

A IMPORTÂNCIA DOS PALINOMORFOS DE FUNGOS E DE ALGAS NAS RECONSTRUÇÕES PALEOAMBIENTAIS POR MEIO DE ESTUDOS EM SEDIMENTOS DO ALTO RIO PARANÁ, TAQUARUÇU, MS, BRASIL

THE IMPORTANCE OF FUNGAL AND ALGAL PALYNOMORPHS FOR PALAEOENVIRONMENT RECONSTRUCTIONS USING SEDIMENTS OBTAINED IN THE UPPER PARANA RIVER, TAQUARUÇU, MS, BRAZIL

Svetlana MEDEANIC¹; Maria Judite GARCIA²; José Cândido STEVAUX^{2,3}

Resumo: O presente trabalho objetiva a aplicação de palinomorfos de fungos e de algas como subsídio às reconstruções paleoambientais. Para isso foram coletadas dez amostras de superfície na mata ripária do Alto do Rio Paraná, no Estado do Mato Grosso do Sul, num solo aluvial siltico-argiloso, que revelaram uma associação bem preservada de palinomorfos de fungos, algas, corpos frutíferos e conídios. Tal associação foi comparada com outra, obtida em dois perfis elaborados em depósitos da planície de inundação do Rio Paraná datados na base em 1.700 +/- 70 anos AP. Verifica-se uma tendência no aumento da quantidade e diversidade de fungos, assim como da vegetação arbórea de floresta ripária nos sedimentos mais novos em um dos perfis. Por outro lado, no perfil que apresentou evidências de intervenção antrópica (grãos de pólen de plantas cultivadas, ruderais e partículas de carvão) a quantidade e diversidade de palinomorfos foi muito menor.

Palavras-chave: Palinologia; Palinomorfos de Fungos e de Algas; Sedimentos Quaternários; Rio Paraná.

Abstract: The results are based on an assemblage of dispersed fungal and algal palynomorphs present in 10 samples from the recent silty mud soil of the riparian forest, in the upper Parana River (22°43'-45'S, 53°15'-18'W), in the State of Mato Grosso. All studied samples contained well preserved fungal palynomorphs, including fruit-bodies, spores and conidia. The taxonomic composition of fungal spores here obtained has been compared to palynological results of two profiles of floodplain deposits situated in the same area which had been formed 1.700 +/- 70 yr BP. The increase in frequency and diversity of fungal palynomorphs from the younger sediments of one of the cores, corresponds to the increase in frequency of arboreous pollen indicated on the expansion of riparian forests. In the other deposit where anthropogenic impact was registered, (presence of cultivated pollens and charcoal fragments) the fungal palynomorphs were less diverse.

Keywords: Palynology; Fungal and Algal Palynomorphs; Quaternary Sediments; Paraná River.

INTRODUÇÃO

A região ribeirinha do alto rio Paraná é caracterizada por apresentar uma vegetação ripária amplamente distribuída às faixas de contato entre os ambientes terrestre e aquático, mantendo diversas relações com a fauna desse ambiente (Romagnolo & Souza, 2000; Campos *et al.*, 2000; Fachini, 2001). As florestas ripárias são como um ecótono água-terra, tornando-se muito importantes nessa região. Por isso, os estudos sobre a sua origem e evolução podem ser úteis na preservação e recuperação das condições ambientais atuais, devido ao aumento das atividades antrópicas.

A análise de dois perfis, obtidos nos depósitos da planície de inundação do rio Paraná, permitiu que Barzczyn

(2001), Stevaux *et al.* (2002) e Medeanic & Stevaux (2003) efetuassem considerações sobre a evolução da cobertura vegetal, do paleoclima e da paleohidrologia dessa região durante o Holoceno. Tais estudos mostraram duas fases no desenvolvimento da vegetação nesta região: uma fase mais antiga (fase I) com idade inferior a cerca de 1.700 anos AP, caracterizada como um período de menor precipitação, quando o rio apresentava intensidade e frequência de cheias inferiores às atuais e com uma vegetação ripária menos variada que a atual, constituída principalmente por vegetação não arbórea; na fase seguinte (fase II), mais recente, verificou-se um aumento na diversidade florística, bem como a ampliação da mata ripária, sendo a vegetação arbórea dominante, sob vigência de um clima mais úmido com cheias de maior intensidade que na fase anterior.

1 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, CECO, Campus Agronomia, - 91509-900, Porto Alegre, RS - svetlana.medeanic@ufrgs.br.

2 - Laboratório de Geociências - Universidade Guarulhos - Pça. Tereza Cristina, nº1 - Prédio A - Centro - Guarulhos - 07023-070 - mgarcia@ung.br.

3 - CEPPE - Universidade Guarulhos - Pça. Tereza Cristina, nº 58 - Centro - Guarulhos - jstevaux@prof.ung.br.

Inicialmente, esta pesquisa pretendia estabelecer uma relação entre a associação de grãos de pólen e de esporos coletados no solo atual da mata ripária, com aqueles encontrados nos depósitos do Holoceno Tardio da planície de inundação do Rio Paraná. Contudo, foi constatado que esses palinómorfs eram bastante raros nos depósitos atuais sendo, por outro lado, muito freqüentes esporos, hifas e corpos frutíferos de fungos, além da ocorrência, em algumas amostras, de cistos (zigósporos e colônias) de algas clorófitas. A grande quantidade e diversidade de esporos de fungos, associados à presença de cistos de algas, permitiram analisar a possibilidade de sua aplicação como complemento na reconstituição paleoambiental da mata ripária.

Os esporos de fungos, zigósporos e colônias de algas são constituídos de matéria orgânica resistente à destruição tanto durante o soterramento e fossilização, como nos procedimentos de preparação das amostras. A camada externa dos zigósporos e das colônias de muitas algas clorófitas é composta pelo polímero do tipo esporopolenina. Os esporos, hifas e corpos frutíferos de fungos constituem-se de outro polímero – pseudoquitina – muito resistente à destruição (Elsik, 1971, Gooday, 1981 e Traverse, 1988).

O uso de palinómorfs de fungos tem-se mostrado importante nas reconstruções paleoambientais e paleoecológicas, especialmente quando a concentração relativa de outros palinómorfs é muito baixa. Além disso, essas formas têm uma capacidade de transporte aéreo bastante reduzida, mantendo portanto, uma boa correlação ambiental com o sítio deposicional, especialmente porque já são considerados como flora local. Os primeiros trabalhos sobre esse tema foram elaborados por Popov (1967), que descreveu esporos de diferentes espécies de fungos, sendo que muitas delas pertenciam a fungos parasitas, que se desenvolvem nas diferentes partes das plantas (folhas, caules, etc.). Segundo esse autor, as espécies de *Puccinia* e *Helminthosporium* predominam nas Poaceae (gramíneas) e *Campanosporium* nas folhas de *Acácia* e *Ephedra*, as espécies de *Hendersonia* habitam as folhas de muitas espécies das famílias Rosaceae e Typhaceae. Os dados sobre a morfologia e ecologia de fungos atuais da Rússia descritos por Popov (*op. cit.*) foram posteriormente usados na reconstrução da história holocena de alguns lagos na Ásia Central (Rybakova, 1982). O autor constatou que o predomínio de grãos de pólen de Poaceae (gramíneas) em associações com grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares coincidia com a presença significativa de esporos de fungos parasitas que se desenvolvem predominantemente nas gramíneas tais como *Hendersonia*, *Puccinia*, *Mycosphaerella*, *Helminthosporium*. Os conhecimentos sobre a ecologia dos fungos parasitas podem ser importantes nas reconstruções paleoambientais, especialmente quando os grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares são raros nos sedimentos continentais e palinómorfs de fungos, pelo contrário, são mais freqüentes.

Elsik (1968) constatou em sedimentos cenozóicos do Texas, uma grande diversidade morfológica de esporos de fungos. Assim, estabeleceu o seu significado e uma classificação

artificial baseando-se na morfologia dos esporos de fungos incluindo forma, simetria, aberturas, presença de septos e tipos de ornamentação. Aplicou a morfologia de esporos de fungos nas reconstruções paleoambientais e na palinoestratigrafia do Cenozóico (Elsik, 1971, 1976, 1983). Tais trabalhos despertaram grande interesse entre os palinólogos, principalmente em estudos de sedimentos continentais e nas reconstruções paleoambientais (Sheffy & Dilcher, 1971; Pirozynski, 1976; Jarsen & Elsik, 1986; Pirozynski *et al.*, 1988; Rampino & Visscher, 1995; Taylor & Osborn, 1996 e Kalgutkar, 1997). Trabalhos envolvendo estudos em sedimentos superficiais de rios, lagos e pântanos foram desenvolvidos por Muller (1959), Cross *et al.*, (1966), Burge (1986), Hurtado & Riegler-Goihman (1986). Em trabalho recente, Song & Huang (2002) elaboraram uma revisão da sistemática artificial de fungos fósseis, enfatizando seu significado nas reconstruções paleoambientais.

No Brasil, esporos de fungos, determinados segundo a sistemática de Elsik (1968), foram estudados por Carvalho (1996) em sedimentos pleistocenos e pliocenos da Bacia da Foz do Amazonas e por Garcia (1997) em turfeiras quaternárias do médio vale do Rio Paraíba do Sul no Estado de São Paulo.

Há um grande número de trabalhos dedicados à reconstrução paleoambiental, baseados não só em grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares, como também em cistos (zigósporos, coenóbias e colônias) de algas Chlorophyta (Graham, 1971; Van Geel, 1978; Van Geel *et al.*, 1980/81; Komárek & Marvan, 1992; Clarke, 1994; Jankovská & Komárek, 2000 e Komárek & Jankovská, 2001). A maioria das algas clorófitas habita água doce e diferencia-se pela tolerância a diferentes profundidades, pH, temperatura, tipo de trofização de sistemas aquáticos (eutróficos, mesotróficos e oligotróficos), caracterizados por diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos. Por exemplo, algumas espécies de *Botryococcus* desenvolvem-se em águas relativamente rasas, *Pediastrum* já prefere águas profundas (até 7-8 m) e espécies de *Spirogyra* distribuem-se muito bem em águas estagnantes de pH > 7 (Canter-Lund & Lund, 1995). Muitas espécies de algas clorófitas desenvolvem-se muito bem em águas eutróficas e mesotróficas e raramente em águas oligotróficas. Os estudos recentes de algas atuais mostram que o tipo de trofização das águas determina a composição taxonômica de algas e combinações de suas respectivas espécies predominantes. Por exemplo, para a Europa Central, a combinação de associações de *Pediastrum duplex* + *P. boryanum* + *Botryococcus braunii* + *Coelastrum* sp. desenvolve-se em lagos eutróficos com temperaturas relativamente altas (Jankovska, 2003).

Luz *et al.* (2002), em estudos realizados no Estado do Rio de Janeiro, analisaram a distribuição de palinómorfs de algas clorófitas na Lagoa de Cima, ao verificarem sua concentração e a deposição no fundo da lagoa. Constataram que a maioria das Chlorococcales ocorre em baixas quantidades ou é praticamente ausente em áreas de drenagem, litorâneas e mais profundas.

Assim, verifica-se que os palinómorfs de algas são importantes nos estudos de sedimentos fluviais, lacustres e lagunares, principalmente no que tange às reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1) localiza-se no alto curso do rio Paraná (Lat. 22°40'S e 22°50'S, Long. 53° 14'W e 53°24'W), no município de Taquaruçu (MS), num trecho onde o rio apresenta o padrão de multicanal, com descarga líquida média de 8.900 m³/s anuais, variando entre 10.900 e 7.100 m³/s. Nesse local o rio desenvolve uma ampla planície de inundação assimétrica, que se estende por cerca de 8 a 10 km em sua margem esquerda (Stevaux *et al.*, 1997). A planície de inundação apresenta o relevo plano

com grande número de lagos, pântanos e áreas mais elevadas constituídas por diques marginais. Os depósitos de planície são formados basicamente por areia fina a média na base, recobertos por sedimentos silítico-argilosos maciços, intercalados com pacotes delgados de areia siltosa. A margem esquerda apresenta um afloramento íngreme, de 15 a 20 metros acima do nível médio do rio, formado pelos arenitos cretáceos da Formação Caiuá. A área da planície de inundação é recoberta por solos aluviais eutróficos e solos hidromórficos nas áreas de inundação mais frequentes (Souza Filho & Stevaux, 1997).

