



---

**CEPPE**

**Centro de Pós-graduação e Pesquisa**

**MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL**

**THIAGO DE CARVALHO NASCIMENTO**

**RECONSTITUIÇÃO DA HISTÓRIA QUATERNÁRIA DA MATA  
ATLÂNTICA NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO  
ESPÍRITO SANTO**

**GUARULHOS**

**2012**

**THIAGO DE CARVALHO NASCIMENTO**

**RECONSTITUIÇÃO DA HISTÓRIA QUATERNÁRIA DA MATA  
ATLÂNTICA NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO  
ESPÍRITO SANTO**

**Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos para a obtenção do  
título de mestre em Análise Geoambiental.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Judite Garcia**

**GUARULHOS**

**2012**

N244r      NASCIMENTO, Thiago de Carvalho  
Reconstituição da história quaternária da Mata Atlântica na  
região centro-norte do estado do Espírito Santo. / Thiago de  
Carvalho Nascimento. Guarulhos, 2012.  
294 f. : il. ; 31 cm

Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Centro de  
Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos,  
2012.  
Orientador: Dra. Maria Judite Garcia

Bibliografia: f. 284-294

1. Lago Juparanã e Durão. 2. Espírito Santo. 3. Palinologia. 4.  
Quaternário I. Título. II. Universidade Guarulhos.

CDD 22<sup>st</sup> 504

catalográfica elaborada pela Coordenação da Biblioteca Fernando Gay da Fonseca

Ficha

A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada “**Reconstituição da História Quaternária da Mata Atlântica no Setor Centro-Norte do Estado do Espírito Santo**” em sessão pública realizada em 08 de Outubro de 2012, considerou o candidato **Thiago de Carvalho Nascimento** aprovado com louvor.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes pesquisadores:

Profa. Dra. Maria Judite Garcia  
**Orientadora**  
**Universidade Guarulhos - UnG**

Prof. Dr. Cláudio Limeira Mello  
**Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ**

Prof. Dr. Paulo Eduardo De Oliveira  
**Universidade São Francisco - USF**

*“A minha mãe que me ensinou a ter paixão pela natureza e respeito por todas as formas de vida”.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa mestrado e recursos concedidos.

À Prof. Dr. Maria Judite Garcia pela orientação, dedicação e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo de Oliveira por me ensinar grande parte do que sei sobre Palinologia.

Ao Prof. Claudio Limeira Mello pela oportunidade de executar este trabalho na região Centro-Norte do Espírito Santo, Brasil.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda pelo apoio nas análises isotópicas.

Ao aluno de Doutorado do Instituto de Tecnologia da Florida (USA) Marco Felipe Razca por compartilhar parte do seu conhecimento e técnicas laboratoriais.

À equipe técnica e de professores dos Laboratórios de Geociências, Palinologia e Paleobotânica da Universidade Guarulhos (UnG) que colaboraram para realização deste trabalho, em especial o Prof. Dr. Antonio Roberto Saad e Prof. Dr. Mario Lincoln de Carlos Etchebehere.

A todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

## **Resumo**

O presente estudo teve como objetivo central reconstituir a história vegetacional e climática, quaternária, da Mata Atlântica, no setor centro-norte do estado do Espírito Santo (Brasil), a partir de análises palinológicas dos sedimentos depositados nos lagos Juparanã e Durão. Tais lagos localizam-se próximo de três das reservas primitivas de mata Atlântica mais importantes do Brasil, as Reservas Biológicas de Sooretama e da Vale do Rio Doce e a Floresta Nacional de Goytacazes. Um dos objetivos secundários deste trabalho foi o de contribuir para a determinação dos processos relacionados à gênese destes lagos, tendo em vista sua localização, próximo a desembocadura do rio Doce no oceano Atlântico, fato que tem levado a indagações sobre a possível influência marinha, fruto das variações do nível relativo do mar ao longo de sua evolução. Para o entendimento destas questões, foram estudados dois testemunhos sedimentares, um em cada um dos lagos. Para a extração dos grãos de pólen e esporos empregou-se a técnica da acetólise e a introdução de esporos exóticos de *Lycopodium clavatum* para a determinação da concentração de cada táxon botânico. Os sedimentos dos lagos Juparanã e Durão são caracterizados por alta diversidade de tipos polínicos de elementos arbóreos, característicos da Floresta Atlântica *sensu lato* e não há indicação de troca da vegetação durante o período cronológico equivalente a 7.000 anos A. P. (antes do presente). O predomínio, quase que absoluto de árvores e arbustos sobre as ervas, indica condições de floresta fechada com árvores de grande porte durante o Holoceno médio e tardio. Os dados palinológicos do Lago Durão indicam um período de fragmentação florestal e expansão de ecossistemas pantanosos, sob um clima frio com chuvas esporádicas, durante o Neopleistoceno e Holoceno inicial. Os resultados da análise palinológica obtidos indicam que não houve influência marinha nos sedimentos estudados. Os resultados da presente pesquisa são apresentados na forma de quatro artigos.

Palavras-chaves: Lagos Juparanã e Durão, Espírito Santo, Palinologia, Quaternário.

## **Abstract**

The present study has as the main objective to reconstruct the vegetation and climate, quaternary of the Atlantic forest in the north-central sector of the state of Espírito Santo (Brazil), as from the palynologic analysis of the sediments deposited in lakes Juparanã and Durão. These lakes are located near the two most important Brazilian primitive rainforest reserves: the Sooretama Biological Reserves and Vale do Rio Doce. One of the secondary objectives of this study was to contribute to the determination of the processes related to the genesis of these lakes, in view of its location near the Rio Doce outfall in the Atlantic Ocean; a fact that has led to questions about a possible marine influence, the result of a relative sea level variations along its evolution. To understand these issues, two sediment cores, one in each lake, were collected; It was used the acetolysis technique for the pollen and spores extraction introducing exotic spores of *Lycopodium clavatum* in order to determine the concentration of each botanic taxon. The sediments of the Juparanã and Durão lakes are characterized by high diversity of some arboreal elements' pollinic types, common of the Atlantic forest *sensu lato* and there is no indication of a vegetation exchange during the chronological period equivalent of 7000 years A. P. (before present). The predominance, almost absolute, of trees and bushes on the herbs, indicates the closed forest conditions with large trees during the Middle and Late Holocene. The palynological data from the Durão Lake indicate a period of forest fragmentation and expansion of wetland ecosystems, in a cold climate with sporadic rainfall during the Lower Holocene and Neopleistocene. The obtained results of the palynological analysis indicate that there was no influence in the marine sediments. The results of this study are presented in the form of four articles.

**Keywords:** Juparanã and Durão lakes, Espírito Santo, Palynology, Quaternary.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. Introdução</b>	9
<b>2. Objetivos</b>	11
<b>3. Hipóteses</b>	12
<b>4. Revisão bibliográfica</b>	12
4.1. Variação do nível do mar durante o Holoceno	12
4.2. História Ambiental da Mata Atlântica	14
4.3. Origem dos componentes amazônicos na Mata Atlântica	16
<b>5. Aspectos geográficos, vegetacionais e climáticos da área de estudo</b>	18
5.1. Lagos Juparanã e Durão	18
5.2. Geologia regional	20
5.3. Evolução quaternária das planícies costeiras brasileiras	26
5.4. Origem do sistema de lagos do baixo vale do rio Doce	30
5.5. Vegetação e clima	33
<b>6. Materiais e Métodos</b>	38
6.1. Coleta e descrição de sedimentos	38
6.2. Processamento químico palinológico das amostras	42
6.3. Análise taxonômica	42
6.4. Análise quantitativa (contagem dos palinomorfos)	43
6.5. Isótopos de Carbono e Nitrogênio	43
6.6. Análise de partículas carbonizadas	43
6.7. Análise estatística e representação gráfica dos resultados	44
<b>7. Resultados</b>	45
7.1. Descrição dos perfis amostrados	45
7.2. Artigos	
7.2.1 Palinomorfos dos sedimentos quaternários dos lagos Juparanã e Durão, Espírito Santo, Brasil	50
7.2.2 Reconstituição vegetacional e climática holocena na área do Lago Juparanã, centro-norte do Estado do Espírito Santo	179
7.2.3 Palinoflora e paleoclima (Neopleistoceno/Holoceno), na região centro-norte do Estado do Espírito Santo, Brasil	213

7.2.4	Considerações sobre a ocorrência de táxons botânicos amazônicos/atlânticos na região centro-norte do Estado do Espírito Santo no Neopleistoceno	258
<b>8.</b>	<b>Considerações finais</b>	281
<b>9.</b>	<b>Bibliografia</b>	284

## 1. Introdução

A região da Mata Atlântica é um dos centros de maior diversidade biológica no planeta. No entanto, estão a cada dia mais ameaçados de extinção devido aos impactos ambientais naturais e antropicos durante sua evolução (MITTERMEIER, 1997; MYERS, 1997). Desde a chegada dos europeus ao Brasil em 1500, a Floresta Atlântica sofre com o impacto antrópico, que já dizimou mais de 90% de sua área original. Coimbra-Filho e Câmara (1996) relacionaram a presença do homem nas Américas, assim como o alto índice de crescimento populacional após o início do Século XX, como o principal fator de desmatamento dessa importante província florística e vegetacional. O aumento populacional, principalmente ao longo da costa, criou um padrão urbanístico caracterizado pela presença de grandes cidades concentradas nesse ecossistema, o que para alguns autores dificulta a recuperação ambiental (LEAL; CÂMARA, 2005). Somente no Estado do Espírito Santo, a Mata Atlântica recobria, nos anos 60, mais de 30% da sua região norte, após duas décadas apresentava 1,5% da área original (RADAMBRASIL, 1987) e atualmente menos de 1% sob domínio de proteção legal.

Além da perda dessa importante vegetação, a ciência brasileira sofre ainda com o desconhecimento da sua história ambiental, mais precisamente dos seus aspectos evolutivos durante as fases de glaciação do Quaternário (últimos 2 milhões de anos), quando a costa brasileira foi palco de várias mudanças naturais associadas às oscilações climáticas e às variações do nível do mar (SUGUIO; MARTIN, 1978; SUGUIO et al., 1985; DAWSON, 1992; SALGADO-LABOURIAU; FERRAZ-VICENTINI, 1994; SUGUIO et al., 2005; DE OLIVEIRA et al., 2005; SIQUEIRA, 2006; SALGADO-LABOURIAU, 2007; PESSENDA et al., 2009).

A área de estudo selecionada para esta pesquisa situa-se na região centro-norte do Estado do Espírito Santo, detentor de três das mais importantes reservas naturais de Mata Atlântica, em estágio primário, do Brasil: a Reserva Biológica de Sooretama, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce e a Floresta Nacional de Goytacazes (GARAY; RIZZINI, 2004). Além de conter uma vegetação relativamente parecida com aquela encontrada pelos primeiros colonizadores europeus, essas florestas possuem uma interessante composição florística, onde se destacam muitas espécies e gêneros típicos da Bacia Amazônica (RADAMBRASIL, 1987). Esse paralelismo biótico amazônico-atlântico foi observado primeiramente no nordeste do Brasil por Sampaio (1945), Andrade-Lima (1953), Ducke (1953), Andrade-Lima (1966) e Rizzini (1963, 1967).

Em estudos preliminares, Andrade-Lima (1953, 1966) constatou a existência de 388 gêneros e várias espécies amazônicas na mata pluvial nordestina. Segundo De Oliveira et al. (1999), elementos botânicos amazônicos teriam migrado para a região costeira brasileira após a formação de um corredor ecológico, sustentado por um clima mais úmido que o atual, dentro do domínio da caatinga, durante a transição Pleistoceno/Holoceno (*ca.* 10.000 anos atrás).

Estudos geoquímicos conduzidos em espeleotemas em cavernas calcárias, dentro do ecossistema da caatinga do noroeste da Bahia (AULER; SMART, 2001), confirmam extensos períodos de umidade durante o último ciclo glacial no hemisfério norte e reforçam a evidência palinológica de um corredor de imigração entre a Amazônia e a Mata Atlântica, conforme sugerido por De Oliveira et al. (1999). Esses estudos estendem, portanto, a possibilidade da existência de rotas de migração entre os ecossistemas da região amazônica, da Caatinga e da Mata Atlântica durante pelo menos o último ciclo glacial no hemisfério norte, com duração aproximada de 100.000 anos.

Outro aspecto, da presente pesquisa, trata da influência da variação do nível do mar durante o Holoceno sobre a vegetação do entorno desses dois lagos. O Lago Juparanã, com 20 km de extensão, é o maior lago de água doce do Brasil, já o Lago Durão apresenta apenas 7 km.

Durante o último máximo glacial no hemisfério norte, entre 22.000 e 14.000 anos A.P., o nível marinho global atingiu valores negativos de até 100 metros (DAWSON, 1992). Essa alteração expôs a plataforma continental brasileira e, conseqüentemente, a região objeto do presente estudo teria vivenciado clima mais continental, que pode ter impactado a flora atlântica regional. No entanto, por volta de 5.500 anos A.P., quando o nível marinho atingiu cerca 6 m acima do nível atual, na Transgressão Santos, (SUGUIO et al., 1985), essa área também pode ter sido impactada.

Esta pesquisa paleoambiental emprega como técnica central a Palinologia do Quaternário, que analisa principalmente grãos de pólen de árvores, arbustos, ervas terrestres e aquáticas, e esporos de pteridófitas e de briófitas, algas, assim como restos de organismos preservados em vários tipos de sedimentos com idade de até 2.6 milhões de anos (ERDTMAN, 1952; SALGADO-LABOURIAU, 2007; TRAVERSE, 2008). As características morfológicas desses microfósseis permitem identificar os táxons botânicos, visto que ainda são viventes, e a interpretação ecológica referente a esses táxons é mais confiável (TRAVERSE, 2008). Contudo a técnica palinológica é limitada, já que a identificação só atinge o nível taxonômico de família e gênero,

raramente espécie, mas suficiente para as interpretações paleoecológicas e paleoclimáticas do ambiente a ser reconstituído (MOORE, 1991; CARVALHO, 2004; SALGADO-LABOURIAU, 2007). As informações ecológicas, derivadas dos requerimentos dos táxons encontrados, aliadas à datação radiocarbônica das amostras sedimentares, permitem o reconhecimento de ecossistemas, tanto no tempo como no espaço, ou seja, na paisagem paleoambiental. Por meio desses estudos é possível determinar as sucessões ecológicas ocorridas ao longo dos anos nesses habitats, assim como identificar migrações e extinções locais (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

Além da Palinologia, nesta pesquisa também foi realizada a análise de isótopos de carbono e nitrogênio ( $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$  e  $^{15}\text{N}$ ) para identificar a presença de diferentes sistemas de fotossíntese e a influência de águas marinhas, enquanto os valores da razão carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica sedimentar permitem identificar do tipo de matéria orgânica (sem ou com estrutura celulósica) e assim sua fonte, seja terrestre ou aquática. No caso dos isótopos estáveis de nitrogênio, foi possível também identificar e reconstituir as taxas de produtividade (SAIA, 2006).

Dessa forma, dados biológicos e geoquímicos foram integrados com dados geológicos, disponíveis na literatura científica, para melhor compreensão das mudanças ambientais ocorridas desde a formação dos lagos de Juparanã e Durão até os dias atuais.

## **2. Objetivos**

Entre os objetivos gerais e específicos desta pesquisa destacam-se:

- identificar alterações vegetacionais e climáticas na região dos lagos Juparanã e Durão, com base nos dados qualitativos e quantitativos de palinomorfos presentes nos sedimentos lacustres;
- buscar evidências palinológicas que contribuam para os entendimentos dos processos relacionados à gênese e evolução dos lagos internos e externos na planície costeira da região norte do Espírito Santo;
- determinar a eventual influência das variações do nível do mar, por meio da presença e/ou ausência de elementos marinhos, nos sedimentos dos lagos Juparanã e Durão;
- comprovar a existência do corredor ecológico entre a Amazônia e a costa brasileira, por meio dos registros polínicos dos lagos estudados;

- produzir um catálogo da flora palinológica quaternária, a ser documentada por fotomicrografias dos táxons botânicos encontrados nos sedimentos analisados como subsídio aos estudos paleoambientais brasileiros.

### **3. Hipóteses**

As hipóteses a serem testadas nesta pesquisa são:

Hipótese 1 = A vegetação da Mata Atlântica teve sua composição florística alterada por fases climáticas frias/secas ou frias/úmidas desde o período correspondente ao Último Máximo Glacial, no hemisfério norte, ou seja, cerca de 18.000 anos A.P.;

Hipótese 2 = Durante o Holoceno as variações do nível do mar afetaram a composição florística da Mata Atlântica, com a expansão de vegetação adaptada a ambientes mais salinos como os manguezais em direção ao distrito de lagos.

### **4. Revisão bibliográfica**

#### **4.1 Variação do nível do mar durante o Holoceno**

As mudanças climáticas ocorridas ao longo da história da Terra, principalmente as fases glaciais e interglaciais no hemisfério norte, têm reflexo direto nas oscilações nos níveis dos oceanos, que tendem a sofrer regressões e transgressões que, por sua vez, alteram os níveis de umidade e pluviosidade dos continentes assim como os mecanismos de intemperismo e erosão (TEIXEIRA et al., 2009). Segundo Suguio et al. (2005), entre as várias consequências da elevação e queda do nível do mar estão a erosão acelerada de falésias e praias e a formação de lagos.

De acordo com Suguio e Martin (1978), paleoníveis marinhos mais altos que o atual foram identificados durante o Holoceno em vários locais da atual linha de costa do Brasil. Suguio et al. (1985) mostram que por volta de 7.000 anos A.P., o nível do mar estava vários metros abaixo do nível atual e, que a elevação contínua atingiu o seu máximo por volta de 5.500 anos A.P., seguido de um decréscimo até cerca de 4.000 anos A.P. Este decréscimo, por sua vez, foi seguido por uma nova elevação e declínio até chegar ao nível atual, denominado nível de base. Em um estudo malacológico de sambaquis em Iguape (SP), dados paleoecológicos e isotópicos obtidos de conchas dos moluscos demonstram períodos de expansão de paleolagunas quando o nível relativo do mar esteve acima do atual (RODRIGUES et al., 2009). Medeiros et al. (2009), após

estudos palinológicos de um testemunho sedimentar, com idade basal de 8.370 anos A.P., obtido na Estação Ecológica Juréia-Itatins, litoral sul do Estado de São Paulo, revelaram fases com predominância de grãos de pólen típicos da Mata Atlântica, tais como *Alchornea*, Apocynaceae, Arecaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, e fases com a presença de *Rhizophora*, associadas a microforaminíferos quitinosos e esporos de dinoflagelados, que indicam a presença de manguezais e influência de águas marinhas. Os autores identificaram que a fase inicial de transgressão marinha corresponde a aproximadamente um nível mais elevado que o atual em *ca.* 6.500 e 4.600 anos A.P.; uma regressão marinha entre *ca.* 4.600 e 4.400 anos A.P.; nova transgressão após 4.400 anos A.P.; e em 2.800 anos A.P., declínio gradual até o presente nível atual. Os dados obtidos por Medeiros et al. (2009), encontraram respaldo no estudo realizado por Santos et al. (2009), que ao quantificar microfósseis silicoflagelados no mesmo testemunho sedimentar, comprovou a mesma variação do nível relativo do mar durante o Holoceno e conseqüentemente apóiam os dados de Suguio e Martin (1978) e Suguio et al. (1985).

As interpretações de Medeiros et al. (2009) e Santos et al. (2009), por sua vez, são concordantes com os resultados de Hussein-Vilela et al. (2009), baseados na análise de algas diatomáceas dos sedimentos quaternários da estação ecológica Juréia-Itatins (SP), que indicam as mesmas variações negativas e positivas do nível do mar.

Para a região do Lago Juparanã, alvo do presente estudo, já existem alguns dados paleoambientais preliminares relativos ao Holoceno da Reserva Natural Vale do Rio Doce. Os dados de Buso-Junior et al. (2009) e Buso-Junior (2010), referem-se à análise de isótopos de C e N ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) obtidos em um perfil sedimentar coletado na Lagoa do Macuco, a 20 km da costa. Esses dados mostram que entre 6.730 e 2.440 anos A.P. houve influência crescente de matéria orgânica de origem fitoplanctônica nos sedimentos, provavelmente associada a uma transgressão marinha, indicados por altos valores de  $\delta^{13}\text{C}$ . Para o período entre 2.440 e 1.090 anos A.P., os resultados sugerem maior influência de fontes terrestres e uma provável regressão nos níveis marinhos. Segundo Buso et al. (2009), a atual Lagoa do Macuco foi estabelecida por volta de 1.090 anos AP.

## 4.2 História Ambiental da Mata Atlântica

Segundo Leitão Filho (1987), a Mata Atlântica é, possivelmente, uma das formações florestais mais antigas do Brasil e sua composição florística atual sugere que surgiu por volta de 70 milhões de anos, após a grande radiação das angiospermas durante o Cretáceo. Para o Período Quaternário são poucos os estudos paleoambientais realizados em áreas da Mata Atlântica. Entre eles destacam-se os realizados nas grandes elevações da costa do Estado de Santa Catarina (BEHLING, 1995; BEHLING; NEGRELLE, 2001), no interior do Estado de Minas Gerais (DE OLIVEIRA, 1992; LEDRU, 1993) e no Estado de São Paulo (GARCIA et al., 2004). Na Serra do Mar, Estado de São Paulo, destaca-se um único estudo palinológico, no Núcleo Curucutu do Parque Estadual Serra do Mar (PESSENDA et al. 2009) que engloba as fases glaciais no hemisfério norte. Em síntese, esses estudos mostram que a Mata Atlântica, nas regiões sulinas, durante o Último Máximo Glacial no hemisfério norte foi substituída por vegetação mais aberta, enquanto na costa do Estado de São Paulo, Pessenda et al. (2009) sugeriram que a Mata Atlântica manteve-se intacta e mais rica em elementos botânicos alto-montanos como *Araucaria*, *Podocarpus*, entre outros...

A história ambiental da Mata Atlântica desde o Último Máximo Glacial (UMG) no hemisfério norte compreende diversos eventos climáticos de longa e curta duração como, por exemplo, as variações do nível do mar, identificadas por Suguio e Martin (1978), Suguio et al. (1985), Dawson (1992), Suguio e Kohler (1992) e Suguio et al. (2005), Angulo et al. (2006), Amaral (2008), períodos frios com muita ou pouca umidade, condicionados entre 25.000 e 14.000 anos A.P. (DE OLIVEIRA, 1992; LEDRU, 1993; BEHLING, 1995; SALGADO-LABOURIAU e FERRAZ-VICENTINI, 1994; AULER; SMART, 2001; BEHLING, 2001; RICCOMINI et al., 2005; DE OLIVEIRA et al., 2005; SIQUEIRA, 2006; SALGADO-LABOURIAU, 2007; PESSENDA et al., 2009).

Carnaval et al. (2009), ao estudarem a diversidade genética de três espécies de anuros, localizaram zonas de refúgios florestais, supostamente durante a fase cronológica do UMG, na costa dos estados de São Paulo, Bahia e Pernambuco. Essa conclusão possui forte correlação com os dados palinológicos de Siqueira (2006), na Serra da Mantiqueira (MG), e Pessenda et al. (2009), na Serra do Mar (SP), que demonstram uma notável estabilidade da vegetação florestal nos últimos 30.000 anos, um período caracterizado por amplas flutuações ambientais correlacionadas ao UMG em várias partes do Brasil e da América do Sul. O estudo realizado por Carnaval et al.

(2009) ainda supõe que a região da Mata Atlântica, no sul da Bahia, é um dos mais importantes *hotspots* de biodiversidade da Terra, e uma pequena área em Pernambuco também permaneceu intacta durante as fases climaticamente mais intensas do UMG. Os autores sugerem que estas florestas teriam mantido sua diversidade vegetal e animal em áreas de refúgios em momentos desfavoráveis à sua preservação e estes refúgios teriam novamente se expandido após o término da fase fria (ZOLNERKEVIC, 2009). Estas conclusões são apoiadas por Pessenda et al. (2009) e Siqueira (2006) ao sugerirem que durante o período correspondente ao degelo pós-glacial no hemisfério norte, a vegetação da Mata Atlântica manteve sua biodiversidade na costa de São Paulo e nas grandes elevações do setor sul da Serra da Mantiqueira (sul de MG), respectivamente.

Entre os estudos na Mata Atlântica durante o Holoceno no vale do rio Ribeira destaca-se: Bissa (1998), Saia (2006), Pessenda et al. (2009), Francisquini et al. (2009); Passarini Junior (2009) e; no vale do rio Paraíba do Sul (GARCIA et al., 2004; SANTOS et al., 2009) no interior de Minas Gerais (DE OLIVEIRA, 1992; BEHLING, 1995) e no Paraná FERNANDES (2009). Na região costeira do estado de São Paulo, em Itanhaém (AMARAL, 2008) e Juréia-Itatins (MEDEIROS, 2009), na do Rio de Janeiro (LUZ; BARTH, 2000, 2002 e LUZ et al., 2011, FREITAS et al., 2011,). No estado do Espírito Santo encontram-se os trabalhos de Buzo Junior (2010) e Ferrazzo et al. (2008).

No vale do rio Ribeira (sul do Estado de São Paulo), análises isotópicas indicaram que as condições ambientais em torno da Lagoa Vermelha, se mantiveram relativamente estáveis durante os últimos 4.500 anos. Os resultados de  $\delta C^{13}$  são indicativos da presença de plantas  $C_3$ , relacionadas a condições climáticas úmidas que em conjunto com análises palinológicas, sugerem a existência de uma floresta densa sob um clima mais frio, no período de 1.400 anos A.P. a 1.100 anos A.P. (SAIA, 2006). Segundo Passarini Junior (2009), as análises isotópicas dos sedimentos da Lagoa Vermelha indicaram que a vegetação de floresta sempre esteve presente desde 2.550 anos A.P. até os dias atuais, com um clima mais frio por volta de 2.550 e 2.000 anos A.P. Entre 2.000 e 1.000 anos A.P., o clima tornou-se menos frio que na fase anterior, culminando um período mais quente e mais úmido registrado entre 1.000 e 680 anos A.P. A partir de 680 anos A.P. teria se estabelecido o clima e a vegetação atuais.

Poucos estudos paleoambientais foram desenvolvidos na região setentrional da Mata Atlântica, ou seja, desde o Estado do Espírito Santo aos estados da região Nordeste, onde se observa um grande paralelismo entre as floras amazônica e atlântica,

tanto nas regiões costeiras, quanto nas continentais (DUCKE, 1953; DUCKE; BLACK, 1954; ANDRADE-LIMA, 1966; RIZZINI, 1967).

Análises palinológicas no setor setentrional da Mata Atlântica são necessárias para o entendimento dessas relações fitogeográficas, que possivelmente, foram controladas por variações climáticas desde o início do Quaternário (DE OLIVEIRA et al., 2005). Dessa forma, a presente pesquisa colabora com o entendimento e com a reconstituição da história ambiental quaternária da Mata Atlântica, onde esta vegetação tem fisionomia e florística mais semelhantes com as da Bacia Amazônica.

### **4.3 Origem dos componentes amazônicos na Mata Atlântica**

Desde a região norte do Espírito Santo até o Nordeste do brasileiro são diversos os reconhecimentos florísticos e palinológicos que destacam a presença de táxons botânicos considerados tipicamente amazônicos (SAMPAIO, 1945; DUCKE, 1953; ANDRADE-LIMA, 1953; RIZZINI, 1963; ANDRADE-LIMA, 1966; RIZZINI, 1967; COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996; RIZZINI, 1997; DE OLIVEIRA; BARRETO; SUGUIO, 1999; LORENZI, 2008a; SOUZA; LORENZI, 2008; DO NASCIMENTO, 2008; LORENZI, 2009a, 2009b, 2010). Também é notável que alguns autores preferam não se aprofundar nessa problemática, enquanto outros já procuram respostas para esse paralelismo entre as duas províncias. Táxons amazônico-atlânticos disseminam-se e misturam-se em regiões muito distantes das suas principais áreas de ocorrência, onde também são encontradas espécies zoológicas de hábitos puramente silvestres comuns às duas províncias fitogeográficas (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996). Além disso, relações florísticas das províncias Amazônica, Atlântica e Central possuem numerosos táxons filogeneticamente muito próximos, além do inegável paralelismo (ANDRADE-LIMA, 1953; DUCKE, 1953; RIZZINI, 1963; ANDRADE-LIMA, 1966; RIZZINI, 1967).

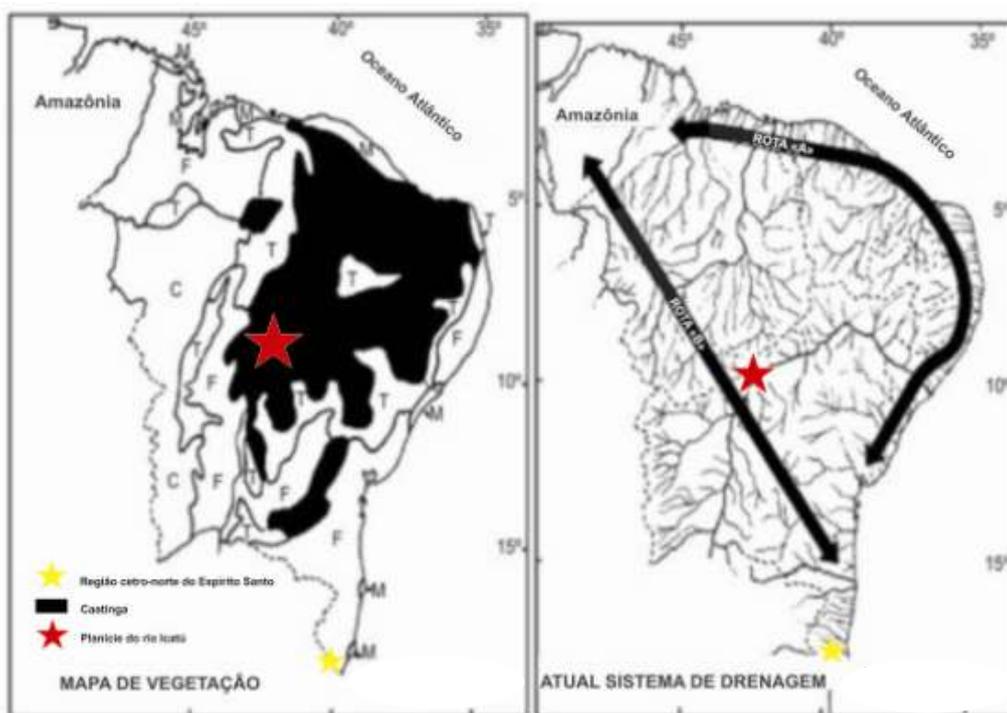
Em um estudo preliminar, Andrade-Lima (1953; 1966) constatou a presença de 388 gêneros e espécies amazônicas na Mata Pluvial Atlântica nordestina. Já Rizzini (1967) identificou gêneros amazônicos, atlânticos e do planalto assim distribuídos: 277 gêneros comuns à Floresta Amazônica e Mata Atlântica, 218 encontrados atualmente na Floresta Amazônica e no planalto central, e 154 distribuídos nas três formações silvestres.

De Oliveira; Barreto e Suguio (1999), em um estudo palinológico de sedimentos de uma turfeira localizada na planície de inundação do Rio Icatu, afluente do Rio São

Francisco (BA), revelaram que, entre 10.990 e 10.540 anos A.P., durante a transição Pleistoceno-Holoceno, condições climáticas extremamente úmidas inexistentes atualmente, ocorreram na caatinga do Oeste da Bahia. Similarmente, clima úmido também foi observado durante o início do Holoceno por Santos (2007) e Do Nascimento (2008) em áreas de vegetação de caatinga no Piauí e Pernambuco, respectivamente. Segundo os três últimos trabalhos, um aumento expressivo de umidade em conjunto com temperaturas mais baixas favoreceu a expansão da floresta tropical úmida com alta biodiversidade e afinidade com as florestas da Amazônia e da costa Atlântica. Estes elementos botânicos típicos de vegetação tropical úmida dominaram a paisagem daquela região até 8.910 anos A.P. quando se iniciou sua substituição por táxons típicos da caatinga e cerrado. Devido à presença de clima úmido e à alta diversidade polínica, De Oliveira; Barreto e Suguio (1999) sugeriram a existência de um corredor ecológico entre a Amazônia e a Mata Atlântica, com rota de migração através da caatinga nordestina, durante a transição Pleistoceno/Holoceno (Figura 1). Estes corredores ecológicos foram mantidos por uma densa rede hidrográfica, atuante graças às altas taxas de umidade da época.

Estudos paleoclimáticos, conduzidos por Auler e Smart (2001) em espeleotemas de cavernas calcárias dentro de uma região de caatinga no Noroeste da Bahia, confirmaram extensos períodos de umidade durante o último ciclo glacial. Essa conclusão fortalece, portanto, a possibilidade da existência de rotas de migração entre os ecossistemas da Bacia Amazônica e da Mata Atlântica na Caatinga durante pelo menos o último ciclo glacial no hemisfério norte, sustentada por uma densa rede hidrográfica, mantida por altos índices pluviométricos.

O paralelismo botânico entre os tipos de vegetação é inegável e a problemática atualmente, restringe-se à comprovação da existência dos corredores ecológicos durante as fases úmidas, seja do Holoceno ou do Pleistoceno, e na definição da trajetória de migração destas espécies. Para atender este objetivo, a presente pesquisa selecionou espécies chaves que realmente fazem parte deste paralelismo, e foram analisados sob o ponto de vista palinológico, a fim de comprovar a migração desses elementos amazônico-atlânticos durante o Pleistoceno/Holoceno.



**Figura 1.** Esquema de possíveis rotas de migração de táxons para a Mata Atlântica durante a transição Pleistoceno/Holoceno, segundo De Oliveira et al. (1999). A rota A, ao longo da costa, baseia-se em estudos botânicos, enquanto a rota B é sugerida pela análise palinológica

## 5. Aspectos geográficos, vegetacionais e climáticos da área de estudo

### 5.1 Lagos Juparanã e Durão

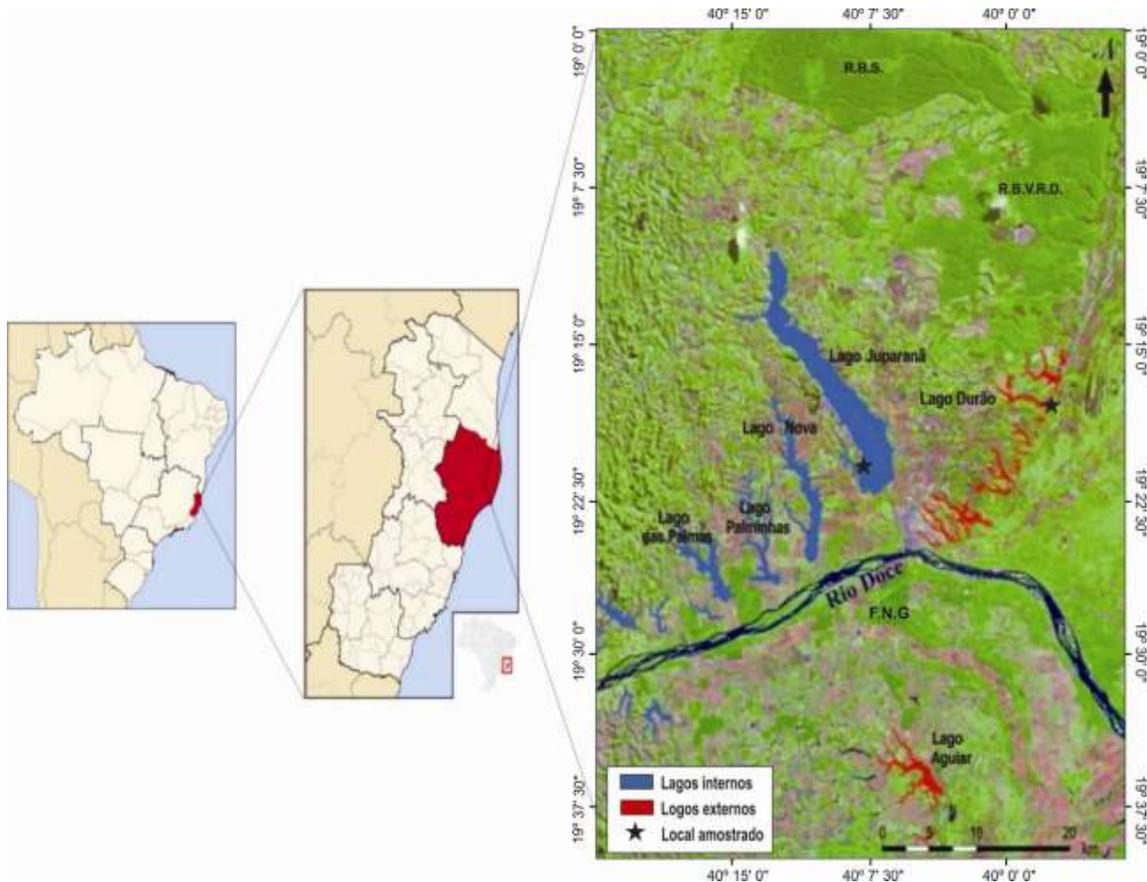
Considerado o maior lago de água doce do Brasil, Lago Juparanã e o Lago Durão localizam-se na região centro-norte do estado do Espírito Santo, no município de Linhares, a 152 km de Vitória e a 40 km da costa (Figura 2). A região norte, do Lago Juparanã, tem as coordenadas de  $19^{\circ} 10' 05'' S$  e  $40^{\circ} 11' 40'' W$ , enquanto o extremo sul é delimitado por  $19^{\circ} 21' 54'' S$  e  $40^{\circ} 05' 49'' W$ , já o Lago Durão encontra-se a oeste do Lago Juparanã, mas precisamente a  $19^{\circ} 17,18' 32'' S$  e  $39^{\circ} 56,06' 61'' W$ . Segundo Hathushika (2005), os lagos Juparanã e Durão integram um conjunto de lagos barrados, que podem ser diferenciados em lagos externos, lagos internos e lagos litorâneos (Figura 3).

Os lagos externos são caracterizados por corpos menores, com cerca de 1 – 10 km de comprimento, situados sobre o platô Neógeno na transição com planície costeira quaternária. Já os lagos internos consistem de corpos maiores também

localizados sobre o platô Neógeno e a planície aluvial do rio Doce. Os lagos litorâneos situam-se no interior dos conjuntos de cristas praias holocenas adjacentes à linha de costa, sugestivo que tenham evoluído de maneira diferente aos lagos barrados, que podem ter sua gênese associados às flutuações do nível do mar durante o Holoceno, como evidenciado por Buso-Junior (2010) na Lagoa do Macuco.

Segundo Hatshika (2005) e Santos (2009), uma possível atuação neotectônica entre a fase final do Pleistoceno e o início do Holoceno pode ter influenciado a formação dos lagos barrados. A neotectônica em conjunto com dinâmica de sedimentação do Rio Doce possibilitou formação do Lago Juparanã e dos demais lagos internos na região do baixo vale do Rio Doce.

A formação dos sistemas de lagos da região do baixo vale do rio Doce, por outro lado, pode também estar relacionada com as variações climáticas e flutuações do nível do mar durante o Quaternário (SUGUIO; KOHLER, 1992). Durante o final do Pleistoceno (10.000 a 18.000 anos A.P.), quando o nível do mar encontrava-se a 100 m abaixo do atual, os vales fluviais sofreram intenso processo de escavação sobre a Formação Barreiras, tornando-se posteriormente afogados durante a última transgressão marinha há aproximadamente 5.100 anos A.P. dando origem ao atual distrito de lagos (BANDEIRA JR. et al. 1975).

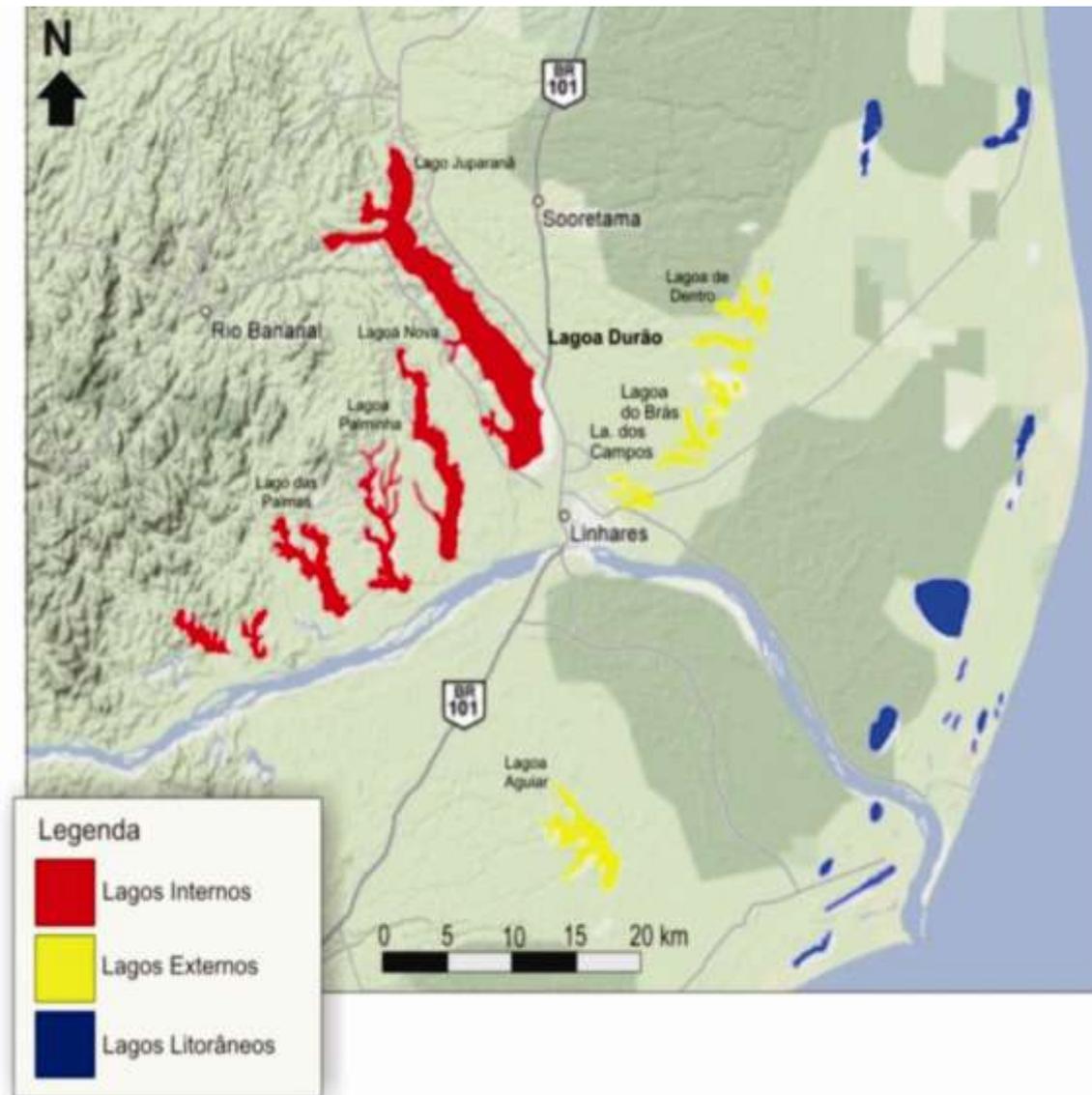


**Figura. 2.** Localização dos Lagos Juparanã e Durão, Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. A nordeste encontram-se as reservas naturais de Sooretama (R.B.S.) e da Vale do Rio Doce (R.B.V.R.D.), a sul a Floresta Nacional de Goytacazes (F.N.G) (segundo HATHUSHICA, 2005).

## 5.2 Geologia Regional

A região do baixo vale do rio Doce fica localizada no limite entre as províncias Mantiqueira e Costeira (ALMEIDA et al., 1977).

Segundo Silva et al. (1987), a geologia da região do baixo vale do rio Doce apresenta rochas do embasamento pré-cambriano, caracterizado principalmente pelos complexos Paraíba do Sul e Medina, recobertas pelos depósitos da Formação Barreiras e depósitos quaternários (Figura 4).

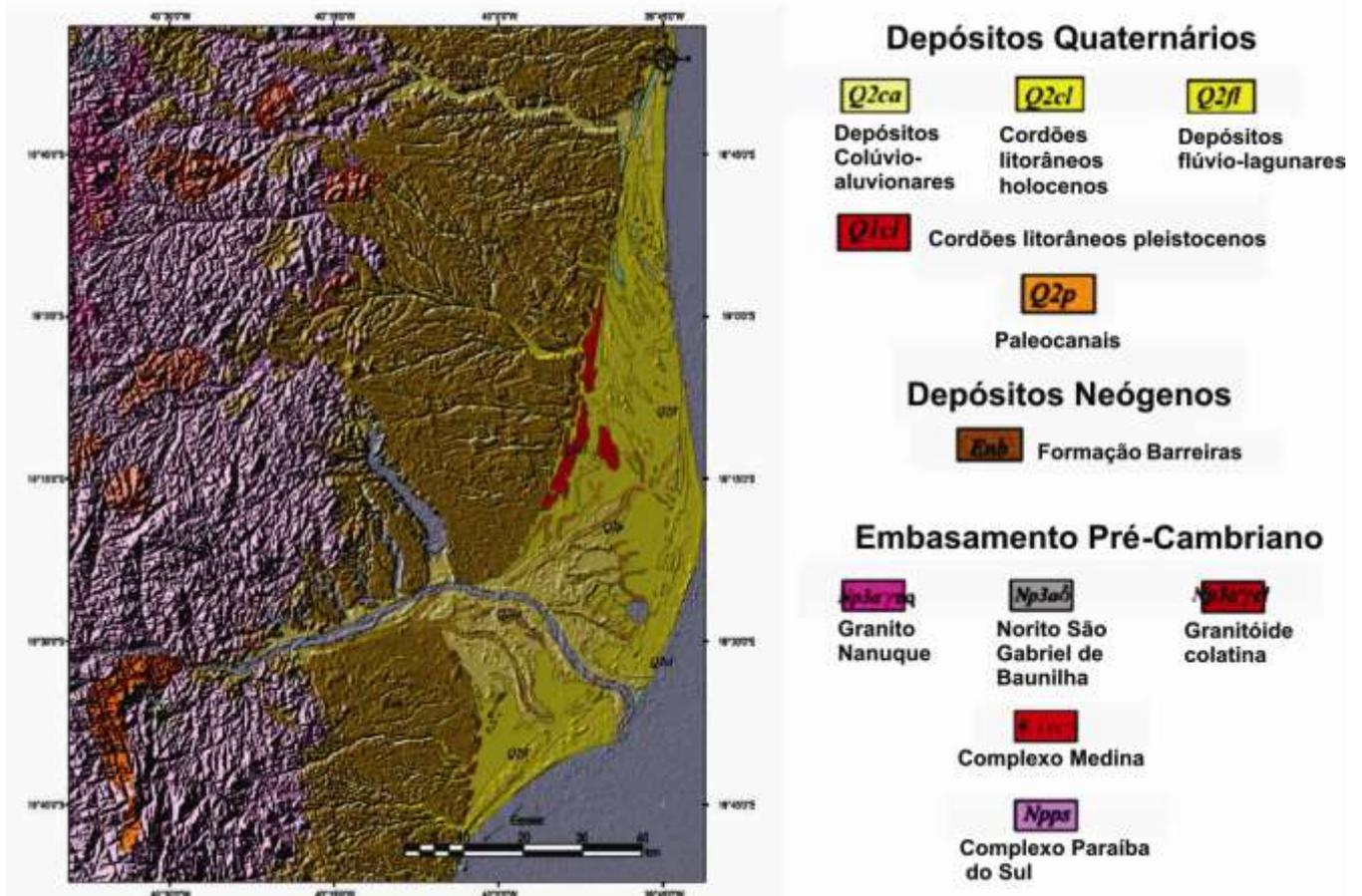


**Figura 3-** Conjuntos de lagos barrados do sistema lacustre do baixo vale do rio Doce (Lagos internos, lagos externos e lagos litorâneos), Fonte: Hatushika (2005).

O Complexo Paraíba do Sul é caracterizado litologicamente por metatexitos e gnaisses aluminosos kinzigíticos e lentes calcissilicatadas. Atribui-se uma idade relacionada ao Ciclo Transamazônico (Proterozoico inicial), que posteriormente veio a ser retrabalhada durante o Brasiliano (SILVA et al. 1987).

O Complexo Medina está associado a atividades ígneas e ocorre frequentemente sob forma de batólitos de composição granítica a granodiorítica, provavelmente ligada à fusão total de litotipos do Complexo Paraíba do Sul. Essas atividades ígneas têm caráter sin a tarditectônico (SILVA et al., 1987). A região apresenta um padrão estrutural bastante complexo, com feições de lineamentos de diversas direções, estruturas dobradas e presenças de massas ígneas e intensa tectônica rúptil, registrada em sistemas

de falhas e alinhamentos regionais (SILVA et al.,1987). Um desses alinhamentos estruturais corresponde à faixa de lineamentos Colatina, com direção NNW-SSE, que pode estar associada tanto à xistosidade do embasamento quanto as reativações tectônicas mesozoicas-cenozoicas.



**Figura 4** - Mapa geológico da área estudada, no baixo vale do rio Doce (ES), sobreposto ao modelo digital de elevação da região (Hatushika, 2005).

A Formação Barreiras constitui o registro sedimentar neógeno da Bacia do Espírito Santo (SILVA et al.,1997), como mostra a figura 5. A origem e a evolução tectono-sedimentar desta bacia têm uma história muito semelhante às demais bacias da margem leste da plataforma continental brasileira, relacionada à separação do supercontinente Gondwana, no Neocomiano (VIEIRA et al.,1994), podendo ser dividida em três seqüências deposicionais, associadas as suas fases tectônicas distintas: rifte, transicional e, por último, margem passiva. A Formação Barreiras consiste em arenitos grossos a conglomeráticos, com uma matriz caulínica, e argilitos levemente arenosos,

de cor esbranquiçada a avermelhada. Segundo Morais (2007), o registro sedimentar da Formação Barreiras está relacionado a paleoambientes de canais fluviais entrelaçados. Os sedimentos quaternários encontram-se distribuídos ao longo da planície costeira do rio Doce e em vales fluviais dos principais tributários da região.

Segundo Martin et al. (1993 e 1997), os depósitos quaternários constituem terraços marinhos (holocênicos e pleistocênicos), depósitos lagunares holocênicos, de manguezais, de turfa, fluviais arenosos e argilo-arenosos holocênicos, depósitos aluviais e coluviais indiferenciados, e arenitos de praia. Ao longo da planície costeira do rio Doce são reconhecidas pelo menos duas gerações de depósitos marinhos arenosos. Ocorrem em forma de cristas praias, formadas em diferentes níveis marinhos durante o Quaternário. Os cordões litorâneos são prismas praias formados a partir da progradação da planície costeira dominada por ondas (*strandplains*) ou da frente deltaica pretérita quando associada a uma desembocadura fluvial, também sob o domínio de ondas. Estes prismas alongados são isolados e abandonados devido à migração da linha de costa em direção ao oceano, e posicionam-se por trás da atual frente deltaica (Martin et al., 1993). A denominação de terraço marinho empregada por estes autores se refere ao conjunto de cordões litorâneos formados na mesma geração, ou seja, são individualizações hierárquicas destes cordões litorâneos, atribuídas a fases de construções distintas.

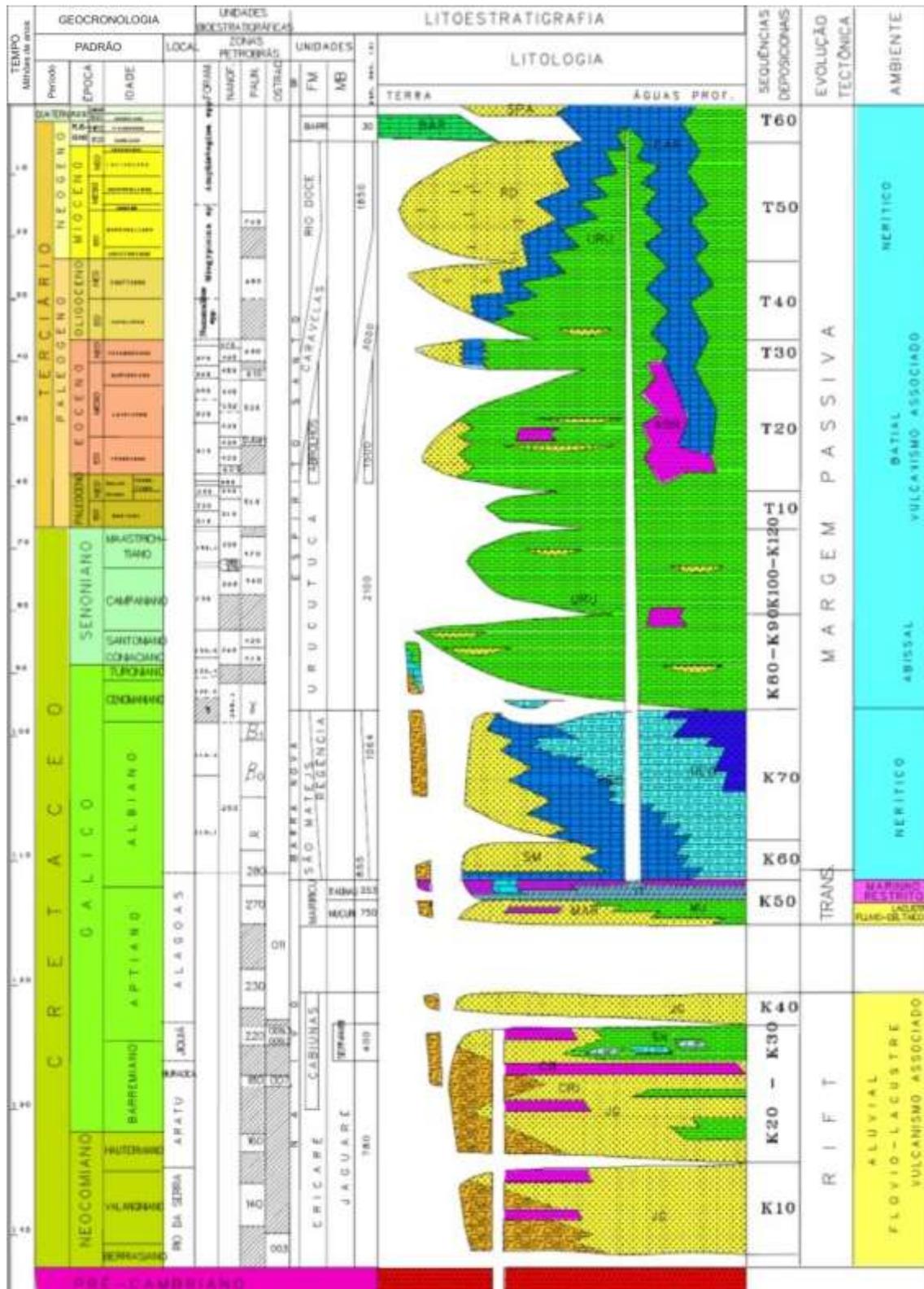


Figura 5 - Coluna estratigráfica da bacia do Espírito Santo (VIEIRA et al., 1994).

Os terraços marinhos pleistocênicos são representados por sedimentos arenosos escuros (*coffee rock*), cimentados em profundidade, com a ausência de fragmentos de conchas, devido à dissolução por ácido húmico, e óxido de ferro nos horizontes

superficiais. As estruturas sedimentares, na maior parte dos casos, são destruídas devido aos processos pedogenéticos. Porém bioturbações do icnogênero *Ophiomorpha* foram observadas em associação com camadas tabulares do arenito escuro com estratificação cruzada (DOMINGUEZ et al., 1987). Ocorrem nas porções mais internas da planície costeira, com altitudes que chegam a 9 m, diminuindo em direção ao oceano. Estes terraços mais antigos são datados em 123.000 anos A.P., e são referentes à Penúltima Transgressão (DOMINGUEZ et al., 1987; MARTIN et al., 1993).

Já os terraços marinhos holocenos, situados na parte externa em relação aos pleistocenos, são compostos por areias mais claras, de baixa coesão, com presença de conchas (MARTIN et al., 1993). Segundo estes autores, as cristas praias holocenas são mais contínuas e próximas entre si (Figura 6), comparadas às cristas pleistocenas, e apresentam idades inferiores a 5.100 anos A.P. (Última Transgressão). Sedimentologicamente, os cordões holocenos da planície costeira do rio Doce são constituídos de areias quartzosas médias a grossas, mal selecionadas, com grânulos e seixos, e grande quantidade de minerais pesados concentrados em lâminas, principalmente ilmenita, magnetita, zircão e turmalina (BANDEIRA JR. et al., 1975). Segundo estes autores, estratificação planar horizontal é a estrutura mais aparente, nitidamente evidenciada pelos níveis de minerais pesados. Tubos do icnogênero *Ophiomorpha* também estão presentes e associados a camadas tabulares inclinadas com estratificação cruzada (DOMINGUEZ et al., 1987). Conchas de bivalves e gastrópodes, e carapaças de foraminíferos também ocorrem nestes depósitos.



**Figura 6** – Vista aérea dos terraços marinhos holocenos no município de Linhares (ES), com destaque para os cordões litorâneos dispostos paralelamente entre si, onde são observadas as cristas e cavas com crescimento de vegetação (Fonte: SANTOS, 2009).

Diversas discontinuidades são observadas entre conjuntas de cordões litorâneos da planície costeira do rio Doce. Essas discontinuidades são mais evidentes nos terraços holocenos, onde truncamentos e pequenas fragmentações dos cordões são facilmente identificáveis em fotografias aéreas e imagens de satélite (SANTOS, 2009). As alternâncias de erosão e construção dos prismas arenosos têm sido atribuídas, por diversos autores, a diferentes processos ao longo do Holoceno e que contribuíram para várias gerações de cordões litorâneos. Depósitos lagunares ocorrem separando os terraços arenosos pleistocenos dos holocenos, compostos por sedimentos argilo-arenosos ricos em matéria orgânica e conchas de moluscos de ambientes lagunares. Martin et al. (1997) atribuem a formação deste sistema lagunar ao estágio de submersão em 5.100 anos A.P. Subidas do nível do mar entre 3.900-3.600 e 2.800-2.500 anos A.P. promoveram a reocupação parcial destas lagunas. A tendência de ressecção, ocorrida após 5.100 anos AP, propiciou a transformação destas lagunas em turfeiras, com camadas de turfa de até 0,5 m.

Os depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos holocenos são representados na planície costeira por paleocanais do rio Doce, que, segundo Suguio et al. (1981), Dominguez et al. (1987) e Martin et al. (1993 e 1997) apresentaram características de um delta clássico dominado por processos fluviais, com padrão pé-de-pássaro. Sondagens executadas nestes depósitos (Bandeira Jr. et al., 1975) mostraram que os sedimentos fluviais repousaram sobre as paleolagunas identificadas. Os sedimentos areno-argilosos encontrados nos vales frequentemente acima do limite atingido pela Penúltima Transgressão foram agrupados por Martin et al. (1993) e denominados de depósitos aluviais e coluviais indiferenciados, devido às diferentes idades destes sedimentos, que não puderam ser separados.

### **5.3. Evolução quaternária das planícies costeiras brasileiras**

Nos primeiros estudos efetuados em planícies associadas a importantes desembocaduras fluviais na costa brasileira, Bacoccoli (1971) classificou os depósitos litorâneos quaternários situados nos domínios dos rios Parnaíba, Jaguaribe, São Francisco, Jequitinhonha, Paraíba do Sul e Doce na categoria de deltas dominados por ondas, que teriam sido formados a partir da acreção lateral de cristas praias durante o Holoceno. Esta classificação de delta “altamente destrutivo” dominado por ondas foi inicialmente contestada por Dominguez et al. (1982a), mas corrobora com os trabalhos de Bittencourt et al. (1982), Dominguez et al. (1982b), Suguio et al. (1981) e Dominguez et al. (1983). Por outro lado Bacoccoli (1971) e Bandeira Jr. et al. (1975), sugeriram que a formação das planícies costeiras brasileiras não estaria relacionada a processos deltaicos, entendendo que os rios mencionados anteriormente, não consistiriam na principal fonte das areias acumuladas em suas desembocaduras, e sim devido aos sedimentos retrabalhados na plataforma e lançados na região costeira pela ação da deriva litorânea.

Martin et al. (1993) propuseram um modelo de evolução das planícies costeiras brasileiras situadas entre Macaé (RJ) e Maceió (AL), no qual podem ser observados oito estágios distintos, que serão citados a seguir:

- O **1º estágio** é atribuído ao período de sedimentação da Formação Barreiras (Plioceno), caracterizado por clima semi-árido, com presença de chuvas esporádicas, que teriam formado depósitos de leques aluviais nos sopés das encostas (Figura 7-1). O nível relativo do mar, neste período, encontrava-se abaixo do nível atual, com os

depósitos da Formação Barreiras recobrimo grande parte da presente plataforma continental.

- No **2º estágio**, caracterizado por clima úmido durante o Pleistoceno, teria cessado a deposição dos sedimentos continentais da Formação Barreiras, e ocorrido a Transgressão Antiga ou a antepenúltima transgressão. Nesta fase, a porção externa da Formação Barreiras foi parcialmente erodida, resultando em uma extensa linha de falésias (Figura 7-2).

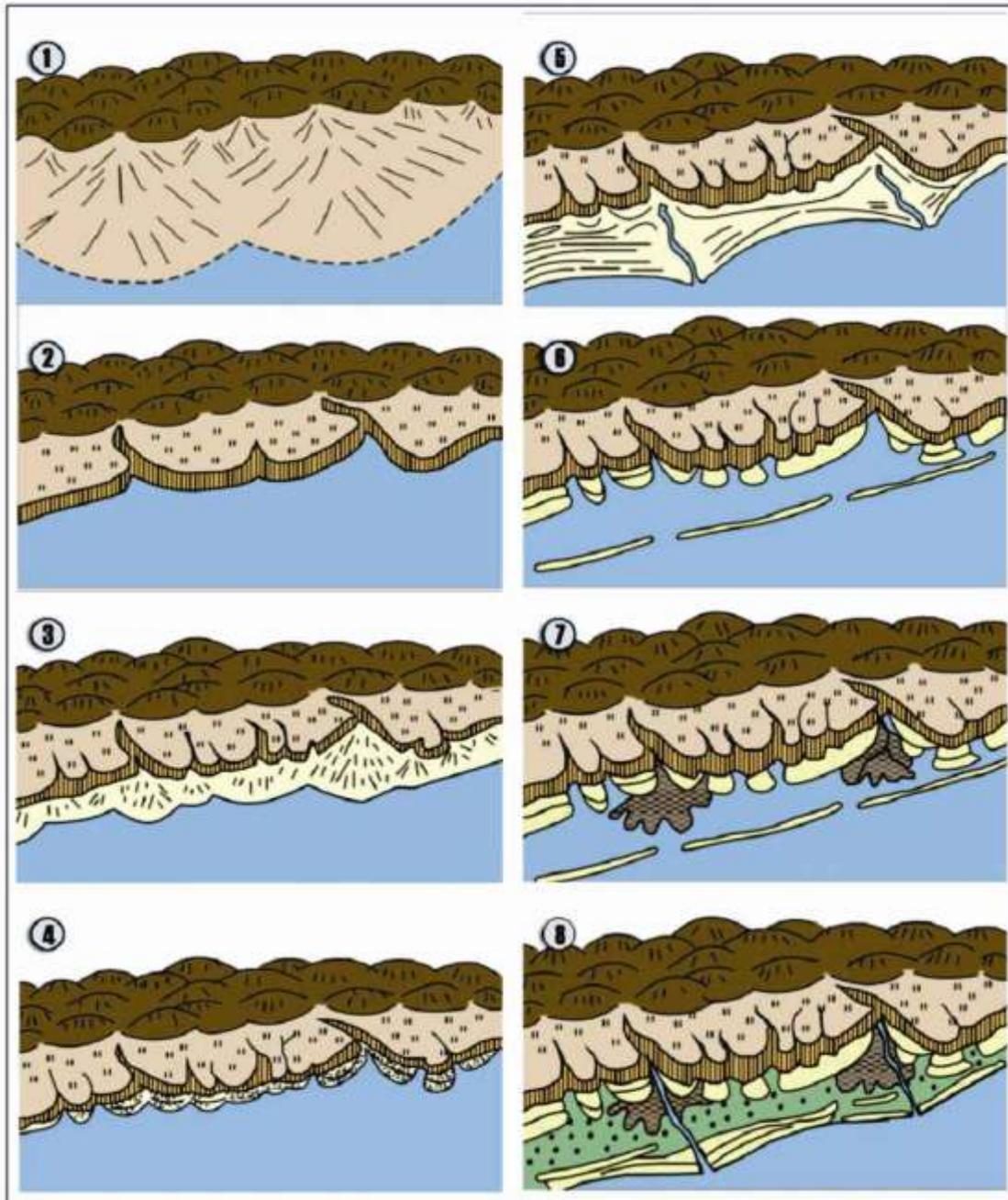
- No **3º estágio** o clima retoma às condições de semi-aridez, ocorre uma regressão marinha, posterior ao máximo da Transgressão Antiga. Novos depósitos aluviais se formaram (Figura 7-3), distribuindo-se ao longo do sopé das falésias da Formação Barreiras.

- O **4º estágio** corresponde ao máximo da Penúltima Transgressão (123.000 anos A.P.). Com o nível do mar mais elevado, os sedimentos continentais originados no estágio anterior e parte dos depósitos da Formação Barreiras foram parcialmente erodidos, ocorre o retrabalhamento das linhas de falésias, formadas no segundo estágio. Nesta etapa, os vales fluviais foram afogados, dando origem a estuários e lagunas (Figura 7- 4).

- O **5º estágio** caracteriza-se por uma etapa de construção dos terraços litorâneos pleistocenos, na subsequente regressão marinha que se seguiu após a Penúltima Transgressão, formando cristas praias progradantes (Figura 7-5).

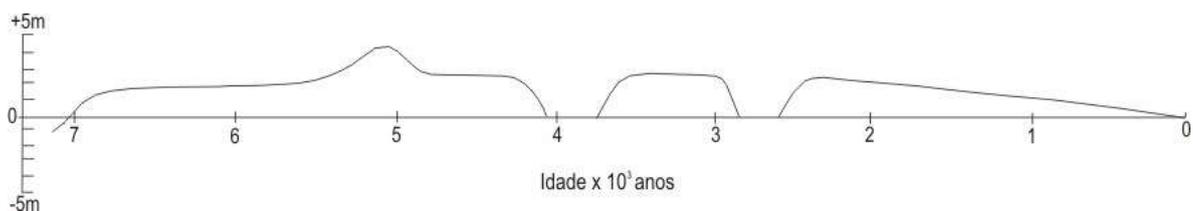
- O **6º estágio** corresponde a uma fase de intensa erosão dos terraços pleistocenos e dos depósitos da Formação Barreiras, pois o nível do mar elevou-se novamente, alagando as planícies costeiras pleistocenas, como demonstrado na curva de flutuações do nível do mar da Figura 8. Estabeleceu-se nesta fase um conjunto de ilhas-barreiras (Figura 7-6). Com o isolamento provocado por estas ilhas-barreiras, as áreas protegidas do mar aberto foram ocupadas por lagunas de dimensões consideráveis.

- No **7º estágio** as lagunas formadas no estágio anterior foram assoreadas por deltas intralagunares, com canais distributários dispostos segundo o padrão pé-de-passaro (Figura 7-7). Este assoreamento levou ao desenvolvimento de pântanos e turfeiras nas planícies costeiras.



**Figura 7** - Modelo de evolução das planícies costeiras brasileiras, com os diferentes estágios evolutivos, segundo Martin et al. (1993 *in* HATUSHIKA, 2005).

- Por último, o **8º estágio** é caracterizado pelo rebaixamento do nível do mar após o máximo transgressivo de 5.100 anos A.P., formando os terraços marinhos holocenos a partir das ilhas-barreiras originais (Figura 7-8).

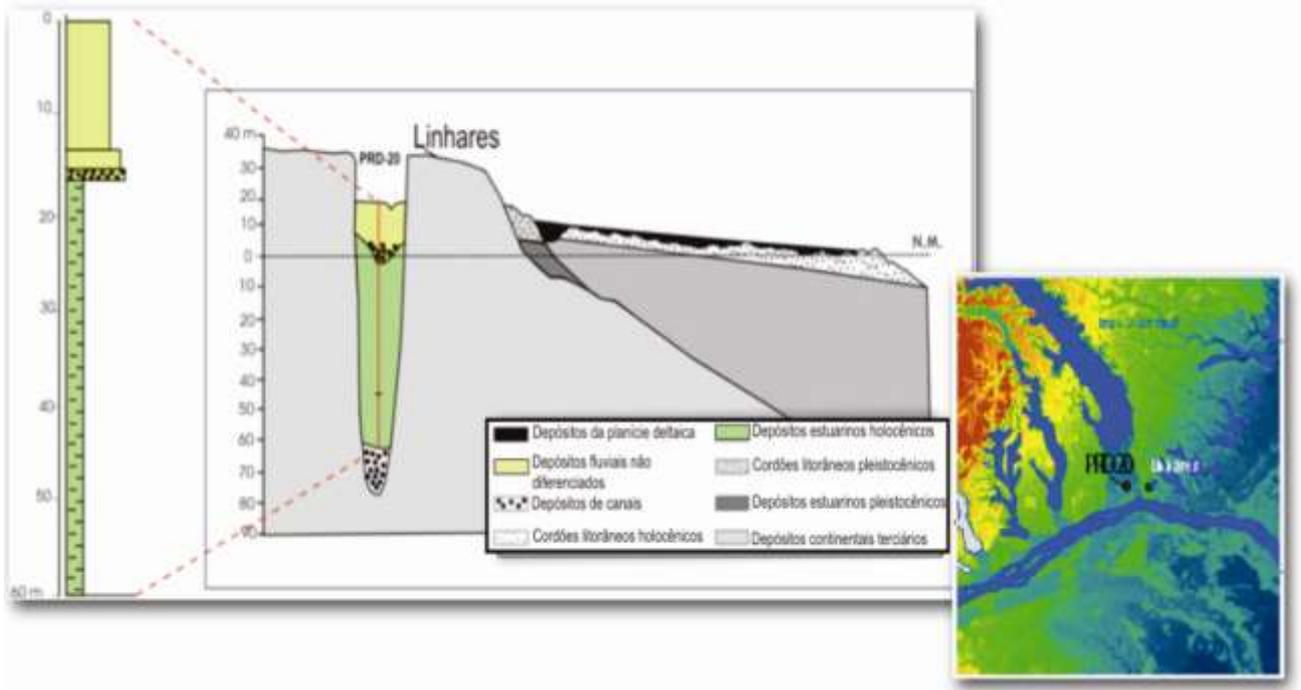


**Figura 8** - Curva de variação do nível do mar durante o Holoceno na costa do Espírito Santo (MARTIN et al., 1997).

#### 5.4 Origem do Sistema de Lagos do Baixo Vale do Rio Doce

Diversos trabalhos foram realizados para o estudo da planície costeira do rio Doce, mas acerca da origem e evolução do sistema de lagos na região ainda são bastante reduzidos. Uma das propostas para a formação desses lagos foi de Suguio e Kohler (1992), que atribuíram a possível barragem das desembocaduras destes lagos às flutuações do nível do mar durante o Quaternário. Segundo estes autores, a origem dos lagos iniciou-se com a forte dissecação de antigos tributários do rio Doce durante o máximo da última glaciação (entre 15.000 e 18.000 anos A.P.). Esses vales teriam sido escavados por mais de 100 m abaixo do nível do mar atual, o que explicaria, desta maneira, as grandes profundidades encontradas no lago das Palmas, cerca de 45 metros, e na lagoa Nova com 32 m. Em seguida, com a tendência de subida do nível relativo do mar entre 4 e 5 metros acima do nível marinho atual em 5.100 anos A.P., os principais tributários do rio Doce teriam sido afogados, formando ambientes estuarinos e lagunares. Suguio e Kohler (1992) associaram o afogamento destes antigos vales e a colmatação de lamas estuarinas sobre a superfície escavada à possível barragem destes paleotributários, originando o sistema de lagos do baixo vale do rio Doce.

No furo de sondagem PRD-20, posicionado a 2 km a oeste da cidade de Linhares (ES), sobre a desembocadura do Lago Juparanã (Figura 9), descrito por Bandeira Jr. et al. (1975, apud HATUSHIKA, 2005, HATHUSHIKA, SILVA E MELLO, 2007) foram reconhecidos cerca de 20 metros de depósitos fluviais indiferenciados (holocenos), sobre 45 a 50 m de lamas estuarinas, ricas em organismos marinhos, que os autores atribuíram à última transgressão marinha, cerca de 5.100 anos A.P.



**Figura 9** - Furo PRD-20 (BANDEIRA JR. et al., 1975), localizado na desembocadura do lago Juparanã, onde o paleocanal escavado foi preenchido por sedimentos estuarinos durante a última transgressão, superpostos por depósitos fluviais (segundo SUGUIO e KOHLER, 1992).

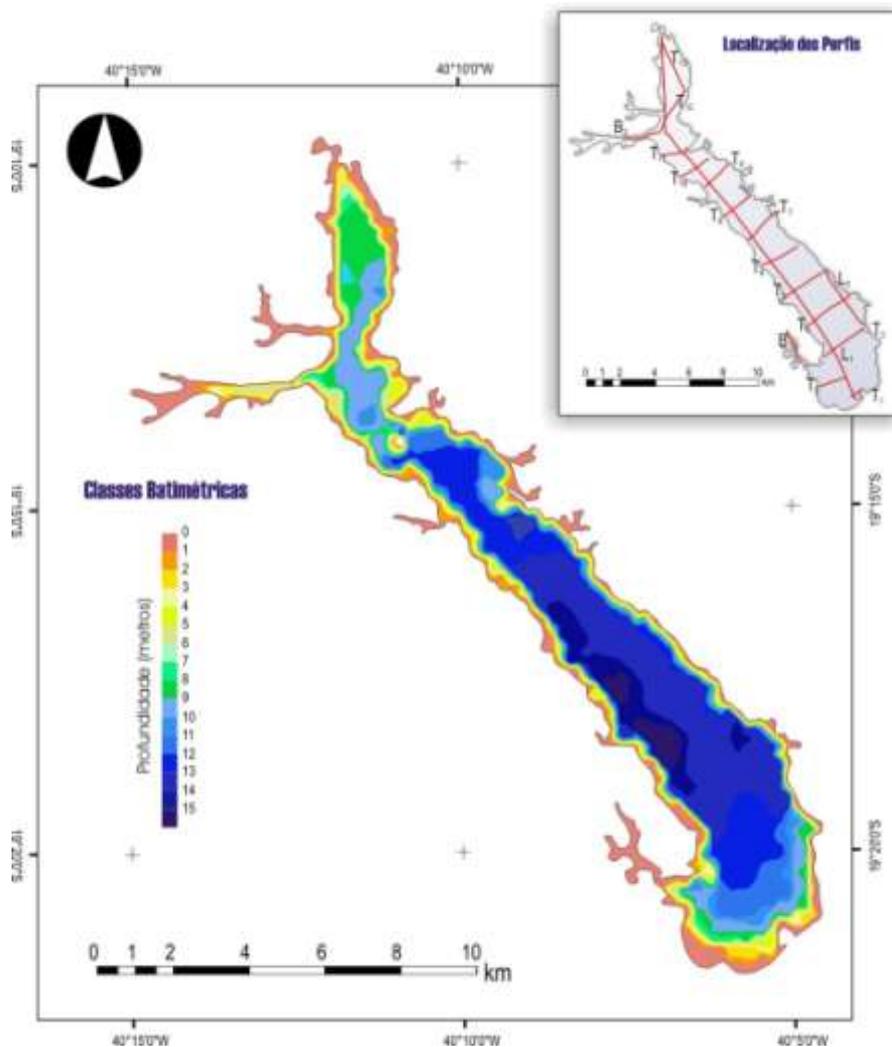
Hatushika (2005) em estudos realizados no lago Juparanã, associou a origem e evolução deste sistema de lagos não só às variações do nível do mar ocorridas durante o Quaternário, mas também à atuação de movimentos neotectônicos, identificando dois principais regimes de tensões correlacionados às principais fases tectônicas descritas na literatura, permitindo o posicionamento cronológico das estruturas tectônicas quaternárias reconhecidas.

São elas: o regime tectônico mais antigo identificado foi o regime de transcorrência dextral E-W, com distensão máxima na direção NE-SW e compressão SE-NW, onde planos de falha normais dextrais ESE-WNW, dextrais E-W a ENE-WSW e sinistrais normais N-S a NNW-SSE afetam sedimentos pleistocenos e neógenos em afloramentos adjacentes às margens do lago Juparanã. Falhas com orientação NW, associadas a este regime, podem ter controlado a escavação do “vale Juparanã” e, posteriormente, sua dinâmica de sedimentação, resultando no alinhamento do lago Juparanã e dos demais lagos internos barrados e na assimetria batimétrica próximo à borda oeste do lago (Figura 10). Este regime foi correlacionado à fase de transcorrência

dextral E-W identificada por Riccomini (1989) e Salvador e Riccomini (1995), na região do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), e por Mello (1997), no médio vale do rio Doce (MG), no final do Pleistoceno (Neopleistoceno) ao início do Holoceno (Eo-Holoceno).

O segundo regime identificado, mais recente, foi o de distensão NW-SE, com planos de falha normais com orientação NE e ENE que afetam os depósitos neógenos e quaternários. Foi associado à fase distensiva holocena identificada por Riccomini (1989) e Mello (1997), no RCSB e no médio vale do rio Doce (MG), respectivamente. Esse evento neotectônico holoceno está associado a lineamentos NE, podendo estar intimamente ligado à barragem do lago Juparanã e dos demais lagos internos.

No Lago Durão, Santo (2009), identificou através da análise sismoestratigráfica duas fases sedimentação quaternária relacionadas à evolução do lago: uma fase mais antiga, correspondente à sismossequência **B**, refere-se a depósitos arenosos. Esta unidade pode ser relacionada aos depósitos fluviais holocênicos descritos por Bandeira Jr. *et al.* (1975) na sondagem realizada na desembocadura do lago Juparanã e uma fase de sedimentação mais recente, atribuída à fase lacustre, implantada após a barragem do lago. Estas fases de sedimentação identificadas por Santos (2009) podem ser correlacionadas àquelas identificadas por Hatushika (2005) nos estudos que realizou no lago Juparanã, sugerindo que os lagos externos evoluíram de maneira similar aos lagos internos. Porém tanto Santos (2009), quanto Hathushica (2005) mostraram que as análises sismoestratigráficas realizadas em ambos os lagos não permitem conclusões definitivas sobre o mecanismo de barragem dos lagos externos e lagos internos.



**Figura 10** - Mapa batimétrico do lago Juparanã, mostrando a assimetria batimétrica, com as maiores profundidades próximo à borda oeste do lago (HATHUSHIKA, 2005, HATHUSHIKA, SILVA E MELLO, 2007).

### 5.5 Clima e vegetação

O clima da região dos lagos Juparanã e Durão é caracterizado por uma marcante sazonalidade, mantida por uma estação bastante úmida no verão e outra menos úmida ou seca, nos meses de inverno. A temperatura média do mês menos quente, em geral, oscila acima de 18°C. O clima é classificado como pertencente ao tipo Aw do sistema de Köppen (GARAY; RIZZINI, 2004). Segundo esses últimos autores, a precipitação média anual é de 1.178 mm.

A vegetação primitiva da região era composta principalmente por Mata Atlântica, mantida provavelmente pela alta taxa de precipitação local. Atualmente a vegetação na região do vale do rio Doce é bastante diversificada. Entre as principais ocorrências

naturais destaca-se a floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta, floresta estacional decidual, floresta estacional semi-decidual, cerrado, estepes (caatinga), áreas de formações pioneiras e de tensão ecológica “transicionais” (RADAMBRASIL, 1987), (Figura. 11). Nas proximidades de Linhares ocorrem três tipos principais de formações vegetacionais:

- **Floresta Ombrófila Densa:** segundo a hierarquia topográfica e fisionômica, de acordo com as estruturas florestais, a floresta densa apresenta-se com as formações aluviais, das terras baixas, submontanas e montanas. A primeira ocorrendo sobre os sedimentos da formação Barreiras, compreende uma faixa de largura variável, sem período seco. Porém, apesar da área na sua totalidade atualmente responder as mesmas condições ambientais, pode-se, através de estudos da vegetação remanescente e também dos aspectos morfoclimáticos, separa-las em duas áreas distintas, cuja vegetação de cada uma delas possui algumas características estruturais e fisionômicas diferenciadas. A primeira esta localizada no extremo sul do estado da Bahia, não apresentando as espécies qualquer mecanismo de defesa contra uma possível deficiência hídrica e caracteriza-se pelo domínio dos gêneros *Parkia*, *Virola* e *Manilkara*. Enquanto nas áreas próximas ao rio Doce, verifica-se que as transformações pretéritas do solo indicam forte lixiviação na área, com algumas espécies xeromórficas, bastante incomuns em áreas ombrófilas com gêneros típicos como *Lecythis*, *Virula* e *Pouteria*. As formações montanas e submontanas limitam-se as áreas pré-cambrianas, com altitudes variando entre 300 a 800 m, cujo período seco varia entre 60 a 90 dias, logicamente atenuado pelo fator altitude, que beneficia as denominadas “precipitações ocultas”. Poucos são os agrupamentos remanescentes, decorrentes da grande interferência humana. Verifica-se que a grande decidualidade de algumas espécies dominantes deve-se ao fator hormonal e não a sazonalidade climática, o que poderia tornar a classificação desta formação duvidosa. Os gêneros típicos desta última são *Cedrela*, *Joanesia* e *Lecythis*.



