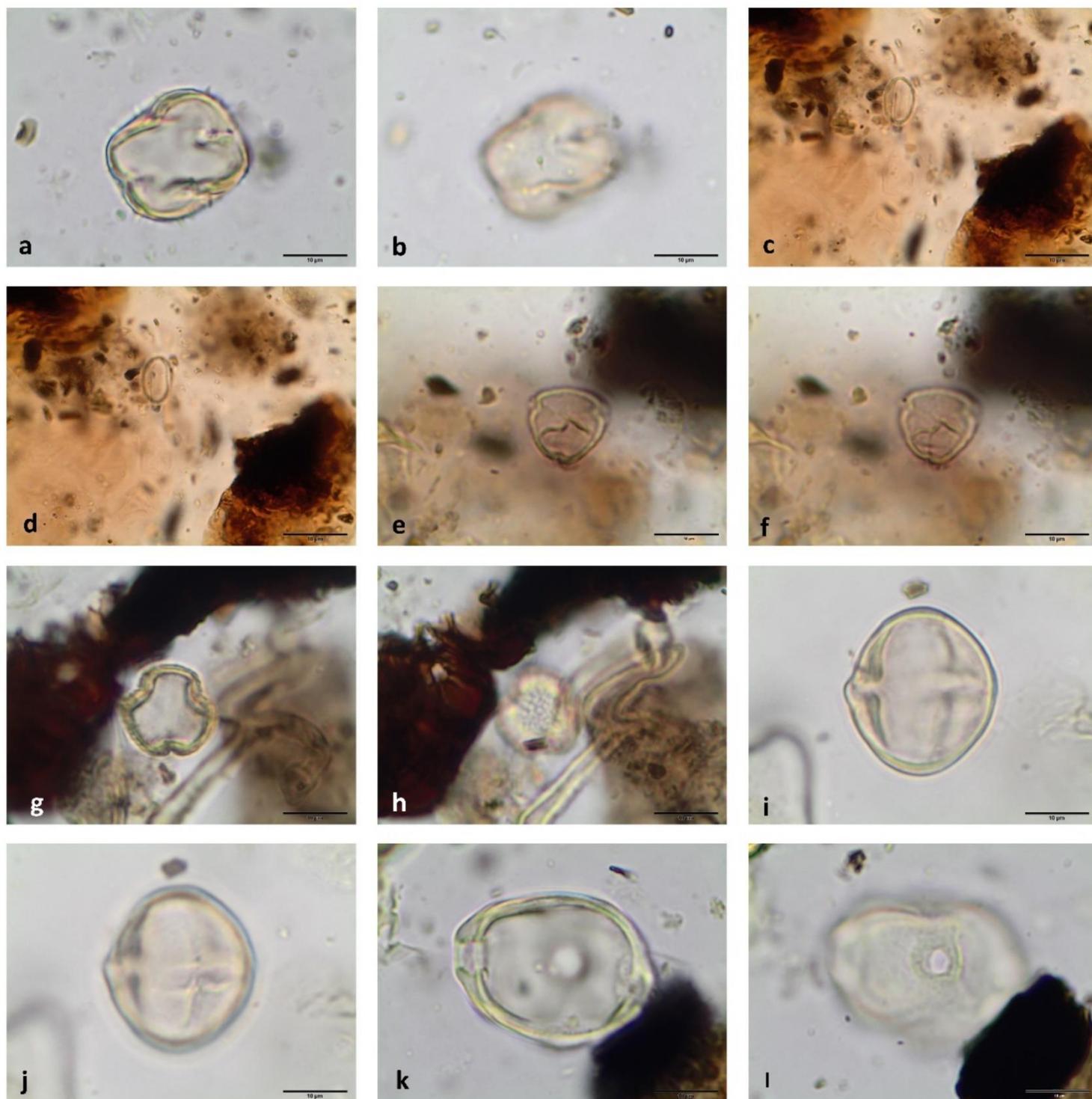


Figura 27. a-l. **Eudicotiledôneas**. a-b. Sapotaceae: *Diploon*. a. Corte óptico em vista polar. b. Superfície em vista polar. c-f. Schrophulariaceae. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Superfície em vista equatorial. e. Corte óptico em vista polar. f. Superfície em vista polar. g-h. Simaroubaceae: *Simarouba*. g. Corte óptico em vista polar. h. Superfície em vista polar. i-j. Solanaceae: *Solanum*. i. Corte óptico em vista equatorial. j. Superfície em vista equatorial, evidenciando a endoabertura. k-l. Symplocaceae: *Symplocos*. k. Corte óptico em vista equatorial. l. Superfície em vista equatorial, evidenciando o poro. Barras das escalas: 10 µm.