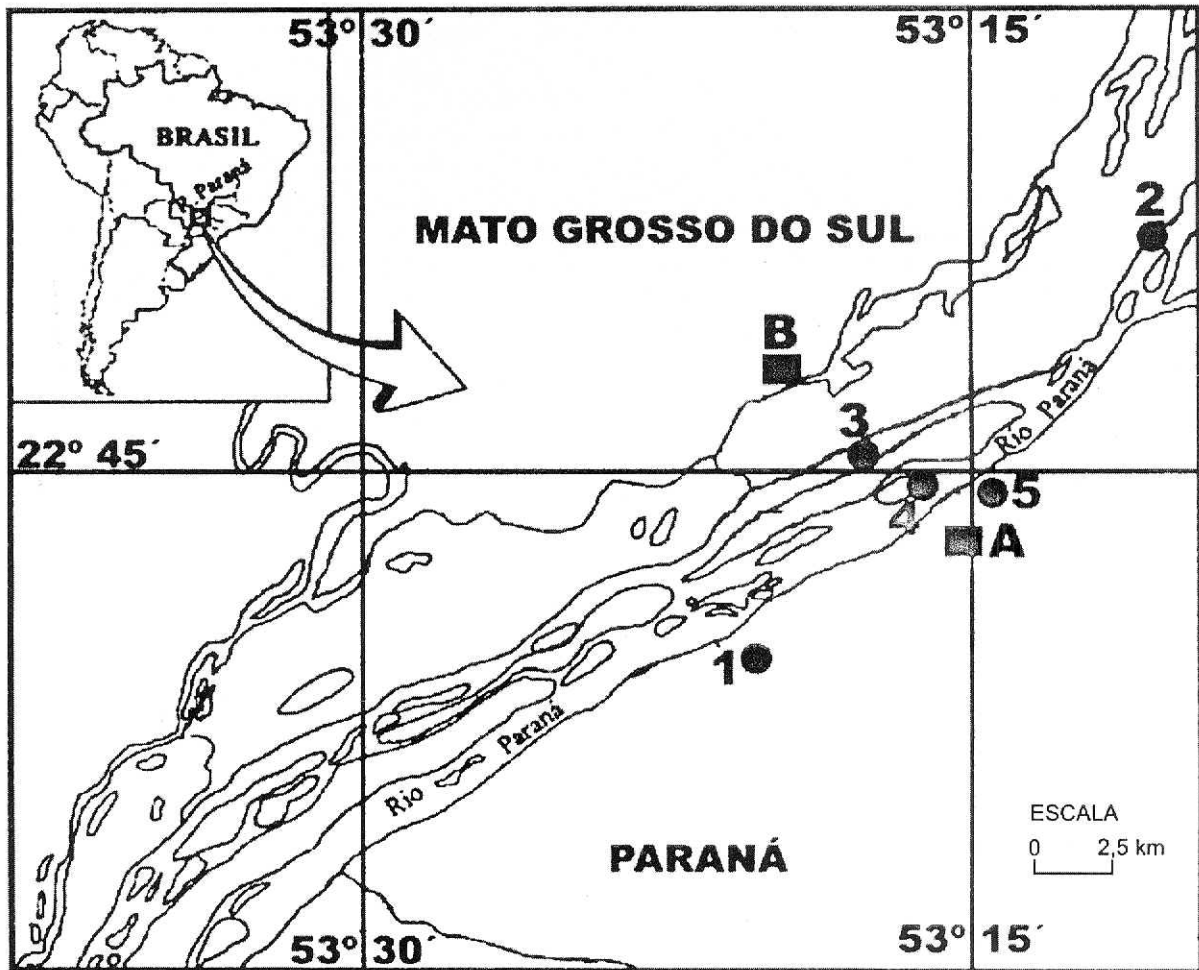


FIGURA 1: Mapa da localização das áreas estudadas : 1 - Mata Araudo, amostras 1-5; 2 - Lagoa dentro de mata ripária do Araudo, amostras 6 e 7; 3 - Área de mata ripária (Sem Denominação), amostra 8; 4 - Lago Porto Rico, amostra 9; 5 - Lago Baía, amostra 10; A - Perfil 1; B - Perfil 2.

FIGURE 1: Map showing location of studied areas : 1 - Mata Araudo, samples 1-5; 2 - Lake spreading into riparian forest, samples 6, 7; 3 - Area of riparian forest, sample 8; 4 - Lago Porto Rico, sample 9; 5 - Lago Baía, sample 10; A - Profile 1; B - Profile 2.

Estudos realizados por Fachini (2001), nessa mesma região, sugerem que a distribuição da mata ripária está fortemente controlada pela pedologia e pela topografia da planície. Contudo, é o regime hidrológico, em especial o pulso de cheia, a variável dominante desse sistema (Stevaux & Takeda, 2002), e com o qual a mata ciliar mantém o mais alto grau de conectividade. Neif & Poy de Neiff (2003, p. 40) definiram conectividade como sendo "a link between the elements and processes of a system, which

define stage variables in space and time". Nesse contexto uma determinada variável fluvial (vegetação, organismos bentônicos, barras arenosas no canal etc.) mantém uma maior ou menor relação de dependência (conectividade) com o regime hidrológico. Assim, deve-se entender, aqui, como regime hidrológico não apenas aquele definido pela variação anual da descarga, mas o que se estende por um amplo intervalo temporal e que inclui as

cheias maiores relacionadas ao El Niño (ENSO), como também os eventos extremos de recorrência secular a milenar. Stevaux (2000) sugeriu que o atual regime hidrológico do rio Paraná tenha se instalado por ocasião do Ótimo Climático do Holoceno (ca. 6.000 anos AP.) e a partir desse momento tenha funcionado regularmente. Pequenas alterações climáticas durante o Holoceno seriam suficientes apenas para produzir períodos de menor atividade na planície de inundação, com o desenvolvimento do paleossolo (Stevaux *et al.*, 2002), ou mesmo provocar avulsões e abandonos nos canais anastomosados do sistema (Stevaux & Souza, 2004).

Souza (1998) constatou que as matas ripárias e de várzea são os dois mais importantes tipos da cobertura vegetal nativa nessa região. A distribuição taxonômica da vegetação está relacionada principalmente à rede de drenagem do rio Paraná e de seus afluentes. Segundo Campos & Souza (1997) e Souza (1998), a mata ripária é formada por uma grande variedade de árvores (*Albizzia hassleri*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Ficus obtosiuscula*, *Lonchocarpus guilleminius*, *Sloanea monosperma*, *Tabebuia impetiginosa*, *Cecropia pachystachya*, *Croton urucarana*, *Inga uruguensis* entre outras), arbustos (*Cordia monosperma*, *Psychotria carthagenensis*) e plantas herbáceas (*Melanthera latifolia*, *Rivina humilis*). A vegetação não florestal encontra-se em áreas pioneiras de grande influência fluvial e ao redor de pântanos, lagoas e lagos. A vegetação paludosa é representada por *Paspalum repens*, *Sagittaria montevidensis*, *Pontederia cordata*, *Ludwigia* e outras. Nessa região ocorrem freqüentemente áreas impactadas por culturas anuais, pastagens naturais ou cultivadas, plantas invasoras e plantas daninhas (Souza-Stevaux *et al.*, 1994). Por outro lado, são totalmente ausentes os dados sobre a distribuição de fungos e de algas clorófitas nessa região.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 10 amostras de sedimentos superficiais (de 100 g cada e a 4 cm de profundidade) em 5 pontos de amostragem na mata ripária (Mata do Araudo) e nos lagos Porto

Rico, Baía e do Araudo (Figura 1). Cerca de 20 amostras foram também obtidas em dois perfis elaborados nos depósitos de planície de inundação em afloramentos da margem do rio Paraná. De um modo geral a litologia das amostras variou de argila siltosa-arenosa a areia muito fina argilo-siltosa.

O material foi peneirado, por malha do 300 µm, visando à retirada de detritos vegetais (restos de folhas, raízes etc.). Seguiu-se com secagem em estufa a 60°C sendo as amostras, posteriormente acondicionadas em refrigerador a 4°C. Foram depois tratadas quimicamente, segundo o método de Faegri & Iversen (1975), com ácido clorídrico (10%) e hidróxido de potássio (10%), sendo separadas as frações orgânica e inorgânica por meio de flotação em líquido denso (solução aquosa de ZnCl₂, densidade 2,2 g/cm³). As lâminas foram confeccionadas com gelatina-glicerina e encontram-se depositadas no Laboratório de Palinologia e Paleobotânica da Universidade Guarulhos com seus respectivos números de registro (Quadro 1).

A identificação dos palinomorfs de plantas vasculares foi feita pela consulta a palinoteca de plantas nativas, depositada no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A lista de táxons de pólen e esporos de plantas vasculares determinados nas amostras de 1 a 10 dos sedimentos é apresentada no quadro 2.

A identificação de esporos de fungos foi realizada com base nos trabalhos de Berch & Fortin (1983), Carvalho (1996), Clarke (1994), Doubinger & Pons (1973), Ediger (1981), Ediger & Alisan (1989), Elsik (1968, 1976, 1983), Elsik & Dilcher (1974), Elsik & Ediger (1990), Fernandez (1993), Garcia (1997), Graham (1971), Hurtado & Riegler-Goichman (1986), Jansonius (1976), Jarsen & Elsik (1986), Kalgutkar (1997), Kalgutkar & Jansonius (2000), Kumar (1990), Pirozynski (1976), Pirozynski *et al.* (1988), Sepulveda & Norris (1982), Sharma (1977), Sheffy & Dilcher (1971) e Traverse (1988). Atribuiu-se a denominação Alga Tipo A para aqueles espécimes que não foram identificados. Os palinomorfs foram fotografados em fotomicroscópio Olympus (aumento de 40x) na Fundação da Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Estampas I, II).

Nº de Registro das Amostras	Local	Nº da Amostra	Nº da Lâmina
UnG PQ 361 / 362 / 363 / 364	Mata do Araudo	1	1 / 2 / 3 / 4
UnG PQ 365 / 366 / 367 / 368 / 369 / 370	Mata do Araudo	2	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
UnG PQ 371 / 372	Mata do Araudo	3	1 / 2
UnG PQ 373 / 374 / 375	Mata do Araudo	4	1 / 2 / 3
UnG PQ 376 / 377	Mata do Araudo	5	1 / 2
UnG PQ 378 / 379 / 380 / 381 / 382 / 383 / 384	Lagoa Mata do Araudo	6	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7
UnG PQ 385 / 386 / 387 / 388	Lagoa Mata do Araudo	7	1 / 2 / 3 / 4
UnG PQ 389 / 390	Mata Ripária sem Denominação	8	1 / 2
UnG PQ 391 / 392 / 393	Lago Porto Rico	9	1 / 2 / 3
UnG PQ 394 / 395 / 396 / 397	Lago Baía	10	1 / 2 / 3 / 4

QUADRO 1: Amostras de superfície, procedência e nº de registro na coleção LabGeo / UnG.

TABLE 1: Surface samples, proceeding and number of registration in the LabGeo / UnG collection.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Amostras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pólen										
Anacardiaceae						+			+	+
Apocynaceae	+		+		+		+			+
Asteraceae			+				+		+	+
Bignoniaceae										+
Borrelia	+				+	+			+	+
Caprifoliaceae	+		+			+		+	+	
Cistaceae			+			+	+			+
Convolvulaceae						+				+
Cyperaceae	+				+				+	+
Ebenaceae						+				
Fabaceae		+			+				+	
Lamiaceae	+			+					+	+
Lauraceae	+			+	+				+	+
Loranthaceae										+
Machaerium	+		+		+					+
Magnoliaceae										+
Malvaceae					+		+			+
Melastomaceae							+			+
Mimosaceae							+			+
Moraceae	+	+	+							
Myrtaceae	+							+		
Palmae	+			+	+	+				
Pinaceae	+					+				+
Poaceae	+	+	+			+		+	+	+
Podocarpaceae		+						+		+
Polygonaceae			+						+	
Rapanea									+	
Rubiaceae	+					+			+	
Sapindaceae						+	+	+		+
Saxifragaceae	+									
Solanaceae	+		+		+					+
Sterculiaceae										+
Symplocaceae										+
Thymeleaceae										+
Esporos										
Alsophila	+				+	+	+	+	+	+
Blechnum										+
Cyathaceae					+	+	+	+		+
Dicranoglossum	+		+			+	+	+		+
Dicksonia	+		+			+	+	+	+	
Dryopteris	+				+	+				+
Equisetaceae					+					+
Gleichenia	+					+			+	
Hymenophyllum	+									+
Lophozoria	+							+		+
Microgramma	+		+		+	+	+	+	+	+
Ophioglossum								+		+
Polypodiaceae	+		+			+				+
Pterideae	+					+	+	+	+	

QUADRO 2: Composição taxonômica de grãos de pólen e de esporos nas amostras de 1 à 10 dos sedimentos superficiais de mata ripária
TABLE 2: Taxonomic Composition of pollen and spores in the samples 1 to 10 surface sediments from riparian forest.

Os palinórmorfos de algas (zigósporos e colônias) foram determinados de acordo com Van Geel & Van der Hammen (1978), Van Gell *et al.*, (1980, 1981), Komárek & Marvan (1992), Jankovská & Komárek, (2000) e Komárek & Jankovská (2001) (Estampa III).