**Figura 11.** Distribuição da vegetação na região centro-norte do estado do Espírito Santo (segundo RADAMBRASIL, 1987).

- **Cerrado:** apresentando-se com as fisionomias arbórea aberta e parque, ocupa invariavelmente os terrenos recentes (Neógeno-Quaternário). O cerrado arbóreo aberto, caracterizado por um clima quente e úmido atual com período sazonal seco que compreende 120 e 150 dias, reveste os planaltos conservados de cobertura arenosa, que se destacam em relação à intensa erosão circundante, localizados na bacia do rio Jequitinhonha, a noroeste da área. Nessa formação prevalecem acima de tudo as formas de vida das plantas xeromórficas. Os gêneros típicos desta formação são *Caryocar*, *Stryphnodendron* e *Copaifera*. Reveste uma superfície relativamente pequena o cerrado “parque”, identificada pela dominância de forma de vida hemicriptófitas e caméfitas com xilopódios, ocorrem em áreas de solos arenosos, demarcada pela inexistência de um período seco, ao norte da foz do rio Doce. A presença desta “ilha de cerrado” em meio à área florestal pode ser perfeitamente entendida através de deduções paleogeográfica. Os gêneros típicos desta área são *Paspalum*, *Esterhazea* e *Marcetia*.

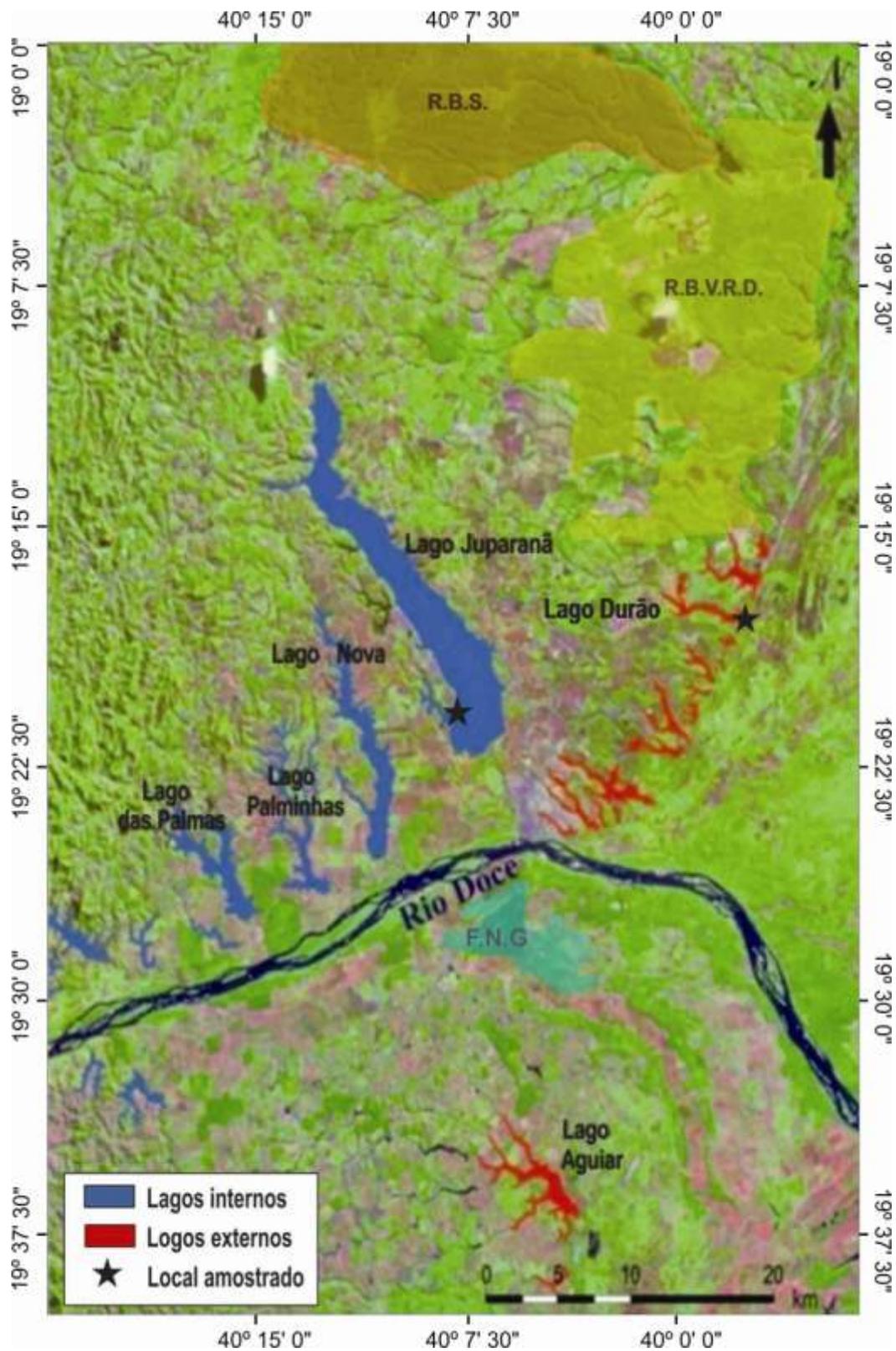
- **Formações com influência fluvial e marinha:** compreendem uma faixa de largura variável, praticamente contínua, ao longo do litoral, recobrem os terrenos do Quaternário recente (Holoceno), apresentam fisionomias diversas, que dependem das diferentes condições ambientais, identificando-se as seguintes áreas correlacionadas de acordo com seus gêneros típicos:

Influência Marinha (Restinga)- Arbórea (*Anacardium*, *Psidium* e *Styrax*), arbustiva (*Hancornea*, *Hirtela* e *Chrysobalanus*) e herbácea (*Ipomoea*, *Polygala* e *Remirea*).

Influência Fluviomarinha (Mangue) – Arbórea (*Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*) e Herbácea (*Typha*, *Cyperus*, *Montrichardia*).

Influência Fluvial: Herbácea (*Hypolytrum* e *Panicum*).

Nas proximidades dos lagos Juparanã e Durão existem grandes fragmentos florestais primários tais como a Reserva Biológica de Sooretama, sob jurisdição do IBAMA e a Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce e a Floresta Nacional de Goytacazes (Figura 12). A vegetação destes fragmentos é classificada como Floresta Alta de Terra Firme por Heinsdijk et al. (1965), como Floresta Ombrófila de Terras Baixas (RADAMBRASIL, 1987), como Floresta Ombrófila Semi-Decídua (JESUS, 1998) e como Floresta de Tabuleiros (GARAY; RIZZINI, 2004). Segundo esses últimos autores, a mata alta, característica da região deste estudo, encontra-se sobre solos pobres e profundos da Formação Barreiras, sujeitos ao intemperismo prolongado, característico de áreas sob clima tropical úmido. Em relação ao componente amazônico dessa flora, os autores citam espécies pertencentes às famílias Rutaceae, Anacardiaceae, Lecythidaceae, Flacourtiaceae, Apocynaceae, Burseraceae e Lauraceae. Dentre as fisionomias florestais encontradas na região destaca-se a floresta ombrofila densa, capoeiras (floresta sucessional), áreas de cerrado, restinga, mangue, campos e matas ciliares que contorna as drenagens.



**Figura. 12.** Fragmentos florestais primários de Mata Atlântica sob jurisdição do IBAMA, Reserva Biológica de Sooretama (R.B.S.), Reserva Biológica Vale do Rio Doce (R.B.V.R.D.) e Floresta nacional de Goytacazes (F.N.G) (modificado de HATHUSHIKA, 2005).

## 6 Materiais e métodos

### 6.1 Coleta e descrição de sedimentos

Sedimentos foram obtidos do Lago Juparanã e Lago Durão por uma equipe de pesquisadores da UFRJ, UFF e UnG em maio de 2006. No Lago Juparanã, com o amostrador tipo Livingstone, foram obtidos quatro testemunhos em pontos distintos da bacia, sob coluna de água de no máximo 20 m (Figura 13). O perfil sísmico do ponto amostral J-1, no Lago Juparanã, é mostrado na figura 14. Foi escolhido o testemunho J-1, com 8,62 metros de comprimento, retirado no setor mais profundo do lago (20 metros de coluna d'água), que foi aberto e sub-amostrado no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da UFRJ, a litologia desses sedimentos é mostrada na figura 16.

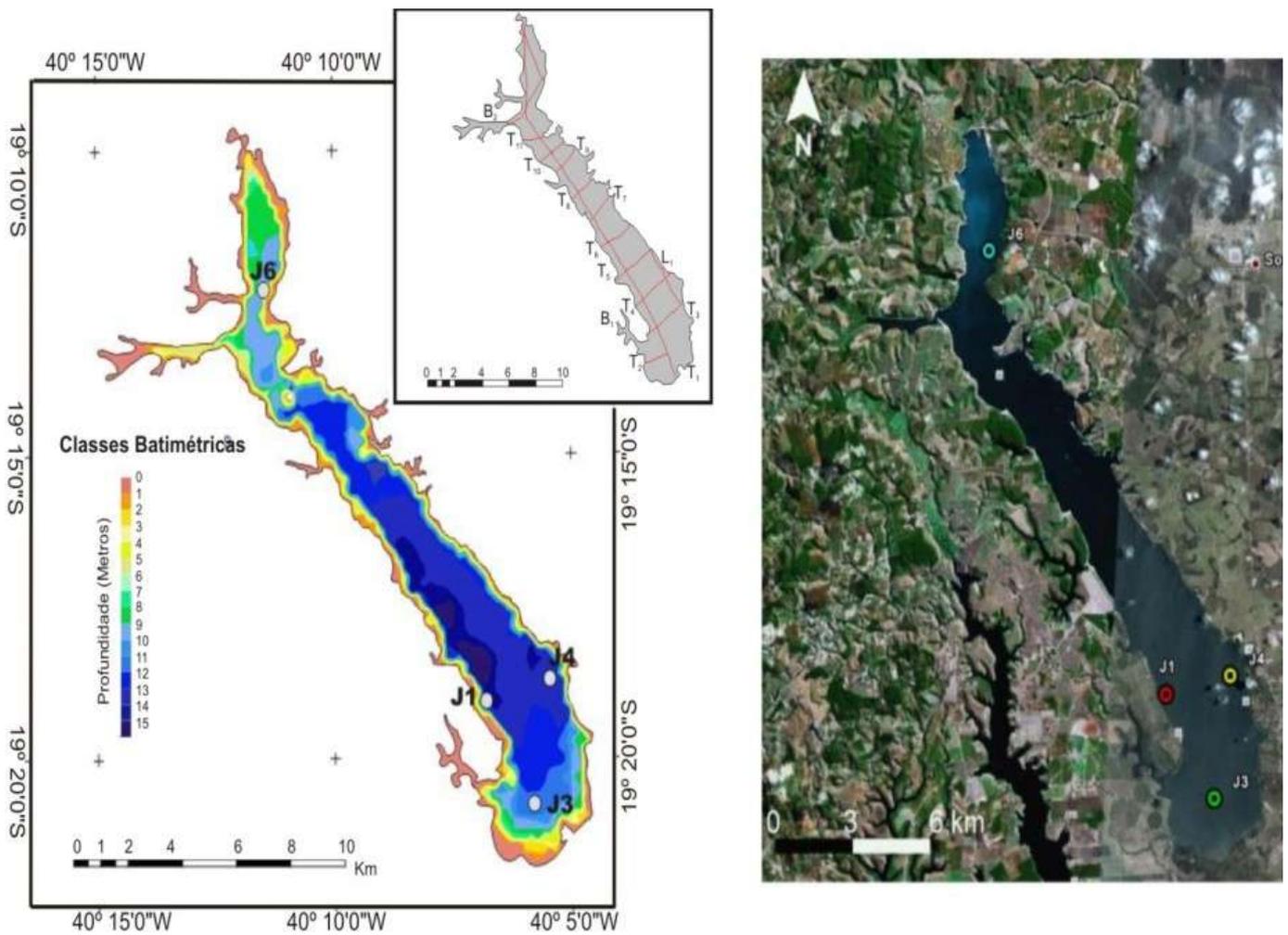
No Lago Durão, a equipe da UFRJ e da UFF, obtiveram quatro testemunhos em pontos distintos da bacia lacustre, com o amostrador do tipo *bate-estaca* (Figura 15). O testemunho LD-1, com 2,75 metros de comprimento (Figura 17), foi escolhido para análise palinológica por abranger maior intervalo de tempo geológico.

Os sedimentos do testemunho J-1 do Lago de Juparanã e do testemunho LD-1 do Lago Durão foram descritos em termos de textura e cor e subamostrados em pílulas de 1 cm<sup>3</sup> com um amostrador volumétrico, em intervalos de 20 cm para o Lago Juparanã e 5 cm para o Lago Durão, para processamento químico e análise palinológica. Amostras ricas em materiais orgânicos foram selecionadas para datação <sup>14</sup>C pelo Laboratório Beta Analytic, em Miami, EUA, esses resultados são apresentados na Tabela 1.

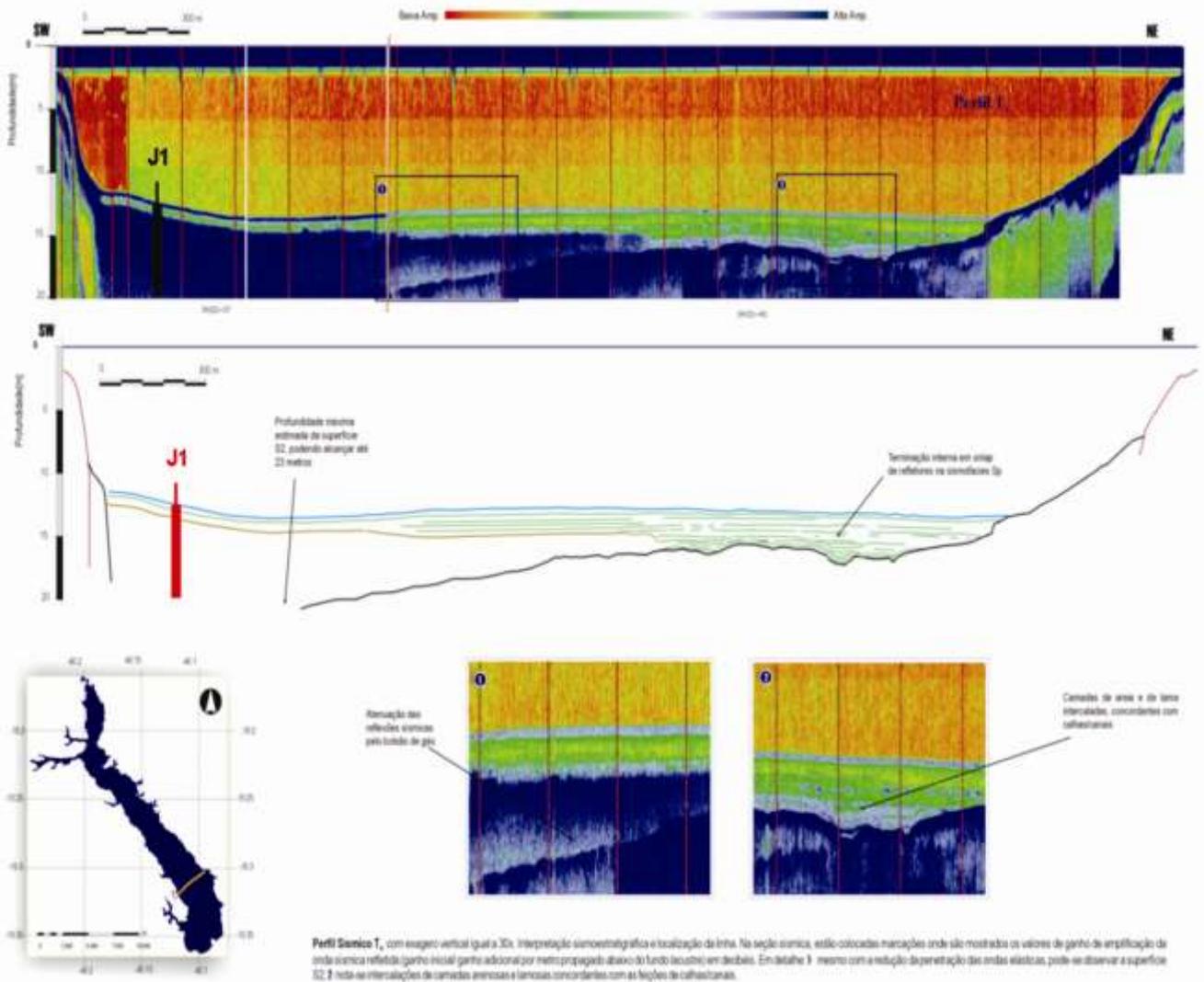
Os níveis amostrados para esse fim no testemunho J-1 foram: 8,38 a 8,33 m, 7,17 a 7,07 m, 4,57 a 4,52 m, 1,71 a 1,66 m e no testemunho LD1: 2,47 a 2,44 m, 2,16 a 2,12 m e 0,47 a 0,40 m.

Código de Laboratório e intervalo datado	Idade (anos AP)	Idades calibradas segundo Fairbanks et al. 2005 (anos <i>cal</i> AP)
J1-1#1 - 1,71 a 1,66 m (Lago Juparanã)	1.420 +/- 40	1.380 a 1.280
J1-5#1 - 4,57 a 4,52 m (Lago Juparanã)	3.750 +/- 40	4.240 a 3.980
J1-8#1 - 7,17 a 7,07 m (Lago Juparanã)	5.260 +/- 40	6.180 a 5.920
J1-9#1 - 8,38 a 8,33 m (Lago Juparanã)	6.330 +/- 40	7.320 a 7.170

LD-01-1#1 – 0,47 a 0,40 m (Lago Durão)	5.570 +/- 50	6.440 a 6.290
LD-01-3#1 – 2,16 a 2,12 m (Lago Durão)	20340 +/- 50	24.245
LD-01-3#2 – 2,47 a 2,44 m (Lago Durão)	22.220 +/- 140	26.732

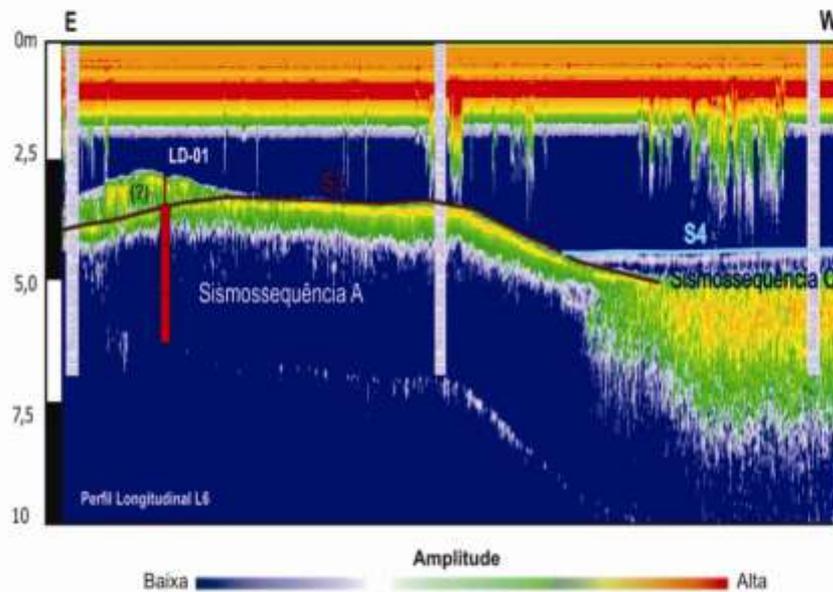
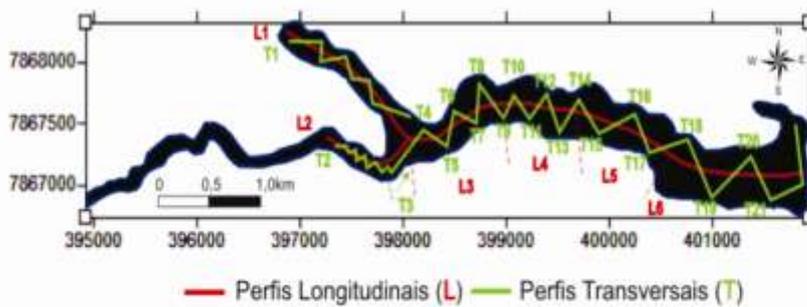


**Figura. 13.** Localização das sondagens no lago Juparanã. Nas figuras notam-se o ponto de coleta J1, assim como os outros pontos amostrais J3, 14 e J6. (Obtido de Dr. Claudio Limeira Mello).



**Figura. 14.** Perfil Sísmico T, com exagero vertical igual a 30x. Interpretação sismoestratigráfica e localização da linha. Na sessão sísmica, estão colocadas marcações onde são mostrados os valores de ganho de amplificação da onda sísmica refletida (ganho inicial/ganho adicional por metro propagado abaixo do fundo lacustre) em decibéis. Em detalhe: 1- mesmo com redução da penetração das ondas elásticas, pode-se observar a superfície S2, 2- nota-se intercalações entre camadas arenosas e lamosas concordantes com as feições de calhas/canais (HATHUSHICA, 2005, HATHUSHIKA, SILVA E MELLO, 2007).

### Mapa de localização dos perfis sísmicos levantados no Lago Durão



### Mapa batimétrico da lagoa Durão

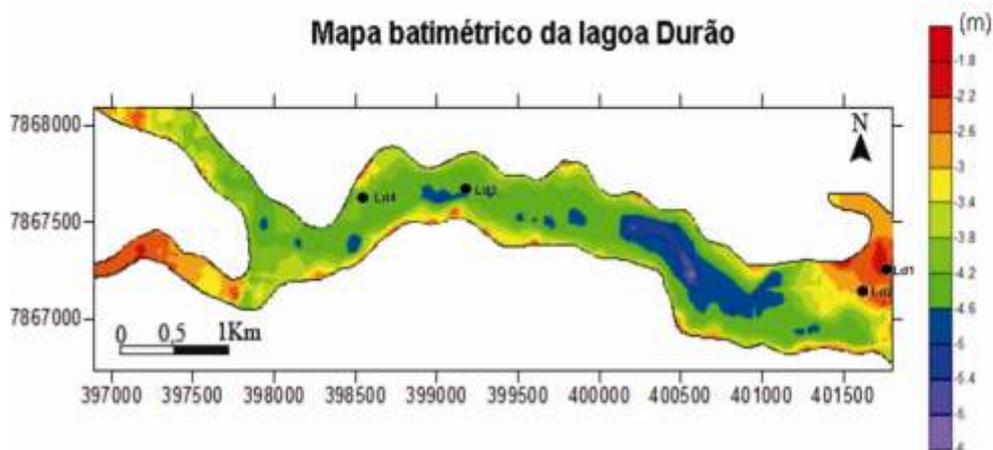


Figura 15. Mapa de localização dos perfis sísmicos no Lago Durão, localização da sondagem LD1 no perfil sísmico longitudinal L6 e localização das sondagens LD1, LD2, LD3 e LD4 no mapa batimétrico do Lago Durão. Fonte: Santos (2009).

## 6.2 Processamento químico palinológico das amostras

As amostras de sedimentos foram tratadas quimicamente segundo o protocolo palinológico internacional, encontrado em Colinvaux et al. (1999), resumidamente detalhado abaixo:

1. Adição do marcador exótico, o esporo de *Lycopodium clavatum*, segundo metodologia explicitada em Stockmarr (1971). A adição de marcador exótico, com concentração conhecida, permite o cálculo estatístico da concentração de cada microfóssil (número de grãos/cm<sup>3</sup>) item 6.7.

2. Remoção da matéria mineral através da adição de ácido fluorídrico (HF) concentrado. Este ácido elimina os silicatos e outros minerais da amostra, sem afetar os grãos de pólen e esporos, e estruturas biológicas compostas de esporopolenina.

3. Destruição da matéria orgânica intracelular dos grãos de pólen e esporos com a adição da solução de acetólise, composta de anidrido acético (CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>O) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Com esta etapa são removidos todos os compostos orgânicos que podem impedir a visualização, em microscopia ótica, das estruturas morfológicas dos palinomorfos, essenciais durante o processo de identificação taxonômica, realizada em microscopia óptica.

4. Montagem das lâminas com o resíduo final, disperso em glicerina líquida.

## 6.3 Análise taxonômica

A identificação taxonômica dos grãos de pólen, esporos e de outros palinomorfos encontrados nas amostras, é baseada em caracteres morfológicos de parede celular tais como tipos de ornamentações da parede, tipos e número de aberturas, espessura e outros atributos da sua constituição morfológica (SALGADO-LABOURIAU, 2007; TRAVERSE, 2008). A identificação é realizada através de comparação morfológica entre os elementos subfósseis e os encontrados na Palinoteca Atual de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG, com mais de 5.000 táxons polínicos da flora brasileira. Outras ferramentas utilizadas são o programa de identificação de táxons polínicos *Grafic Neotropical Pollen Key* do Instituto de Tecnologia da Florida (FIT- [www.fit.edu](http://www.fit.edu)) e a consulta de catálogos morfológicos presentes em Absy (1975), Barth (1985), Colinvaux et al. (1999), De Oliveira (1992), Heusser (1965), Hooghiemstra (1994) e Roubik & Moreno (1991), entre outros.

#### **6.4 Análise quantitativa (contagem dos palinomorfos)**

Em cada amostra sedimentar são contados grãos de pólen, esporos de pteridófitas/briófitas, de algas e de *Lycopodium clavatum* (adicionados) até que se atinja o valor mínimo de 350 grãos de pólen de táxons arbóreos para cada amostra. Para evitar a recontagem de grãos previamente contados em cada transecto, estabelece-se um espaçamento de um a dois campos de visão óticos do microscópio entre os transectos, onde se realiza a contagem.

#### **6.5 Isótopos de Carbono e Nitrogênio**

A análise elementar isotópica foi realizada no Laboratório de Carbono 14 do CENA/USP sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Carlos Ruiz Pessenda. Para esta análise foram selecionadas amostras de 1cm<sup>3</sup> de sedimento nas mesmas profundidades amostradas para análise palinológica. Estas amostras foram peneiradas e subamostradas de acordo com o seu teor de carbono. A determinação de carbono total, nitrogênio total,  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foi realizada em analisador elementar acoplado a espectrômetro de massa ANCA SL 2020 da Europa Scientific. Os resultados de C e N são expressos em porcentagem e peso seco, com precisão analítica. Os dados isotópicos são expressos pela unidade relativa “ $\delta$ ”, determinada em relação ao padrão internacional PDB para  $^{13}\text{C}$  e relação ao ar para  $^{15}\text{N}$ , com precisão analítica de 0,1‰ para o  $\delta^{13}\text{C}$  e 0,3‰ para o  $\delta^{15}\text{N}$ . Os valores de C/N foram calculados através dos teores totais de C e N.

#### **6.6 Análise de partículas carbonizadas**

Para contagem de partículas carbonizadas, utilizou-se a metodologia estabelecida por Tolonen (1986). Basicamente, quando há um incêndio em uma área e conseqüente distribuição de partículas carbonizadas na atmosfera, as partículas menores tendem a ser transportadas a longas distâncias por possuírem menor densidade, portanto são mais dispersas. Enquanto as partículas maiores e mais densas permanecem próximo à área do incêndio. Com base nestas informações, as partículas carbonizadas são reconhecidas neste tipo de análise como três grupos distintos: partículas < 25  $\mu\text{m}$ , partículas entre 26  $\mu\text{m}$  e 50  $\mu\text{m}$  e partículas > 51  $\mu\text{m}$  (TOLONEN, 1986; MEDEIROS, 2006; PASSACANTILI, 2008; DUFFIN et al., 2008). As partículas entre 1  $\mu\text{m}$  e 51  $\mu\text{m}$  são mais leves e podem ser interpretadas como provenientes de incêndios regionais, já as partículas maiores que 51  $\mu\text{m}$  são mais pesadas e indicadoras de incêndios locais. Para verificar a influência de paleoincêndios na área de estudo, partículas carbonizadas foram

quantificadas nos sedimentos do Lago Durão, respeitando-se as categorias mencionados acima, a fim de contribuir com as interpretações paleoclimáticas e paleovegetacionais. As amostras para este fim foram submetidas ao mesmo tratamento químico palinológico encontrado em Colinvaux et al. (1999), item 6.2. Assim, para este estudo, foram analisadas as mesmas lâminas utilizadas para palinologia.

### **6.7 Análise estatística e representação gráfica dos resultados**

Os dados brutos das contagens foram inseridos no programa computacional Tília/TíliaGraph (GRIMM, 1987). Os dados brutos são convertidos em valores percentuais e de concentração e são subsequentemente representados em palinodiagramas com o emprego do subprograma TíliaGraph. A identificação de zonas polínicas nos diagramas, indicadoras de mudanças paleoambientais, foi realizada pelo subprograma CONISS, pertencente ao programa Tília/TíliaGraph, através da escolha dos 40 tipos polínicos numérica e ecologicamente mais importantes dentro do âmbito do estudo.

## 7. Resultados

### 7.1 Descrição dos perfis amostrados

Para este estudo foram escolhidos dois testemunhos, o primeiro é perfil J-1, coletado o lago Juparanã, com 8,83 m de comprimento e o segundo é o perfil LD-1, coletado no Lago Durão, com 2,81 m de comprimento. Os anexos 13. 3. e 13. 4. mostram a representação gráfica dos resultados da descrição dos sedimentos quanto à sua composição, textura e código alfanumérico de cor, que são explicitados abaixo em detalhe, de acordo com seus intervalos de profundidade.

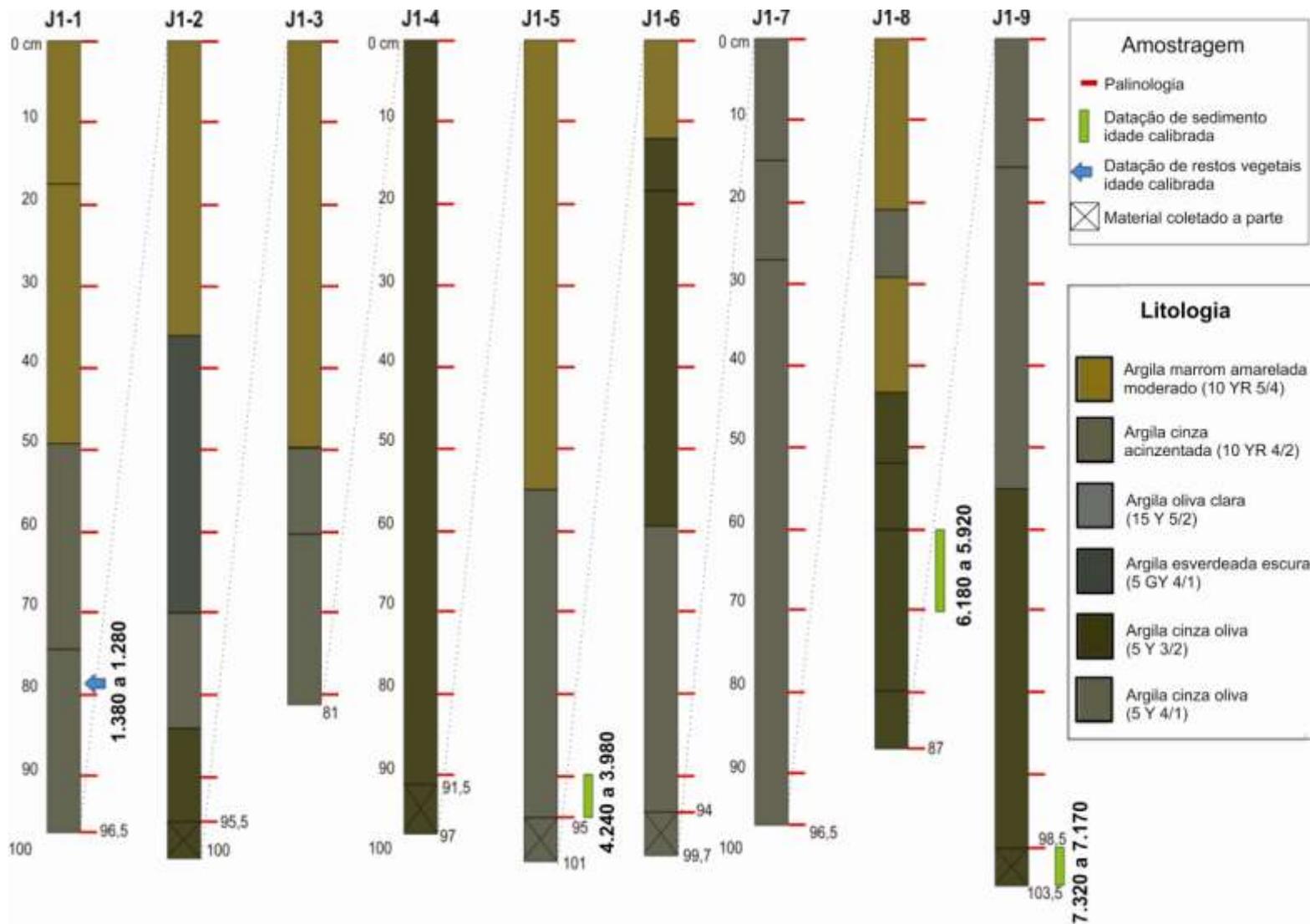
#### *Lago Juparanã (Figura 16)*

De 833,0 - 789,7 cm, argila cinza oliva (5Y 3/2) com oxidação marrom amarelado escuro (10YR 4/2) e marrom oliva (5Y 4/4) laminada; 789,7 – 750,3 cm, argila cinza oliva (5Y 4/1) com laminações; 750,3 - 734,5 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com manchas de oxidação marrom amarelado moderado (10 YR 5/4) com bioturbação; 734,5 - 707,5 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) com oxidação marrom amarelado moderado (10YR 5/4); 707,5 - 700,4 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) com bioturbação; 700,4 - 690,4 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) com laminação incipiente; 690,4 - 675,7 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com oxidação marrom amarelado moderado (10YR 5/4); 675,7 - 668,6 cm argila cinza oliva (5Y 4/1); 668,6 - 647,5 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com oxidação marrom amarelado moderado (10 YR 5/4); 647,5 - 578 cm argila cinza oliva claro (5Y 5/2) com laminação; 578 - 566,2 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com bioturbação; 566,2 – 551 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com laminação incipiente; 551 - 526,4 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) com partes oxidadas marrom amarelado moderado (10 YR 5/4) com bioturbação; 526,4 - 474,6 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) laminada; 474,6 - 469,3 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) com laminação incipiente; 469,3 – 457 cm argila marrom amarelado moderado (10YR 5/24) com manchas arredondadas cinza oliva claro (5Y 5/2) feições de bioturbação; 457 - 417,2 cm argila cinza oliva (5Y 4/1) laminada; 417,2 - 362 cm argila cinza oliva claro (5Y 5/2); 362 - 273 cm argila cinza oliva (5Y 3/2) com bioturbação e grande quantidade de fissuras; 273 - 252,1 cm argila cinza oliva claro (5Y 5/2); 252,1 - 166,5 cm argila cinza oliva claro (5Y 5/2); 166,5 - 132,3 cm argila cinza esverdeado escuro (5GY 4/1); 132,3 - 74,2 cm argila cinza claro (5Y 5/2) com alta plasticidade, presença de restos vegetais; 74,2 - 48,2 cm argila oliva acinzentado (10YR 4/2), 48,2 - 7 cm argila cinza claro (5Y 5/2) com oxidação marrom

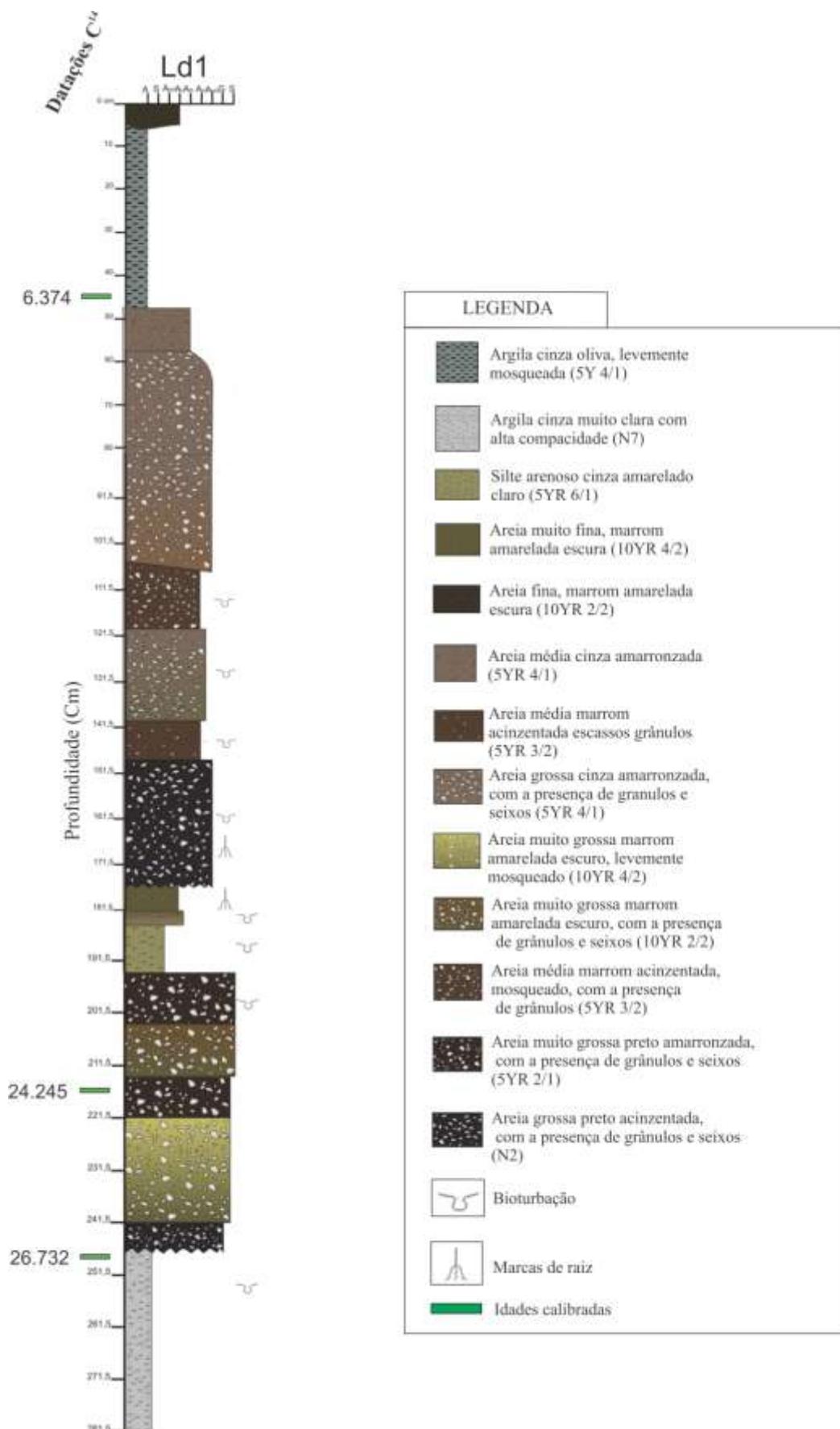
amarelado moderado (10YR 5/4); 7 - 0 cm argila marrom amarelo moderado (10YR 5/4).

*Lago Durão* (Figura 17)

281,5 - 246,5 cm argila cinza muito clara (N7), com alta compactidade; 246,5 - 241,5 cm areia grossa preta acinzentada (N2), com presença de grânulos e seixos; 241,5 - 221,5 cm, areia muito grossa marrom amarelada escura (10YR 4/2), levemente mosqueada; 221,5 - 213,5 cm, areia muito grossa preto amarronzada (5YR 2/1), com a presença de grânulos e seixos; 213,5 - 203,5 cm areia muito grossa marrom amarelada escura (10YR 2/2), mosqueada, com a presença de grânulos e seixos; 203,5 - 193,5 cm areia muito grossa preta amarronzada (5YR 2/1), com presença de grânulos e seixos; 183,5 - 174,5 cm areia muito fina marrom amarelada escura (10YR 4/2), levemente bioturbada, com a presença de matéria orgânica; 183,5 cm – 193,5 cm, silti arenoso cinza amarelado claro (5YR 6/1); 174,5 - 148,5 cm areia grossa preta acinzentada (N2), com a presença de grânulos e seixos; 148,5 - 140,5 cm areia média marrom acinzentada (5YR 3/2), bioturbada, com escassos grânulos; 140,5 - 120,5 cm areia grossa cinza amarronzada (5YR 4/1), bioturbada, levemente mosqueada com a presença de grânulos e seixos; 120,5 - 104,5 cm areia média marrom acinzentada (5YR 3/2), mosqueada com a presença de grânulos; 104,5 - 68 cm areia grossa cinza amarronzada (5YR 4/1), levemente mosqueada com a presença de grânulos e seixos; 68 - 47 cm areia média cinza amarronzada (5YR 4/1); 47 - 6 cm argila cinza oliva, levemente mosqueada (5Y 4/1); 6 cm - 0 cm areia fina, marrom amarelada escura (10YR 2/2).



**Figura. 16.** Descrição do perfil sedimentar J1 em nove secções. Em vermelho, os intervalos amostrais para análise palinológica, em azul datação (cal.) de restos vegetais, em verde datação de sedimento.



**Figura. 17.** Descrição do perfil sedimentar LD1, Lago Durão. Em verde as datações de sedimentos (modificados de SANTOS, 2009).

## 7.2 Artigos

Os resultados obtidos na presente pesquisa são apresentados na forma de quatro artigos, são eles:

1. PALINOMORFOS DOS SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DOS LAGOS JUPARANÃ E DURÃO, ESPÍRITO SANTO, BRASIL .....50
2. RECONSTITUIÇÃO VEGETACIONAL E CLIMÁTICA HOLOCENA NA ÁREA DO LAGO JUPARANÃ, CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....179
3. PALINOFLORE E PALEOCLIMA (NEOPLEISTOCENO/HOLOCENO), NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.....213
4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A OCORRÊNCIA DE TÁXONS BOTÂNICOS AMAZÔNICOS/ATLÂNTICOS NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO NO NEOPLEISTOCENO.....258

***PRIMEIRO ARTIGO:***

**PALINOMORFOS DOS SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DOS LAGOS  
JUPARANÃ E DURÃO, ESPÍRITO SANTO, BRASIL.**

**QUATERNARY PALYNOMORPHS OF THE JUPARANÃ AND DURÃO LAKE  
SEDIMENTS, ESPÍRITO SANTO, BRAZIL**

# PALINOMORFOS QUATERNÁRIOS DOS SEDIMENTOS DOS LAGOS JUPARANÃ E DURÃO, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

THIAGO DE CARVALHO NASCIMENTO<sup>1</sup>; MARIA JUDITE GARCIA<sup>2</sup>; PAULO  
EDUARDO DE OLIVEIRA<sup>3</sup>; CLAUDIO LIMEIRA MELLO<sup>4</sup>; LUIS CARLOS RUIZ  
PESSENDA<sup>5</sup>; KATIA MARIA DE R. C. D. E MELLO<sup>6</sup>

<sup>1,2</sup> MAG/Universidade Guarulhos (UnG); <sup>3</sup> Universidade São Francisco (USF); <sup>4</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); <sup>5</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP); <sup>6</sup> in memoriam.  
Endereço postal do primeiro autor: Rua Eng. Prestes Maia, 88 - Prédio A - Laboratório de Palinologia e Paleobotânica/UnG - Centro - Guarulhos - SP / Brasil, CEP: 07011-080 - [thiago.dnascimento@edu.ung.br](mailto:thiago.dnascimento@edu.ung.br).

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo central a identificação e a descrição dos palinomorfos presentes nos sedimentos do Quaternário Tardio dos lagos Juparanã e Durão na região centro-norte do Espírito Santo, no Brasil, dentro do domínio do ecossistema de Floresta Atlântica. Este estudo fornece uma importante ferramenta como manual de identificação de grãos de pólen e esporos para trabalhos palinológicos quaternários que envolvam vegetação do ecossistema Mata Atlântica.

Os sedimentos dos lagos Juparanã e Durão mostraram-se ricos em pólen e esporos morfológicamente bem preservados, que permitiram a identificação e descrição de 293 táxons botânicos assim distribuídos: 8 algas, 25 pteridófitas, uma gimnosperma e 259 angiospermas, preservados ao longo do registro sedimentar, cuja idade basal indicada pelas datações C<sup>14</sup> foi de 26.732 anos A. P. (antes do presente).

*Palavras-chave:* *Palinologia, Palinomorfos, Quaternário, Linhares, Espírito Santo, Brasil.*

**ABSTRACT: QUATERNARY PALYNOMORPHS OF THE JUPARANÃ AND DURÃO LAKES SEDIMENTS, ESPÍRITO SANTO, BRAZIL**

This study describes pollen grains and spores found in Late Quaternary sediments of the Juparanã and Durão lakes, in the northern region of the state of Espírito Santo, Brazil, within the domain of the Brazilian Atlantic Rainforest. This work comprises an important tool to the identification the pollen grains and spores, current or fossil of that region. That collected samples from both lakes, rich in organic matter, contained 295 pollen/spore taxa: 8 algal spores, 25 ferns, one gymnosperm and 259 angiosperm pollen taxa, all of them preserved in the sediment cores with basal age of 22,200 radiocarbon ears B. P. (before present).

*Keywords:* Palynology, palynomorphs, Quaternary, Linhares, Espírito Santo, Brazil.

## **Introdução**

A Mata Atlântica é um dos biomas brasileiros com rica biodiversidade vegetal, embora, atualmente, restem apenas 8% de sua cobertura original (Mittermeier 1997, Myers 1997, Leal & Câmara 2005). Segundo Leitão Filho (1987), a Mata Atlântica é, possivelmente, uma das formações florestais mais antigas do Brasil e sua composição florística atual sugere que tenha surgido há cerca de 70 milhões de anos atrás, após a grande radiação das angiospermas durante o Cretáceo.

As maiores reservas desse bioma, em território brasileiro, encontram-se atualmente nos estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Na região Centro-Norte do Estado do Espírito Santo encontram-se duas dessas maiores reservas de Mata Atlântica em estado primário do Brasil: a Reserva Biológica de Sooretama, Reserva Biológica da Vale do Rio Doce e a Floresta Nacional de Goytacazes.

A Mata Atlântica assim como outros biomas brasileiros, sofreu alterações motivadas pelas mudanças ambientais, onde a dinâmica climática, variações do nível do mar e outros eventos geológicos teriam influenciado sua evolução durante o Quaternário (Pessenda et al. 2009).

Poucos trabalhos tratam da história ambiental da Mata Atlântica durante o Quaternário e a maioria deles está restrita ao Holoceno (últimos 10.000 anos). Entre eles destacam-se aqueles realizados em áreas elevadas do Estado de Santa Catarina (Behling 1995; Behling & Negrelle 2001), no interior do Estado de Minas Gerais (De Oliveira 1992; Ledru 1993), no Estado de São Paulo (Behling et al. 1995, Garcia, 1994 e Garcia et al. 2004 ) e na região centro-norte do Estado do Espírito Santo (Buso-Junior et al. 2010). Na Serra do Mar do Estado de São Paulo, destaca-se um único estudo palinológico, no Núcleo Curucutu do Parque Estadual Serra do Mar (Pessenda et al. 2009) que atinge o Pleistoceno (+/- 28.000 anos A.P.). No Estado do Rio de Janeiro

documentam-se os trabalhos de Luz & Barth (2000 e 2002) na Lagoa de Cima, em Campos, em sedimentos com 6.100 anos A.P. onde foram encontrados grãos de pólen de angiospermas que indicaram a presença de Mata Atlântica, restinga, campo, pântano e margem de lago. Luz et al. (2011) encontraram em sedimentos de lago no norte fluminense sucessões vegetacionais entre floresta e campo durante o Holoceno.

Uma das técnicas mais utilizadas em reconstituições paleoambientais é a palinologia, que permite estabelecer as características vegetacionais pretéritas, com o estudo de grãos de pólen e esporos, que por sua vez, favorece o reconhecimento dos hábitos ecológicos dos táxons encontrados. Assim o pesquisador pode efetuar interpretações quanto às condições físicas ambientais do passado com base nesse grupo de bioindicadores (Colinvaux et al. 1999; Salgado-Labouriau 2007).

Os trabalhos palinológicos de Buso-Junior (2010) e Pessenda et al. (2012) mostraram, apenas para o Holoceno, grande biodiversidade e a dinâmica sucessional da Mata Atlântica, na região centro-norte do Espírito Santo, e constituíram catálogos palinológicos taxonômicos disponíveis para o setor norte da Mata Atlântica.

No entanto, o presente trabalho mostra os resultados taxonômicos da análise palinológica dos sedimentos neopleistocenos a holocenos dos lagos Durão e Juparanã, que servirão de consulta para futuros trabalhos palinológicos a serem realizados na região da Mata Atlântica.

## **Materiais e Métodos**

A área de estudo está localizada na região centro-norte do estado do Espírito Santo, próximo à cidade de Linhares onde, na margem esquerda do rio Doce, ocorre um importante sistema de lagos barrados.

Para este estudo, foram obtidos dois testemunhos, o um no Lago Juparanã e outro no Lago Durão. No Lago Juparanã, o testemunho com 8,83 m de sedimentos argilosos, denominado de J-1, foi obtido com o amostrador tipo Livingstone no ponto mais profundo da bacia sob uma coluna de água de no máximo 20 m. Já no Lago Durão o testemunho com 2,75 m de sedimentos, denominado de LD-1, foi obtido com amostrador do tipo bate-estaca, na desembocadura do lago.

As amostras ricas em matéria orgânica foram selecionadas para datação radiométrica pelo método do  $^{14}\text{C}$  no Laboratório Beta Analytic, em Miami, EUA. No Lago Juparanã foram selecionadas amostras das profundidades 78,5 cm, 171,5 cm, 452 a 457 cm, 707,5 a 717,5 cm e 833 a 838 cm e no Lago Durão, as amostras de 40 a 47 cm, 212 a 216 cm e 244 a 247,5 cm.

Os sedimentos dos dois testemunhos foram subamostrados em pílulas de  $1\text{ cm}^3$  com um amostrador volumétrico, em intervalos de 20 cm para o Lago Juparanã e 5 cm para o Lago Durão, para processamento químico e extração dos palinomorfos.

As amostras foram processadas quimicamente de acordo com o protocolo internacional para análise palinológica descrito em Colinvaux et al. (1999), que compreende as etapas de remoção de materiais silicosos com HF (ácido fluorídrico), seguida por tratamento com KOH (Hidróxido de Potássio) e acetólise. Posteriormente, o resíduo final resultante do tratamento químico foi dissolvido em glicerina para a confecção das lâminas palinológicas, que foram analisadas em fotomicroscópio óptico Olympus BX 51. Os palinomorfos encontrados foram fotomicrografados e descritos morfológicamente.

A identificação taxonômica dos grãos de pólen, esporos e de outros palinomorfos encontrados nas amostras, foi baseada em caracteres morfológicos tais como: tipo de ornamentação da parede, tipo e número de aberturas, espessura e outros

atributos da sua constituição morfológica (Salgado-Labouriau 2007, Traverse 2008). A associação com táxons florísticos foi realizada pela comparação morfológica entre os elementos subfósseis e os encontrados na Palinoteca Atual de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG, com mais de 5.000 táxons polínicos da flora brasileira. Outras ferramentas utilizadas são o programa de identificação de táxons polínicos *Grafic Neotropical Pollen Key* do Instituto de Tecnologia da Florida (FIT-[www.fit.edu](http://www.fit.edu)) e a consulta de catálogos morfológicos presentes em Absy (1975), Barberi-Ribeiro (1994), Barberi (2001), Barth (1985, 1989), Bauermann (2003), Bauermann et al. (2009), Behling (1992,1995), Bicudo & Menezes (2006), Bold & Wynne (1985), Bonnefile & Riollet (1980), Borrelly & Couté (1982), Bordignon & Matzenbacher (2010), Coelho & Esteves (2008 a,b), Borrelly & Couté (1980), Buso-Junior (2010), Cancelli (2008), Cancelli et al. (2010), Cassiani & Meyer (2011), Coelho & Esteves (2008a,b), Colinvaux *et al.* (1999), De Oliveira (1992), Fernandes (2002, 2005, 2008), Ferraz-Vicentini (1993), Garcia (1994, 1997, 1998), Graham & Wilcox (2000), Grenffel (1995), Heusser (1971), Hooghiemstra (1984), Leonhardt & Lorscheitter (2007, 2008), Lorent (2010), Lorente & Meyer (2010), Lorscheitter (1988), Lorscheitter *et al.* (1998, 1999, 2001, 2002, 2005, 2009) Ludtke & Miotto (2004), Luz & Barth (2000, 2002), Luz et al. (2011), Macedo et al. (2009), Meier (1985), Medeanic (2006), Medeiros (2010), Melhem *et al.* (2003), Miranda & Andrade (1990), Murillo & Bless (1974, 1978), Nascimento (2008), Neves (1998), Neves & Bauermann (2003), Neves & Lorscheitter (1992), Roth & Lorscheitter (1991), Roubik & Moreno (1991), Salgado-Labouriau (1973), Salgado-Labouriau & Morhy (1969) Scherer & Lorscheitter (2007, 2009), Tryon & Tryon (1982) Van geel & Van der Hammen (1977) e, entre outros da flora brasileira já publicados.

A descrição dos tipos polínicos neste trabalho está organizada com as informações morfológicas, dimensões e é precedida de informações sobre os habitats e hábitos atribuídos a cada família botânica e/ou gênero. Os táxons botânicos são descritos em termos dos mais importantes caracteres morfológicos empregados na identificação taxonômica, tais como: unidades de dispersão (mônades, tétrades ou políades), simetria, estrutura da exina e padrão de ornamentação da sexina (camada mais exterior da parede), tipos de colpos, formato em vista polar e equatorial, número e tipos de aberturas e tamanho dos eixos polar (DP) e equatorial (DE) em microns ( $\mu\text{m}$ ). As medidas dos eixos polares e equatoriais dos tipos mencionados são aquelas das fotomicrografias apresentadas nas pranchas.

## **Resultados**

As análises taxonômicas permitiram a identificação de 293 tipos de palinómorfs provenientes dos sedimentos dos lagos Durão e Juparanã, assim distribuídos sistematicamente: 8 esporos de algas, 25 esporos de pteridófitas, 1 grão de pólen de gimnospermas e 259 grãos de pólen de angiospermas, todos preservados ao longo do registro sedimentar estudado, cuja idade basal indicada pelas datações  $\text{C}^{14}$  foi de 22.200 anos A. P. (antes do presente). A organização da sistemática das algas segue Bicudo & Menezes (2006), as pteridófitas segue Tryon & Tryon (1992) e das angiospermas a APG III (2009)

### **ALGAS**

#### **HYDRODICTYACEAE**

*Pediastrum* Meyen

*Pediastrum* sp. 1

**Descrição:** Colônias de 32 células, formas planas e circulares, corpo celular de forma poligonal e com projeções, parede celular granulada. Diâmetro da colônia 89  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 1

*Pediastrum* sp. 2

**Descrição:** Colônias de 16 células, formas planas e circulares, corpo celular de forma poligonal e com projeções, parede celular psilada. Diâmetro da colônia 89 µm. Difere do primeiro tipo por possuir um número menor de células na colônia.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 2

**Ecologia:** Gênero característico de águas superficiais (Iwata & Câmara 2007).

## **PENIACEAE**

*Penium* Brébisson

*Penium* sp.

**Descrição:** Zigósporos de forma esférica a elipsoide (ocasionalmente angular), geralmente de parede lisa, com protuberâncias em toda a sua circunferência. Diâmetro 36 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 3

**Ecologia:** O gênero *Penium* possui distribuição cosmopolita, geralmente em águas ácidas, em lagos oligotróficos ou em pântanos (Franceschine et al. 2010).

## **SCENEDESMACEAE**

*Coelastrum* Nägeli

*Coelastrum* sp.

**Descrição:** Colônias de forma esférica ou cubóide, células mais ou menos densamente alinhadas, mas geralmente com espaços vazios entre interstícios da parede, paredes celulares escabradadas bem suaves, porém pode ocorrer superfície rugosa. Diâmetro da colônia 39µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 4

**Ecologia:** Algas planctônicas coloniais cosmopolitas que vivem em habitats de água doce do Ártico a ambientes tropicais com condições eutróficas, são frequentemente abundantes em lagos (Franceschine et al. 2010).

## TREBOUXIOPHYCEAE

*Botryococcus* Nägeli

*Botryococcus* sp.

**Descrição:** Colônias de forma irregular contuídas por um agregado de células de formas ovoides inudas por filamentos finos. Diâmetro da colônia 50µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 5

**Ecologia:** Algas planctônicas que ocorrem em ecossistemas aquáticos oligotróficos ou eutróficos, também estão presentes em turfeiras parálicas, poças e lagos de água doce (Medeanic 2006).

## ZYGNEMATACEAE

*Pseudoschizaea* Rossignol ex Christopher

*Pseudoschizaea* sp. 1

**Descrição:** Esporos elípticos, médios, hialinos, inaperturados com estrias finas e concêntricas dispostas paralelamente em sua superfície. Diâmetro 47 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão.

Figura 6

*Pseudoschizaea* sp. 2

**Descrição:** Esporos circulares, médios, hialinos, inaperturados com estrias finas e concêntricas dispostas paralelamente em sua superfície. Diâmetro 22 µm. Difere da espécie 1 pelo tamanho, forma e padrão da ornamentação.

**Ocorrência:** Lago Durão.

Figura 7

**Ecologia:** Rossignol (1962) considerou como zigosporos de água doce. Em sedimentos quaternários brasileiros, no Rio Grande do Sul foram referidos por Lorscheitter (1988), Leal & Lorscheitter (2006), Leonhardt & Lorscheitter (2007), Lorscheitter & Dillenburg (1998), Neves & Bauermann (2003), Neves & Lorscheitter (1992), Scherer & Lorscheitter (2007), Roth & Lorscheitter, (2008); e no Estado de São Paulo por Garcia (1994 e 1997).

*Zygnema* C. A. Agardh

*Zygnema* sp.

**Descrição:** Zigósporos de forma esferoidais a elipsoidais, médios, hialinos com a superfície psilada com uma série de reentrâncias circulares, regularmente distribuídas por toda a superfície. Diâmetro 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão.

Figura 8

**Ecologia:** Ocorrem em ambientes de água doce e solos úmidos com pouca profundidade (van Geel & van der Hammen 1977; Joly 2002).

## **PTERIDÓFITAS**

### **ANEMIACEAE**

*Anemia* Swartz

*Anemia* sp. 1

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, esclerina fosulada, raio da marca trilete (laesura) fina e reta, parede fina. Diâmetro 82 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 9

*Anemia* sp. 2

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, esclerina baculada, raio da marca trilete (laesura) fina e reta, parede espessa. Diâmetro 51 µm. Difere da espécie 1 na ornamentação, tamanho e espessura da parede.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 10

**Ecologia:** Este gênero é cosmopolita e vive normalmente em habitats abertos bem drenados, em ravinas, entre rochas, beira de estradas, solos arenosos e florestas úmidas (Tryon & Tryon 1982).

### **CYATHEACEAE**

*Cyathea* Smith

As espécies encontradas diferem quanto ao tamanho, forma e ornamentação.

*Cyathea* sp. 1

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 25 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 11

*Cyathea* sp. 2

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita, com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 36 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 12

*Cyathea* sp. 3

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 50 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 13

*Cyathea* sp. 4

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 58 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 14

*Cyathea* tipo 5

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 40 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 15

*Cyathea* sp. 6

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina gemada, exósporo gemado, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita

com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 16

*Cyathea* sp. 7

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina psilada, exósporo psilado, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 42  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 17

*Cyathea* sp. 8

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb semi-circular, esclerina verrucado, exósporo verrucado, raio da marca trilete (laesura) fina, reta e estreita com marca espessa a sua volta, estendendo-se a borda da face proximal, parede com engrossamento nos pólos. Diâmetro 46  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 18

**Ecologia:** Samambaias arborescentes de florestas arbóreas ou arbustivas úmidas semi-sombreadas ou sombreadas e de fronteiras florestais (Lorscheitter et al. 1999; Tryon & Tryon 1982).

## DICKSONIACEAE

*Dicksonia* L'Hér.

*Dicksonia* sp.

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) grossa e reta, parede grossa. Diâmetro 55  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 19

**Ecologia:** *Dicksonia* é um gênero típico de florestas montanas tropicais, pode ocorrer em áreas úmidas como florestas de galeria (Tryon & Tryon 1982).

## **HYMENOPHYLLACEAE**

*Trichomanes* L.

*Trichomanes* sp. 1

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb circular, esclerina escabrada, raio da marca trilete (laesura) espessa e reta, parede grossa. Diâmetro 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 20

*Trichomanes* sp. 2

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb triangular-côncavo, esclerina escabrada, raio da marca trilete (laesura) fina e reta, parede fina. Diâmetro 33 µm. Difere da espécie 1 em forma e espessura da parede.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 21

**Ecologia:** Samambaias que crescem em florestas tropicais úmidas e quentes na América tropical, ocorrem também ao longo de ravinas, florestas montanas de altitude e florestas de galeria. Muitas espécies são epífitas sobre grandes árvores, no chão de florestas ricas em humus e algumas são rupestres (Tryon & Tryon 1982).

## **MARATTIACEAE**

*Marattia* Sw.

*Marattia* sp. 1

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina equinada, raio da marca trilete (laesura) fina, parede fina. Diâmetro 37 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 22

*Marattia* sp. 2

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina equinada, espinhos espessados, raio da marca trilete (laesura) fino, parede espessa. Diâmetro 36 µm. Difere da espécie 1 na distribuição dos espinhos e na espessura da parede.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 23

**Ecologia:** Samambaias, típicas das florestas tropicais montanas, ocorre também em ravinas (Tryon & Tryon 1982).

## OSMUNDACEAE

*Osmunda* L.

*Osmunda* sp. 1

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb triangular-convexo, esclerina equinada, espinhos muito pequenos, raio da marca trilete (laesura) fino e reto, parede fina. Diâmetro 50 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 24

**Ecologia:** Ocupam habitats úmidos, porém, relativamente bem drenados, crescem em ambientes abertos ou em locais sombreados. Na América tropical ocorrem próximo a pântanos, turfeiras, savanas úmidas, margens de lagos, pastagens úmidas, meandros de rios, sobre troncos e terrenos úmidos cobertos de mato (Tryon & Tryon 1982).

## PTERIDACEAE

*Pteris* L.

*Pteris* sp.

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb triangular, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) grosso e reto, parede grossa. Diâmetro 80 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 25

**Ecologia:** Ocorrem em florestas secundárias úmidas e abertas, sobre rochas, florestas de galeria, florestas decíduas, em baixas altitudes do nível do mar até 2.000 m (Tryon & Tryon 1982).

## POLYPODIACEAE

*Polypodium* L.

As espécies encontradas diferem quanto ao tamanho, ornamentação e espessamento da parede e raio da marca trilete (laesura).

*Polypodium* sp. 1

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) fino, parede fina. Diâmetro 60 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 26

*Polypodium* sp. 2

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) fino, parede fina. Diâmetro 54 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 27

*Polypodium* sp. 3

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina psilada, raio da marca trilete (laesura) fino, parede espessa. Diâmetro 46 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 28

*Polypodium* sp. 4

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) grosso, parede espessa. Diâmetro 63 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 29

*Polypodium* sp. 5

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina verrucada, raio da marca trilete (laesura) fino, parede espessa. Diâmetro 53 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 30

**Ecologia:** Crescem sobre árvores como epífitas, sobre as rochas e sobre o solo, ocorrem também sobre troncos podres. Na América tropical normalmente são encontradas nas florestas de terras baixas, florestas de montanha, florestas de galeria, florestas de pinheiros e algumas vezes em florestas sazonalmente secas, savanas arbóreas e pastagens (Tryon & Tryon 1982).

## **SELAGINELLACEAE**

*Selaginella* P. Beauv.

As espécies encontradas diferem em tamanho, espessura da parede e laesura.

*Selaginella* sp. 1

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb circular, esclerina equinada, raio da marca trilete (laesura) fino e reto, parede fina. Diâmetro 39 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 31

*Selaginella* sp. 2

**Descrição:** Esporos monoletes, isopolares de simetria bilateral, esclerina equinada, raio da marca trilete (laesura) fino e reto, parede fina. Diâmetro 64 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 32

*Selaginella* sp. 3

**Descrição:** Esporos triletes, heteropolares de simetria radial, amb circular, esclerina equinada, raio da marca trilete (laesura) grosso e reto, parede grossa. Diâmetro 45 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 33

**Ecologia:** Crescem sobre rochas úmidas, folhagem apodrecida no interior de florestas. Ocorrem em florestas tropicais, florestas secundárias, florestas de pinheiros, margens de estradas, pastagens, quedas d'águas e também são epífitas (Tryon & Tryon 1982).

## GIMNOSPERMAS

**Família:** **PODOCARPACEAE**

*Podocarpus* L'Hér

*Podocarpus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, médios a grandes, bilateralmente simétricos, heteropolares, esferoidais a elipsoidais, bissacados, com sacos aéreos apresentando finas linhas irregulares, monoulcerados no polo distal. Diâmetro 40 x 29 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 34

**Ecologia:** Árvores perenifólias, heliófitas, pioneiras, características de matas de altitude (Lorenzi 2008 a).

## ANGIOSPERMAS

**CHLORANTHALES** R. Br. ex. Sims

**CHLORANTHACEAE** R. Br. ex. Lindl.

*Hedyosmum* Sw.

*Hedyosmum brasiliensis* Mart.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, amb circular, inaperturados, exina intectada, sexina clavada. Diâmetro 27 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 35

**Ecologia:** Arbustos e arvoretas que ocorrem em florestas pluviais tropicais, de galeria e de montanas (Marchant et al. 2002).

**GRADO ANITA**

**NYMPHAEALES** Salisb. ex Bercht. & J.Presl.

**NYMPHAEACEAE** Salisb.

Nymphaceae Tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, amb circular, inaperturados, sexina psilada, exina tectada (2 µm). DP 33 µm e DE 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 36

**Ecologia:** Ervas aquáticas rizomatozas, latescentes e flutuantes. Possuem distribuição cosmopolita, no Brasil ocorrem 2 gêneros e 10 espécies (Souza & Lorenzi, 2008).

**MAGNOLIIDEAS**

**MAGNOLIOPHYTAS**

**MAGNOLIOPSIDA** Brongniart

**CANELLALES** Concrist

**WINTERACEAE** R. Brown ex Lindley

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

*Drimys brasiliensis* Miers

**Descrição:** Grãos de pólen agrupados em tétrade, isopolares de simetria bilateral, amb circular, sexina baculada, exina semi-tectada. Diâmetro da tétrade 55 µm; grãos isolados DP 25 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 37

**Ecologia:** Árvores ou arbustos que ocorrem em várias formações florestais como florestas semidecíduais de altitude e em áreas alagadas (Souza & Lorenzi 2008)

**PIPERALES** Bercht. & J. Presl

**PIPERACEAE** Giseke

*Peperomia* Ruiz & Pav.

*Peperomia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen agrupados em políades ou isolados, apolares, assimétricos, amb circular, inaperturados, sexina baculada, exina intectada. Grãos isolados DP 14 µm e DE 14 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 38

**Ecologia:** Ervas suculentas e epífitas, arbustos xerofíticos, ocorrem nas florestas montanhosas andinas, floresta atlântica e florestas sazonais brasileiras (Marchant et al. 2002).

*Piper L.*

*Piper sp.*

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, monoclpados, sexina scabrada, exina tectada. DP 16 e DE 10 µm.

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 39

**Ecologia:** Lianas e arbustos que crescem nos estratos arbóreos nas florestas tropicais e montanas ou de terras baixas (Marchant et al. 2002).

## ***MONOCOTILEDÔNEAS***

**ALISMATALES** Dumortier

**ALISMATACEAE** Ventenat

*Echinodorus* Rich. Seub.

*Echinodorus sp.*

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista equatorial e polar, estefanoporados, 7-8 aberturas, sexina psilada, exina tectada. DP 26 µm e DE 26 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 40

**Ecologia:** Ervas aquáticas parcialmente submersas flutuantes, paludosas e latecentes (Souza & Lorenzi 2008).

*Hydrocleys* Rich. (Limnocharitaceae)

*Hydrocleys sp.*

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e equatorial, triporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 35 µm e DE 35 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 41

**Ecologia:** Ervas aquáticas submersas, com folhas flutuantes ou paludosas (Souza & Lorenzi 2008).

## **POTAMOGETONACEAE** Bercht & J. Presl.

*Potamogetun* L.

*Potamogetun* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares assimétricos, circulares em vista equatorial e polar, inaperturados, sexina reticulada, exina tectada. DP 33 µm e DE 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 42

**Ecologia:** Ervas aquáticas, submersas e flutuantes, comuns em lagos e córregos de toda a América Latina (Marchant et al. 2002).

## **COMMELINIDEAS**

### **ARECALES** Bromhead

#### **ARECACEAE** Bercht. & J. Presl.

*Allagoptera* Mart.

*Allagoptera* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial, monosulcados, sexina escabrada, exina semi-tectada (0,5 µm). DP 41 µm e DE 17 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 43

*Allagoptera* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial, monosulcados, sexina psilada, exina tectada (1 µm). DP 44 µm e DE 19 µm. Difere da espécie 1 em tamanho, ornamentação e espessura da exina.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 44

**Ecologia:** Árvores que ocorrem em boa parte da América do Sul, nas restingas, praias e cerrados arenosos (Lorenzi 2010).

*Syagrus* Mart.

*Syagrus* sp.1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e perprolatos em vista equatorial, monosulcados, sexina psilada, exina tectada. DP 51  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 45

*Syagrus* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, monosulcados, sexina psilada, exina tectada. DP 42  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 em tamanho e forma equatorial.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 46

**Ecologia:** Árvores e arbustos que ocorrem em solos arenosos e argilosos lateríticos no cerrado, Mata Atlântica, serras ao longo da costa atlântica, caatinga do interior, florestas de várzea de terra firme da Amazônia e campos rupestres (Lorenzi 2010).

Arecaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e perprolatos em vista equatorial, monosulcados, sexina escabrada, exina tectada. DP 40  $\mu\text{m}$  e DE 17  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 47

Arecaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e perprolatos em vista equatorial, monosulcados, sexina psilada, exina tectada. DP 42  $\mu\text{m}$  e DE 18  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 em ornamentação.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 48

**Ecologia:** Os membros desta família são palmeiras, algumas com caules subterrâneos. Distribuição predominantemente pantropical. No Brasil ocorrem 43 gêneros e cerca de 200 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

**POALES** Smarl

**BROMELIACEAE** Juss

*Catopsis* Griseb.

*Catopsis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, monosulcados, exina intectada, sexina baculada, báculas iguais, densas com 2 µm de diâmetro. DP 37 µm e DE 20µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 49

**Ecologia:** Possuem ampla distribuição no México, América Central, Antilhas e por quase toda a América do Sul, com a maior riqueza de espécies na região andina (Luther 2004). No Brasil ocorrem nas florestas amazônica e atlântica, no cerrado, nos campos de altitude dentro do domínio da Mata Atlântica (Martinelli & Forzza 2006).

*Pitcairnia* L'Hér - (*Pepinia*)

*Pitcairnia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, monosulcados, sexina reticulada, exina intectada. DP 59 µm e DE 42 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 50

**Ecologia:** Ervas epífitas com distribuição neotropical, ocorrem nas florestas tropicais úmidas da América do sul (Souza & Lorenzi 2008).

*Tillandsia* L.

*Tillandsia usneoides* L.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolotos a subprolotos em vista equatorial, monosulcados, sexina baculada, exina intectada. DP 27 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 51

**Ecologia:** São plantas epífitas pendentes de árvores, amplamente distribuídas em diversos ecossistemas florestais (Souza & Lorenzi 2008).

cf. Bromeliaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circular em vista polar e perprolatos em vista equatorial, monosulcados, sexina baculada, exina semi-tectada (3 µm). DP 65 µm e DE 30 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 52

**Ecologia:** Ervas terrestres ou epífitas com distribuição neotropical, com exceção de uma única espécie de *Pitcairnia* que ocorre na África Ocidental. A família inclui cerca de 60 gêneros e 3.000 espécies, sendo que no Brasil ocorrem cerca de 40 gêneros 1.200 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

## **CYPERACEAE** A. L. de Jussieu

Cyperaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares em vista polar e equatorial, monoporados, poros irregulares, sexina escabrada, exina semi-tectada. DP 42 µm e DE 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão e Juparanã

Figura 53

**Ecologia:** Ervas de pequeno ou grande porte, geralmente rizomatosas, raramente lianas ou plantas arborescentes com distribuição cosmopolita. No Brasil ocorrem 44 gêneros e cerca de 700 espécies, encontradas especialmente em áreas abertas e alagadas. Nas bordas de floresta algumas espécies podem ser relativamente comuns (Souza & Lorenzi 2008).

## **POACEAE** Barnhart

Poaceae Tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, heteropolares, simetria radial, amb circular, circulares em vista polar e equatorial, monoporados, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada. DP 57 µm e DE 57 µm.

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 54

**Ecologia:** Família de ervas, geralmente rizomatosas que possuem distribuição cosmopolita, incluindo cerca de 700 gêneros e 10.000 espécies, sendo que no Brasil ocorrem cerca de 170 gêneros e 1.500 espécies. São o principal componente das formações campestres em todo mundo (Souza & Lorenzi 2008).

#### **THYPHACEAE** Juss.

*Thypha* L.

*Thypha* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, heteropolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e equatorial, monoporados, poros irregulares, sexina reticulada, exina semi-tectada. DP 33 µm e DE 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 55

**Ecologia:** Ervas paludosas, rizomatosas, robustas, indicadoras de ambientes eutróficos. Ocorrem em ambientes pantanosos, ao longo de cursos d'água, brejos e lagos (Marchant et al. 2002; Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2008b).

#### **EUDICOTILEDÔNEAS**

**RANUNCULALES** Juss. ex. Bercht. & Presl.

**MENISPERMACAEAE** Juss.

*Abuta* Barr Aubl.

*Abuta* sp.

**Descrição:** Grãos pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 23 µm e DE 19 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 56

**Ecologia:** Trepadeiras, arbustos ou arvoretas com distribuição neotropical (Costa & Sano 2007).

**PROTEALES** Juss. Ex Bercht. i e J. Presl.

**PROTEACEAE** A. L. de Jussieu

*Roupala* Aublet Schreb

*Roupala* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, triangulares de lados retos em vista polar e oblatos em vista equatorial, triporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 12 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 57

**Ecologia:** Árvores comuns em florestas montanhosas, de terras baixas, de galeria, de cerrado e savana aberta, possui ampla distribuição (Marchant et al. 2002).

### ***EUDICOTILEDÔNEAS CORE***

**DELLENIALES** Dc. ex. Bercht. & Presl.

**DILLENIACEAE** Salisb.

*Doliocarpus* Rol.

*Doliocarpus*

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina reticulada, exina semitectada. DP 27 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 58

**Ecologia:** Lianas ou arbustos que ocorrem nas florestas tropicais do Venezuela, Colômbia, Panamá, Bolívia, Perú, Guiana Francesa e Brasil. No Brasil ocorrem em boa parte da Floresta Amazônica e na floresta atlântica do norte ao sul do país ([www.discoverylife.org](http://www.discoverylife.org)).

*Pinzona* Mart. & Zucc.

*Pinzona* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina baculada, exina semitectada. DP 24 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 59

**Ecologia:** Arbustos, árvores ou lianas raramente ervas com distribuição pantropical (Souza & Lorenzi 2008).

**SAXIFRAGALES** Bercht & Presl.

**HALORAGACEAE** R. Br.

cf. *Laurembergia* P.J. Bergius

cf. *Laurembergia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tetraporados, poros circulares anulados, sexina escabrada/reticulada, exina tectada. DP 26 µm e DE 30 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 60

**Ecologia:** Ervas aquáticas submersas, brejosas ou anfibias perenes, ligeiramente lenhosas na base, rizomatosas, prostradas ou eretas, apresentam distribuição pantropical (Aona & Amaral 2003).

**FABIDEAS**

**CELASTRALES** Link

**CELASTRACEAE** R. Br.

*Maytenus* (Juss.)

*Maytenus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 19 µm e DE 17 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 61

**Ecologia:** Árvores encontradas nas restingas litorâneas, matas de altitude, matas de araucária, Mata Atlântica, cerrado, matas ciliares, mata paludosa, manguezais e campos rupestres (Carvalho-Okano 2005, Lorenzi 2009 a,b).

Celastraceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen, mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina reticulada, exina tectada, forma tamanho DP 24 µm e DE 18 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 62

Celastraceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, trilobados em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina reticulada, exina tectada. DP 43  $\mu\text{m}$  e DE 33  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 63

**Ecologia:** Árvores arbustos ou lianas com distribuição predominantemente tropical e subtropical com cerca de 50 gêneros e 1.000 espécies. No Brasil ocorrem apenas 17 gêneros e aproximadamente 100 espécies distribuídas em diversos tipos de vegetação (Souza & Lorenzi 2008).

**OXALIDALES** Bercht. & J. Presl.

**CUNONIACEAE** R. Br.

*Lamanonia* Zickel & Leitão

*Lamanonia* sp.1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, elípticos ou circulares em vista polar e equatorial, dicolporados, poros inconspícuos, sexina escabrada, exina tectada. DP 11-12  $\mu\text{m}$  e DE 12-13  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 64

*Lamanonia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina escabrada, exina tectada. DP= 18  $\mu\text{m}$  e DE= 15  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 em tamanho e número de aberturas.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 65

**Ecologia:** Árvores encontradas no sudeste e sul do Brasil em florestas de altitude e nos cerradões e nas florestas estacionais semi-decíduais (Durigan et al. 2004; Lorenzi 2008 a).

*Weinmannia* L.

*Weinmannia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, sexina escabrada, exina tectada. DP 16 µm e DE 14 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 66

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na região sudeste e sul do Brasil, comuns nas florestas andinas, florestas montanas, associadas às florestas de *Alnus*, as matas de araucária, na mata pluvial atlântica e nas florestas sulandinas (Marchant et al. 2002, Lorenzi 2009b) .

**MALPHIGUALES** Juss. ex. Bercht & J. Presl.

**CHRYSOBALANACEAE** R. Br.

*Chrysobalanus* L.

*Chrysobalanus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circular em vista polar e oblatos em vista equatorial, tricolpados, sexina reticulada, exina semitectada. DP 13 µm e DE 14 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 67

**Ecologia:** Árvores e arbustos de grande porte, distribuição ampla em áreas costeiras e florestas submontanas, em dunas arenosas e praias do norte e nordeste do Brasil, ocasionalmente em savanas arenosas e bancos abertos de rios (Prance 2003).

*Hirtella* L.

*Hirtella* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina baculada, exina intectada, poros elípticos largos. DP 27 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 68

**Ecologia:** Árvores ou arbustos que ocorrem em matas de galeria e florestas de encostas (Prance 2003).

*Licania* (Aubl.)

*Licania* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, triangulares de lados retos em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros alongados, sexina escabrada, exina tectada. DP 17  $\mu\text{m}$  e DE 18  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 69

**Ecologia:** Árvores de grande a pequeno porte, arbustos ou raramente subarbustos, ocorrem nas florestas de galerias, cerrados, Floresta Amazônica e Mata Atlântica (Prance 2003).

## **CLUSIACEAE** Lindl.

*Chrysochlamys* Poepp.

*Chrysochlamys* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato a prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 16  $\mu\text{m}$  e DE 15  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 70

**Ecologia:** Árvores de pequeno a médio porte, com distribuição neotropical, ocorrem em matas úmidas da Amazônia até o Panamá e na Mata Atlântica (Bittrich 2003, Souza & Lorenzi 2008).

*Kielmeyera* Mart.

*Kielmeyera* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen agrupados em tétrede, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina escabrada, exina tectada. D tétrede 55  $\mu\text{m}$ ; grãos isolados DP 35  $\mu\text{m}$  e DE 35  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 71

**Ecologia:** Árvores, arbustos ou subarbustos, por vezes com xilopódio ou casca muito suberizada. Ocorrem nos cerrados e cerradões, Mata Atlântica, campos rupestres (Bittrich 2003).

*Tovomitopsis* Planch. & Triana

*Tovomitopsis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, sexina escabrada e espinhosa, exina tectada. DP 15 µm e DE 17 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 72

**Ecologia:** Árvores de pequeno a médio porte, com distribuição neotropical, ocorrem em matas úmidas da Amazônia até o Panamá e na Mata Atlântica (Bittrich 2003, Souza & Lorenzi 2008).

