



Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil

Palynology, Palaeofloristics and Palaeoclimate Aspects of Late Pleistocene Sediments in the Guandu River Hydrographic Basin, Rio de Janeiro, Brazil

Shana Yuri Misumi¹; Márcia Aguiar de Barros¹; Claudia Gutterres Vilela² & Ortrud Monika Barth^{1,3}

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Palinologia, Rua Athos da Silveira Ramos 274, Cidade Universitária, 21941-916. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Análise Micropaleontológica, Rua Athos da Silveira Ramos 274, Cidade Universitária, 21941-916. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, 21040-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: smisumi@yahoo.com.br; marcabarros@yahoo.com; claudiavilela@ufrj.br; barth@ioc.fiocruz.br

Recebido em: 09/11/2013 Aprovado em: 20/12/2013

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2014_1_104_114

Resumo

Por apresentarem grande diversidade morfológica, os grãos de pólen, especialmente os de angiospermas, podem ser usados para determinar seqüências estratigráficas, estabelecer a relação entre regiões geograficamente separadas e reconstruir o paleoambiente. A partir da década de 1970, estudos palinológicos em sedimentos quaternários vêm sendo realizados no Brasil, documentando as mudanças da vegetação e as variações climáticas ocorridas ao longo deste período geológico. Análises palinológicas em sedimentos provenientes da bacia hidrográfica do rio Guandu estão sendo apresentadas com os objetivos de reconstituir a vegetação pretérita da área, compreender a sua evolução florística e realizar inferências paleoclimáticas durante Pleistoceno Tardio. Há décadas, a área vem sofrendo profundas mudanças fisionômicas devido às atividades extrativistas, caracterizadas pelo Distrito Areeiro de Piranema. As cavas submersas resultantes da mineração possibilitaram a coleta de um pacote sedimentar lamoso contendo matéria orgânica, ao longo de um perfil colunar, no Areal Santobaia. O depósito foi dividido em cinco níveis, todos submetidos à metodologia de tratamento químico proposta como padrão. As análises geocronológicas resultaram em um intervalo de tempo entre 42.500 e 35.200 ± 340 anos AP. Os dados palinológicos evidenciaram que, apesar do clima frio e mais seco que o atual, característico do período glacial, o nível de umidade se manteve o suficiente para o estabelecimento de uma vegetação durante todo o intervalo cronológico. Localmente, uma mata paludosa sujeita às eventuais inundações fluviais estava presente, além de uma vegetação mais seca de baixada, em áreas fora do alcance das enchentes. Não foram observados palinomorfos que indicassem a formação de um local permanentemente alagado. No contexto mais regional, está inserida uma mata de encosta com um registro polínico pouco expressivo, porém sempre presente. Estas três formações vegetais coexistiram durante todo o período de tempo considerado, sendo a dimensão de cada uma diretamente influenciada pela oscilação das condições hidrográficas da bacia do rio Guandu.

Palavras-chave: Palinologia; Quaternário; bacia hidrográfica do rio Guandu; Estado do Rio de Janeiro

Abstract

For presenting great morphological diversity, pollen grains, especially from angiosperms, can be used to determine stratigraphic sequences, relate geographically separated regions and reconstitute the paleoenvironment. Since 1970's, palynological studies on quaternary sediments have been conducted in Brazil, registering vegetation changes and climatic variations that occurred through this geologic period. Palynological analyses on sediments from Guandu river hydrographic basin are presented aiming to reconstitute the previous vegetation, understand its evolution and infer the paleoclimate during the late Pleistocene. For decades, the area has been suffering deep physiognomic changes due to extractive activities, characterizes by the Piranema Sand District. The flood trenches, resulting from such mining activity, enabled the withdrawal of a muddy sedimentary package, containing organic matter, along a columnar profile on Santobaia Sand Pit. The deposit was divided into five levels and all submitted to the standard methodology in chemical treatment. Geochronological analysis appointed a time period between 42.500 and 35.200 ± 340 years BP. Palynological data evidenced that, despite the cold and dry weather, distinctive of this glacial period, humidity level was sufficient for the establishment of a vegetation throughout the studied chronological interval. Locally, a flooded forest subjected to occasional fluvial overflows was present, as well as a dry lowland vegetation, in areas out of reach of floods. Palynomorphs indicating the formation of a permanently waterlogged site were not observed. Regionally, a hillside forest was inset with a low pollen record, but always present. These three plant formations coexisted during the considered time period, and the dimension of each one was directly influenced by the Guandu river basin's hydrographic conditions.

Keywords: Palynology; Quaternary; Guandu river hydrographic basin; Rio de Janeiro State

1 Introdução

A Palinologia do Quaternário dedica-se ao estudo de Paleoecologia com o objetivo de reconstrução de comunidades vegetais e ambientes pretéritos através da análise palinológica de sedimentos quaternários. Desde o início do Quaternário, os continentes já apresentavam a forma e a posição atual e toda a flora moderna já existia. Portanto, grãos de pólen encontrados em sedimentos quaternários podem ser relacionados a táxons modernos (Barros *et al.*, 2000; Salgado-Labouriau, 1994). Por apresentarem grande diversidade morfológica, os grãos de pólen, especialmente os de angiospermas, podem ser usados para determinar sequências estratigráficas, estabelecer a relação entre regiões geograficamente separadas e reconstruir o paleoambiente (Jansonius & McGregor, 1996).