Grãos de pólen de plantas terrestres e aquáticas, esporos de pteridófitas e briófitas, zigósporos de algas clorófitas e esporos de fungos foram processados pelos programas *TILIA*, *TILIAGRAF* e *CONISS* (Grimm, 1987) e apresentados em palinodiagramas.

A quantidade de palinórmorfos nas amostras de sedimentos superficiais bem como nos dois perfis foi baixa. Os resultados quantitativos são apresentados nas figuras 2 a 7.

Todos os palinórmorfos constam da "Soma Total" que incluem o número total de grãos contados.

Para avaliar a frequência dos palinórmorfos de fungos e de algas em separado nas amostras analisadas, foram reunidos na soma de palinórmorfos de algas e de fungos, e confeccionados palinodiagramas (Figuras 3, 5 e 7).

RESULTADOS QUALITATIVOS

A diversidade de palinórmorfos de algas e de fungos encontrada nos sedimentos superficiais da mata ripária e nos depósitos do Holoceno Tardio está representada no quadro 3.

Amstras Palinomorfos	MATA DO ARAUDO					LAGOA DA MATA DO ARAUDO		MATA RIPÁRIA SEM DENOMINAÇÃO	LAGO PORTO RICO	LAGO BAIA	PERFIL 1	PERFIL 2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALGAS												
<i>Botryococcus</i>						+			+		+	
<i>Debarya</i>									+		+	
<i>Pseudoschizaea</i>	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus</i>									+	+		
<i>Spirogyra</i>								+	+	+	+	
<i>Zygnema</i>									+	+		
Tipo A				+			+	+		+	+	+
FUNGOS												
<i>Asterinites</i>												
<i>Biporisporites</i>				+	+	+	+	+			+	+
<i>Brachysporisporites</i>		+		+							+	+
<i>Callimothalus</i>		+										
<i>Dicellaesporites</i>	+			+						+	+	
<i>Diporicellaesporites</i>		+	+	+		+					+	
<i>Diporisporites</i>	+			+					+			
<i>Dyadosporites</i>		+		+	+						+	+
<i>Lacrimasporonites</i>			+	+		+		+			+	
<i>Monoporisporites</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	
<i>Multicellaesporites</i>	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
<i>Parmathyrites</i>		+		+	+	+	+				+	
<i>Pluricellaesporites</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Polyadosporites</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+
<i>Rhizophagites</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staphlosporites</i> (<i>Transeptaesporites</i> <i>irregularis</i>)				+		+					+	+
<i>Trichothyrites</i>							+					
<i>Uncinulites</i>				+		+	+	+			+	+
Quantidade de táxons	8	10	8	16	6	13	9	10	9	11	19	11

QUADRO 3: Distribuição de palinomorfos de fungos e algas em sedimentos recentes e subrecentes de mata ripária.

TABLE 3: Algal and fungal palynomorphs distribution in surface sediments of riparian forest.

Alguns autores têm apresentado sistemas de nomenclatura artificiais na sistemática de fungos como: Saccardo (1899), Sheffy & Dilcher (1971), Elsik (1976), Ediger (1981), Kalgutkar (1993), Alexopoulos *et al.* (1996), Song (1999) e Song & Huang (2002). No presente trabalho adotou-se a proposta de Song & Huang (2002) para fungos, baseado no sistema da nomenclatura criados por Sheffy & Dilcher (1971) e Elsik (1976).

Na organização sistemática geral procurou-se seguir as sugestões de Raven *et al.* (2001).

Domínio Bacteria

A - Reino Cyanophyta

Estampa III, Figura 13

Domínio Eukarya

B - Reino Fungi

- Classe Fungi Imperfecti (Deuteromyceta)

1 - Ordem Sporae Dispersae (Elsik, 1976)

1.1 - Subordem Inaperti (Song, 1999)

a - Família Sporae Dicellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Dicellaesporites* (Elsik, 1968 ; ex. Sheffy & Dilcher, 1971)

- *Dicellaesporites fragilis* (Sheffy & Dilcher, 1971)

Estampa I, Figura 19

* Afinidade: *Mycosphaerella*

- *Dicellaesporites disphaericus* (Sheffy & Dilcher, 1971)

Estampa I, Figura 26

* Afinidade: *Puccinia*

b - Família Sporae Multicellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Brachysporisporites* (Lange & Smith, 1971)

- *Brachysporisporites* sp1

Estampa I, Figura 1

* Afinidade: *Mucoraceae*

- *Brachysporisporites* sp2

Estampa I, Figura 4

* Afinidade: *Puccinia kuehnii*

- *Brachysporisporites atratus* (Kalgutkar, 1993)

Estampa I, Figuras 12, 13, 14 e 15

* Afinidade: *Coryneum?*

- Gênero: *Multicellaesporites* (Elsik, 1968 ; ex. Sheffy & Dilcher, 1971)

- *Multicellaesporites* (*Multicellites marginatus*) (Ke & Shi, 1978)
Estampa II, Figura 10
* Afinidade: *Meliola hexaceptada* ?

- *Multicellaesporites* sp1
Estampa II, Figura 13
* Afinidade: desconhecida

1.2 - Subordem Monoporati (Song, 1999)

a - Família Sporae Monocellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Monoporisorites* (Van der Hammen, 1954; emend. Elsik, 1968)

- *Monoporisorites* sp1
Estampa I, Figura 2
* Afinidade: Mucoraceae

- Gênero: *Lacrimasporonites* (Clarke, 1965; emend. Elsik, 1968)

- *Lacrimasporonites* sp1
Estampa I, Figura 3
* Afinidade: desconhecida

- Gênero: *Rhizophagites* (Rosendahl, 1943)

- *Rhizophagites* sp1
Estampa II, Figura 3
* Afinidade: *Glomus*

b - Família Sporae Multicellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Pluricellaesporites* (Van der Hammen, 1954)

- *Pluricellaesporites* cf. *P. simplicissimus* (Sheffy & Dilcher, 1971)
Estampa I, Figura 16
* Afinidade: *Helminthosporium*?

- *Pluricellaesporites* sp1
Estampa II, Figura 6
* Afinidade:

- *Pluricellaesporites* sp2
Estampa II, Figura 9
* Afinidade: *Camparosporonium*?

1.3 - Subordem Diporati (Song, 1999)

a - Família Sporae Monocellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Diporisporites* (Van der Hammen, 1954; emend. Elsik, 1968)

- *Diporisporites* sp1
Estampa I, Figura 17
* Afinidade: *Uromyces*

- *Diporisporites* sp2
Estampa I, Figura 18
* Afinidade: *Uromyces*

- Gênero: *Biporisporites* (Ke & Shi, 1978)

- *Biporisporites rotundus* (Ke & Shi, 1978)
Estampa I, Figura 24
* Afinidade: *Trachelomonas* ?

- Gênero: *Uncinulites* (Pampaloni; emend. Salmon 1903)

- *Uncinulites artuziae* (Ediger & Alisan, 1989)
Estampa II, Figuras 4 e 5
* Afinidade: desconhecida

b - Família Sporae Dicellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Dyadosporites* (Van der Hammen, 1954 ; ex. Clarke 1965)

- *Dyadosporites novus* (Kumar, 1990)
Estampa I, Figura 20
* Afinidade: *Puccinia*

- *Dyadosporites* sp1
Estampa I, Figura 7
* Afinidade: *Chaetendophragmia fasciata*

c - Família Sporae Multicellae

- Gênero: *Diporicellaesporites* (Elsik, 1968)

- *Diporicellaesporites* sp1
Estampa I, Figura 9
* Afinidade: *Puccinia* ?

- *Diporicellaesporites* sp2
Estampa I, Figuras 10 e 11
* Afinidade: *Puccinia* ?

- *Diporicellaesporites* sp1
Estampa I, Figura 5
* Afinidade: desconhecida

- *Diporicellaesporites* – cf. *D. liaoningensis* (Ke & Shi, 1978)
Estampa I, Figura 6 e 8
* Afinidade: desconhecida

2 - Ordem Mycelia Sterillia (Elsik, 1976)

2.1 - Família Cellae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Staphlosporonites* (Sheffy & Dilcher, 1971)

- *Staphlosporonites* sp1

Estampa III, Figura 14

* Afinidade: desconhecida

- Gênero: *Transeptaesporites* (Ediger, 1981)

- *Transeptaesporites irregularis* (Ediger, 1981)

Estampa II, Figura 8

* Afinidade: *Alternaria* (Ness, 1916; Cookson & Eisenack, 1979)

* Atual: *Staphlosporonites* (Sheffy & Dilcher, 1971)

2.2 - Família Peltae (Elsik, 1976)

- Gênero: *Callimothalus* (Dilcher, 1965)

- *Callimothallus* sp1

Estampa II, Figura 15

* Afinidade: desconhecida

- Gênero: *Asterinites* (Doubinger & Pons, 1973; ex. Kalgutkar & Jansonius, 2000)

- *Asterinites* sp1

Estampa II, Figura 11

* Afinidade: Mycrosthyriales

- *Asterinites* sp2

Estampa II, Figura 12

* Afinidade: Mycrosthyriales

- Gênero: *Parmathyrites* (Jain & Gupta, 1970)

- *Parmathyrites* sp1

Estampa I, Figura 23

* Afinidade: *Phycomyces nitens*

- Gênero: *Trichothyrites* (Rosendahl, 1943)

- *Trichothyrites echinatus* (Rao & Ramanujam, Kalgutkar & Jansonius, 2000)

Estampa II, Figura 16

* Afinidade: *Microthyrium*

- Gênero: *Polyadosporites* (Van der Hammen, 1954; ex. Ediger, 1981)

- *Polyadosporites* sp1

Estampa II, Figura 7

* Afinidade: desconhecida

- *Polyadosporites* sp2

Estampa I, Figura 25

* Afinidade: desconhecida

- *Polyadosporites* sp3

Estampa II, Figuras 1 e 2

* Afinidade: *Ravenelia* ?

C - Reino Protista

- Filo Chlorophyta

1 - Ordem: Chlorococcales (Marchand; emend. Pascher 1915)

1.1 - Família Botryococcaceae

- Gênero: *Botryococcus* (Kutzing, 1849)

- *Botryococcus* sp1

Estampa III, Figuras 1, 2 e 3

2 - Ordem Zygnematales (Conjugatae)

2.1 - Família Zygnemataceae

- Gênero: *Zygnema* (Agardh)

- Gênero: *Scenedesmus*

- Gênero: *Debarya* (Wittrock)

- *Debarya* sp1

Estampa III, Figuras 4 e 5

- Gênero: *Spirogyra* (Wittrock)

- *Spirogyra* sp1

Estampa III, Figuras 7 e 8

3 - Incertae Sedis

- Gênero: *Pseudoschizaea* (Christ)

- *Pseudoschizaea* sp1

Estampa III, Figura 10

* Afinidade: ?

- *Pseudoschizaea* sp2

Estampa III, Figura 11

* Afinidade: ?

- *Pseudoschizaea* sp3

Estampa III, Figura 12

* Afinidade: ?

RESULTADOS QUANTITATIVOS

Tais resultados referem-se ao número total de palinórmfos contados e à porcentagem de cada grupo de palinórmfos, incluindo-se aí esporos de fungos e cistos de algas.

Sedimentos Superficiais

• **Mata do Araudo (amostras 1-5)** – A litologia é bastante homogênea, constituindo-se de areia muito fina a fina (60,0 a 70,0 %) e de silte e argila (30,0 a 40,0 %). Nessas amostras os grãos de pólen e de esporos de plantas terrestres e aquáticas

vasculares são raros. O pólen arbóreo (AP) compõe de 0,3 a 13,4 %, o pólen não-arbóreo (NAP) de 1,5 a 3,7 %, esporos de pteridófitas de 0,4 a 21,2 %. Já os esporos de fungos apresentam de 27,8 a 95,6 %, enquanto os zigósporos de algas de 0,0 a 0,4 % (Figura 2). Os fungos mais frequentes foram *Biporisporites*, *Brachysporisporites*, *Dicellaesporites*, *Diporicellaesporites*, *Diporisporites*, *Dyadosporites*, *Lacrimasporonites*, *Monoporisporites*, *Multicellaesporites*, *Parmathyrites*, *Pluricellaesporites*, *Polyadosporites*, *Rhizophagites* (predomina), *Transeptaesporites* / *Staphlosporonites* e *Uncinulites* (Figura 3, Quadro 3, Estampas I e II). São raros os corpos frutíferos de *Callimothalus* e os zigósporos de algas Tipo A e de *Pseudoschizaea*.