### **EUPHORBIACEAE** Juss.

*Acalypha* (L.) Müll.Arg.

*Acalypha* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblatos esferoidais em vista equatorial, tetraporados, poros circulares anulados, sexina escabrada, exina tectada. DP 19-20 µm e DE 22-24 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 73

**Ecologia:** Ervas, lianas ou arbustos presentes em muitos tipos de vegetação seca em florestas sul-andinas, em altitudes entre 1.500 e 1.800 m, nas florestas montanas baixas, na Mata Atlântica, floresta estacional semidecidual da Bahia ao Rio Grande do Sul, savanas, bancos fluviais e cerrados (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Actinostemon* Klotzsch

*Actinostemon* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 27 µm e DE 24 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 74

**Ecologia:** Árvores que ocorrem do Ceará ao Rio Grande do Sul na floresta estacional semidecidual (Backes & Nardino 2003).

*Alchornea* Sw.

*Alchornea* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros cobertos por opérculos, sexina escabrada, exina semitectada, parede grossa. DP 20 µm e DE 22 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 75

*Alchornea* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros cobertos por opérculos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 23 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 76

*Alchornea* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e suboblato em vista equatorial, tricolporados, poros cobertos por opérculos, sexina reticulada, exina tectada (1,5 µm). DP 16 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 77

*Alchornea* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e suboblato em vista equatorial, tricolporados, poros cobertos por opérculos, sexina escabrada, exina tectada. DP 19 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 78

*Alchornea* sp. 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e equatorial, tricolporados, poros cobertos por opérculos, sexina reticulada, exina tectada. DP 18 µm e DE 18 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 79

As espécies encontradas diferem em tamanho, orna mentação, forma em vista equatorial e espessura da parede.

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na Mata Atlântica, floresta estacional semidecidual e decidual, florestas montanas e na amazônica está presente nas matas de igapó e terra firme, floresta de araucária e cerrado (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Caryodendron* Muell

*Caryodendron* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros retangulares largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 26  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 80

**Ecologia:** Árvores de grande porte que podem atingir até 25 m, ocorrem na floresta tropical úmida, em encostas, morros, depressões, solos férteis de planície, solos encharcados e arenosos (Vozzo 2002).

*Croton* (L.) Müll.Arg.

*Croton* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares em vista polar e equatorial, inaperturados, sexina clavada, exina intectada. DP 50-55  $\mu\text{m}$  e DE 50-55  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 81

**Ecologia:** Árvores ou arbustos que ocorrem na Mata Atlântica, floresta estacional semidecidual, florestas baixas andinas, são espécies pioneiras da Mata Atlântica, brejos, pântanos, Floresta Amazônica e cerrado (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Cleidion* Blume

*Cleidion* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares recobertos por opérculos, sexina verrucada, exina semitectada. DP 28  $\mu\text{m}$  e DE 23  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 82

**Ecologia:** Árvores, o gênero apresenta cerca de 25 espécies (Webster 1994), sendo a maioria delas da região paleotropical, com três espécies neotropicais distribuídas pelo México, América Central e América do Sul. Dessas, duas foram descritas para o Brasil (Amazônia e Nordeste), entretanto pouco conhecidas e mal representadas nos herbários (Secco 2001).

*Dalechampia* L.

*Dalechampia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, zonados, sexina reticulada, exina intectada. DP 50  $\mu\text{m}$  e DE 28  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 83

**Ecologia:** Ervas e lianas comuns nas terras secas e cerrados. Ocorrem na Mata Atlântica e de araucária, floresta estacional semidecidual e cerrados (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Hyeronima* Allemão

*Hyeronima* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, trilobados em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados largos, colpos grandes, sexina reticulada, exina semitectada. DP 32-44  $\mu\text{m}$  e DE 15-21  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 84

*Hyeronima* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, trilobados em vista polar e perprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados largos, colpos grandes, sexina reticulada, exina tectada. DP 26  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 em tamanho e forma em vista equatorial.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 85

**Ecologia:** São árvores grandes presentes nas florestas baixas montanhas, florestas subandinas com altos níveis de precipitação, florestas galeria, pantanosas e na Mata Atlântica (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Pera* Mutis

*Pera* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos médios, sexina reticulada, exina semitectada. DP 20-25  $\mu\text{m}$  e DE 18-20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 86

*Pera* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos médios, sexina reticulada, exina tectada. DP 20 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 87

*Pera* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos médios, sexina perreticulada, exina tectada, parede grossa. DP 25 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 88

*Pera* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, colpos médios, sexina escabrada, exina tectada. DP 17 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 89

*Pera* sp. 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos médios, sexina escabrada, exina tectada. DP 17 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 90

As espécies encontradas diferem quanto à ornamentação, tipo de exina, tamanhos, forma em vista equatorial e tipo de abertura.

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na mata de araucaria, estacional decidual e semidecidual, cerrado, solos pobres da floresta de terra firme da Amazônia, áreas pioneiras de influencia marinha e em solos arenosos (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Sapium* Müll.Arg.

*Sapium* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, convexo-triangular em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, sexina escabrada, exina tectada. DP 21 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 91

*Sapium* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, triangulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina reticulada, exina tectada. DP 40  $\mu\text{m}$  e DE 28  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 92

*Sapium* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina perreticulada, exina semitectada. DP 47  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 93

*Sapium* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, prolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina perreticulada, exina tectada. DP 55  $\mu\text{m}$  e DE 40  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 94

As espécies encontradas diferem quanto à ornamentação, forma em vista polar e equatorial e tipos de aberturas.

**Ecologia:** Árvores grandes e lianas, comuns nas florestas seccionais, mata de araucária, floresta estacional decidual, cerrado, campos, são árvores pioneiras da Mata Atlântica e lianas na Floresta Amazônica (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

*Sebastiania* Spreng.

*Sebastiania* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos grandes, sexina reticulada, exina semi-tectada. DP 32-40  $\mu\text{m}$  e DE 31-35  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 95

*Sebastiania* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 38  $\mu\text{m}$  e DE 27  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 96

*Sebastiania* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e prolatos a subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 35  $\mu\text{m}$  e DE 26  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 96

*Sebastiania* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 27  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 98

*Sebastiania* sp. 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina escabrada, exina tectada. DP 32  $\mu\text{m}$  e DE 33  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 99

*Sebastiania* sp. 6

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina escabrada, exina tectada. DP 24  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 100

As espécies encontradas diferem quanto à ornamentação, tamanho, forma em vista equatorial e formato do poro.

**Ecologia:** Arbustos encontrados em florestas galeria, cerrado, floresta de araucária, floresta estacional decidual e semidecidual, áreas pioneiras de influencia marinha e fluvial (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003).

cf. *Senefeldera* Mart.

cf. *Senefeldera* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e oblato em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada/baculada, exina tectada. DP 23  $\mu\text{m}$  e DE 31  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 101

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na Mata Atlântica de tabuleiro, como árvores pioneiras, frequentemente encontradas em capoeiras (Lorenzi 2009b).

Euphorbiaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e prolato em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP 21  $\mu\text{m}$  e DE 12  $\mu\text{m}$ . Diferem dos tipos seguintes no tamanho, forma dos grãos e dos poros.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 102

Euphorbiaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 31  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ . Diferem dos outros tipos no tamanho, forma do grão e dos poros.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 103

Euphorbiaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, trilobados em vista polar e subprolato em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 22  $\mu\text{m}$  e DE 18  $\mu\text{m}$ . Diferem dos tipos anteriores no tamanho, forma dos grãos e dos poros.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 104

**Ecologia:** Ervas, arbustos, árvores ou lianas com distribuição predominante pantropical. Família com cerca de 300 gêneros e 6.000 espécies. No Brasil ocorrem cerca de 70 gêneros e 1.000 espécies que a tornam uma das principais famílias da flora brasileira (Souza & Lorenzi 2008).

## **LACISTEMATACEAE** Mart.

*Lacistema* Sw.

*Lacistema* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina estriada, exina tectada. DP 14  $\mu\text{m}$  e DE 10  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 105

**Ecologia:** Árvores com tronco tortuoso, pioneiras, heliófitas, xerófitas das florestas estacionais do interior do Brasil, com distribuição irregular e descontínua. Ocorrem em áreas abertas e antropofizadas, preferencialmente em terrenos secos (Lorenzi 2009 b).

## **MALPIGHIACEAE** Juss.

*Byrsonima* Rich. Small.

*Byrsonima* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, colpos longos e irregulares, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP = 12.5  $\mu\text{m}$ , DE = 13  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 106

*Byrsonima* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina escabrada, exina tectada. DP 13  $\mu\text{m}$  e DE 13  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 107

*Byrsonima* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina escabrada, exina tectada. DP 15  $\mu\text{m}$  e DE 11  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 108

As espécies encontradas diferem em tamanho, forma em vista equatorial e formato dos poros.

**Ecologia:** Árvores ou arbustos caracterizados por feições xerofíticas, pioneiros e resistentes ao fogo, encontradas no cerrado, em solos pobres, restingas, florestas tropicais secas e também está presente nas florestas de várzea amazônica e de terra firme (Marchant et al. 2002, Durigan et al. 2004).

*Hiraea* Jacq.

*Hiraea* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, periporados, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada, parede grossa, tamanho DP 25 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 109

**Ecologia:** Lianas ou arbustos que ocorrem na floresta de terra firme da América do sul (Anderson 1994).

*Janusia (Schwannia)* A. Juss.

*Janusia* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, estefanoporados, 6 aberturas, poros circulares, sexina psilada, exina tectada (4 µm). DP 35 µm e DE 35 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 110

*Janusia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares de assimétricos, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, estefanoporados, 8 aberturas, poros circulares (4 µm), sexina escabrada, exina tectada (1 µm), tamanho DP 32 µm e DE 32 µm. Difere da espécie 1 em número de aberturas, ornamentação e espessura da exina.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 111

**Ecologia:** Lianas e ervas terrestres que ocorrem predominantemente no Brasil, também presentes na Bolívia, Argentina, Paraguai e Uruguai. A maior parte das espécies é encontrada, principalmente, no cerrado, enquanto outras na caatinga e em restingas. Por outro lado, algumas espécies podem se distribuir por áreas um pouco mais úmidas, como na floresta mesófila semidecídua, brejos, borda de florestas e de matas, florestas-

galeria, áreas perturbadas, no domínio amazônico, em áreas de campina e no cerrado amazônico (Sebastiani 2010).

*Tetrapteris* Cav.

*Tetrapteris* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, inaperturados, sexina verrucada, exina tectada. DP 40  $\mu\text{m}$  e DE 40  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão.

Figura 112

**Ecologia:** Subarbustos que ocorrem no cerrado (Durigan et al. 2004).

*Thryallis* Mart.

*Thryallis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina escabrada, exina semitectada (1  $\mu\text{m}$ ). DP 18  $\mu\text{m}$  e DE 15  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 113

**Ecologia:** Lianas que podem ocorrer nas florestas caducifólias e em afloramentos calcáreos (Mamede 1987).

Malphigiaceae Tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, estefanoporados, 8 aberturas, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada. DP 45  $\mu\text{m}$  DE 45  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 114

**Ecologia:** Ervas, arbustos, árvores ou lianas com distribuição tropical e subtropical, inclui 75 gêneros e cerca de 1.300 espécies. No Brasil ocorrem cerca de 45 gêneros e aproximadamente 300 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

**SALICACEAE** Mirb.

*Prockia* P. Browne

*Prockia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina reticulada, exina tectada. DP 17  $\mu\text{m}$  e DE 13  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 115

**Ecologia:** Árvores semidecíduais, eciófitas, higrófitas da floresta montana, da vertente atlântica do sul e sudeste. Ocorrem ao longo de rios e várzeas (Lorenzi 2009 b).

## **VIOLACEAE** Batsch

*Rinorea* Aubl.

*Rinorea* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina escabrada, exina tectada. DP 24  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 116

*Rinorea* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina reticulada, exina tectada. DP 21  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 117

**Ecologia:** Árvores perenifólias de florestas em clímax, eciófitas, higrófitas na mata pluvial atlântica, restinga e ao longo de rios e córregos (Lorenzi 2009 b).

## **FABALES** Bromhead

### **FABACEAE** Lindley

#### **CAESALPINIOIDEAE** De Candolle

*Cassia* L.

*Cassia racemosa* Mill.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, sexina escabrada, exina tectada. DP 12  $\mu\text{m}$  e DE 14  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 118

**Ecologia:** Árvores comuns em áreas secas, cerrados, florestas, dunas eólicas, áreas particularmente afetadas pelo fogo (Marchant et al. 2002).

*Copaifera* (L.)

*Copaifera* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares de lados retos em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, colpos grandes, exina semitectada, sexina reticulada. DP 34-38  $\mu\text{m}$  e DE 25-27  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 119

**Ecologia:** Árvores encontradas em florestas latifoliadas, desde o Centro-Oeste até o Paraná, ocorrem nas matas primárias e secundárias (Lorenzi 2008 a).

*Hymenaea* L.

*Hymenaea* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circular em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, sexina escabrada, exina semitectada. DP 30  $\mu\text{m}$  e DE 21  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 120

**Ecologia:** Árvores grandes que ocorrem em florestas úmidas, porém apresentam menor porte no cerrado, com distribuição generalizada na Mata Atlântica e na floresta de terra firme da Amazônia (Marchant et al. 2002).

*Senna* (L.)

*Senna* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares-convexos em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos longos, sexina escabrada, exina tectada. DP 19-22  $\mu\text{m}$  e DE 16-18  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 121

*Senna* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, sexina escabrada, exina tectada. DP 35  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 na forma em vista polar e no tamanho.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 122

**Ecologia:** Cosmopolitas e abundantes no cerrado, a maioria com hábito arbustivo ou arbóreo, porém algumas são ervas ou lianas (Mendonça et al. 2008).

*Tachigali* Aubl. (Sclerolobium)

*Tachigali* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 25  $\mu\text{m}$  x DE 27  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 123

**Ecologia:** O gênero *Tachigali* tem importante contribuição na formação da Floresta Amazônica, encontrando-se entre os 15 mais comuns na floresta nacional do Tapajós, em Santarém (Guimarães & Pylar 1999).

#### **FABOIDEAE (PAPILIONOIDEAE Polhill)**

*Acosmium* Schott

*Acosmium bijugum* Vogel

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina escabrada, exina tectada (1  $\mu\text{m}$ ). DP 18  $\mu\text{m}$  e DE 14  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 124

*Acosmium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 39  $\mu\text{m}$  e DE 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 125

**Ecologia:** O gênero *Acosmium* possui 17 espécies com distribuição geográfica que se estende do sudeste do México até o Nordeste da Argentina, sendo que a maioria das espécies está localizada no Brasil (Sousa Junior et al. 2009). A ocorrência das espécies de *Acosmium* parece estar fortemente associada com a distribuição disjunta das florestas tropicais estacionais secas na América do Sul (Pennington et al. 2000).

*Aeschynomene* L.

*Aeschynomene* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 18 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 126

**Ecologia:** Ervas e arbustos de savanas, gênero muito diversificado, particularmente comum na distribuição das áreas (Marchant et al. 2002).

*Aldina Endl.*

*Aldina* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, exina tectada, sexina reticulada. DP 27 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 127

**Ecologia:** Árvores do cerrado também comuns na savanas encontradas na floresta de terra firme da Amazônia e florestas tropicais secas (Marchant et al. 2002).

*Andira* Lam.

*Andira* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP 15 µm e DE 12 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 128

**Ecologia:** Comum na Amazônia, ocorre nas formações florestais, principalmente nos igapós, esta árvore normalmente é recoberta por plantas epífitas pode atingir 15 m no interior da floresta e 3 m nos igapós. Possui ampla distribuição na Amazônia central (Ribeiro et al. 1999).

*Centrolobium* Mart. ex Benth

*Centrolobium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros elípticos largos, sexina reticulada/baculada, exina semitectada. DP 28 µm e DE 24 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 129

**Ecologia:** Árvores, características da Mata Atlântica, na costa litorânea sobre encostas e como pioneira (Lorenzi 2009 b).

*Coursetia* DC.

*Coursetia ferruginea* Kunth

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina escabrada, exina tectada. DP 31  $\mu\text{m}$  e DE 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 130 e 131

**Ecologia:** Esta espécie ocorre nas florestas tropicais úmidas da Amazônia no Brasil e Guiana Francesa (<http://www.discoverlife.org> acessado em 17 de maio de 2012).

*Diploporis* Benth.

*Diploporis brasiliensis* Benth.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, triangulares-côncavos em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, sexina escabrada, exina tectada (1,5  $\mu\text{m}$ ). DP 20  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 132

**Ecologia:** Árvores típicas da Floresta Amazônica da Colômbia, Peru e Brasil. (<http://www.discoverlife.org>, acessado em 17 de maio de 2012).

*Machaerium* Persoon

*Machaerium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria bilateral, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros alongados, sexina escabrada, exina tectada (1  $\mu\text{m}$ ). DP 13  $\mu\text{m}$  e DE 17  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 133

**Ecologia:** Grandes árvores da Floresta Amazônica e da Mata Atlântica, este gênero também ocorre no cerrado e nas florestas tropicais secas (Marchant et al. 2002).

*Pterogyne* Tul.

*Pterogyne* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 24 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 134

**Ecologia:** Árvores heliófitas pioneiras da floresta ombrófila densa, da estacional decidual, semi-decidual, da caatinga úmida com vegetação florestal e na mata ciliar das formações florestais da costa atlântica brasileira (Lorenzi 2009 b), ([arvoresdobrasil.com.br](http://arvoresdobrasil.com.br) acessado em 17 de maio de 2012).

*Pterocarpus* L.

*Pterocarpus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina reticulada, exina tectada. DP 27 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 135

**Ecologia:** Ocorrem na restinga, floresta ombrófila densa e floresta estacional decidual (Lorenzi 2008 a).

*Zornea* Gmel.

*Zornea* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 31 µm e DE 22 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 136

**Ecologia:** Ervas prostradas e perenes que ocorrem em campos e cerrados (Durigan et al. 2004).

Fabaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina escabrada, exina tectada. DP 23 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 137

Fabaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada (2 µm). DP 26 µm e DE 15 µm. Difere do tipo 1 em ornamentação e espessura da parede.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 138

**Ecologia:** Ervas, arbustos, árvores ou lianas, com distribuição cosmopolita. Possui cerca de 650 gêneros e aproximadamente 18.000 espécies o que a torna numa das maiores famílias de angiospermas. No Brasil ocorrem 175 gêneros e 1.500 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

### **MIMOSOIDEAE** Kunth

*Acacia* Willd.

*Acacia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen unidos em políades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, sexina psilada, exina tectada. Diâmetro da políade 37 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 139

**Ecologia:** Árvores, arbustos ou lianas lenhosas, xerófitas, heliófitas e pioneiras. Dominantes em regiões secas, comuns em baixas altitudes, é um importante táxon pioneiro principalmente ambientes limitados de nitrogênio, pode ocorrer nas encostas de morros em solos pobres e pedregosos. Ocorrem nas florestas: estacional semi-decidual, estacional decidual, de araucária, atlântica e amazônica, além de também estar presente no cerrado, caatinga e áreas sucessionais (Marchant et al. 2002; Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2008a).

*Anadenanthera* L.

*Anadenanthera* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen reunidos em políades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, sexina verrucada, exina tectada. DP 30 µm e DE 22 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 140

**Ecologia:** Árvores de grande a médio porte, decíduas, eliófitas, xerófitas e pioneiras. Ocorrem em fisionomias campestres do cerrado, cerrado típico, cerradão, floresta latifoliada semidecidual, matas de galerias, são particularmente frequentes nas regiões mais altas da Mata Atlântica, também pode ocorrer em terrenos altos e bem drenados, arenosos ou cascalhentos. Podem ser encontradas praticamente em todos os estágios sucessionais (Durigan et al. 2004; Lorenzi 2008 a).

*Mimosa* L.

*Mimosa* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen reunidos em tétrades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, monoporados, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 13-15  $\mu\text{m}$  e DE 18-21  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 141

*Mimosa* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen reunidos em tétrade, isopolares, simetria bilateral, circulares em vista polar e prolato em vista equatorial, monoporados, sexina psilada, exina tectada. Diâmetro da tétrade 15  $\mu\text{m}$ ; grãos isolados DP 8  $\mu\text{m}$  e DE 8  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 142

**Ecologia:** Árvores, arvoretas ou arbustos, plantas heliófitas e pioneiras com distribuição em várias formações vegetacionais. Ocorrem na caatinga, campos rupestres, cerrado, Mata Atlântica e de araucária, floresta estacional semidecidual e Floresta Amazônica (Backes & Nardino 2003; Durigan et al. 2004; Lorenzi 2008 a, 2009 a).

Mimosoideae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen reunidos em políades, apolares, assimétricos, circulares em vista polar e equatorial, inaperturados, sexina escabrada, exina tectada. Diâmetro da políade 35  $\mu\text{m}$ ; grãos isolados DP 10  $\mu\text{m}$  e DE 10  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 143

Mimosoideae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen reunidos em políades, apolares, assimétricos, circulares em vista polar e equatorial, inaperturados, sexina psilada, exina tectada. Diâmetro da políade 20  $\mu\text{m}$ ; grãos isolados DP 6  $\mu\text{m}$  e DE 6  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 144

**Ecologia:** Ervas, arbustos, árvores ou lianas com distribuição cosmopolita e apresenta cerca de 650 gêneros e aproximadamente 18.000 espécies o que a torna numa das maiores famílias de angiospermas. No Brasil ocorrem 175 gêneros e 1.500 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

#### **POLYGALACEAE** Hoffmanns e Link

*Polygala* Linnaeus

*Polygala* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, pericopados, 10 aberturas, poros circulares, sexina psilada, exina tectada (2 µm). DP 24 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 145

**Ecologia:** São plantas herbáceas encontradas em áreas abertas (Souza & Lorenzi 2008), em solos secos ou úmidos, turfeiras, bordas de mata, campos, margens de estradas e dunas (Ludtke & Miotto 2004).

#### **ROSALES** Bercht. & J. Presl.

#### **CANNABACEAE** Martinov

*Celtis* (L.)

*Celtis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, convexo-triagulares em vista polar e suboblatos em vista equatorial, triporados, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP 14-18 µm e DE 18-21 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 146

**Ecologia:** Árvores ou arbustos semidecíduas, heliófitas, seletivas higrófitas, ocorrem em solos úmidos ricos em material orgânico. Ocorrem na Mata Atlântica e de Araucária, em áreas pioneiras de influência marinha, floresta estacional decidual, semidecidual, no pantanal Matogrossense em áreas abertas de várzeas inundáveis e nos campos do Rio Grande do Sul (Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2009 a,b).

*Trema* Rich.

*Trema micrantha* (Linn.) Blume

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, diporados, poros circulares anulados, exina tectada, sexina scabrada. DP 22-25 µm e DE 25-28 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 147

**Ecologia:** Árvores perenifólias ou semidecíduas, heliófitas, pioneiras, características de formações secundárias da floresta atlântica, ocorrem na maioria dos ambientes, exceto os muito úmidos. Também estão presentes nas florestas estacionais, decidual e semidecidual (Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2008 a).

## **MORACEAE Gaudich**

*Bagassa* Aubl.

*Bagassa guianensis* Aubl.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e suboblatos em vista equatorial, diporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 10-12 µm e DE 13-14 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 148

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, heliófitas até ciófitas, seletivas xerófitas e características da Floresta Amazônica. Ocorrem em capoeiras e áreas abertas, preferem terrenos bem drenados e férteis, localizados em áreas elevadas (Lorenzi 2009 a).

*Castilla* Cerv.

*Castilla elastica* Sessé ex. Cerv.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada. DP 12 µm e DE 13 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 149

**Ecologia:** Árvores grandes que ocorrem na Mata Atlântica e Floresta Amazônica do Brasil, também encontradas naturalmente ou em enormes cultivos na Colômbia (Marchant et al. 2002).

*Clarisia* Ruiz & Pavón

*Clarisia racemosa* Ruiz & Pavón

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros anulados, sexina escabrada, exina tectada (1 µm). DP 10 µm e DE 10 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 150

**Ecologia:** Árvores grandes, semidecíduas, esciófitas ou de luz difusa, seletivas higrófitas, mais frequentes em solos argilosos. Ocorrem na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica (Lorenzi 2009 b).

*Ficus* L.

*Ficus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, diporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 13 µm x DE 10 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 151

**Ecologia:** Árvores ou lianas que ocorrem nas florestas úmidas e secas de terras baixas do Panamá e florestas montanas da Costa Rica. Restingas, dunas, matas de galeria, Floresta Amazônica de terra firme e Mata Atlântica no Brasil, ao longo das margens dos rios (Marchant et al. 2002; Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2008, 2009 a,b).

Moraceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 09 µm e DE 09 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 152

Moraceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tetraporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 20 µm e DE 20 µm. Difere do tipo 1 em número de aberturas e tamanho dos grãos.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 153

**Ecologia:** Família de ervas, arbustos, árvores ou lianas, geralmente latescentes, com cerca de 50 gêneros e 1.500 espécies com distribuição predominantemente pantropical e

subtropical, com algumas espécies provenientes das regiões temperadas. No Brasil ocorrem 27 gêneros e aproximadamente 250 espécies, a maioria na região Amazônica, sendo *Ficus* com maior número de espécies no Brasil (Souza & Lorenzi 2008).

#### **MORACEAE** Gaudich / **URTICACEAE** Juss.

Moraceae/Urticaceae tipo1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 12 µm e DE 11 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 154

#### **RHAMNACEAE** Juss.

*Scutia* Comm.

*Scutia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolpados, colpos curtos, sexina reticulada, exina tectada (1 µm). DP 21 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 155

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, heliófitas ou esciófitas e seletivas higrófitas características e exclusivas da mata de araucária, dos campos e capões do Planalto Meridional e matas ciliares, preferencialmente em solos úmidos (Lorenzi 2009 b).

#### **URTICACEAE** Juss.

*Cecropia* (L.)

*Cecropia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, diporados, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP 11 µm x DE 7 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 156

**Ecologia:** Árvores pioneiras, de florestas secundárias, possuem distribuição ampla em baixas altitudes. Plantas heliófitas, perenifólias, seletivas higrófitas, que crescem em

clareiras e derrubadas recentes, naturais ou antrópicas, em solos férteis. Ocorrem raramente nas florestas sub-andinas de 1.000 a 2.500 m, nas florestas primárias pantanosas, florestas montanas, Mata Atlântica de encosta e planície costeira, Floresta Amazônica e florestas sucessionais jovens (Marchant et al. 2002; Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2008 a, 2009 a).

*Coussapoa* (Aubl.)

*Coussapoa* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e suboblatos em vista equatorial, diporados, poros circulares, sexina scabrada, exina tectada. DP 10-12  $\mu\text{m}$  e DE 15-16  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 157

**Ecologia:** Árvores perenifólias, heliófitas, seletivas higrófitas que crescem em áreas abertas e ao longo dos cursos d'água na planície litorânea. Ocorrem na Mata Atlântica de encosta e de planície, frequentes nas matas litorâneas secundárias e primárias (Backes & Nardino 2003; Lorenzi 2009 a).

**CUCURBITALES** Juss. ex Bercht.

**BEGONIACEAE** Bercht.

*Begonia* L.

*Begonia* sp.1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 17  $\mu\text{m}$  e DE 15  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 158

*Begonia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina escabrada, exina tectada. DP 12  $\mu\text{m}$  e DE 10  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 159

*Begonia* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 14 µm e DE 10 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 160

As espécies encontradas diferem quanto a ornamentação, forma em vista equatorial e tamanho.

**Ecologia:** Lianas ou ervas epífitas ou terrestres. Ocorrem nas florestas de montanhas baixas da Costa Rica, relativamente abundantes nas florestas secundárias, comuns nas áreas úmidas ou semi-sombreadas, raramente na Floresta Amazônica, comuns na Mata Atlântica e brejos brasileiros (Marchant et al. 2002; Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2008 b).

### *MALVIDS*

**MYRTALES** Juss. ex. Bercht. J. Presl.

**COMBRATACEAE** R.Br.

*Laguncularia* C.F. Gaertn.

*Laguncularia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato a prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e côncavos (5 µm), sexina escabrada, exina tectada. DP 24 µm e DE 24 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 161

**Ecologia:** Árvores heliófitas e halófitas que vivem em ambientes de influência direta ou indireta do mar. Ocorrem em toda a costa brasileira nas restingas e mangues (Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2009 b).

**MELASTOMATACEAE** Juss.

*Marcetia* DC.

*Marcetia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, 6 aberturas, 3 colpos e 3 colporos alternados, sexina psilada, exina tectada. DP 21 µm e DE 11 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 162

**Ecologia:** *Marcetia* é um gênero de distribuição neotropical endêmico do Brasil. Ocorrem em campos rupestres, nas montanhas de Goiás, especialmente na Chapada Diamantina, na Bahia, áreas litorâneas ao longo da costa atlântica e nas restingas (Martins 2000).

Melastomataceae Tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, com 6 aberturas, 3 colpos e 3 colporos alternados, sexina escabrada, exina semitectada. DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 163

**Ecologia:** Ervas, arbustos ou árvores menos frequente epífitas ou lianas. Possuem distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 200 gêneros e 5.000 espécies, no Brasil ocorrem cerca 70 gêneros e 1.000 espécies, representando um das principais famílias da flora brasileira (Souza & Lorenzi 2008).

**MELASTOMATACEAE** Juss. / **COMBRETACEAE** R. Br.

Melastomataceae/Crombretaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, 6 aperturado, 3 colpos e 3 colporos alternados, sexina psilada, exina tectada. DP 28 µm e DE 18 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 164

Melastomataceae/Crombretaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, elípticos em vista polar e subprolotos a prolato-esferoidais em vista equatorial, 6 aperturado, 3 colpos e 3 colporos alternados, sexina psilada, exina tectada. DP 16 µm e DE 14 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 165

Melastomataceae/Crombretaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos a prolatos em vista equatorial, 6 aperturado, 3 colpos e 3 colporos alternados, sexina psilada, exina tectada. DP 16 µm e DE 12 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 166

#### **MYRTACEAE** Juss.

Myrtaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar e elípticos em vista equatorial, 3 aberturas, syncolporados, sexina psilada, exina tectada. DP 7  $\mu\text{m}$  e DE 23  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 167

Myrtaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar e elípticos em vista equatorial, 3 aberturas, syncolporados, sexina escabrada, exina tectada. DP 09  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ . Difere do tipo 1 quanto ao tipo de ornamentação

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 168

**Ecologia:** Árvores ou arbustos, raramente subarbustos com distribuição predominantemente pantropical e subtropical, concentrada na região neotropical e na Austrália. A família possui cerca de 130 gêneros e 4.000 espécies e é uma das maiores famílias da flora brasileira, com 26 gêneros e aproximadamente 1.000 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

#### **VOCHYSIACEAE** A. ST. – Hil.

*Vochysia* Aubl. Juss.

*Vochysia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 25  $\mu\text{m}$  e DE 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 169

**Ecologia:** Árvores perenifólias, heliófitas, higrófitas. Ocorrem nos campos do cerrado e cerradões, floresta estacional, Mata Atlântica, várzeas, matas ciliares do pantanal, matas latifoliadas semidecíduas das bacias do Paraná e Paraguai (Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2009 b).

**MALVALES** Juss. ex. Bercht. & J. Persl.

**BIXACEAE** Kunth

*Cochlospermum* (Kunth)

*Cochlospermum* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 20 µm e DE 21 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 170

**Ecologia:** Árvores, arbustos ou subarbustos, plantas pioneiras, heliófitas, xerófitas, exclusivas das regiões de florestas e savanas de climas sazonais, semi-áridos como o da caatinga. Ocorrem também no cerrado, Floresta Amazônica e Mata Atlântica, são mais frequentes em áreas perturbadas (Kirizawa & Abreu 2002; Lorenzi 2009 b).

**MALVACEAE** Juss.

*Eriotheca* H.W. Schott & Endlicher (Bombacaceae)

*Eriotheca* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, convexo-triangulares em vista polar, triporados, poros circulares anulados, sexina reticulada, exina semitectada. DE 46 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 171

**Ecologia:** Árvores pioneiras, perenifólias, heliófitas, higrófitas que ocorrem na Floresta Amazônica de terra firme, na Mata Atlântica, restinga, Mata Atlântica de tabuleiros do Sul da Bahia, floresta estacional semidecídua e no cerrado. Ocorrem principalmente em terrenos secos de vegetação mais aberta (Duarte et al. 2007; Lorenzi 2009;b).

*Pseudobombax* Dugand

*Pseudobombax* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar, triporados, poros circulares anulados, sexina reticulada, exina intectada. DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 172

**Ecologia:** Árvores caducifólias, pioneiras, heliófitas, seletivas xerófitas ou higrófitas. Este gênero possui espécies características da vegetação do cerrado e outras da Floresta Amazônica. Ocorrem solos secos, arenosos e bem drenados, áreas inundadas, na floresta estacional semidecídua, Mata Atlântica de encosta, capoeiras, beiras de estrada e no cerrado (Duarte et al. 2007; Lorenzi 2009;b).

Malvaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, triporados, poros irregulares, sexina equinada, exina tectada. DE 60  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 173

Malvaceae Tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, periporados, poros circulares, sexina equinada/clavada, exina tectada. DP 27  $\mu\text{m}$  e DE 27  $\mu\text{m}$ . Difere do tipo 1 quanto ao tamanho.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 174

Tipo Malvaceae (Bombacaceae)

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triporados, poros circulares, sexina reticulada, exina intectada, convexo-triangulares em vista polar. DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 175

**Ecologia:** Árvores, arbustos e ervas com distribuição pantropical. Família com cerca de 20 gêneros e 150 espécies no Brasil, possui espécies distribuídas na Mata Atlântica, cerrado, caatinga e na região amazônica (Souza & Lorenzi 2008).

**PICRAMNIALES** Doweld

**PICRAMNIACEAE** Fernando & Quinn

*Picramnia* Sw.

*Picramnia latifolia* Engl.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, tricolporados, sexina estriada, exina tectada. DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 176

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, esciófitas, seletivas higrófitas, que ocorrem no interior das matas de araucária e atlântica de encosta e na floresta estacional semidecidual, apresentam dispersão ampla e descontínua (Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2009b).

**SAPINDALES** Juss. ex. Bercht. & J. Presl.

**ANACARDIACEAE** R.Br.

*Anacardium* Rottb.

*Anacardium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais a subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos concavos, sexina estriada, exina tectada. DP 24  $\mu\text{m}$  e DE 21  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 177

**Ecologia:** Árvores, semidecíduas ou perenifólias, esciófitas, heliófitas, seletivas xerófitas ou higrófitas, pioneiras, plantas resistentes ao fogo. Ocorrem no cerrado, Floresta Amazônica de terra firme, caatinga, restinga. (Marchant et al. 2002; Lorenzi 2008 a, 2009 a,b).

*Astronium* Jacq.

*Astronium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos concavos, sexina estriada, exina tectada. DP 28  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 178

**Ecologia:** Árvores perenifólias que ocorrem em florestas clímax, caducifólias dependendo das condições de umidade e podem ocorrer em terrenos argilosos de encostas. São encontradas na Mata Atlântica e Floresta Amazônica (Lorenzi 2008 a, 2009 a).

*Campnosperma* Thwaites

*Campnosperma* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos concavos, sexina estriada, exina tectada. DP 25  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 179

**Ecologia:** Árvores, heliófitas que ocorrem nas matas primárias ou secundárias, em florestas tropicais da América do Sul (Hosokawa 1954).

*Spondias* L.

*Spondias* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e côncavos, sexina estriada, exina tectada. DP 42 µm e DE 32 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 180

**Ecologia:** Árvores decíduas ou semidecíduas, heliófitas, ateciófitas, seletivas higrófitas que ocorrem na Mata Atlântica de tabuleiro, na costa Sudeste do Brasil, várzeas, beiras de rios em solos úmidos e férteis (Lorenzi 2008 a, 2009 a).

*Tapirira* Aubl.

*Tapirira* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina reticulada/estriada, exina semitectada. DP 35 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 181

**Ecologia:** Árvores perenifólias, pioneiras, heliófitas que ocorrem na Mata Atlântica de planície, solos úmidos, várzeas, beira de rios e formações secundárias, em capoeiras (Lorenzi 2008 a).

Anacardiaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina estriada, exina tectada. DP 29 µm e DE 22 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 182

Anacardiaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina estriada, exina semitectada. DP 26 µm e DE 12 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 183

Anacardiaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos, sexina estriada, exina tectada. DP 39  $\mu\text{m}$  e DE 20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 184

Anacardiaceae tipo 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina estriada, exina semitectada. DP 25  $\mu\text{m}$  e DE 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 185

Anacardiaceae tipo 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos concavos, sexina estriada, exina semitectada. DP 26  $\mu\text{m}$  e DE 15  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 186

Os tipos de Anacardiaceae encontrados diferem quanto ao tamanho, tipo de exina e forma em vista equatorial.

**Ecologia:** Arbustos ou árvores, raramente lianas ou ervas com distribuição tropical e subtropical. No Brasil ocorrem 15 gêneros e aproximadamente 70 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

## **BURSERACEAE** Kunth

*Commiphora* Jacq.

*Commiphora* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares, sexina reticulada/baculada, exina semitectada. DP 16  $\mu\text{m}$  e DE 17  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 187

**Ecologia:** Árvores decíduas, heliófitas, pioneiras, xerófitas que ocorrem na caatinga xeromórfica do nordeste brasileiro e do chaco pantaneiro (Lorenzi 2009 a).

*Crepidospermum* Hook.f.

*Crepidospermum* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina psilada, exina tectada. DP 16 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 188

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na Mata Atlântica, Floresta Amazônica e matas de galerias na América do sul, principalmente na região norte, nordeste e sudeste do Brasil. *Crepidospermum atlanticum* ocorre nos estados do Espírito Santo, Bahia e Pernambuco (Daly 2002).

*Protium* Burm.F.

*Protium* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tetracolporados, poros elípticos largos, exina tectada, sexina psilada. DP 27-30 µm e DE 22-26 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 189

*Protium* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, exina tectada, sexina psilada. DP 30 µm e DE 26 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 190

*Protium* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina psilada, exina tectada. DP 27 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 191

*Protium* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina psilada, exina tectada. DP 27 µm e DE 21 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 192

**Ecologia:** Árvores perenifólias, esciófitas ou heliófitas, seletivas higrólitas, pioneiras, secundárias que ocorrem na floresta latifoliada semidecídua, restingas litorâneas, Floresta Amazônica. Algumas espécies ocorrem na Mata Atlântica norte da costa Sul da Bahia até o Espírito Santo, já outras espécies na Mata Atlântica Sul de São Paulo até o Rio Grande do Sul (Lima & Pirani 2005; Lorenzi 2008 a, 2009 a,b).

Burseraceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, sexina psilada, exina tectada. DP 40 µm e DE 27 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 193

Burseraceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e concavos, sexina escabrada, exina tectada. DP 39 µm e DE 21 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 194

Burseraceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros retangulares largos, sexina escabrada, exina tectada. DP 38 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 195

Os tipos encontrados diferem quanto a ornamentação, forma do poro e tamanho dos grãos.

**Ecologia:** Árvores e arbustos com distribuição pantropical. Família com cerca de 7 gêneros no Brasil e 60 espécies, a maioria nativas da região amazônica. *Protium* é o gênero mais bem distribuído no Brasil (Souza & Lorenzi 2008).

## **MELIACEAE** Juss.

*Cedrela* L.

*Cedrela* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tetracolporados, poros elípticos largos, sexina psilada, exina tectada (2 µm). DP 33 µm e DE 26 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 196

**Ecologia:** Árvores monóicas decíduais, heliófitas ou esciófitas, seletivas higrófitas de matas primárias e secundárias de grande altitude. Ocorrem na Mata Atlântica secundária, nas florestas sub-andinas, matas mesófilas da encosta atlântica em altitude, ambientes alagados, Floresta Amazônica de terras baixas bem drenadas (Marchant et al. 2002; Pastore 2003; Lorenzi 2008 a, 2009 a).

*Trichilia* L.

*Trichilia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada. DP 33 µm x DE 21 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 197

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, perenifólias, heliófitas, seletivas higrófitas, secundárias de matas de galerias e florestas úmidas. Ocorrem na Mata Atlântica primária ou secundária de encosta, em planícies aluviais, na proximidade de encostas e em solos profundos e férteis (Lorenzi 2008 a, 2009 a,b).

## **RUTACEAE** Juss.

*Zanthoxylum* (L.)

*Zanthoxylum* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros circulares, sexina perreticulada, exina tectada. DP 38 µm DE 28 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 198

*Zanthoxylum* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 28  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 199

*Zanthoxylum* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 30  $\mu\text{m}$  e DE 23  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 200

*Zanthoxylum* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 20  $\mu\text{m}$  e DE 13  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 201

*Zanthoxylum* sp. 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 23  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 202

*Zanthoxylum* sp. 6

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada/baculada, exina tectada. DP 26  $\mu\text{m}$  e DE 17  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 203

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, decíduas ou perenifólias, heliófitas, pioneiras ou secundárias, seletivas higrófitas em florestas semidecíduas das bacias dos rios Paraná e Uruguai, florestas latifoliadas semidecíduas, matas abertas de planícies aluviais, capoeirões, várzeas inundáveis do pantanal e do vale do São Francisco (Lorenzi 2008, 2009 a,b).

### **Rutaceae** tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 27 µm e DE 13 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 204

### Rutaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada/baculada, exina intectada. DP 26 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 205

**Ecologia:** Árvores, arbustos, raramente ervas ou lianas, possuem distribuição predominantemente pantropical incluindo aproximadamente 150 gêneros e 2.000 espécies. No Brasil ocorrem 32 gêneros e cerca de 150 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

### **SAPINDACEAE** Juss.

*Cupania* L.

*Cupania* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar e retangulares em vista equatorial, syncolporados, 3 aberturas, poros circulares, sexina escabrada, exina tectada. DP 17 µm DE 30 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 206

**Ecologia:** Árvores, perenifólias ou semidecíduas, heliófitas até ciófitas, seletivas xerófitas ou higrófitas, pioneiras secundárias que ocorrem na floresta semidecídua de altitude e Mata Atlântica, predominantemente em formações primárias e secundárias em terrenos declivosos com solos argilosos e férteis bem drenados (Lorenzi 2009 a,b).

*Serjania* Schumach

*Serjania* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e retangulares em vista equatorial, syncolporados, 3 aberturas, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 17 µm e DE 40 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 207

**Ecologia:** Árvores, perenifólias ou semidecíduas, heliófitas, ateciófitas, seletivas xerófitas ou higrófitas, secundárias que ocorrem na Mata Atlântica em terrenos bem drenados (Lorenzi 2009 a,b).

Sapindaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, convexo-trianguares em vista polar e retangulares em vista equatorial, tricolporados, syncolporados, sexina psilada, exina tectada. DP 15 µm e DE 44 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 208

Sapindaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos, em vista polar e retangulares em vista equatorial, syncolporados, 3 aberturas, sexina psilada, exina tectada. DP 15 µm e DE 26 µm. Difere do tipo 1 em tamanho dos grãos e forma em vista polar.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 209

**Ecologia:** Arbustos, árvores ou lianas, com distribuição cosmopolita, incluindo cerca de 140 gêneros e 1.600 espécies. No Brasil ocorrem 24 gêneros e cerca de 400 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

## **SIMAROUBACEAE DC.**

*Picrasma* Blume

*Picrasma crenata* Vell.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina baculada, exina semitectada. DP 39 µm e DE 29 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 210

**Ecologia:** Árvores caducifólias, heliófitas ou esciófitas, indiferentes quanto à umidade do solo. Ocorrem quase que exclusivamente na mata pluvial atlântica e de forma menos expressiva no sub-bosque da mata de araucária e floresta estacional da bacia do Paraná com dispersão irregular (Lorenzi 2009 b).

*Simaba* Aubl.

*Simaba amara* Aubl.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, exina tectada, sexina escabrada. DP 23 µm e DE 16 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 211

**Ecologia:** Árvores, perenifólias, pioneiras, heliófitas, seletivas higrófitas, características da mata pluvial atlântica e Floresta Amazônica (Lorenzi 2009 b).

*Simarouba* Aubl.

*Simarouba amara* Aubl.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos a prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina baculada, exina semi-TECTADA. DP 20 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão.

Figura 212

**Ecologia:** Árvores, semidecíduas, heliófitas, seletiva higrófitas, características da mata pluvial atlântica, podem ser encontradas no interior das matas primárias densas ou nas formações secundárias. Ocorrem também na Floresta Amazônica em baixa densidade populacional e dispersão irregular (Lorenzi 2009 a).

**SANTALES** R.Br. ex. Bercht. & J. Persl.

**LORANTHACEAE** Juss.

*Gaiadendron* G. Don

*Gaiadendron*

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e suboblotos em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina escabrada, exina tectada. DP 12 µm e DE 24 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

**Ecologia:** Árvores que ocorrem nas florestas tropicais do Venezuela, Colômbia, Bolívia, Perú, Guiana Francesa e Brasil. No Brasil ocorrem somente na Floresta Amazônica ([www.discoverylife.org](http://www.discoverylife.org)).

Figura 213

Loranthaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros retangulares largos, sexina escabrada, exina tectada. DP 36  $\mu\text{m}$  e DE 29  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 214

**Ecologia:** Ervas e arbustos, raramente árvores, mais frequentemente liancentes ou hemiparasitas, vivem sobre ramos de arbustos, árvores ou raízes. São relativamente comuns em todos os ecossistemas brasileiros (Souza & Lorenzi 2008).

**CARYOPHYLLALES** Juss. ex. Bercht. & J. Persl.

**AMARANTHACEAE** Juss.

*Alternanthera* Forssk

*Alternanthera* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, fenestrados, sexina granulada, exina simitectada. DP 16  $\mu\text{m}$  e DE 15  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 215

**Ecologia:** Ervas terrestres ou aquáticas, perenifólias, ocorrem preferencialmente em solos argilosos, beira de matas, canais de drenagens e lagos, podem formar grandes agrupamentos em ambientes aquáticos obstruindo a luz e a circulação nestes ecossistemas (Lorenzi 2008 b).

*Amaranthus* Kunth

*Amaranthus* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, fenestrados, sexina baculada, exina tectada. DP 11  $\mu\text{m}$  e DE 11  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 216

**Ecologia:** Ervas terrestres, perenifólias que ocorrem em solos férteis em áreas abertas ou em bordas de matas (Lorenzi 2008 b).

*Chenopodium* L.

*Chenopodium* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, periporados, poros circulares, sexina psilada, exina tectada. DP 20  $\mu\text{m}$  e DE 20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 217

**Ecologia:** Ervas terrestres perenifólias que ocorrem em todo o território nacional em áreas abertas, beira de capoeiras e bordas de matas, em solos férteis (Lorenzi 2008 b).

*Gomphrena* L.

*Gomphrena* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, periporados, poros circulares anulados, sexina baculada, exina tectada. DP 14  $\mu\text{m}$  e DE 14  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 218

**Ecologia:** Ervas terrestres perenifólias que ocorrem em áreas abertas, bordas de mata em solos férteis e em áreas pedregosas e secas (Lorenzi 2008 b).

*Pfaffia* Mart.

*Pfaffia* sp.

**Descrição** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, forma circular, fenestrados, exina intectada, sexina baculada. DP 20  $\mu\text{m}$  e DE 20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 219

**Ecologia:** Ervas que ocorrem desde as formações florestais a campestres, no Brasil (Siqueira 1988).

## **PHYTOLACACEAE R.Br.**

*Gallesia* Casar.

*Gallesia* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolpados, sexina psilada, exina tectada. DP 17  $\mu\text{m}$  e DE 19  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 220

cf. *Gallesia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolpados, sexina reticulada, exina tectada. DP 25  $\mu\text{m}$  e DE 34  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 em tamanho dos grãos e ornamentação.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 221

**Ecologia:** Árvores perenifólias, heliófitas, seletivas higrófitas, características da Mata Atlântica e floresta semidecídua da bacia do Paraná. Ocorrem preferencialmente em solos profundos, úmidos de alta fertilidade. Podem ser encontradas no interior de matas primárias e formações secundárias (Lorenzi 2008 a).

#### **POLYGONACEAE** Juss.

*Polygonum* L.

*Polygonum* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, apolares, assimétricos, circulares, periporados, poros circulares, sexina reticulada (heterobrocado), exina intectada. DP 50 µm e DE 50 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 222

**Ecologia:** Ervas aquáticas, terrestres ou lianas, perenifólias, emergentes, enraizadas, que ocorrem nas margens de coregos, lagos, baixadas úmidas, locais inundados, solos pantanosos secos em boa parte do ano (Lorenzi 2008 b).

#### **ASTERIDS**

**ERICALES** Bercht. & J. Persl.

**MYRSINACEAE** R. Br.

*Myrsine* L.

*Myrsine* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tetracolporados, poros circulares, colpos médios, sexina perforada, exina tectada. DP 20 e DE 17 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 223

*Myrsine* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tetracolporados, poros circulares, colpos médios, sexina escabrada, exina tectada. DP 15 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 224

*Myrsine* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tetracolporados, poros circulares, colpos médios, sexina psilada, exina tectada. DP 19 µm e DE 21 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 225

*Myrsine* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tetracolporados, poros circulares, colpos médios, sexina escabrada, exina tectada. DP 19 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 226

**Ecologia:** Árvores perenifólias ou decíduas, pioneiras, heliófitas, seletivas higrófitas ou indiferentes quanto à umidade do solo, encontradas em terrenos pedregosos, beira de correços e encostas. Ocorrem na Mata Atlântica primária ou secundária, na mata de araucária e na restinga com frequência contínua ao longo da área de distribuição (Lorenzi 2008 a, 2009 a e b).

## **SAPOTACEAE** Juss.

*Micropholis* Griseb. Pierre

cf. *Micropholis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos longos, sexina escabrada, exina tectada. DP 30 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 227

**Ecologia:** Árvores perenifólias, secundárias, heliófitas ou esciófitas, seletivas higrófitas, características da Mata Atlântica. Ocorrem nas várzeas em terrenos úmidos de baixas altitudes (Lorenzi 2009 b).

*Pouteria* A.DC.

*Pouteria* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tetracolporados, sexina psilada, poros elípticos longos, exina tectada, parede grossa. DP 17 µm DE 12 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 228

*Pouteria* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros inconspícuos, sexina psilada, exina tectada. DP 13  $\mu\text{m}$  e DE 12  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 229

**Ecologia:** Árvores perenifólias, decíduas ou semidecíduas, heliófitas, ciófitas ou mesófitas, seletivas higrófitas ou xerófitas, secundárias que ocorrem em terrenos periodicamente inundados, áreas abertas e terrenos elevados. Ocorrem, com maior frequência, na Mata Atlântica, Floresta Amazônica, latifoliada semidecídua e restiga arbórea do Brasil (Lorenzi 2009 a).

**SYMPLOCACEAE** Desf. *Symplocos* Jacq.

*Symplocos* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e retangulares em vista equatorial, tricolporados, poros circulares anulados e grandes, colpos inconspícuos, exina tectada, sexina psilada. DE 32  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 230

*Symplocus* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, côncavo-triangulares em vista polar e retangulares em vista equatorial, tricolporados, poros circulares anulados, sexina reticulada, exina tectada. DP 12  $\mu\text{m}$  e DE 25  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 231

**Ecologia:** Árvores semidecíduas ou decíduas, pioneiras, heliófitas ou esciófitas, seletivas higrófitas que ocorrem preferencialmente em formações alto montanas, cerrados e campos, em áreas abertas e terrenos bem drenados, na Mata Atlântica e de araucária, florestas estacionais do Paraná e no pantanal em terrenos úmidos na beira de córregos (Lorenzi 2009 b).

## LAMIIDS

**BORAGINALES** Jussieu ex Berchtold & J. Presl.

**BORAGINACEAE** Juss.

*Antiphytum* DC.

*Antiphytum* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial, tricolporados, colpos longos, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 28 µm e DE 13 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 232

**Ecologia:** Arbustos ou plantas sufruticosas, perenifólias que ocorrem na América tropical no México e Brasil, geralmente são encontradas em áreas abertas em solos pedregosos ou calcáreos (Nash & Moreno 1981).

*Cordia* R. Br.

*Cordia* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais, tetracolporados, poros elípticos largos, exina tectada, sexina espinhosa. DP 35 µm e DE 34 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 233

*Cordia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, sexina espinhosa, exina semitectada. DP 26 µm e DE 22 µm. Difere da espécie 1 em tamanho e número de aberturas.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 234

**Ecologia:** Arbustos ou árvores, perenifólias, decíduas ou semidecíduas, pioneiras, heliófitas ou esciófita, seletivas xerófitas ou higrófitas, preferem solos úmidos encontrados em vales nas matas primárias e secundárias. Ocorrem na floresta latifoliada semidecídua, Floresta Amazônica, caatinga arbórea, cerrado, restinga, pantanal, Mata Atlântica e floresta decidual do Brasil (Lorenzi 2008 a, 2009 a,b).

**GENTIANALES** Juss. ex. Bercht. & J. Persl.

**APOCYNACEAE** Juss.

*Couma* Aublet

*Couma* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, convexo-triangulares em vista polar e rômnicos em vista equatorial, syncolporados, 3 aberturas, poros elípticos largos, sexina escabrada, exina tectada. DP 22 µm e DE 24 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 235

**Ecologia:** Árvores decíduas, heliófitas ou ciófitas, seletivas xerófitas ou higrófitas, características da Floresta Amazônica e Mata Atlântica como planta clímax, nas matas ciliares da chapada diamantina e nas restingas arbóreas da costa litorânea da Bahia. Ocorrem frequentemente em solos bem drenados e raramente em terrenos muito úmidos (Lorenzi 2009 a,b).

*Forsteronia* (G.Mey.)

*Forsteronia* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares e anulados, sexina escabrada, exina tectada. DP 25 µm e DE 25µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 236

*Forsteronia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina psilada, exina tectada (1 µm). DP 23 µm e DE 23 µm. Difere da espécie 1 no tipo de ornamentação e forma em vista equatorial.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 237

**Ecologia:** Arbustos, subarbustos ou lianas que ocorrem na América tropical do México até o Uruguai (Larrosa & Duarte 2006).

*Hancornia* Gomes

*Hancornia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblatos em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina escabrada, exina tectada (6 µm). DP 20 µm e DE 30 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 238

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, heliófitas, xerófitas, características de formações vegetacionais abertas. Ocorrem preferencialmente em terrenos arenosos de baixa fertilidade, no cerrado, nas campinaranas da Amazônia, na região litorânea em dunas e na restinga (Lorenzi 2008 a).

*Molongum* Benth

*Molongum* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, pentacolporados, poros elípticos largos, colpos curtos, sexina escabrada, exina tectada. DP 30 µm e DE 36 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 239

**Ecologia:** Árvores que ocorrem na Floresta Amazônica, porém pouco estudadas quanto aos aspectos ecológicos e fitosociológicos (Colinvaux et al. 1999).

Apocynaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina escabrada, exina tectada. DP 20 µm e DE 22 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 240

Apocynaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina escabrada, exina tectada. DP 26 µm e DE 34 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 241

Apocynaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, estefanoporados, poros circulares e anulados, 5 aberturas, sexina psilada, exina tectada. DP 20 µm e DE 27 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 242

Apocynaceae tipo 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, estefanoporado, 6 aberturas, poros circulares, sexina psilada, exina tectada (1 µm). DP 22 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 243

**Ecologia:** Ervas, subarbustos, arbustos, árvores ou lianas com distribuição predominante pantropical, mas com representantes também na região temperada. No Brasil ocorrem cerca de 95 gêneros e 850 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

## **RUBIACEAE** Juss.

*Alibertia* A. Rich

*Alibertia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares e anulados, sexina reticulada, exina semitectada. DP 23 µm e DE 26 µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 244

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, heliófitas, seletivas xerófitas, características das savanas amazônicas e cerradões do Brasil central. Ocorrem intensamente nas formações secundárias de baixo porte e áreas abertas de solos pobres e arenosos (Lorenzi 2009 b).

*Alseis* Schott

cf. *Alseis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada/baculada, exina tectada. DP 23 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 245

**Ecologia:** Árvores decíduas, heliófitas ou ciófitas, seletivas xerófitas, características e exclusivas da Mata Atlântica principalmente na região norte do Espírito Santo e Vale do Rio Doce em Minas Gerais. Ocorrem preferencialmente em terrenos argilosos e de boa

drenagem situados em encostas de morros em matas primárias e secundárias (Lorenzi 2009 a).

*Borreria* G. Mey.

*Borreria* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, pericolporados, 8 aberturas, colpos longos, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 23  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 246

*Borreria* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, estefanocolporados, 6 aberturas, colpos curtos, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 18  $\mu\text{m}$  e DE 18  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 247

*Borreria* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, pericolporados, 8 aberturas, colpos longos, poros circulares, sexina reticulada, exina tectada. DP 28  $\mu\text{m}$  e DE 28  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 248

*Borreria* sp. 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e oblatos em vista equatorial, pericolporados, 11 aberturas, colpos curtos, poros inconspícuos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 34  $\mu\text{m}$  e DE 51  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 249

*Borreria* sp. 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e suboblatos em vista equatorial, pericolporados, 9 aberturas, colpos curtos, poros circulares, sexina reticulada, exina semitectada. DP 36  $\mu\text{m}$  e DE 41  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 250

*Borreria* sp. 6

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, pericorporados, 7 aberturas, colpos longos, poros inconspícuos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 28 µm e DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 251

**Ecologia:** Ervas terrestres ou aquáticas, perenifólias que ocorrem em áreas abertas ou sombreadas de solos ácidos. Este gênero é particularmente comum em áreas litorâneas, na restinga, bordas de lagos e córregos (Lorenzi 2008 b).

*Chione* DC.

*Chione* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 44 µm e DE 47 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figuras 252

**Ecologia:** É um gênero neotropical composto por árvores e arbustos distribuídos na América do Norte e América do Sul. Representantes deste gênero são comuns em florestas tropicais primárias (Taylor 2003).

*Declieuxia* Kunth

cf. *Declieuxia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos e côncavos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 32 µm e DE 27 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 253

**Ecologia:** Arbustos ou ervas terrestres que podem ser encontradas em locais pedregosos e cascalhentos, no planalto central e Serra do Cipó, aproximadamente a 1.220 m acima do nível do mar (Kirkbride 1976).

*Genipa* L.

cf. *Genipa* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e suboblotos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina perreticulada, exina semitectada (4 µm). DP 37 µm e DE 43 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 254

**Ecologia:** Árvores semidecíduas, heliófitas ou mesófilas, seletivas xerófitas, secundárias, características da floresta atlântica. Ocorrem em matas primárias e capoeiras em terrenos elevados com solos argilosos e bem drenados, também pode ser encontradas em áreas abertas de pastagens principalmente no norte do Espírito Santo (Lorenzi 2009 a).

*Psychotria* L.

*Psychotria* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, sexina reticulada, exina tectada. DP 33  $\mu\text{m}$  e DE 31  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 255

*Psychotria* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina perreticulada, exina semitectada. DP 40  $\mu\text{m}$  e DE 42  $\mu\text{m}$ . Difere da espécie 1 na ornamentação, tamanho e forma em vista polar e equatorial.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 256

**Ecologia:** Árvores, perenifólias, esciófitas ou heliófitas, indiferentes quanto à umidade do solo. São características da Mata Atlântica e florestas estacionais de baixa altitude (Lorenzi 2009 b).

*Randia* Houst.

*Randia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen em tétrade, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, triporados, poros circulares e anulados, sexina psilada, exina tectada, parede grossa. DP 50  $\mu\text{m}$  e DE 50  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Juparanã

Figura 257

**Ecologia:** Árvores, caducifólias, secundárias, esciófitas ou heliófitas, seletivas higrófitas que ocorrem na Mata Atlântica e florestas estacionais semidecíduas do Sul do Brasil (Lorenzi 2009 b).

*Sommeria* Schltdl.

*Sommeria* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e oblatos em vista equatorial, triporados, poros circulares anulados, sexina reticulada, exina intectada. DP 15  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 258

**Ecologia:** Árvores ou arbustos encontrados na América do Norte e América do Sul, principalmente no México, na Colômbia, Panamá, Costa Rica, Brasil e na Guatemala (Williams 1973).

Rubiaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, sexina perreticulada, exina intectada. DP 30  $\mu\text{m}$  e DE 30  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 259

Rubiaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada, exina intectada. DP 33  $\mu\text{m}$  e DE 31  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 260

**Ecologia:** Família com hábitos herbáceos, subarbustivos, arbustivos e arbóreos. Possuem distribuição cosmopolita concentrada nos trópicos, incluindo aproximadamente 550 gêneros e 9.000 espécies. No Brasil ocorrem cerca de 120 gêneros e 2.000 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

**LAMIALES** Bromhead

**ACANTHACEAE** Juss.

*Avicennia* L.

*Avicennia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, trilobados em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, sexina reticulada/baculada, exina tectada. DP 24  $\mu\text{m}$  e DE 20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 261

**Ecologia:** Árvores perenifólias, halófitas, heliófitas, seletivas higrófitas, características e exclusivas das matas costeiras de maguezais (Lorenzi 2009 b).

#### **BIGNONIACEAE** Juss.

*Arrabidaea* DC.

*Arrabidaea* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblatos em vista equatorial, tricolpados, colpos longos, sexina psilada, exina tectada, parede grossa. DP 25µm e DE 35µm.

**Ocorrência:** Lago Juparanã.

Figura 262

**Ecologia:** Arbustos ou arvoretas perenifólias, heliófitas que ocorrem em áreas abertas em solos arenosos pobres ou férteis e úmidos ou secos. Ocorrem no cerrado e na floresta semidecídua do Brasil (Lorenzi 2008 b).

*Tabebuia* Gomes

*Tabebuia* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, trilobados em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, sexina reticulada, exina tectada. DP 41 µm x DE 35 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 263

*Tabebuia* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, tricolpados, sexina reticulada, exina tectada. DE 47 µm. Difere da espécie 1 em tamanho e forma em vista polar.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 264

**Ecologia:** Árvores caducifólias ou perenifólias, heliófitas, pioneiras, seletivas higrófitas ou xerófitas, secundárias que ocorrem nas formações primárias e secundárias. Ocorrem na vegetação arbórea do Chaco, várzeas alagadas, brejos, caatinga, cerrado, pantanal, floresta semidecíduas, restingas arbóreas e de transição e na vegetação de dunas. (Lorenzi 2008 a, 2009 a,b).

Bignoniaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolatos em vista equatorial, tricolpados, colpos longos, sexina escabrada, exina tectada. DP 27  $\mu\text{m}$  e DE 18  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 265

Bignoniaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolatos em vista equatorial, tricolpados, colpos curtos, sexina escabrada, exina tectada. DP= 25  $\mu\text{m}$  e DE= 12  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 266

Bignoniaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolpados, colpos largos, sexina reticulada, exina tectada. DP 39  $\mu\text{m}$  e DE 24  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 267

Bignoniaceae tipo 4

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar, tricolpados, syncolpados, colpos médios, sexina reticulada, exina tectada. DE 51  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 268

Bignoniaceae tipo 5

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, tricolpados, colpos curtos, sexina reticulada, exina semitectada. DE 20  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 269

Bignoniaceae tipo 6

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, triangulares com lados retos em vista polar, tricolpados, colpos curtos e largos, sexina reticulada, exina tectada. DE 45  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 270

Bignoniaceae tipo 7

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, colpos longos, tricolpados, sexina reticulada, exina tectada. DP 36 µm e DE 28 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 271

Bignoniaceae tipo 8

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolpados, colpos longos e finos, sexina reticulada, exina tectada. DP 22 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 272

Os tipos encontrados diferem quanto a ornamentação, forma em vista polar e equatorial e tamanho dos grãos.

**Ecologia:** Árvores, arbustos ou lianas, possuem distribuição pantropical, no Brasil ocorrem 32 gêneros e cerca de 350 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

**LAMIACEAE** Martinov.

*Hyptis* Jacq.

*Hyptis* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, estefanocolpados, 6 aberturas, sexina reticulada, exina semitectada. DE 40 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 273

**Ecologia:** Ervas, subarbustos, arbustos ou raramente árvores pequenas. O gênero *Hyptis* é composto por cerca de 350 espécies exclusivamente neotropicais, distribuídas desde o sul dos Estados Unidos e Caribe até a Argentina, ausente somente o extremo sul. Algumas espécies invasoras são bem estabelecidas na Ásia, África e norte da Austrália. O centro da diversidade do gênero se encontra nos campos cerrados do Brasil Central, mais especificamente nos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás (Bordignon 1990).

Lamiaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar, estefanocolpados, 6 aberturas, sexina reticulada, exina semitectada (2 µm). DE 33 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 274

Lamiaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, estefanocolpados, 6 aberturas, colpos longos e largos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 30 µm e DE 24 µm. Difere do tipo 1 quanto ao tamanho e tipo de exina.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 275

**Ecologia:** Ervas ou subarbustos terrestres, perenifólias nativas da América Tropical. Ocorrem na região amazônica, pantanal, cerrado e na planície costeira atlântica em áreas abertas com solos argilosos e úmidos, na beira de canais ou lagos (Lorenzi 2008 b).

## **LENTIBULARIACEAE Rich**

*Utricularia* L.

*Utricularia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, pericorporados, poros inconspícuos, sexina pilada, exina tectada. DP 35 µm e DE 35 µm.

**Ocorrência:** Lagos Durão e Juparanã

Figura 276

**Ecologia:** Ervas aquáticas, submersas ou parcialmente submersas de água parada e rasa. Ocorrem em lagos de águas rasas, brejos e canais de drenagem (Lorenzi, 2008 b).

## **SOLANALES Juss. ex. Bercht. & J. Persl.**

**SOLANACEAE Juss.**

*Solanum* (L.) (*Cyphomandra*)

*Solanum* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, trilobados em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados, sexina psilada, exina tectada. DP 20 µm x DE 20 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão.

Figura 277

*Solanum* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, trilobados em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados, sexina escabrada, exina tectada. DP 26 µm e DE 28 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 278

*Solanum* sp. 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, triangulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados, sexina reticulada, exina tectada. DP 28 µm e DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 279

Os tipos de *Solanum* encontrados diferem quanto a ornamentação, forma em vista polar e equatorial e tamanho.

**Ecologia:** Arbustos ou árvores, decíduas ou semidecíduas, heliófitas, seletivas xerófitas, pioneiras de formações secundárias abertas e terrenos elevados. Ocorrem em formações abertas, floresta de araucária, floresta atlântica, floresta semidecíduas de altitude e no cerrado arbóreo ou campestre (Lorenzi, 2009 a, b).

Solanaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados, colpos médios e finos, sexina reticulada, exina tectada. DP 33 µm e DE 35 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 280

**Ecologia:** Ervas, arbustos ou pequenas árvores, raramente lianas ou hemiepífitas, possuem distribuição cosmopolita, concentradas na região neotropical, incluindo cerca de 150 gêneros e 3.000 espécies. No Brasil ocorrem 32 gêneros e 350 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

## **CAMPANULIDS**

### **AQUIFOLIALES** Senft

#### **AQUIFOLIACEAE** Bercht. & J. Presl.

*Ilex* L.

*Ilex* sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros lalongados, colpos longos, exina intectada, sexina baculada, báculas tendem a formar retículos. DP 30 µm x DE 25 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 281

*Ilex* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e subprolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos longos, exina intectada, sexina baculada (2 µm), grãos densamente baculados. DP 25 µm e DE 19 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 282

**Ecologia:** Árvores perenifólias, esciófitas ou ciófitas, seletivas higrófitas ou xerófitas. Ocorrem na Mata Atlântica e de araucaria, Floresta Amazônica, floresta semidecídua de altitude, restinga arbórea, cerrado e matas-galeria (Lorenzi 2008 a, 2009 a).

## **ASTERALES** Link

### **ASTERACEAE** Bercht. & J. Presl.

*Ambrosia* L.

*Ambrosia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos curtos, sexina espinhada, exina tectada, espinhos (2 µm). DP 16 µm e DE 18 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 283

**Ecologia:** Ervas ou subarbustos terrestres, perenifólios que ocorrem em áreas abertas bem iluminadas ou semi-sombreadas (Lorenzi 2008 b).

*Vernonia* Schreb

*Vernonia* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e subesferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos curtos, sexina espinhada, exina tectada. DP 35  $\mu\text{m}$  e DE 35  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 284

**Ecologia:** Ervas, arbustos ou árvores, perenifólias ou semidecíduas, heliófitas, seletivas higrófitas, pioneiras que ocorrem em áreas abertas e bordas de diversas formações florestais, nos campos e no cerrado (Lorenzi 2008 a,b).

Asteraceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos médios, sexina espinhada, exina semitectada. DP 22  $\mu\text{m}$  e DE 14  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 285

Asteraceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos longos, sexina espinhada, exina tectada. DP 17  $\mu\text{m}$  e DE 17  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 286

Asteraceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros circulares, colpos longos, sexina espinhada, exina tectada, espinhos (5  $\mu\text{m}$ ). DP 22  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 287

Os tipos encontrados diferem quanto ao tamanho dos grãos, dos colpos e equinas.

**Ecologia:** Ervas, subarbustos, arbustos, e menos frequentemente árvores e lianas com distribuição cosmopolita, sendo a maior família entre as Eudicotiledôneas. No Brasil ocorrem aproximadamente 250 gêneros e 2.000 espécies (Souza & Lorenzi 2008).

**APIALES** Nakai

**APIACEAE** Lindl.

*Eryngium* L.

*Eryngium* sp.1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolotos com uma leve concavidade na proximidade dos poros em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina reticulada, exina tectada. DP 38  $\mu\text{m}$  e DE 14  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 288

*Eryngium* sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina reticulada, exina tectada. DP 35  $\mu\text{m}$  e DE 22  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 289

**Ecologia:** Ervas ou subarbustos, perenifólios que ocorrem em áreas abertas bem iluminadas. Preferem solos ácidos e secos, terrenos pedregosos e podem crescer na beira de lagos e drenagens (Lorenzi 2008 b).

Apiaceae tipo 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e perprolotos em vista equatorial com leve concavidade na proximidade dos poros, tricolporados, poros retangulares largos, colpos longos, sexina reticulada, exina tectada. DP 26  $\mu\text{m}$  e DE 12  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 290

Apiaceae tipo 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolotos em vista equatorial, tricolporados, poros retangulares largos, colpos longos, sexina reticulada, exina semitectada. DP 22  $\mu\text{m}$  e DE 11  $\mu\text{m}$ .

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 291

Apiaceae tipo 3

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares, simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina reticulada/estriada, exina tectada. DP 26 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 292

**Ecologia:** Ervas muito raramente arbustos ou árvores, possuem distribuição cosmopolita representando uma das maiores famílias de angiospermas (Souza e Lorenzi 2008).

## ARALIACEAE Juss

*Hydrocotyle* L.

*Hydrocotyle* sp.

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, circulares em vista polar e prolatos em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina reticulada, exina tectada. DP 25 µm e DE 15 µm.

**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 293

**Ecologia:** Ervas terrestres ou aquáticas, rizomatosas, perenifólias, crescem em locais sombreados ou semi-sombreados, são comuns em áreas litorâneas na restinga e em solos pantanosos (Souza & Lorenzi 2008; Lorenzi 2008 b).

*Schefflera* J.R. Forst & G. Forst (*Didymopanax* Decne. & Planch)

*Schefflera* (*Didymopanax*) sp. 1

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e suboblato em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos médios, sexina reticulada/baculada, exina semitectada. DP 24 µm e DE 28 µm.

**Ocorrência:** Lagos Juparanã e Durão

Figura 294

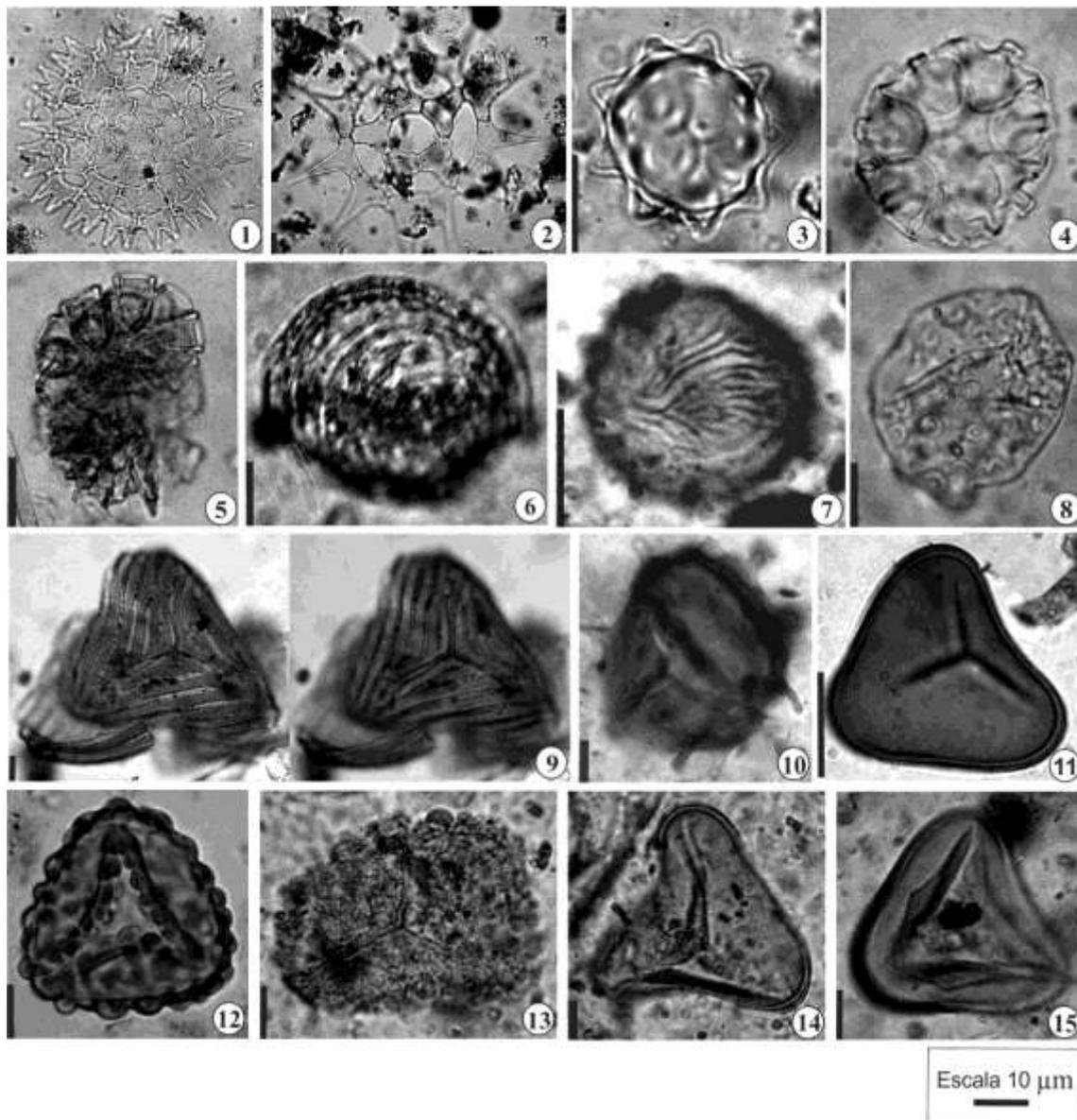
*Schefflera* (*Didymopanax*) sp. 2

**Descrição:** Grãos de pólen mônades, isopolares de simetria radial, convexo-triangulares em vista polar e oblato-esferoidais em vista equatorial, tricolporados, poros elípticos largos, colpos longos, sexina reticulada/baculada, exina semitectada. DP 25 µm e DE 25 µm.

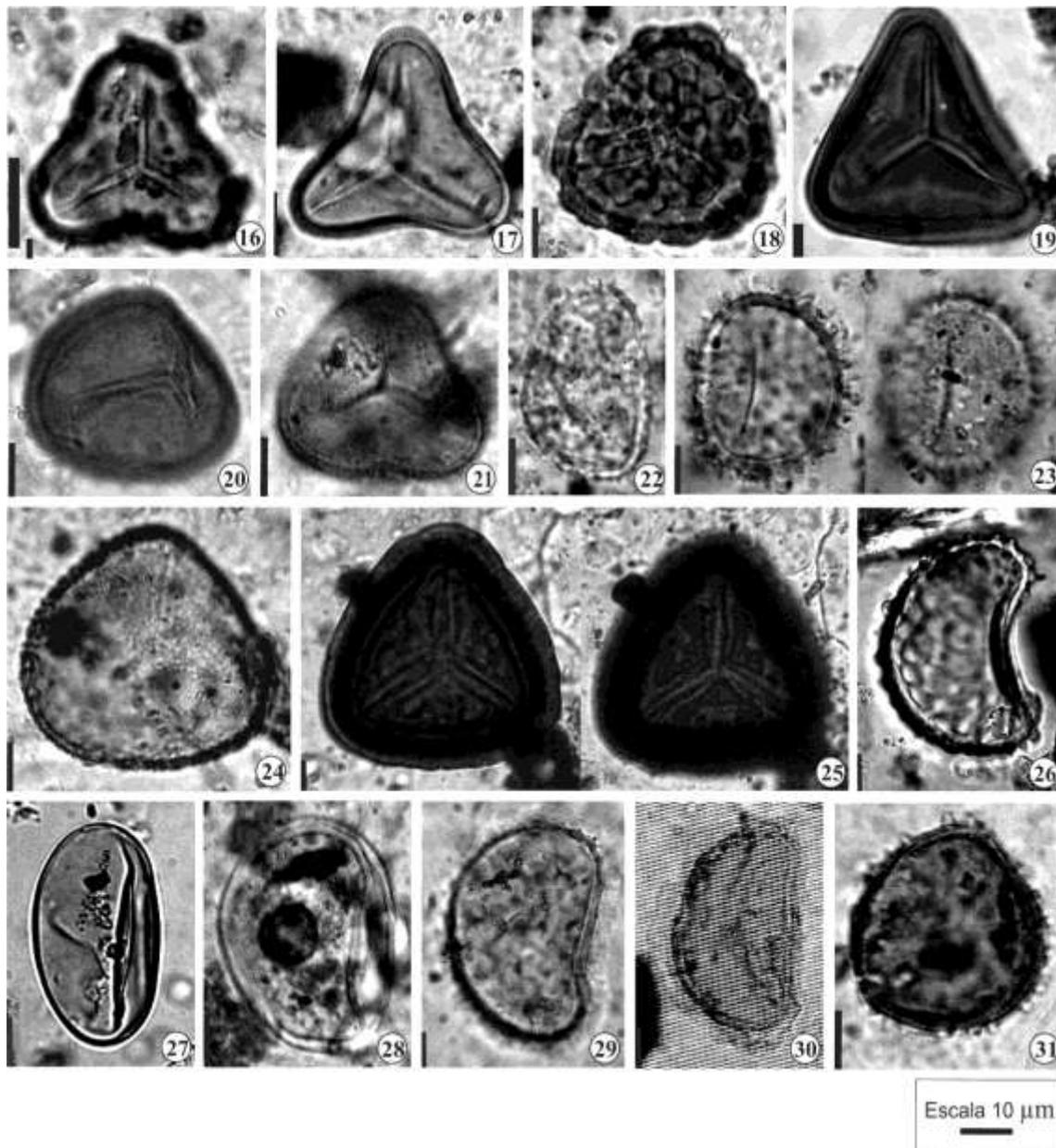
**Ocorrência:** Lago Durão

Figura 295

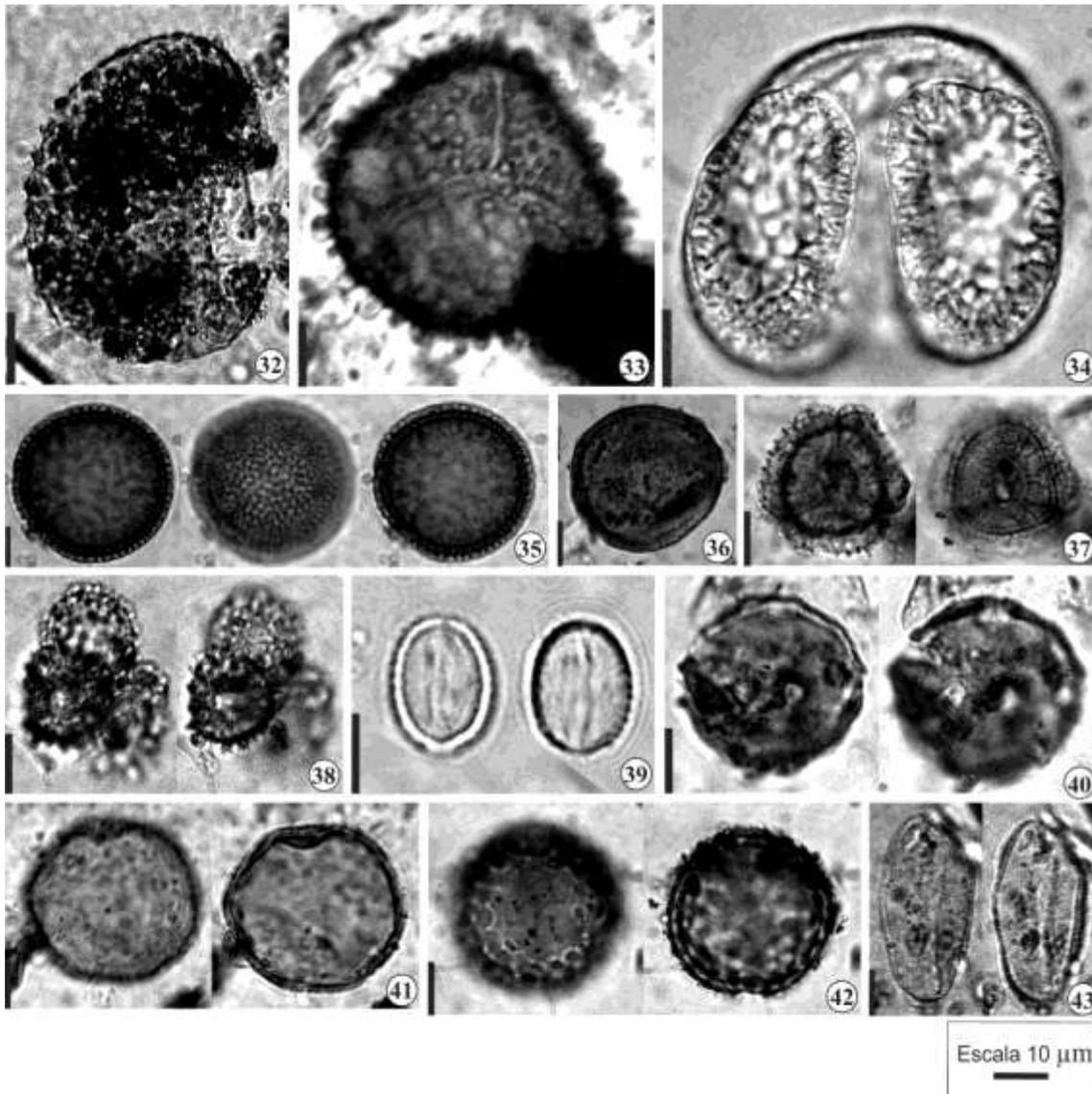
**Ecologia:** Árvores semidecíduas ou perenifólias, heliófitas, seletivas xerófitas, pioneiras. Ocorrem no cerrado arbóreo e campestre, Floresta Amazônica, Mata Atlântica e de araucaria nas formações secundárias e primárias (Lorenzi 2008 a, 2009 a).