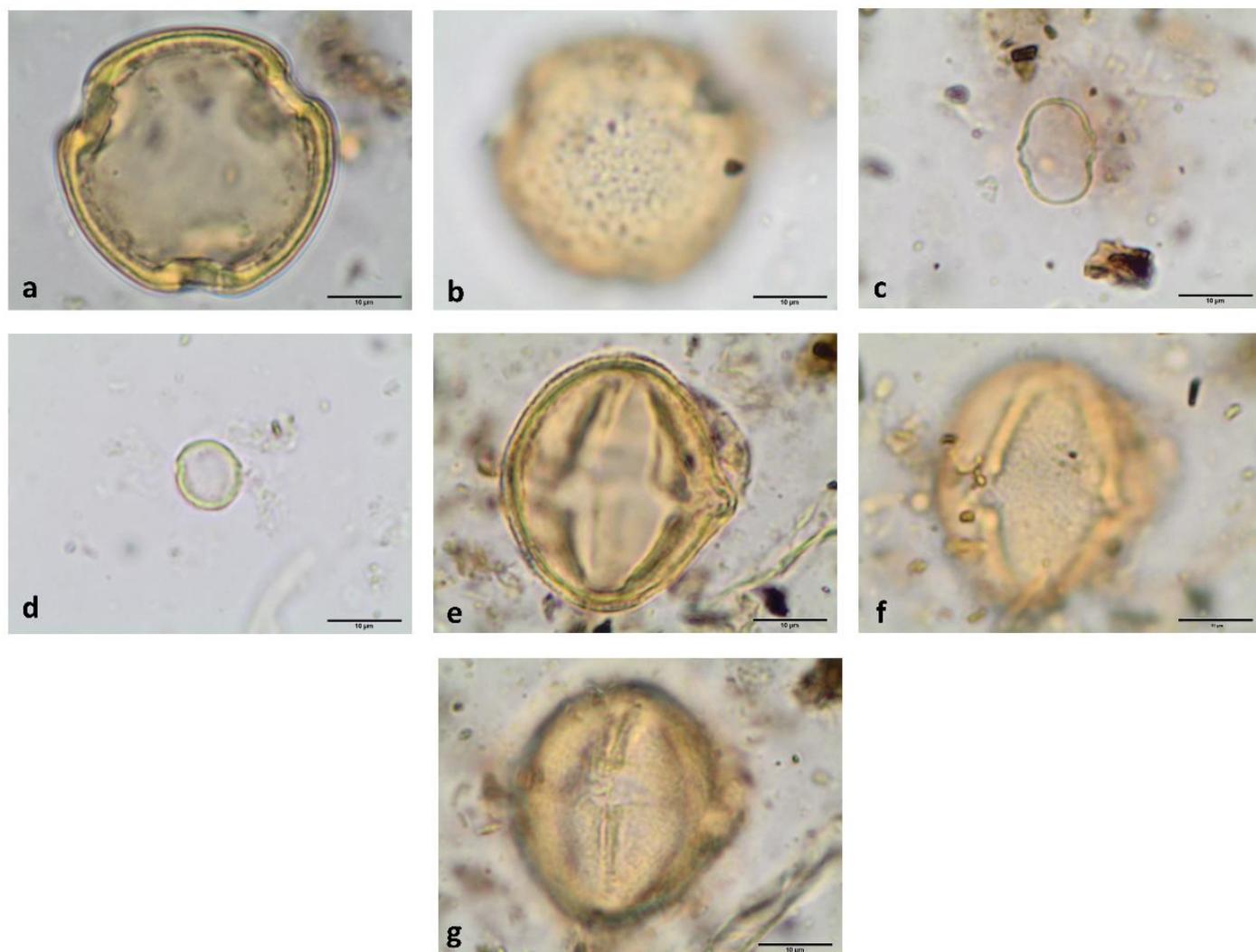


Figura 28. a-g. **Eudicotiledôneas**. a-b. Symplocaceae: *Symplocos*. a. Corte óptico em vista polar. b. Superfície em vista polar. c. Urticaceae: *Cecropia*. c. Corte óptico em vista equatorial. d. Urticaceae: *Ureca*. d. Corte óptico em vista polar. e-g. Verbenaceae: *Lippia*. e. Corte óptico em vista equatorial. f. Superfície em vista equatorial. g. Vista equatorial evidenciando a endoabertura. Barras das escalas: 10 µm.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar uma ampla variedade de palinomorfos no sedimento da turfeira Sempre-Viva, e desta, foram identificados 116 tipos polínicos representando 68 famílias de Gimnospermas e Angiospermas. Os hábitos arbóreo e/ou arbustivo representaram 39,28% do total de tipos polínicos, enquanto o herbáceo foi de 29,46%. O hábito variado perfaz 27,67%, sendo o restante composto por lianas. Também foi possível observar 48 tipos não-polínicos representando 4 famílias de algas, 1 família de dinoflagelados, 3 ordens de fungos e 12 famílias de monilófitas.

A partir da identificação dos palinomorfos e da apresentação das assembleias polínicas regionais e locais e dos PNP sob a forma de diagramas de percentagem, foi possível a confrontação com os dados isotópicos, estratigráficos e cronológicos, permitindo a reconstituição da vegetação pretérita e a comparação dos dados com outros trabalhos do Bioma Cerrado.

Foi possível confirmar a hipótese de um clima frio durante o Pleistoceno Tardio pela presença de tipos característicos de Floresta Montana, além de uma maior umidade local durante este período.

Na transição Pleistoceno/Holoceno, foi possível observar um aumento da temperatura e diminuição da umidade local.

O Holoceno Inferior teve seu início marcado pela inferência de uma expansão do Cerrado e dos capões de mata, confirmando a variação da vegetação esperada para este período.

Já no Holoceno médio houve uma tendência de aumento da precipitação e diminuição da temperatura a partir da maior frequência de tipos característicos de Campo Úmido e Floresta Montana.

No Holoceno Tardio, foi possível observar aumento de temperatura e umidade, tanto local quanto regional, pela grande representatividade local de fitoplâncton e expansão dos tipos característicos de Campo Úmido, Cerrado e Floresta Semi-decídua.

Os resultados demonstraram que a análise multi-proxy dos registros pretéritos, utilizados para a reconstituição do paleoambiente da turfeira Sempre viva, permitiram inferências inéditas sobre este ambiente, que irão se somar ao modelo paleoclimático brasileiro existente.