• **Lago da Mata do Araudo (amostras 6, 7)** – O local constitui-se de um pequeno lago no interior da Mata do Araudo, cujos sedimentos são, exclusivamente, lama argilosa orgânica. A análise palinológica destas amostras apresentou a seguinte composição: pólen arbóreo (AP) 5,0 %, pólen não-arbóreo (NAP) 3,9 %, esporos de pteridófitas 32,6 %, esporos de fungos 55,6 %, zigósporos de algas 2,9 % (Figura 2). Ao contrário do resultado obtido nas amostras de solo recente, os grãos de pólen e de esporos de plantas terrestres vasculares são mais variáveis e frequentes (Quadro 3). Os esporos de fungos são representados por *Biporisporites*, *Diporicellaesporites*, *Lacrimasporonites*, *Monoporisporites*, *Multicellaesporites*, *Parmathyrites*, *Pluricellaesporites*, *Polyadosporites*, *Rhizophagites* e *Uncinulites* (Figura 3, Quadro 3). Encontram-se também corpos frutíferos de *Trichothyrites* e *Staphlosporonites* e algas que são representadas pelos zigósporos de *Pseudoschizaea*, Algas do Tipo A e *Botryococcus*.

• **Mata Ripária Sem Denominação (amostra 8)** – A amostra constitui-se de areia fina a muito fina (75%) e lama (25%). Apresenta pouca quantidade de grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares. O pólen de plantas arbóreas (AP) compõe 11,5 %, o pólen não-arbóreo (NAP) 3,4 %, esporos de pteridófitas 55,1 %, esporos de fungos 29,9 % (Figura 2). A variedade de grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares é muito baixa (Quadro 1), enquanto os zigósporos de algas são raros. Os palinómorfs de fungos são representados pelos gêneros *Biporisporites*, *Lacrimasporonites*, *Monoporisporites*, *Multicellaesporites*, *Pluricellaesporites*, *Rhizophagites*, *Uncinulites* e algas do gênero *Pseudoschizaea*, *Spirogyra* e do Tipo A (Figura 3, Quadro 3).

• **Lago Porto Rico (amostra 9)** – O material é predominantemente constituído por lama preta rica em matéria orgânica. Apresenta a seguinte composição palinológica: pólen arbóreo (AP) 8,8 %, pólen não-arbóreo (NAP) 11,8 %, esporos de pteridófitas 21,6 %, esporos de fungos 20,6 %, zigósporos e colônias de algas 30,4 % (Figura 2). Os esporos de fungos, nessa amostra, são raros, e a variedade é muito limitada. Somente *Diporisporites*, *Pluricellaesporites* e *Rhizophagites* foram encontrados (Figura 3). Uma notável quantidade de algas clorófitas caracteriza essa amostra, representadas pelas colônias de *Botryococcus*, zigósporos de *Debarya*, *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Zygnema* e *Pseudoschizaea* (Figura 3, Quadro 3).

• **Lago Baía (amostra 10)** – A amostra possui

composição sedimentológica semelhante à anterior (lama preta rica em matéria orgânica). A análise palinológica apresenta 11,6 % de pólen arbóreo (AP), 57,5 % de pólen não-arbóreo (NAP), 7,4 % de esporos de pteridófitas, 4,8 % de esporos de fungos e 18,6 % de zigósporos e colônias de algas (Figura 2). Os fungos são representados por *Dicellaesporites*, *Monoporisporites*, *Multicellaesporites*, *Pluricellaesporites*, *Polyadosporites* e *Rhizophagites*. As algas ocorrem em pequenas quantidades dos gêneros *Pseudoschizaea*, *Scenedesmus*, *Zygnema*, *Spirogyra* e do Tipo A (Figura 3, Quadro 3).

Perfis 1 e 2 (Holoceno Tardio)

No presente estudo é apresentada, também, a distribuição de palinómorfs de algas e de fungos em sedimentos de dois perfis, sendo 8 amostras do perfil 1 (Figuras 1, 4 e 5) e 4 do perfil 2 (Figuras 1, 6 e 7).

A frequência de palinómorfs de algas e fungos nas diferentes amostras de superfície da mata ripária oscila de 31 até 647 grãos / por amostra, como pode ser observado na figura 3. A frequência de palinómorfs de algas e fungos nos sedimentos do Holoceno Tardio no perfil 1 é de 6 - 75 grãos / por amostra e no perfil 2 são de 8 - 60 grãos / por amostra (Figuras 5 e 7).

Barcyszczyn (2001), Barcyszczyn *et al.* (2001) e Stevaux *et al.* (2002) determinaram duas fases principais de clima e hidrologia diferentes no desenvolvimento da planície de inundação do rio Paraná e de sua vegetação a partir de 1.700+/-70 anos AP até o presente. Nesses estudos os autores utilizaram-se de dois perfis submetidos a uma série de análises detalhadas de granulometria, difratometria de raios, isótopos de ^{13}C e ^{14}C , susceptibilidade magnética, micromorfologia e palinologia. Por meio deste último grupo de análises foi possível determinar as zonas palinológicas I e II, coincidentes com as fases de desenvolvimento da planície.

No presente trabalho foram estudadas as mesmas lâminas no que tange ao seu conteúdo de palinómorfs de fungos e de algas.

Perfil 1 – Na zona palinológica I predominam os esporos de pteridófitas em relação aos grãos de pólen, sendo raros os esporos de fungos e mais expressivos os zigósporos e colônias de algas clorófitas (Figuras 4 e 6). Os palinómorfs de fungos compõem entre 14,3 e 29,2% e são representados por *Biporisporites*, *Brachysporisporites*, *Dicellaesporites*, *Diporicellaesporites*, *Dyadosporites*, *Lacrimasporonites*, *Monoporisporites*, *Multicellaesporites*, *Parmathyrites*, *Pluricellaesporites*, *Polyadosporites*, *Rhizophagites*, *Staphlosporonites* / *Transeptaesporites* e *Uncinulites*. Os zigósporos e colônias de algas compõem entre 7,1 e 9,8 % e são representados por abundância de *Pseudoschizaea*, *Botryococcus* e raramente são do Tipo A; Os zigósporos singulares de *Debarya*, *Spirogyra* não foram incluídos no diagrama uma vez que não apresentaram quantidades relevantes (Figura 5).

Os palinómorfs de fungos aumentam qualitativa e quantitativamente no topo da zona II no intervalo de 0,00 a 0,70 m do perfil 1 (Figuras 4 e 5). (Discussão) O incremento na diversidade e na frequência de palinómorfs de fungos coincide

com o aumento do número de grãos de pólen de plantas arbóreas e de arbustos e espécies das famílias de Apocynaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Meliaceae (predominante), Moraceae, Myrtaceae e Sapindaceae, entre outras.

Perfil 2 – A zona palinológica II caracteriza-se pelo aumento de grãos de pólen de plantas arbóreas (AP) em relação aos esporos de pteridófitas. Os esporos de fungos nessa zona palinológica aumentam no perfil 1 (Figura 4), mas diminuem no perfil 2 (Figura 6). Os zigósporos de algas representadas por *Pseudoschizaea* em ambos perfis, nesta zona, são constantes. Diferencia-se do anterior pela maior variedade e frequência de palinómorfs de fungos e de algas. A quantidade de palinómorfs de fungos, em comparação com outros palinómorfs, nesse caso é menor, atingindo no máximo 14,9% (Figura 6). Os palinómorfs de fungos são representados por *Biporisporites*, *Brachysporisporites*, *Dyadosporites*, *Multicellaesporites*, *Pluricellaesporites*, *Polyadosporites*, *Rhizophagites*, *Staphlosporites* / *Transeptaesporites* e *Uncinulites*. Em todas as amostras encontram-se os zigósporos de *Pseudoschizaea* em quantidades notáveis (Figura 7). Em algumas amostras encontra-se os zigósporos indeterminados de algas Tipo A.

Na zona II, no intervalo de 0,00 a 0,25m ocorre um aumento significativo de grãos de pólen de plantas arbóreas das famílias Apocynaceae, Bignoniaceae, Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae-Urticaceae, Palmae, entre outras, sendo observada quantidade anômala de grãos de pólen de Caprifoliaceae (15,2%), *Convolvulus* sp (12,5%) e a presença de grãos de pólen de cereais (cf. *Zea mays*). Partículas de carvão também são encontradas em abundância neste intervalo confirmando as conclusões sobre impacto antrópico significativo nesta área (Stevaux *et al.*, 2002).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os estudos palinológicos realizados em sedimentos superficiais provenientes da mata ripária e de pequenos lagos da planície de inundação em um trecho do alto curso do rio Paraná evidenciaram uma grande diversidade de esporos de fungos e a presença de palinómorfs de algas, enquanto os grãos de pólen e os esporos de plantas vasculares são menos frequentes nessas amostras.

Os sedimentos estudados são em sua maioria de composição argilo-silto-arenosa variando nas quantidades de cada termo. A porção arenosa em sua maior parte é muito fina com esparsos grãos finos e médios. Formam depósitos típicos de ambientes de planície de inundação originados em ambientes lânticos de lagos rasos, pântanos ou alagadiços temporários.

A distribuição dos palinómorfs de fungos nos sedimentos superficiais lacustres e dentro da mata ripária não apresentou um comportamento similar. Nas amostras 5 e 8 de superfície os palinómorfs de fungos são menos frequentes do que os grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares, e pelo contrário, nas amostras 1 a 4, os palinómorfs de fungos dominam.

O predomínio de esporos de fungos nesses sedimentos de superfície, entre todos os palinómorfs, sugere que possam ser mais resistentes à destruição, por diversos fatores tafonômicos que favoreceram sua preservação. Esses palinómorfs são considerados como “*in situ*”, por isso, sua maior frequência nos sedimentos superficiais que nos subaquáticos sugere uma capacidade limitada no transporte aéreo desses palinómorfs; no entanto, sua presença e em especial sua abundância nos sedimentos superficiais é de extrema importância, pois pode servir como material complementar na caracterização do ambiente terrestre.

Nas amostras superficiais, mais ricas em areia fina que argila, silte ou lama, verifica-se um aumento esporos de fungos, em comparação com os demais palinómorfs de plantas vasculares.

Os esporos de fungos identificados para os sedimentos superficiais da mata ripária, com maior ocorrência de *Dyadosporites*, *Monoporisporites*, *Pluricellaesporites*, *Rhizophogites* e *Polyadosporites* podem ser comparados com aqueles encontrados nos sedimentos do Holoceno tardio (nos dois perfis, na mesma área).

No perfil 1, na palinozona II (Figura 4), verifica-se um aumento na diversidade e frequência de esporos de fungos, que coincide com o incremento na frequência de grãos de pólen e de esporos de plantas vasculares componentes da mata ripária, sugerindo sua expansão.

No perfil 2 (Figura 6), a expansão da mata ripária é registrada pelo aumento da quantidade e variedade de grãos de pólen de plantas arbóreas na palinozona II. Contudo, esse fato não foi acompanhado pelo aumento dos esporos de fungos como no caso anterior. Essa diferença entre a variedade e a frequência de esporos de fungos, nas amostras de mesmo intervalo temporal nos perfis 1 e 2, pode estar relacionada à influência local por antropização, que corrobora com a ocorrência anômala de grãos de pólen e de esporos de plantas introduzidas (espécies da Família Caprifoliaceae), rudaís (*Convolvulus*) e cultivadas (milho) nas amostras do perfil 2.

A presença significativa de partículas de carvão relativamente grandes (comprimento 30-180 µm e largura 20-50 µm e algumas de comprimento até 200 µm) pode ser interpretada como resquícios de incêndios frequentes e locais que corroboram com a hipótese de antropização nessa área sugerida por Medeanic & Stevaux (2003).

Os zigósporos e colônias de algas clorófitas encontram-se em pequenas quantidades em todas as amostras dos dois perfis holocenos, com o predomínio de *Pseudoschizaea*, seguido de *Botryococcus*, sendo mais frequente nos sedimentos lamosos. Tal afirmativa corrobora com a interpretação baseada na análise de fácies sedimentares desses depósitos apresentados por Barczyszczyn (2001), definidas com base na granulometria, análise de matéria orgânica, susceptibilidade magnética, ácido fúlvico e ácido húmico.

O aumento na diversidade e na frequência de esporos de fungos no perfil 1, na palinozona II corresponde aos dois horizontes (intervalo de profundidade 0,0 - 0,50 m) que é

caracterizado pela análise granulométrica areia/silte/argila em proporções de aproximadamente iguais (1/1/1). No entanto, os zigósporos de algas são mais abundantes nos horizontes do intervalo 0,65 – 1,70 m do mesmo perfil, onde a análise granulométrica apresenta a proporção silte / argila compõe aproximadamente 1/1.

O aumento desses elementos, em alguns intervalos dos dois perfis, pode ser interpretado como relacionados a períodos de cheias mais frequentes.

Tais resultados são a primeira tentativa de realizar a identificação de esporos de fungos em sedimentos de superfície no Alto Rio Paraná, que poderá auxiliar na determinação de mudanças climáticas e ambientais. Contudo, verifica-se a importância no uso desses palinóforos para reconstruções ambientais holocenas, tanto terrestres como aquáticas, servindo de indicadores importantes para reconstruções nas condições de sedimentação (subaéreos, lacustrinos, fluviais etc.).