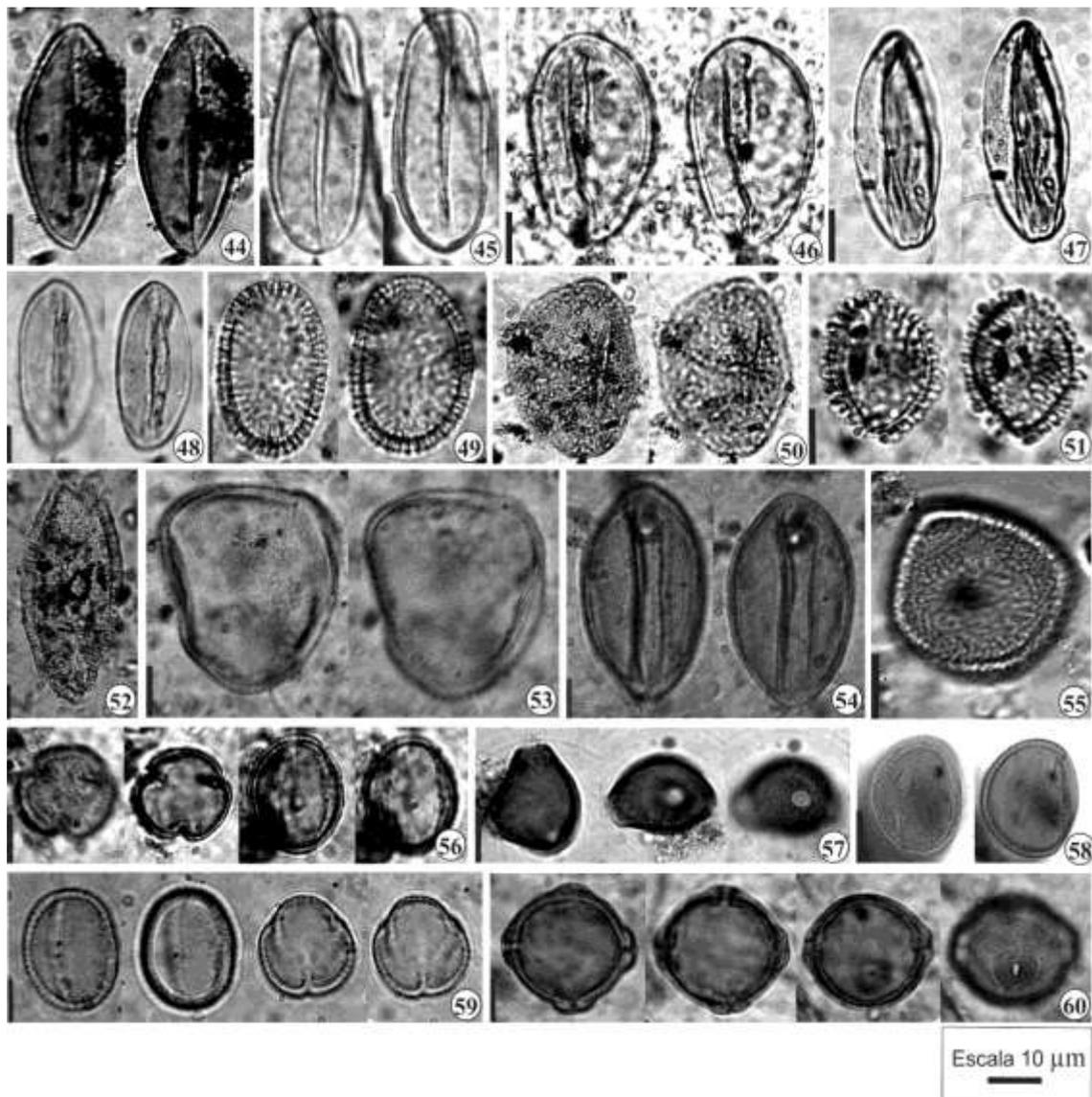
Figuras. 1-8. ALGAS - Hydrodictyaceae. 1. *Pediastrum* sp. 1, 2. *Pediastrum* sp. 2; Peniaceae. 3. *Penium* sp.; Scenedesmaceae. 4. *Coelastrum* sp.; Trebouxiophyceae. 5. *Botryococcus* sp.; Zygnemataceae. 6. *Pseudoschizaea* sp. 1, 7. *Pseudoschizaea* sp. 2, 8. *Zygnema* sp.; 9-15. PTERIDÓFITAS - Anemiaceae. 9. *Anemia* sp. 1, 10. *Anemia* sp. 2; Cyatheaceae. 11. *Cyathea* sp. 1, 12. *Cyathea* sp. 2, 13. *Cyathea* sp. 3, 14. *Cyathea* sp. 4, 15. *Cyathea* sp. 5.



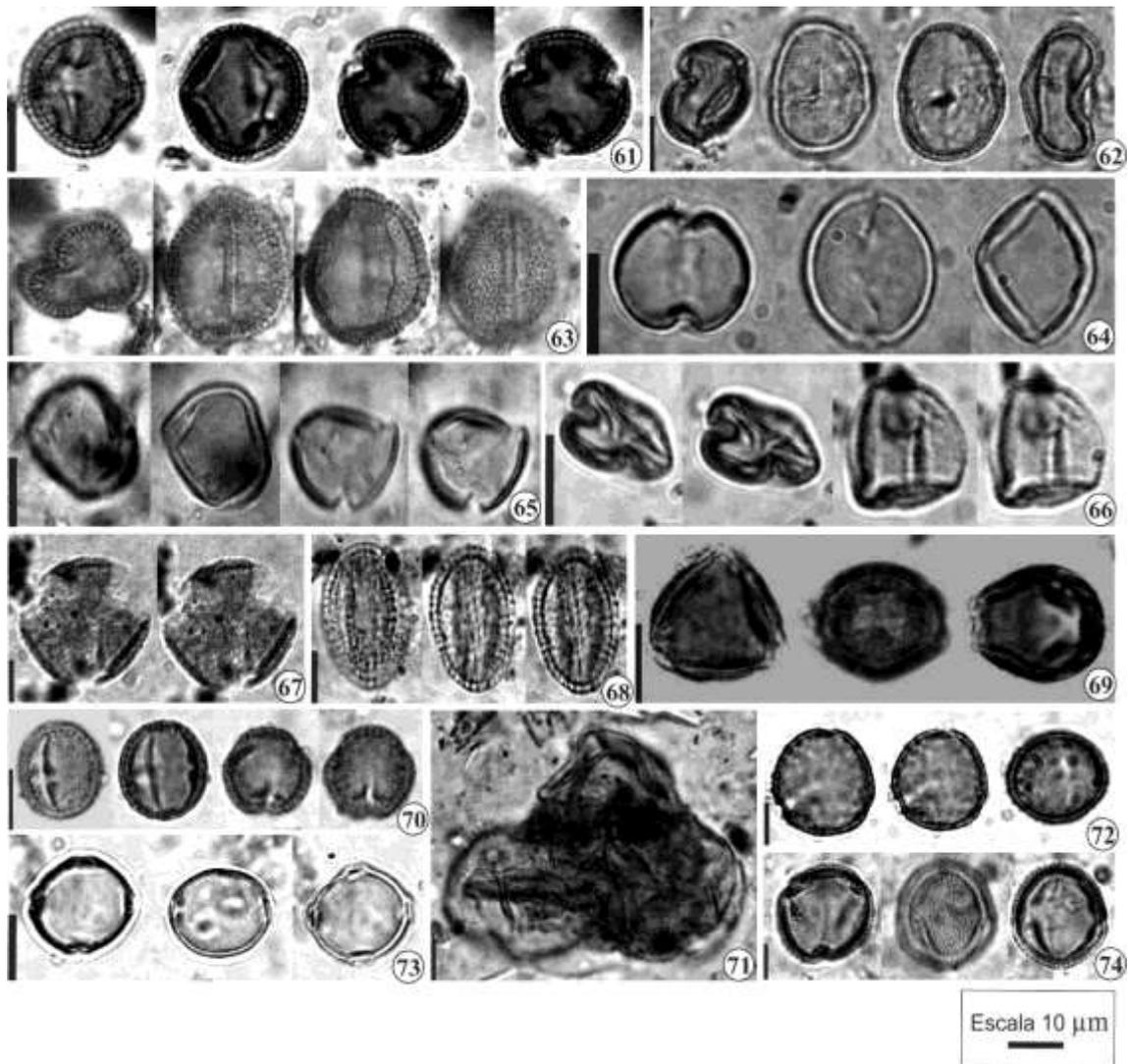
Figuras. 16 - 31. Cyatheaceae. 16. *Cyathea* sp. 6, 17. *Cyathea* sp. 7, 18. *Cyathea* sp. 8; Dicksoniaceae. 19. *Dicksonia* sp.; Hymenophyllaceae. 20. *Trichomanes* sp. 1, 21. *Trichomanes* sp. 2.; Marattiaceae. 22. *Marattia* sp. 1, 23. *Marattia* sp. 2.; Osmundaceae. 24. *Osmunda* sp.; Pteridaceae. 25. *Pteris* sp.; Polypodiaceae. 26. *Polypodium* sp. 1, 27. *Polypodium* sp. 2, 28. *Polypodium* sp. 3, 29. *Polypodium* sp. 4, 30. *Polypodium* sp. 5.; Selaginellaceae. 31. *Selaginella* sp. 1.



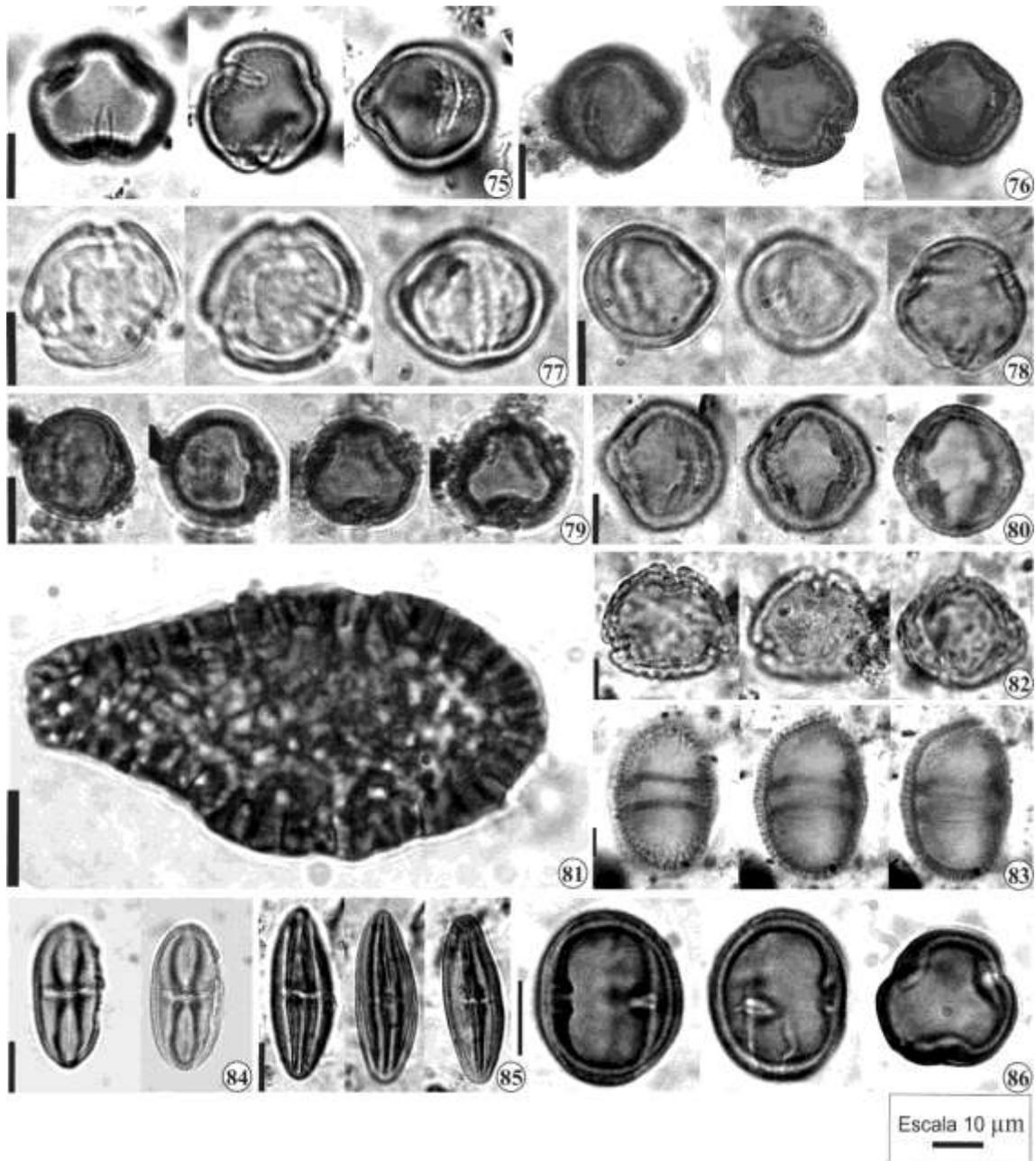
Figuras. 32 - 43. Selaginellaceae. 32. *Selaginella* sp. 2, 33. *Selaginella* sp. 3; GIMNOSPERMAS - Podocarpaceae. 34. *Podocarpus* sp.; ANGIOSPERMAS. Chloranthaceae. 35. *Hedyosmum brasiliensis*; Nymphaeaceae. 36. Nymphaeaceae tipo 1; Winteraceae. 37. *Drimys brasiliensis*; Piperaceae. 38. *Piperomia* sp., 39. *Piper* sp.; Alismataceae. 40. *Echinodorus* sp., 41. *Hydrocleys* sp.; Potamogetonaceae. 42. *Potamogetum* sp.; Arecaceae. 43. *Allagoptera* sp1.



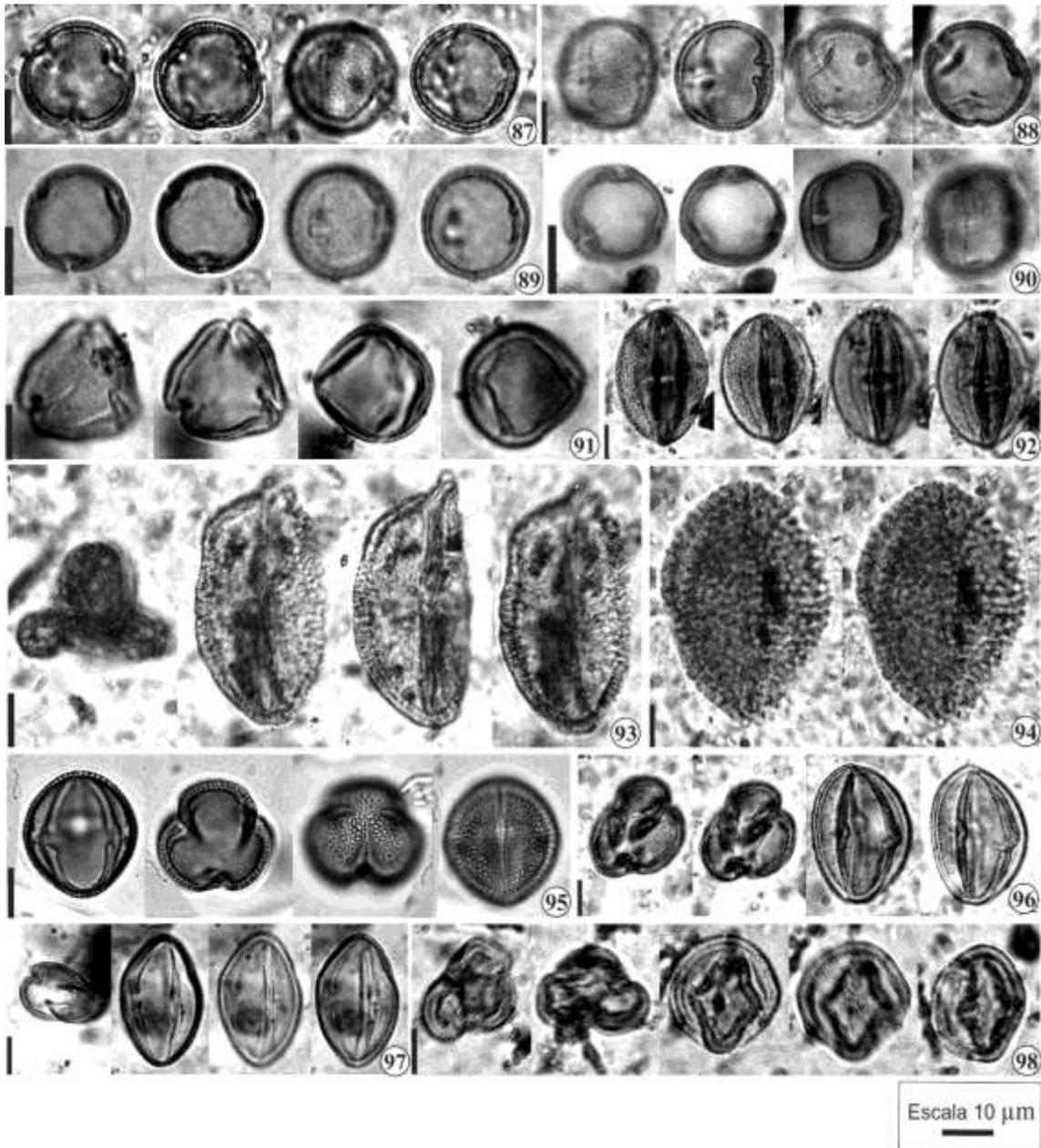
Figuras. 44 - 60. Arecaceae. 44. *Allagoptera* sp.2, 45. *Syagrus* sp. 1, 46. *Syagrus* sp. 2, 47. Arecaceae tipo 1, 48. Arecaceae tipo 2; Bromelliaceae. 49. *Catopsis* sp., 50. *Pitcairnia* sp., 51. *Tillandsia usneoides*, 52. Bromelliaceae tipo 1; Cyperaceae. 53. Cyperaceae tipo 1; Poaceae. 54. Poaceae tipo 1; Thyphaceae. 55. *Thypha* sp.; Menispermaceae. 56. *Abuta* sp.; Proteaceae. 57. *Roupala* sp.; Dilleniaceae. 58. *Doliocarpus* sp.; 59. *Pinzonia* sp.; Haloragaceae. 60. *Luaremburgia* sp.



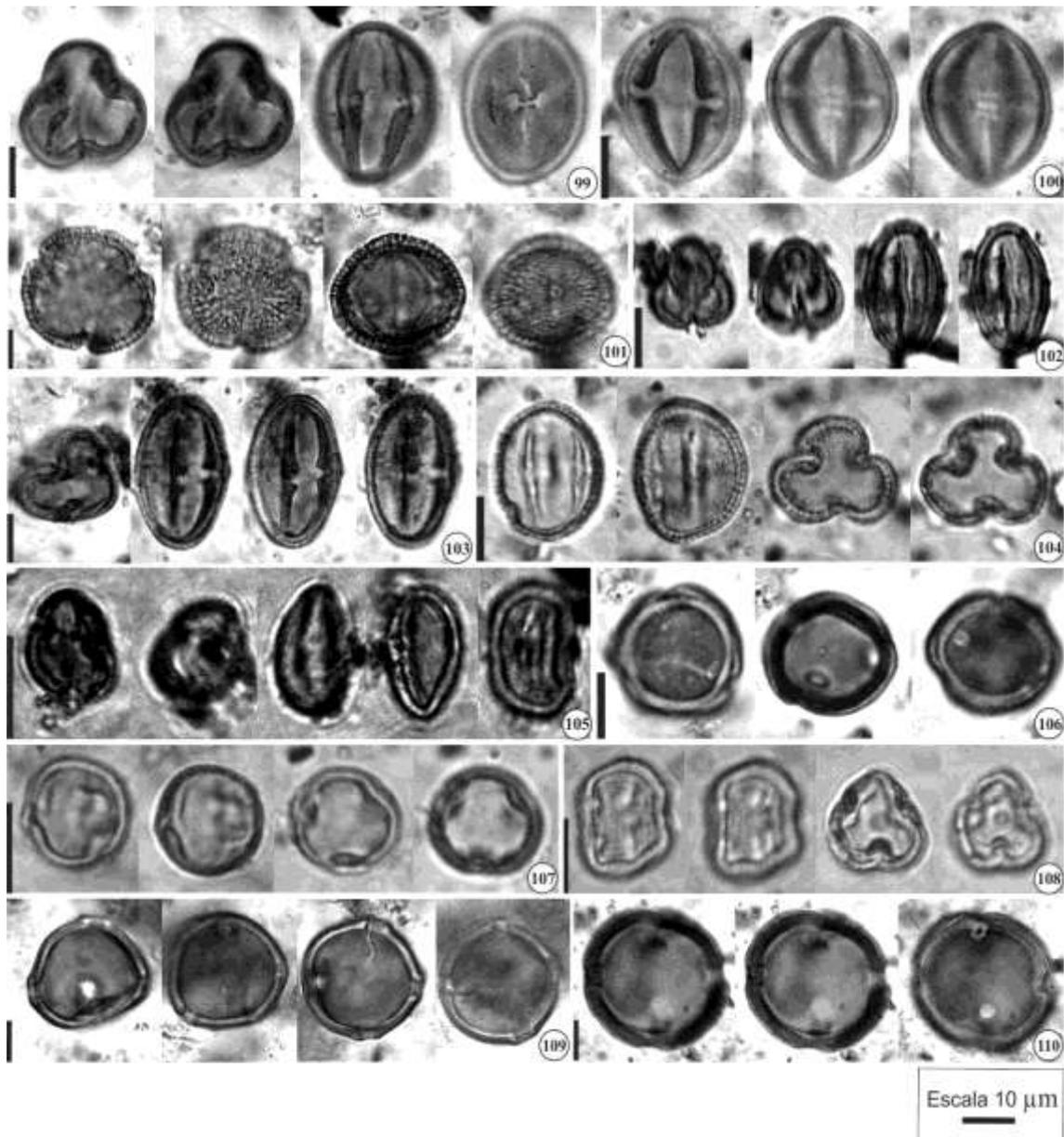
Figuras. 61 - 74. Celastraceae. 61. *Maytenus* sp., 62. Celastraceae tipo 1, 63. Celastraceae tipo 2; Cunoniaceae. 64. *Lamanonia* sp. 1, 65. *Lamanonia* sp. 2, 66. *Weinmannia* sp.; Chrysobalanaceae. 67. *Chrysobalanus* sp., 68. *Hirtella* sp., 69. *Licania* sp.; Clusiaceae. 70. *Chrysochlamys* sp., 71. *Kielmeyera* sp., 72. *Tovomitopsis* sp.; Euphorbiaceae. 73. *Acalypha* sp., 74. *Actinostemum* sp.



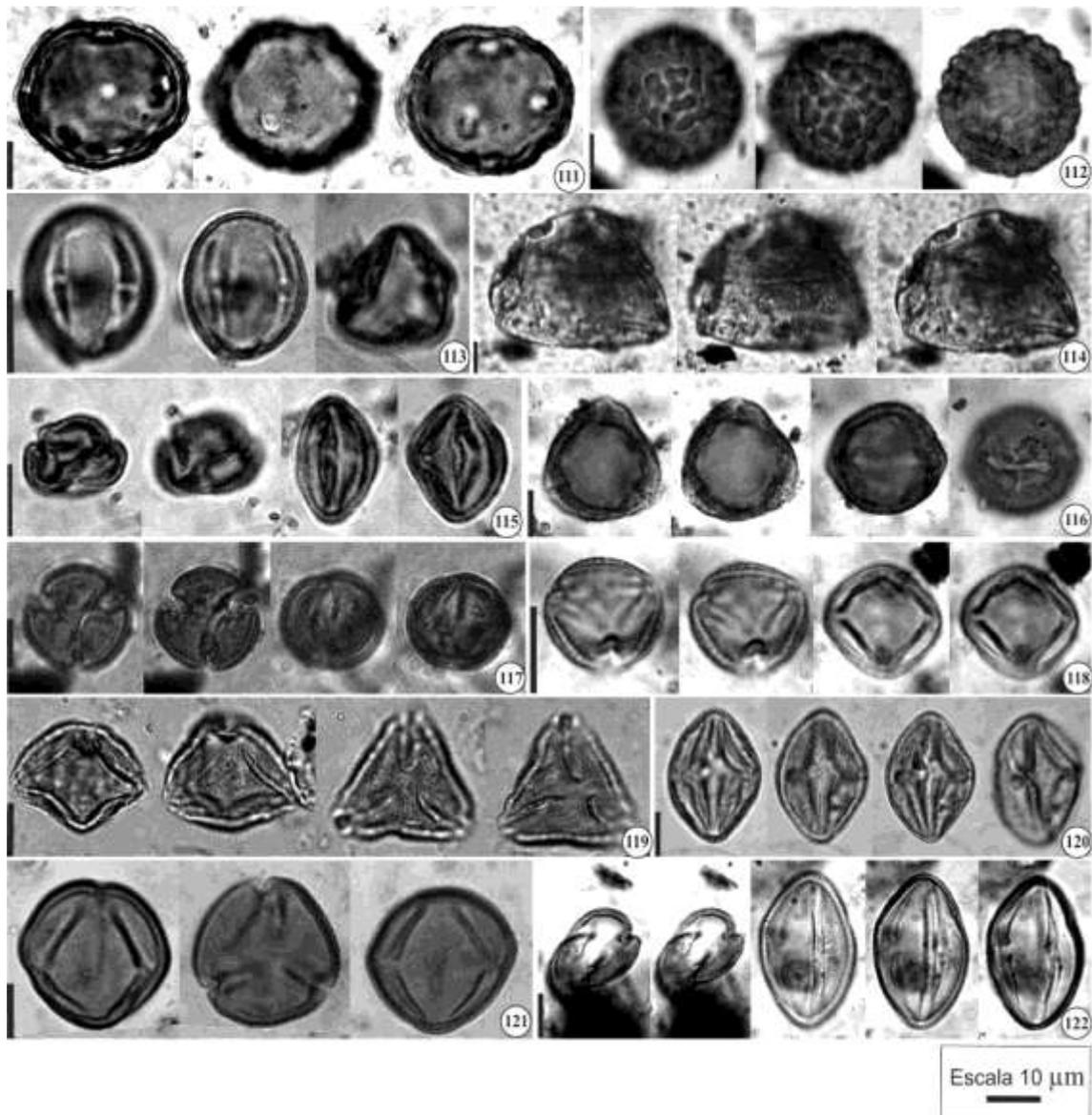
Figuras. 75 - 86. Euphorbiaceae. 75. *Alchornea* sp. 1, 76. *Alchornea* sp. 2, 77. *Alchornea* sp. 3, 78. *Alchornea* sp. 4, 79. *Alchornea* sp. 5, 80. *Caryodendron* sp., 81. *Croton* sp., 82. *Cleidion* sp., 83. *Dalechampia* sp., 84. *Hyeronima* sp. 1, 85. *Hyeronima* sp. 2, 86. *Pera* sp 1.



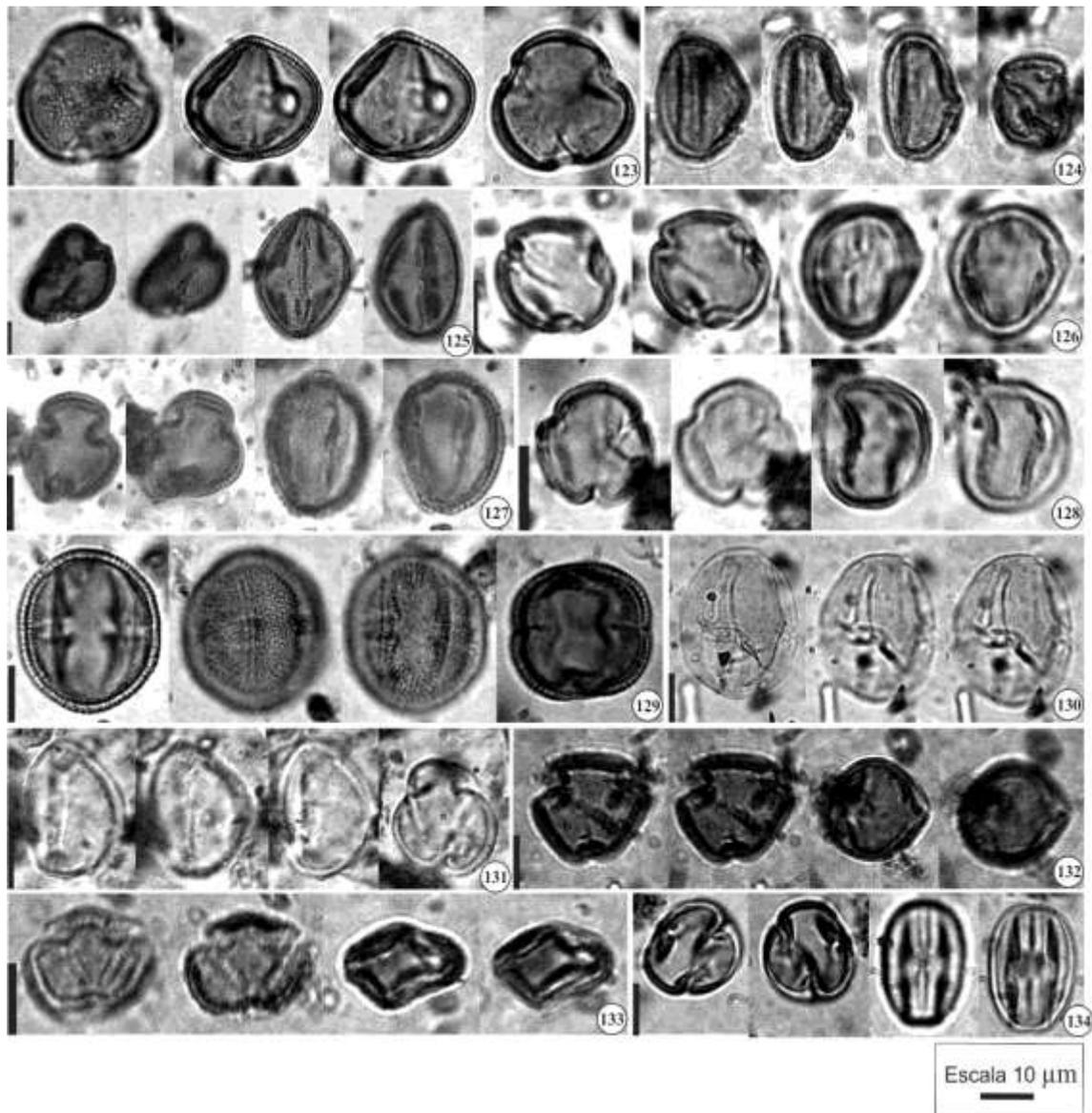
Figuras. 87 - 98. Euphorbiaceae. 87. *Pera* sp. 2, 88. *Pera* sp. 3, 89. *Pera* sp. 4, 90. *Pera* sp. 5, 91. *Sapium* sp. 1, 92. *Sapium* sp. 2, 93. *Sapium* sp. 3, 94. *Sapium* sp. 4, 95. *Sabastiana* sp. 1, 96. *Sebastiania* sp. 2, 97. *Sebastiania* sp. 3, 98. *Sebastiania* sp. 4.



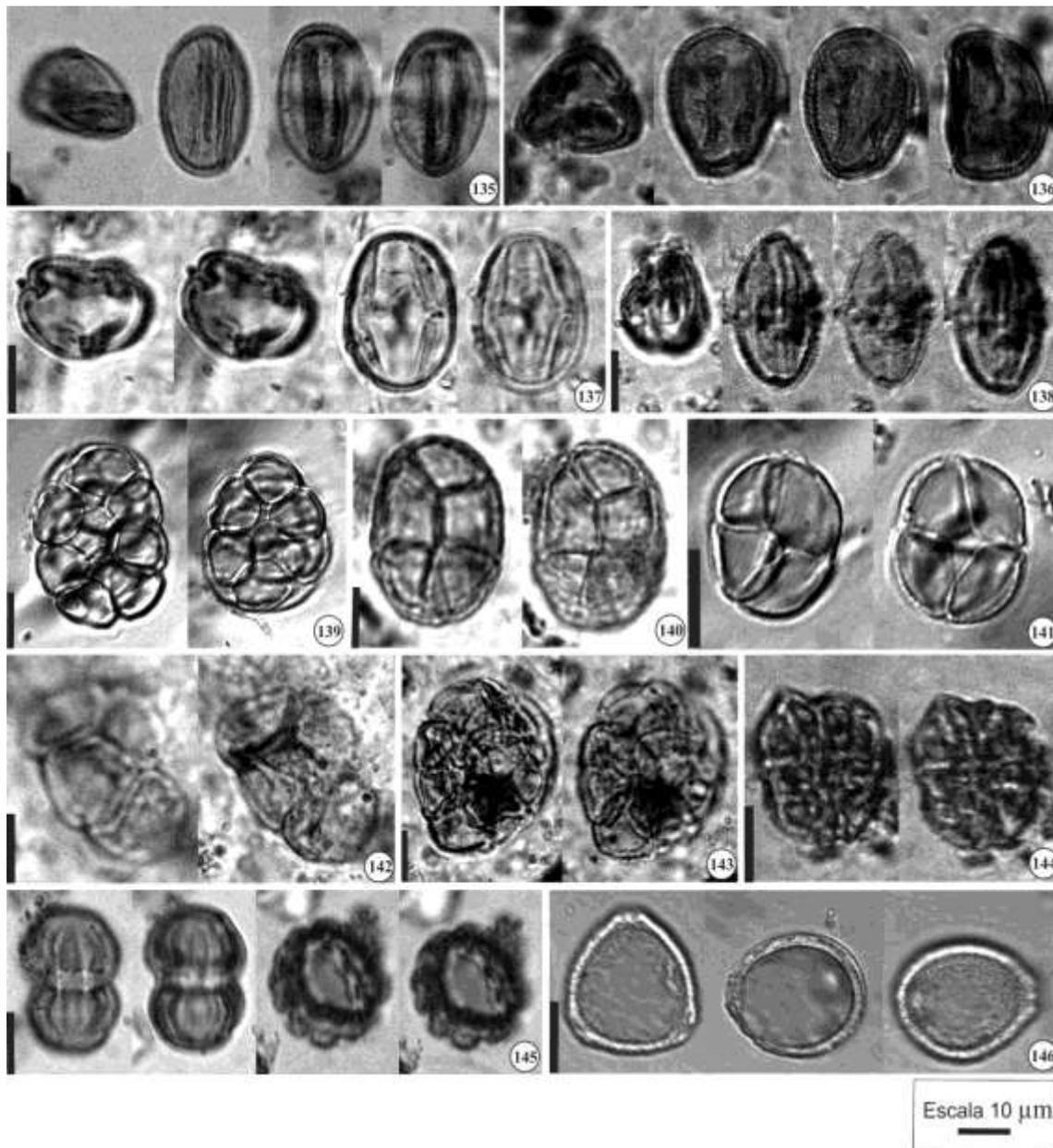
Figuras. 99 - 110. Euphorbiaceae. 99. *Sebastiania* sp. 5, 100. *Sebastiania* sp. 6, 101. cf. *Senefeldera* sp., 102. Euphorbiaceae tipo 1, 103. Euphorbiaceae tipo 2, 104. Euphorbiaceae tipo 3.; Lacistemataceae. 105. *Lacistema* sp.; Malpigiaceae. 106. *Byrsonima* sp. 1, 107. *Byrsonima* sp. 2, 108. *Byrsonima* sp. 3, 109. *Hiraea* sp., 110. *Janusia* sp. 1.



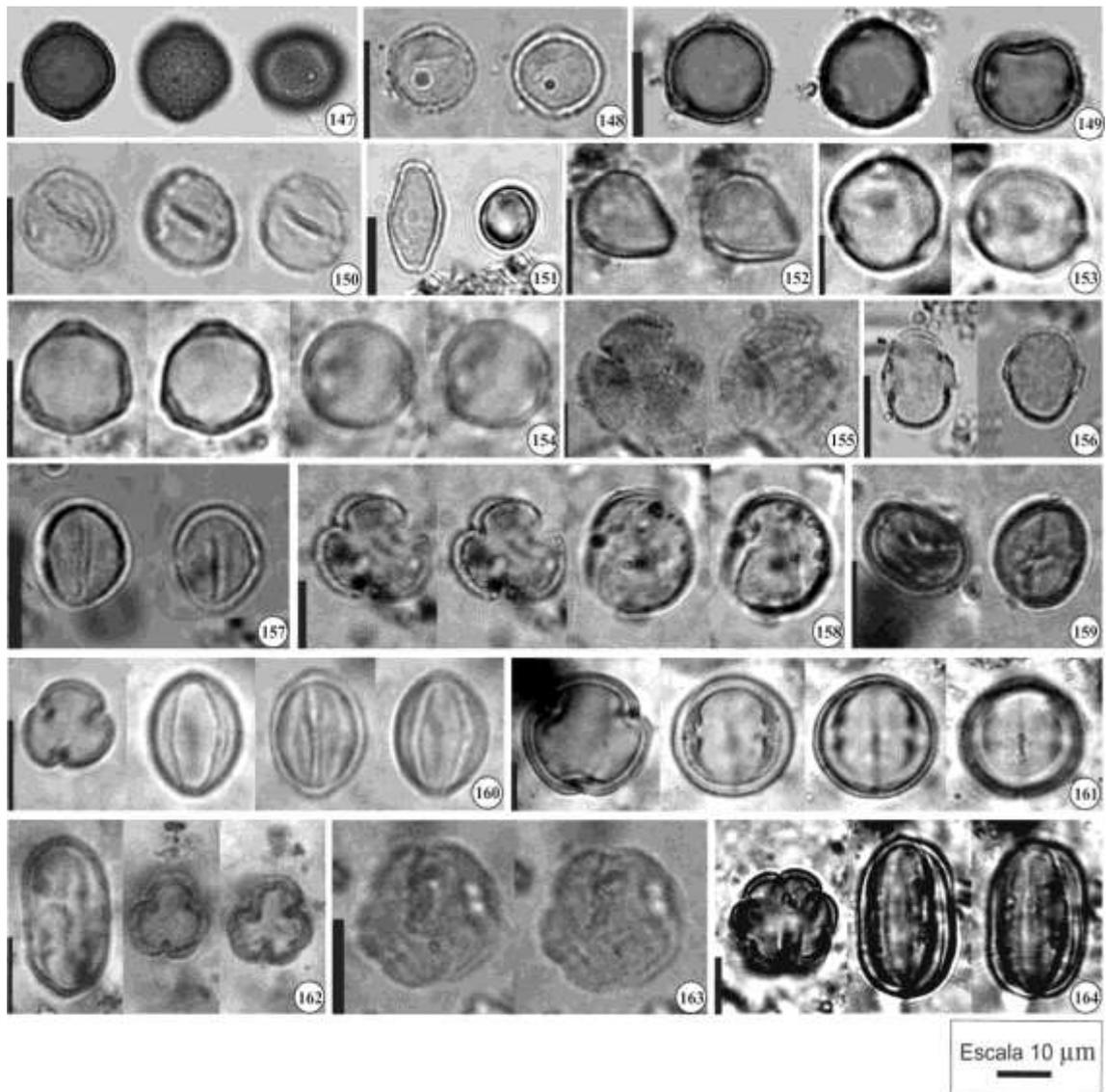
Figuras. 111 - 122. Malpigiaceae. 111. *Janusia* sp. 2, 112. *Tetrapteris* sp., 113. *Thryallis* sp., 114. Malpigiaceae tipo 1; Salicaceae. 115. *Prockia* sp.; Violaceae. 116. *Rinorea* sp. 1, 117. *Rinorea* sp. 2. Fabaceae-Caesapinioideae. 118. *Cassia* sp., 119. *Copaifera* sp., 120. *Hymenaea* sp., 121. *Senna* sp. 1, 122. *Senna* sp. 2.



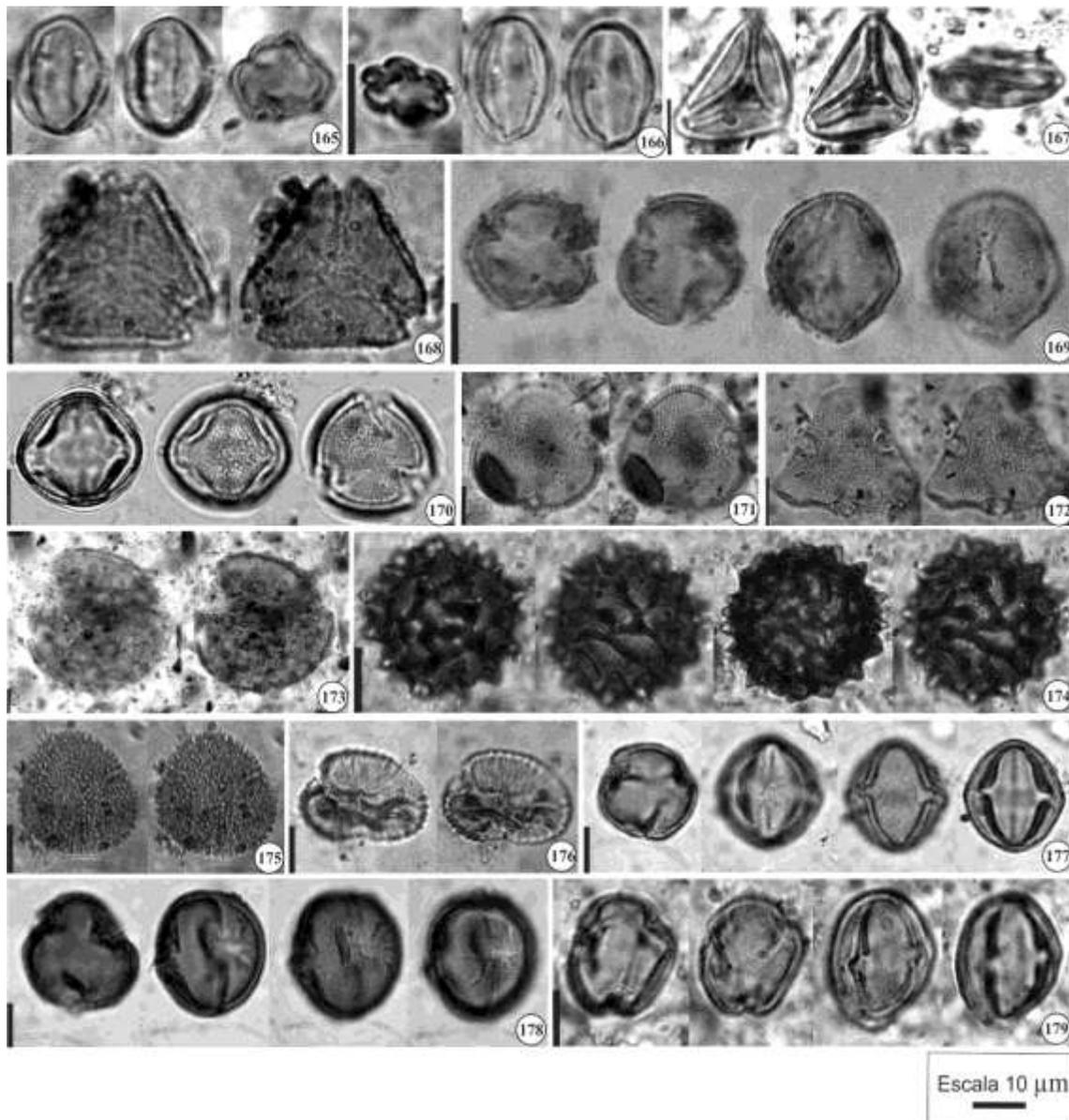
Figuras. 123 - 134. Fabaceae-Caesapinioideae. 123. *Tachigali* sp.; Fabaceae-Papilionoideae. 124. *Acosmium bijugum*, 125. *Acosmium* sp., 126. *Aeschynomene*, 127. *Aldina* sp., 128. *Andira* sp., 129. *Centrolobium* sp., 130-131. *Coursetia ferruginea*, 132. *Diploptropis brasiliensis*, 133. *Machaerium* sp. 134. *Pterogyne* sp.



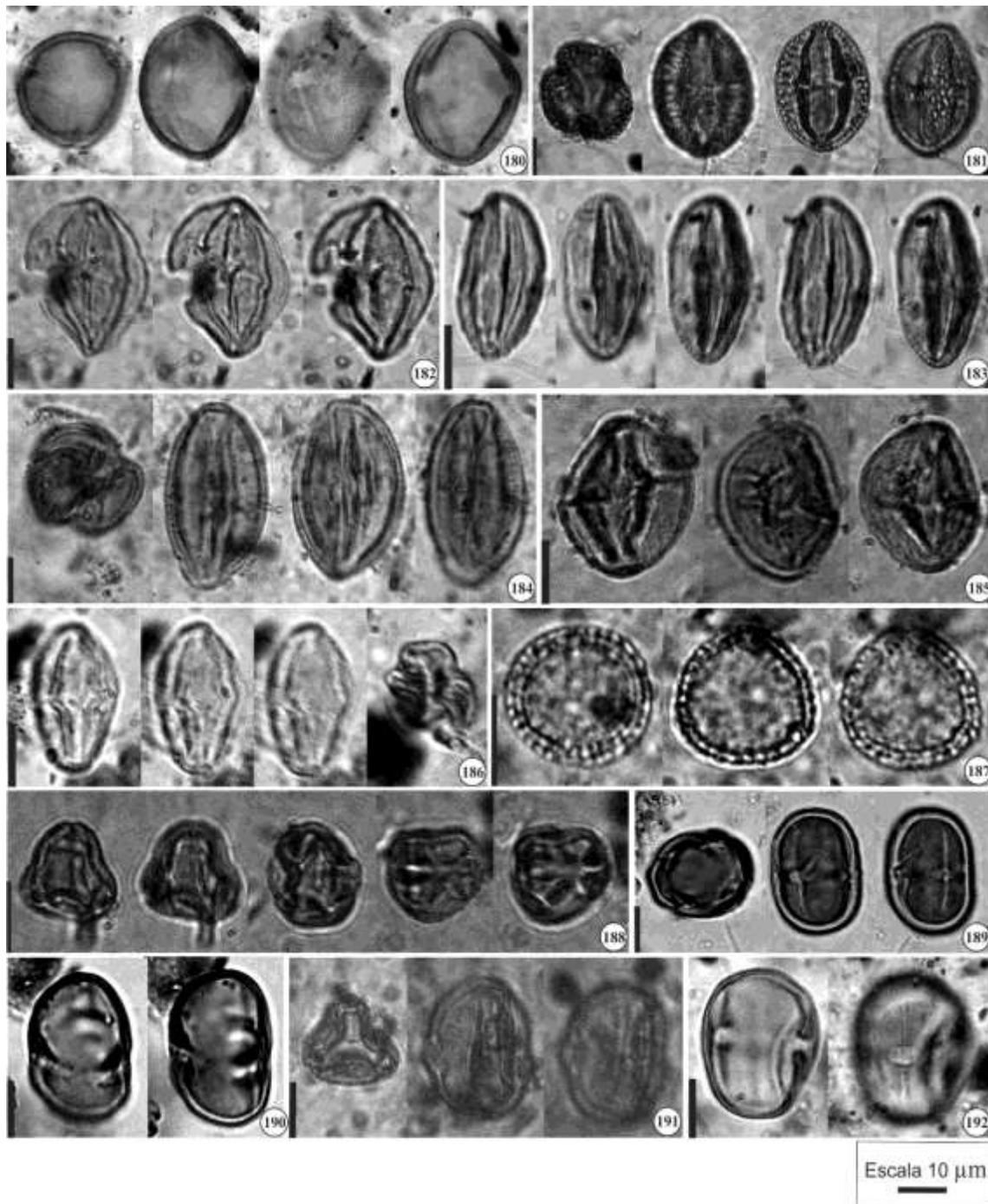
Figuras. 135 - 146. Fabaceae-Papilionoideae. 135. *Pterocarpus* sp., 136. *Zornea* sp., 137. Fabaceae tipo 1, 138. Fabaceae tipo 2; Fabaceae-Mimosoideae. 139. *Acacia* sp., 140. *Anadenanthera* sp., 141. *Mimosa* sp. 1, 142. *Mimosa* sp. 2, 143. Fabaceae-Mimosoideae tipo 1, 144. Fabaceae-Mimosoideae tipo 2; Polygalaceae. 145. *Polygala* sp.; Cannabaceae. 146. *Celtis* sp.



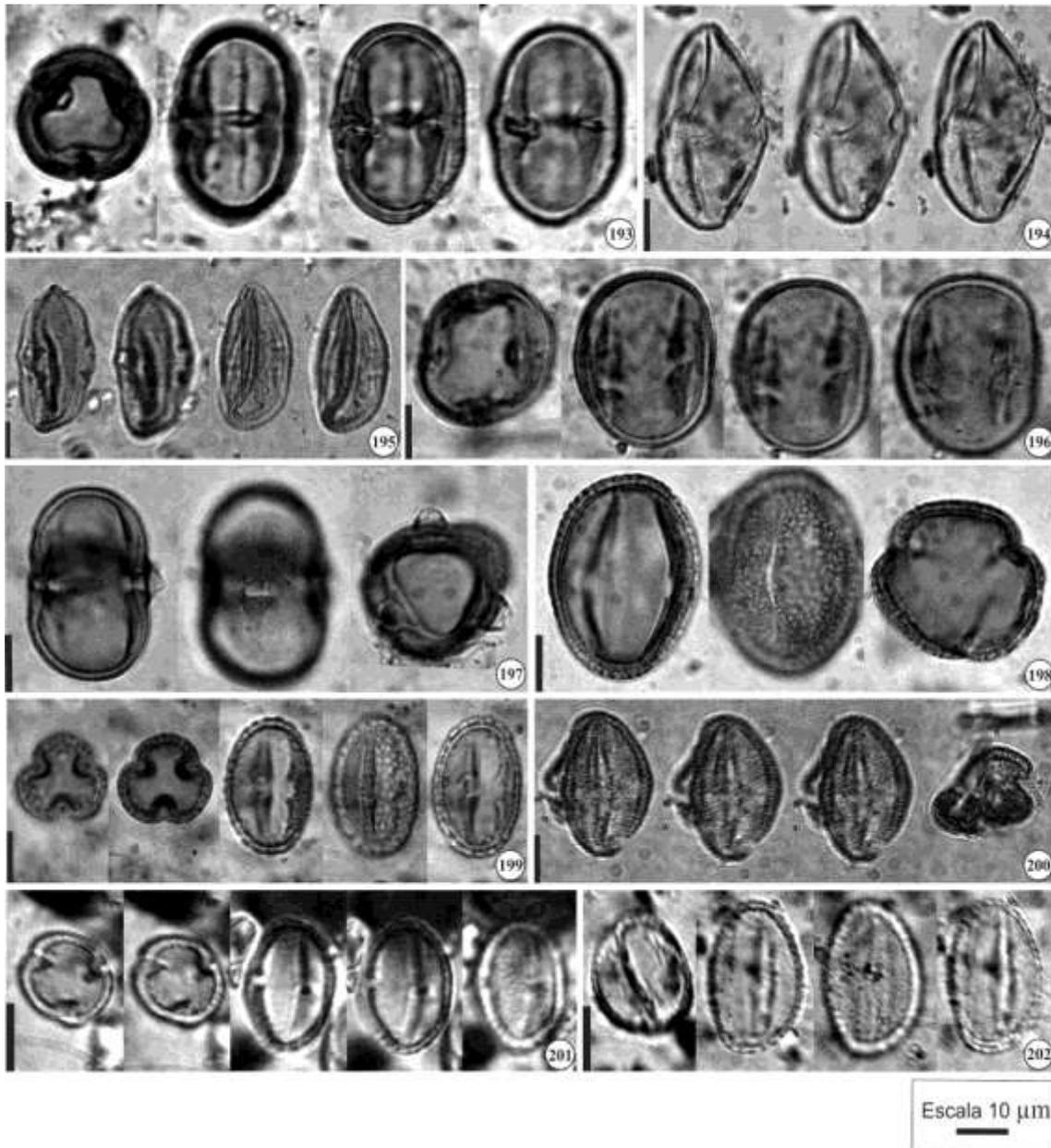
Figuras. 147 - 164. Cannabaceae. 147. *Trema micranta*; Moraceae. 148. *Bagassa guianensis*, 149. *Castila elastica*, 150. *Clarisia racemosa*, 151. *Ficus* sp., 152. Moraceae tipo 1, 153. Moraceae tipo 2, 154. Moraceae/Urticaceae tipo 1; Rhamnaceae. 155. *Scutia* sp.; Urticaceae. 156. *Cecropia* sp., 157. *Coussapoa* sp.; Begoniaceae. 158. *Begonia* sp. 1, 159. *Begonia* sp. 2, 160. *Begonia* sp. 3; Combretaceae. 161. *Laguncularia* sp.; Melastomataceae. 162. *Marcetia* sp., 163. Melastomataceae tipo 1, 164. Melastomataceae/Combretaceae tipo 1.



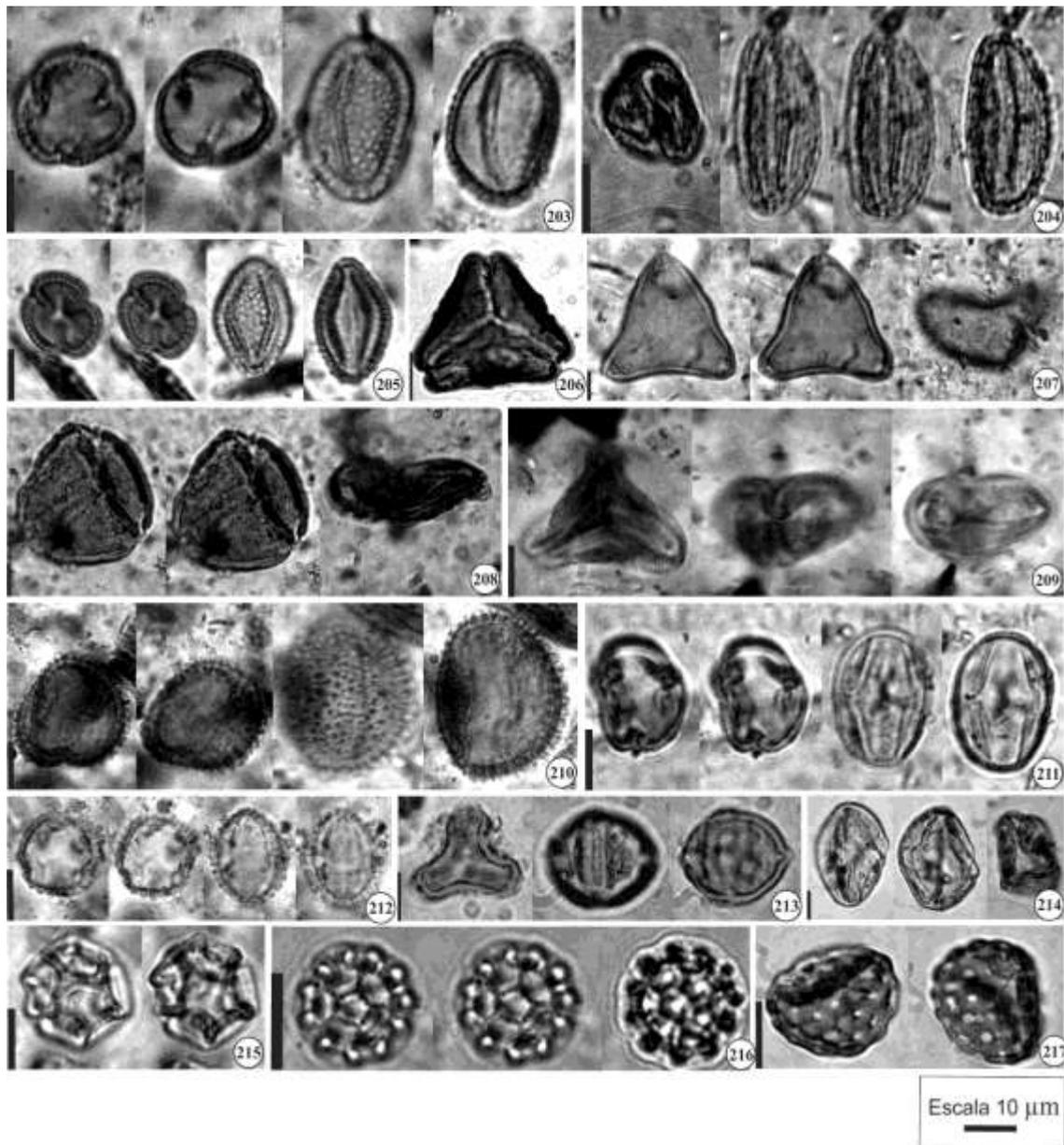
Figuras. 165 - 179. 165. Melastomataceae/Combretaceae tipo 2, 166. Melastomataceae/Combretaceae tipo 3; Myrtaceae. 167. Myrtaceae tipo 1, 168. Myrtaceae tipo 2; Vochysiaceae. 169. *Vochysia* sp.; Bixaceae. 170. *Cochlospermum* sp.; Malvaceae. 171. *Eriotheca* sp., 172. *Pseudobombax* sp., 173. Malvaceae tipo 1, 174. Malvaceae tipo 2, 175. Malvaceae (Bombacaceae) tipo 1; Picramniaceae. 176. *Picramnia latifolia*; Anacardiaceae. 177. *Anacardium* sp., 178. *Astronium* sp., 179. *Camptosperma* sp.



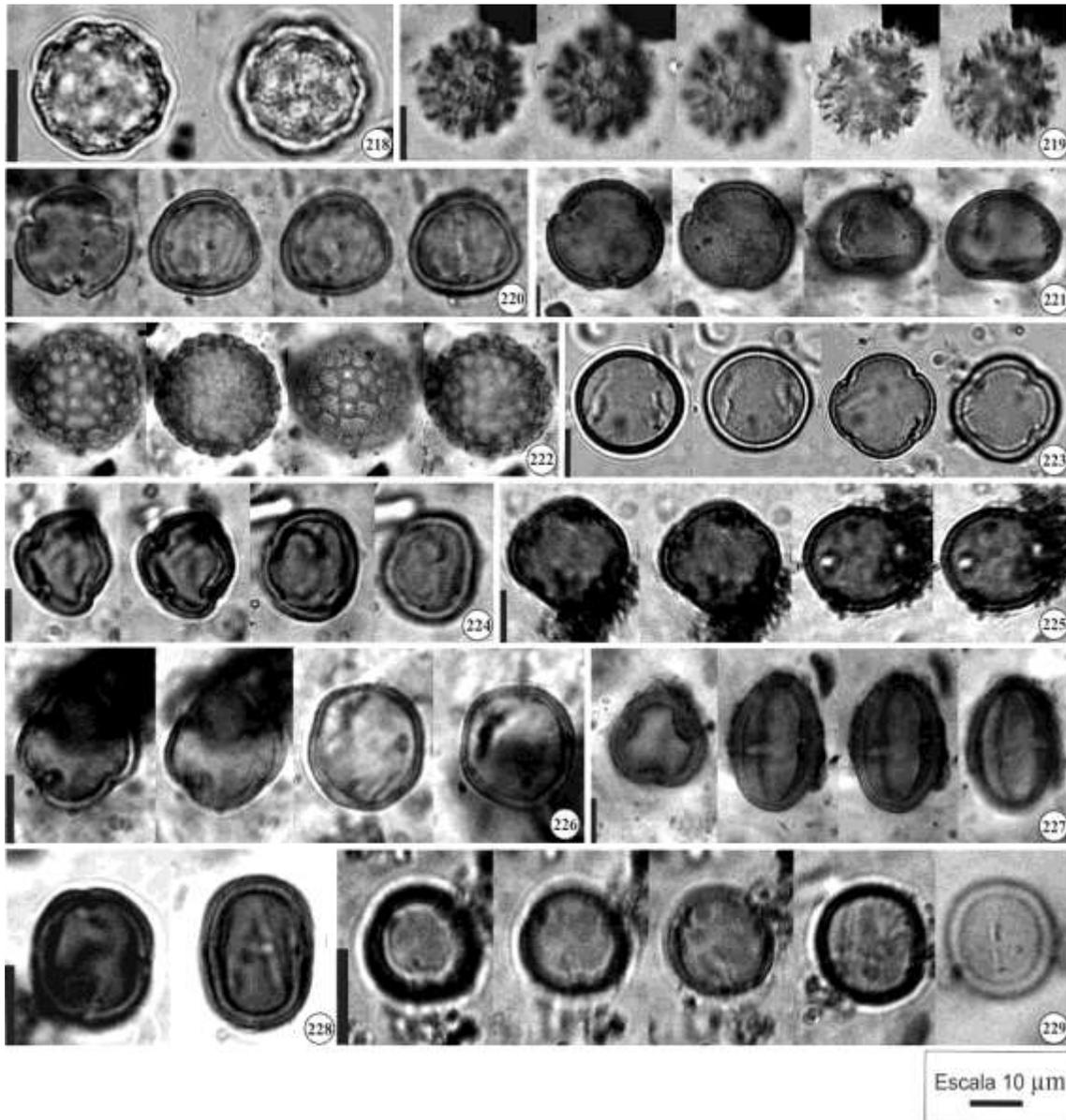
Figuras. 180 - 192. Anacardiaceae. 180. *Spondias* sp., 181. *Tapirira* sp., 182. Anacardiaceae tipo 1, 183. Anacardiaceae tipo 2, 184. Anacardiaceae tipo 3, 185. Anacardiaceae tipo 4, 186. Anacardiaceae tipo 5; Burseraceae. 187. *Commiphora* sp., 188. *Crepidospermum* sp., 189. *Protium* sp. 1, 190. *Protium* sp. 2, 191. *Protium* sp. 3, 192. *Protium* sp. 4.



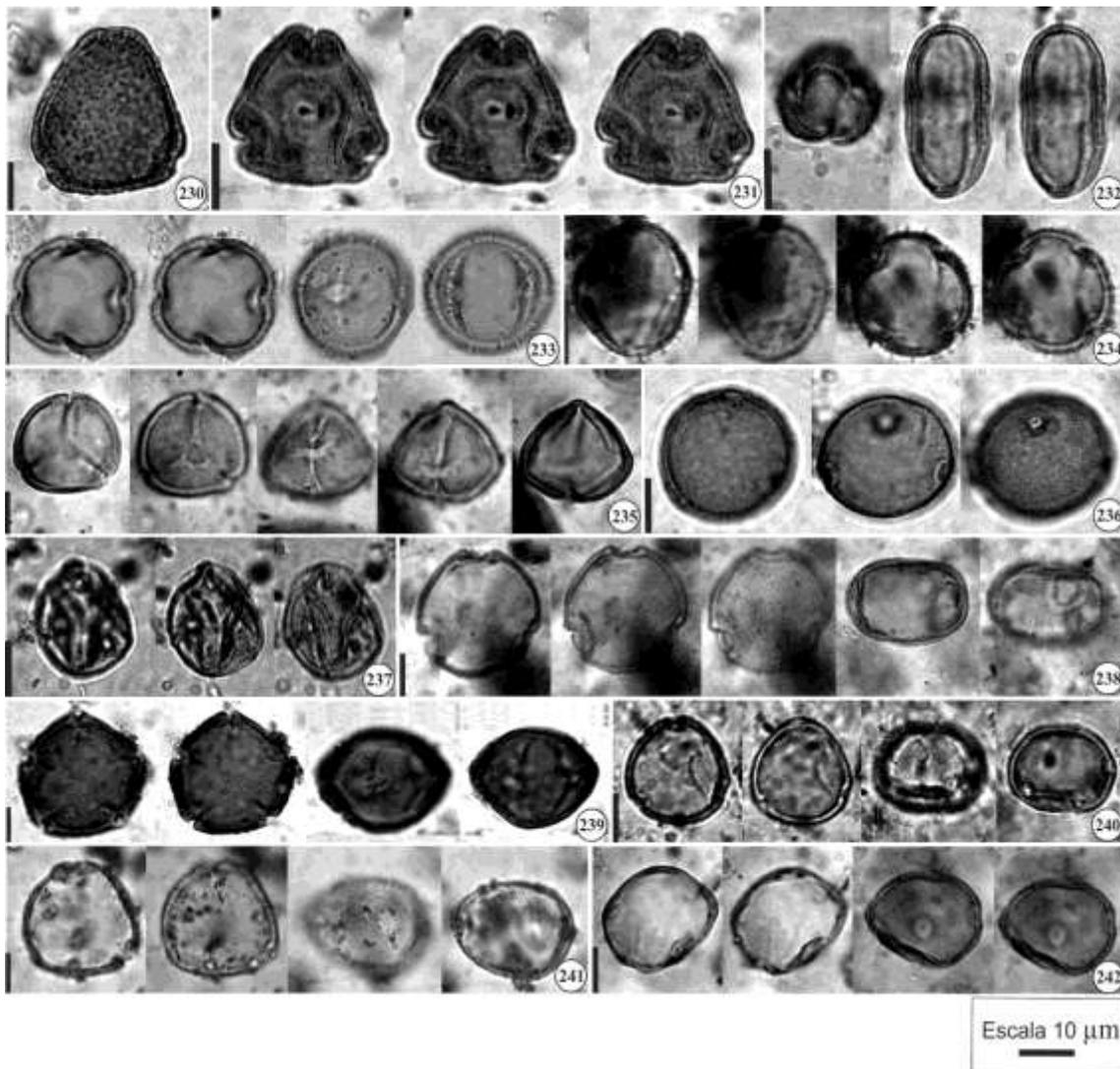
Figuras. 193 - 202. Burseraceae. 193. Burseraceae tipo 1, 194. Burseraceae tipo 2, 195. Burseraceae tipo 3; Meliaceae. 196. *Cedrela* sp., 197. *Trichilia* sp.; Rutaceae. 198. *Zanthoxylum* sp. 1, 199. *Zanthoxylum* sp. 2. 200. *Zanthoxylum* sp. 3, 201. *Zanthoxylum* sp. 4, 202. *Zanthoxylum* sp. 5.



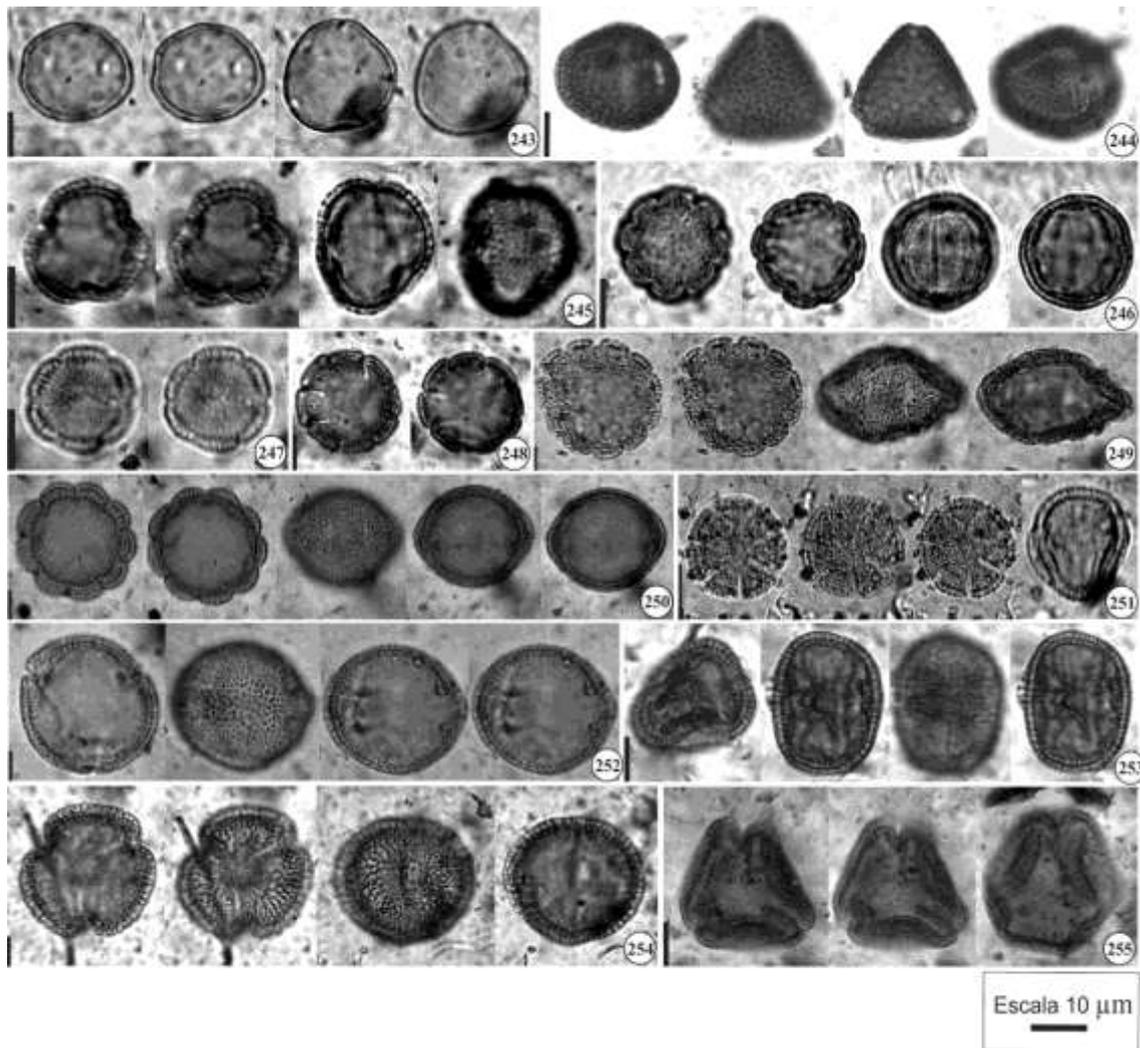
Figuras. 203 - 217. Rutaceae. 203. *Zanthoxylum* sp. 6, 204. Rutaceae tipo 1, 205. Rutaceae tipo 2; Sapindaceae. 206. *Cupania* sp., 207. *Serjania* sp., 208. Sapindaceae tipo1, 209. Sapindaceae tipo 2; Simaroubaceae. 210. *Picrasma crenata*, 211. *Simaba amara*, 212. *Simarouba amara*; Loranthaceae. 213. *Gaiadendron* sp.; 214. Loranthaceae tipo 1; Amaranthaceae. 215. *Alternanthera* sp., 216. *Amaranthus* sp., 217. *Chenopodium* sp.



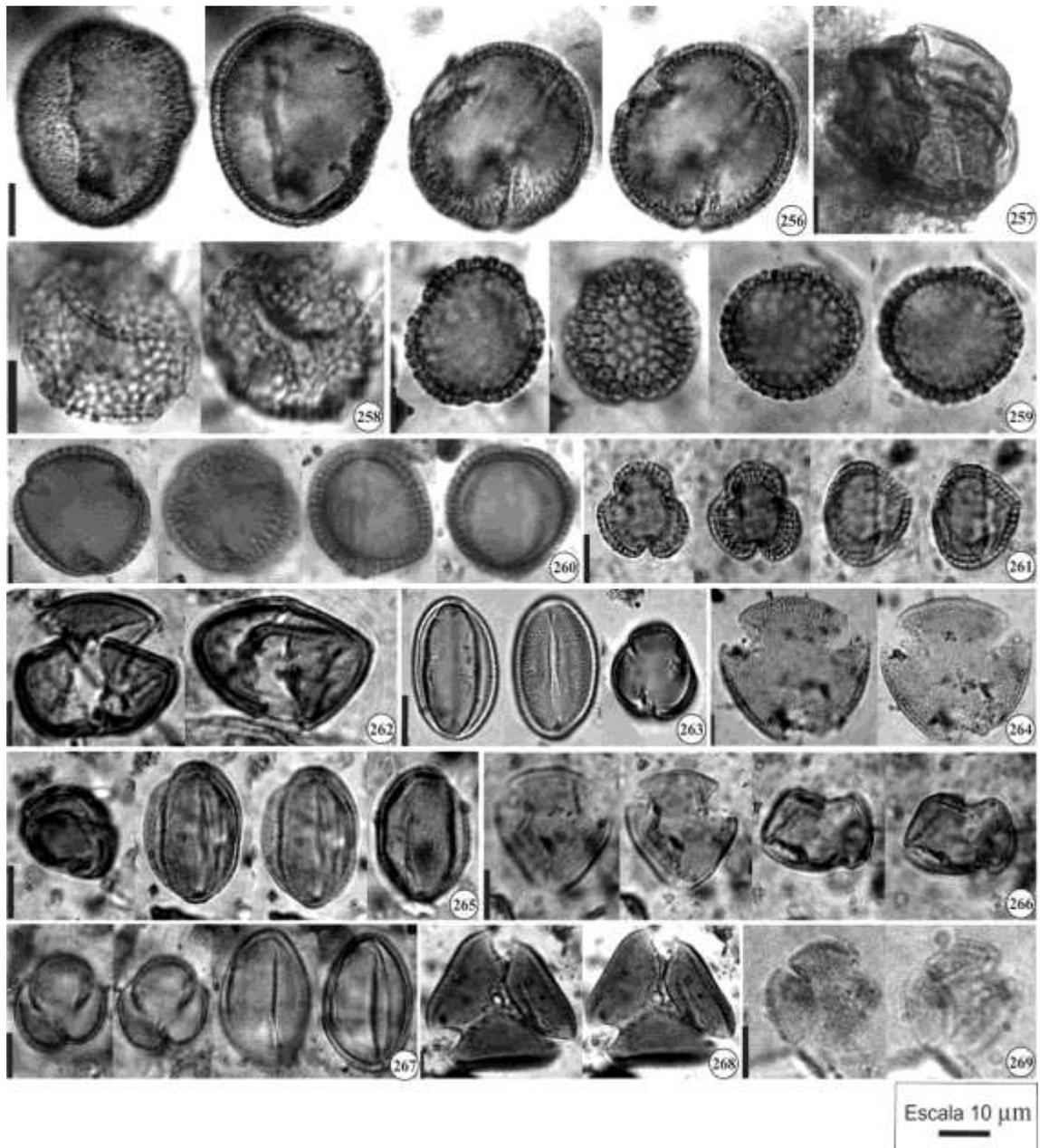
Figuras. 218 - 229. Amaranthaceae. 218. *Gomphrena* sp., 219. *Pfaffia* sp.;  
 Phytolaccaceae. 220. *Gallesia* sp. 1, 221. *Gallesia* sp. 2; Polygonaceae. 222.  
*Polygonum* sp.; Myrsinaceae. 223. *Myrsine* sp. 1, 224. *Myrsine* sp. 2, 225. *Myrsine* sp.  
 3, 226. *Myrsine* sp. 4; Sapotaceae. 227. *Micropholis* sp., 228. *Pouteria* sp. 1, 229.  
*Pouteria* sp. 2.



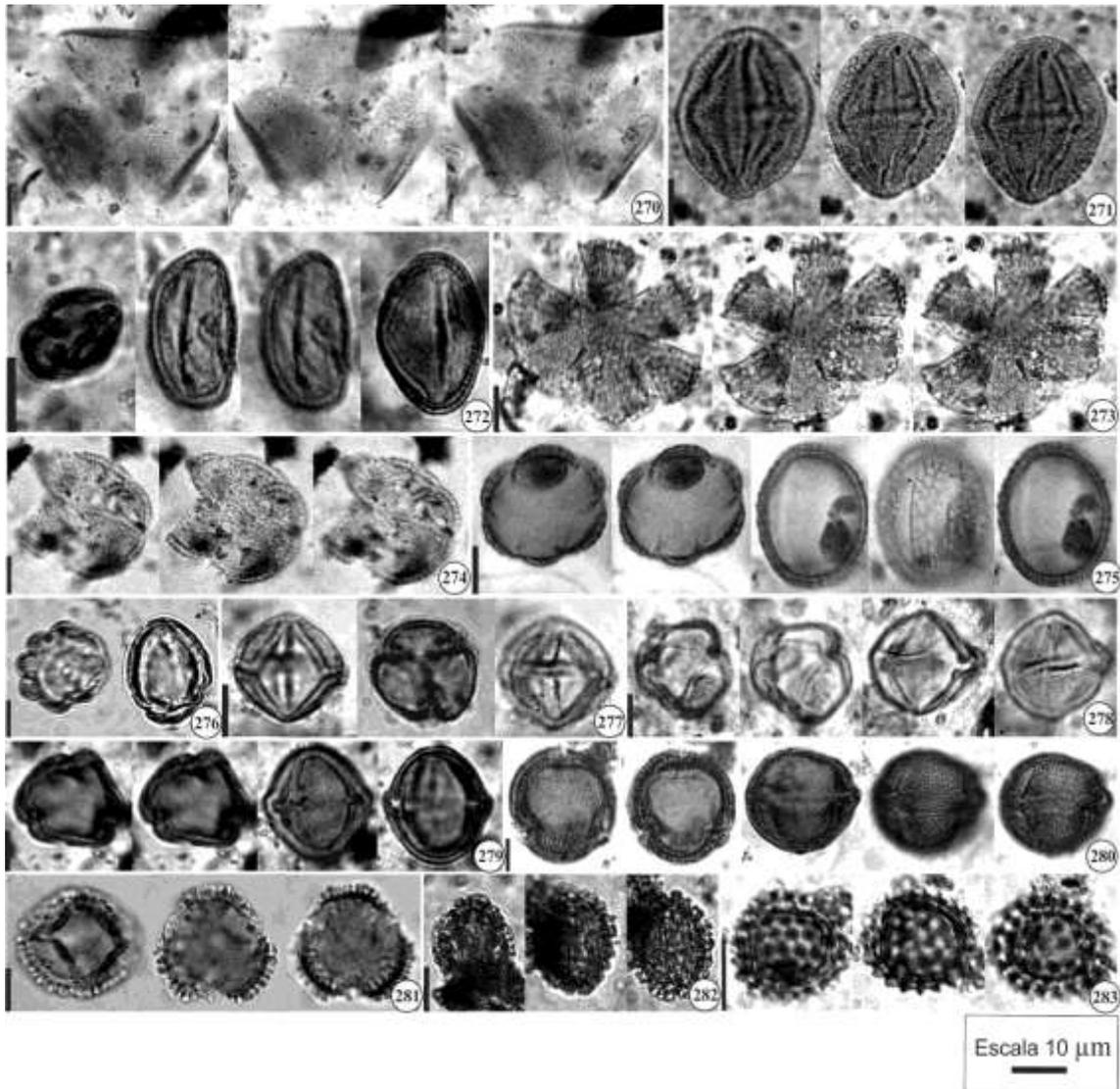
Figuras. 230 - 242. Symplocaceae. 230. *Symplocos* sp. 1, 231. *Symplocos* sp. 2; Boraginaceae. 232. *Antiphytum* sp., 233. *Cordia* sp. 1, 234. *Cordia* sp. 2; Apocynaceae. 235. *Couma* sp., 236. *Forsteronia* sp. 1, 237. *Forsteronia* sp. 2, 238. *Hancornia* sp. 239., *Molongum* sp., 240. Apocynaceae tipo 1, 241. Apocynaceae tipo 2, 242. Apocynaceae tipo 3.



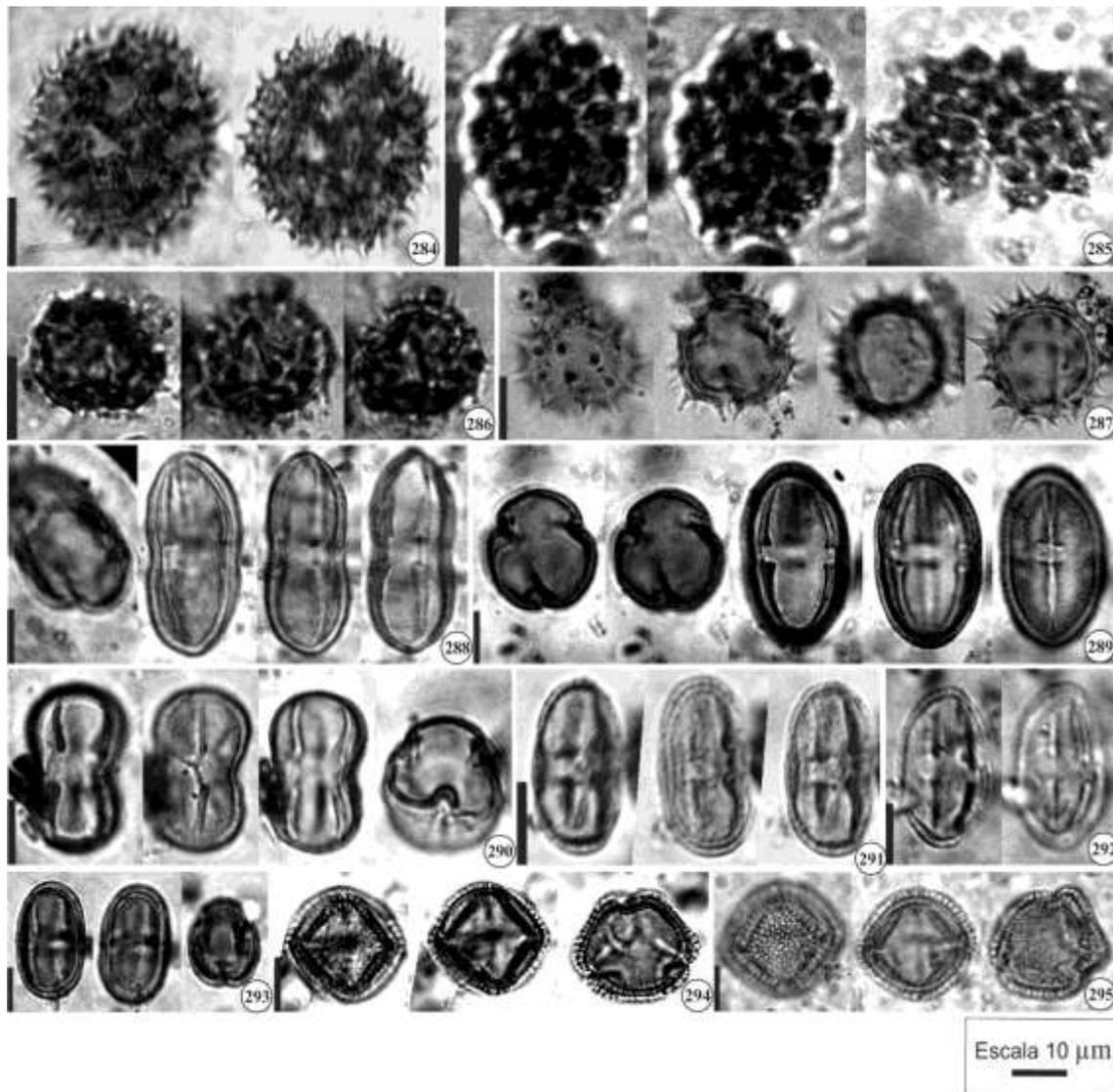
Figuras. 243 - 255. Apocynaceae. 243. Apocynaceae tipo 4; Rubiaceae. 244. *Alibertia* sp., 245. *Alseis* sp., 246. *Borreria*, sp. 1, 247. *Borreria* sp. 2, 248. *Borreria* sp. 3, 249. *Borreria* sp. 4, 250. *Borreria* sp. 5, 251. *Borreria* sp. 6, 252. *Chione* sp., 253., *Declieuxia* sp., 254. *Genipa* sp., 256. *Psychotria* sp. 1.



Figuras. 256 - 269. Rubiaceae. 256. *Psychotria* sp. 2, 257. *Randia* sp., 258. *Sommera* sp., 259. Rubiaceae tipo 1, 260. Rubiaceae tipo 2; Acanthaceae. 261. *Avicennia* sp.; Bignoniaceae. 262. *Arrabidaea* sp., 263. *Tabebuia* sp. 1, 264. *Tabebuia* sp. 2, 265. Bignoniaceae tipo 1, 266. Bignoniaceae tipo 2, 267. Bignoniaceae tipo 3, 268. Bignoniaceae tipo 4, 269. Bignoniaceae tipo 5.



Figuras. 270 - 283. Bignoniaceae. 270. Bignoniaceae tipo 6, 271. Bignoniaceae tipo 7, 272. Bignoniaceae tipo 8; Lamiaceae. 273. *Hyptis* sp., 274. Lamiaceae tipo 1, 275. Lamiaceae tipo 2; Lentibulariaceae. 276. *Utricularia* sp.; Solanaceae. 277. *Solanum* sp. 1, 278. *Solanum* sp. 2, 279. *Solanum* sp. 3, 280. Solanaceae tipo 1; Aquifoliaceae. 281. *Ilex* sp. 1, 282. *Ilex* sp. 2; Asteraceae. 283. *Ambrosia* sp.



Figuras. 284 - 295. Asteraceae. 284. *Vernonia* sp., 285. Asteraceae tipo 1, 286. Asteraceae tipo 2, 287. Asteraceae tipo 3; Apiaceae. 288. *Eryngium* sp. 1, 289. *Eryngium* sp. 2, 290, Apiaceae tipo 1, 291. Apiaceae tipo 2, 292. Apiaceae tipo 3; Araliaceae. 293. *Hydrocotyle* sp., 294. *Schefflera (Didymopanax)* sp. 1, 295. *Schefflera (Didymopanax)* sp. 2.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pela bolsa-mestrado e a todos os funcionários do Laboratório de Geociências da Universidade de Guarulhos (UnG) que colaboraram para realização deste trabalho e a Isa Mendes pela revisão de inglês.

## **Referências bibliográficas**

- ABSY, M. L. 1975. Polens e esporos do Quaternário de Santos (Brasil). *Hoehnea* 5:1-26.
- AMARAL, M. C. E., BITTRICK, V., FARIA, A. D., ANDERSON, L. O. & AONA, L. Y. S. 2008. Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do Estado de São Paulo. Ribeirão Preto, SP: Editora Holos, 452 p.
- ANDERSON, W. R. 1994. New Species of *Hiraea* (Malpighiaceae) from the Guianas and Adjacent Brazil. *Brittonia* 46(2): 126-133.
- AONA, L. Y. S. & AMARAL, M. C. E. 2003. Haloragaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, T. S. Melhem, A. M. Giulietti & M. Kirizawa (eds.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. São Paulo: FAPESP: RiMa ed., v. 3, p. 105-107 p.
- APG III (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). 2009. An update of Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG.III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- BACKES, A & NARDINO, M. 2003. Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul. 2ª Edição, São Leopoldo – RS: Editora Unisinos, 213 p.
- BARBERI-RIBEIRO, M. 1994. Paleovegetação e paleoclima no Quaternário Tardio da Vereda de Águas Emendas. 110 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- BARBERI, M. 2001. Mudanças Paleoambientais na Região dos Cerrados do Planalto

Central Durante o Quaternário Tardio: O Estudo da Lagoa Bonita, DF. 210 f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo.

BARTH, M. O. 1985. Pollen morphology of Brazilian Rutaceae: *Pilocarpus*. *Pollen et Spores* 27 (2): 145-154.

BARTH, O. M. 1989. O pólen de mel Brasileiro. Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, III, 151 p.

BAUERMANN, S. G. 2003. Análises Palinológicas e evolução Paleovegetacional e paleoambiental das turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. 137 f. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BAUERMANN, S. G., PACHECO, E., CARDOSO, A. & CASTELO BRANCO, S. 2009. Atlas de pólen e esporos do vale do rio Caí, RS, Brasil. *Revista Árvore*, 33(5): 895-905.

BEHLING, H. 1992. Untersuchungen zur spätpleistozänen und holozänen Vegetations- und Klimageschichte der tropischen Küstenwälder und der Araukarienwälder in Santa Catarina (Südbrasilien). 149 f. PhD Dissertation. Göttingen Universität.

BEHLING, H. 1995. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). *Veg. Hist. Archaeobot.* 4(3): 127-152.

BEHLING, H. & NEGRELLE R. R. B. 2001. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic lowland rain forest, Reserva Volta Velha, South Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology* 83 (1): 107-117.

- BERETTA, M. E., FERNANDES, A. C., SCHNEIDER, A. A. & RITTER, M. R. 2008. A família Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6 (3): 189-216.
- BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2nd ed., São Carlos: Rima.
- BITTRICH, V. 2003. Clusiaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, T. S. Melhem, A. M. Giulietti & M. Kirizawa (eds.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. São Paulo: FAPESP: RiMa ed., v. 3, p. 45-62.
- BOLD, H. C. & WYNNE, M. J. 1985. *Introduction the Algae. Structure and Reproduction*. Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, II edição. 720p.
- BONNEFILE, R. & RIOLLET, G. 1980. *Pollens des savannes d’Afrique Orientale*. Editions du Center Nacional de la Recherche Scientifique, France. 253p.
- BORDIGNON, S. A. L. 1990. O Gênero *Hyptis* Jacq. (Labiatae) no Rio Grande do Sul. Tese de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 123 p.
- BORDIGNON, S. A. R. & MATZENBACHER, N. I. 2010. Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 65 (2): 201-280.
- BORRELY, P. & COUTÉ, A. 1980. Quelques Algues d’ Eau douce de la Guyane Française. *Amazoniana*, 7 (3): 221-292.
- BUSO-JUNIOR, A. A. 2010. Dinâmica ambiental holocênica (vegetação, clima e nível relativo do mar) baseada em estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do Estado do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo – USP. São Paulo: Piracicaba, 190 p.

- CABRERA, L.A. & KLEIN, R.M. 1980. *Flora Ilustrada Catarinense*. Plantas Compostas- Tribo: Vernoniaeae. Ed. por Raulino Reitz.
- CANCELLI, R.R. 2008. *Palinologia de Asteraceae: morfologia polínica e suas Implicações nos registros do Quaternário do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 173 p.
- CANCELLI, R. R., EVALDT, A. C. P., BAUERMAN, S., SOUZA, P. A. 2010. Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 65 (2): 201-280.
- CARVALHO-OKANO, R. M. 2005. Celastraceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, T. S. Melhem & A. M. Giulletti (eds.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. São Paulo: FAPESP: Rima ed., v. 4, p. 185-194.
- CASSIANO, R. & MEYER, K. E. B. 2011. Morfologia de grãos de pólen e esporos de níveis holocênicos de uma vereda do Chapadão dos Gerais (Buritizeiro, Minas Gerais), Brasil. *Gaea - Journal of Geoscience*, 7 (1): 41-70.
- COELHO, C. B. & ESTEVES, L. M. 2008 a. Morfologia de esporos de pteridófitas do Parque Estadual do Ipiranga (São Paulo, Brasil): 17-Pteridaceae. *Hoehnea*, 35 (1): 91-98.
- COELHO, C. B. & ESTEVES, L. M. 2008 b. Morfologia de esporos de pteridófitas do Parque Estadual do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 6-Dicksoniaceae, 12 Lophosoriaceae, 14-Ophioglossaceae. *Hoehnea*, 35 (3): 419-423.
- COLINVAUX, P., DE OLIVEIRA, P.E. & PATIÑO, J.E.M. 1999. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York: Harwood Publishers, 180 p.
- COSTA, F.N. & SANO, P.T. 2007. Menispermaceae. In: T. S. Melhem, M.G.L. Wanderley, S. E. Martins, S. L. Jung-Mendaçolli, G. J. Shepherd & M. Kirizawa (eds.).

Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, v. 5, pp. 227-235.

DALY, D. C. 2002. *Crepidospermum atlanticum* sp. nov., a Genus New to the Atlantic Forest Complex of Eastern Brazil. Studies in Neotropical Burseraceae X. Royal Botanic Gardens: Kew Bulletin 57 (2): 471-477.

DE OLIVEIRA, P. E. 1992. A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil. Tese (Doutorado em Palinologia do Quaternário) - The Ohio State University, Columbus, Ohio. 238 p.

DUARTE, M.C., ESTEVES, G.L. & SEMIR, J. 2007. Bombacaceae In: Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. L. Sheperd, T. S. Melhem & A. M. Giuliatti (cords.) vol 5, p. 21-37.

DURIGAN, G., BAITELLO, J. B., FRANCO, G. A. D. C. & SIQUEIRA, M. F. 2004. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Editora e Gráfica Páginas e Letras, 475 p.

FERNANDES, R. S. 2002. Evolução da Floresta de Araucária durante o último ciclo glacial: Uma análise palinológica. 27 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Guarulhos.

FERNANDES, R. S. 2005. Análise palinológica de sedimentos superficiais da região de Guarapuava-PR: A chuva polínica e sua relação com diferentes tipos de vegetações. 24 f. Monografia de especialização em Gestão Ambiental – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos.

FERNANDES, R. S. 2008. Reconstrução Paleoambiental da Lagoa Fazenda durante o Neopleistoceno e Holoceno, na região de Jussara, Estado do Paraná, com ênfase em estudos palinológicos. 122 f. Dissertação de mestrado, Programa em Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos, Guarulhos.

- FERRAZ-VICENTINI, K. R. 1993. Análise Palinológica de uma vereda em Cromínia, GO. 136 f. Dissertação de mestrado em Geociências – Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.
- FRANCESCHINE, I. M., BURLIGA, A. N., REVIERS, B., PRADO, J. F. & REZIG, S. H. 2010. Algas: Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. Editora Artmed, Porto Alegre, 332 p.
- GARCIA, M. J. 1994. Palinologia de Turfeiras Quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo. Tese de doutorado em Geociências – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 354 p. 3 vols.
- GARCIA, M. J. 1997. Palinologia de turfeiras quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil. Parte I: Fungos, Algas, Briófitas e Pteridófitas. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências*, 2 (esp.): 148-165.
- GARCIA, M. J. 1998. Palinologia de turfeiras quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil. Parte II: Gymnospermae e Magnoliophyta. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências, Guarulhos*, 3 (6): 84-107.
- GARCIA, M. J., DE OLIVEIRA, P. E., SARAIVA, R. & SIQUEIRA E. 2004. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 131 (1): 181-199.
- GRIMM, E. C. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computers and Geosciences* 13(1): 13-35.
- GRAHAM, L. E.; WILCOX, L. W. 2000. *Algae*. New Delhi: Prentice Hall, 640 p.
- GRENFEL, H. R. 1995. Probable fossil Zygnematacean algal spore genera. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 84, n. 3, p. 201-220,

- GUIMARÃES, E.G.T. & PYLE, E.H. 1999. Levantamento florestal de 20 ha na Floresta Nacional do Tapajós. LBA, Santarém, Pará. 30pp.
- HATUSHICA, R. S. 2005. Investigação sismoestratigráfica do Lago Juparanã baixo curso do Rio Doce, Linhares (ES). Monografia do Curso de Graduação do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 84p.
- HEUSSER, C. J. 1971. Pollen and Spores of Chile. Modern types of Pteridofita, Gimnospermae and Angiospermae. The University of Arizona Press, Tucson, 166 p.
- HOOGUIEMSTRA, H. 1994. Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá Colombia: a continuous record of the last 3,5 million years. *Dissertationes Botanicae*, 79:7-368
- HOSOKAWA, T. 1954. [On the Camptosperma forests of Kusaie in Micronesia, with special reference to the community units of epiphytes](#). *Vegetatio* 5; 351-360.
- IWATA, B. F. & CÂMARA, F. M. M. 2007. Caracterização ecológica da comunidade fitoplânctônica no rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. In: Anais II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte-Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa – PB.
- JOLY, A.B. 2002. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 13 ed. São Paulo, Editora Nacional.
- KIRIZAWA, M. & ABREU, C. T. 2002. Bixaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, A. M. Giulietti, T. S. Melhem, V. Bittrich & C. Kameyama (cords.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. FAPESP. HUCITEC (ed.). v. 2, p. 55-56.
- KIRKBRIDE, J. H. 1976. Confirmation of hybridization between *Declieuxia fruticosa* and *D. passerina* (Rubiaceae). *Brittonia* 28 (3): 341-347.
- LARROSA, C. R. R. & DUARTE, M. R. 2006. Anatomia foliar e caulinar de *Forsteronia glabrescens*, Apocynaceae. *Acta Farm. Bonaerense* 25 (1): 28-34.

- LEAL, M. G. & LORSCHREITER, M. L. 2006. Pólen, esporos e demais palinóforos de sedimentos holocênicos de uma floresta paludosa, Encosta Inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 61 (1-2): 13-47.
- LEAL, C. G. & CÂMARA, I. G. 2005. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status*. Washington: Island Press, 471 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF* 35: 41-46.
- LEDRU, M.P. 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research* 39: 90-98.
- LEONHARDT, A. & LORSCHREITER, M. L. 2007. Palinóforos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 30 (1): 47-59.
- LEONHARDT, A. & LORSCHREITER, M. L. 2008. Pólen de gimnospermas e angiospermas do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, 31 (4): 645-658.
- LIMA, L. R. & PIRANI, J. R. 2005. Burseraceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Sheperd, T. S. Melhem & A. M. Giulietti (coords.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. FAPESP. Rima ed., v. 4, p. 163-168.
- LORENTE, F. L. 2010 Análise palinológica da vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 59 p.
- LORENTE, F. L. & MEYER, K. E. B. 2010. Palinóforos da Vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 2: 133-169.
- LORENZI, H. 2008a. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 1. 384 p.

LORENZI, H. 2008b. Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª Edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 704 p.

LORENZI, H. 2009a. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2. 384 p.

LORENZI, H. 2009b. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 3. 384 p.

LORENZI, H. 2010. Flora Brasileira Lorenzi: Areacaceae (Palmeiras). 1ª Edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 368 p.

LORSCHUITTER, M. L., 1988. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, Cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições taxonômicas. Pesquisas 21: 61-117.

LORSCHUITTER, M. L. & DILLENBURG, S. R. 1998. Holocene palaeoenvironments of the northern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandai lagoon sediments. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 11: 73–97.

LORSCHUITTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G. & MOSBRUGGER, V. 1998. Pteridophyta spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part I. *Paleontographica Abt. B*, Stuttgart, 246: 1-113,

LORSCHUITTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G. & MOSBRUGGER, V. 1999. Pteridophyte Spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil. *Paleontographica, Abt. B*. 251: 71-235.

LORSCHUITTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G. & MOSBRUGGER, V. 2001. Pteridophyta spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part III. *Paleontographica Abt. B*, Stuttgart, 260: 1-165.

LORSCHUITTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G. & MOSBRUGGER, V.

2002. Pteridophyta spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part IV. *Paleontographica Abt. B*, Stuttgart, 263: 1-159.
- LORSCHUITTER, M. L., ASHRAF, A. R., WINDISCH, P. G. & MOSBRUGGER, V. 2005. Pteridophyta spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part V. *Paleontographica Abt. B*, Stuttgart, 270: 1-180,
- LORSCHUITTER, M.L., ASHRAF, A.R., WINDISCH, P.G. & MOSBRUGGER, V. 2009. Pteridophyta spores of Rio Grande do Sul Flora, Brazil, Part VI. *Paleontographica Abt. B*, Stuttgart, 281: 1-96.
- LÜDTKE, R. & MIOTTO, S. T. S. 2004. O gênero *Polygala* L. (Polygalaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 2(2): 49-102.
- LUTHER, 2004. An alphabetical list of Bromeliad binomials. In: 9<sup>th</sup> ed. The Bromeliad Society International, Sarasota. 109p.
- LUZ, C. F. P. & BARTH, O. M. 2000. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos Holocenicos da Lagoa de Cima, noerte do estado do Rio de Janeiro, Brasil-Dicotyledoneae. *Leandra* 15: 11-34.
- LUZ, C. F. P. & BARTH, O. M. 2002. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos Holocenicos da Lagoa de Cima, noerte do estado do Rio de Janeiro, Brasil-Monocotyledoneae, Lycopodophyta, Pteridophyta e Bryophyta. *Leandra* 17:7-22.
- LUZ, C. F. P., BARTH, O. M., MARTIN, L., SILVA, C. G. & TURCQ, J. 2011. Palynological evidence of the replacement of the hygrophilous forest by fiel vegetation during the last 7,000 years B.P. in the northern coast of Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83(3): 939-951.
- MACEDO, R. B., SOUZA, P. A. & BAUERMANN, S. G. 2009. Catálogo de pólen, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 64 (2): 43-78.

MARCHANT, R., ALMEIDA, L., BEHLING, H., BERRIO, J. C., BUSH, M., CLEFF, A., DUIVENVOORDEN, J., KAPPELLE, M., DE OLIVEIRA, P. E., OLIVEIRA-FILHO, A. T., LOZANO-GARCIA, S., HOOGHMSTRA, 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 lodge within the Latin American Pollen Database. Review of Palaeobotany and Palynology, 121: 1-75.

MARTINS, A. B. 2000. Three New Brazilian Species in the Genus *Marcetia* (Melastomataceae, Melastomeae). Missouri Botanical Garden 10: 224-229.

MARTINELLI, G. & FORZZA, R.C. 2006. - *Pitcairnia* L'Hér. (Bromeliaceae): uma nova espécie, *P. azouryi* Martinelli & Forzza, e observações sobre *P. encholirioides* L. B. Sm. Revista Brasileira de Botânica, vol. 29 (4): 603-607.

MEDEANIC, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the Coastal Plain of the Rio Grande do Sul, Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology 141: 83-101.

MAMEDE M. C. H. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: (Malpigiaceae). Universidade de São Paulo, Bol. Botânica 9: 157-198.

MEDEIROS, V. B. 2010. *Estação ecológica juréia-itatins (sp) e as flutuações de níveis marinhos abaixo do atual no holoceno: palinologia e paleoclima*. 144 f. Dissertação de mestrado em Ciências - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos.

MELHEM, T. S. A., CRUZ-BARROS, M. A. V., CORRÊA, A. M. S., MAKINO

WATANABE, H., SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F. & ESTEVES, V. L. G. 2003 Variabilidade Polínica em Plantas de Campos de Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, SP, 16: 104 p.

- MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA JÚNIOR, M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRA, P. E. 2008. Flora Vascular do Cerrado. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. Pp. 289-556.
- MIRANDA, M. M. B. & ANDRADE, T. A. P. 1990. Fundamentos de Palinologia. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará. 99 p.
- MITTERMEIER, R. 1997. Diversidade de primatas e a floresta tropical: estudos de casos de Brasil e Madagascar e a importância dos países de megadiversidade. In: E. O. Wilson (ed.). *Biodiversidade*. São Paulo (SP): Editora Nova Fronteira, p. 186-197.
- MURILLO, M. T. & BLESS, M. J. M. 1974. Spores recent Colombian Pteridophyta. I. Trilete Spores. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 18: 223–269.
- MURILLO, M. T. & BLESS, M. J. M. 1978. Spores recent Colombian Pteridophyta. II. Monolete Spores. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25: 319-365.
- MYERS, N. 1997. Florestas tropicais e suas espécies sumindo, sumindo, sumindo...? In: E. O. WILSON (ed.). *Biodiversidade*. São Paulo (SP): Editora Nova Fronteira, p. 186-197.
- NASCIMENTO, L. R. S. L. 2008. Dinâmica Vegetacional e Climática Holocênica da Caatinga, na Região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE. 137 f. Dissertação de mestrado em Geociências - Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.
- NASH, D. L. & MORENO, N. P. 1981. Flora de Vera Cruz: Boraginaceae. Publicação do Instituto Nacional de Investigação sobre os recursos Bióticos Xalapa, Veracruz, Fascículo 18, 149p.
- NEVES, P. C. P. das. 1998. Palinologia de sedimentos Quaternários no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão. 513 f. Tese de doutorado em

Geociências – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NEVES, P. C. P. & BAUERMAN, S. G. 2003. Catálogo palinológico de coberturas quaternárias do Estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil.

Descrições taxonômicas – Parte I: fungos, algas, palinófitos outros e fragmentos de invertebrados. Pesquisas, Botânica 53: 121-149.

NEVES, P. C. P. & LORSCHREITER, M. L. 1992. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas, Parte I: fungos, algas, briófitos, pteridófitos, palinófitos outros e fragmentos de invertebrados. Acta Geológica Leopoldensia XV(36): 83-114.

PASTORE, J. A. 2003. Meliaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, A. M. Giulietti & T. S. Melhem (coords.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: Rima, ed., v.3, p. 225-240.

PENNINGTON, R.T., PRADO, D.E. & PENDRY, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography 27:261-273.

PESSENDA, L. C. R., DE OLIVEIRA, P. E., MOFATTO, M., MEDEIROS, V. B., GARCIA, J. F. & ARAVENA, R. 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.

PESSENDA, L. C. R., et al., 2012. A milenar Amazônia capixaba: Mata Atlântica do Espírito Santo guarda resquícios da Floresta Amazônica de 7,8 mil anos atrás. In: FIORAVANTI, C. Revista FAPESP, 194: 46-51.

PRANCE, G. T. 2003. Chrysobalanaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, T. S. Melhem, A. M. Giulietti & M. Kirizawa (coords.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. FAPESP, Rima ed., v. 3, p. 33-44.

RIBEIRO, J. E. L. DO S., HOPKINS, M. J. G., VICENTINI, A., SOTHERS, C. A., COSTA, M. A. DA S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G., ASSUNÇÃO, P. A. C. L., PEREIRA, E. DA C., SILVA, C. F., MESQUITA, M. R. & PROCÓPIO, L. C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus, INPA. 816p.

ROSSIGNOL, M. 1962. Analyse pollinique de sédiments marins quaternaries em Israel. II Sédiments Pleistocenes. Pollen et Spores 4: 121-148.

ROTH, L. & LORSCHREITER, M. L. 2008. Palinomorfos de um perfil sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Sér. Bot., 63 (1): 69-100.

ROUBIK, D. W. & MORENO, P. J. E. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Missouri: Botanical Garden 36, 270 p.

SALGADO-LAUBOURIAU, M. L. 2007. Critérios e técnicas para o quaternário. São Paulo: Editora Blucher, 387 p.

SAMPAIO, D.; SOUZA, V. C.; DE OLIVEIRA, A. A.; PAULA-SOUZA, J.; RODRIGUES, R. R. 2005. Árvores da Restinga. Guia Ilustrado para identificação das espécies da Ilha do Cardoso. São Paulo: Editora Neotrópica, 1º Ed., 277p.

SALGADO-LAUBOURIAU, M. L. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Rio de Janeiro: Acad. Bras. Ciências, 291 p.

SALGADO-LAUBOURIAU, M. L. & MORHY, L. 1969. Pollen grains of plants of the "Cerrado". XXII: Myrsinaceae, Ochnaceae and Polygalaceae. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 41 (2): 249-258.

- SCHERER, C. & LORSCHHEITTER, M. L. 2007. Palinomorfos de fungos e criptógamas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, Planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 22 , n. 1, p. 131-144.
- SCHERER, C. & LORSCHHEITTER, M. L. 2009. Pólen de gimnospermas e angiospermas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta bot. bras.*, 23 (3): 681-696.
- SEBASTIANI, R. 2010. Estudos Taxonômicos em *Janusia A. Juss.* (Malpighiaceae). Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. 177 p.
- SECCO, R.S. 2001. Notas adicionais sobre a taxonomia e distribuição geográfica dos gêneros *Alchorneopsis*, *Cleidion* e *Polyandra* (Euphorbiaceae). *Acta Botânica Brasilica* 15:45-56.
- SIQUEIRA, J. C. 1988. Considerações taxonômicas sobre as espécies brasileiras do gênero *Pfaffia* Mart. (Amaranthaceae). *Acta Biologica Leopoldensia* 10: 269-278.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2008. Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2º Edição. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 704 p.
- TAYLOR, D. W. 2003. A Taxonomic Revision of the Genus *Chione* (Rubiaceae). National Botanic Garden of Belgium: Systematics and Geography of Plants 73 (2): 171-198.
- TRAVERSE, A. 2008. Paleopalynology. 2nd ed. New York: Springer. 813 p.
- TRYON, R. M. & TRYON, A. F. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. Springer Verlag, New York. 857 p.
- VAN GEEL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1977. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology* 25(5): 377-392.

VOZZO, J. A. 2002. Tropical tree seed manual. Washington DC: USDA Forest Service, Agriculture Handbook 721. Free of charge (softback). 899 pp.

WEBSTER, G.L. 1994. Synopsis of the genera and suprageneric *taxa* of Euphorbiaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden* 81:33-144.

WILLIAMS, L. O. 1973. *Sommeria* (Rubiaceae) in North America. *Field Museum of Natural History, Phytologia* 26:121-126.

<http://www.discovererlife.org> (accessed 2012, May)

[arvoresdobrasil.com.br](http://arvoresdobrasil.com.br). (accessed 2012, May)

***SEGUNDO ARTIGO:***

**RECONSTITUIÇÃO VEGETACIONAL E CLIMÁTICA HOLOCENA NA  
ÁREA DO LAGO JUPARANÃ, CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO  
SANTO.**

**HOLOCENE VEGETATION AND CLIMATIC RECONSTITUTION IN THE  
JUPARANÃ LAKE AREA, CENTRAL-NORTH OF THE STATE OF ESPÍRITO  
SANTO, BRAZIL.**

# RECONSTITUIÇÃO VETACIONAL E CLIMÁTICA HOLOCENA, NA ÁREA DO LAGO JUPARANÃ, CENTRO NORTE DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO, BRASIL

Thiago de Carvalho NASCIMENTO<sup>1</sup>; Maria Judite GARCIA<sup>1</sup>; Paulo Eduardo de OLIVEIRA<sup>2</sup>; Cláudio Limeira MELLO<sup>3</sup>; Luiz Carlos Ruiz PESSENDA<sup>4</sup>; KATIA MARIA DE R. C. D. E MELLO<sup>6</sup>

1- Lab. Palinologia e Paleobotânica / CEPP – UnG, Brasil, e-mail: [thiago.dnascimento@edu.ung.br](mailto:thiago.dnascimento@edu.ung.br), [mgarcia@ung.br](mailto:mgarcia@ung.br)

2-Universidade São Francisco, Brasil, e-mail: [paulo@bjd.com.br](mailto:paulo@bjd.com.br)

3-Departamento de Geologia/UFRJ, e-mail: [limeira@geologia.ufrj.br](mailto:limeira@geologia.ufrj.br)

4-Laboratório de C<sup>14</sup> - CENA/USP, Brasil, e-mail: [pessenda@cena.usp.br](mailto:pessenda@cena.usp.br)

6- In memoriam

**RESUMO.** O presente estudo reconstitui a história vegetacional e climática da Mata Atlântica no setor centro-norte do Estado do Espírito Santo (Brasil) a partir de análises palinológicas dos sedimentos depositados no Lago Juparanã. Entre os objetivos deste trabalho, pretende-se contribuir para a determinação dos processos relacionados à gênese deste lago, visto que se localiza próximo à desembocadura do rio Doce no Oceano Atlântico, fato que tem levado a indagações sobre a possível influência marinha, fruto das variações do nível relativo do mar, desde a sua instalação e evolução. Para o entendimento destas questões, coletou-se um testemunho no setor mais profundo da bacia lacustre. Os palinomorfos apresentam alta diversidade de tipos polínicos de elementos arbóreos característicos da Mata Atlântica *sensu lato* e não foram constatadas mudanças na vegetação, durante o período cronológico equivalente à deposição dos sedimentos, aproximadamente 7.000 anos A. P. O predomínio quase que absoluto de árvores e arbustos sobre as ervas indica condições de mata fechada com árvores de grande porte e estabilidade climática, com umidade durante o Holoceno. Os resultados da análise palinológica indicam que não houve influência marinha nos sedimentos estudados.

**Palavras-chave:** Palinologia, Paleoclima, Quaternário, Estado do Espírito Santo, Brasil.

**ABSTRACT: HOLOCENE VEGETATION AND CLIMATIC RECONSTITUTION IN THE JUPARANÃ LAKE AREA, CENTRAL-NORTH OF THE STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL**

This study reconstructs the Holocene flora and the climatic history of the Atlantic rainforest in the central-north of the State of Espirito Santo (Brazil), as from the pollen analysis of the sediments deposited in the Juparanã, Lake located around the two most important primary forest reserves belonging to the Brazilian Atlantic rainforest biogeographical domain; the Sooretama Biological Reserve and the Vale do Rio Doce Natural Reserve. This study discusses determine the processes related to the genesis of this lake is expected due to its location - near the Rio Doce confluence - in the Atlantic Ocean as some doubts about the possible marine influence in its origin and evolution have appeared in the literature. To understand these issues, a sediment core at the deepest point of the lake basin was collected. For the palynomorphs extraction we used the acetolysis technique and the introduction of a tablet with spores exotic of *Lycopodium clavatum* as well to determine the botanic taxon individual concentration. The palynomorphs show a high diversity of arboreal elements pollen types, typical of the Atlantic rainforest, *sensu lato*, and no changes were seen in the flora during the chronological period equivalent to the sediments deposition, about 7000 years B. P. The most absolute predominance of trees and bushes, in comparison with the herbs indicates dense forest conditions consisting of large trees and climatic stability during the Holocene. The palynological data indicate that there is no evidence of marine influence on the study sediments.

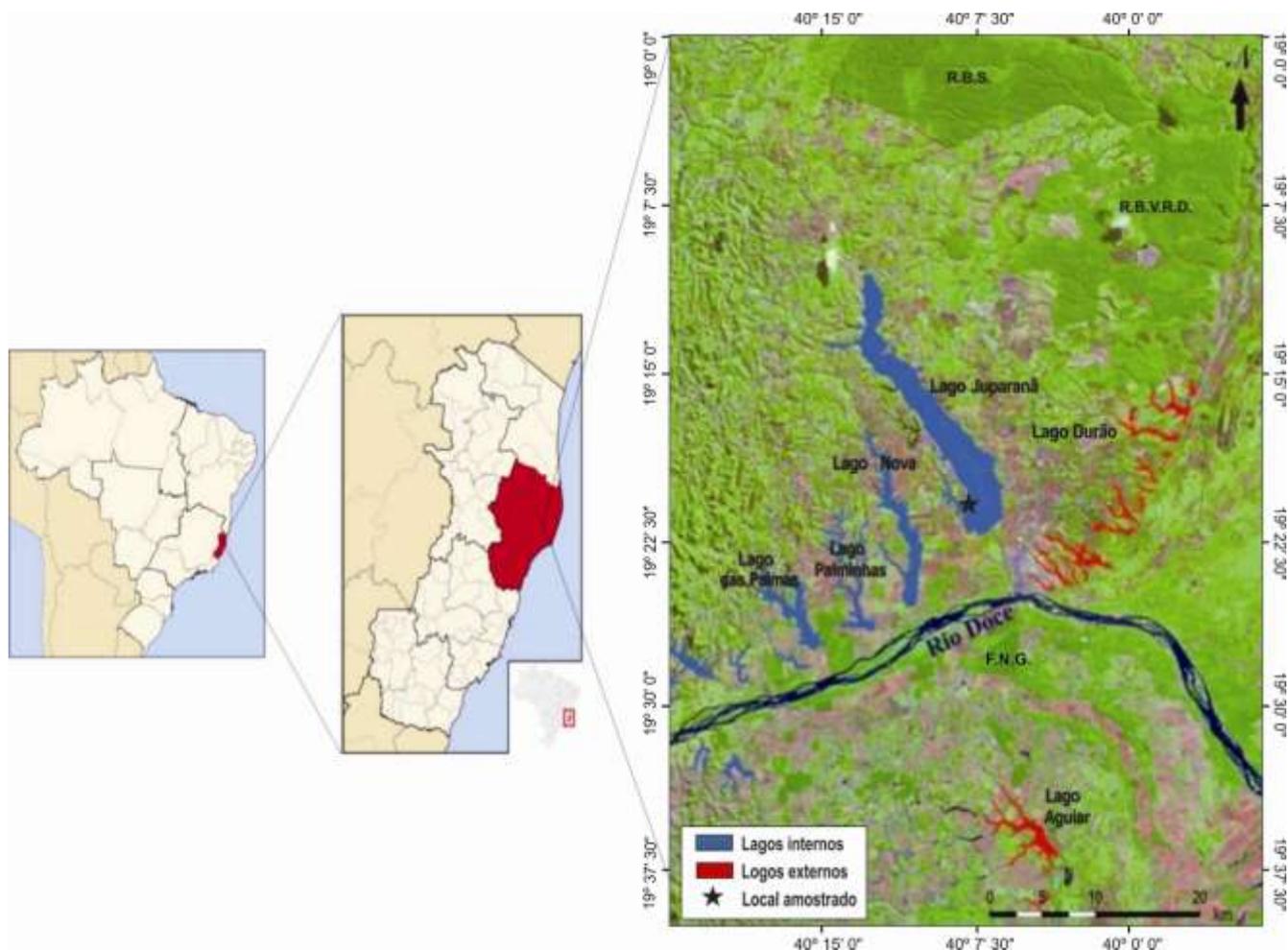
*Keywords:* Palynology, paleoclimate, Quaternary, state of Espirito Santo, Brazil.

## **Introdução**

A área de estudo selecionada para esta pesquisa situa-se no setor centro-norte do Estado do Espírito Santo, detentor de três das mais importantes reservas naturais de Mata Atlântica, em estado primário no Brasil: a Reserva Biológica de Sooretama, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce e Floresta Nacional de Goytacazes (Garay & Rizzini, 2004). A Mata Atlântica é um dos centros de maior diversidade biológica e, a cada dia, mais ameaçada de extinção (Myers, 1997). Desde a chegada dos europeus ao Brasil em 1500, a Mata Atlântica tem sofrido com o impacto antrópico, que já dizimou mais de 90% de sua área original. O aumento populacional, principalmente ao longo da costa, criou um padrão urbanístico caracterizado por grandes cidades concentradas nesse ecossistema, o que para Leal & Câmara (2005) dificulta a recuperação ambiental. Além da perda dessa importante vegetação, a ciência brasileira sofre ainda com o desconhecimento da sua história ambiental, mais precisamente dos seus aspectos evolutivos durante o Quaternário (últimos 2,6 milhões de anos), quando a costa brasileira foi palco de várias mudanças naturais associadas às oscilações climáticas e às variações do nível do mar, (Suguio & Martin, 1978; Suguio et al., 1985; Dawson, 1992).

Um dos questionamentos da presente pesquisa trata da influência ou não da variação do nível do mar durante o Holoceno na composição e evolução da vegetação na área do Lago Juparanã. Durante o Holoceno, o Lago Juparanã, devido à sua proximidade com o Oceano Atlântico (cerca de 40 km), sofreu possivelmente influência das transgressões marinhas, especialmente a Transgressão Santos, por volta de 5.500 anos A.P., quando o nível marinho atingiu cerca 6 m acima do nível atual (Suguio et al., 1985).

Esta pesquisa paleoambiental emprega como técnica central a Palinologia do Quaternário, que analisa principalmente grãos de pólen de árvores, arbustos e ervas terrestres e aquáticas e esporos de briófitas, de pteridófitas e de algas, assim como restos de organismos preservados em vários tipos de sedimentos com idade de até 2,6 milhões de anos (Erdtman, 1952; Salgado-Labouriau, 2007; Traverse, 2008). As características morfológicas desses palinomorfos favorecem sua identificação e comparação com os atuais, já que se trata de táxons viventes, dessa forma é possível sua identificação e torna a interpretação ecológica mais confiável (Traverse, 2008). Assim, um dos objetivos principais é a reconstituição da história vegetacional e climática, dos últimos 7.000 anos, da Mata Atlântica na região centro-norte do Estado do Espírito Santo, com base em análises palinológicas.



**Figura. 1.** Localização do Lago Juparanã, Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. A nordeste do lago encontram-se as reservas naturais de Sooretama (R.B.S) e da Vale do Rio Doce (R.B.V.R.D) e a sul a Floresta Nacional de Goytacazes (F.B.G.) (Modificado de Hathushika, 2005).

## **Materiais e métodos**

Foram realizadas quatro perfurações no Lago Juparanã, com o amostrador tipo Livingstone em pontos distintos do lago sob uma coluna de água máxima de 20 m. Após a abertura dos testemunhos no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da UFRJ, o testemunho J-1 com 8,83 metros de comprimento, foi escolhido para o presente estudo e foi subamostrado em pílulas de 1 cm<sup>3</sup> com um amostrador volumétrico, em intervalos de 20 cm, para processamento químico e extração dos

palinomorfos. Quatro amostras ricas em matéria orgânica foram selecionadas para datação  $^{14}\text{C}$  e enviadas ao laboratório Beta Analytic, em Miami, EUA.

O processamento químico para extração dos palinomorfos seguiu o protocolo palinológico internacional, encontrado em Colinvaux et al. (1999), com adição de 2 pastilhas contendo esporos exóticos de *Lycopodium clavatum* (Stockmarr, 1971).

A identificação dos palinomorfos foi realizada com base na comparação morfológica entre os elementos subfósseis e os encontrados na Palinoteca Atual de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG, e com o auxílio de catálogos morfológicos presentes em Erdtman (1969), Colinvaux et al. (1999), Roubik & Moreno (1991), entre outros. Os resultados brutos das contagens foram inseridos nos programas computacionais Tilia/TiliaGraph (Grimm, 1987) e convertidos em valores percentuais e de concentração, subsequentemente representados em palinodiagramas utilizados na interpretação paleoambiental. O subprograma do Tilia/TiliaGraph CONISS foi utilizado para auxiliar no estabelecimento do zoneamento, com base na concentração de 40 tipos polínicos considerados importantes.

## **Resultados**

Com o auxílio do subprograma CONISS, foram reconhecidas cinco palinozonas, denominadas aqui de ecozonas JUP: a primeira ecozona JUP1, entre 833 e 660 cm de profundidade; JUP2, entre 660 e 525 cm; JUP3, entre 525 e 292 cm; JUP4, entre 292 e 150 cm; JUP5, entre 150 e 0 cm. As idades nos limite das zonas polínicas foram extrapoladas com base na taxa de sedimentação (cm/ano).

A seguir são descritas as características de cada ecozona. Os palinomorfos foram organizados de acordo com suas características ecológicas, como árvores/arbustos (Figuras 4a-f), ervas (Figura 5), pteridófitas e algas (Figura 6). Incluem-se neste trabalho

uma nova categoria denominada de árvores, arbustos, ervas ou lianas (Figura 7), onde estão incluídas famílias e gêneros com hábitos ecológicos variados. Na categoria árvores e arbustos os gêneros e famílias encontrados foram distinguidos em: elementos diversos em que estão incluídas árvores e arbustos compartilhados por três ou mais ecossistemas brasileiros, elementos amazônico/atlânticos que compreende táxons típicos da Mata Atlântica e Floresta Amazônica e elementos de mangue, os que ocorrem estritamente neste tipo de ecossistema. Na organização e separação das ervas, preferiu-se incluir como terrestres todas as que possuem hábitos estritamente ligados a condições de terra firme; nas ervas aquáticas, os táxons que vivem estritamente na água; nas ervas diversas, as famílias que vivem em terrenos secos e alagados; finalmente, em epífitas plantas que vivem sobre outras árvores ou em afloramento rochosos.

### **Ecozona JUP1**

Esta ecozona está localizada entre 8,33 e 6,60 m e corresponde às idades interpoladas 7.320 e 5.818 anos A.P. Caracteriza-se pela presença de elementos botânicos pertencentes ao extrato arbóreo/arbustivo com valores percentuais que variam entre 77% e 52% (Figura 2) e de concentração entre 28.000 e 10.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3) da soma polínica total. Os elementos arbóreo/arbustivos mais abundantes são *Alchornea*, *Arecaceae*, *Cecropia*, *Celtis*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosa/Mimosidae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Symplocos*, e *Trema*; secundariamente ocorrem *Anacardiaceae*, *Bagassa*, *Boraginaceae*, *Byrsonima*, *Cassia*, *Castila*, *Copaifera*, *Coussapoa*, *Myrsine*, *Piperaceae*, *Protium* e *Sebastiania*. Raramente estão representados *Acalypha*, *Acassia*, *Bignoniaceae*, *Cochlospermum*, *Cordia*, *Croton*, *Cupania*, *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Lamanonia*, *Maytenus*, *Pera*, *Roupala*, *Senna*, *Simarouba* e *Solanum* (Figuras 4a, b, c, d, e).

As ervas terrestres, por outro lado, apresentam valores percentuais que variam entre 1,5% a 4% (Figura 2) e concentrações entre 300 a 900 grãos/cm<sup>3</sup>, da soma polínica total (Figura 3). Entre as ervas terrestres estão mais bem representadas Asteraceae, secundariamente ocorrem Bromeliaceae, *Erygium* e *Hiraeae* (Figura 5).

As ervas diversas (Poaceae, Cyperaceae e *Borreria*) estão presentes desde a base ao topo desta zona e apresentam os valores de 18 a 10% (Figura 2) e 5.800 a 1.600 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Nota-se que as ervas diversas apresentam um acentuado declínio seguido de um aumento nos valores de concentração e porcentagem no final desta zona.

As ervas aquáticas estão ausentes em algumas amostras e mostram quantidades percentuais que variam de 0,1% a 0,8% (Figura 2). Já a concentração atinge no máximo 350 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3), da soma polínica total. O gênero presente é *Thypha* (Figura 5).

Os valores de concentração mostram queda dos elementos arbóreos e herbáceos no final desta zona.

As pteridófitas apresentam porcentagens de 24% no início da zona, decrescem até 8% e, em direção ao topo, oscilam entre 22 e 8% (Figura 2), enquanto as concentrações mostram valores entre 2.600 a 700 grãos/cm<sup>3</sup> em direção ao topo e voltam a aumentar até 3.600 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Estão presentes *Cyathea*, *Dicksonia*, *Selaginella*, Polypodiaceae e monoletes psilados (Figura 6).

As algas estão presentes da base ao topo desta ecozona e apresentam valores oscilantes entre 39.000 e 2.000 grãos/cm<sup>3</sup>, no final desta ecozona diminuem drasticamente até atingirem os valores de 2.000 grãos/cm<sup>3</sup>, os principais táxons encontrados nesta zona são *Pediastrum* e *Coelastrum* (Figuras 3 e 6).

No topo da ecozona, verifica-se nas figuras 2 e 3, palinodiagramas de porcentagem e concentração, que os elementos arbóreo/arbustivos sofrem queda nos

valores e os amazônico/atlânticos desaparecem, enquanto as pteridófitas sofrem aumento brusco e as ervas terrestres também são mais expressivas.

## **Ecozona JUP2**

Localiza-se entre 6,60 e 5,25 m de profundidade, que corresponde às idades interpoladas de 5.818 a 4.795 anos A.P. Esta ecozona também apresenta abundância de elementos arbóreo/arbustivos de floresta que variam, em porcentagem, de 50% a 76% (Figura 2) e de concentração entre 45.000 e 15.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Os principais táxons são: *Alchornea*, *Arecaceae*, *Cecropia*, *Celtis*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosa/Mimosaceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae* e *Trema*.

Secundariamente ocorrem *Castila*, *Bagassa* e *Boraginaceae*. São mais raros *Acassia*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Begonia*, *Bignoniaceae*, *Byrsonima*, *Cassia*, *Coussapoa*, *Cupania*, *Didymopanax*, *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Lamanonia*, *Myrsine*, *Protium*, *Roupala*, *Sebastiania*, *Senna* e *Symplocos* (Figuras 4a, b, c, d, e).

As ervas terrestres apresentam valores baixos que oscilam entre 4 a 1,8% da soma total (Figura 2). A concentração mostra uma variação de quantidades entre 2.000 e 450 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Estes valores referem-se a *Asteraceae* e raramente a *Amaranthus*, *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Chenopodium* e *Erygium*, *Gomphrena* (Figura 5).

As ervas diversas *Cyperaceae* e *Poaceae* oscilam entre 14 e 10% (Figura 2) e 6.500 e 3.100 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 3 e 5).

As ervas aquáticas mostram valores percentuais de 0,4% da soma total (Figura 2) e na concentração de 120 a 3 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3), com a melhor representação de *Thypha* (Figura 5).

Os valores das pteridófitas (*Cyathea*, *Dicksonia*, *Polypodiaceae*, *Selaginella*) caem na transição da ecozona anterior de 30 a 8% e 3.600 para 1.200 grãos/cm<sup>3</sup>

(Figuras 2 e 3), posteriormente voltam a aumentar, com oscilações, atingindo as maiores quantidades no meio da ecozona. Os dados de concentração são concordantes com os de porcentagem e mostram valores máximos de 1.800 e mínimos de 1.200 grãos/cm<sup>3</sup>. Em relação à zona anterior, as pteridófitas sofrem um decréscimo nos valores de porcentagem e concentração.

As algas oscilam entre 40.000 e 1.200 grãos/cm<sup>3</sup> e as maiores quantidades estão próximo ao topo (Figuras 3 e 6). No palinodiagramas de concentração por gênero (Figura 6), pode-se verificar que na base da ecozona as algas estão pouco representadas e aumentam com oscilações em direção ao topo. Embora os quatro gêneros estejam representados, as maiores quantidades são de *Coelastrum* e *Penium* ausentes nas amostras do topo.

Nota-se, no palinodiagrama de porcentagem (Figura 2), no meio da ecozona que os valores de árvores/arbustos são inversamente proporcionais aos de pteridófitas e de ervas diversas (os primeiros diminuem e os segundos aumentam) e os elementos amazônico/atlânticos também estão ausentes. Já na concentração (Figura 3) as árvores/arbustos e os táxons amazônico/atlânticos apresentam o mesmo comportamento dos dados percentuais, enquanto que as ervas diversas apresentam diferença nos dados de porcentagem e concentração.

### **Ecozona JUP3**

Delimitada entre 5,25 e 2,92 m de profundidade e pelas idades interpoladas de 4.795 a 2.990 anos A. P. Nesta ecozona os elementos arbóreo/arbustivos continuam dominantes, com oscilações, cujos valores variam de 78% a 60% (Figura 2). Já os dados de concentração estão entre 30.000 e 13.000 grãos/cm<sup>3</sup> e mostram intensa oscilação desses elementos ao longo da ecozona, com diminuição no meio e no final (Figura 3).

Os elementos arbóreos/arbustivos com os maiores percentuais nesta ecozona são *Alchornea*, *Arecaceae*, *Bagassa*, *Cecropia*, *Celtis*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosa*, *Mimosoidea*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae*, *Symplocos* e *Trema*. Secundariamente estão presentes *Acalypha*, *Bignoniaceae*, *Boraginaceae*, *Copaifera*, *Coussapoa*, *Lamanonia*, *Myrsine*, *Pera*, *Protium*, *Roupala*, *Sebastiania*. De forma rara estão presentes *Acassia*, *Alibertia*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Arabideae*, *Begonia*, *Byrsonima*, *Cassia*, *Cedrela*, *Centrolobium*, *Cestrum*, *Cochlospermum*, *Cordia*, *Cupania*, *Didymopanax*, *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Licania*, *Maytenus*, *Podocarpus*, *Senna*, *Solanum*, *Tabebuia*, *Tapirira* e *Zanthoxylum* (Figuras 4a, b, c, d, e).

Os elementos amazônico/atlânticos estão presentes na base da ecozona e desaparecem até quase ao topo, quando voltam em pequenas quantidades (Figuras 2 e 3).

As ervas terrestres oscilam entre as porcentagens de 1,0% e 5,5% (Figura 2) e concentração de 500 e 1.200 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Verifica-se no palinodiagrama de concentração (Figura 3) que, no meio da ecozona, as ervas terrestres sofrem redução, fato que também é constatado nas árvores/arbustos, nas pteridófitas e nas algas. No entanto as ervas diversas se mantêm com oscilações e valores mínimos de 5,5% e máximos de 1400 grãos/cm<sup>3</sup> e máximos de 12% e 4.800 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3).

As ervas aquáticas distribuem-se ao longo do perfil com valores percentuais máximos de 1,6% e mínimos de 0,1% (Figura 2). A concentração mostra quantidades máximas de 480 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3), sendo *Typha*, a mais importante (Figura 5).

Os táxons herbáceos mais representativos são *Cyperaceae* e *Poaceae* e secundariamente *Asteraceae*. Já *Amaranthus*, *Borreria*, *Chenopodium*, *Erygium*, *Gomphrena*, *Hiraeae*, *Lentibulariaceae* e *Thypha* são muito raros (Figura 5).

As pteridófitas apresentam oscilação entre 10 e 23% (Figura 2) e 1.100 e 3.400 grãos/cm<sup>3</sup>. Os valores percentuais e de concentração mostram aumento seguido de diminuição no final desta zona.

As algas atingem valores máximos de concentração na amostra de 4,42 m (35.170 grãos/cm<sup>3</sup>) devido ao aumento no número de indivíduos de *Coelastrum* e *Bothryococcus* (Figuras 3 e 6).

Na transição da ecozona JUP2 para JUP3 verifica-se uma diminuição na porcentagem e concentração das árvores e arbustos, ervas terrestres, ervas diversas concordante com o aumento das ervas aquáticas, pteridófitas e algas (Figura 3).

#### **Ecozona JUP4**

Localiza-se entre 2,92 e 1,50 m de profundidade, com as idades interpoladas entre 2.990 e 1.920 anos A.P. Nesta ecozona os valores percentuais de elementos arbóreo/arbustivos oscilam entre 78% e 65% (Figura 2), enquanto os de concentração mostram dois máximos destes elementos: o primeiro corresponde à profundidade de 2,62 m, com 55.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3), que corrobora com o máximo de ervas (terrestres, aquáticas e diversas). Já o segundo ocorre na profundidade 2,0 m, embora em menores quantidades, os elementos arbóreos atingem 45.000 grãos/cm<sup>3</sup>, quando também ocorre o aumento de ervas terrestres, diversas e aquáticas.

Os elementos arbóreo/arbustivos mais abundantes são *Alchornea*, *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Bagassa*, *Bignoniaceae*, *Boraginaceae*, *Cecropia*, *Celtis*, *Fícus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosa*, *Mimosaceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae*, *Protium*, *Symplocos*, e *Trema*. Secundariamente ocorrem *Apocynaceae*, *Byrsonima*, *Cassia*, *Castila*, *Copaifera*, *Coussapoa*, *Lamanonia*, *Pera* e *Sebastiania*. De forma rara estão presentes *Acalypha*, *Doliocarpus*, *Pinzona*, *Bombacaceae*, *Cedrela*,

*Centrolobium, Cochlospermum, Croton, Cupania, Cyphomandra, Didymopanax, Hedyosmum, Ilex, Roupala, Senna, Solanum, Trichilia e Zanthoxylum* (Figuras 4a, b, c, d, e).

As ervas terrestres mostram porcentagens de 5,5 e 1,8% (Figura 2) e concentração entre 2.600 a 400 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3).

As ervas diversas oscilam entre os valores de 5 e 12% e 1.200 a 8.600 grãos/cm<sup>3</sup>, apresentam um aumento na profundidade 2,40 m, concordante com a diminuição das árvores/arbustos, ervas terrestres, ervas aquáticas e algas (Figuras 2 e 3).

As porcentagens das ervas aquáticas estão entre 1 e 2% (Figura 2) e a concentração atinge no máximo 460 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3).

No final desta zona verifica-se que os elementos arbóreos diminuem e as ervas terrestres, diversas e aquáticas sofrem acréscimo (Figuras 2 e 3).

Os táxons mais abundantes entre as ervas são *Cyperaceae* e *Poaceae*, secundariamente estão *Asteraceae, Gomphrena* e *Hiraeae* e de forma mais rara estão presentes *Amaranthus, Chenopodium, Erygium, Lentibulariaceae* e *Typha* (Figura 5).

As pteridófitas são mais abundantes na base, oscilam, em porcentagem, entre 20% e 8%, e em concentração entre 4.200 e 1.200 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3). As mais representativas são *Cyathea* e *Polypodiaceae* (Figura 6).

As algas têm as maiores quantidades nesta ecozona *Botryococcus, Coelastrum* e *Pediastrum* têm a maior representação na profundidade 2,0 m, com 156.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 3 e 6).

### **Ecozona JUP5**

Esta ecozona está limitada na base a 1,50 m de profundidade e pelo topo do testemunho, com a idade interpolada de 1.920 a 808 anos A. P. Caracteriza-se pela

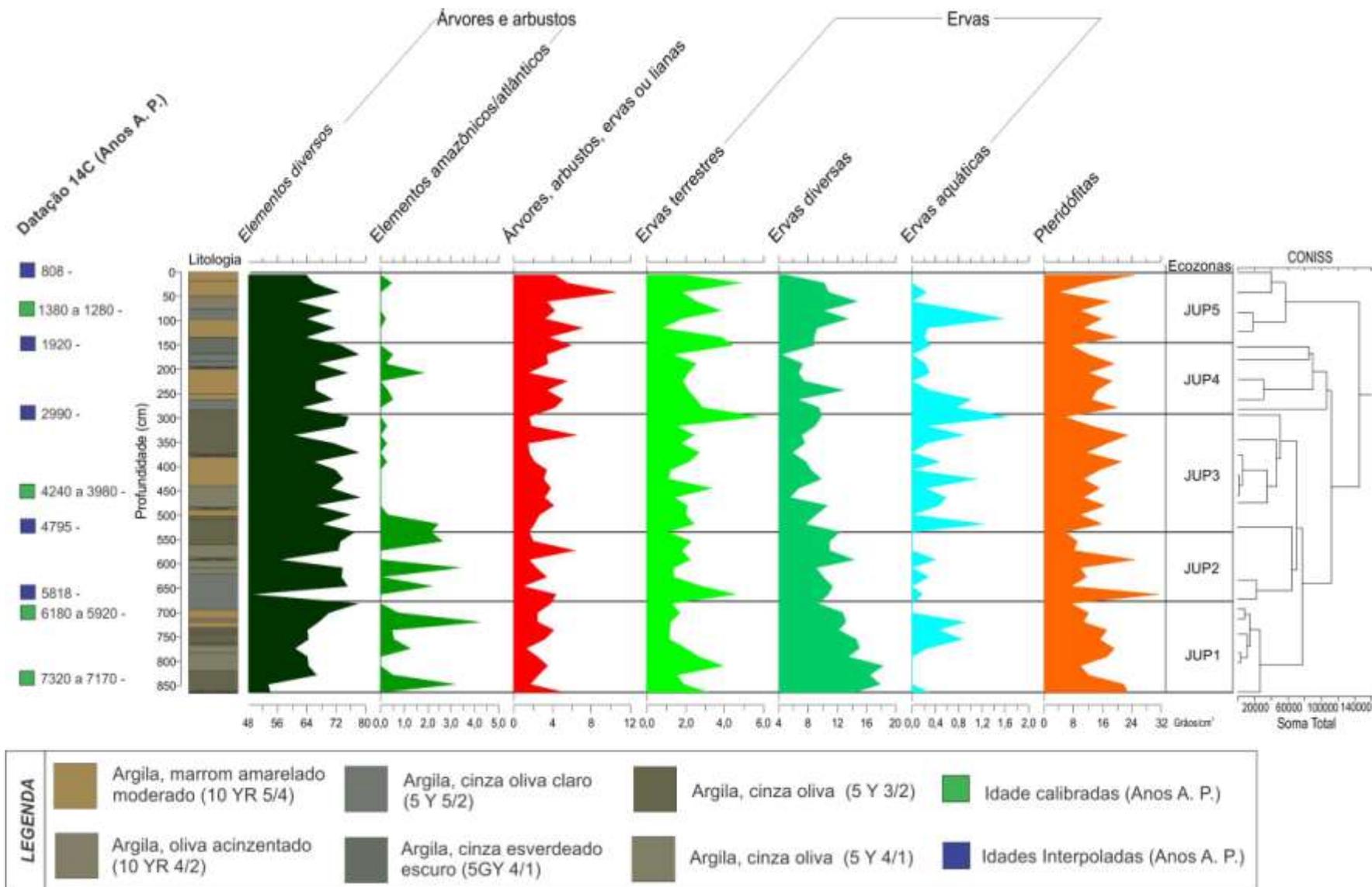
abundância de elementos de arbóreo/arbustivos que variam de 72% a 61% (Figura 2). A concentração apresenta quantidades entre 45.000 e 13.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Os principais elementos arbóreos/arbustivos são *Alchornea*, *Arecaceae*, *Bagassa*, *Bignoniaceae*, *Cecropia*, *Celtis*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosaceae*, *Myrtaceae*, *Piperaceae* e *Trema*. Secundariamente ocorrem *Acalypha*, *Acassia*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Boraginaceae*, *Cassia*, *Copaifera*, *Coussapoa*, *Didymopanax*, *Hedyosmum*, *Mimosa*, *Moraceae*, *Pera*, *Protium*, *Roupala*, *Sebastiania* e *Urticaceae/Moraceae/Ulmaceae*. De forma mais rara também estão presentes *Arabideae*, *Doliocarpus*, *Cedrela*, *Centrolobium*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Lamanonia*, *Licania* e *Tabebuia*, (Figuras 4a, b, c, d, e).

As ervas terrestres oscilam de 4,8% a 1% da soma total, já em concentração os valores estão entre 2.400 e 500 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3) e as maiores quantidades estão na amostra 80 cm. Estão representadas por *Amaranthus*, *Araceae*, *Asteraceae*, *Bromeliaceae*, *Catopsis*, *Gomphrena* e *Hiraeae* (Figura 5).

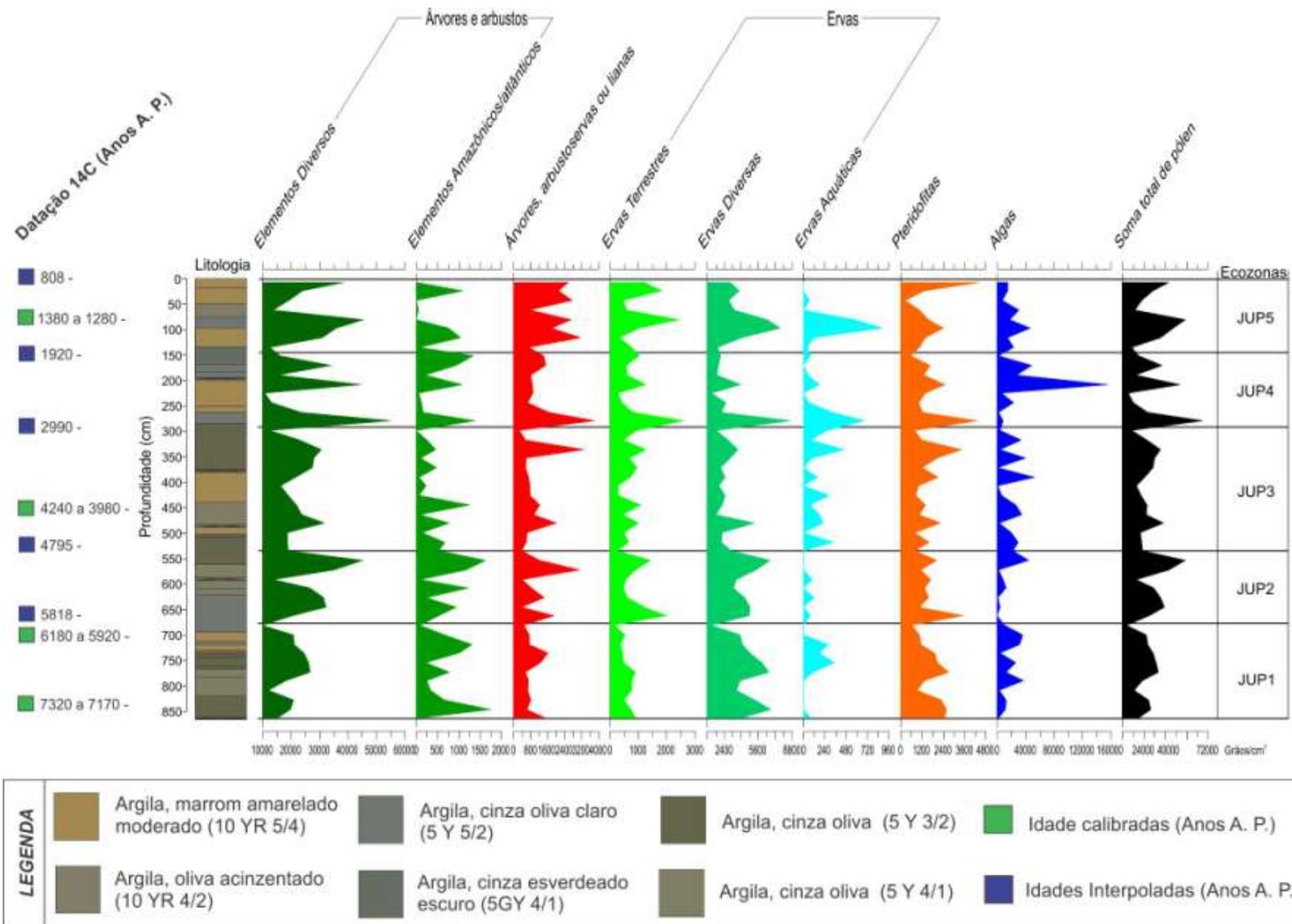
As ervas diversas ocorrem com valores percentuais de 15 e 7% e concentração de 8.000 a 1.750 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3), representadas por *Cyperaceae* e *Poaceae*.

As ervas aquáticas apresentam ao longo da zona porcentagens de 1,5% a 0,1% e concentrações de no máximo 895 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3), representadas por *Lentibulariaceae* e *Typha* (Figura 5).

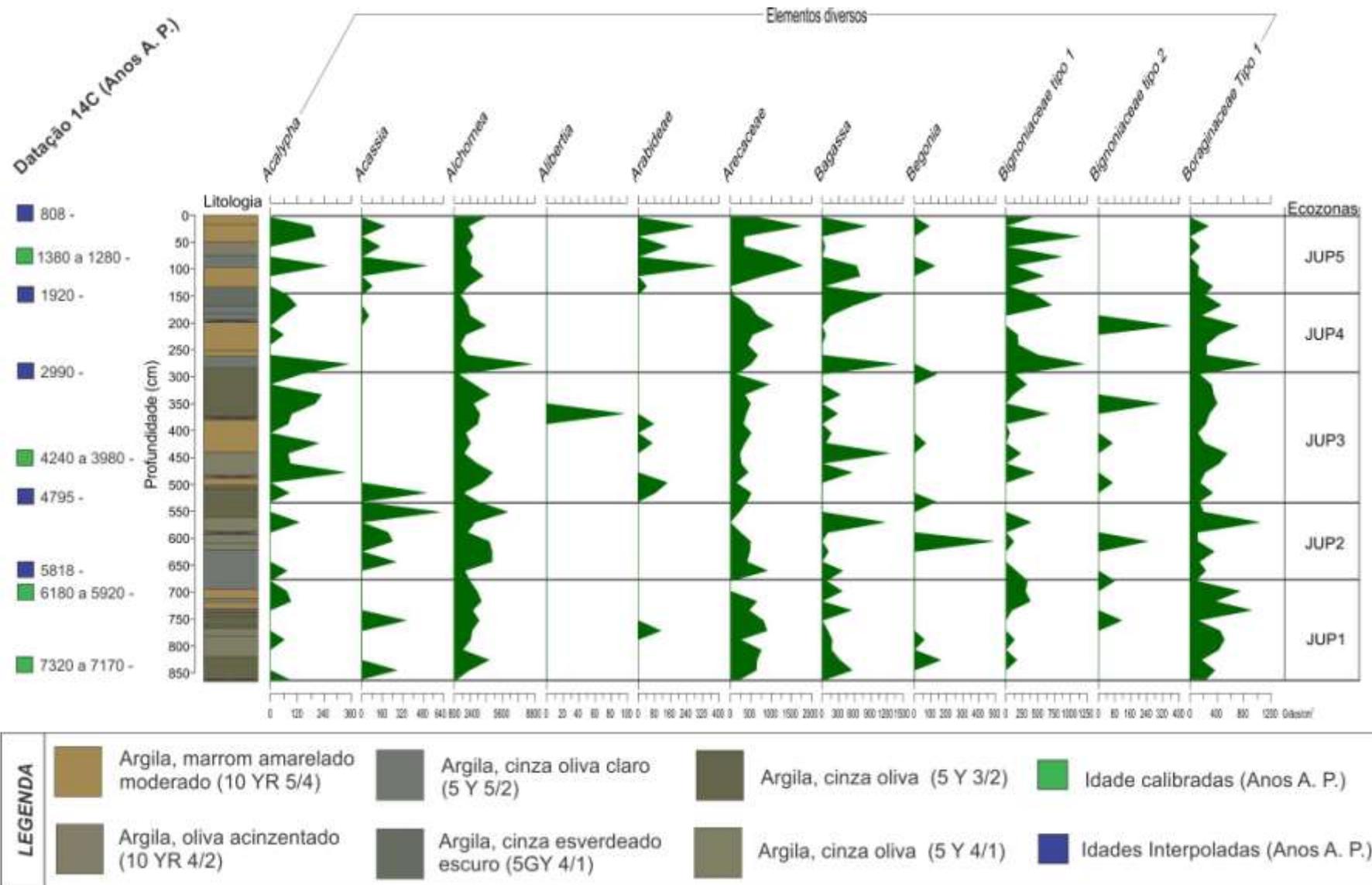
As pteridófitas apresentam valores percentuais entre 24% e 4% e de concentração de 4.200 a 600 grãos/cm<sup>3</sup>, com os maiores valores no final desta ecozona (Figuras 2 e 3). Estão representadas em maiores quantidades por *Cyathea*, monoletes psilados, *Polypodiaceae*, seguidas por *Dicksonia*, *Monoletes* escabrados e *Selaginella* (Figura 6).



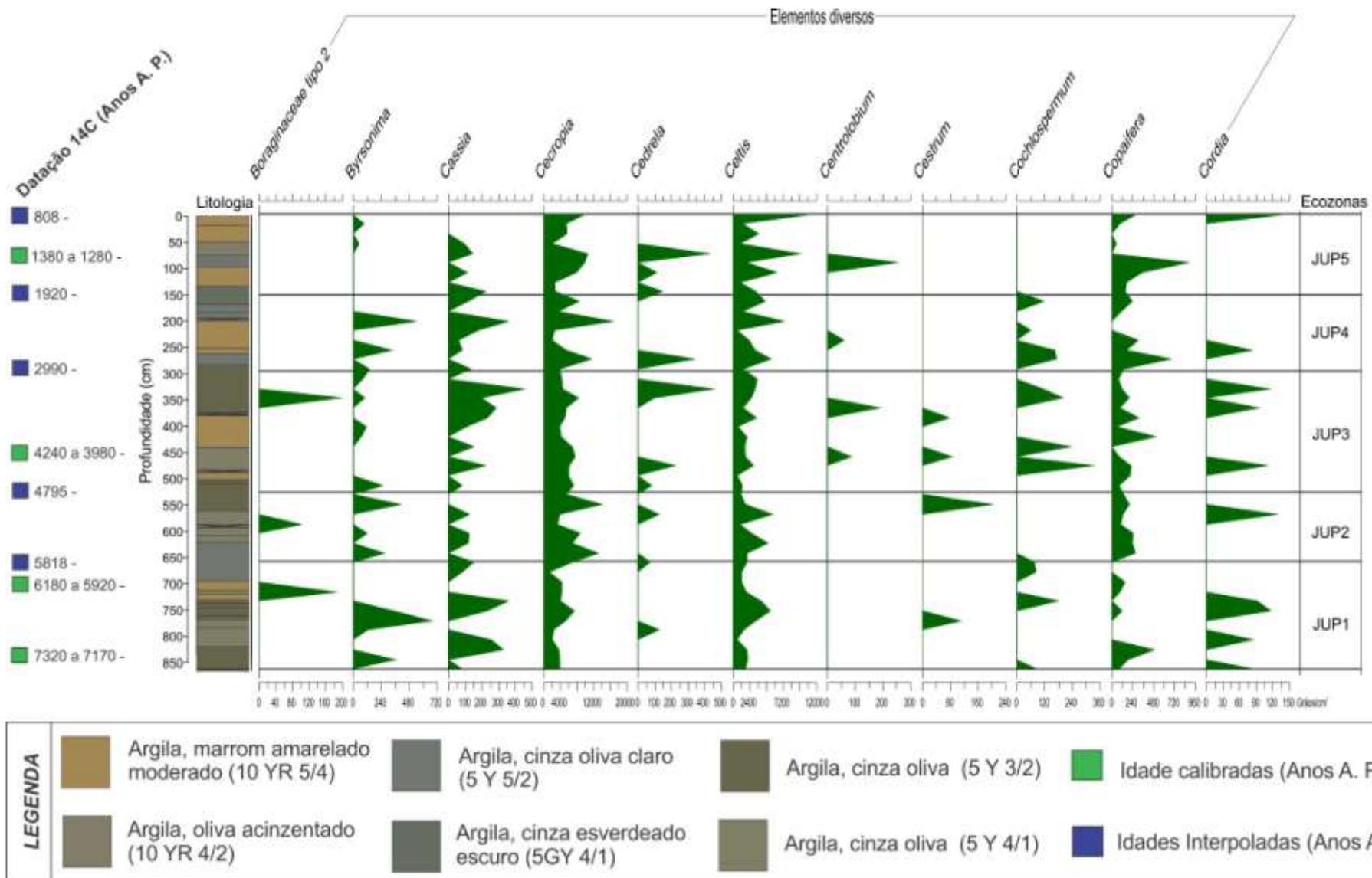
**Figura 2.** Palinodiagrama de percentagens, da soma total das categorias ecológicas presentes no testemunho J1 do Lago Juparanã.



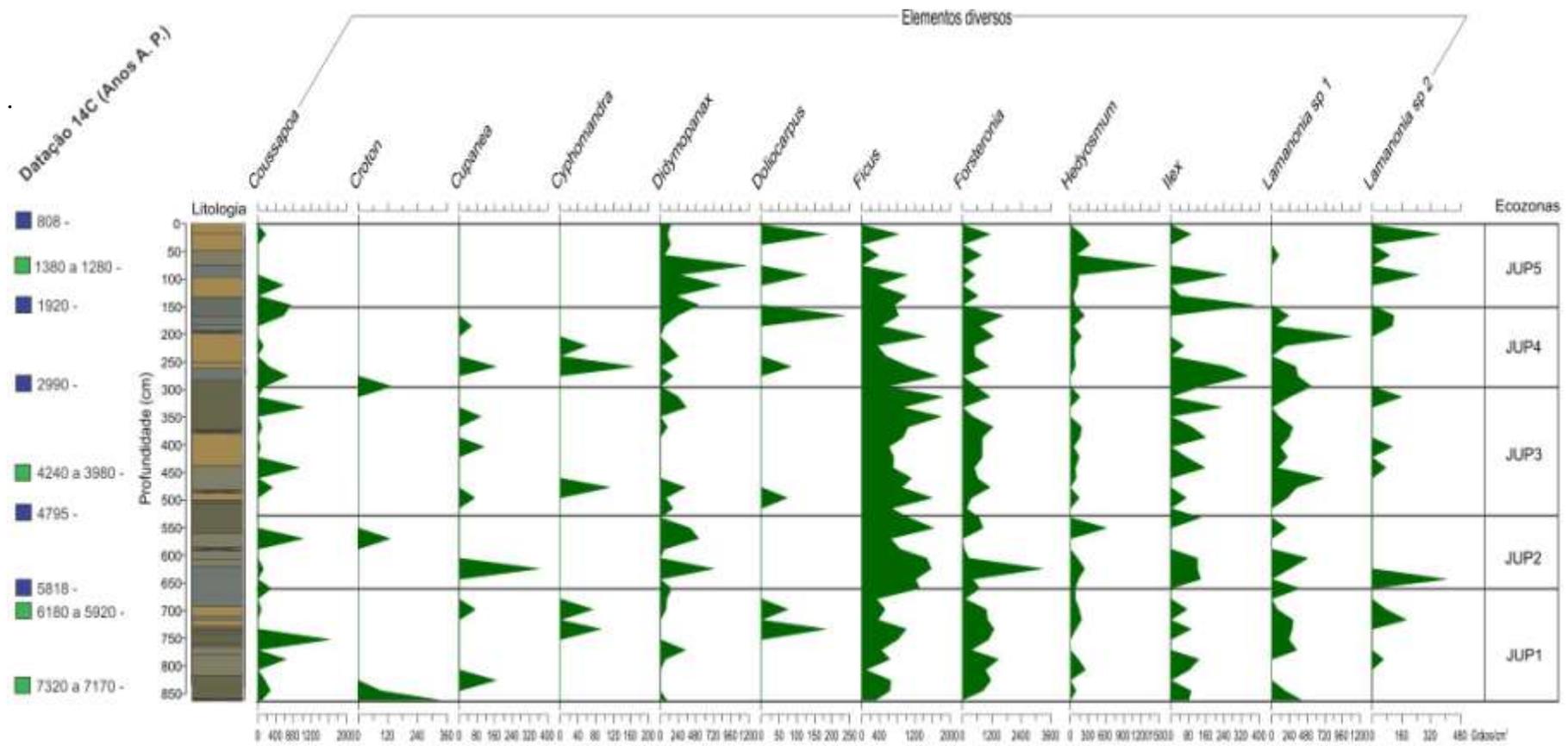
**Figura 3.** Palinodiagrama de concentração, grãos/cm<sup>3</sup> da soma total das categorias ecológicas presentes no testemunho J1 do Lago Juparanã.