Estudos futuros desses palinóforos e a avaliação da sua importância nas reconstruções ambientais devem concentrar-se na sua morfologia, sistemática e ecologia pois se torna difícil estabelecer sua relação com os espécimes atuais por não se encontrarem em fase de reprodução.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Pesquisadora-Visitante e pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa e à Dr^a. Lezilda Carvalho Torgan, pesquisadora da Fundação de Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pelo apoio na realização de microfotografias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. 1996. *Introductory Mycology*. New York: Wiley & Sons. 869 p.
- BARCZYSCZYN, O. 2001. *Paleossolos na planície de inundação do rio Paraná: caracterização e interpretação paleoambiental*. Rio Claro. 83p. (Dissertação de Mestrado, IGCE, UNESP)
- BARCZYSCZYN, O.; STEVAUX, J.; MEDEANIC, S.; NOBREGA, M. T. 2001. Paleossolo da Planície de inundação do Rio Paraná e suas implicações paleohidrológicas e climáticas. In: CONGRESSO da ABEQUA VIII, Marilúz-Imbé, 2001. *Boletim de Resumos...* p. 356-357.
- BERCH, S. M.; FORTIN, A. 1983. Lectotypification of *Glomus macrocarpum* and proposal of new combinations: *Glomus australe*, *Glomus versiforme* and *Glomus tenebrosum* (Endogonaceae). *Canadian Journal of Botany*, v. 61, n.10, p. 2608-2617.
- BURGE, H. A. 1986. Some comments on the aerobiology of fungal spores. *Grana*, v.25, n.2, p. 143-146.
- CAMPOS, J. B.; ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. 2000. Structure, Composition and Spatial Distribution of tree species in a remnant of the semideciduous Seasonal Alluvial forest of the Upper Paraná River Floodplain. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.43, n.2, p.185-194.
- CAMPOS, J. B.; SOUZA, M. C. 1997. Vegetação. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM: Nupélia, p. 371-394.
- CANTER-LUND, H.; LUND, J. W. G. 1995. *Fresh-water Algae. Their microscopic world explored*. Biopress, London. 360 p.
- CARVALHO, M. A. 1996. *Estudo paleoecológico e paleoclimático, com base em palinologia, aplicado em sedimentos Pleistocênicos e Pliocênicos da Bacia da Foz do Amazonas*. Rio de Janeiro. 146 p. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- CLARKE, C. M. 1994. Differential recovery of fungal and algal palynomorphs versus embryophyte pollen and spores by three processing techniques. *Aspects of Archaeological Palynology: Methodology and Applications*. AASP contr., v. 29, p. 53-62.
- CROSS, A. T.; THOMPSON, G. G.; ZAITZEFF, J. B. 1966. Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California. *Marine Geology*, v.4, p. 467-524.
- DOUBINGER, J.; PONS, D. 1973. Les champignons épiphyllés du Tertiaire de Comblombie – I. Le gisement de Cerrejón (Paléocène - Éocène). In: QUARTER-VINGT-SEIZIÈME CONGRÈS NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES, Paris, *Comptes Rendus*, Tome V, p.233-252.
- EDIGER, V. S. 1981. Fossil fungal and algal bodies from Thrace Basin, Turkey. *Palaeontographica*, Stuttgart, v.174, p. 87-102.
- EDIGER, V. S.; ALISAN, C. 1989. Tertiary fungal and algal palynomorph biostratigraphy of the Northern Thrace Basin, Turkey. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.58, p. 139-161.
- ELSIK, W. C. 1968. Palynology of Paleocene Rockdale lignite, Milam County, Texas. I. Morphology and taxonomy. *Pollen et Spores*, v.10, n.2, p. 265-314.
- ELSIK, W. C. 1971. Microbiological degradation of sporopollenin. In: J. BROOKS et al. (eds.) *Sporopollenin*. New York, Academic Press., p. 480-511.
- ELSIK, W. C. 1976. Microscopic fungal remains and Cenozoic palynostratigraphy. *Geoscience and Man*, v.XV, p. 115-120.
- ELSIK, W. C. 1983. Annotated Glossary of fungal palynomorphs. *AASP Contributions Series*, v.11, 35 p.
- ELSIK, W. C.; DILCHER, D. L. 1974. Palynology and age of clays exposed in Lawrence clay pit, Henry County, Tennessee. *Palaeontographica*, Stuttgart, v.146, p. 65-87.
- ELSIK, W. C.; EDIGER, V. S. 1990. Fossil fungal spore: Anatolinites Gen. Nov. *Palynology*, v.14, p. 14-91.
- FACHINI, M. P. 2001. *Fitofisionomia e levantamento florístico em transectos na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná (PR e MS)*. Maringá. 62 p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá).
- FAEGRI, K.; IVERSEN, J. 1975. *Text-book of Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications. 295 p.
- FERNANDEZ, C. A. 1993. Fungal Palynomorphs and algae from Holocene bottom sediments of Chascomús Lake, Buenos Aires Province, Argentina. *Palynology*, v.17, p.187-200.
- 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*, v.II, n. especial, p. 148-165.
- GOODAY, G. W. 1981. Biogenesis of sporopollenin in fungal cell walls. In: G. TURIAN; H. R. HOHL (EDS.): *The fungal spore, Morphogenetic controls*. Academic, New York, NY, v.4, p. 487-505.
- GRAHAM, A. 1971. The role of Myxomyceta spores in Palynology (with a brief note on the morphology of certain algal zygospores). *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.11, n.2, p. 89-99.
- GRIMM, E. C. CONISS. 1987. A tортran 77 Program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Pergamon Journal*, v.13, p. 13-35.
- HURTADO, J.; RIEGLER-GOICHMAN, M. 1986. Air-sampling in a Tropical Area. II. Fungus, Spores. *Grana*, v.25, n.1, p. 69-73.
- JANKOVSKÁ, V. 2003. Palaeoreconstruction of climatic and trophic conditions according to the findings of algae from the group of coccal green algae. *I Polska Konferencja Paleobotaniki Czwartorzedu "Badania paleobotaniczne jako podstawa rekonstrukcji zmian klimatu w czwartorzędzie Polski"* (Białowieża 22-24 maio, 2003), p. 8-9.
- JANKOVSKÁ, V.; KOMÁREK, J. 2000. Indicative value of *Pediastrum* and other coccal green algae in Palaeoecology. *Folia Geobotanica*, v.5, p. 59-82.
- JANSONIUS, J. 1976. Palaeogene fungal spores and fruiting bodies of the Canadian Arctic. *Geoscience and Man*, v.15, p. 129-132.
- JARSEN, D. M.; ELSIK, W. C. 1986. Fungal palynomorphs recovered from recent River deposits, Luangwa Valley, Zambia. *Palynology*, v.10, p. 35-60.
- KALGUTKAR, R.M. 1993. Paleogene fungal palynomorphs from Bonnet Plume Formation, Yukon Territory. *Contributions to Canadian Paleontology, Geological Survey of Canada, Bulletin*, v.444, p. 51-105.
- KALGUTKAR, R.M. 1997. Fossil fungi from the lower Tertiary Iceberg Bay Formation, Eureka Sound Group, Axel Heiberg Island, Northwest territories, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.97, p. 197-226.
- KALGUTKAR, R.M.; JANSONIUS, J. 2000. Synopsis of Fossil Fungal Spores, Mycelia and Fructifications. *AASP Contributions Series*, n° 39, 429 p.
- KOMÁREK, J.; JANKOVSKÁ, V. 2001. Review of the green algal genus *Pediastrum*: Implication for pollen-analytical research. Berlin, Stuttgart. *Biblioteca Phycologica*, v.108, 127 p.
- KOMÁREK, J.; MARVAN, P. 1992. Morphological differences in natural populations of the genus *Botryococcus* (Chlorophyceae). *Arch. Protistenk.*, v.141, p. 65-100.
- KUMAR, P. 1990. Fungal remains from the Miocene Quilon Beds of Kerala State, South India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.63, p. 13-28.
- LUZ, C.F.P.; NOGUEIRA, I.S.; BARTH, O.M.; SILVA, C.G. 2002. Differential sedimentation of algal Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Coelastrum* and *Pediastrum*) in Lagoa de Cima, Campos de Goitacazes Municipality (Rio de Janeiro, Brazil). *Pesquisas em Geociências*, v. 29, n. 2, p. 65-75
- MEDEANIC, S.; STEVAUX, J.C. 2003. Dados palinológicos e partículas de carvões: avaliação de impacto antrópico na região do Alto Rio Paraná durante o Holoceno Tardio. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, IX, Recife, 2003. *Anais...* p. 9.
- MULLER, J. P. 1959. Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropaleontology*, v.5, n.1, p. 1-32.
- NEIFF, J.J.; POY de NEIFF, A.S.G. 2003. Connectivity processes as a basis for management of aquatic plants. In THOMAZ, S.M.; BINI (EDS.): *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Editora Universidade Estadual de Maringá, p.39-58.
- PIROZYNSKI, K. A. 1976. Fungal spores in fossil records. *Palaeopalynology*, 4, Biol. Mem., v.1, n.1/2, p. 104-120.
- PIROZYNSKI, K. A.; IARSEN, D. M.; CARTER, A.; DAY, R. G. 1988. Palynology and Mycology of organic clay, Canada. *Grana*, v.27, n.2, p. 123-139.
- POPOV, P. A. 1967. Mikroskopicheskie griby kak objekt palinologicheskikh issledovaniy. (Microscopic fungi as an object for Palynological study). *Mikologia i fitologia*. Moscow, Ed. Nauka, v.1, p. 158-163. (In Russian).
- RAMPINO, E. Y. M.; VISSCHER, H. 1995. Fungal event and Palynological record of ecological crisis and recovery across the Permian-Triassic boundary. *Geology*, v.23, p. 967-970.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.F. 2001. *Biologia vegetal*. Guanabara Koogan. 906 p.
- ROMAGNOLI, M. B.; SOUZA, M. C. 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. *Acta Botânica Brasileira*, v.14, n.2, p. 163-174.
- RYBAKOVA, N. O. 1982. Palinologicheskie issledovaniya otlojenii podprudnykh ozer iugo-zapadnogo Teani-Shanea. (Palynological study of some lakes in the South-West part of Teani-Shani). *Pozdněkainozoiskaya istoriya oser SSSR*. Moscow, ed. Nauka. (In Russian).
- SACCARDO, P.A. 1899. *Sylloge fungorum annuum hucusque cognitum*. V.14. 1316p. Pavia, Italy.
- SEPULVEDA, E.G.; NORRIS, G. 1982. A comparison of some Paleogene fungal palynomorphs from Arctic Canada and from Patagonia, Southern Argentina. *Ameghiniana*, v.19, n.3/4, p. 319-334.
- SHARMA, C. 1977. Some fungal spores from Quaternary Deposits of Malvan, Gujarat the *The Paleobotanist*, v.23, n.2, p. 79-81.
- SHEFFY, M. V.; DILCHER, D. L. 1971. Morphology and taxonomy of fungal spores. *Palaeontographica*, Abt.B, v.133, p. 34-51.
- SONG, Z.C. 1999. Fossil spores and pollen of China. Vol.1 *The Late Cretaceous and Tertiary Spores and Pollen*. Science Press. 1-910.
- SONG Z. C.; HUANG, F. 2002. On the classification of fossil fungi. *Acta Palaeontologica Sinica*, v.41, n.4, p. 471-477.
- SOUZA, M. C. 1998. *Estrutura e composição florística da vegetação de um remanescente florestal da margem esquerda do rio Paraná (Mata do Araúdo, município de Porto Rico, PR)*. (Tese de Doutorado, Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, São Paulo).
- SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. 1997. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A. E. A. .M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM: Nupélia, p. 3-46.

- SOUZA-STEVAUX, M. C.; NEGRELLE, R. R. B.; CITTADINI-ZANETI, V. 1994. Seed dispersal by the fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River Basin, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.10, n.4, p. 621-626.
- STEVAUX, J.C. 2000. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, v.72, p. 73-85.
- STEVAUX, J. C.; SOUZA FILHO, E. E.; JABUR, I. C. 1997. História Quaternária do Rio Paraná em seu alto curso. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds.). *A Planície de inundação do Alto Rio Paraná- Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM, p.47-72.
- STEVAUX, J. C.; SOUZA FILHO, E. E.; MEDEANIC, S.; YAMSKIKH, G. 2002. The Quaternary history of the Upper Paraná River, Brazil. In: INTERNATIONAL MEETING ON GLOBAL CONTINENTAL PALAEOHYDROLOGY, V, 2002. Pune, India. *Abstracts*: p. 22-23.
- STEVAUX, J. C.; SOUZA J. A. 2004. Floodplain construction in an anastomosed river. *Quaternary International*, v. 114, p. 55-66.
- STEVAUX, J. C.; TAKEDA. 2002. Geomorphological processes related to density and variety of zoobenthic community of the upper Paraná River, Brazil. *Journal of Geomorphology*, v.129, p.143-158.
- TAYLOR, T. N.; OSBORN, J. M. 1996. The importance of fungi in shaping the Paleoecosystem. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.90, n.3/4, p. 249-262.
- TRAVERSE, A. 1988. *Paleopalynology*. Boston. UNWIN HUMAN. 600 p.
- TRAVERSE, A. 1994. Sedimentation of land-derived palynomorphs in the Trinity-Galveston Bay area, Texas. In: A. TRAVERSE (ed.): *Sedimentation of organic matter*. Cambridge Press. 543 p.
- VAN GEEL, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog, sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen and macro- and- microscopic remains of Fungi, Cormophytes and Animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.25, n.1, p. 1-20.
- VAN GEEL, B.; BOHNCKE, S. J. P.; DEE, H. 1980/81. A palaeoecological study of an Upper Late Glacial and Holocene sequence from 'de Borchert', the Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.25, p. 377-392.
- VAN GEEL, B.; VAN DER HAMMEN, T. 1978. Zygnemataceae in Quaternary Colombian sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.25, n.5, p. 377-392.