**Figura 4a.** Palinodiagrama de concentração de elementos diversos arbóreo/arbustivos do Lago Juparanã.

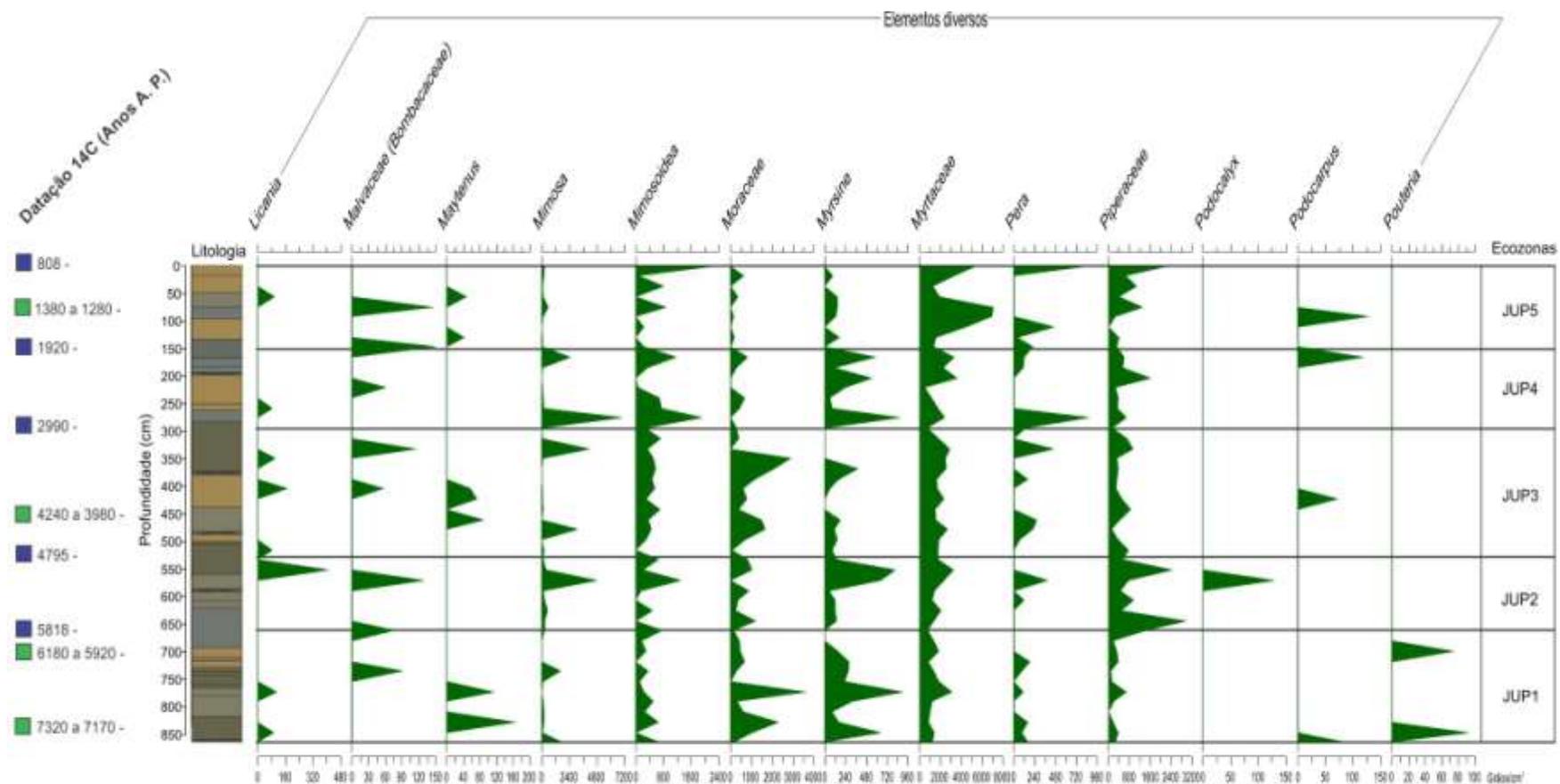


**Figura 4b.** Palinodiagrama de concentração de elementos diversos arbóreo/arbustivos do Lago Juparanã.

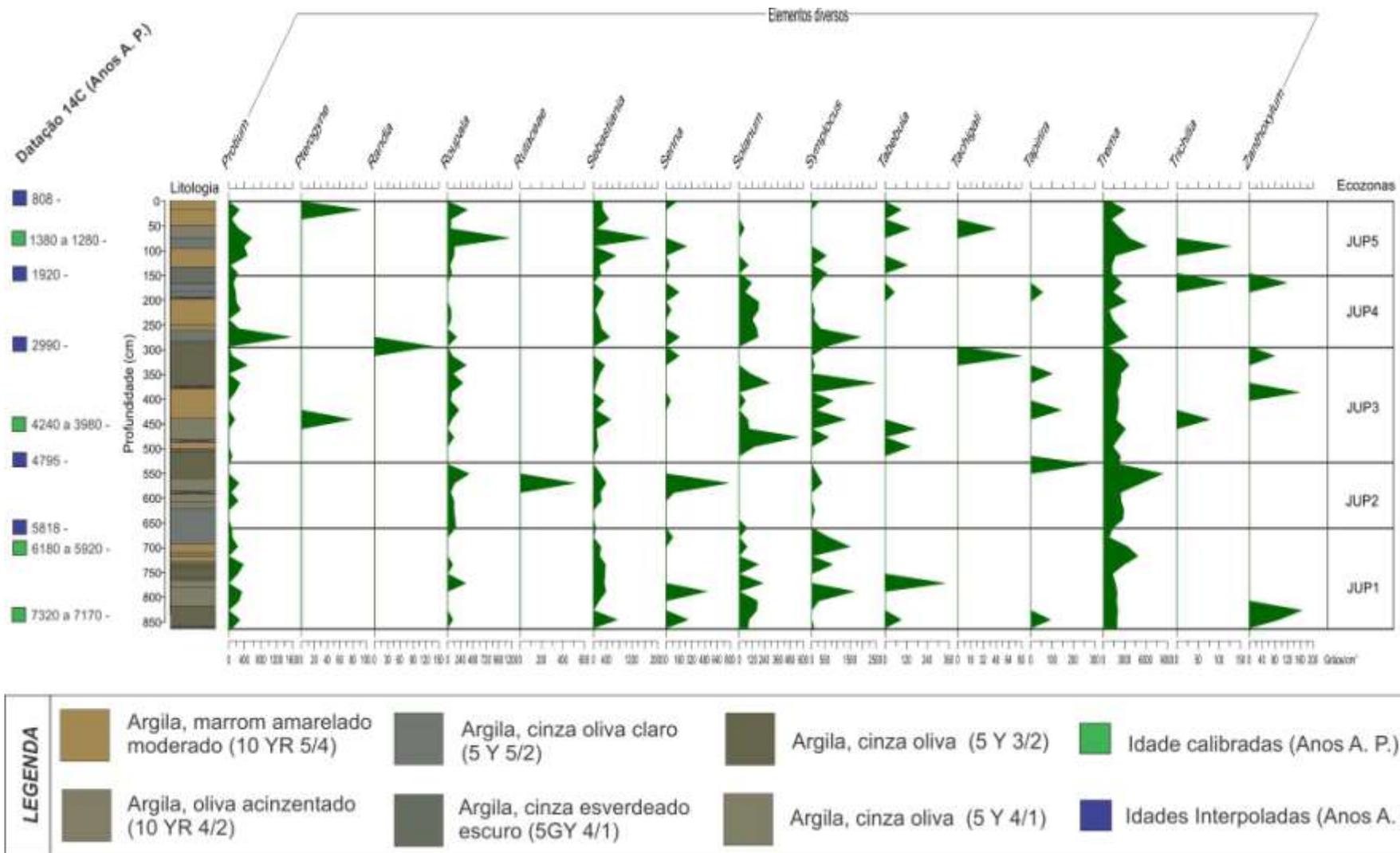


<b>LEGENDA</b>		Argila, marrom amarelado moderado (10 YR 5/4)		Argila, cinza oliva claro (5 Y 5/2)		Argila, cinza oliva (5 Y 3/2)		Idade calibradas (Anos A. P.)
		Argila, oliva acinzentado (10 YR 4/2)		Argila, cinza esverdeado escuro (5GY 4/1)		Argila, cinza oliva (5 Y 4/1)		Idades Interpoladas (Anos A. P.)

Figura 4c. Palinodiagrama de concentração de elementos diversos arbóreo/arbustivos do Lago Juparanã.



**Figura 4d.** Palinodiagrama de concentração de elementos diversos arbóreo/arbustivos do Lago Juparanã.



**Figura 4e.** Palinodiagrama de concentração de elementos diversos arbóreo/arbustivos do Lago Juparanã.



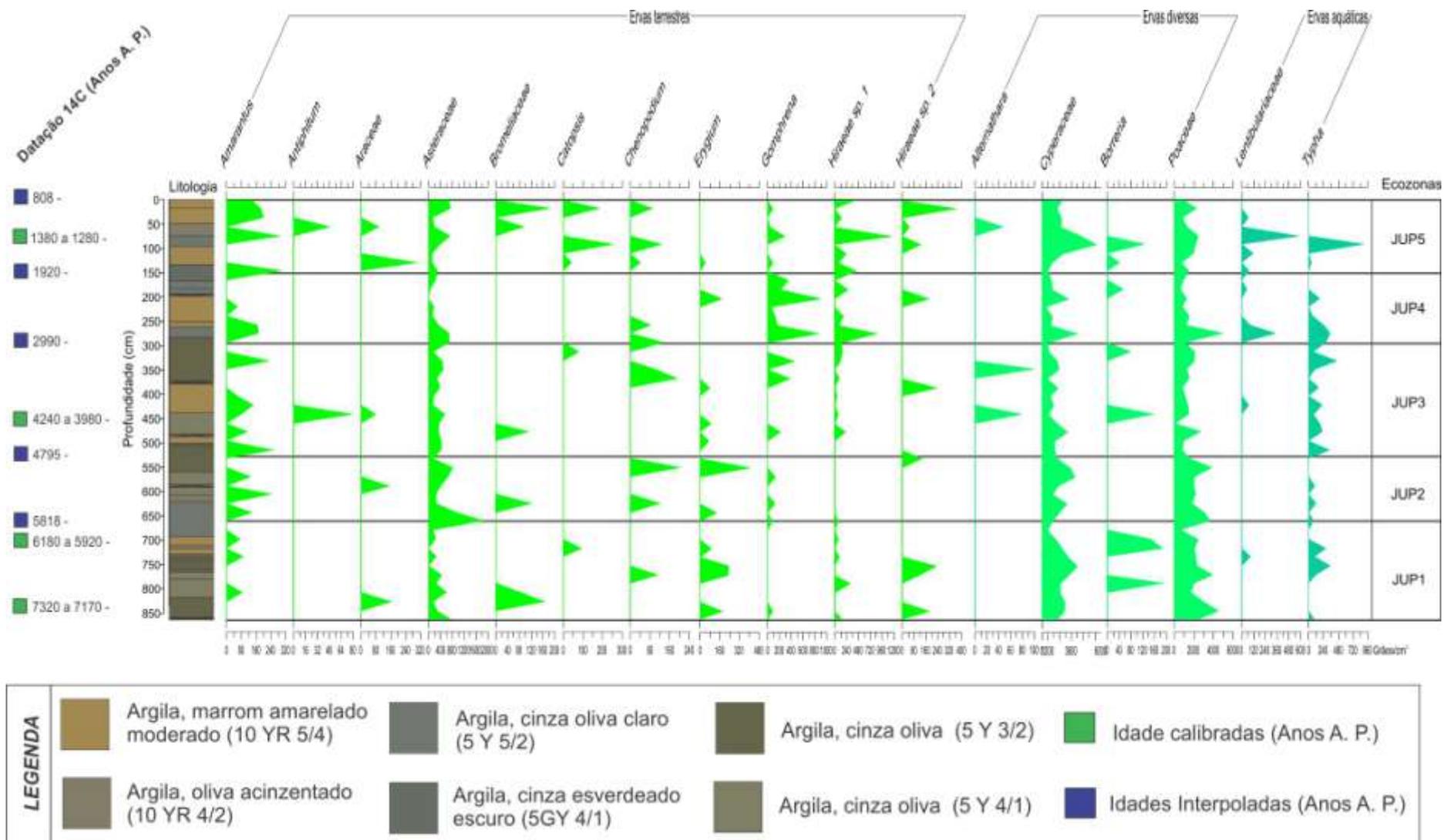


Figura 5. Palinodiagrama de concentração de ervas terrestres, diversas e aquáticas do Lago Juparanã.

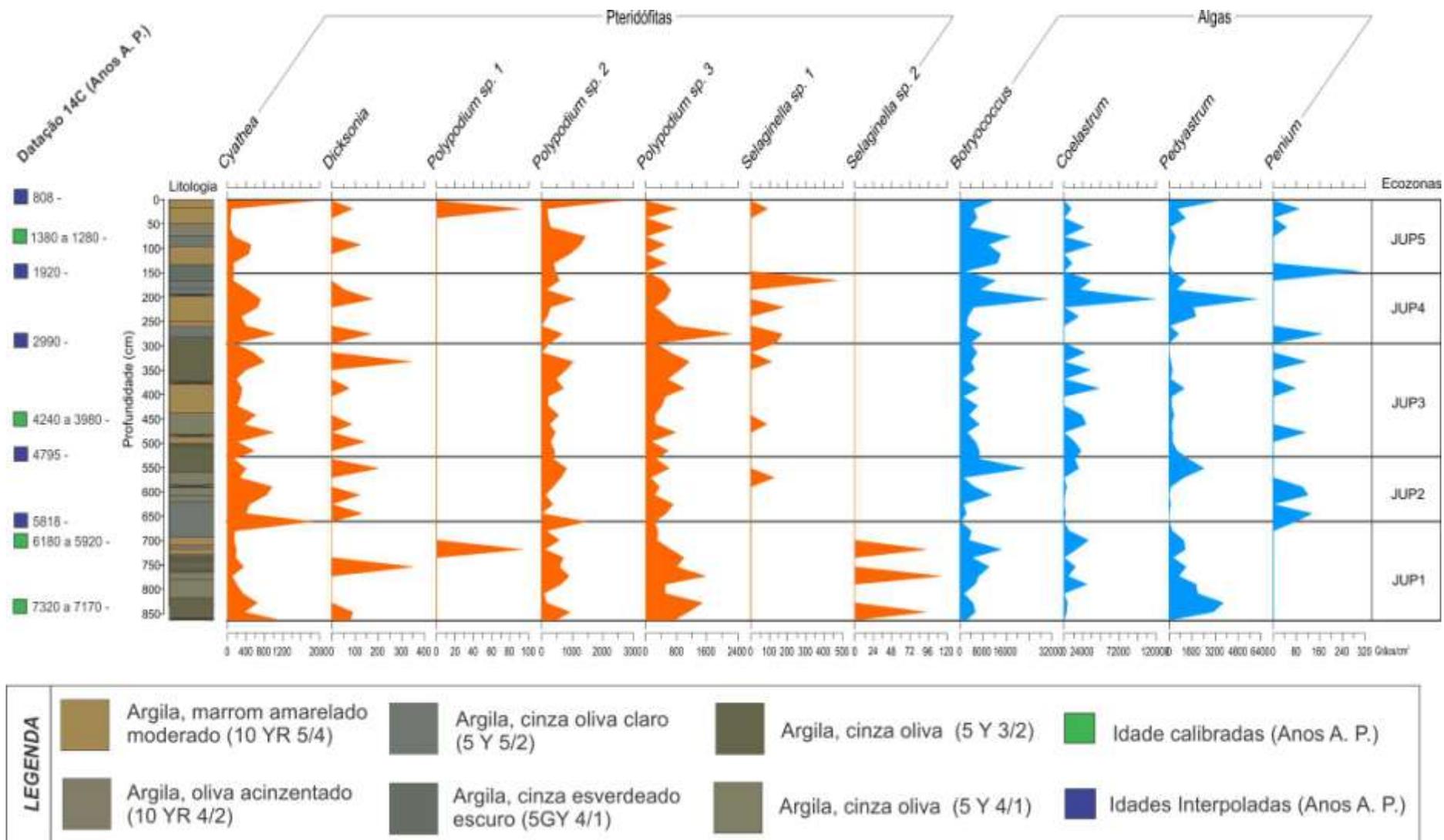
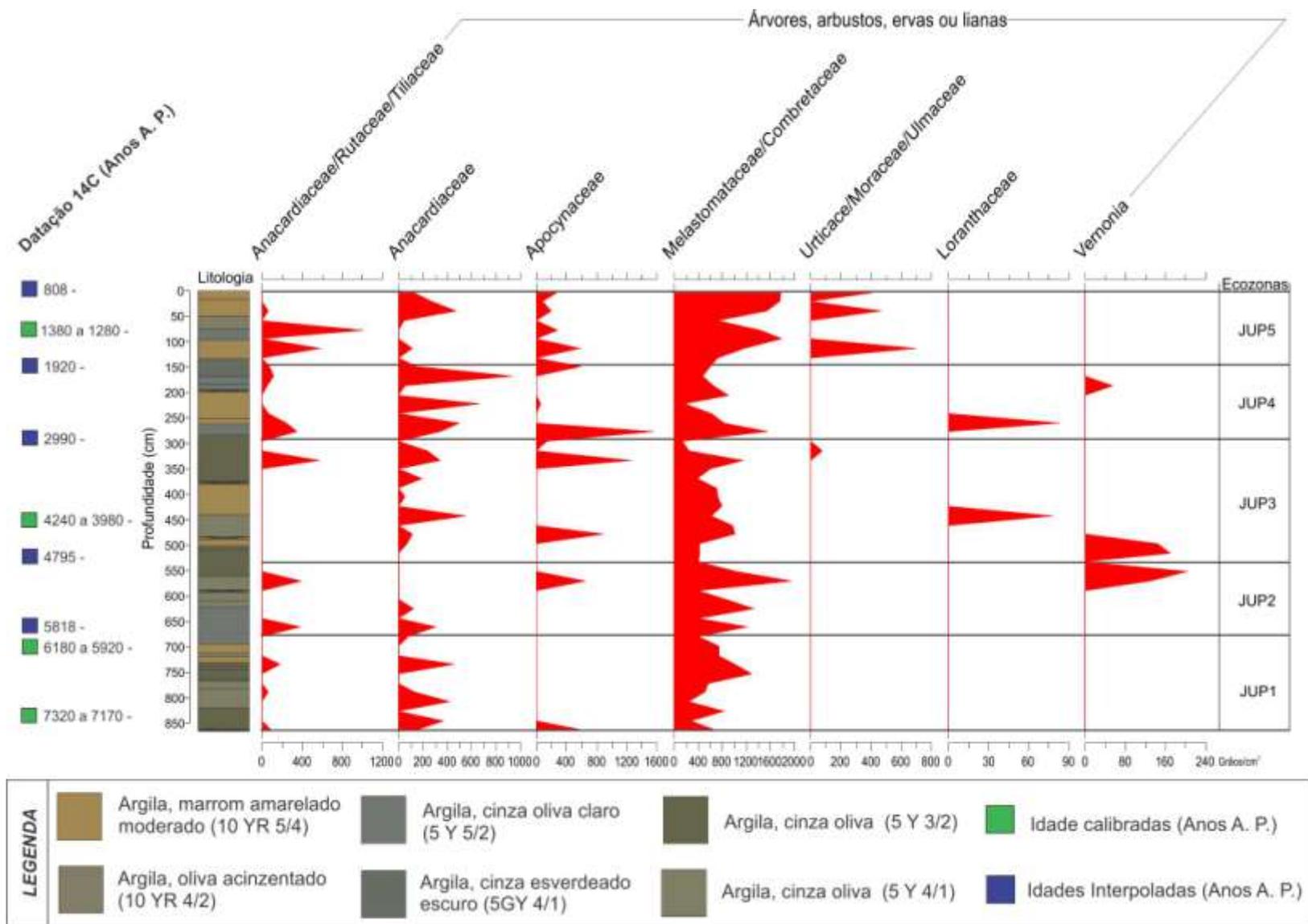


Figura 6. Palinodiagrama de concentração de pteridófitas e algas do Lago Juparanã.



**Figura 7.** Palinodiagrama de concentração de árvores/arbustos/ervas/lianas do Lago Juparanã.

## **Interpretação e Discussão**

O registro palinológico das cinco ecozonas identificadas no Lago Juparanã é aqui examinado sob o ponto de vista ecológico dos principais táxons encontrados, que leva em consideração sua distribuição atual e suas interações com as características físicas, químicas e geológicas no presente (Begon et al. 2007, Gurevitch et al. 2009). A reconstituição da vegetação pretérita do entorno do Lago Juparanã é aqui tratada, zona por zona, como se vê a seguir.

### **Ecozona JUP1 (8,33 a 6,60 m de 7.320 a 5.818 anos A. P.)**

Esta ecozona mostra o domínio de elementos arbóreos/arbustivos da floresta ombrófila densa, que caracteriza uma mata fechada com árvores de alto porte, como encontradas atualmente na região centro-norte do atual Estado do Espírito Santo (RIZZINI, 1967). As figuras 4 a, b, c, d, e apresentam a grande diversidade e abundância dos elementos arbóreo/arbustivos neste intervalo. Em termos paleoclimáticos a presença concomitante de *Hedyosmum*, *Ilex*, *Myrsine*, *Lamanonia*, Myrtaceae e *Symplocos* sugere a existência de uma floresta fria e úmida. A maioria desses táxons é típica de matas da região Sul e de regiões mais elevadas do Sudeste (Joly, 1998; De Oliveira, 1992; Garcia et al., 2004; De oliveira et al., 2005; Pessenda et al., 2009).

Entre as ervas melhor representadas estão as famílias Asteraceae e Poaceae, assim como *Borreria* e Cyperaceae, típicas de bordas de florestas e margens de lagos ou pântanos (Joly, 1998, De Oliveira et al., 2005), além do gênero *Catopsis*, bromélia epífita de florestas úmidas. Entre as ervas aquáticas destacam-se os tipos, Lentibulariaceae e *Typha* que são táxons típicos de lagos e pântanos.

A variação nas quantidades de algas dos gêneros *Coelastrum* e *Pediastrum*, em algumas amostras muito representadas, mostram oscilações do nível da água no lago, visto que *Pediastrum* indica águas profundas, sugestivo de pluviosidade constante nesta região.

As pteridófitas mais comuns são os tipos *Cyathea* e *Dicksonia* que são encontradas até o presente, nas áreas preservadas de Mata Atlântica, em locais de grande umidade e chuvas abundantes (Joly, 1998; Tryon & Tryon, 1982).

Assim a ecozona JUP1 mostra a existência da Mata Atlântica fria e úmida nas proximidades de um lago profundo, cujas margens se apresentavam recobertas por poaceas (gramíneas) e outras ervas que poderiam até ter ocupado as partes mais rasas do lago. No final desta ecozona o paleoclima teria sido menos úmido devido a redução dos elementos arbóreos/arbustivos e algas, além do aumento das ervas terrestres e diversas, fato que pode representar grandes alterações no meio ambiente local, possivelmente relacionado com um período de baixo nível de água no lago e/ou sazonalidade.

#### **Ecozona JUP2 (6,06 a 5,25 m de 5.818 a 4.795 anos A. P.)**

Esta ecozona apresenta a abundância de elementos de floresta, sugestivo da existência da floresta tropical densa e fechada sob clima um pouco mais quente e úmido que na ecozona anterior, devido à diminuição de alguns táxons florestais de clima frio como *Symplocos* e à ausência de *Podocarpus*. Alguns elementos típicos da Mata Atlântica, como *Molongum*, Rutaceae, *Tapirira* e Urticaceae/Moraceae, aparecem no registro pela primeira vez.

No início desta ecozona, ocorre aumento na concentração das árvores, especialmente, Bombacaceae, *Cecropia*, *Ficus*, *Hyeronima*, Piperaceae e *Roupala* e pteridófitas do tipo *Polypodium*, gênero típico das formações florestais, fato que corrobora com a idéia da presença da floresta/mata.

Entre os elementos arbóreo/arbustivos mais bem representados estão *Ficus*, Piperaceae, *Cecropia*, táxons típicos de terrenos inundados periodicamente (Lorenzi, 2008). O aumento de *Cecropia*, associada também à presença de *Arecaceae*, *Alchornea*, *Celtis*, *Trema* e Melastomataceae indica que a área se encontrava perturbada/alterada, uma vez que se trata de elemento típico de florestas/matas em estágio de sucessão ecológica, instalada após algum tipo de abertura florestal ou perturbação como, por exemplo, a formação de clareiras naturais ou de origem antrópica.

### **Ecozona JUP3 (5,25 a 2,92 m - de 4.795 a 2.990 anos A. P.**

O espectro polínico da zona JUP3 mostra que os elementos arbóreo/arbustivos continuam em domínio, mas com diminuição no topo desta ecozona. Esta diminuição estaria relacionada com a abertura de clareiras por algum evento paleoambiental, já que *Cecropia* ocorre em grandes quantidades.

Entre outros táxons, estão presentes os pioneiros como *Begonia*, *Byrsonima*, *Croton*, *Licania* e *Mimosa*. Este tipo de elementos corresponde a um sinal de vegetação do tipo floresta ombrófila densa sucessionalmente jovem, cujo dossel era dominado pelos táxons *Alchornea*, *Arecaceae*, *Cecropia*, *Celtis*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Melastomataceae*, *Mimosa*, *Mimosoideae* (*Acacia* e *Anadenanthera*), *Myrtaceae*, *Piperaceae* e *Trema*.

As condições paleoclimáticas teriam sido quentes e úmidas. As ervas mais representadas nesta zona são *Asteraceae* e *Poaceae* que sofrem um acréscimo no final desta zona, assim como as árvores pioneiras. Este evento corrobora com a redução no estrato arbóreo/arbustivo.

As ervas aquáticas, do tipo *Typha*, apresentam aumento no final desta ecozona, enquanto as algas do tipo *Pediastrum* diminuem. Isto sugere redução no nível d'água e/ou assoreamento do Lago Juparanã, que permite a proliferação de *Typha*.

As pteridófitas mais abundantes são os tipos *Cyathea*, *Dicksonia* e *Polipodium*, frequentes em florestas abertas ou sombreadas. Portanto, assinalam que a floresta ainda estava presente.

Assim, esta ecozona apresenta vegetação do tipo Mata Atlântica mais aberta devido à maior concentração de táxons pioneiros e à elevação na concentração de grãos de pólen de palmeiras no final desta ecozona, sob vigência de paleoclima úmido e quente.

#### **Ecozona JUP4 (2,92 a 1,50 m - de 2.990 a 1.920 anos A. P.**

Nesta ecozona ocorre oscilação de elementos arbóreo/arbustivos. Os palinodiagramas de concentração mostram dois momentos onde esses elementos teriam atingido as maiores quantidades ao longo desta ecozona. Esta vegetação teria atingido sua maior diversidade de táxons de floresta, sugestivo de estágio sucessional mais avançado, com as melhores representações por: *Alchornea*, Anacardiaceae, Arecaceae, *Bagassa*, Bignoniaceae, Boraginaceae, *Cecropia*, *Celtis*, *Fícus*, *Forsteronia*, Melastomataceae, *Mimosa*, Mimosaceae, Moraceae, Myrtaceae, Piperaceae, *Protium*, *Symplocos*, e *Trema*. Secundariamente Apocynaceae, *Byrsonima*, *Cassia*, *Castila*, *Copaifera*, *Coussapoa*, *Lamanonia*, *Pera* e *Sebastiania*; e, de forma rara, *Acalypha*, *Doliocarpus*, *Pinzona*, Bombacaceae, *Cedrela*, *Centrolobium*, *Cochlospermum*, *Croton*, *Cupania*, *Cyphomandra*, *Didymopanax*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Roupala*, *Senna*, *Solanum*, *Trichilia* e *Zanthoxylum*.

As pteridófitas do tipo *Cyathea* e *Dicksonia* também se tornam mais abundantes, corroborando com a sugestão de maior cobertura florestal, enquanto as ervas Asteraceae e Chenopodiaceae se tornam menos representadas. Porém no topo desta ecozona as pteridófitas sofrem pequena redução e as ervas aumentam.

A presença de *Podocarpus*, Myrtaceae, *Myrsine*, *Sebastiania*, *Hedyosmum*, *Ilex* e *Lamanonia* indica redução nas temperaturas no final desta ecozona, o que teria acarretado no

aumento do número de ervas Asteraceae e Poaceae e a redução no número de algas do tipo *Pediastrum*, também sugestivo de redução na umidade e no nível da água no lago.

#### **Ecozona JUP5 (1,50 a 0 m - de 1.920 anos A. P. ao recente)**

Esta zona mostra a presença de elementos arbóreo/arbustivos com características de floresta ombrófila densa sob clima úmido e quente, com algumas perturbações devido à abundância contínua de *Cecropia*. Essa abundância de *Cecropia* pode ser atribuída a elevação na temperatura após clima relativamente frio e úmido, como detectado no final da zona anterior. Os principais elementos arbóreo/arbustivos são Arecaceae, Bombacaceae, *Celtis*, *Hedyosmum*, Myrtaceae, Piperaceae, *Roupala*, *Sebastiania* e *Trema*, táxons encontrados em florestas mais abertas. Entre as ervas constata-se um aumento de Asteraceae e *Hiraea*, além de ervas aquáticas pertencentes à Lentibulariaceae.

As pteridófitas dos gêneros *Cyathea* e *Polypodium* apresentam maiores valores no final desta ecozona, fato que apóia a idéia de um clima mais quente e úmido semelhante ao atual. As algas do gênero *Pediastrum* aumentam em concentração drasticamente no final desta ecozona, sugestivo de aumento no nível d'água do Lago Juparanã.

Em síntese, nesta zona os dados percentuais e de concentração refletem uma vegetação típica a floresta ombrófila densa, após clima frio e conseqüente aumento na temperatura, favorecendo a presença de elementos vegetacionais de clima quente e úmido.

#### **Conclusões**

Os sedimentos do testemunho do Lago Juparanã, datados do Holoceno médio, por volta de 7.000 anos A.P., mostraram a presença de grãos de pólen característicos da flora arbórea/arbustiva, apenas com algumas variações em sua composição, que podem estar associadas com flutuações climáticas sazonais. Não há evidências de substituição do

ecossistema de floresta por outro tipo de vegetação, assim como por grãos de pólen de mangue ou de vegetação mais costeira durante o tempo de deposição. Os dados palinológicos qualitativos e quantitativos obtidos nos sedimentos do Lago Juparanã indicam condições de água doce pela presença dos táxons *Botryococcus*, *Coelastrum*, *Penium* e *Pediastrum*. As análises palinológicas não mostraram palinomorfos que estivessem relacionados com ambientes marinhos, tais como dinocistos. Benício (2010) estudou as diatomáceas do mesmo testemunho e não encontrou táxons marinhos. Estes resultados indicam que não houve qualquer influência marinha durante o período deposicional analisado no Lago Juparanã.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos recursos da bolsa de mestrado e a todos os professores e funcionários do Laboratório de Geociências, Palinologia e Paleobotânica da Universidade Guarulhos (UnG) que colaboraram com o desenvolvimento do presente trabalho e a Isa Mendes pela revisão do texto em inglês.

### **Referências Bibliográficas**

Begon, M.; Townsend, C. R.; Harper, J. L. *Ecologia: De indivíduos a ecossistemas*. 4º Ed. – Porto Alegre: Artmed. 752p. 2007.

Benício, M. C. *Reconstituição ambiental do Holoceno da Lagoa Juparanã, Linhares, ES, Brasil, com base no registro fóssil de algas diatomáceas*. Dissertação de Mestrado (Análise Geoambiental), São Paulo, Guarulhos: Universidade Guarulhos (UnG), 2010. 66 p.

Colinvaux, P.; De Oliveira, P.E. & Patiño, J.E.M. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York: Harwood Publishers, 1999. 180 p.

De Oliveira, P. E. *A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil*. 238 f. Tese (Doutorado em Palinologia do Quaternário) - The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1992.

- De Oliveira, P. E.; Beehling, H.; Ledru, M. P.; Barberi, M.; Bush, M., Salgado-Lauborial, M. L. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: Souza, C. R. G; Suguio, K.; Oliveira, A. M. S.; De Oliveira, P. E. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto (SP): Holos Editora, 2005. Capítulo 3, p. 52-69.
- Dawson, A.G. *Ice Age Earth: late Quaternary geology and climate*. New York: Routledge, 1992. 293 p.
- Erdtman, G. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy – Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell. The Chronica Botanica Co.: Waltham, Mass., U.S.A. 539p. 1952.
- Erdtman, G. *Handbook of palynology: An introduction to study of pollen grains and spores*. Hafner Publishing Co.: New York, U.S.A. 486p. 1969.
- Garay, I. & Rizzini, C. M. *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: diversidade funcional da cobertura arbórea*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004. 255 p.
- Garcia, M. J.; De Oliveira, P. E.; Saraiva, R.; Siqueira E. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 131, n. 1, p. 181-199, 2004.
- Grimm, E. C. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computers and Geosciences*, 13, n. 1, p. 13-35, 1987.
- Gurevitch, J.; Scheiner, S. M.; Fox, G. A. *Ecologia Vegetal*. 2ª Edição – Porto Alegre: Artmed, 2009. 592p.
- Hatshika, R.S. 2005. *Investigação Sismoestratigráfica do lago Juparanã Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES)*. Depto. Geologia, IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Monografia de Graduação, 84p.
- Joly, A. B. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 12nd ed. São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 1998. 777 p.

- Leal, C. G. & Câmara, I. G. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status*. Washington: Island Press, 2005. 471 p.
- Myers, N. Florestas tropicais e suas espécies sumindo, sumindo, sumindo...? In: Wilson, E. O. *Biodiversidade*. (ed.). São Paulo (SP): Editora Nova Fronteira, 1997. p. 186-197 .
- Pessenda, L., De Oliveira, P. E., Mofatto, M., Medeiros, V. B., Garcia, R. J. F., Aravena, R. 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, p. 437-452, 2009.
- Rizzini, C. T. Delimitação, caracterização e relações da flora silvestre hiléiana. In: Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica. Belém (PA), 1967 p. 13–36.
- Roubik, D. W. & Moreno, P. J. E. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. *Missouri Botanical Garden*, 36, 1991. 270 p.
- Salgado-Lauboríau, M. L. *Critérios e técnicas para o quaternário*. São Paulo: Editora Blucher, 2007. 387 p.
- Stockmarr, J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, p. 615-621, 1971
- Suguio, K. & Martin, L. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, 1978, São Paulo (SP). *Special Publication*, São Paulo: 1978. 55 p.
- Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Flexor, J. M. & Azevedo, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15, p. 273-286, 1985.
- Traverse, A. *Paleopalynology*. 2nd ed. New York: Springer. 2008. 813 p.
- Tryon, R. M. & Tryon, A. F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. Springer Verlag, New York. 857 p.

***TERCEIRO ARTIGO:***

**PALINOFLORA E PALEOCLIMA (NEOPLEISTOCENO/HOLOCENO), NA  
REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

**PALINOFLORA AND PALEOCLIMATE (NEOPLEISTOCENE/HOLOCENE) IN  
THE CENTRAL-NORTH REGION OF THE STATE OF ESPIRITO SANTO,  
BRAZIL.**

**PALINOFLORA E PALEOCLIMA (NEOPLEISTOCENO/HOLOCENO), NA  
REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Thiago de Carvalho NASCIMENTO<sup>1</sup>; Maria Judite GARCIA<sup>1</sup>; Paulo Eduardo de OLIVEIRA<sup>2</sup>; Claudio Limeira MELLO<sup>3</sup>; Luiz Carlos Ruiz PESSENDA<sup>4</sup>; Antonio Roberto SAAD<sup>1</sup>

1- Lab. Palinologia e Paleobotânica / CEPP – UnG, Brasil, e-mail: [thiago.dnascimento@edu.ung.br](mailto:thiago.dnascimento@edu.ung.br), [mgarcia@ung.br](mailto:mgarcia@ung.br), [asaad@prof.ung.br](mailto:asaad@prof.ung.br)

2-Universidade São Francisco, Brasil, e-mail: [paulo@bjd.com.br](mailto:paulo@bjd.com.br)

3- Departamento de Geologia/UFRJ, e-mail: [limeira@geologia.ufrj.br](mailto:limeira@geologia.ufrj.br)

4- Laboratório de <sup>14</sup>C - CENA/USP, Brasil, e-mail: [pessenda@cena.usp.br](mailto:pessenda@cena.usp.br)

O presente estudo é uma contribuição para o entendimento das oscilações paleoclimáticas e paleovegetacionais neopleitocenas e holocenas, na região centro-norte do Estado do Espírito Santo. Para tanto foi analisado um testemunho sedimentar com 2,75 m na desembocadura do lago Durão, localizado a nordeste do centro urbano de Linhares. Foram realizadas duas datações radiométricas, por <sup>14</sup>C, que revelaram na base idade de 26.732 anos A.P. Amostras de 2cm<sup>3</sup> foram coletadas em intervalos de 5 cm e submetidas ao tratamento palinológico padrão. Foram identificados e quantificados diversos táxons de angiospermas, gimnospermas, pteridófitas e algas. As interpretações paleoambientais foram realizadas com base nos resultados quantitativos e requerimentos ecológicos dos táxons encontrados. Os resultados obtidos mostram alternância entre a vegetação de porte arbóreo/arbustivo e herbáceo a partir de 26.732 anos A. P. Estas oscilações podem estar relacionadas a mudanças climáticas e/ou a processos geológicos ocorrentes no Neopleistoceno ou Holoceno.

Palavras- chaves: Palinologia, Quaternário, Paleoclima, Vegetação, Espírito Santo.

**ABSTRACT: PALINOFLORA AND PALEOCLIMATE NEOPLEISTOCENE IN THE CENTRAL-NORTH REGION OF THE STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL.**

This study is a contribution to the paleoclimatic and paleoflora fluctuations understanding in the Central-North region of the state of Espírito Santo State, since the Neopleistocene. Therefore, a sediment core of 2,75 m was collected at the estuary of the Durão Lake, located in the northeast of the Linhares urban center. Two samples were chosen for the  $^{14}\text{C}$  dating, revealing an basal age of 26.732 years BP. Other samples with the volume of  $2\text{ cm}^3$ , collected at 5 cm sampling intervals collected and were processed chemically, revealed the presence of various angiosperms, gymnosperms, ferns and algal taxa, which were quantified. Paleoenvironment interpretations were based on the quantitative results and ecologic requirements of the found taxa. The obtained results illustrate the alternation of the arboreal/shrubby flora and herbaceous landscapes since the 26,732 years B. P. These oscillations may be related to the climate change and / or geological processes since the Neopleistocene.

Keywords: Palynology, Quaternary, Paleoclimate, Vegetation, Espírito Santo State.

## **Introdução**

O Lago Durão, cujos sedimentos foram utilizados para esta pesquisa, situa-se no setor centro-norte do Estado do Espírito Santo (Figura 1), detentor de duas das mais importantes reservas naturais de Floresta Atlântica, em estado primário, do Brasil: a Reserva Biológica de Sooretama e a Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce (Garay & Rizzini, 2004). A análise palinológica dos sedimentos do Lago Durão permite o reconhecimento da história ambiental da Mata Atlântica no Neopleistoceno e Holoceno.

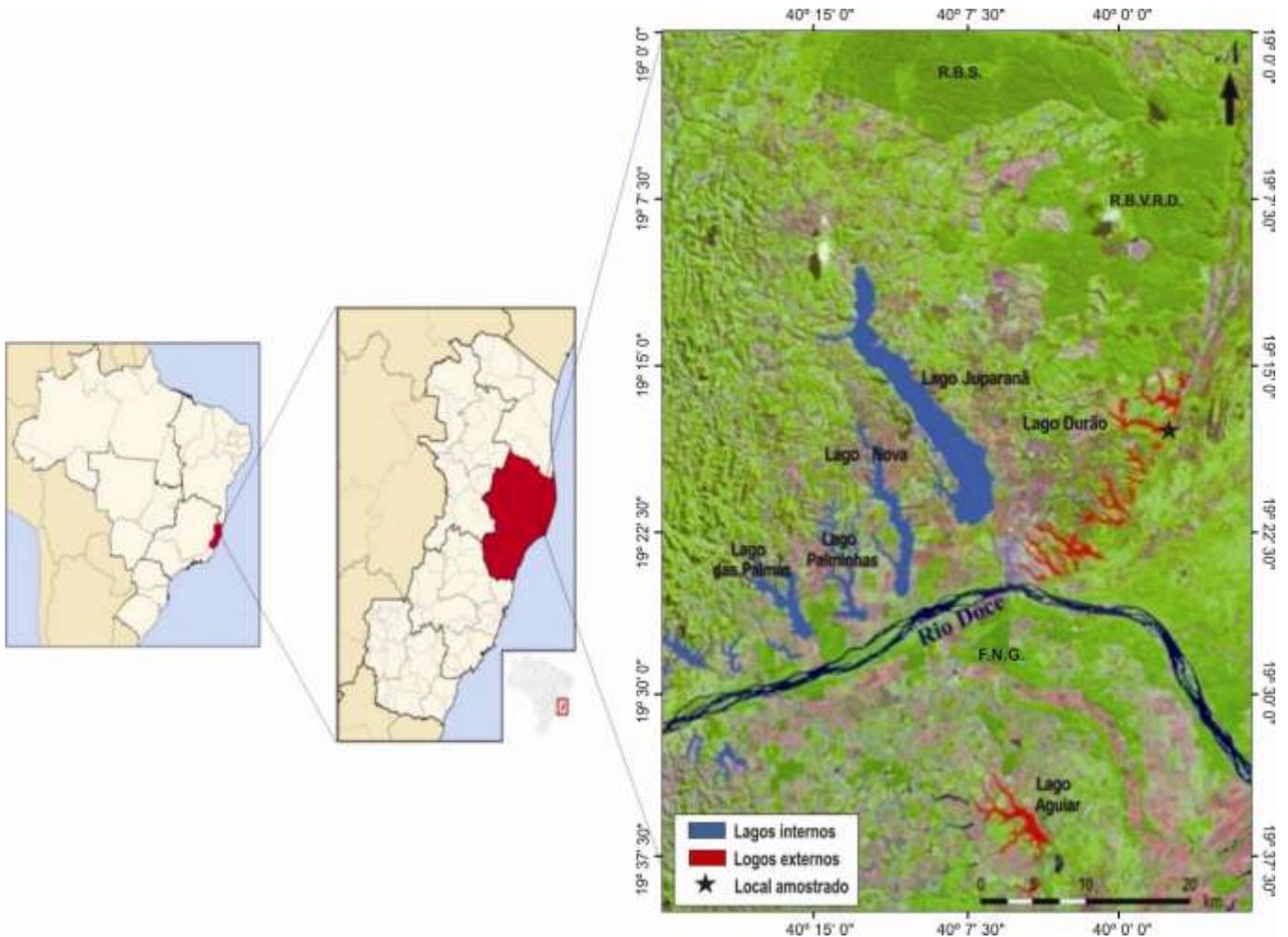
Durante o período de glaciações do Neopleistoceno, no hemisfério norte, entre 22.000 e 14.000 anos antes do presente, o nível marinho global atingiu valores negativos de até 100 metros (Dawson, 1992). Este evento pode ter proporcionado diversas mudanças ambientais na região centro-norte do Espírito Santo. Segundo Suguio, (2010), no Holoceno em grande parte da planície costeira brasileira, o nível do mar atingiu aproximadamente 5 m acima do seu valor atual. Portanto outro aspecto importante da presente pesquisa trata da influência da variação do nível do mar durante o Neopleistoceno e Holoceno na vegetação do entorno do Lago Durão. Estas mudanças no nível relativo do mar no Quaternário podem ter afetado consideravelmente a composição da vegetação na região centro-norte do Estado do Espírito Santo.

Esta pesquisa paleoambiental emprega como técnica central a Palinologia do Quaternário, que analisa principalmente grãos de pólen de árvores, arbustos e ervas terrestres e aquáticas e esporos de plantas e algas, assim como restos de organismos e partículas carbonizadas preservadas em vários tipos de sedimentos com idade de até 2 milhões de anos (Erdtman, 1952; Salgado-Labouriau, 2007; Traverse, 2008). As informações ecológicas, derivadas dos requerimentos dos táxons encontrados, aliadas à datação radiocarbônica das amostras sedimentares permitem o reconhecimento de ecossistemas, tanto no tempo como no espaço, ou seja, na paisagem paleoambiental. Esses estudos permitem também a determinação

das sucessões ecológicas ocorridas ao longo dos anos nesses habitats, assim como a identificação de migrações e extinções locais (Salgado-Labouriau, 2007).

Além da palinologia, nesta pesquisa será realizada também a análise de isótopos de carbono e nitrogênio ( $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$ ), para identificar a presença de diferentes sistemas de fotossíntese e a influência de águas marinhas, enquanto os valores da razão carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica sedimentar permitem a identificação do tipo de matéria orgânica (sem ou com estrutura celulósica) e, assim, sua fonte, seja terrestre ou aquática. No caso dos isótopos estáveis de nitrogênio, será possível também a identificação e reconstituição das taxas de produtividade (Saia, 2006).

Dessa forma, dados biológicos e geoquímicos serão integrados com dados geológicos e outros estudos, disponíveis na literatura científica, para uma melhor compreensão das mudanças ambientais ocorridas no Neopleistoceno e Holoceno na região centro-norte do Espírito Santo.



**Figura. 1.** Localização do Lago Durão, Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. A nordeste do lago encontram-se as reservas naturais de Sooretama (R.B.S) e da Vale do Rio Doce (R.B.V.R.D) e a sul a Floresta Nacional de Goytacazes (F.B.G.) (Modificado de Hathushika, 2005).

### Métodos e Procedimentos

O testemunho, com 2,75 m, foi obtido no Lago Durão por uma equipe de pesquisadores da UFRJ e UFF com o amostrador do tipo *Bate-estaca*. Três amostras foram selecionadas para datação  $^{14}\text{C}$  pelo Laboratório Beta Analytic, em Miami, EUA, as profundidades selecionadas para este fim foram: 0,45; 2,15; 2,45 m. Amostras de sedimentos foram selecionadas para análise palinológica respeitando-se o intervalo de 5 cm e o volume de 2 cm<sup>3</sup>, e posteriormente tratadas quimicamente segundo o protocolo palinológico

internacional, encontrado em Colinvaux et al. (1999). A identificação dos palinomorfos foi realizada através de comparação morfológica entre os elementos subfósseis e os encontrados na Palinoteca Atual de Referência do Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da UnG, com mais de 5.000 táxons polínicos da flora brasileira. Os dados brutos das contagens foram inseridos no programa computacional Tilia/TiliaGraph (Grimm, 1987). Estes foram convertidos em valores percentuais e de concentração e subsequentemente representados em palinodiagramas com o emprego do subprograma TiliaGraph. A identificação de zonas polínicas nos diagramas, indicadoras de mudanças de mudanças paleoambientais, foi realizada com o auxílio subprograma CONISS, pertencente ao programa Tília/TiliaGraph. A análise elementar isotópica foi realizada no Laboratório de Carbono 14 do CENA/USP. Para esta análise foram selecionadas amostras de 10g de sedimento nas mesmas profundidades amostradas para análise palinológica. Estas amostras foram tratadas e subamostradas de acordo com o seu teor de material orgânico. As determinações de carbono total, nitrogênio total,  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  foram realizadas em analisador elementar acoplado a espectrômetro de massa ANCA SL 2020 da Europa Scientific. Os resultados de C e N estão expressos em percentagem e peso seco, com precisão analítica. Os dados isotópicos serão expressos pela unidade relativa “ $\delta$ ”, determinada em relação ao padrão internacional PDB para  $^{13}\text{C}$  e relação ao ar para  $^{15}\text{N}$ , com precisão analítica de 0,1‰ para o  $\delta^{13}\text{C}$  e 0,3‰ para o  $\delta^{15}\text{N}$ . Os valores de C/N foram calculados através dos teores totais de C e N.

## **Resultados**

As amostras analisadas mostraram-se ricas em palinomorfos e partículas carbonizadas. Os dados palinológicos, em conjunto com os dados isotópicos, são descritos a seguir respeitando-se os limites das ecozonas reconhecidas com o auxílio do subprograma CONISS. Os palinomorfos foram organizados de acordo com suas características ecológicas, como

árvores/arbustos (Figuras 4a-h), ervas (Figuras 6 e 7), pteridófitas (Figura 8) e algas (Figura 9). Inclui-se neste trabalho uma nova categoria denominada de árvores, arbustos, ervas ou lianas (Figura 5), onde estão incluídas famílias e gêneros com hábitos ecológicos variados. Na categoria árvores e arbustos, os gêneros e famílias foram distinguidos em elementos diversos, onde estão incluídos árvores e arbustos compartilhados por três ou mais ecossistemas brasileiros; elementos amazônico/atlânticos compreendem táxons típicos da mata atlântica e Floresta Amazônica; e elementos de mangue os que ocorrem estritamente neste tipo de ecossistema. Na organização e separação das ervas, preferiu-se incluir como terrestres todas as que possuem hábitos estritamente ligados a condições de terra firme; nas ervas aquáticas os táxons que vivem estritamente na água; nas ervas diversas as famílias que vivem em terrenos secos e alagados; e finalmente em epífitas plantas que vivem sobre outras árvores ou em afloramentos rochosos.

### **Descrição das zonas polínicas ou ecozonas**

O subprograma CONISS, utilizado para auxiliar no estabelecimento do zoneamento, com base na concentração de 40 tipos polínicos considerados importantes, reconheceu três ecozonas para o Lago Durão, estas tratadas pela maioria dos autores como *ecozonas*. A primeira ecozona, denominada Ld1, é delimitada pelas profundidades 2,75 a 1,58 m. A segunda ecozona, Ld2, corresponde às profundidades entre 1,58 e 0,50 m. Por fim a terceira ecozona, Ld3, compreende as profundidades entre 0,50 e 0 m (Figura 2).

#### **Ecozona Ld1 (2,75 a 1,58 m)**

Esta ecozona apresenta oscilação no domínio de elementos arbóreos, arbustivos e herbáceos. As árvores e arbustos são encontrados no início desta ecozona com valores percentuais de 98% e gradual redução até 2% na profundidade 2,15 m, enquanto a 1,80 m de

profundidade apresenta 38% (Figura 2). As concentrações atingem valores entre 700 e 150 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3).

Entre os elementos arbóreos/arbustivos destacam-se *Alchornea*, Anacardiaceae, Bignoniaceae, *Camptosperma*, *Cecropia*, Myrtaceae, *Piper* e *Syagrus*. Secundariamente *Byrsonima*, *Didymopanax*, *Lamanonia*, *Protium* e Rutaceae e raramente *Acosmium*, *Allagoptera*, *Anacardium*, Arecaceae, *Astronium*, Burseraceae, *Cassia racemosa*, *Celtis*, *Cyphomandra*, *Forsteronia*, *Hancornia*, *Hirtela*, *Ilex*, Mimosoideae, *Myrsine*, *Pera*, *Picramnia*, *Podocarpus*, Sapindaceae, *Sapium*, *Sebastiania*, *Symplocos* e *Zornia*. Nota-se a presença alguns elementos arbóreos amazônico-atlânticos (*Aldina*, *Caryodendron*, *Clarisia*, *Creptospermum*, *Lacistema* e *Simarouba amara*) e de ecossistemas costeiros, como mangue (*Laguncularia*), presente no final desta zona (Figura 4a-h).

Já as ervas terrestres apresentam valores oscilantes entre 26 e 1% no início desta ecozona e atingem valores percentuais máximos de 39% na profundidade 1,90 m e tendem a oscilar até atingir 23% no final da ecozona (Figura 2). Os dados de concentração mostram quantidades entre 1.000 a 13 grãos/cm<sup>3</sup> e apresentam maior concentração de ervas no final desta ecozona (Figura 3). Entre as ervas terrestres estão mais bem representados Asteraceae e *Thryallis* e de forma mais rara Apiaceae, *Begonia*, *Gomphrena* e *Tetrapteris* (Figura 6)

As ervas *Borreria*, Cyperaceae e Poaceae (Figura 7), neste trabalho tratadas como ervas diversas, atingem valores de 48% no início desta ecozona e apresentam um aumento gradual até atingir os valores máximos de 83% na metade desta ecozona, posteriormente declinam até 35% e voltam a aumentar até 47% no final desta ecozona (Figura 2). Os dados de concentração mostram maiores valores de 700 grãos/cm<sup>3</sup> no final desta ecozona (Figura 3).

As ervas aquáticas, propriamente ditas, apresentam valores máximos de 1,6% e 14 grãos/cm<sup>3</sup>, declinam até desaparecer e retornam no final desta ecozona com valores oscilantes

entre 0,9 e 0,1% (Figura 2) e concentração de, no máximo, 15 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3). Estas ervas são representadas pelos gêneros *Echinodorus*, *Myriophyllum* e *Potamogetum* (Figura 7).

As pteridófitas estão representadas pelos táxons *Anemia* e *Cyathea* e atingem valores percentuais máximos de 6% (Figura 2) e concentrações de 24 a 1 grão/cm<sup>3</sup> (Figura 3), observa-se um aumento de pteridófitas no final desta zona devido a maior ocorrência de *Anemia* (Figura 8).

As algas ocorrem desde o início, com ausência antes dos momentos de esterelidade até o final desta ecozona, entre elas estão os táxons *Botryococcus* que atinge valores altos de concentração 600 grãos/cm<sup>3</sup>; *Zygnema* com 70 grãos/cm<sup>3</sup>; e *Pseudoschizeae* com 21 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 9).

As partículas carbonizadas são encontradas ao longo de toda a ecozona, porém os dados percentuais e de concentração indicam uma diminuição representativa de partículas entre 2,35 e 1,95 m (Figuras 10 e 11).

Os dados isotópicos apresentam valores entre 2 e 0,25 para carbono total,  $\delta^{13}\text{C}$  entre -25 e -26, N total entre 0,01 e 0,18,  $\delta^{15}\text{N}$  entre 9,5 e -3 e razão C/N entre 1 e 200 PDB‰ (Figura 12).

Os resultados de concentração mostram aumento gradual de palinomorfos da base para o topo desta ecozona e ausência de palinomorfos em duas amostras, a 2,35 e a 1,95 m.

Níveis de esterelidade palinológica ocorrem nesta ecozona, o primeiro entre as profundidades 2,65 a 2,60 m, o segundo entre 2,40 a 2,30 m e o terceiro entre 2,10 e 1,95 m.

### **Ecozona Ld2 (158 a 50 cm)**

Nesta ecozona, entre as profundidades 1,50 e 1,40 m, os palinomorfos estão ausentes. Os valores percentuais de elementos arbóreos/arbustivos oscilam entre 8% e 45% e as concentrações de 2.200 a 500 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3). Os principais táxons arbóreos que

compõem esta ecozona são *Allagoptera*, Anacardiaceae, Bignoniaceae, *Cecropia*, *Forsteronia*, Moraceae, Myrtaceae, *Protium*. Secundariamente *Alchornea*, Burseraceae, *Camptosperma*, *Celtis*, *Didymopanax*, *Piper*, *Podocarpus*, *Pouteria*, *Trema*, *Zanthoxylum* e raramente *Andira*, *Astronium*, *Byrsonima*, *Ceroxylum*, *Cordia*, *Cyphomandra*, *Drimys brasiliensis*, *Erytheca*, *Ficus*, *Hancornia*, *Hedyosmum*, *Koeberlinia*, *Lamanonia*, *Machaerium*, Malvaceae (Bombacaceae), *Psychotria*, *Pterogyne*, Rutaceae, *Sapium*, *Sebastiania*, *Senna*. Também se encontram presentes elementos arbóreos amazônico-atlânticos, oscilantes de 11 a 0,1% e 1000 a 50 grãos/cm<sup>3</sup> representados por *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elástica*, *Chione*, *Chrysobalanus*, *Crepidosperrum*, *Diploptropis brasiliensis*, *Hyeronima*, *Lacistema*, *Prockia*, *Rinorea*, *Simaba orinocensis*, *Simarouba amara* (Figuras 4a-h).

As ervas terrestres apresentam valores percentuais que variam de 10% a 50% e concentração de 75 a 750 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3), observa-se um aumento no final desta ecozona. As ervas terrestres mais representativas são: Asteraceae e com menor representação Apiaceae, *Begonia*, *Gomphrena*, Lamiaceae, *Polygala* e *Thryallis* (Figura 5).

As ervas diversas (*Borreria*, Cyperaceae e Poaceae) oscilam nesta zona entre os valores de 24% a 55% e 200 a 1.000 grãos/cm<sup>3</sup>, apresentam uma redução no final desta ecozona (Figuras 2 e 3).

As ervas aquáticas estão representadas por *Hydrocleys* e *Potamogetum* e possuem maior representação no final desta ecozona, com valores percentuais de 0,1 a 1% e de concentração de 2 a 13 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2, 3 e 7).

As epífitas, representadas por *Tillandsia usneoides*, ocorrem no começo e no final desta ecozona e atingem valores máximo de 0,5% e 5 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 2, 3 e 7)

As pteridófitas possuem valores percentuais que variam de 2% a 10% e concentrações entre 52 a 150 grãos/cm<sup>3</sup>. Entre elas destaca-se *Anemia* e de forma mais rara *Cyathea* e *Selaginella* (Figuras 2, 3 e 8).

As algas apresentam porcentagens que oscilam entre 338 e 50 grãos/cm<sup>3</sup>. Entre elas destaca-se *Botryococcus* e com menor representação *Penium*, *Zygnema* e *Pseudoschizeae* (Figuras 2, 3 e 9).

As partículas carbonizadas com dimensões de < 25, entre 26-50 e > 51 µm são encontradas ao longo desta zona (Figuras 10 e 11).

Os dados isotópicos apresentam valores entre 2 e 0,10 para carbono orgânico total, δ<sup>13</sup>C entre -25 e -22, N total entre 0,02 e 0,12, δ<sup>15</sup>N entre 20 e - 1 e razão C/N entre 1 e 70 PDB‰ (Figura 12).

### **Ecozona LD3 (0,50 – 0 cm)**

Esta ecozona possui valores percentuais de elementos arbóreo/arbustivos que oscilam entre 18% e 58% e de concentração de 300 a 11.000 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3). Os dados percentuais mostram maior representação dos elementos arbóreo/arbustivos na metade e final desta ecozona. Já os dados de concentração mostram maior concentração na metade desta zona atingindo valores máximos de 11.000 grãos/cm<sup>3</sup>. Os elementos mais expressivos são *Alchornea*, *Cecropia*, *Myrtaceae*, *Piper*, *Syagrus*, *Trema*. Secundariamente *Acalypha*, *Allagoptera*, *Anacardiaceae*, *Andira*, *Bignoniaceae*, *Byrsonima*, *Camptosperma*, *Cedrela*, *Celtis*, *Cyphomandra*, *Didymopanax*, *Ficus*, *Fosteronia*, *Gallesia*, *Genipa*, *Ilex*, *Koeberlinia*, *Lamanonia*, *Mimosoideae*, *Moraceae*, *Myrsine*, *Pera*, *Picrasma crenata*, *Protium*, *Pseudobombax*, *Roupala*, *Sebastiania*, *Solanum* e *Symplocos*. De ocorrência mais rara *Acosmium*, *Alseis*, *Arecaceae*, *Burseraceae*, *Cassia raceamosa*, *Celastraceae*, *Commiphora*, *Copaifera*, *Cordia*, *Drimys brasiliensis*, *Eriotheca*, *Hancornia*, *Hedyosmum*, *Hirtela*,

*Hyeronima*, *Kielmeyera*, *Micropholis*, *Mimosa*, *Myracrodruon*, *Pouteria*, *Psychotria*, *Pterogyne*, *Rutaceae*, *Sapindaceae*, *Sapium*, *Serjania*, *Spondias*, *Weinmannia* e *Zornia*. Também ocorrem nesta ecozona elementos amazônico-atlântico, com porcentagens entre 1 e 8% e concentrações de 60 a 1.550 grãos/cm<sup>3</sup>. São eles: *Abuta*, *actinostemun*, *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elastica*, *Chrysobalanus*, *Cleidion*, *Couma*, *Coursetia*, *Diploptropis brasiliensis*, *Hyeronima*, *Lacistema*, *Rinorea*, *Senefeldera*, *Simaba orinocensis*, *Simarouba amara* e *Sommeria* (Figuras 2, 3 e 4g-h). Entre aqueles de formações vegetacionais com influência marinha, ocorrem *Avicennia* e *Laguncularia* gêneros típicos de manguezais da região centro-norte do Espírito Santo, com a representação máxima de 0,8% e 60 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 2, 3 e 4f).

Observa-se ao longo desta ecozona a clara substituição gradual da vegetação de porte herbáceo pela de porte arbóreo.

As ervas terrestres destacam-se somente no início desta zona, com valores percentuais de 38% e de concentração de 1.400 grãos/cm<sup>3</sup> da soma total; posteriormente apresentam redução gradual até o final desta ecozona, com valores de 3% e 100 grãos/cm<sup>3</sup>. Entre elas ocorrem com maior representação *Asteraceae*; secundariamente *Schwannia*; e de forma mais rara *Amaranthus*, *Apiaceae*, *Begonia*, *Bromeliaceae*, *Dalechampia*, *Eryngium*, *Hyptis*, *Lamiaceae*, *Pitcairnia*, *Polygala* e *Tetrapteris* (Figura 2, 3 e 6).

As ervas diversas ocorrem com valores percentuais que variam entre 12% a 36% e de concentração entre 5.200 a 200 grãos/cm<sup>3</sup>. Iniciam esta ecozona com maior frequência e, posteriormente apresentam menores concentrações e porcentagens (Figuras 2 e 3). As ervas diversas que possuem maior representação são *Borreria*, *Cyperaceae* e *Poaceae*, com menor ocorrência *Alternanthera* e *Hydrocotyle* (Figura 7).

As ervas aquáticas ocorrem em baixos valores, porcentagens de 0,1 a 1% e concentração máxima de 60 grãos/cm<sup>3</sup> e somente no final desta ecozona apresentam valores máximos. Estão entre as ervas aquáticas *Hydrocleys*, *Laurembergia* e *Typha*.

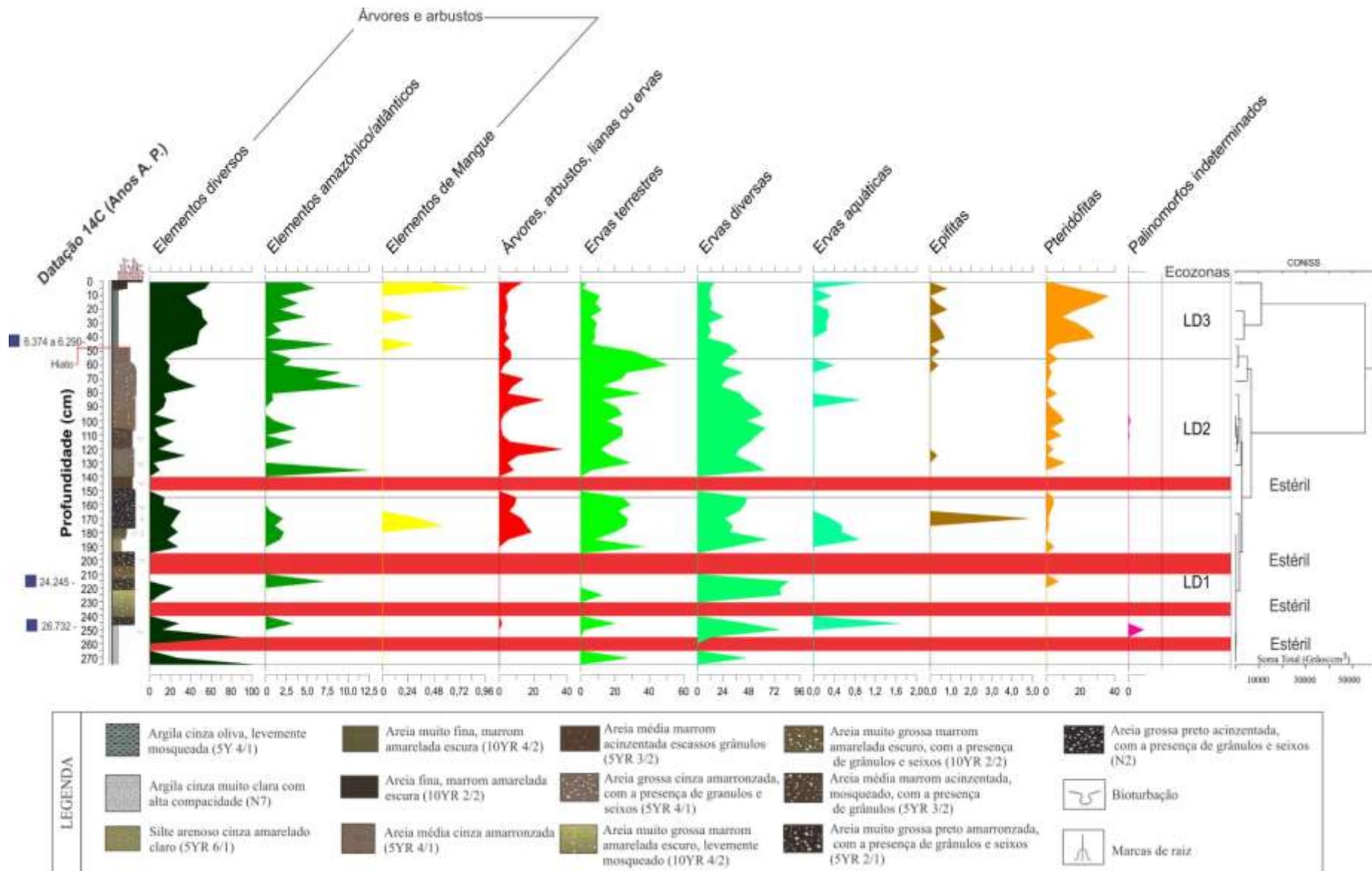
As epífitas ocorrem com percentuais variáveis de 0,1 a 0,8% e concentrações de 5 a 90 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 2 e 3). *Tillandsia usneoides* possui maior representação, porém é substituída por *Peperomia* no final desta ecozona (Figura 7).

O táxon *Cyathea* possui maior representação entre as pteridófitas, secundariamente os gêneros *Dicksonia*, *Marittia*, *Polypodium*, *Sellaginella* e *Trichomanes*, e de ocorrência mais rara observa-se *Anemia* e Osmundaceae (Figura 8). De maneira geral, as pteridófitas possuem valores percentuais que oscilam entre 37% e 3% e concentrações de 2.757 a 50 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 2 e 3) e apresentam maior ocorrência no meio desta ecozona.

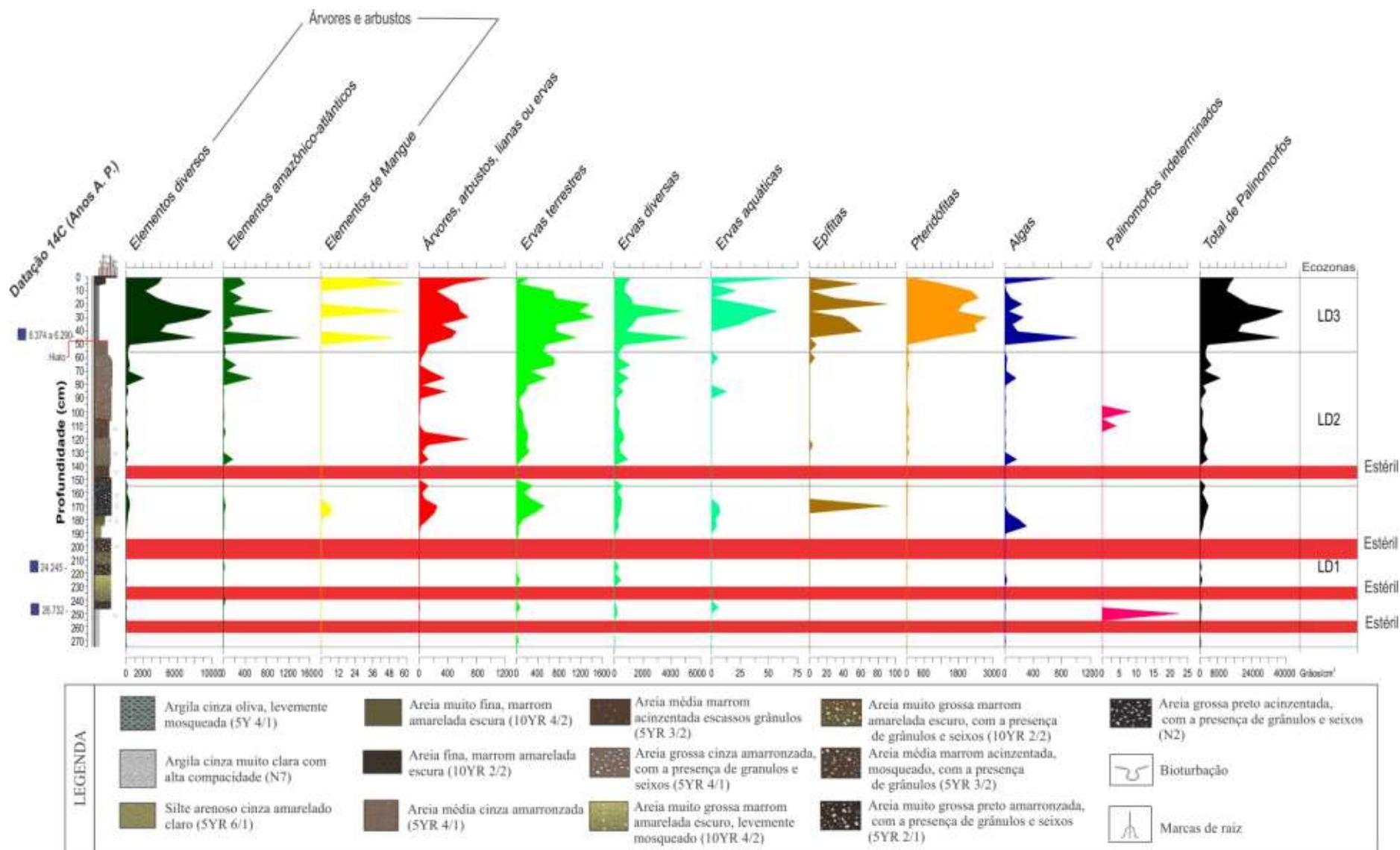
As algas (*Botryococcus*, *Penium*, *Pseudoschizeae* e *Zygnema*) ocorrem nesta ecozona com concentrações máximas de 1.100 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 3).

As partículas carbonizadas estão presentes ao longo desta ecozona no palinodiagrama de porcentagem (Figura 10), já no de concentração (Figura 11) mostram três picos, o primeiro em 0,50 m, o segundo em 0,35 m e o terceiro a 0,15 m.

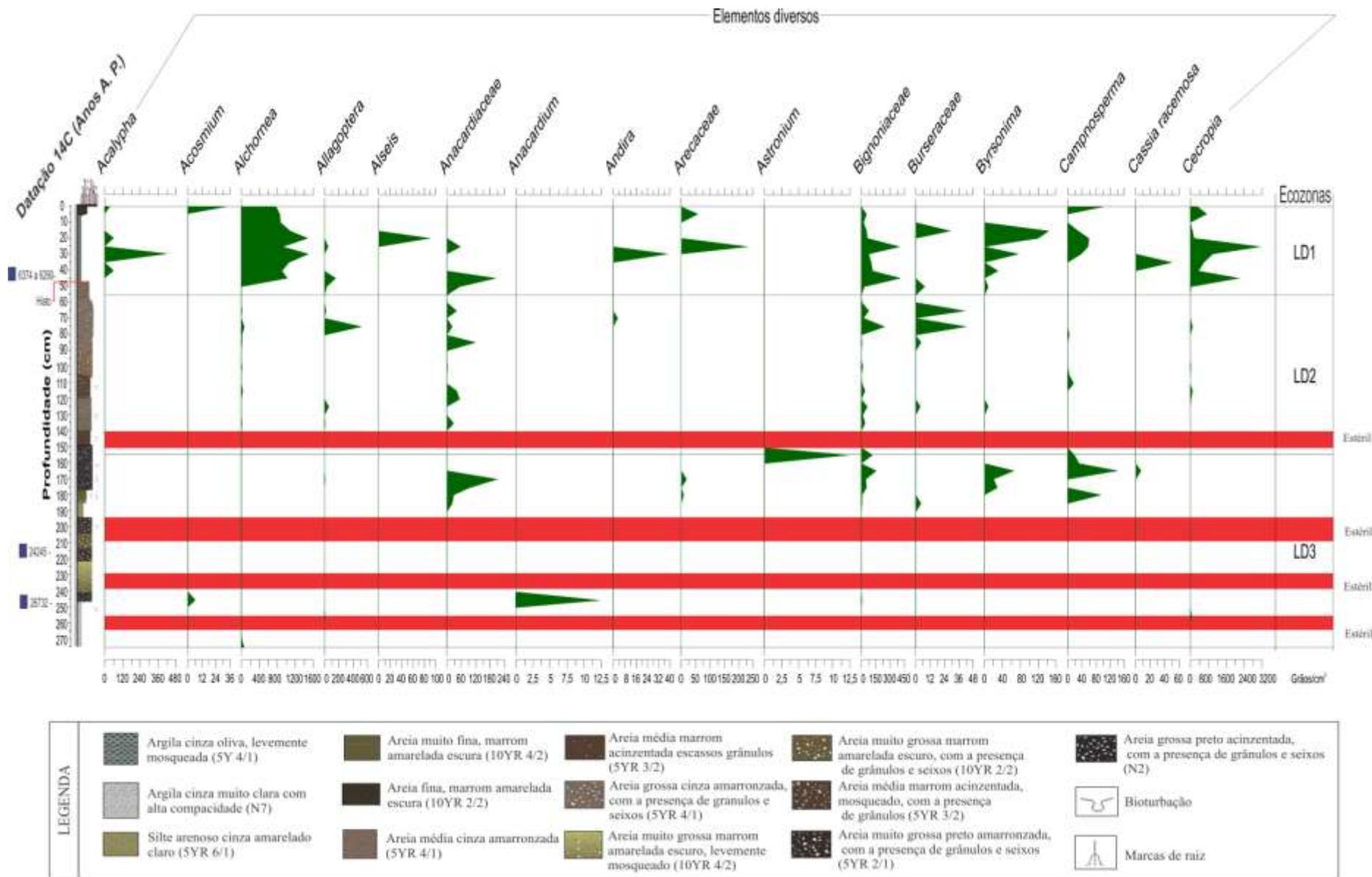
Os resultados isotópicos apresentam valores entre 1,80 e 0,25 para carbono orgânico total;  $\delta^{13}\text{C}$  entre -28 e -20; N total entre 0,01 e 0,10;  $\delta^{15}\text{N}$  entre 3 e 4 e razão C/N entre 15 e 25 PDB‰ (Figura 12).



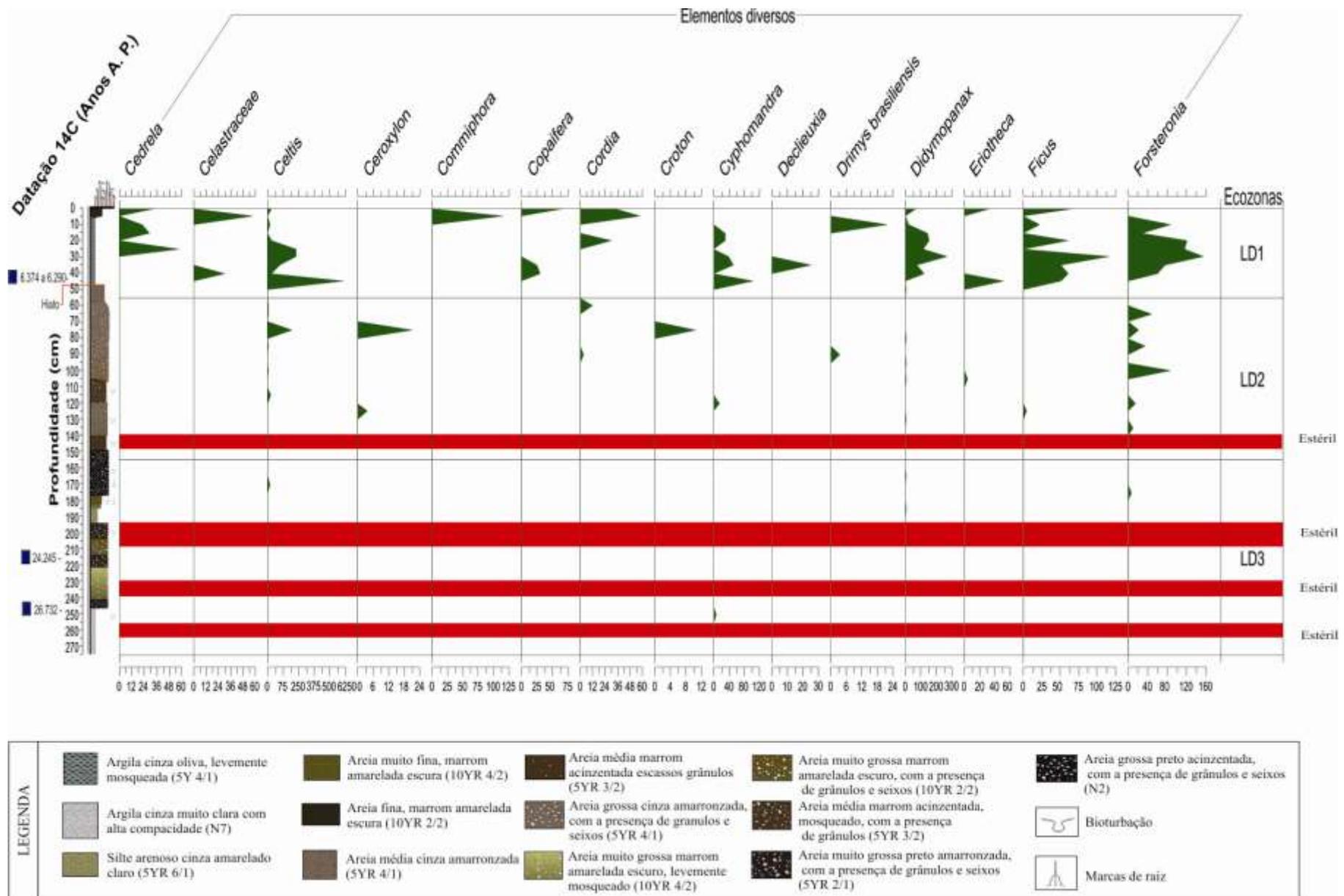
**Figura 2.** Palinodiagrama percentual da soma total das categorias ecológicas do testemunho LD1 do lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



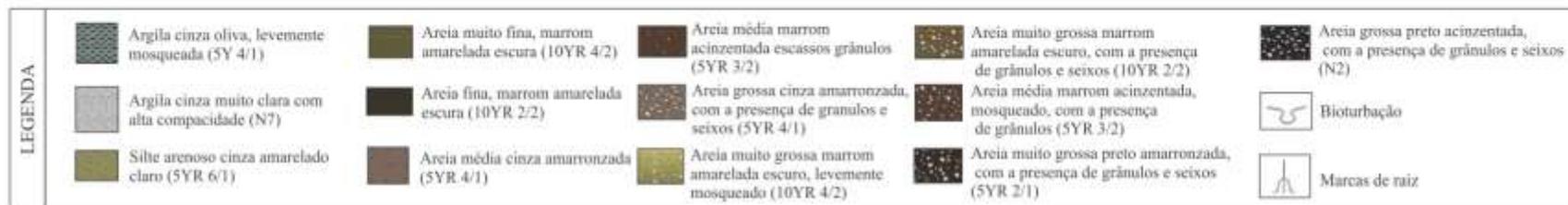
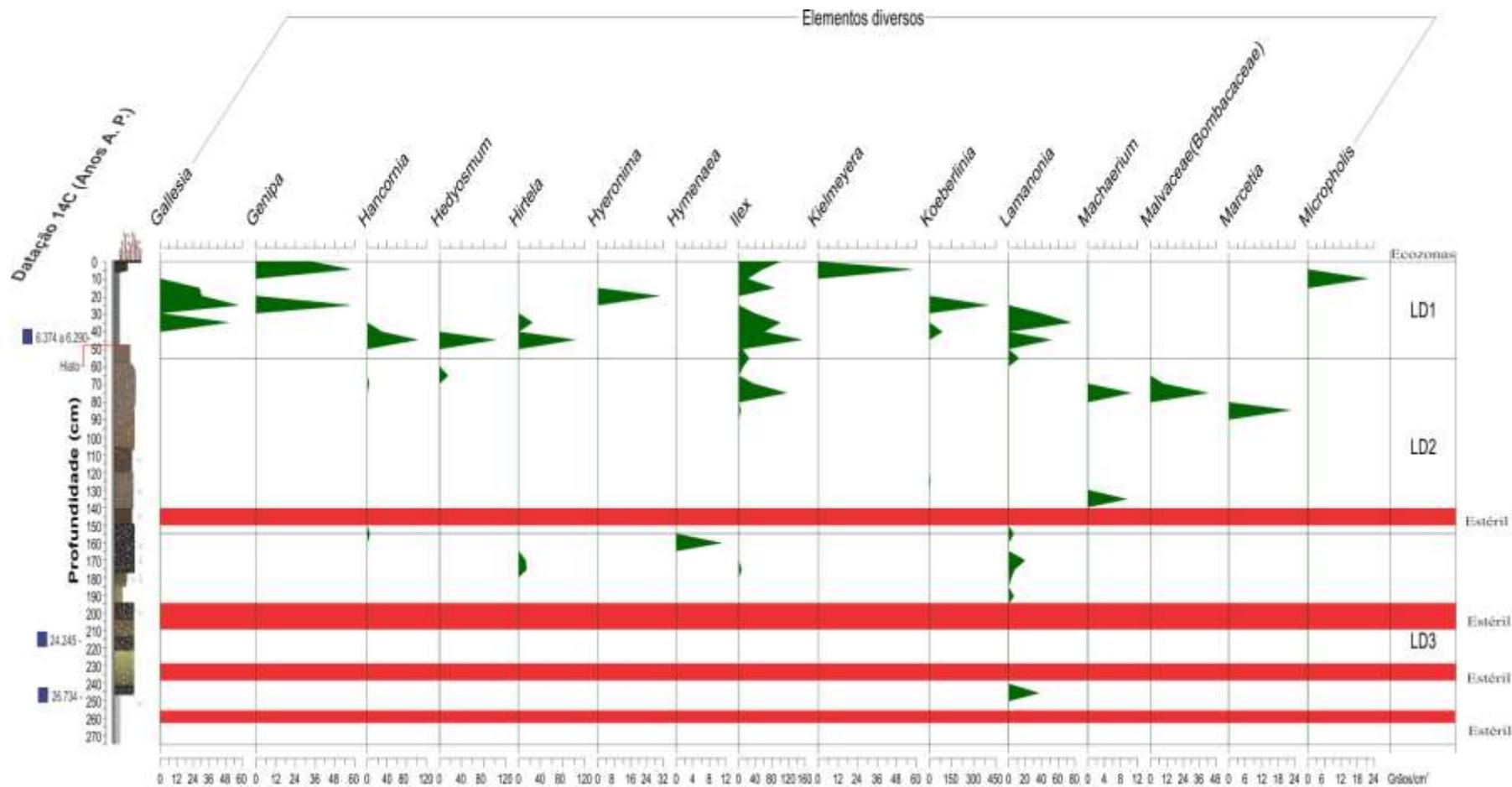
**Figura 3.** Palinodiagrama de concentração grãos/cm<sup>3</sup> da soma total das categorias ecológicas do testemunho LD1 do lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



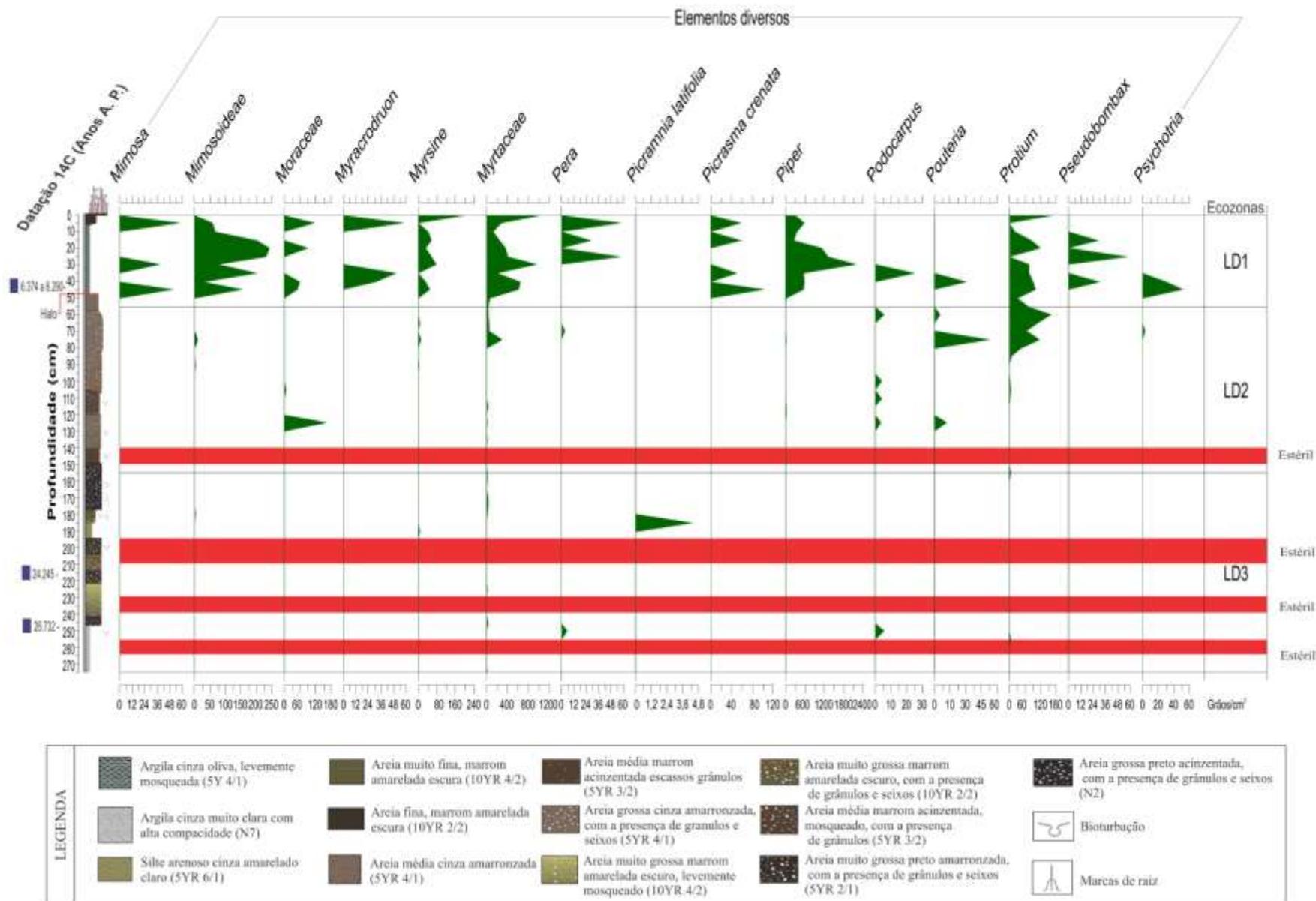
**Figura 4a.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



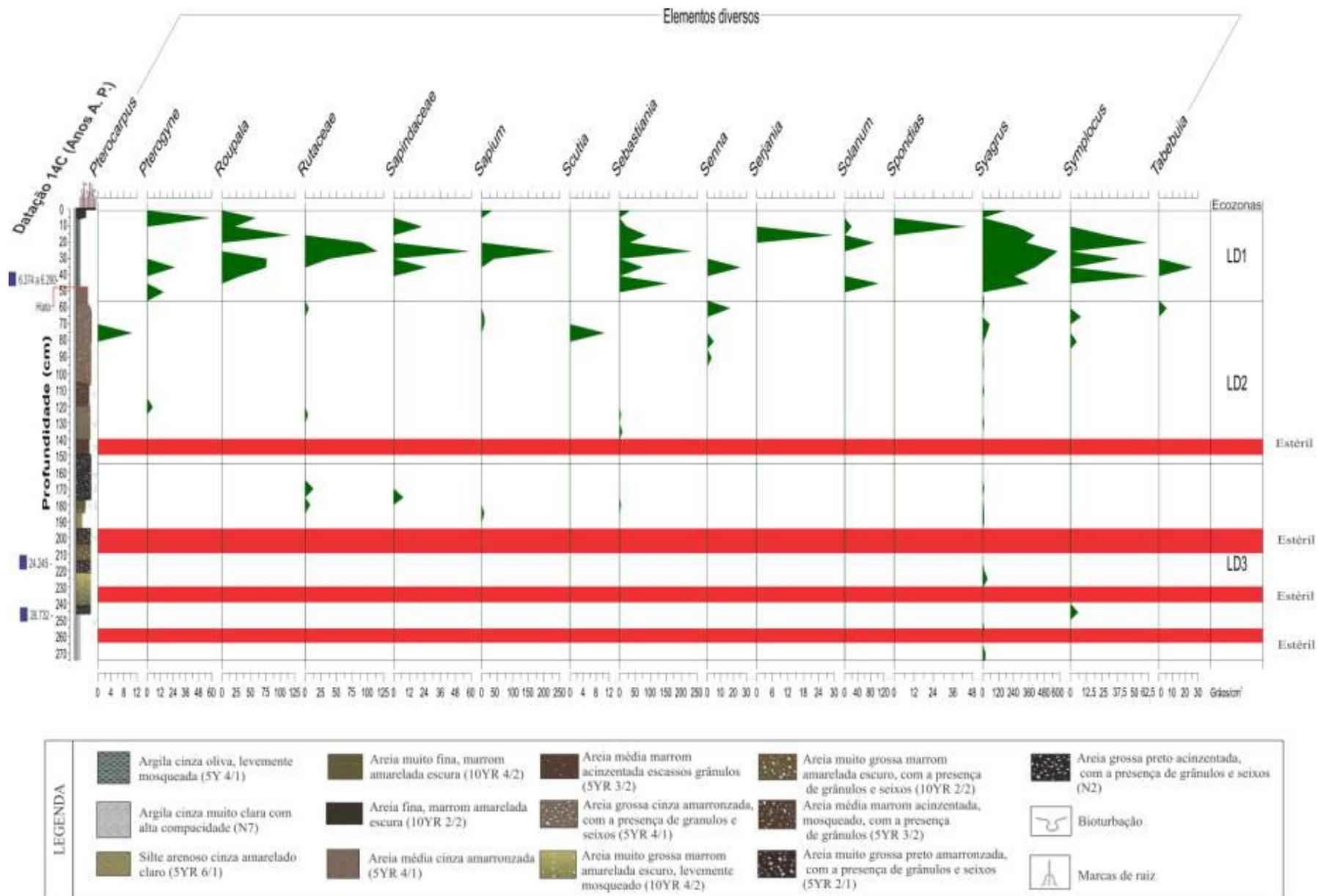
**Figura 4b.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



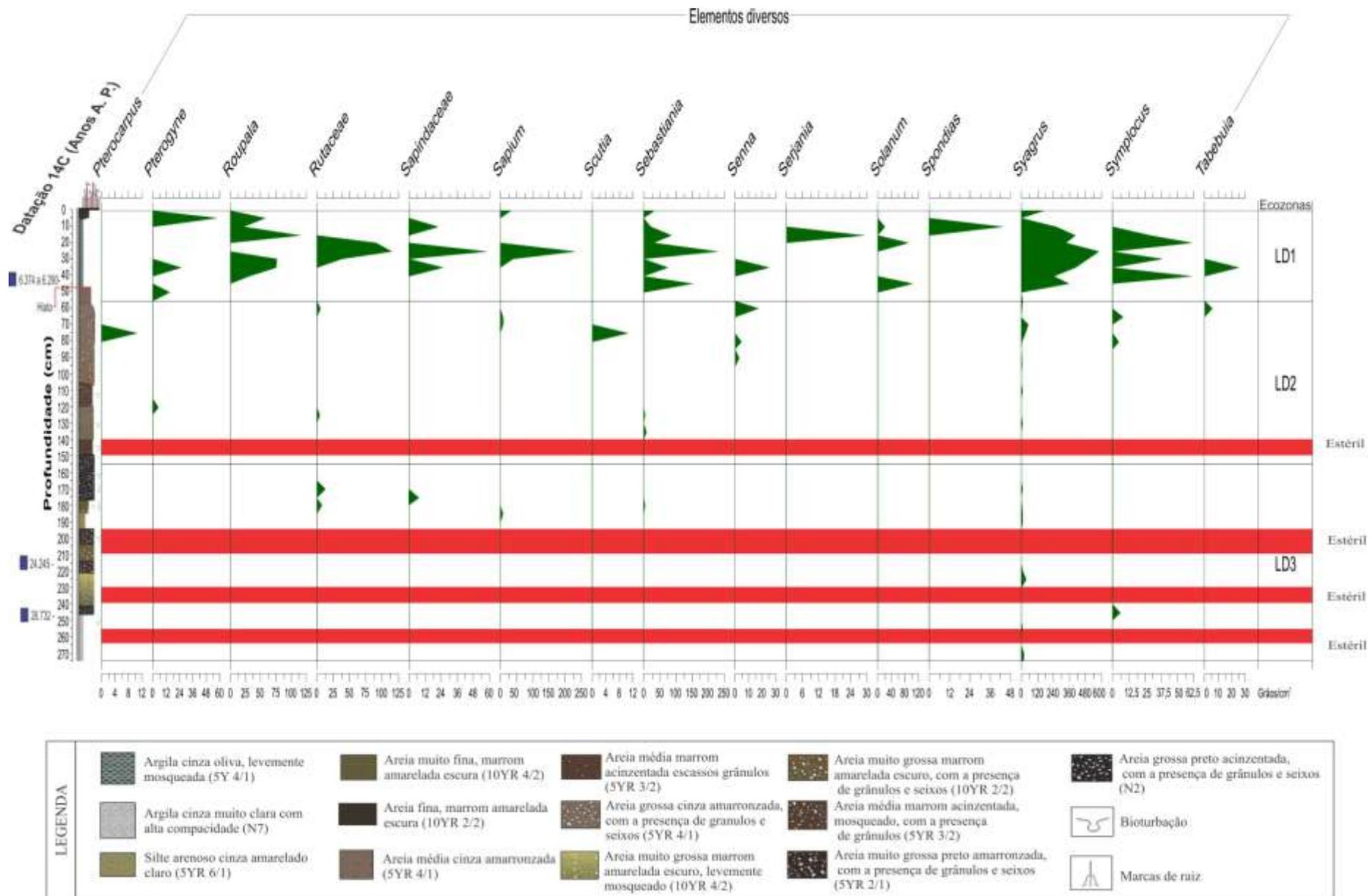
**Figura 4c.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



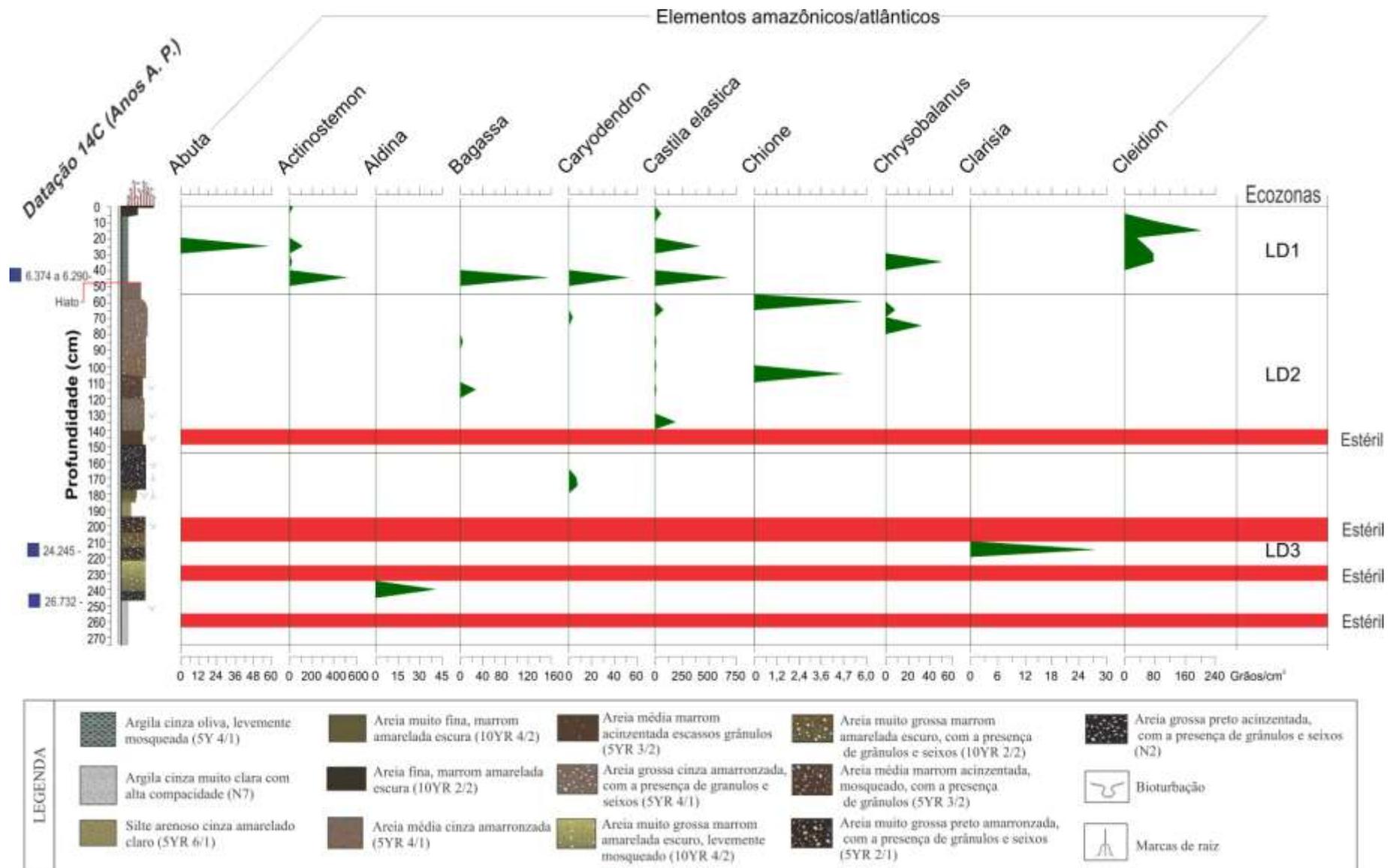
**Figura 4d.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



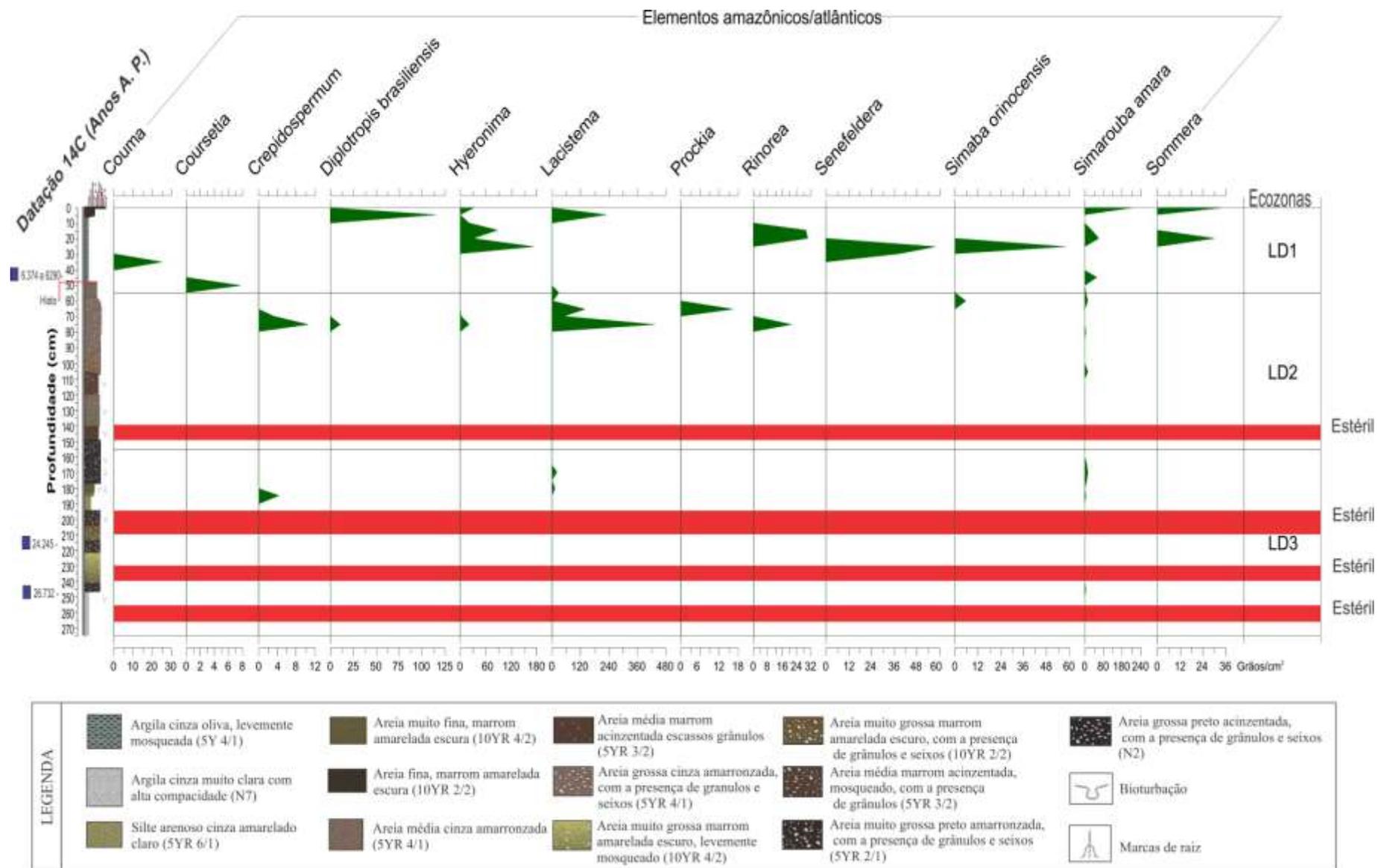
**Figura 4e.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



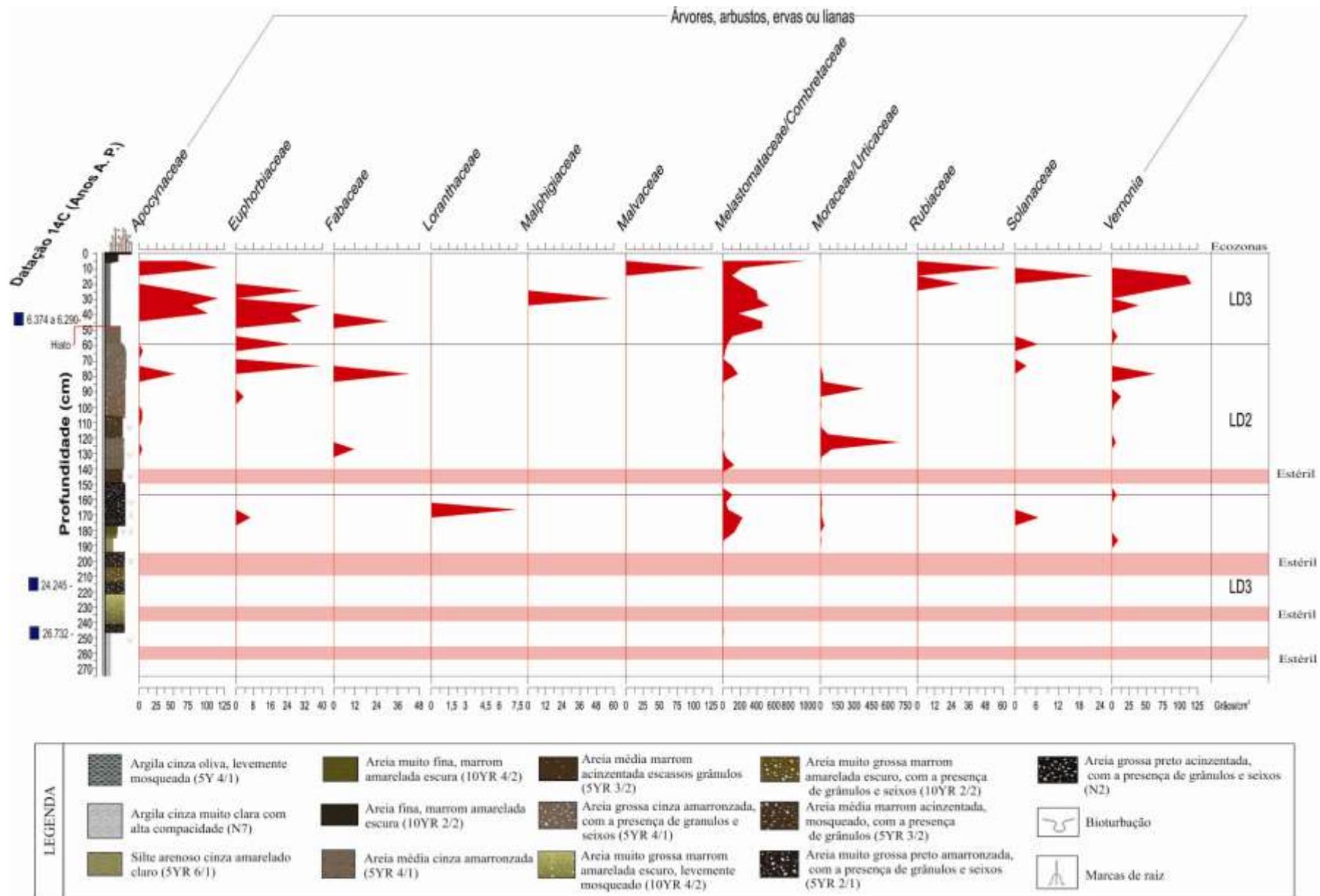
**Figura 4f.** Palinodiagrama de concentração de elementos arbóreo/arbustivos do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



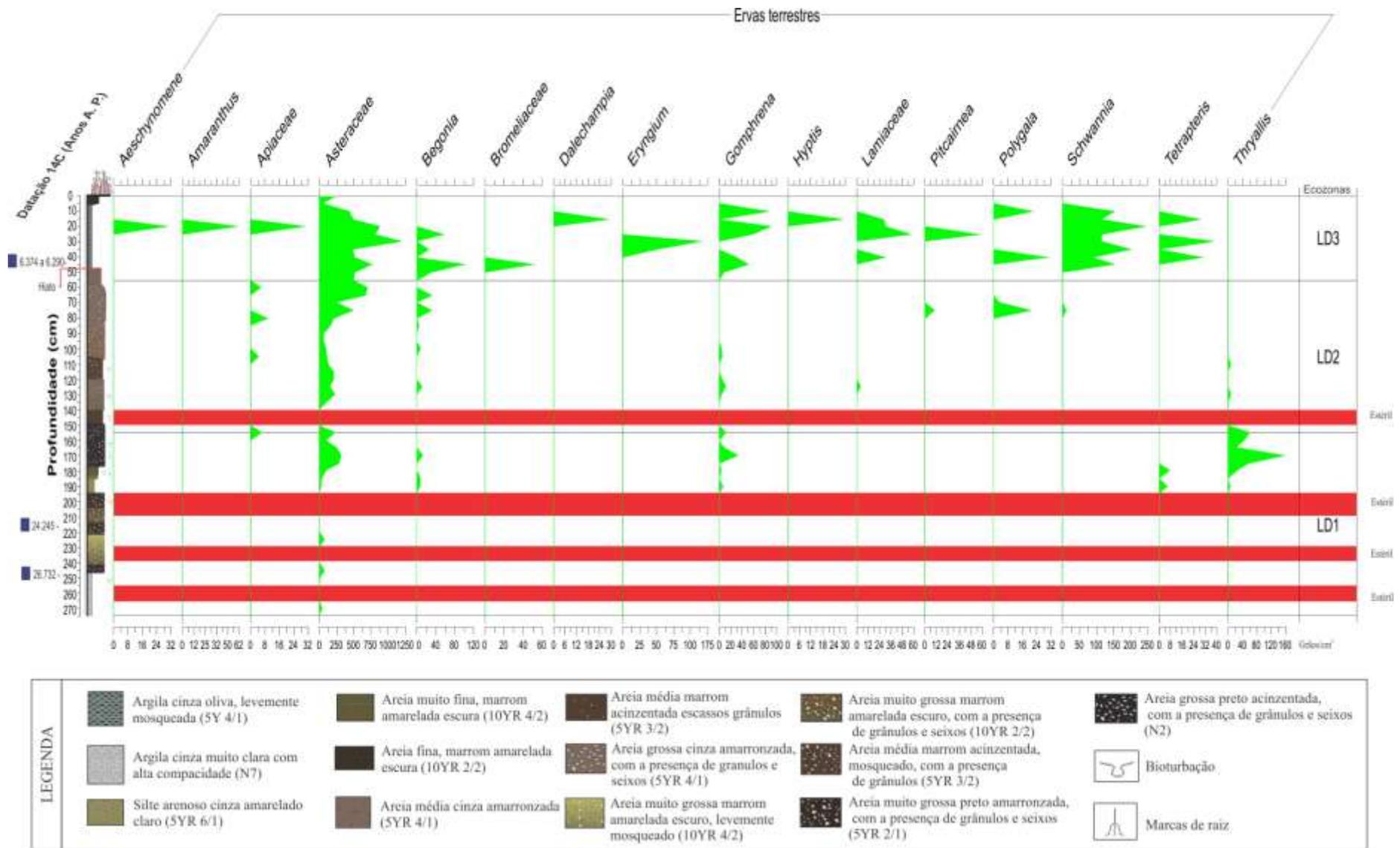
**Figura 4g.** Palinodiagrama de concentração de táxons amazônico/atlânticos do testemunho LD1 do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



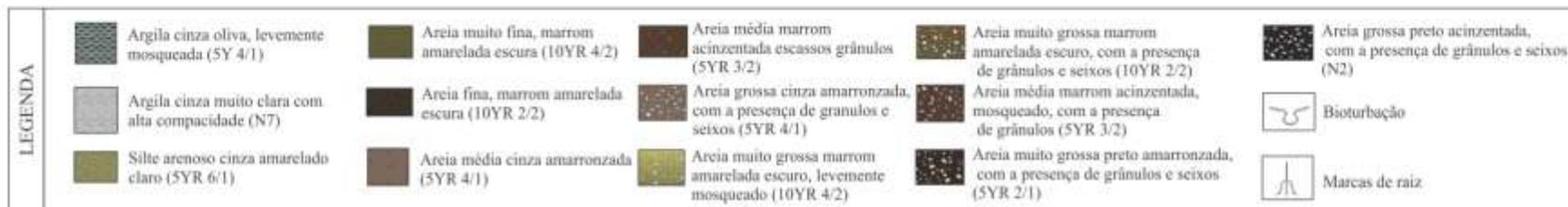
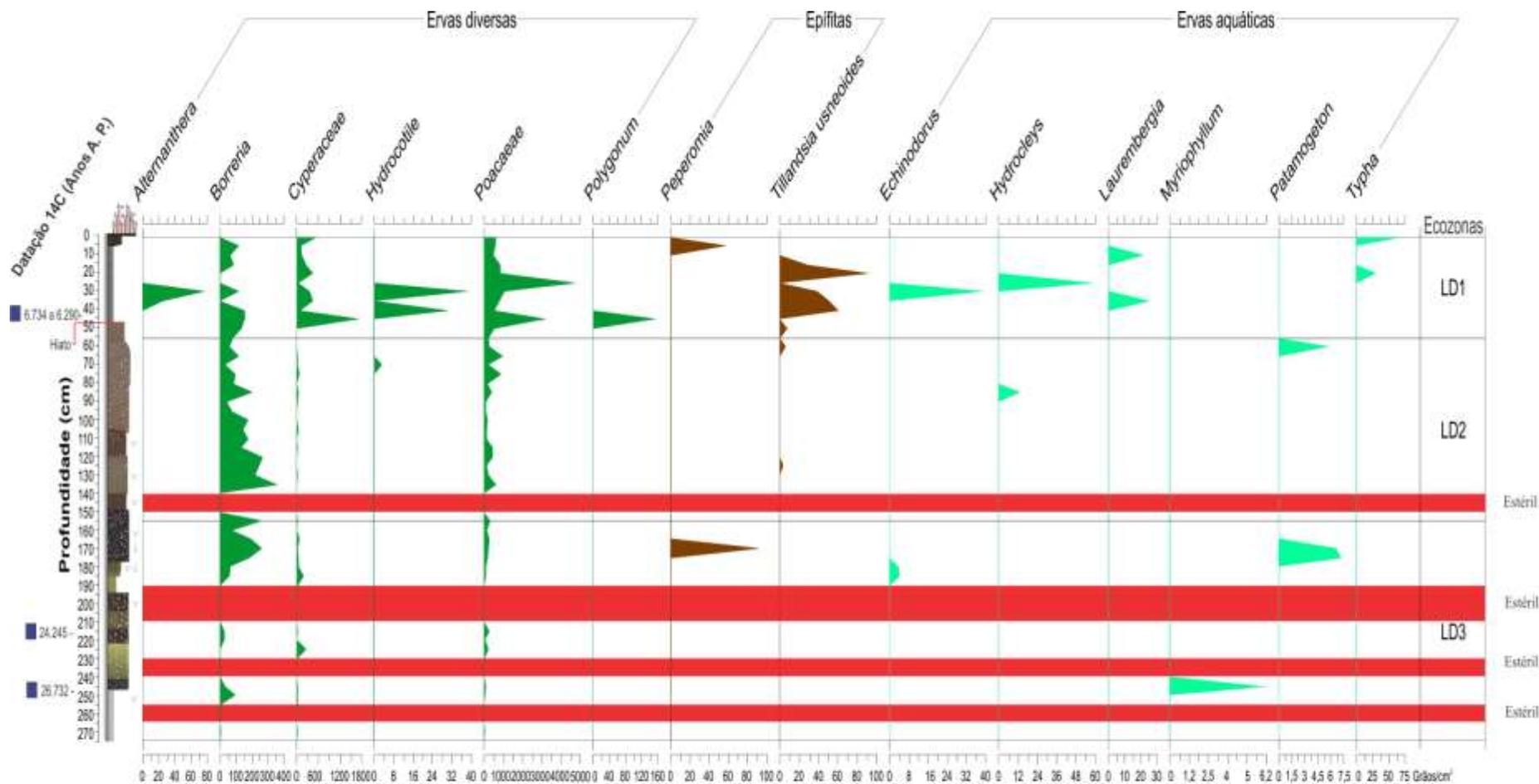
**Figura 4h.** Palinodiagrama de concentração de táxons amazônico/atlânticos do testemunho LD1 do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



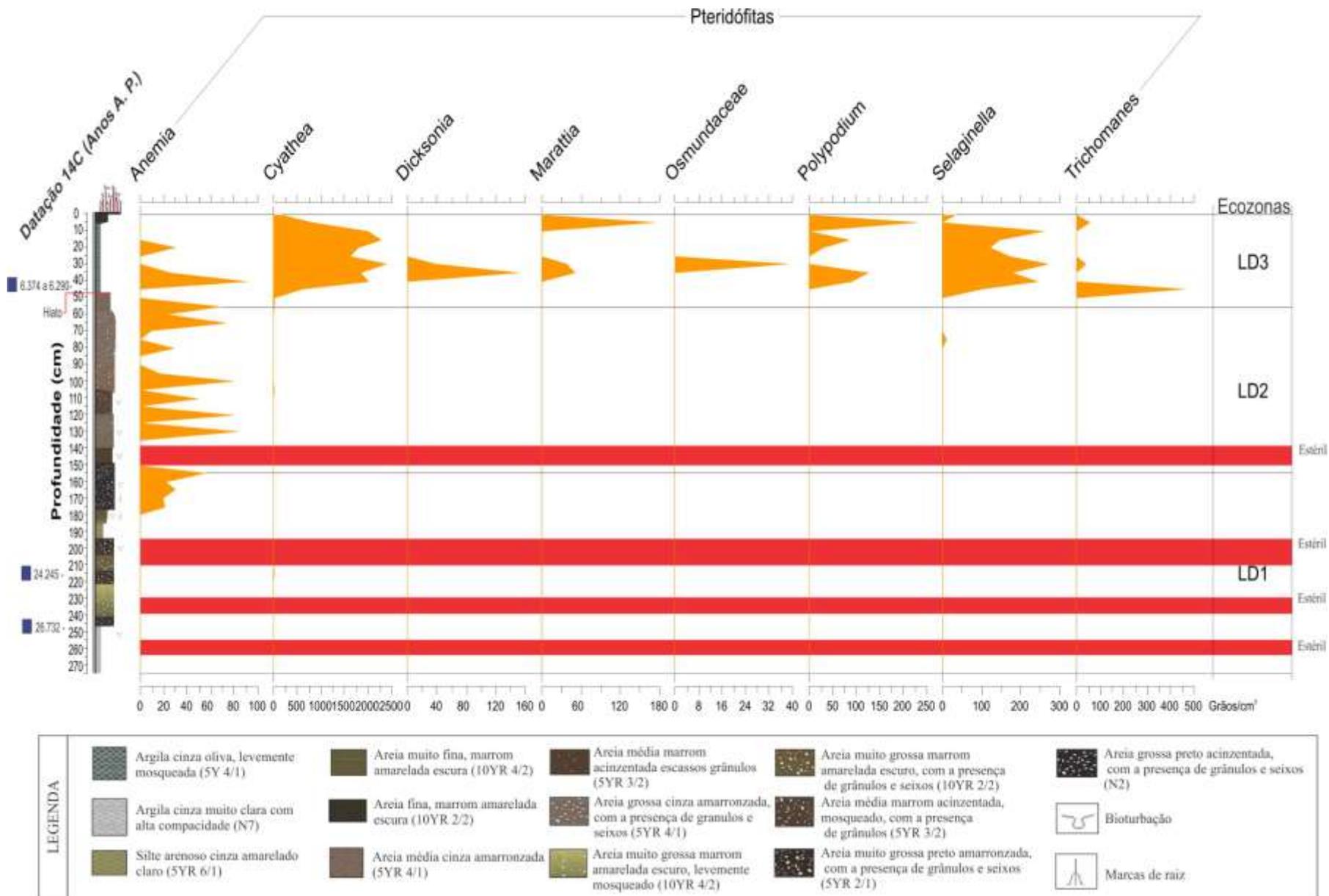
**Figura 5.** Palinodiagrama de concentração de árvores/arbustos/ervas/ lianas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



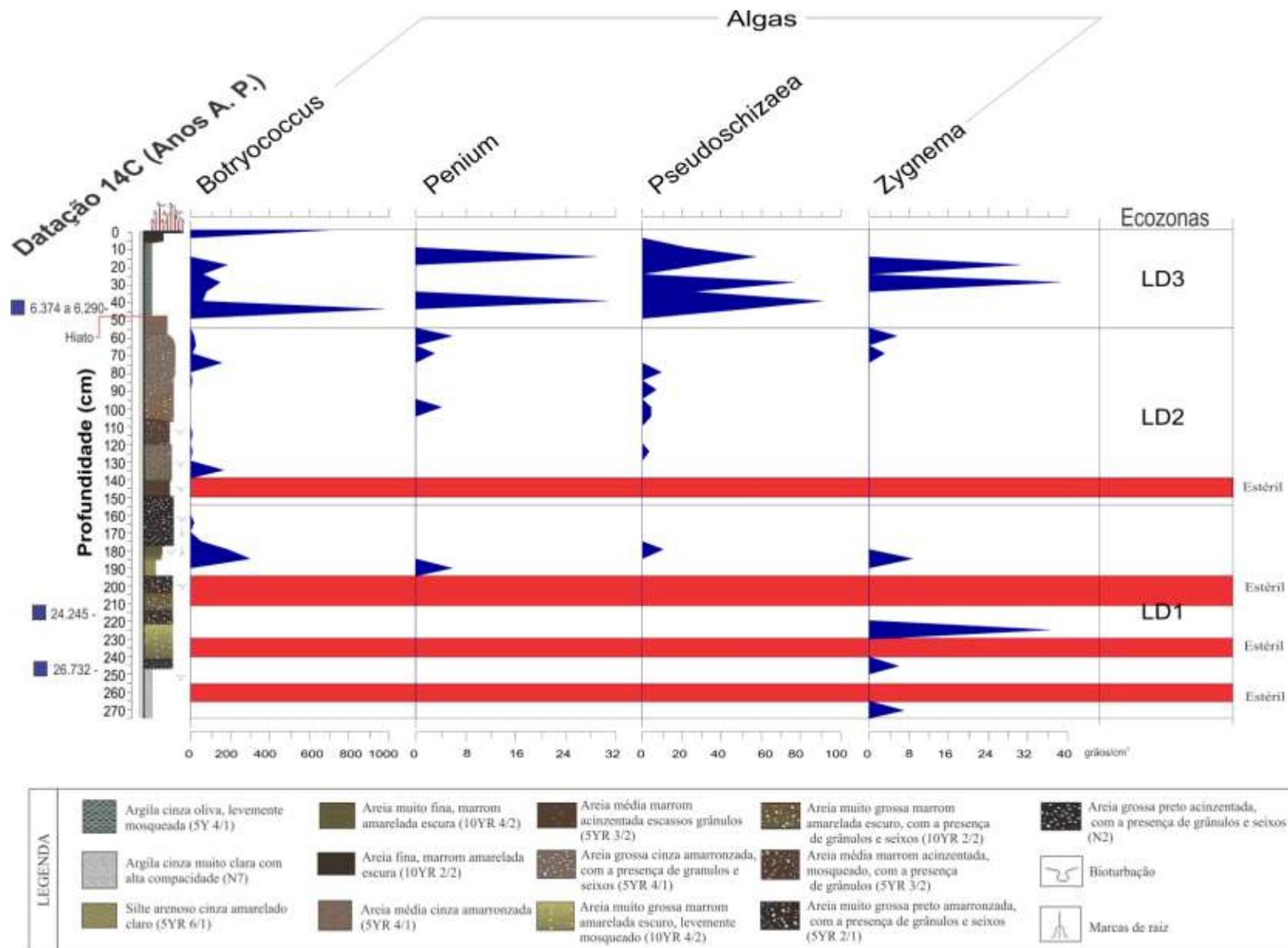
**Figura 6.** Palinodiagrama de concentração de ervas terrestres do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



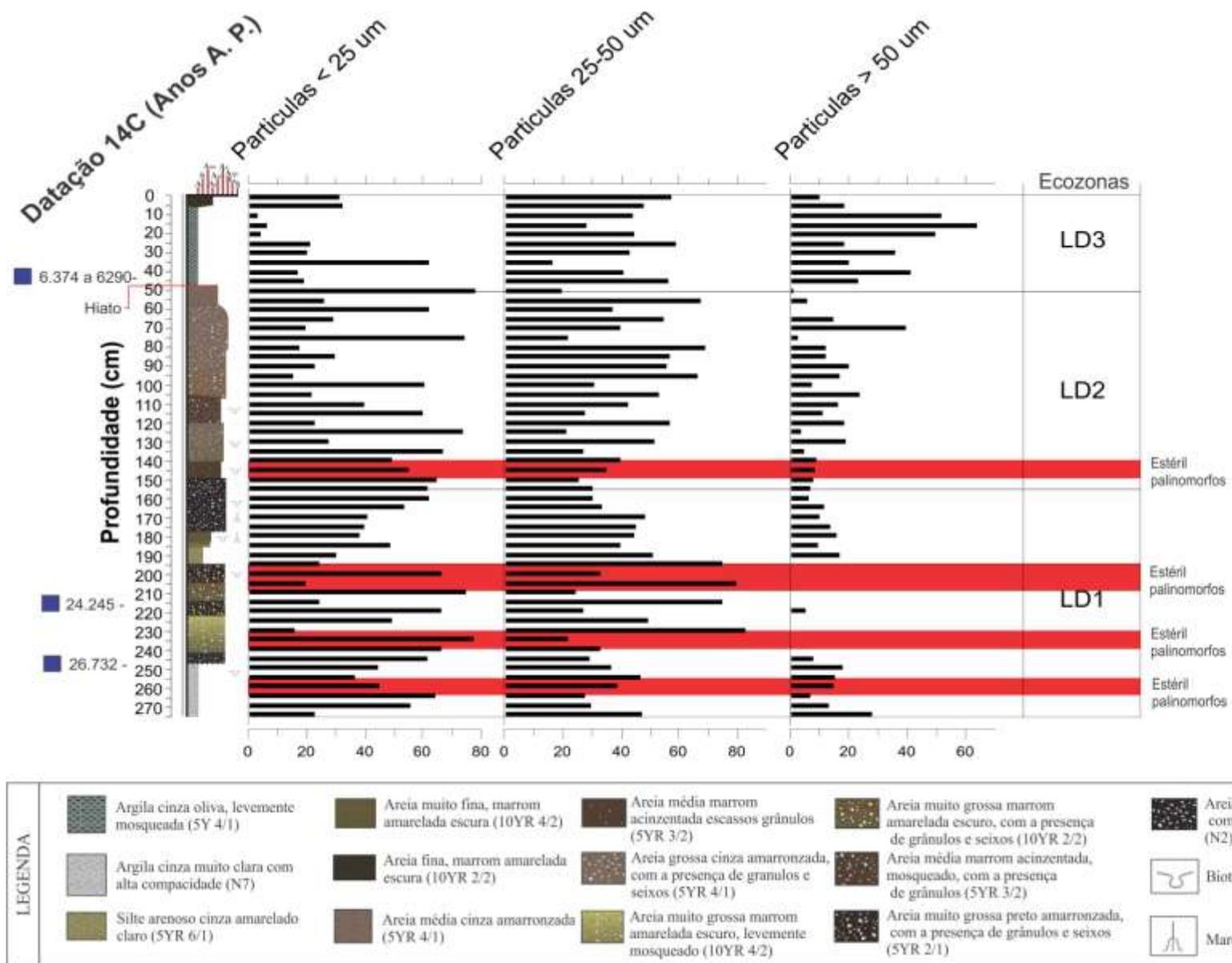
**Figura 7.** Palinodiagrama de concentração de ervas diversas, epífitas e aquáticas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



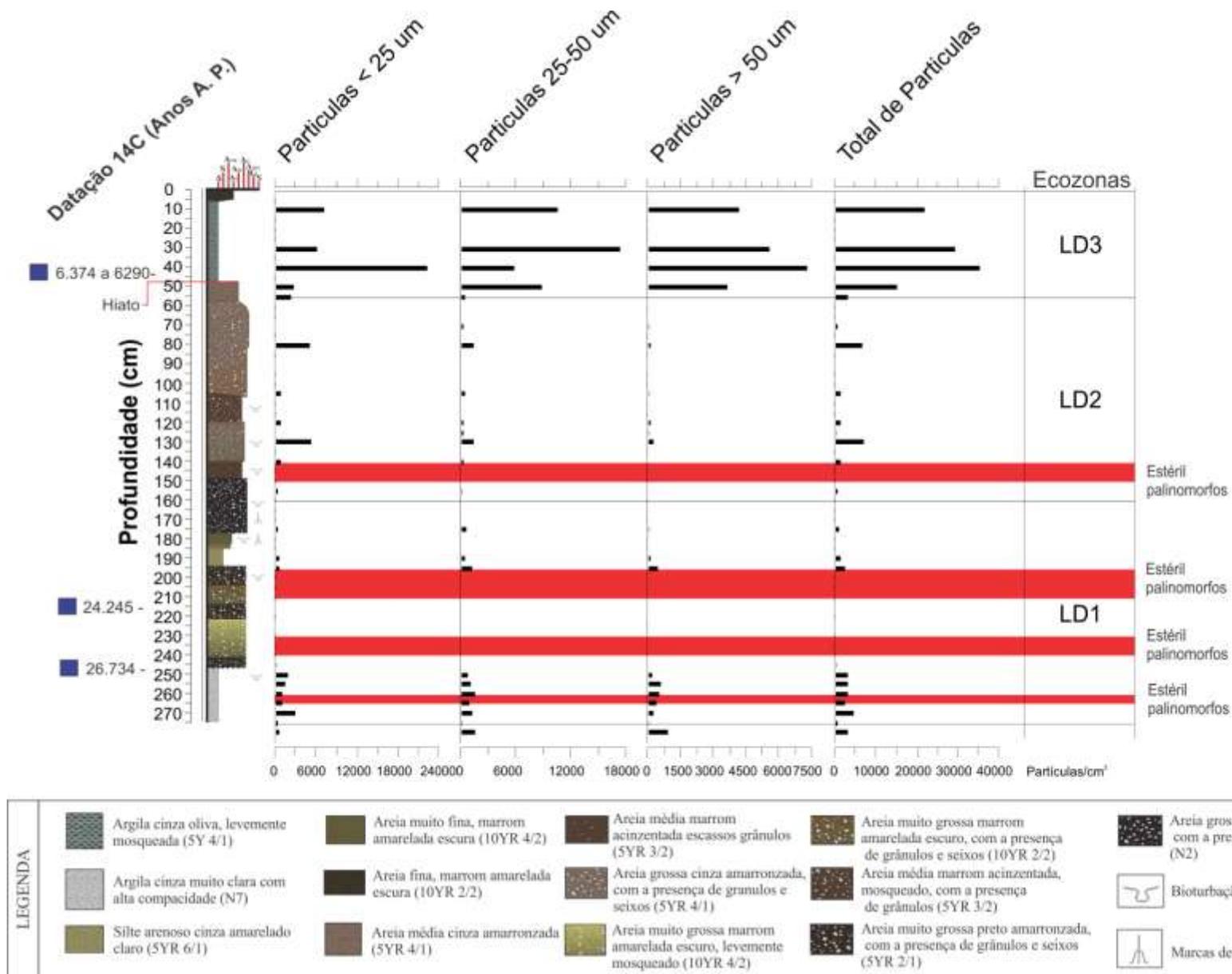
**Figura 8.** Palinodiagrama de concentração de pteridófitas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



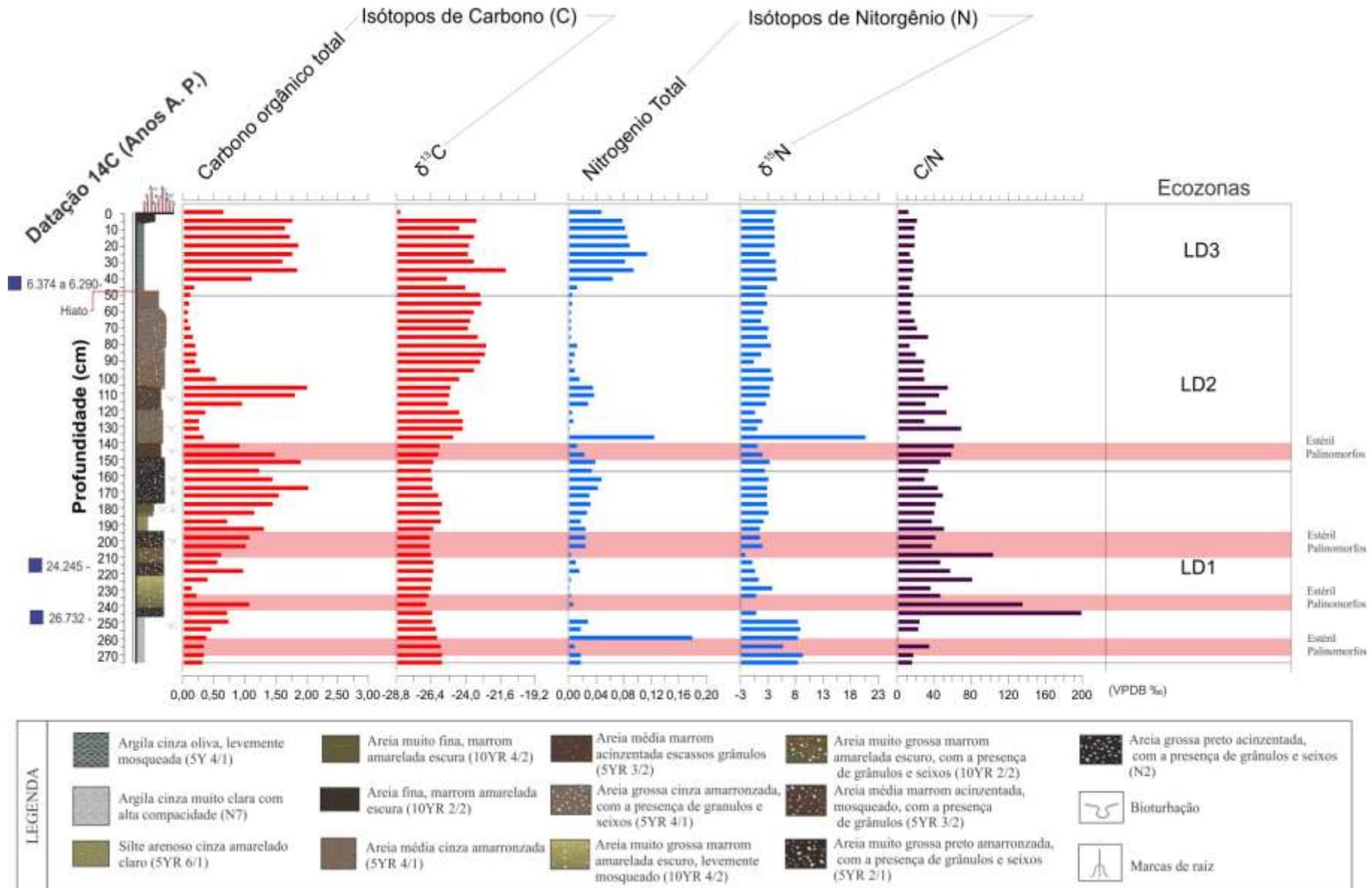
**Figura 9.** Palinodiagrama de concentração de algas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



**Figura 10.** Palinodiagrama percentual de partículas carbonizadas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



**Figura 11.** Palinodiagrama de concentração de partículas carbonizadas do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



**Figura 12.** Resultados da análise isotópica de carbono e nitrogênio do lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).

## Discussão e interpretação

O registro palinológico das três ecozonas identificadas para o Lago Durão é aqui examinado sob o ponto de vista ecológico dos principais táxons, considerou-se sua distribuição atual e suas interações com as características físicas, químicas e geológicas no presente. A reconstituição da vegetação pretérita nas proximidades do Lago Durão é aqui tratada, ecozona por ecozona, como se vê a seguir.

### Ecozona LD1 (2,75 a 1,58 m)

Inicialmente esta ecozona apresenta o domínio de elementos arbóreo/arbustivos sobre os herbáceos, o que indica condições de floresta ombrófila, caracterizada pela presença dos táxons *Alchornea*, *Anacardiaceae*, *Bignoniaceae*, *Camposperma*, *Cecropia*, *Myrtaceae*, *Piper* e *Syagrus*. Os elementos arbóreos encontrados neste intervalo indicam condições de mata secundária, devido à presença de táxons típicos sucessão vegetal, como *Cecropia*, *Camposperma* e *Trema* (Marchant et al. 2002, Backes & Nardino 2003), sob vigência de clima úmido e quente, sugerido pela presença de *Allagoptera* e *Syagrus* (Arecaceae).

As partículas carbonizadas indicam a ocorrência de incêndios locais e regionais, que podem estar associados a fases sazonais menos úmidas, destes são os de maior intensidade os incêndios locais (partículas > 50 µm) e de menor intensidade os regionais (partículas < 25 e 25-50 µm). A diminuição na concentração ou ausência dos esporos de algas e pteridófitas podem ser relacionadas a essas fases.

Observa-se, em seguida, a tendência de declínio de elementos arbóreos e aumento de elementos herbáceos com a presença de três níveis estéreis (de 2,55 a 1,95 m). Estes eventos podem estar associados a mudanças de clima quente e úmido para clima frio e menos úmido, com chuvas esporádicas. A presença de elementos típicos de

um clima mais frio e ecossistemas de altitude, como *Lamanonia*, *Podocarpus* e *Symplocos* (Durigan et al. 2004, Lorenzi 2008a), reforçam esta ideia. A presença das amostras estéreis nesta fase pode ser atribuída a uma preservação ruim dos palinomorfos, sob condições climáticas menos úmidas ou à litologia (areia/conglomerado) que dificilmente favorece a preservação dos grãos de pólen e esporos.

A diminuição nas concentrações de partículas carbonizadas entre 1,95 e 2,35 m indica a existência de clima frio e menos úmido com precipitações esporádicas neste intervalo.

Verifica-se, em seguida, declínio gradual dos elementos herbáceos e pequeno aumento dos arbóreos e arbustivos até o final desta ecozona. Este evento pode significar a retomada de condições mais quentes e úmidas que na fase anterior, devido ocorrência dos elementos *Alchornea*, *Anacardiaceae*, *Bignoniaceae*, *Camptosperma*, *Melastomataceae*, *Myrtaceae*, *Syagrus* e *Trema*, típicos de florestas tropicais secundárias (Backes & Nardino 2003, Lorenzi 2008a). As ervas aquáticas (*Potamogetum* e *Echinodorus*) em conjunto com as algas *Botryococcus*, *Penium*, *Pseudoschizaea* e *Zygnema* indicam a ocorrência de áreas alagadas, como lagos razos ou brejos (Marchant et al. 2002, Medeanic 2006). Nesta ecozona também são encontrados em pequenas quantidades elementos tipicamente amazônico-atlânticos como *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elástica*, *Chione*, *Chrysobalanus*, *Crepidospermum*, *Diplotropis brasiliensis*, *Hyeronima*, *Lacistema*, *Prockia*, *Rinorea*, *Simaba orinocensis*, *Simarouba amara* e elementos de restinga (*Hirtela*) e de manguezal (*Laguncularia*).

As partículas carbonizadas indicam a ocorrência de incêndios regionais com maior frequência e locais de menor frequência. No aspecto geral, esta fase é

caracterizada pela presença abundante de táxons herbáceos como Asteraceae, *Borreria*, Cyperaceae e Poaceae até o final desta zona, apesar de um leve declínio acompanhado de pequena ocorrência de elementos arbóreos da floresta ombrófila, mangue, além das ervas aquáticas, típicas de locais alagados ou periodicamente sujeitos a inundação.

Os valores altos de  $\delta^{13}\text{C}$  e razão C/N durante a maior parte do período deposicional correspondente a esta ecozona sugerem a presença de plantas terrestres de locais úmidos. Na amostra de 2,75 a 2,45 m observa-se o enriquecimento dos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e diminuição de N total, fato que pode estar relacionado a etapas do ciclo do nitrogênio (nitrificação, nitroação, nitratação, amonização e desnitrificação). Como o  $^{14}\text{N}$  é mais volátil e abundante na natureza, é utilizado em maior quantidade pelos organismos nitrificantes, de maneira a proporcionar o enriquecimento de  $\text{N}^{15}$  e o empobrecimento do N total na matéria orgânica. Nesta ecozona a matéria orgânica foi interpretada como de origem terrestre devido aos altos valores da razão C/N e do  $\delta^{15}\text{N}$ . De maneira geral os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  indicam estabilidade climática úmida na região durante este período.

Quanto ao ambiente de sedimentação, os resultados palinológicos indicam a presença de uma lâmina d'água (ambiente lacustre) no início desta ecozona, que correspondente à camada argilosa cinza clara (2,75 a 2,45 m), segue-se redução dessa lâmina d'água e substituição do sistema lacustre por um ambiente aberto com o nível d'água mais baixo e entrada de fluxos detríticos (2,45 a 1,95 m). Logo acima, observa-se a deposição de silte e, posteriormente, areia fina (1,95 a 1,75 m) sugestivo da elevação do nível d'água, já que as ervas aquáticas e esporos de algas aumentam em concentração. No final desta ecozona (1,75 a 1,58 m) o nível d'água volta a baixar, com a entrada de fluxos detríticos no sistema, fato evidenciado pela redução na concentração das ervas aquáticas e esporos de algas.

**Ecozona LD2 (1,58 a 0,50 m)**

Esta ecozona é caracterizada na base por um nível estéril em palinórfos, devido à ocorrência de areia que não favorece sua preservação. Em seguida, no intervalo de 0,85 a 1,35 m, constata-se o domínio de elementos herbáceos sobre os arbóreos e arbustivos. Este evento pode estar associado a uma fase fria e úmida com intervalos de pequeno aumento na temperatura e na umidade, sugerido pela oscilação dos elementos arbóreos e herbáceos.

Entre os elementos herbáceos dominantes encontram-se as ervas terrestres Asteraceae, típicas de locais abertos e bem iluminados (Marchant et al. 2002). As ervas diversas *Borreria*, Cyperaceae e Poaceae sugerem áreas abertas ou sombreadas nas margens alagadas de lagos ou correços (Lorenzi, 2008b) e as epífitas *Tillandsia usneoides*, que são plantas pendentes de árvores, indicam a existência de um ecossistema de floresta (Souza e Lorenzi, 2008).

Em menores quantidades, neste intervalo, estão presentes os elementos arbóreos característicos de Mata Atlântica secundária, como *Alchornea*, *Allagoptera*, Anacardiaceae, Bignoniaceae, *Camposperma*, *Cecropia*, *Celtis*, *Didymopanax*, *Forsteronia*, Moraceae, Myrtaceae, *Piper*, *Podocarpus*, *Pouteria*, *Protium*, *Sebastiania*, *Syagrus* e *Trema*, que evidenciam uma mata de sucessão. Apenas a 0,75 m os elementos arbóreos e arbustivos atingem quantidades consideravelmente mais elevadas e as ervas sofrem redução. Este fato pode estar relacionado a condições climáticas mais quentes e úmidas que as observadas anteriormente, já que estão presentes táxons típicos como: *Alchornea*, *Allagoptera*, Anacardiaceae, *Bagassa*, Bignoniaceae, *Celtis*, *Forsteronia*, *Ilex*, *Marcetia*, Myrtaceae e *Piper*.

Os elementos arbóreos amazônico-atlânticos, representados pelos táxons *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elástica*, *Chione*, *Chrysobalanus*, *Crepidosperrum*,

*Diploptropis brasiliensis*, *Hyeronima*, *Lacistema*, *Prockia*, *Rinorea*, *Pterocarpus*, *Simaba orinocences*, *Simarouba amara* e *Sommerera*, estão presentes ao longo da ecozona, mas com oscilações, mas são mais representativos a 0,75 m, corroborando com condições climáticas mais quentes e úmidas.

O aumento nos valores percentuais de ervas aquáticas e algas, atribuídos aos gêneros *Hydrocleys* e *Botryococcus* sequencialmente, também indicam aumento na precipitação durante este período.

No final desta ecozona as ervas terrestres aumentam e declinam logo em seguida, fato que pode sugerir redução na precipitação e na umidade, o que também é confirmado pela redução nas populações de ervas diversas, ervas aquáticas, pteridófitas e algas.

As partículas carbonizadas estão presentes do início ao final desta ecozona, sugestivo da existência de paleoincêndios ao longo de todo este intervalo, porém variam em intensidade e proveniência (regionais e locais).

Assim como na ecozona anterior, os valores altos de  $\delta^{13}\text{C}$  e razão C/N indicam a presença de plantas terrestres de locais úmidos. A matéria orgânica foi interpretada como de origem terrestre base desta ecozona até 1,50 m devido aos altos valores da razão C/N e do  $\delta^{15}\text{N}$ . Já de 1,50 m até o topo desta ecozona, a matéria orgânica foi interpretada como de origem mista (terrestre e aquática) devido aos valores baixos (<8) de  $\delta^{15}\text{N}$ . Com esses resultados de  $\delta^{13}\text{C}$ , sugere-se estabilidade climática úmida na região durante este período.

Quanto ao ambiente de sedimentação os resultados palinológicos indicam um ambiente lacustre com o nível d'água baixo e a entrada de fluxos detriticos no sistema.

Durante esta ecozona não foram encontrados elementos marinhos, portanto os pacotes arenosos depositados no lago Durão possivelmente têm origem aluvial.

**Ecozona LD3 (0,50 – 0 cm)**

Esta ecozona é marcada pela diminuição dos elementos herbáceos e aumento dos arbóreos. Tal mudança no porte da vegetação pode estar associada ao estabelecimento de um clima mais quente e úmido que o anterior. Entre os elementos arbóreos estão mais representados *Alchornea*, *Cecropia*, Myrtaceae, *Piper*, *Syagrus* e *Trema*, táxons esses que caracterizam a presença da Mata Atlântica secundária. A alta concentração de *Cecropia*, *Piper* e *Trema* indica uma floresta/mata perturbada com clareiras (Backes & Nardino 2003, Lorenzi 2008a). Os elementos arbóreos amazônico-atlânticos (*Abuta*, *Actinostemon*, *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elastica*, *Chrysobalanus*, *Cleidion*, *Couma*, *Coursetia*, *Diplotropis brasiliensis*, *Hyeronima*, *Lacistema*, *Rinorea*, *Senefeldera*, *Simaba orinocensis*, *Simarouba amara* e *Sommeria*) também aumentam em relação à ecozona anterior.

A presença de *Avicennia* e *Laguncularia*, táxons característicos de vegetação de mangue e restinga, não implica, em influência marinha, já que apresentam valores baixos de percentagem e concentração.

As partículas carbonizadas indicam a presença de incêndios, porém ocorrem em maior intensidade e frequência, como observado nos diagramas de concentração e percentagem, o que poderia estar relacionado a eventos climáticos sazonais mais quentes e menos úmidos e/ou por ação antrópica.

Assim como na ecozona anterior, os valores altos de  $\delta^{13}\text{C}$  e razão C/N indicam a existência de plantas terrestres de locais úmidos. A matéria orgânica foi interpretada como de origem mista (terrestre e aquática) devido aos baixos valores (<8) de  $\delta^{15}\text{N}$ . Assim os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  indicam estabilidade climática úmida na região, como nas zonas anteriores.

O ambiente de deposição passa de um lago raso, com forte influência fluvial e aporte de terrígenos grossos, para lago profundo com sedimentação de detritos finos. No entanto, constatou-se um hiato na sedimentação, de cerca de 14.000 anos, na profundidade de 0,47 m, que teria cessado um pouco antes da idade de 6.440-6290 anos A.P. Provavelmente, nesse intervalo não houve deposição ou os sedimentos foram erodidos.

### **Ambiente de Sedimentação com base na correlação dos testemunhos**

Numa tentativa de se estabelecer uma correlação entre os quatro testemunhos perfurados no Lago Durão, tendo por base análises palinológicas, dados geocronológicos e litofácies sedimentares, procurou-se, entre eles, um *datum* que satisfizesse os dados obtidos (Figura 13).

No presente ensaio, o *datum* que satisfizesse as condições mínimas de confiabilidade foi o geocronológico: os testemunhos LD1 e LD4 foram alinhados pelo registro de 6.374 e 6.165 cal. anos A.P. respectivamente; nos testemunhos LD2 e LD3, o registro de 5.577 e 5.561 cal. anos A.P. foi perfeitamente correlacionado, tendo sido este último o *datum* utilizado.

A partir desse ajuste de correlação passou-se então a buscar as interpretações palinoestratigráficas. Na base do testemunho LD1 ocorre uma litofácies argilosa, cuja datação de  $^{14}\text{C}$  é de 26.700 cal. anos A.P.; essa mesma litofácies argilosa ocorre na base de LD4 e contém a mesma associação palinológica, motivo pelo qual permite correlacioná-las dentro de um mesmo evento denominado LD1. Caracteriza-se, assim, um sistema deposicional lacustre, sem a presença de elementos marinhos.

A partir desse evento, verifica-se nos testemunhos LD1 LD2, LD3 e LD4 sedimentos clásticos grossos a finos, cuja associação faciológica sugere processos de

fluxos detríticos no sistema lacustre, acompanhados de granodecrescência ascendente. Configura-se a presença de três sistemas deposicionais do tipo aluvial (S1, S2, e S3).

Esse sistema encontra-se muito bem representado no testemunho LD1.

O ciclo S1 está presente, apenas, em LD1; o ciclo S2 ocorre em LD1, LD2 e, em LD4; o ciclo S3 pode ser visualizado nos quatro testemunhos e está delimitado pelas idades de 10.136 cal. anos A.P., em LD3, e 11.315 cal. anos A.P., em LD2. Constata-se também que a estabilidade do sistema lacustre se dá próximo de 6.500 anos A.P., quando não ocorrem mais fluxos detríticos para o interior do sistema lacustre.

### **Conclusões**

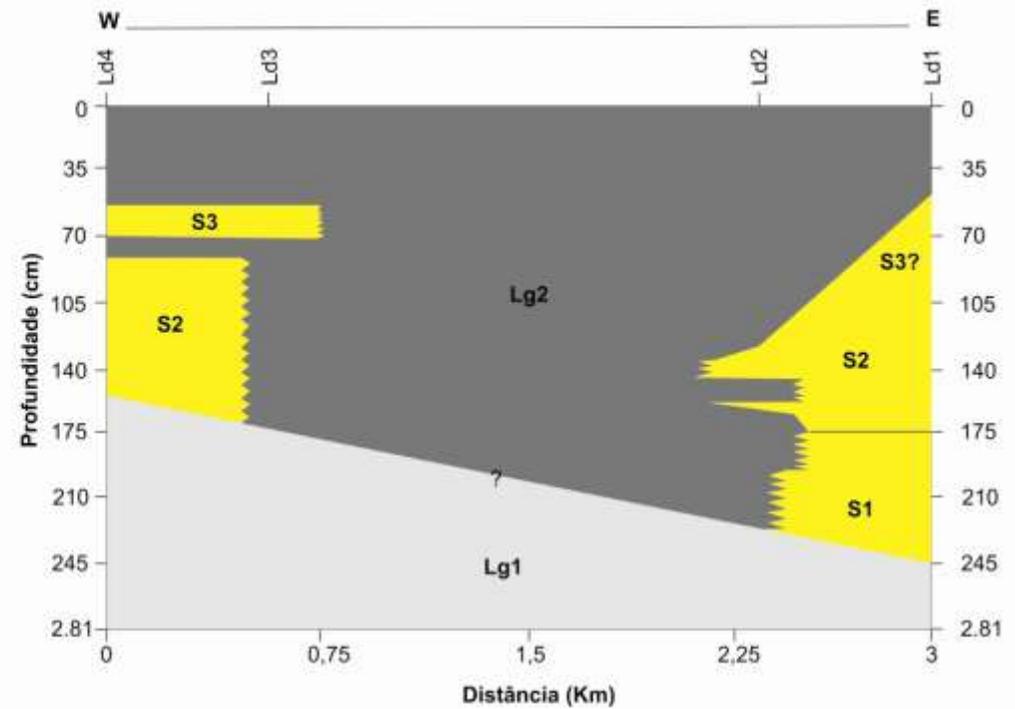
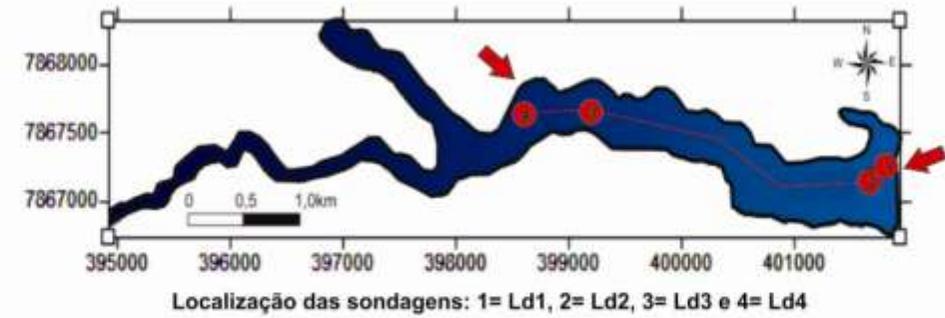
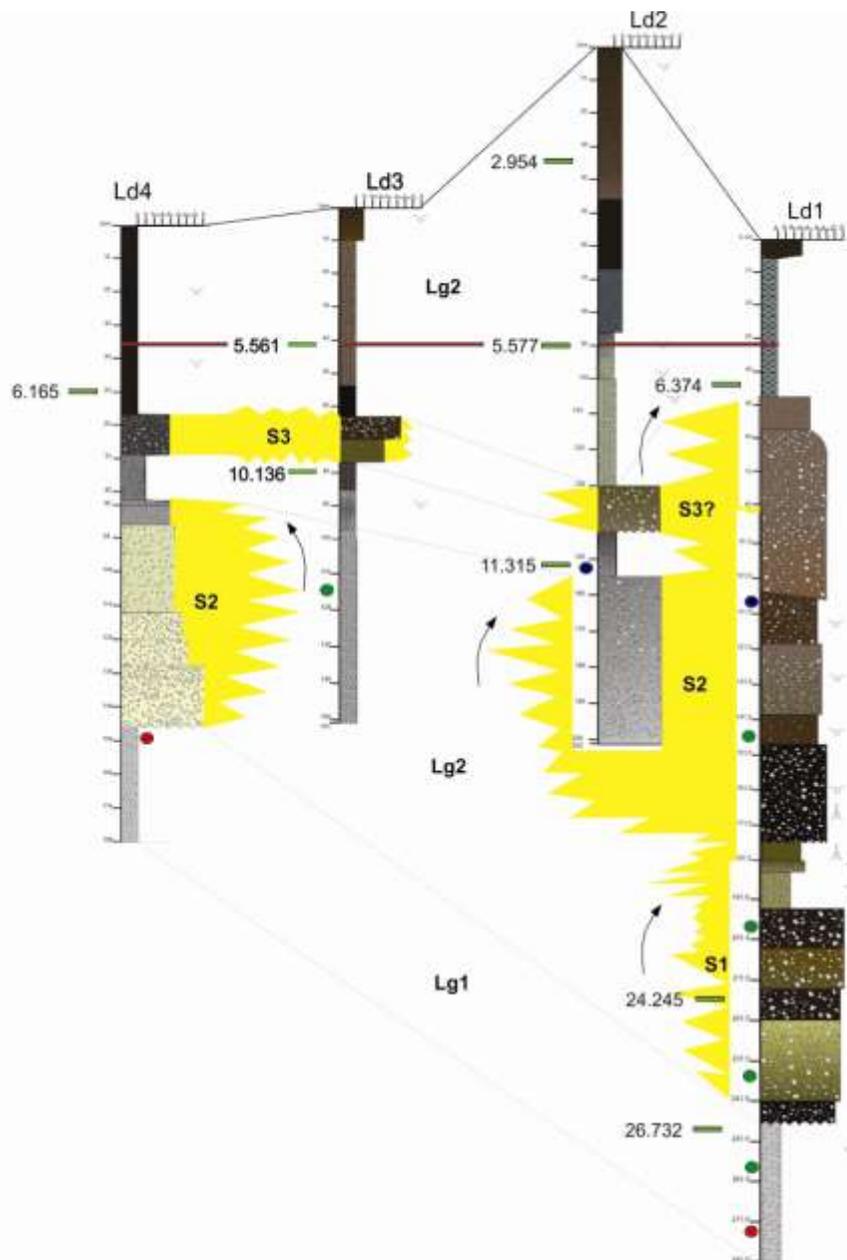
Os sedimentos do Lago Durão indicam que a vegetação na região centro-norte do Estado do Espírito Santo foi dominada por ervas com hábitos diversos (aquáticas e terrestres), como Poaceae, Cyperaceae e *Borreria* em grande parte do período correspondente ao último máximo glacial (22.000 e 10.000 anos A.P.). Porém a vegetação de floresta permaneceu, em valores baixos, durante esta fase, sugerindo um clima frio, com chuvas esporádicas. Já no Holoceno, a vegetação apresenta domínio de elementos arbóreos e arbustivos.

Em algumas amostras observa-se a presença de tipos polínicos que compõem vegetação de Mata Atlântica de clima mais frio e entre eles, muitos já foram reportados para a fase final da última glaciação pleistocena no Brasil, tais como *Podocarpus*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Myrsine* e *Symplocos*, por Pessenda et al. (2009), De Oliveira (1992), Behling e Negrelle (2001) e Colinvaux et al. (1999). Elementos florestais como *Molongum*, *Simarouba*, *Castila*, *Doliocarpus* e *Pouteria*, típicos da Floresta Amazônica, também são encontrados no Pleistoceno Tardio, desde 26.732 anos A.P. Este resultado é concordante com os dados apresentados por Colinvaux et al. (1999) que

mostraram a expansão de vários táxons arbóreos da Amazônia durante o esfriamento da última fase glacial pleistocena.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , especialmente no intervalo correspondente ao último máximo glacial (LD1 e LD2), mostram que o tipo de fotossíntese predominante em todo o período deposicional foi do tipo C3, atribuído à vegetação arbórea e arbustiva. Porém os dados palinológicos evidenciam a retração da floresta e a expansão de ambiente pantanoso, constituído principalmente pelas ervas Poaceae, Cyperaceae e *Borreria* entre, o Neopleistoceno e o Holoceno inicial. Buso-Junior (2010) demonstrou que alguns táxons das famílias Poaceae (*Panicum*) e Cyperaceae (*Lagenocarpus*), que ocorrem nessa região centro-norte do Espírito Santo, possuem composição isotópica de plantas de ciclo fotossintético do tipo C3. Portanto os resultados aqui obtidos de  $\delta^{13}\text{C}$  são provenientes de vegetação herbácea C3, fato que concorda com os resultados palinológicos, uma vez que os táxons herbáceos são documentados e comprovam que estavam instalados no pântano, favorecendo sua expansão.

Foram encontrados grãos de pólen pertencentes a *Avicennia* e *Laguncularia* em baixas concentrações nos sedimentos, a presença destes grãos foi associada a expansão dos ecossistemas de mangue da região. Devido à ausência de dinoflagelados, acritarcas e palinoforaminíferos descarta-se a influência marinha na área de estudo no período estudado. As algas *Penium*, *Zygnema* e *Pseudoschizaea* reforçam esta idéia, já que são encontradas durante todo o período deposicional e pertencem a ecossistemas aquáticos continentais. Estes dados são correlatos com os de Benício et al. (2010), que ao analisar as diatomáceas do testemunho J1 do registro sedimento do Lago Juparanã, não encontrou diatomáceas de ambiente salobro ou marinho.



LEGENDA							
	Argila cinza oliva, levemente mosqueada (SY 4/1)		Areia muito fina, marrom amarelada escura (10YR 4/2)		Areia média marrom acinzentada escuros grânulos (SYR 3/2)		Areia muito grossa marrom amarelada escura, com a presença de grânulos e seixos (10YR 2/2)
	Argila cinza muito clara com alta compactação (N7)		Areia fina, marrom amarelada escura (10YR 2/2)		Areia grossa cinza amarelada, com a presença de grânulos e seixos (SYR 4/1)		Areia média marrom acinzentada, mosqueada, com a presença de grânulos (SYR 3/2)
	Siltz amarelo cinza amarelado claro (SYR 6/1)		Areia média cinza amarelada (SYR 4/1)		Areia muito grossa marrom amarelada escura, levemente mosqueada (10YR 4/2)		Areia muito grossa preto amarelada, com a presença de grânulos e seixos (SYR 2/1)
	Areia grossa preto acinzentada, com a presença de grânulos e seixos (N2)		Similaridade entre amostras paleontológicas		Aluvial		Datam
	Bioturbação		Aluvial		Lacustre		Idades calibradas
	Marcos de raiz		Lacustre		Área de proveniência		Grânulocrescência ascendente
		<b>S</b>	Sistema deposicional aluvial				
		<b>Lg</b>	Sistema deposicional lacustre				

Figura 13. Correlação e interpretação dos testemunhos do Lago Durão.

### Referências Bibliográficas

- BACKES, A & NARDINO, M. 2003. Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul. 2ª Edição, São Leopoldo – RS: Editora Unisinos, 213 p.
- BEHLING, H.; NEGRELLE R. R. B. 2001. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic lowland rain forest, Reserva Volta Velha, South Brazil. *Review of Paleobotany and Palynology*. v. 83, n. 1, p. 107-117.
- BENÍCIO, M. C. S. Reconstituição Ambiental do Holoceno da Lagoa Juparanã, Linhares, ES, Brasil, com base no registro fóssil de algas diatomáceas. Dissertação (Mestrado em análise geoambiental), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos, 2010.68p.
- BUSO-JUNIOR, A. A. 2010. Dinâmica ambiental holocênica (Vegetação, clima e nível relativo marinho) baseada em estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do estado do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em ciências), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Piracicaba, 2010. 188p.
- COLINVAUX, P.; DE OLIVEIRA, P.E.; PATIÑO, J.E.M. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York: Harwood Publishers, 1999. 180 p.
- DAWSON, A.G. *Ice Age Earth: late Quaternary geology and climate*. New York: Routledge, 1992. 293 p.
- DE OLIVEIRA, P. E. *A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil*. 1992. 238 f. Tese (Doutorado em Palinologia do Quaternário) - The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1992.
- ERDTMAN G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy – Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell. The Chronica Botanica Co.: Waltham, Mass., U.S.A. 539p.

DURIGAN, G., BAITELLO, J. B., FRANCO, G. A. D. C. & SIQUEIRA, M. F. 2004. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Editora e Gráfica Páginas e Letras, 475 p.

GARAY, I. & RIZZINI, C. M. *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: diversidade funcional da cobertura arbórea*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004. 255 p.

GRIMM, E. C. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computers and Geosciences*. v. 13, n. 1, p. 13-35, 1987.

HATUSHIKA, R.S. 2005. *Investigação Sismoestratigráfica do lago Juparanã Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES)*. Depto. Geologia, IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Monografia de graduação em geologia Geologia. 84p.

MARCHANT, R., ALMEIDA, L., BEHLING, H., BERRIO, J. C., BUSH, M., CLEFF, A., DUIVENVOORDEN, J., KAPPELLE, M., DE OLIVEIRA, P. E., OLIVEIRA-FILHO, A. T., LOZANO-GARCIA, S., HOOGHMESTRA, 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 lodge within the Latin American Pollen Database. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 121: 1-75.

MEDEANIC, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the Coastal Plain of the Rio Grande do Sul, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141: 83-101.

LORENZI, H. 2008a. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 1. 384 p.

LORENZI, H. 2008b. *Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4º Edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 704 p.

- PESSENDA, L., DE OLIVEIRA, P. E., MOFATTO, M., MEDEIROS, V. B., GARCIA R. J. F., ARAVENA, R. 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*. v. 71, p. 437-452, 2009.
- SAIA, S. E. M. G; *Reconstrução Paleoambiental (Vegetação e Clima) no Quaternário tardio com base em estudos Multi/interdisciplinares no Vale do Ribeira (Sul do estado de São Paulo)*. 2006. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SANTOS, F. F. V. Investigação sismoestratigráfica na Lagoa Durão – Sistema de lagos do baixo curso do rio Doce, Linhares (ES). Trabalho de Conclusão da Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. 57p.
- SALGADO-LAUBORIAU, M. L. *Crítérios e técnicas para o quaternário*. São Paulo: Editora Blucher, 2007. 387 p.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2008. Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2º Edição. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 704 p.
- SUGUIO, K. Geologia do Quaternário e mudanças ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 408p.
- SUGUIO, K.; KOHLER, H. C. Quaternary Barred Lake Systems of the Doce River (Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 64 (2): 183-191, 1992.
- TRAVERSE, A. *Paleopalynology*. 2nd ed. New York: Springer. 2008. 813 p.

*QUARTO ARTIGO:*

**CONSIDERAÇÕES SOBRE A OCORRÊNCIA DE TÁXONS BOTÂNICOS  
AMAZÔNICOS/ATLÂNTICOS NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO NO NEOPLEISTOCENO**

**CONSIDERATIONS ON THE AMAZON/ATLANTIC BOTANIC TAXA  
OCCURRENCE SINCE THE NEOPLEISTOCENE FROM THE CENTRAL-  
NORTH REGION, STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL**

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A OCORRÊNCIA DE TÁXONS BOTÂNICOS AMAZÔNICOS/ATLÂNTICOS NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO NO NEOPLEISTOCENO

THIAGO DE CARVALHO NASCIMENTO<sup>1</sup>; MARIA JUDITE GARCIA<sup>1</sup>; PAULO EDUARDO DE OLIVEIRA<sup>2</sup>; CLAUDIO LIMEIRA MELLO<sup>3</sup>; LUIS CARLOS RUIZ PESSEDA<sup>4</sup>

1- Lab. Palinologia e Paleobotânica / CEPP – UnG, Brasil, e-mail: [thiago.dnascimento@edu.ung.br](mailto:thiago.dnascimento@edu.ung.br), [mgarcia@ung.br](mailto:mgarcia@ung.br)

2-Universidade São Francisco, Brasil, e-mail: [paulo@bjd.com.br](mailto:paulo@bjd.com.br)

3- Departamento de Geologia/UFRJ, e-mail: [limeira@geologia.ufrj.br](mailto:limeira@geologia.ufrj.br)

4- Laboratório de <sup>14</sup>C - CENA/USP, Brasil, e-mail: [pessenda@cena.usp.br](mailto:pessenda@cena.usp.br)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta evidências palinológicas sobre a ocorrência temporal de táxons botânicos compartilhados pela Floresta Amazônica e pela Mata Atlântica na região centro-norte do Espírito Santo. Foram analisadas amostras de dois testemunhos sedimentares, o primeiro J1 obtido no lago Juparanã e o segundo LD1 no lago Durão, ambos localizados em Linhares (ES). As amostras foram tratadas quimicamente para a extração dos palinomorfos e montagem de lâminas que foram analisadas em microscopia óptica. Foi possível a determinação de diversos tipos polínicos, atualmente distribuídos geograficamente nas regiões da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica em boa parte do território brasileiro. Os dados palinológicos obtidos mostram a presença dos elementos botânicos amazônico-atlânticos na região centro-norte do Espírito Santo desde o Neopleistoceno (26.732 anos A. P.). Estes resultados sugerem a existência de corredores ecológicos que possibilitassem a migração de táxons botânicos entre estas duas floras durante o neopleistoceno ou em um período mais remoto como o Neógeno.

um período mais remoto como o Neogeno.