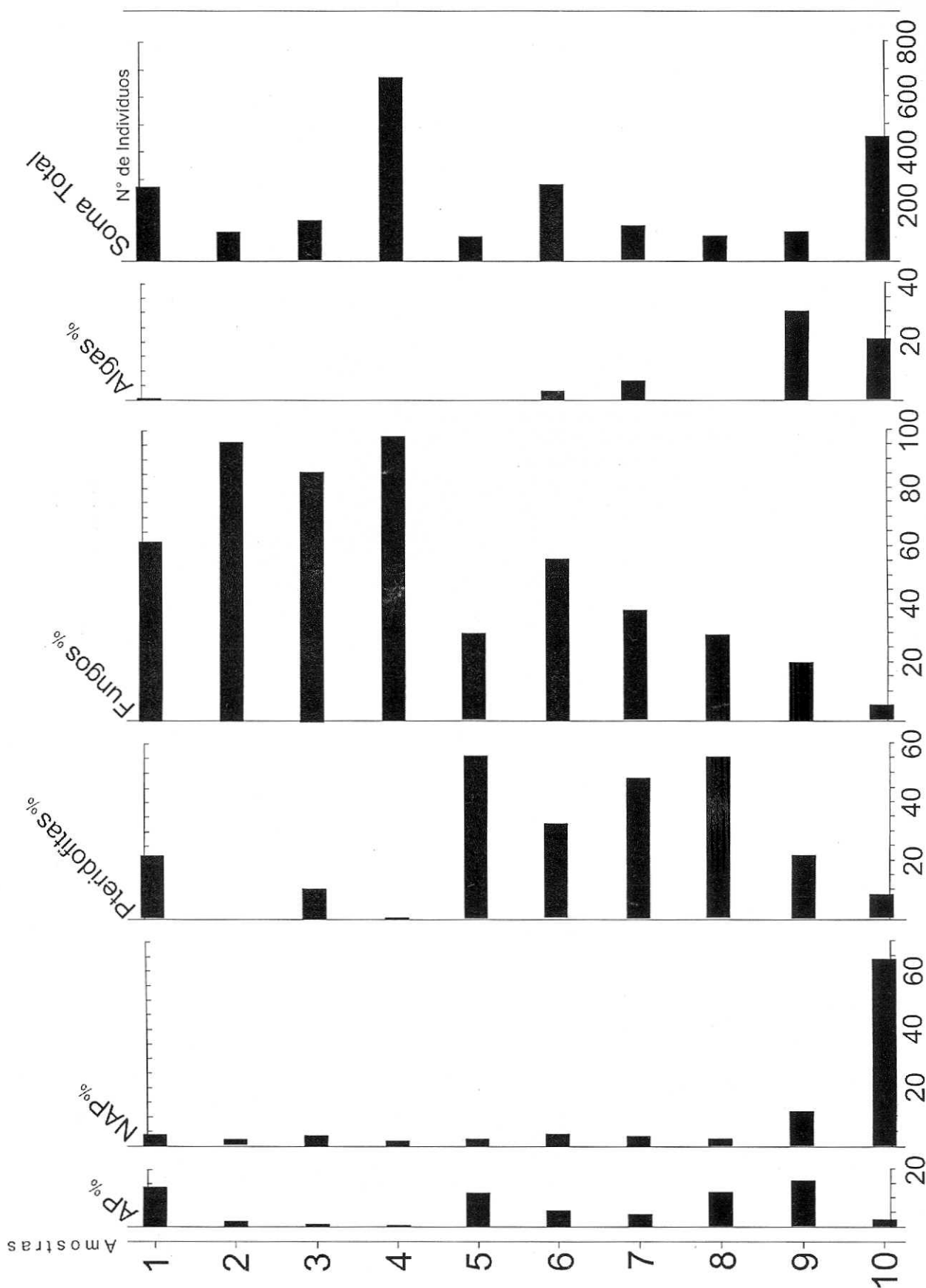


FIGURA 2: Polinodiagrama de Porcentagem e do número total de palinomorfos contados, das amostras 1 a 10 do solo recente e lama superficial na área de estudo; AP- pólen arbóreo, NAP- pólen não-arbóreo.
FIGURE 2: Polynodiagram of percentage and of total amount of palynomorphs found in samples 1 through 10, found in recent soil and recent silt in studied area; AP - arboreous pollen, NAP- non-arboreous pollen.

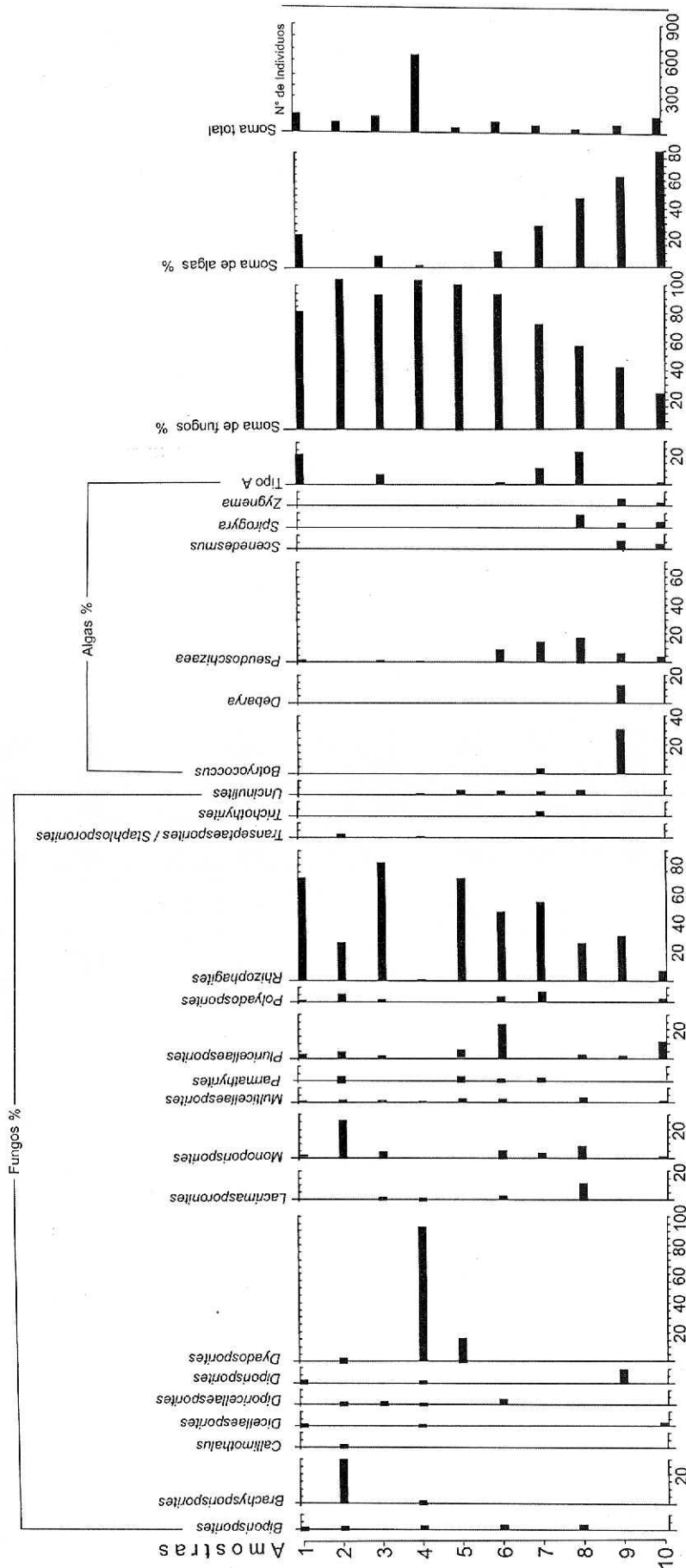


FIGURA 3: Palinodiagrama de Porcentagem e do número total de palinótipos contados, de fungos e algas nas amostras das 1 a 10 na área do estudo.

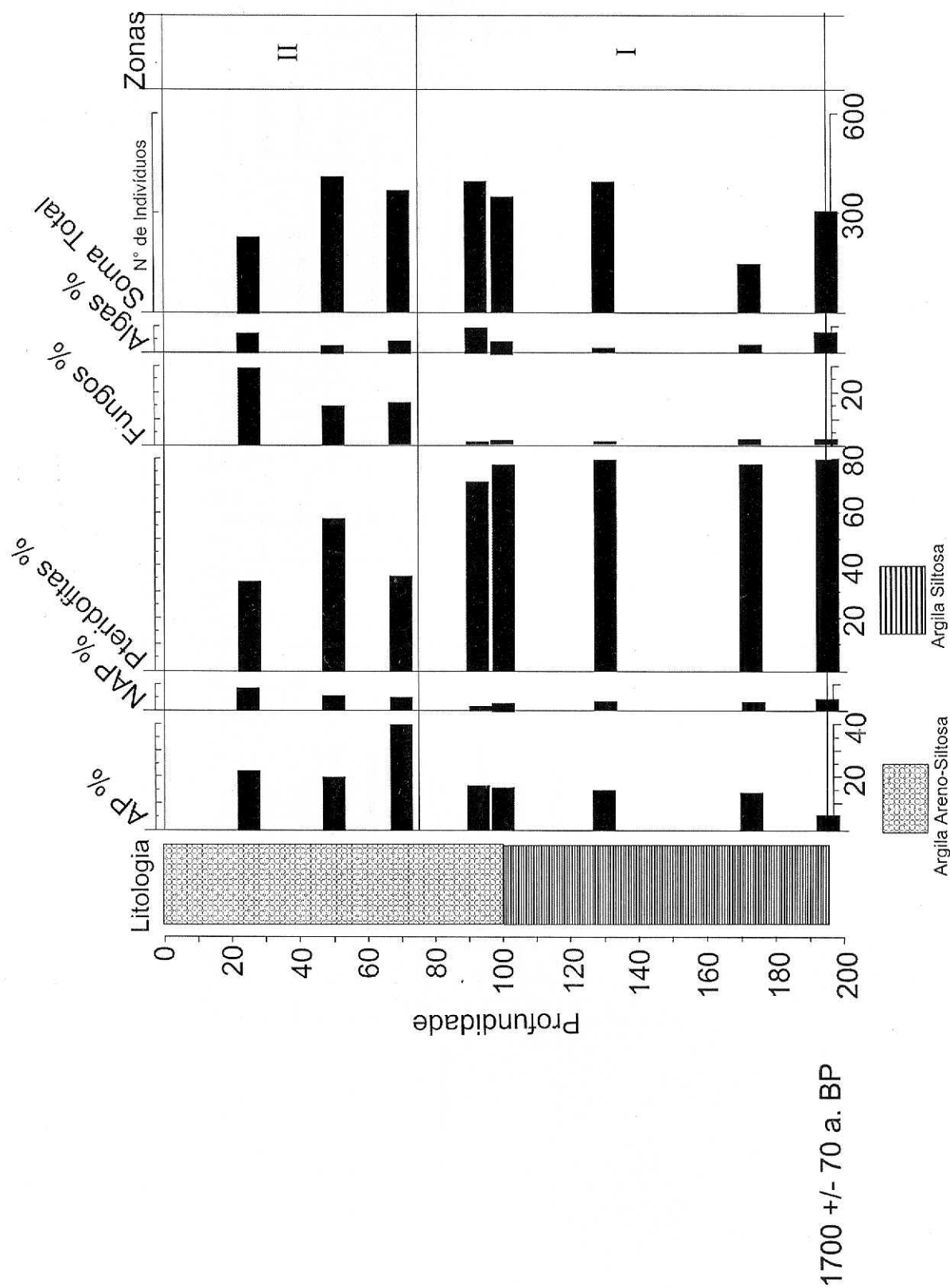


FIGURA 4: Palinodiagrama de Porcentagem e do número total de polinóforos contados, das amostras de sedimentos holocenos do Perfil 1; AP- pólen arbóreo, NAP- pólen não-arbóreo. I- siltoso, 2-siltoso argiloso.
FIGURE 4: Palynodiagram of percentage and of total amount of palynomorphs found in the samples from the Holocene sediments in Profile 1; AP - arboreal pollen, NAP- non-arboreal pollen. I-sandy silt, 2-clayey silt.

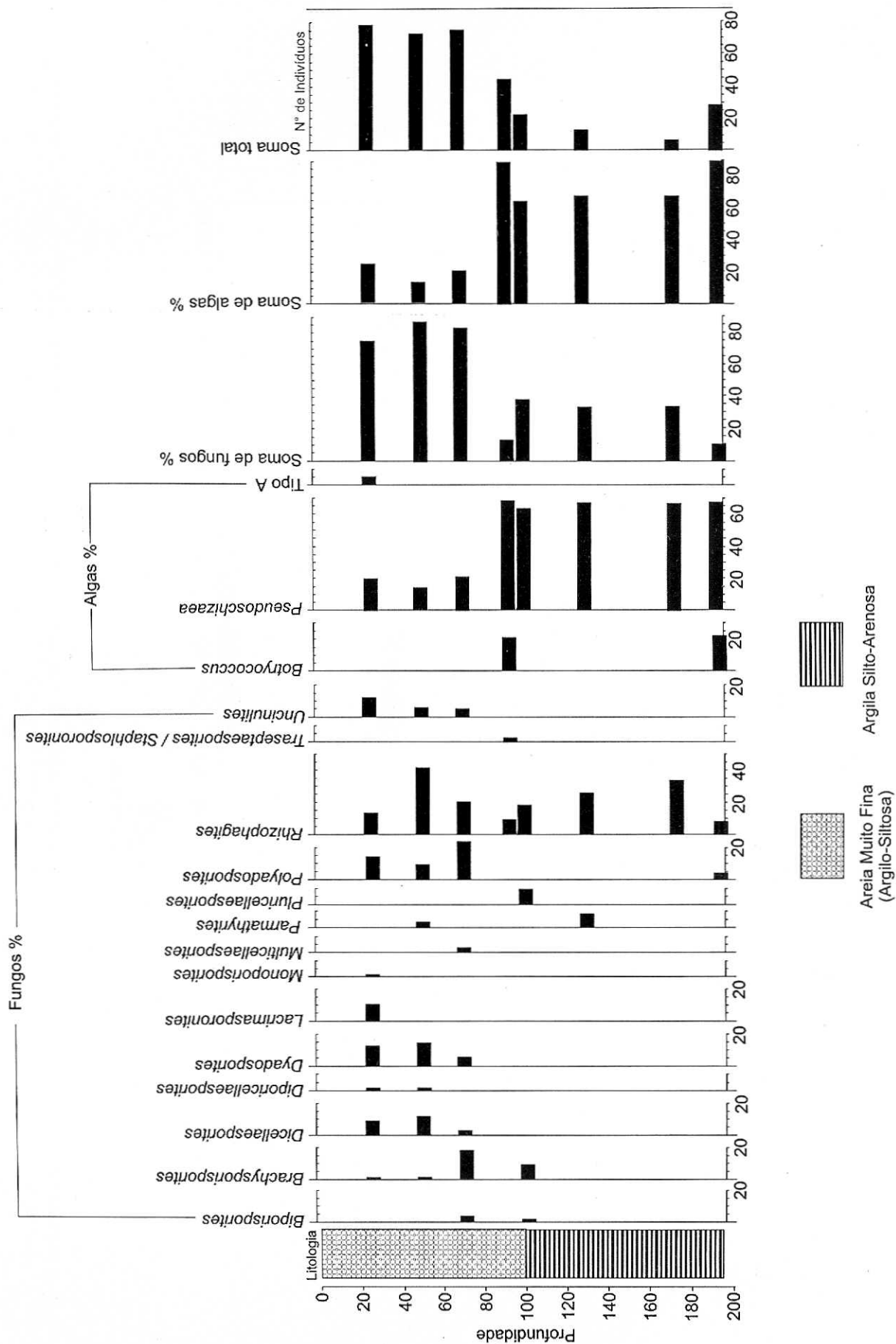


FIGURA 5: Palinodiagrama de Porcentagem e do número total de palinómorfs contados, de fungos e algas nas amostras do Perfil 1.
FIGURE 5: Polynodiagram of percentage and of total amount of fungal and algal palynomorphs found in the samples of Profile 1.

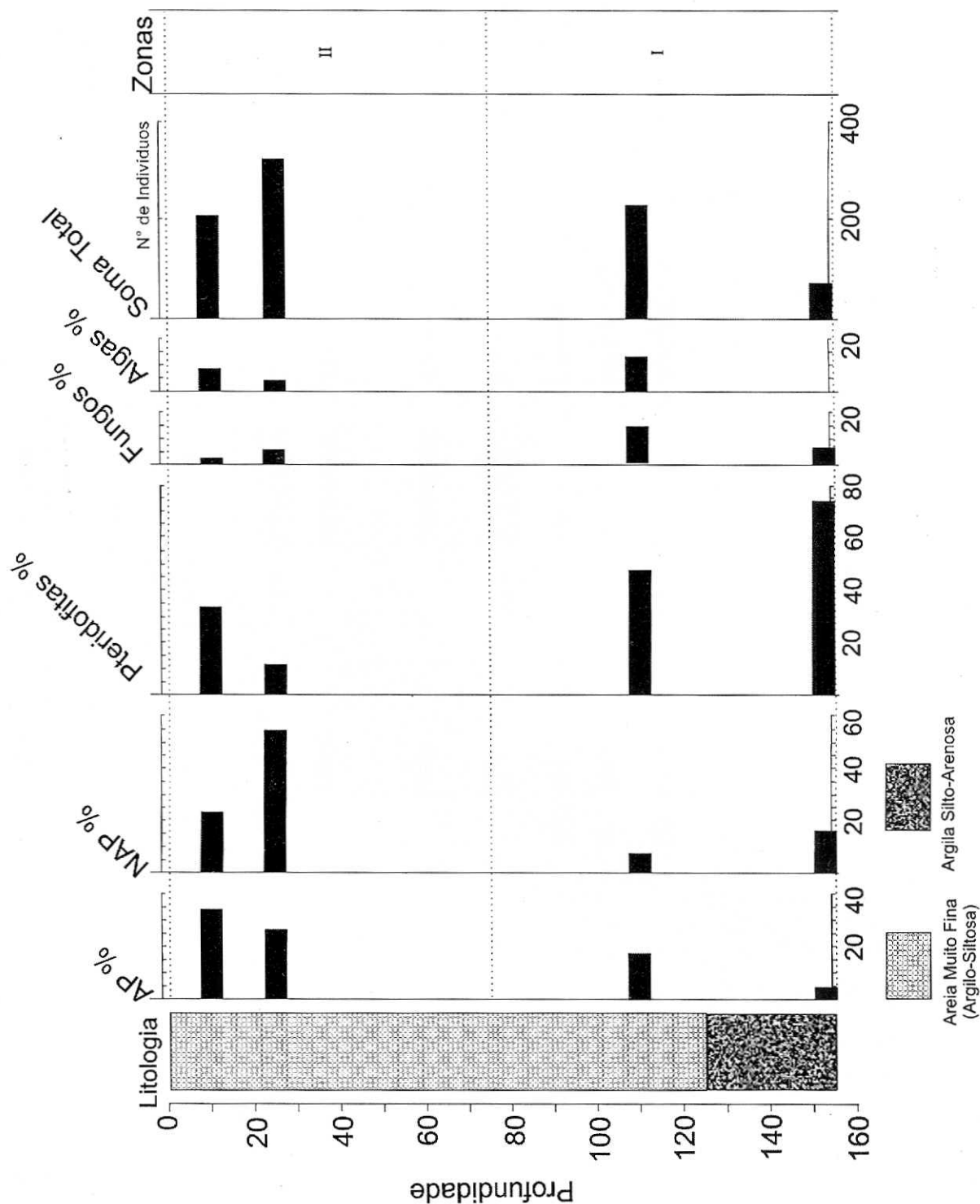


FIGURA 6: Palinodiagrama de Porcentagem e do número total de palinómorfs contados, das amostras de sedimentos holocenos do Perfil 2; AP- pólen arbóreo, NAP- pólen não-arbóreo.
FIGURE 6: Palynodiagram of percentage and of total amount of palynomorphs found in the samples from the Holocene sediments in Profile 2; AP - arboreous pollen, NAP - non-arboreous pollen.