**Palavras chaves:** mata atlântica, Floresta Amazônica, palinologia, fitogeografia, Brasil.

**ABSTRACT: CONSIDERATIONS ON THE AMAZON/ATLANTIC BOTANIC TAXA OCCURRENCE IN THE NEOPLEISTOCENE FROM THE CENTRAL-NORTH REGION, STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL.**

This work presents palynological evidence for the temporal occurrence taxa shared by the Amazon Tropical Forest and the Atlantic Rainforest in the central north region of the state of Espírito Santo. Samples, from two sediment cores from Linhares (State of Espírito Santo, Brazil), were analyzed: core J1 collected from Juparanã lake and core LD1 in the Durão lake. The sediment samples were chemically treated, extracted their palynomorphs and mounted in slides for scanning microscopic analysis at all – where different pollen types were identified, within the current geographical distribution, in the region of the Atlantic and the Amazon rainforests of Brazil. The palynological data showed the presence of botanical taxa from both forests in the central north region of Espírito Santo since the Neopleistocene (26,732 years BP). These results suggest a contact of these floras during the Neopleistocene or even in the Neogene.

Keywords: Amazon rainforest, Atlantic rainforest, palynology, phytogeography, Brazil.

## Introdução

A região centro-norte do Estado do Espírito Santo é detentora de três das mais extensas e primitivas reservas da Mata Atlântica do Brasil, a Reserva Biológica de Sooretama, Reserva Natural Vale do Rio Doce e a Floresta Nacional de Goytacazes. Estas reservas ganham destaque em estudos botânicos devido a sua grande biodiversidade vegetal, além de serem portadoras de táxons botânicos típicos da Floresta Amazônica, fato que gera dúvidas quanto a sua composição, relações migratórias, distribuição paleobiogeográfica e temporal. Vários trabalhos florísticos e palinológicos realizados desde a região norte do Espírito Santo até o Norte e Nordeste do território brasileiro destacam a presença de táxons botânicos compartilhados pela Floresta Amazônica e Mata Atlântica (Andrade-Lima 1953, 1966; Buzo-Junior 2010; Coimbra-Filho & Câmara 1996; De oliveira et al. 1999; Do Nascimento 2008; Ducke 1953; Lorenzi 2008, 2009 a,b, 2010; Rizzini 1963, 1967, 1997; Sampaio 1945; Souza & Lorenzi 2008).

Táxons amazônico-atlânticos, como *Philodendron ornatum* (Araceae), *Couma* (Apocynaceae), *Crepidospermum* (Burseraceae), *Anthodiscus amazonicus* (Caryocaraceae), *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae), *Actinostemon*, *Caryodendron*, *Cleidion*, *Hyeronima*, *Glycydendron* e *Senefeldera* (Euphorbiaceae), *Aldina*, *Coursetia* e *Diplostropis brasiliensis* (Fabaceae), *Lacistema* (Lacistemataceae), *Couratari macrosperma* e *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae), *Sextonia* (Lauraceae), *Byrsonima laevigata* (Malpighiaceae), *Adelobotrys* (Melastomataceae), *Trichilia lepidota* (Meliaceae), *Castila elástica*, *Clarisia* e *Bagassa* (Moraceae), *Elvasia* (Ochnaceae), *Peperomia rhombea* (Piperaceae), *Chione* e *Sommeria* (Rubiaceae), *Prockia* (Salicaceae), *Pouteria venosa* (Sapotaceae), *Simarouba amara* e *Simaba amara* (Simaroubaceae) e *Rinorea* (Violaceae), disseminaram-se e misturaram-se em regiões muito distantes das suas principais áreas de ocorrência, onde também são encontradas

espécies zoológicas de hábitos puramente silvestres comuns às duas províncias fitogeográficas (Coimbra-Filho & Câmara 1996). Além disso, relações florísticas das províncias Amazônica e Atlântica apresentam numerosos táxons filogeneticamente muito próximos, além do inegável paralelismo (Andrade-Lima 1953, 1966; Ducke 1953; Rizzini 1963, 1967). Em um estudo preliminar Andrade-Lima (1953, 1966) constatou a presença de 388 gêneros e espécies amazônicas na Mata Atlântica nordestina. Já Rizzini (1967) identificou entre estas províncias fitogeográficas vários casos de paralelismo, assim distribuídos: 277 gêneros comuns à Floresta Amazônica e Mata Atlântica, 218 à Floresta Amazônica e às matas de cerrado e em algumas regiões do Pantanal e 154 distribuídos na Mata Atlântica, Floresta Amazônica e cerrado. Segundo Fiaschi & Pirani (2009) muitos exemplos de táxons compartilhados pela vegetação de Mata Atlântica e Floresta Amazônica são conhecidos, tais como *Philodendron ornatum* (Araceae), *Anthodiscus amazonicus* (Caryocaraceae), *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae), *Glycydendron* (Euphorbiaceae), *Couratari macrosperma* e *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae), *Sextonia* (Lauraceae), *Byrsonima laevigata* (Malpighiaceae), *Adelobotrys* (Melastomataceae), *Trichilia lepidota* (Meliaceae), *Elvasia* (Ochnaceae), *Peperomia rhombea* (Piperaceae) e *Pouteria venosa* (Sapotaceae) entre outros.

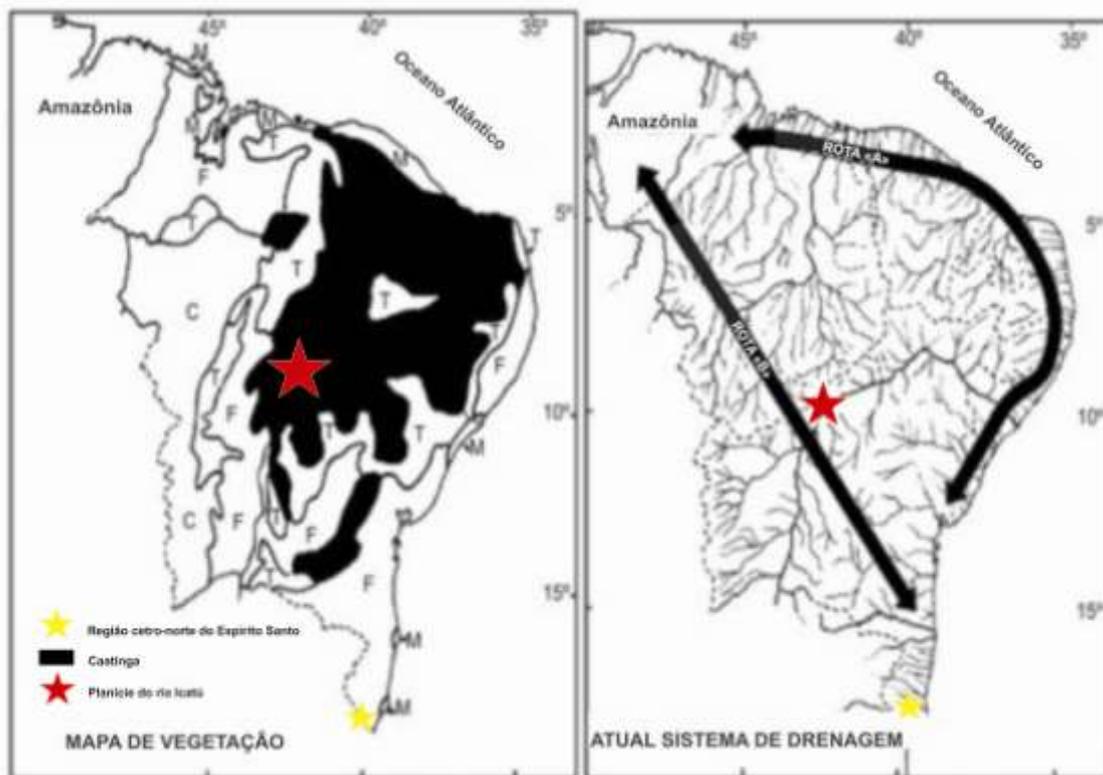
De Oliveira et al. (1999) sugeriram a existência de um suposto corredor ecológico entre a Amazônia e a Mata Atlântica, como rota de migração alternativa através da caatinga nordestina, durante a transição Pleistoceno/Holoceno. Tais conclusões basearam-se em estudos palinológicos de sedimentos de uma turfeira localizada na planície de inundação do Rio Icatu, afluente do Rio São Francisco (BA), que revelaram que na transição Pleistoceno-Holoceno (entre 10.990 e 10.540 anos A.P.) as condições

climáticas eram extremamente úmidas, diferentes das que ocorrem atualmente na caatinga do Oeste da Bahia.

Similarmente, essas condições climáticas úmidas também foram constatadas para o início do Holoceno por Santos (2007) e por Do Nascimento (2008) em áreas de vegetação da caatinga no Piauí e Pernambuco, respectivamente.

Segundo De Oliveira et al. (1999), o aumento expressivo de umidade, em conjunto com temperaturas mais baixas, favoreceu a expansão das florestas tropicais úmidas, fato que possibilitou a formação de corredores florestais com alta biodiversidade e afinidade entre as florestas da Amazônia e da costa Atlântica.

Tais elementos botânicos típicos de vegetação tropical úmida dominaram a planície do rio Icatu até 8.910 anos A.P, quando começam a ser substituídos por táxons típicos da caatinga e do cerrado. Assim, a alta diversidade polínica sugeriu condições climáticas úmidas, que permitiram o estabelecimento de um corredor ecológico entre as Florestas Amazônica e Atlântica, sendo a caatinga nordestina uma rota de migração alternativa na transição Pleistoceno/Holoceno (Figura 1). As altas taxas de umidade, nessa época, favoreceram a manutenção de uma densa e atuante rede hidrográfica, que permitiu a existência e permanência desse corredor ecológico.



**Figura 1.** Esquema de possíveis rotas de migração de táxons para a floresta tropical atlântica durante a transição Holoceno/Pleistoceno. A rota A, ao longo da costa, é baseada em estudos botânicos, enquanto a rota B é sugerida pela análise palinológica (De Oliveira et al. 1999).

Dados obtidos por Santos et al. (2006) indicam que os enclaves florestais encontrados na região da Caatinga não compreendem uma única região biogeográfica, porém sugerem a ocorrência de conexões florestais entre a Amazônia e a Mata Atlântica no Paleógeno/Neógeno e Quaternário.

Estudos paleoclimáticos desenvolvidos por Auler & Smart (2001) em espeleotemas de cavernas calcárias na caatinga do Noroeste da Bahia confirmaram extensos períodos de umidade durante o último ciclo glacial no hemisfério norte. Essa conclusão fortalece, portanto, a possibilidade da existência de rotas de migração entre os ecossistemas da Floresta Amazônica e Atlântica na região da Caatinga durante, pelo

menos, o último ciclo glacial no hemisfério norte, sustentada por uma densa rede hidrográfica que era mantida por altos índices pluviométricos.

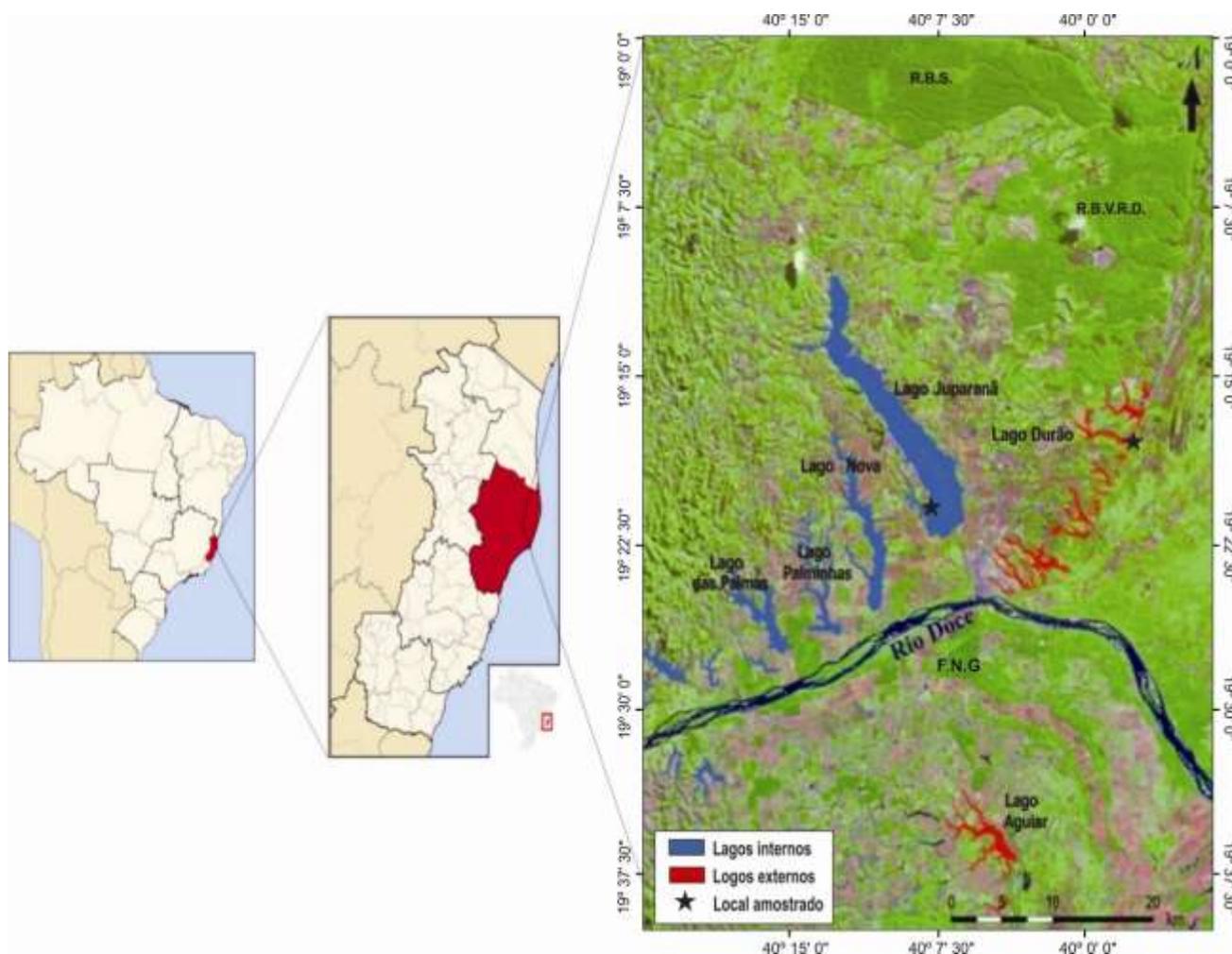
O paralelismo botânico entre a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica é inegável e, atualmente, essa problemática restringe-se à comprovação da existência de corredores ecológicos durante fases úmidas do Holoceno e/ou do Pleistoceno que possam ter possibilitado o contato entre essas formações florestais.

Um dos objetivos da presente pesquisa foi buscar nos registros polínicos dos lagos Durão e Juparanã, entre 26.732 e 1.300 anos (A.P.), localizados na região centro-norte do Espírito Santo, espécies chaves que realmente fizessem parte deste paralelismo e que permitissem analisá-las sob o ponto de vista estatístico durante o registro geológico, a fim de buscar evidências para estabelecer quando os elementos amazônicos chegaram à planície costeira da região do baixo Vale do Rio Doce, no Estado do Espírito Santo.

### **Características da área de Estudo**

A região centro-norte do Estado do Espírito Santo é portadora de uma extensa rede de drenagem, onde são encontrados diversos lagos barrados. Localizam-se sobre os tabuleiros neógenos da Formação Barreiras e sobre a planície continental quaternária. Considerado o maior lago de água doce do Brasil, o Lago Juparanã encontra-se no setor centro-norte do Estado do Espírito Santo, no município de Linhares, a 152 km de Vitória e a 40 km da costa. O Lago Durão está localizado a nordeste do centro urbano de Linhares (Figura 2). Esses dois lagos, segundo Hathushika (2005), integram um conjunto de lagos barrados, que podem ser diferenciados em lagos externos, lagos internos e lagos litorâneos (Figura 2). Os lagos externos são caracterizados por corpos menores, com cerca de 1 – 10 km de comprimento, situados no platô Neógeno (Formação Barreiras) na transição com planície costeira quaternária, entre estes lagos

esta o Lago Durão. Já os internos, consistem de corpos maiores e estão implantados sobre o platô Neógeno (Formação Barreiras) e a planície aluvial do rio Doce, entre eles o lago Juparanã. Enquanto os litorâneos situam-se no interior dos conjuntos de cristas praias holocenas adjacentes à linha de costa, que podem ter sua gênese associada às flutuações do nível do mar durante o Holoceno, como evidenciado no Lago Macuco por Buso-Junior (2010), evolução essa diferente da dos demais lagos barrados.



**Figura. 2.** Localização dos lagos Juparanã e Durão, Município de Linhares, Estado do Espírito Santo. A nordeste do lago encontram-se as reservas naturais de Sooretama (R.B.S) e da Vale do Rio Doce (R.B.V.R.D) e a sul a Floresta Nacional de Goytacazes (F.B.G.) (Modificado de Hathushika, 2005).

## **Materiais e Métodos**

O presente estudo foi realizado em sedimentos de testemunhos provenientes dos lagos Juparanã e Durão na região do Baixo Vale do Rio Doce, coletados por uma equipe de pesquisadores da UFRJ, UFF e UnG em maio de 2006. O testemunho do Lago Juparanã (J-1), com 8,33 m, foi obtido com amostrador tipo Livingstone, enquanto o testemunho do Lago Durão (LD-1), com 2,75 m, foi coletado com o amostrador do tipo *bate-estaca*.

Os sedimentos de ambos os testemunhos foram descritos em termos de textura e cor e subamostrados em pílulas de 1 cm<sup>3</sup> com um amostrador volumétrico, em intervalos de 20 cm para o Lago Juparanã e 5 cm para o Lago Durão. Essa subamostragem foi utilizada para o processamento químico na extração dos palinomorfos segundo o protocolo estabelecido por Colinvaux et al. (1999). Algumas amostras foram selecionadas e enviadas para datação radiométrica pelo <sup>14</sup>C ao Laboratório Beta Analytic, em Miami, EUA. Os resultados de datação revelaram idades máximas de 7.000 anos A. P. para o lago Juparanã e 26.732 anos A. P. para o lago Durão.

Os resultados foram inseridos nos programas tilia e tiliagraf (Grimm, 1987) e posteriormente os dados foram convertidos em diagramas de porcentagem e concentração. No presente trabalho são utilizados os palinodiagramas de concentração, que representam a quantidade de palinomorfos por cm<sup>3</sup>, portanto a real representação de cada táxon na paisagem.

## Resultados

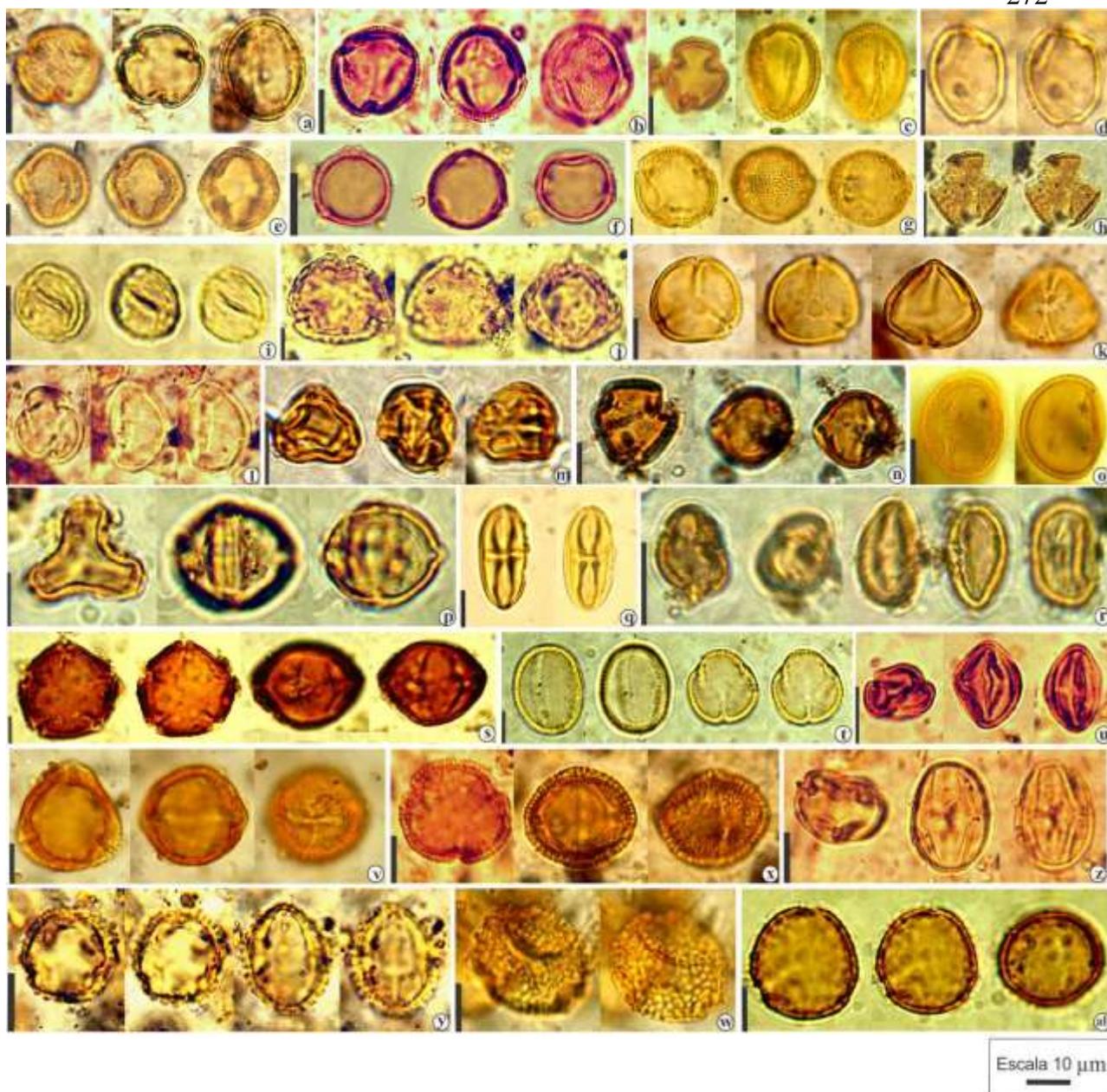
As amostras mostraram-se ricas e diversificadas em palinomorfos como grãos de pólen de angiospermas e gimnospermas, esporos de briófitas, pteridófitas, algas e fungos. Táxons amazônico-atlânticos são encontrados no registro sedimentar de ambos os lagos (Figura 3). Os 8 táxons encontrados nos sedimentos do lago Japaranã são os seguintes: *Molongum* (Apocynaceae), *Tovomitopsis* (Clusiaceae) *Doliocarpus* e *Pinzona* (Dilleniaceae) *Lacistema* (Lacistemataceae), *Gaiadendron* (Loranthaceae), *Castila elástica*, (Moraceae), *Simarouba amara* (Simaroubaceae), cujas quantidades, em concentração, são apresentadas no palinodiagrama da figura 4. No lago Durão foram identificados 22 táxons: *Couma* (Apocynaceae), *Crepidosperrum* (Burseraceae), *Chrysobalanus* (Chrysobalanaceae), *Actinostemon*, *Caryodendrom*, *Cleidion*, *Hyeronima* e *Senefeldera* (Euphorbiaceae), *Aldina*, *Coursetia* e *Diploptropis brasiliensis* (Fabaceae), *Lacistema* (Lacistemataceae), *Abuta* (Menispermaceae), *Castila elástica*, *Clarisia* e *Bagassa* (Moraceae), *Chione* e *Sommerera* (Rubiaceae), *Prockia* (Salicaceae), *Simarouba amara* e *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae), *Rinorea* (Violaceae) cujas quantidades, em concentração, estão representadas nas figuras 5a e 5b. Apenas 3 táxons são comuns aos dois lagos: *Castila elástica*, *Lacistema* e *Simaba*.

Os diagramas polínicos do Lago Juparanã (Figura 6) mostram que os elementos amazônico-atlânticos estavam presentes na região desde 7.000 anos A. P. e foram mais abundantes no Holoceno médio. Já no Lago Durão (Figura 7), alguns táxons são encontrados desde o Neopleistoceno, +/- 26.732 anos A.P.

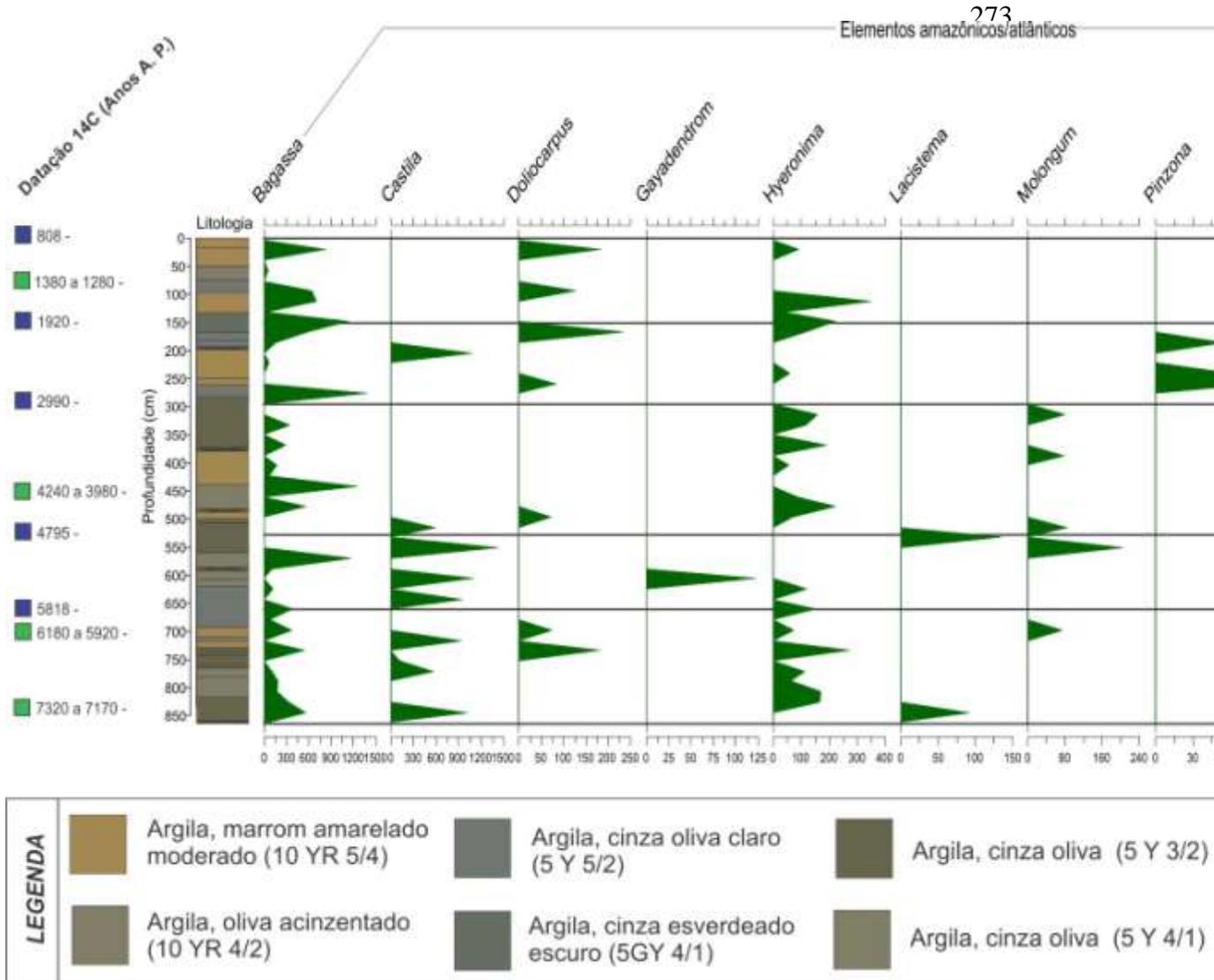
Conforme pode ser observado nas figuras 5 a,b e 7, no Neopleistoceno só estão presentes *Aldina*, *Bagassa*, *Caryodendron*, *Castila elástica*, *Chrysobalanus*, *Chione*, *Clarisia*, *Crepidosperrum*, *Diploptropis brasiliensis*, *Hieronima*, *Lacistema*, *Prockia*, *Rinorea*, *Simaba orinocensis* e *Simarouba amara*. No entanto exclusivos do

Neopleistoceno são apenas *Aldina*, *Chione*, *Clarisia*, *Crepidosperrum* e *Prockia*. A soma total destes táxons revelam que as porcentagens máximas, em relação aos outros palinomorfos, estão entre 10 e 11% (Figura 8) e a concentração cerca de 400 grãos/cm<sup>3</sup> (Figura 9).

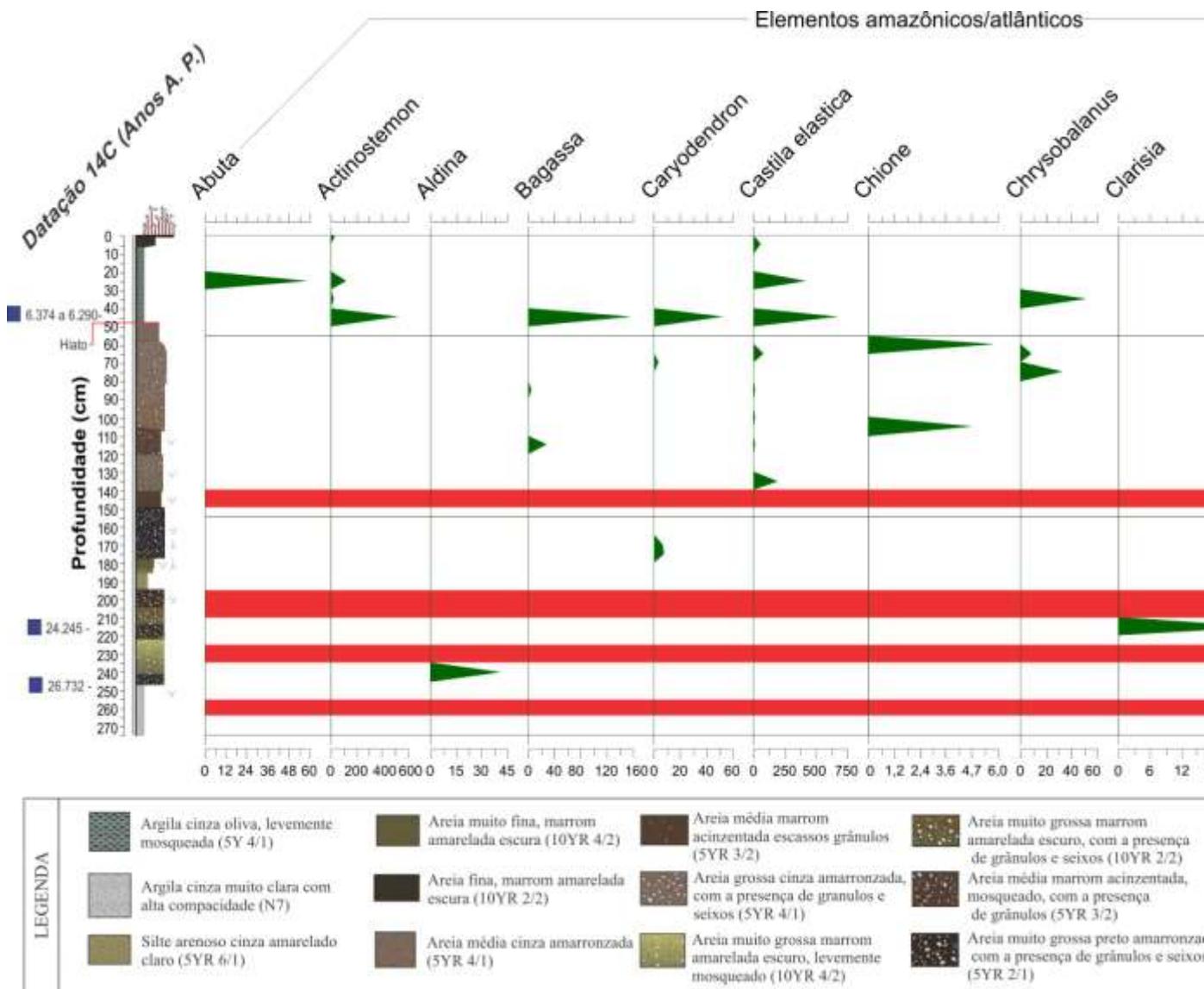
Os palinodiagramas mostram a ocorrência exclusiva no Holoceno de *Doliocarpus*, *Gaiadendron*, *Molongum*, *Pinzona* e *Tovomitopsis* (Figuras 4) no lago Juparanã, com a soma total de elementos amazônicos/atlânticos revelando porcentagens máximas de cerca de 4,5% e concentrações de 1.630 grãos /cm<sup>3</sup> (Figuras 6 e 7); enquanto *Abuta*, *Actinostemon*, *Cleidion*, *Couma*, *Coursetia*, *Senefeldera* e *Sommerera* (Figuras 5 a,b), ocorrem com porcentagens máximas de 8% e concentrações de 1.400 grãos/cm<sup>3</sup> (Figuras 8 e 9), no Lago Durão.



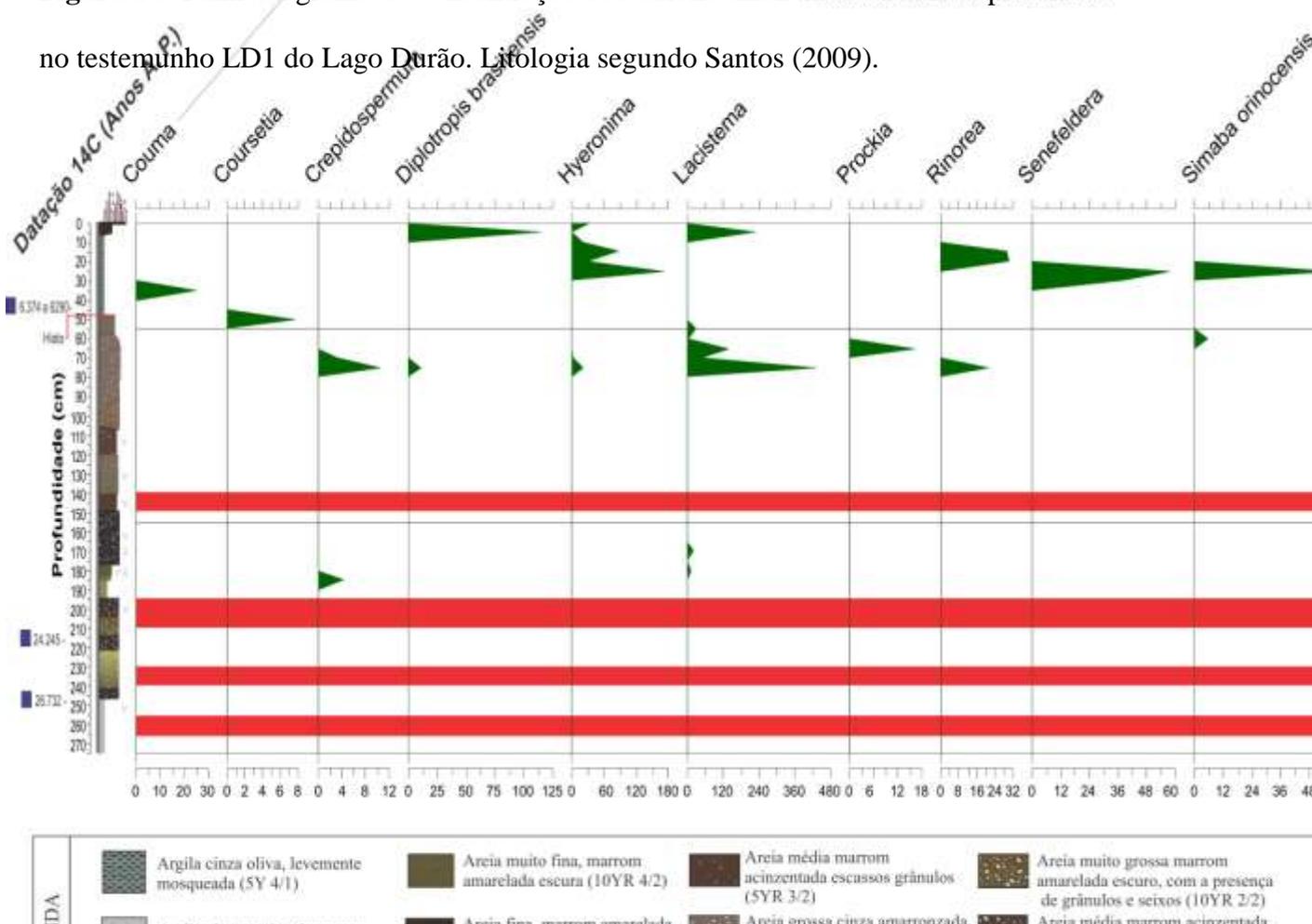
**Figura 3.** Palinomorfos amazônicos-atlânticos encontrados nos sedimentos pleistocenos/holocenos dos lagos Juparanã e Durão na região centro-norte do Espírito Santo: a. *Abuta* (Menispermaceae); b. *Actinostemum* (Euphorbiaceae); c. *Aldina* (Fabaceae); d. *Bagassa* (Moraceae); e. *Caryodendron* (Euphorbiaceae); f. *Castila* (Moraceae); g. *Chione* (Rubiaceae); h. *Chrysobalanus* (Chrysobalanaceae); i. *Clarisia* (Moraceae); j. *Cleidion* (Euphorbiaceae); k. *Couma* (Apocynaceae); l. *Coursetia* (Fabaceae); m. *Crepidospermum* (Burseraceae); n. *Diploptropis brasiliensis* (Fabaceae); o. *Doliocarpus* (Dilleniaceae); p. *Gaiadendron* (Loranthaceae). q. *Hyeronima* (Euphorbiaceae); r. *Lacistema* (Lacistemataceae); *Molongum* (Apocynaceae); t. *Pinzona* (Dilleniaceae); u. *Prockia* (Salicaceae); v. *Rinorea* (Violaceae); x. *Senefeldera* (Euphorbiaceae); z. *Simaba* (Simaroubaceae); y. *Simarouba amara* (Simaroubaceae); w. *Sommeria* (Rubiaceae); ab. *Tovomitopsis* (Clusiaceae).



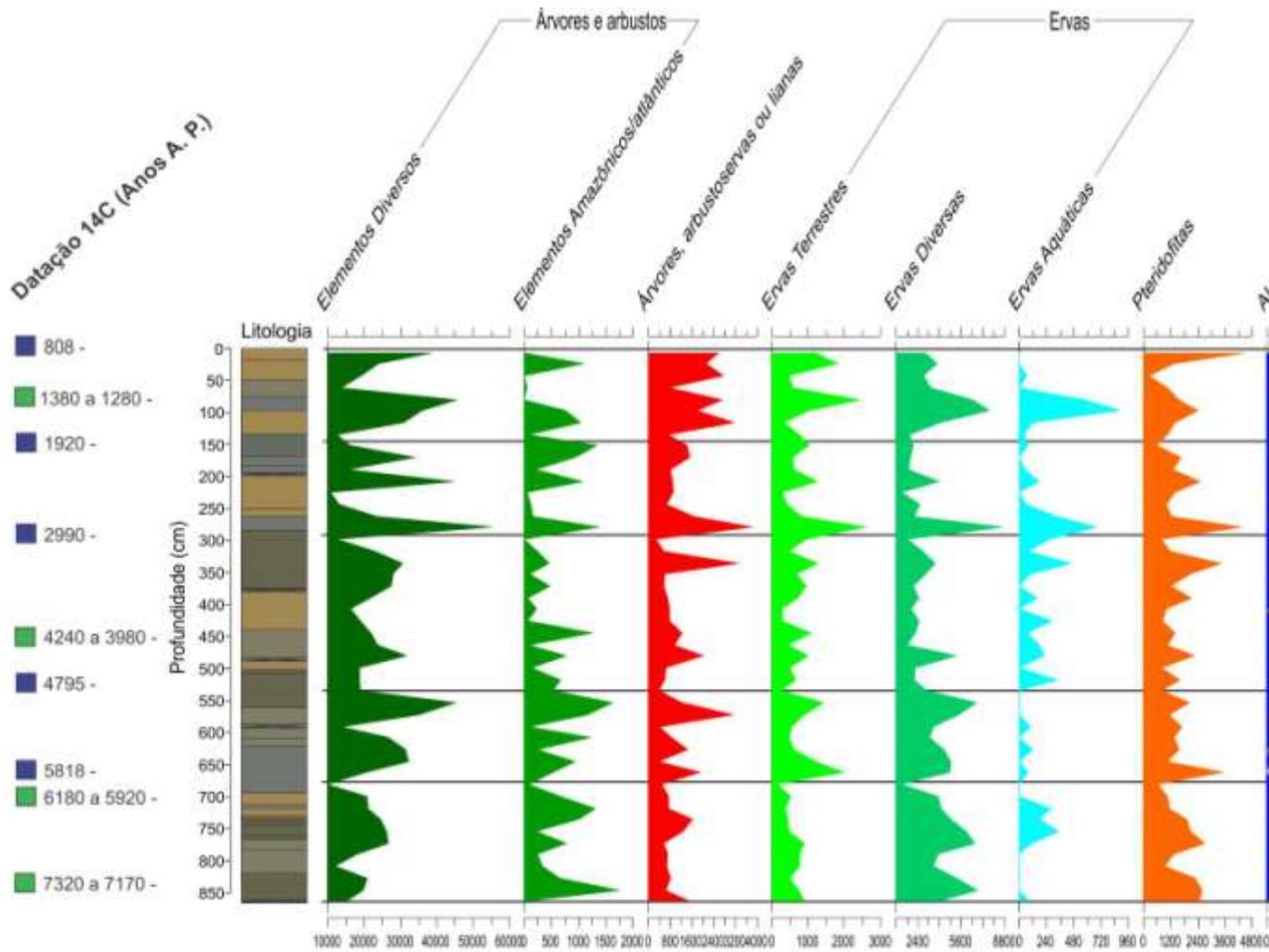
**Figura 4.** Palinodiagrama de concentração dos táxons amazônico/atlânticos presentes no testemunho J1 do Lago Juparanã.



**Figura 5a.** Palinodiagrama de concentração dos táxons amazônicos/atlânticos presentes no testemunho LD1 do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).

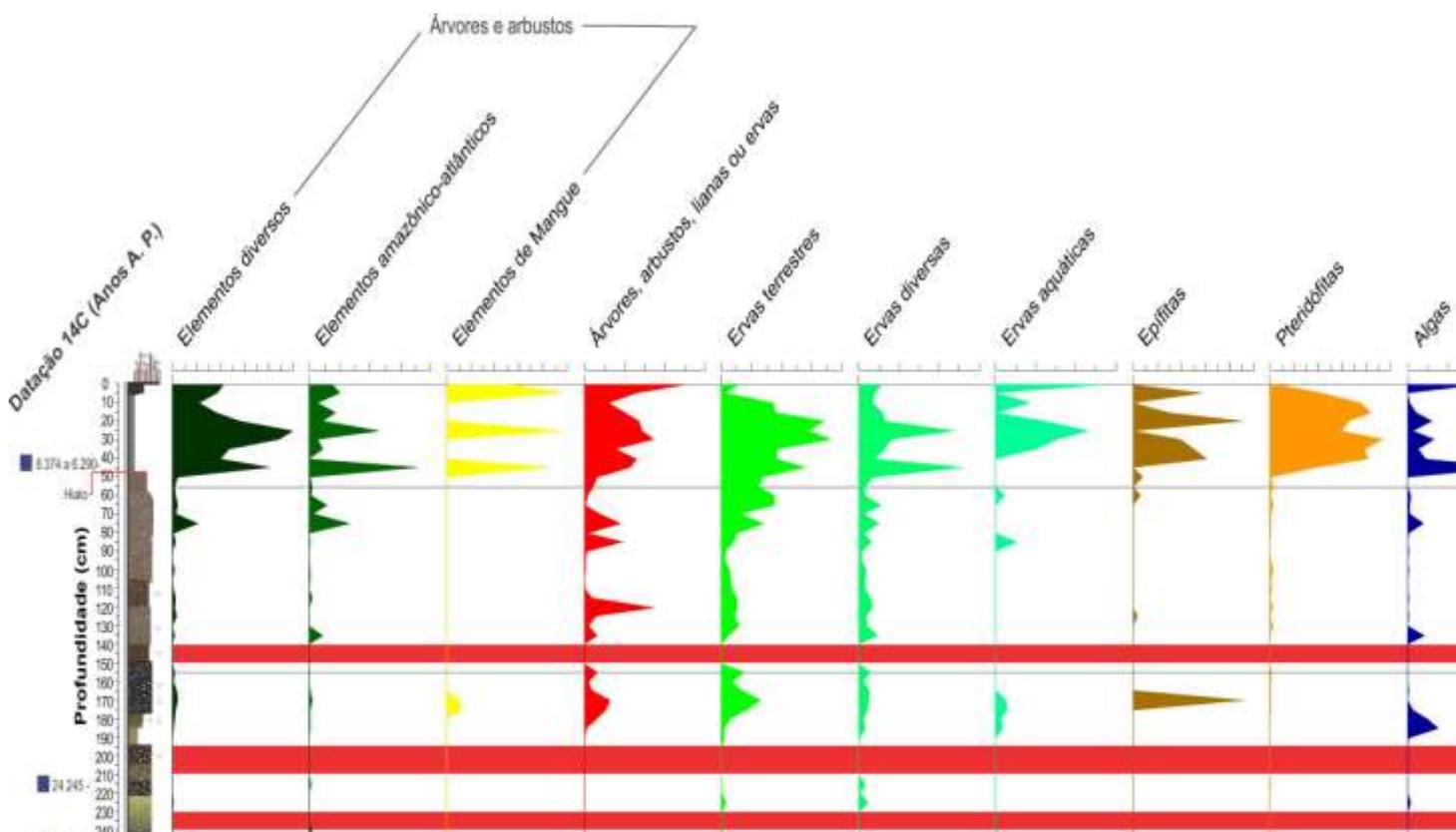


**Figura 5b.** Palinodiagrama de concentração dos táxons amazônico/atlânticos no testemunho LD1 do Lago Durão. Litologia segundo Santos (2009).



LEGENDA			
	Argila, marrom amarelado moderado (10 YR 5/4)		Argila, cinza oliva claro (5 Y 5/2)
	Argila, oliva acinzentado (10 YR 4/2)		Argila, cinza esverdeado escuro (5GY 4/1)
	Argila, cinza oliva (5 Y 3/2)		Argila, cinza oliva (5 Y 4/1)

**Figura 6.** Diagrama de concentração (grãos/cm<sup>3</sup>) da soma total das categorias ecológicas presentes no testemunho J1 do Lago Juparanã.



**Figura 7.** Diagrama de concentração (grãos/cm<sup>3</sup>) da soma total das categorias ecológicas presentes no testemunho LD1 do Lago Durão. Litologia sugundode Santos (2009).

## Discussão

Elementos amazônico-atlânticos já foram relatados por Buso-Junior (2010) e Pessenda et al. (2012) para o Holoceno médio, no Lago Macuco, também na região centro-norte do Estado do Espírito Santo. Tais resultados concordam com os obtidos para os lagos Juparanã e Durão, no presente estudo. Também são similares com os resultados obtidos por De Oliveira et al. (1999) para a região da planície de inundação do rio Icatu (BA), quando sugeriram a existência de duas rotas migratórias (Figura 1) entre a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica, no território atualmente ocupado pela caatinga (Figura 1, rota B) e pela costa atlântica (Figura 1, rota A), no início do Holoceno, sob condições climáticas úmidas e com expansão florestal.

As conclusões dos autores supracitados concordam com Andrade et al. (2009), que consideraram a variabilidade genética de espécies de *Anthurium*, dispersas pelo norte e nordeste do Brasil, como originária de um único grupo e que sua migração só poderia ter ocorrido pelo nordeste brasileiro, durante épocas úmidas e de expansão florestal, uma vez que as populações estudadas encontram-se atualmente isoladas.

Os resultados obtidos com a análise palinológica dos lagos Juparanã e Durão não comprovam a existência de corredores ecológicos durante o Neopleistoceno ou no início do Holoceno, porém, mostram a presença dos elementos amazônico-atlânticos na região do baixo vale do rio Doce nos últimos 26.732 anos, sugestivo de que esta migração ocorreu já no Neopleistoceno ou talvez, em um período mais remoto como no Neógeno, conforme sugerido por Santos et al. (2007).

## Conclusões

O compartilhamento de elementos botânicos entre Floresta Amazônica e a Mata Atlântica está registrado desde o Neopleistoceno (26.732 anos A. P.) na região do baixo vale do rio Doce no Espírito Santo. Estes dados não descartam a possibilidade de rotas migratórias entre a Floresta Atlântica e Amazônica no Holoceno como sugerido por (Oliveira et al. 1999), porém sugerem a existência de rotas migratórias mais antigas, no Neopleistoceno ou Neógeno em fases de expansão florestal sob intensa umidade, que necessitam ainda ser avaliadas.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de mestrado e à equipe técnica e de professores do Laboratório de Geociências, Palinologia e Paleobotânica da Universidade Guarulhos (UnG) que colaboraram para realização deste trabalho.

## Referências Bibliográficas

- Andrade, I. M., Mayo, S. J., Berg, C. V. D., Fay, M. F., Chester, M. Lexer, C, Kirkup, D. Genetic variation in natural populations of *Anthurium sinuatum* and *A. pentaphyllum* var. *pentaphyllum* (Araceae) from north-east Brazil using AFLP molecular markers. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 159, p. 88–105. 2009.
- Andrade-Lima, D. Notas sobre a dispersão sobre algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais Sociedade de Biologia*, 11, n. 1, p. 25-49, 1953.
- Andrade-Lima, D. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônica nordestina. *Boletim técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, nº 19, p. 21-27, 1966.

Andrade-Lima, D. Dry forest refuges in neotropical Brazil. In: G. T. Prance (ed.) *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University, New York. V. 1, p. 245–251. 1982.999

Auler, A.; Smart, P. L. Late quaternary paleoclimate in semiarid northeastern Brazil from U-series dating of travertine and water-table speleothems. *Quaternary Research*, 55, n. 1, p. 159-167, 2001.

Buso-Junior, A. A. Dinâmica ambiental holocênica (Vegetação, clima e nível relativo marinho) baseada em estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do estado do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em ciências), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Piracicaba, 2010. 188p.

Coimbra-Filho, A. F.; Câmara, I. G. *Os Limites Originais do bioma mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Fundação Brasileira para a Conservação na Natureza (FBCN). 86 p. 1996.

Colinvaux, P.; De Oliveira, P.E.; Patiño, J.E.M. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York: Harwood Publishers, 1999. 180 p.

De Oliveira, P. E.; Barreto, A. M. F.; Suguio, K. Late Pleistocene/holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 152, p. 319-327, 1999.

Do Nascimento, L. R. S. L. *Dinâmica vegetacional e climática Holocênica da Caatinga, na região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE*. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Pernambuco, 113 p. 2008.

Ducke, A. As leguminosas de Pernambuco e Paraíba. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 51, n. 4, p. 417–461, 1953.

- Hatushika, R.S. 2005. *Investigação Sismoestratigráfica do lago Juparanã, Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES)*. Depto. Geologia, IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Monografia de Graduação em Geologia. 84p.
- Fiaschi, P. & Pirani, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *Journal of Systematics and Evolution*, 47, p.477–496. 2009.
- Lorenzi, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 1. 384 p. 2008.
- Lorenzi, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 1º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2. 384 p. 2009a.
- Lorenzi, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2. 384 p. 2009b.
- Lorenzi, H. *Flora Brasileira Lorenzi: Areacaceae (Palmeiras)*. 1º Edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 368 p. 2010.
- Pessenda, L. C. R., et al., 2012. A milenar Amazônia capixaba: Mata atlântica do Espírito Santo guarda resquícios da Floresta Amazônica de 7,8 mil anos atrás. In: Fioravanti, C. *Revista Fapesp*, 194: 46-51.
- Rizzini, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, 25, n. 1, p. 3-64, 1963.
- Rizzini, C. T. Delimitação, caracterização e relações da flora silvestre hiléiana. In: Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, 1966. Belém (PA). p. 13–36. 1967
- Rizzini, C. T. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro. 1997.
- Sampaio, J. A.. *Fitogeografia do Brasil. Brasiliana*. São Paulo: Cia Editora Nacional, Vol. 35, 372 p. 1945.

Santos, A. M. M., Cavalcanti, D. R., Silva, J. M. C., Tabarelli, M. Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography*, 34, p.437–446. 2006.

Santos, J. C. *O Quaternário do Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil: Morfoestrutura, Sedimentologia, Geocronologia e Paleoambientes*. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 172 p. 2007.

Santos, F. F. V. *Investigação sismoestratigráfica na Lagoa Durão – Sistema de lagos do baixo curso do rio Doce, Linhares (ES)*. Trabalho de Conclusão da Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 57p. 2009.

Souza, V. C. & Lorenzi, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2nd Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum Ltda. 703 p. 2008.

## 8. Considerações Finais

Os sedimentos do Lago Juparanã e Lago Durão são caracterizados por alta diversidade de tipos polínicos de elementos arbóreos característicos da Floresta Atlântica *sensu lato*. Os sedimentos do Lago Durão indicam que a vegetação na região centro-norte do Estado do Espírito Santo foi dominada por ervas com hábitos diversos (aquáticas e terrestres) como Poaceae, Cyperaceae e *Borreria* em grande parte do período correspondente ao último máximo glacial (22.000 e 10.000 anos A.P.), porém, a vegetação de floresta permanece presente em valores baixos durante esta fase, o que indicaria a dominância de um clima frio e úmido. Já no Holoceno a vegetação é dominada por elementos arbóreos e arbustivos, situação concordante com os resultados palinológicos do testemunho J1 obtido no Lago Juparanã.

Em algumas amostras observa-se a presença de tipos polínicos que compõem a vegetação atlântica de clima mais frio e entre esses elementos vários já foram reportados para a fase final da última glaciação pleistocena no Brasil, tais como *Podocarpus*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Myrsine* e *Symplocos*, por Pessenda et al. (2009), De Oliveira (1992), Behling e Negrelle (2001) e Colinvaux et al. (1999).

Elementos florestais como *Aldina*, *Chione*, *Clarisia*, *Crepidospermum* e *Prockia* são encontrados desde o Neopleistoceno aproximadamente 26.732 anos A.P., este resultado é concordante com os dados apresentados por Colinvaux et al. (1999) que mostraram a expansão de vários táxons arbóreos da Amazônia durante o esfriamento da última fase glacial pleistocena.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtidos do testemunho LD1 mostram que o tipo de fotossíntese predominante em todo o período deposicional foi do tipo C3, resultado normalmente interpretado como indicativo de vegetação arbórea e arbustiva. Porém os dados palinológicos obtidos no testemunho LD1 ilustram a retração florestal e a expansão de ambiente pantanoso no entorno do Lago Durão, composto principalmente pelas ervas Poaceae, Cyperaceae e *Borreria* entre o Neopleistoceno e o Holoceno inicial. Buso-Junior (2010) demonstrou que alguns táxons das famílias Poaceae (*Panicum*) e Cyperaceae (*Lagenocarpus*) que ocorrem na região centro-norte do Espírito Santo possuem composição isotópica de plantas de ciclo fotossintético do tipo C3. Portanto os resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  são concordantes com as interpretações palinológicas realizadas até o momento, uma vez que os táxons herbáceos encontrados na fase de expansão do ecossistema pantanoso podem possuir sistema fotossintético do tipo C3.

O predomínio quase absoluto de árvores e arbustos sobre as ervas indica condições de floresta tropical atlântica desde 7000 anos A.P., apesar de alguns períodos apresentarem táxons pioneiros e de floresta mais aberta, que são coincidentes com altas concentrações de partículas carbonizadas encontradas nos sedimentos do Lago Durão no mesmo período, o que é indicativo da possível influência de paleoincêndios na dinâmica sucessional da mata atlântica nos últimos 7.000 anos na região centro-norte do Estado do Espírito Santo.

A composição botânica, como um todo, é sugestiva de Floresta Ombrófila Densa com árvores de grande porte, indicada principalmente pelos táxons *Acacia*, *Acalypha*, *Alchonea*, *Anadenanthera*, *Bagassa*, *Celtis*, *Centrolobium*, *Copaifera*, *Cordia*, *Croton*, *Cupania*, *Didymopanax*, *Ficus*, *Forsteronia*, *Hedyosmum*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Lamanonia*, *Licania*, *Maytenus*, *Molongum*, *Mimosa*, *Myrsine*, *Pinzona*, *Protium*, *Pouteria*, *Roupala*, *Symplocos*, *Solanum*, *Sebastiania*, *Senna*, *Tabebuia*, *Tovomitopsis*, *Trema* e *Zanthoxylum*.

Não foram encontrados palinomorfs associados a alto teor de salinidade como dinoflagelados, acritarcas e palinoforaminíferos, sugestivo de que os lagos não tenham sua gênese relacionada com transgressão marinha. As algas *Pediastrum*, *Coelastrum* e *Botryococcus* (Lago Juparanã) e *Penium*, *Zygnema* e *Pseudoschizaea* (Lago Durão) reforçam esta ideia, já que são encontradas durante todo o período deposicional e são indicadores de ecossistemas aquáticos continentais.

Estes dados são correlatos com os de Benício et al. (2010) que, ao analisar as diatomáceas do testemunho J1, também utilizado nesta pesquisa, não encontrou diatomáceas de ecossistema salobro ou marinho.

Portanto para a hipótese 1: *A vegetação da Mata Atlântica teve sua composição florística alterada por fases climáticas frias/secas ou frias/úmidas desde o período correspondente ao Último Máximo Glacial, no hemisfério norte, ou seja, cerca de 18.000 anos A.P.*

No Neopleistoceno a vegetação foi dominada por ervas (terrestres e diversas), já no Holoceno a vegetação foi dominada por árvores típicas da floresta ombrófila densa nos últimos 7.000 anos e durante este período a vegetação sofreu alterações em sua composição, provocadas por pequenas alterações na umidade e temperatura.

Já para hipótese 2: *Durante o Holoceno as variações do nível do mar afetaram a composição florística da Mata Atlântica, com a expansão de vegetação adaptada a ambientes mais salinos como os manguezais em direção ao distrito de lagos.*

Foi constatada a ausência de palinomorfos marinhos com dinocistos, acritarcas e palinoforaminíferos. Os lagos Durão e Juparanã não tiveram qualquer influência marinha no intervalo de tempo estudado. A presença de *Avicennia* e *Laguncularia*, em baixas concentrações, indica a expansão do ecossistema de mangue no Holoceno médio.

## 9. Bibliografia

- ABSY, M. L. Polens e esporos do Quaternário de Santos (Brasil). *Hoehnea*, v.5, p. 1-26, 1975.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y; BRITO NEVES, B.B. & FUCK, R.A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: Simp. Geol. Nordeste, 7. SBG. *Anais...* Campina Grande-PB. p. 366-391.
- AMARAL, P. G. C. *Evolução da sedimentação lagunar Holocênica na região de Jaguaruna, Estado de Santa Catarina: uma abordagem sedimentológica - micropaleontológica integrada*. 2008. 200 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- ANDRADE-LIMA, D. Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônica nordestina. *Boletim técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, Pernambuco, nº 19, p. 21-27, 1966.
- ANDRADE-LIMA, D. Notas sobre a dispersão sobre algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais Sociedade de Biologia*, Pernambuco, v. 11, n. 1, p. 25-49, 1953.
- ÂNGULO, R. J.; LESSA G. C.; SOUZA M. C. A critical review of mid-to late-holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*. v. 25, n. 1, p. 486-506, 2006.
- AULER, A.; SMART, P. L. Late quaternary paleoclimate in semiarid northeastern Brazil from U-series dating of travertine and water-table speleothems. *Quaternary Research*. v. 55, n. 1, p. 159-167, 2001.
- BACOCOLI, G 1971. Os Deltas Marinhos Holocênicos Brasileiros: Uma Tentativa de Classificação. *Boletim Técnico Petrobrás*, 14:5-38.
- BARTH, M. O. Pollen morphology of Brazilian Rutaceae: *Pilocarpus*. *Pollen et Spores*. v. 27, n. 2, p. 145-154, 1985.
- BANDEIRA JR., A. N.; PETRI, S. & SUGUIO, K. 1975. *Delta do Rio Doce* (relatório final). Rel. Int. do cenpes, Petrobras, Rio de Janeiro. CPRM. Serviço Geologia do Brasil. 2003. Base de dados do livro Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CD-Rom.
- BEHLING, H. A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires (SE), Brazil: Vegetation, climate and fire history. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 129, n. 1, p. 407-422, 1995.

- BEHLING, H.; NEGRELLE R. R. B. 2001. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic lowland rain forest, Reserva Volta Velha, South Brazil. *Review of Paleobotany and Palynology*. v. 83, n. 1, p. 107-117.
- BENÍCIO, M. C. S. Reconstituição Ambienta do Holoceno da Lagoa Juparanã, Linhares, ES, Brasil, com base no registro fóssil de algas diatomáceas. Dissertação (Mestrado em análise geoambiental), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos, 2010.68p.
- BISSA, W. M. *Reconstituição dos paleoambientes de uma planície holocênica no curso inferior do Rio Ribeira (Município de Iguape, SP)*. 1998. 82 f. Dissertação (mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1998.
- BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L. e FERREIRA, Y.A. 1982 - Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SEAL) durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar. Anais do IV Simpósio do Quaternário no Brasil (CTCQ/SBG), Rio de Janeiro, p. 49-68.
- BUSO-JUNIOR, A. A.; PESSENDA, L. C. R.; DE OLIVEIRA, P. E.; PASSARINI-JUNIOR, J. R.; FRANCISQUINI, M. I.; JESUS, R.; SIQUEIRA, G. 2009. Holocene sea-level fluctuations based on carbon and nitrogen Elemental ratio and isotopes of lake sedimentation at coastal region of Espírito Santo state, southeastern Brazil. In: Congreso Argentino de cuaternario y geomorfología, XII Congreso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e II Reunión sobre el cuaternario de America Del sur, 2009, La Plata (AR). *Caderno de resumos...* La Plata (AR), 2009. p.79.
- BUSO-JUNIOR, A. A. 2010. Dinâmica ambiental holocênica (Vegetação, clima e nível relativo marinho) baseada em estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do estado do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em ciências), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Piracicaba, 2010. 188p.
- CARNAVAL, A. C.; HICKERSON, M. J. HADDAD, C. F. B., RODRIGUES, M. T., MORITZ, C. Stability Predicts Genetic Diversity in Brazilian Atlantic forest Hotspot. *Science*. v. 323, n. 1, p. 785-789, 2009.
- CARVALHO, I.S. 2004. Paleontologia. 2º Ed. Editora Interciência. p. 861.
- COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. *Os Limites Originais do bioma mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação na Natureza (FBCN),1996. 86 p.

COLINVAUX, P.; DE OLIVEIRA, P.E.; PATIÑO, J.E.M. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York: Harwood Publishers, 1999. 180 p.

DAWSON, A.G. *Ice Age Earth: late Quaternary geology and climate*. New York: Routledge, 1992. 293 p.

DE OLIVEIRA, P. E. *A palynological record of Late Quaternary vegetational and climatic change in southeastern Brazil*. 1992. 238 f. Tese (Doutorado em Palinologia do Quaternário) - The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1992.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Vol. 152, p. 319-327, 1999.

DE OLIVEIRA, P. E.; BEEHLING, H.; LEDRU, M. P.; BARBERI, M.; BUSH, M., SALGADO-LAUBORIAL, M. L. Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto (SP): Holos Editora, 2005. Capítulo 3, p. 52-69.

DO NASCIMENTO, L. R. S. L. *Dinâmica vegetacional e climática Holocênica da Caatinga, na região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE*. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Pernambuco, 2008.

DUCKE, A. As leguminosas de Pernambuco e Paraíba. *Memorial do Instituto Oswaldo Cruz, São Paulo*. v. 51, n. 4, p. 417–461, 1953.

DUCKE, A.; BLACK, G. A. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia Brasileira. *Boletim Técnico do Instituto de Agronomia*. v. 29, n. 1, p. 3–62, 1954.

DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN L., BITTENCOURT, A.C.S.P., FERREIRA, Y.A. e FLEXOR, J.M.- 1982a- Sobre a validade da utilização do termo delta para designar as planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios da costa brasileira. XXXII Cong. Bras. De Geol., salvador, Boletim número 2, *Resumos e Breves Comunicações*, p.92..

DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P. e MARTIN, L., LIMA, R.C.C e COSTA, I.V.G- 1982b – Roteiro de excursão geológica à planície costeira do rio Jequitinhonha (BA) e às turfeiras associadas. XXXII Congr. Bras. Geol., Salvador, Boletim Número 3, Roteiro das Excurssões; 201-235.

DOMINGUEZ, J. L. M; BITENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. 1983. Papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas

às desembocaduras dos rios São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Geociências* 13 (2): 98-105.

DOMINGUEZ, J.M.L. 1987 – Quaternary sea level changes and the depositional architecture of beach-ridge strandplains along the coast of Brazil. Ph. D. Dissertation, University of Miami-Florida/USA, 288 p.

DUFFIN, K. I. et al. Testing the sensitivity of charcoal as in indicador of fire events in savanna environments: quantitative predictions of fire proximity, area and intensity. *The Holocene* 18,2. P. 279-291, 2008.

ERDTMAN G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy – Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell. The Chronica Botanica Co.: Waltham, Mass., U.S.A. 539p.

FAIRBANKS, R.G.; MORTLOCK R. A.; CHIU, T.-C; CAO, L.; KAPLAN, A.; GUILDERSON, T.P.; FAIRBANKS T. W.; BLOOM, A.L. 2005. Marine Radiocarbon Calibration Curve Spanning 10,000 to 50,000 Years B.P. Based on Paired  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  and  $^{14}\text{C}$  Dates on Pristine Corals. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1781-1796.

FERNANDES, R. S. Reconstituição paleoambiental da Lagoa Fazenda durante o Neopleistoceno e Holoceno na região de Jussara, Estado do Paraná, com ênfase em estudos palinológicos. Dissertação (Mestrado em análise geoambiental), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos, 2009. p. 108.

FERRAZO, M.; BAUERMAN, S. G.; LEIPNITZ, I. I. 2008. Palinomorfos não polínicos provenientes de depósitos quaternários do delta do rio Doce, Espírito Santo, Brasil. Parte 1. *Journal of Geoscience*. 4(2): 78-87.

FRANCISQUINI, M. I.; PESSENDA, L. C. R.; DE OLIVEIRA, P. E.; DE MEDEIROS, V. B., BUSO-JUNIOR A. L., PASSARINI-JUNIOR, J. R. Reconstrução Pleistocênica da vegetação ecótono florestal / campos de altitude, costa sul do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. In: Congreso Argentino de cuaternario y geomorfologia, XII Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e II Reunión sobre el cuaternario de America Del sur, 2009, La Plata (AR). *Caderno de resumos...* La Plata (AR), 2009. p.186.,

FREITAS, A. G.; CARVALHO M. A. 2011. Esporos e frutificações de fungos holocênicos de testemunho da Lagoa da Ferradura (Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. bras. paleontol.* 14 (2):179-188.

- GARAY, I. & RIZZINI, C. M. *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: diversidade funcional da cobertura arbórea*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004. 255 p.
- GARCIA, M. J.; DE OLIVEIRA, P. E.; SARAIVA, R.; SIQUEIRA E. A Holocene vegetational and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, Brazil. *Review of Palynology and Palaeobotany*. v. 131, n. 1, p. 181-199, 2004.
- GRIMM, E. C. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computers and Geosciences*. v. 13, n. 1, p. 13-35, 1987.
- HATUSHIKA, R.S. 2005. *Investigação Sismoestratigráfica do lago Juparanã Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES)*. Depto. Geologia, IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Monografia de Graduação, 84p.
- HATUSHIKA, R.S.; SILVA, C. G.; MELLO, C. L. 2007. Sismoestratigrafia de alta resolução no Lago Juparanã, Linhares (ES – Brasil) como base para estudos sobre a sedimentação e tectônica quaternária. *Revista brasileira de Geofísica*. 25(4): 433-442.
- HEINSDIJK, D.; MACEDO, J. C.; ANDEL, S. E.; ASCOLY, R. B. A floresta do norte do Espírito Santo. *Boletim do Setor de Inventários Florestais*, v. 7, n. 1, p. 04-68, 1965.
- HEUSSER, C. J. *Pollen and Spores of Chile*. Tucson: The University of Arizona Press, 1965. 167 p.
- HOOGUIEMSTRA, H. *Vegetation and climatic history of the high plain of Bogotá Colombia: a continuous record of the last 3,5 million years*. 1994. 368 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – The Quaternary of Columbia, Amsterdam, 1994.
- HUSSEIN-VILELA, M. C. S; SUGUIO, K.; DE OLIVEIRA, P. E. Análise Preliminar de Diatomáceas em sedimentos quaternários da estação ecológica Juréia-Itatins (SP): Contribuição ao estudo de variações do nível relativo do mar no Holoceno. In: Congresso Argentino de cuaternario y geomorfologia, XII Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e II Reunión sobre el cuaternario de America Del sur, 2009, La Plata (AR). *Caderno de resumos...* La Plata (AR), 2009. p.124.
- IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2009. Site acessado através da URL: <http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=1> em 08 de agosto de 2009.
- JESUS, R. M. A Reserva Florestal da Vale do Rio Doce. In: Seminário sobre desenvolvimento econômico e Impacto Ambiental em Área do Trópico Úmido Brasileiro, 1998. *Anais*. Rio de Janeiro: 1998. p. 35-71.

- LEAL, C. G.; CÂMARA, I. G. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status*. Washington: Island Press, 2005. 471 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF*. v. 35, p. 41-46, 1987.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5rd Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008a, v. 1. 384 p.
- LORENZI, H. *Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4th ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008b. 640 p.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 1º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 2. 384 p. 2009a.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3º Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 3. 384 p. 2009b.
- LORENZI, H. *Flora Brasileira Lorenzi: Areacaceae (Palmeiras)*. 1º Edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 368 p. 2010.
- LEDRU, M.P. 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, 39:90-98.
- LUZ, C. F. P. & BARTH, O. M. 2000. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos Holocenicos da Lagoa de Cima, noerte do estado do Rio de Janeiro, Brasil-Dicotyledoneae. *Leandra* 15: 11-34.
- LUZ, C. F. P. & BARTH, O. M. 2002. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos Holocenicos da Lagoa de Cima, noerte do estado do Rio de Janeiro, Brasil-Monocotyledoneae, Lycopodophyta, Pteridophyta e Bryophyta. *Leandra* 17:7-22.
- LUZ, C. F. P., BARTH, O. M., MARTIN, L., SILVA, C. G. & TURCQ, J. 2011. Palynological evidence of the replacement of the hygrophilous forest by fiel vegetation during the last 7,000 years B.P. in the northern coast of Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83(3): 939-951.
- MARK, B., ET ALL. *Grafic neotropical pollen key*. URL: [www.fit.edu](http://www.fit.edu)

MARTIN, L.; SUGUIO, K. & FLEXOR, J. M. 1993. Brasil. *As Flutuações do Nível do Mar Durante o Quaternário Superior e a Evolução Geológica de "Deltas" Brasileiros*. Boletim IG-USP, Publicação Especial, 15: 186p.

MARTIN, L; SUGUIO, K; DOMINGUEZ, J.M.L. & FLEXOR, J.M. (1997). *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM. 112 p.

MEDEIROS, V. B. Origem dos campos de altitude da Serra do Mar: uma investigação paleoambiental no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Curucutu, São Paulo, Brasil. Monografia (Curso de Ciências Biológicas), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos, 2006. 90p.

MEDEIROS, V. B.; SUGUIO, K.; DE OLIVEIRA, P. E.; SANTOS, C. S.; SALLUN, A. E. M.; SALLUM-FILHO, W. Palinoflora holocênica da estação ecológica Juréia-Itatins (SP), Brasil: Palinologia como instrumento para determinação de variações do nível do mar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia Núcleo São Paulo, 2009, Guarulhos, SP. *Caderno de Resumos...* Guarulhos: SBP, 2009. p.38.

MEDEIROS, V. B. Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP) e as flutuações de níveis marinhos abaixo do atual no Holoceno: Palinologia e Paleoclima. Dissertação (Mestrado em análise geoambiental), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos 2010. 144p.

MELLO, C.L. 1997. *Sedimentação e Tectônica Cenozóica no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas Implicações na Evolução de um Sistema de Lagos*. São Paulo. 275 p (Tese de Doutorado, IG/USP).

MITTERMEIER, R. Diversidade de primatas e a floresta tropical: estudos de casos de Brasil e Madagascar e a importância dos países de megadiversidade. In: WILSON, E. O. *Biodiversidade*. (ed.). São Paulo (SP): Editora Nova Fronteira, 1997. p. 186-197.

MYERS, N. Florestas tropicais e suas espécies sumindo, sumindo, sumindo...? In: WILSON, E. O. *Biodiversidade*. (ed.). São Paulo (SP): Editora Nova Fronteira, 1997. p. 186-197 .

MOORE, P. D.; WEBB, J. A.; COLLINSON, M. E. *Pollen Analysis*. London: Blackwell Scientific, 1991. 216 p.

MORAIS, R.M.O. *Sistemas Fluviais Terciários na Área Emersa da Bacia do Espírito Santo (formações Rio Doce e Barreiras*. Programa de Pósgraduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 2007. 139p).

PASSARINI JUNIOR J. R. *Estudos interdisciplinares em sedimentos lacustres da região Sul do Estado de São Paulo: reconstrução da vegetação e do clima no quaternário tardio*. 2009. Tese (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PASSACANTILI, M. G. S. B. Influência antrópica em ecotonos de floresta e campo na mata atlântica do Brasil: análise de micropartículas carbonizadas em solos superficiais. Dissertação (Mestrado em análise geoambiental), Universidade de Guarulhos. São Paulo: Guarulhos, 2008. 74p.

PESSENDA, L., DE OLIVEIRA, P. E., MOFATTO, M., MEDEIROS, V. B., GARCIA R. J. F., ARAVENA, R. 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*. v. 71, p. 437-452, 2009.

RADAMBRASIL. *Levantamento de Recursos Naturais: Rio Doce, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 1987. Vol. 34.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 25, n. 1, p. 3-64, 1963.

RIZZINI, C. T. Delimitação, caracterização e relações da flora silvestre hiléiana. In: Simpósio sobre a Biota Amazônica, 1967. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*. Belém (PA): 1967 p. 13-36.

RIZZINI, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro. p. 747.

RICCOMINI, C.; TURCQ, B. J.; LEDRU, M.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, J. A. Cratera de Colônia SP- Provável astroblema com registro do paleoclima Quaternário na Grande São Paulo. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. São Paulo (SP): 2005. p. 1-11.

RICCOMINI, C. 1989. *O Rifte Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo. 256 p.(Tese de Doutorado, IG/USP).

RODRIGUES, R. B.; SUGUIO, K., SALLUM, A. E. M., SIMONE, L. R. L. Estudo malacológico de Sambaquis de Momuna (Iguapé, SP) e o seu significado paleoambiental. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia Núcleo São Paulo, 2009, Guarulhos, SP. *Caderno de Resumos...* Guarulhos: SBP, 2009. p.38.

- ROUBIK, D. W.; MORENO, P. J. E. *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. Missouri: Botanical Garden. Vol. 36, 1991. 270 p.
- SAIA S. E. M. G.; *Reconstrução Paleoambiental (Vegetação e Clima) no Quaternário tardio com base em estudos Multi/interdisciplinares no Vale do Ribeira (Sul do estado de São Paulo)*. 2006. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L.; FERRAZ-VICENTINI, K. R. Fire in the cerrado 32.000 years ago. *Current Research in the Pleistocene*. v. 11, p. 85-87, 1994.
- SALGADO-LAUBORIAU, M. L. *Crítérios e técnicas para o quaternário*. São Paulo: Editora Blucher, 2007. 387 p.
- SALVADOR, E.D. & RICCOMINI, C. 1995. *Neotectonica da Região do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil)*. R. bras. Geoc. **25**(3): 151-164.
- SAMPAIO J. A.. *Fitogeografia do Brasil. Brasiliana*. São Paulo: Cia Editora Nacional, Vol. 35, 1945. 372 p.
- SANTOS, C. S.; SUGUIO, K.; MORAES, F. C.; DE OLIVEIRAS, P. E.; MEDEIROS, V. B.; SULLUN, A. E. M.; SALLUN-FILHO, W. Evidências da variação do nível do mar no Holoceno com base na análise de silicoflagelados e espículas de espojas subfósseis da estação ecológica Juréia-Itatins (SP), Brasil. In: Congreso Argentino de cuaternario y geomorfologia, XII Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e II Reunión sobre el cuaternario de America Del sur, 2009, La Plata (AR). *Caderno de resumos...* La Plata (AR), 2009. p.79.
- SANTOS, R. A.; GARCIA, M. J.; DE OLIVEIRA, P. E.; GIANNINI, P. C. F.; BISTRICHI, C. A.; FERNANDES, R. S. Paleoambiente Holoceno da planície do Rio Paraíba do Sul, Distrito de Eugênio de Mello, São José dos Campos, Estado de São Paulo, Brasil, Com base em análises palinológicas de turfas. In: Congreso Argentino de cuaternario y geomorfologia, XII Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e II Reunión sobre el cuaternario de America Del sur, 2009, La Plata (AR). *Caderno de resumos...* La Plata (AR), 2009. p.79.
- SANTOS, J. C. *O Quaternário do Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil: Morfoestrutura, Sedimentologia, Geocronologia e Paleoambientes*. 2007. 172 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

- SANTOS, F. F. V. Investigação sismoestratigráfica na Lagoa Durão – Sistema de lagos do baixo curso do rio Doce, Linhares (ES). Trabalho de Conclusão da Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 57p. 2009.
- SILVA, J.M.R.; LIMA, M.I.C.; VERONENSE, V.F.; RIBEIRO JUNIOR, R.M.; ROCCA, R.M. & SILVA JUNIOR, O. 1987. Levantamentos de recursos naturais. Rio de Janeiro, FIBGE. V. 34 p. 23-152, folha SE 24, Rio Doce.
- SIQUEIRA, E. *História Ecológica da Floresta de Araucária durante do Quaternário Tardio no setor sul da Serra da Mantiqueira: Análises Sedimentológicas e Palinológicas na região de Monte Verde (MG)*. 2006. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, SP, 2006.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2nd Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum LTDA, 2008. 703 p.
- STOCKMARR, J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*. v.13, p. 615-621, 1971.
- SUGUIO, K.; KOHLER, H. C. Quaternary Barred Lake Systems of the Doce River (Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 64 (2): 183-191, 1992.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, 1978, São Paulo (SP). *Special Publication*, São Paulo: 1978. 55 p.
- SUGUIO, K., MARTIN. L. e DOMINGUEZ, J.M.L. - 1981 – Evolução do delta do rio Doce (ES), durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: K. Suguió et al. (eds.), *Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, 1982, Rio de Janeiro*, 93-116.
- SUGUIO, K.; MARTIN. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P, DOMINGUEZ J. M. L, FLEXOR, J. M. & AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 15, p. 273-286, 1985.
- SUGUIO, K.; ÂNGULO, R. J.; CARVALHO, A., CORRÊIA, I. C. S., TOMAZELLI, L. J.; WILLWOCK, J. A.; VITAL, H. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto (SP): Holos Editora, 2005. Capítulo 6, p. 114-127.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAOLI, F. *Decifrando a Terra*. 2nd Ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 623 p.

TRAVERSE, A. *Paleopalynology*. 2nd ed. New York: Springer. 2008. 813 p.

TOLONEN, K. Charred particules analyses. In: BERGLUND, B. E. Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology. New York. p. 485-490. 1986.

VIEIRA, R.A.B.; MENDES, M.P.; VIEIRA, P.E.; COSTA, L.A.R.; TAGLIARI, C.V.; BACELAR, A.P. & FEIJO, F.J, 1994. Bacia do Espírito Santo e Mucuri. Boletim de Geociência da Petrobras, Rio de Janeiro, 8 (1): 191- 202, Jan./Mar.

ZOLNERKEVIC, I. A riqueza da mata atlântica na Bahia. *Jornal Unesp*, Rio Claro (SP), maio de 2009. nº 244, Caderno de Ciências Biológicas, p.5.