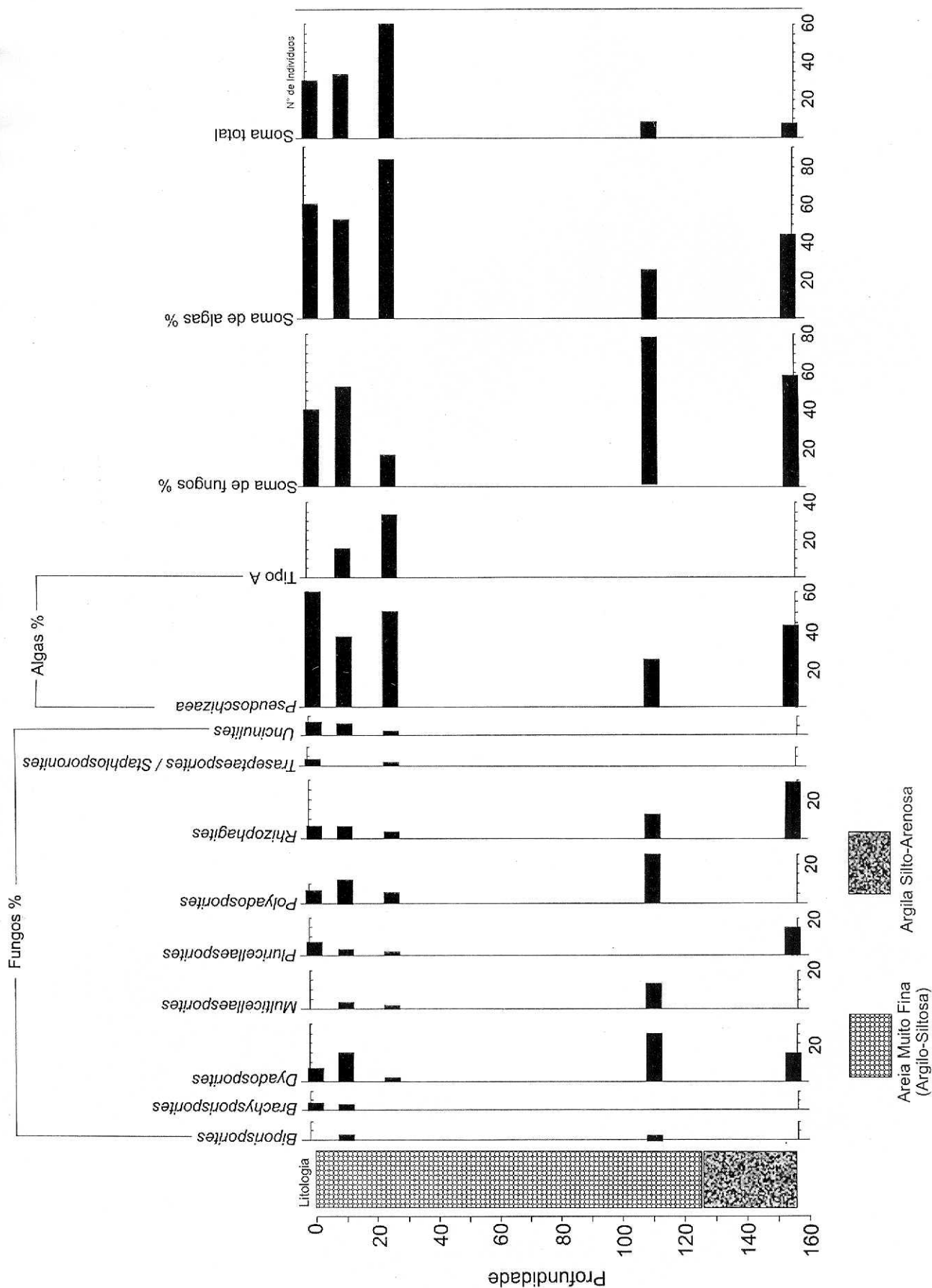
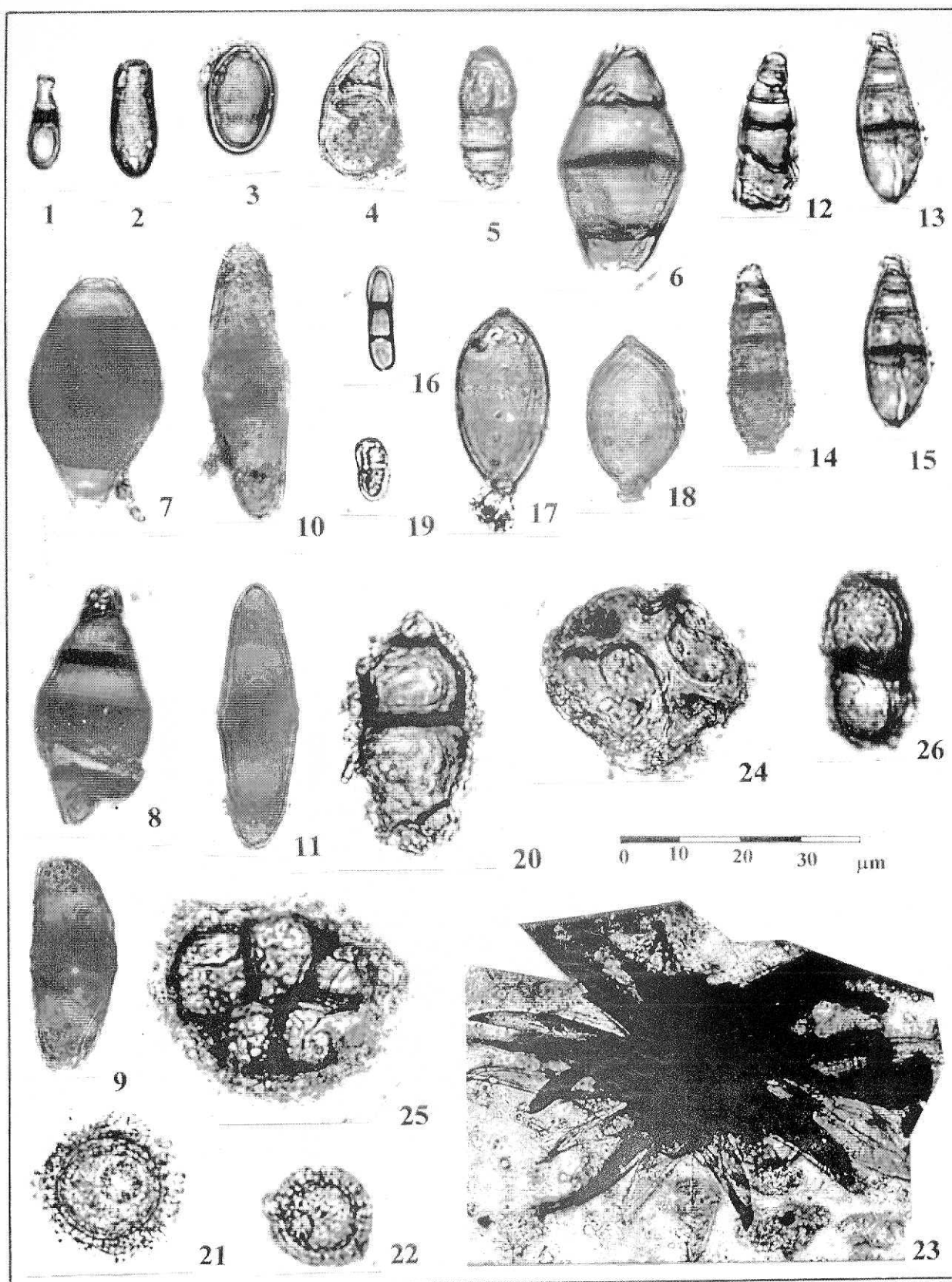
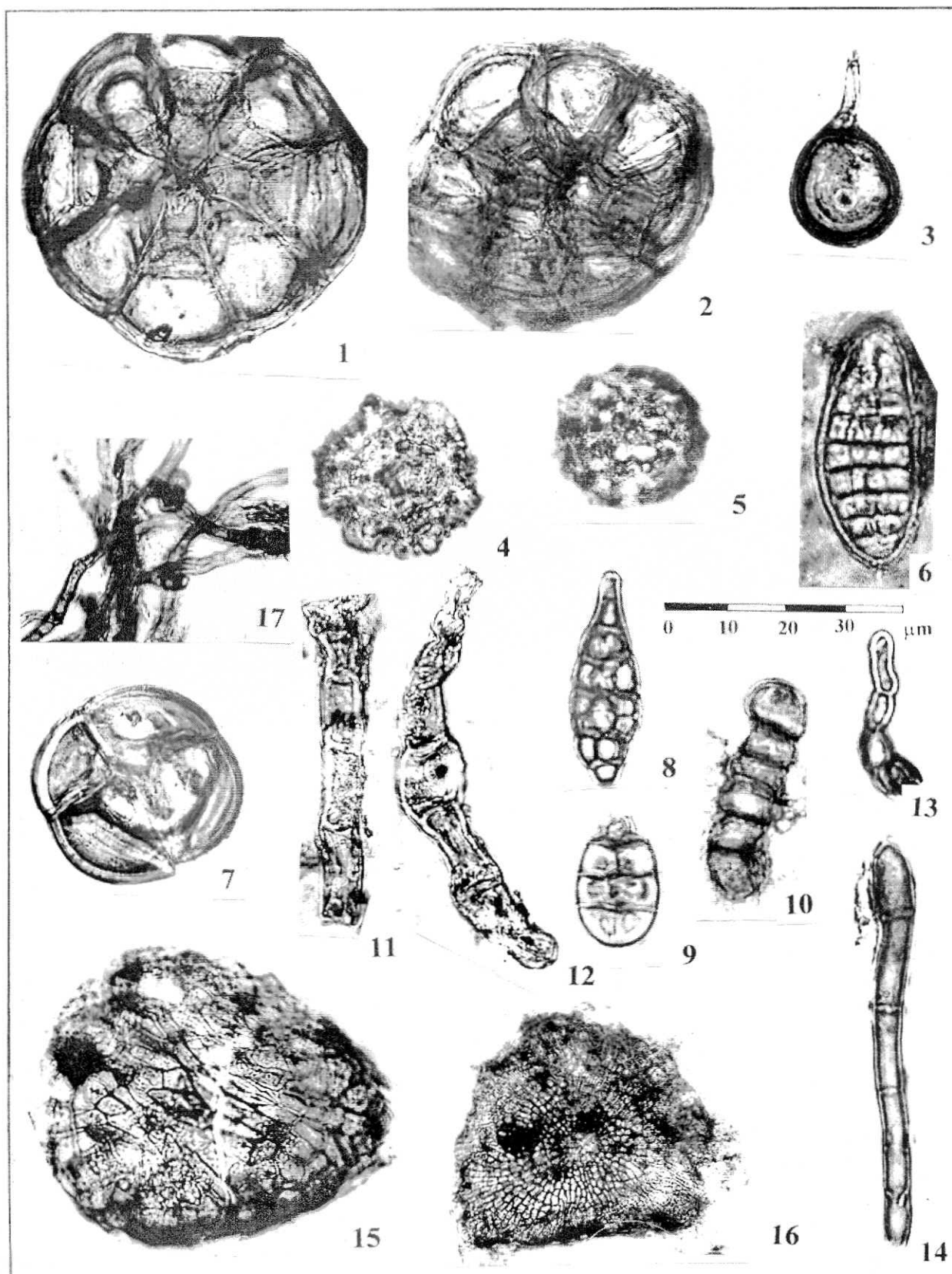


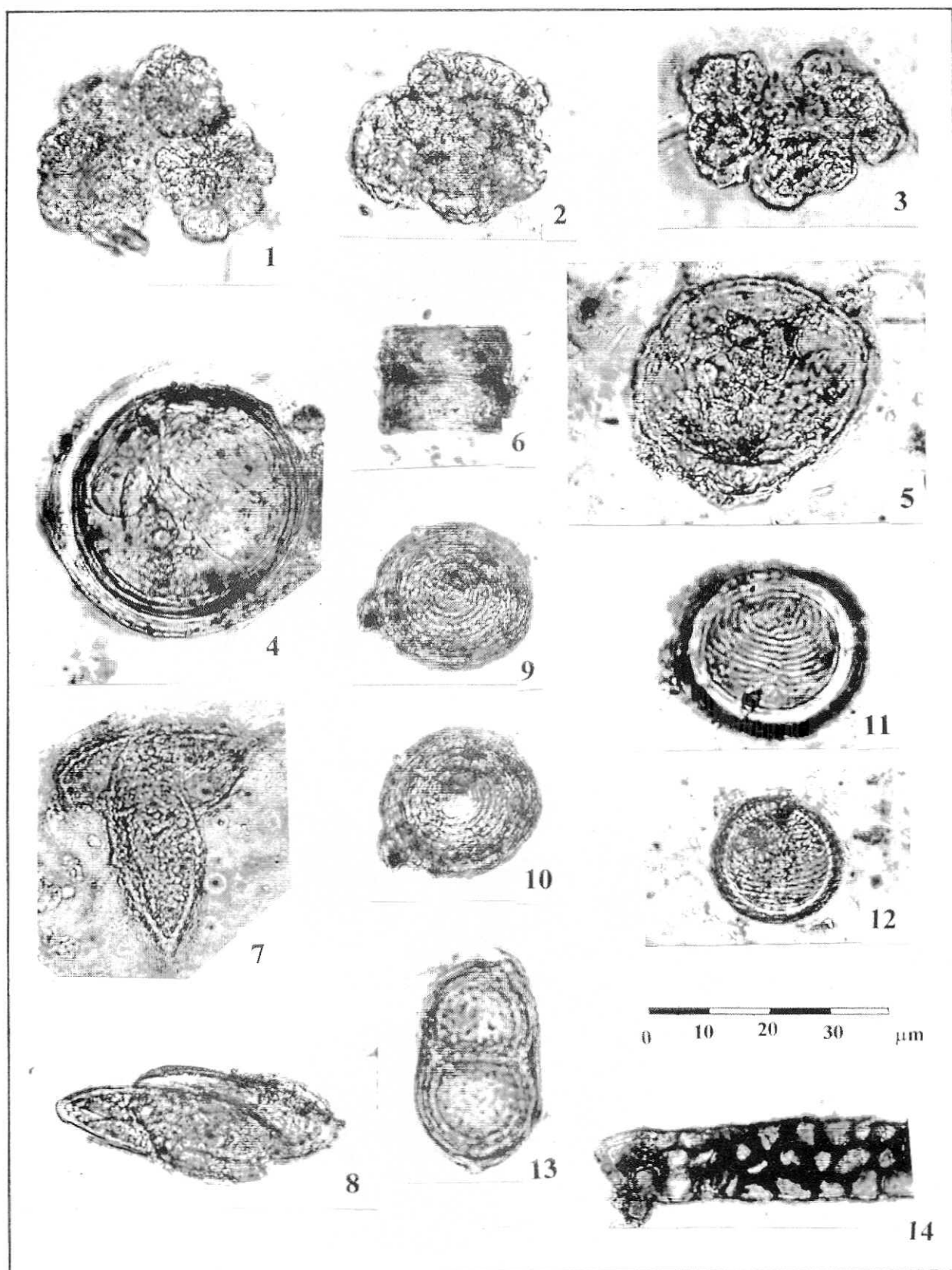
FIGURE 7: Palynodiagrama de Porcentagem e do número total de palinóforos contados, de fungos e algas nas amostras do Perfil 2.
FIGURE 7: Palynodiagram of percentage and of total amount of fungal and algal palynomorphs found in the samples of Profile 2.



ESTAMPA 1 / PLATE 1: *Brachysporisorites atratus* (12-15); *B. sp1* (1); *B. sp2* (4); *Monoporisorites sp1* (2); *Lacrimasporonites sp1* (3); *Diporicellaesporites* cf. *D. liaoningensis* (6,8); *Diporicellaesporites sp1* (5,9); *D. sp2* (10,11); *Dyadosporites novus* (20); *D. sp1* (7); *Pluricellaesporites* cf. *P. simplicissimus* (16); *Diporisorites sp1* (17); *D. sp2* (18); *Dicellaesporites fragilis* (19); *D. disphaericus* (26); *Parmathyrites sp1* (23); *Biporisorites rotundus* (24); *Polyadosporites sp2* (25); Alga Tipo A / Type Algae A (21,22).



ESTAMPA II / PLATE II: *Polyadosporites* sp1 (7); *P. sp3* (1,2); *Rizophagites* sp1 (3); cf. *Uncinulites artuziae* (4,5); *Pluricellaesporites* sp1 (6); *P. sp2* (9); *Transeptaesporites irregularis* (8); *Multicellites marginatus* (10); *Multicellaesporites* sp1 (13); *Asterinites* sp1 (11); *A. sp2* (12); *Hifae* ? (*Uncinula necator*) (14); *Callimothalus* sp1 (15); *Trichothyrites echinatus* (16); *Hifae* sp3 (17).



ESTAMPA III / PLATE III: *Botryococcus* sp1 (1,2,3); *Debarya* sp1 (4,5); *Scenedesmus* sp1 (6); *Spirogyra* sp1 (7); *S. sp2* (8); *Pseudoschizaea* sp1 (9,10); *P. sp2* (11); *P. sp3* (12); *Cyanobacteria* ? (13); *Staphloporonites* sp1 (14).