É plausível afirmar que a reconstituição paleoclimática através da análise polínica se dá graças a quatro atributos dos grãos de pólen: eles possuem características morfológicas específicas relacionadas a certo gênero ou espécie vegetal; são produzidos em grandes quantidades por plantas anemófilas e apresentam distribuição em larga escala; são extremamente resistentes à deterioração em certos ambientes de sedimentação; refletem a vegetação natural na ocasião da deposição, podendo fornecer informações sobre as condições climáticas passadas (Bradley, 1999).

A partir da década de 1970, estudos palinológicos em sedimentos quaternários vêm sendo realizados no Brasil, documentando as mudanças da vegetação e as variações climáticas ocorridas ao longo deste período geológico (Barros, 2003).

Trabalhos em Palinologia do Quaternário Recente foram desenvolvidos em várias localidades do Estado do Rio de Janeiro. No norte fluminense, em Campos, Barth *et al.* (2001) analisaram sedimentos da Lagoa Salgada e Luz *et al.* (1999, 2006 e 2011) das Lagoas de Cima e do Campelo. Na região das baixadas litorâneas, análises palinológicas foram realizadas por Coelho *et al.* (2008) na Reserva Biológica de Poço das Antas, em Silva Jardim, e por Freitas (2011) na Lagoa da Ferradura, em Búzios. Barreto *et al.* (2006 e 2007), Barth *et al.* (2004, 2006 e 2011) e São Thiago (2005) analisaram sedimentos da Baía de Guanabara e Bartholomeu (2004) da Praia Vermelha, na Urca. Sedimentos provenientes do manguezal de Guaratiba foram analisados por Belém (1985) e do manguezal de Sepetiba por Coelho (1999) e Santos (2000). Os trabalhos supracitados abrangem os últimos 7000 anos.

Sedimentos pleistocênicos do Quaternário Tardio foram estudados somente no Médio Vale do rio Paraíba do Sul (limite entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro) por Barros (2003), no alto da Serra dos Órgãos (Behling & Saffors, 2010) e na Lagoa de Itaipu em Niterói por Bartholomeu (2010).

2 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu é parte integrante da Bacia de Sepetiba, cuja área apresenta cerca de 2000 km² e abrange diversos municípios fluminenses. Possui um domínio serrano, constituído pela vertente oceânica da Serra do Mar e pelos maciços costeiros da Ilha da Marambaia, Pedra Branca e Mendanha, e um de baixada, com uma extensa planície flúvio-marinha entrecortada por rios que deságuam na Baía de Sepetiba. Está associada ao Graben da Guanabara (Ruellan, 1944 *apud* Amador, 1997) e, segundo Silva (2001), seu arcabouço geológico é constituído em sua maioria por rochas plutônicas e metamórficas de alto grau de idades mesoproterozoica e neoproterozoica e rochas alcalinas cretácias-terciárias, além de sedimentos quaternários espalhados na baixada. A Bacia Hidrográfica do rio Guandu, dividida em três sub-bacias, a do rio Guandu, do rio da Guarda e do rio Guandu Mirim, representa cerca de 70% da área total da bacia contribuinte à Baía de Sepetiba.

Quanto à vegetação, a Bacia de Sepetiba apresenta coberturas diversificadas devido às diferentes condições ambientais e aos variados níveis de transformações associadas a atividades antrópicas. As áreas recobertas por florestas situam-se nas escarpas íngremes da Serra do Mar e dos maciços costeiros. A cobertura florestal revela-se como um mosaico de matas em diferentes estágios sucessionais, sendo que as matas melhor conservadas se encontram nas vertentes serranas. Gramíneas ocupam grandes áreas de baixada e dos fundos de vales adentrando no compartimento serrano (SEMA, 1996).

Ao longo das últimas décadas, a região vem sendo agredida e desmatada para fins econômicos como agricultura, pecuária e mineração, sendo esta a predominante no local atualmente. Tal atividade extrativista está caracterizada pelo Distrito Areeiro de Piranema, que ocupa aproximadamente uma área de 50 km² na bacia do rio da Guarda, uma planície de baixo gradiente topográfico, nos municípios de Seropédica e Itaguaí, Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A extração de areia ocorre principalmente

em cavas submersas, ou seja, cavas preenchidas por água proveniente do lençol freático, o que provoca não somente a exposição deste, mas o seu rebaixamento, além de alterar significativamente a paisagem local (Berbert, 2003; Silva, 2010). As cavas resultantes da mineração expuseram sedimentos orgânicos, possibilitando a coleta dos mesmos visando análises palinológicas (Figura 1).

Contribuindo aos estudos em Palinologia do Quaternário no Estado do Rio de Janeiro, análises palinológicas em sedimentos provenientes da Bacia Hidrográfica do rio Guandu estão sendo apresentadas com os objetivos de reconstituir a vegetação pretérita da área, compreender a sua evolução florística e realizar inferências paleoclimáticas durante o período de tempo abordado.

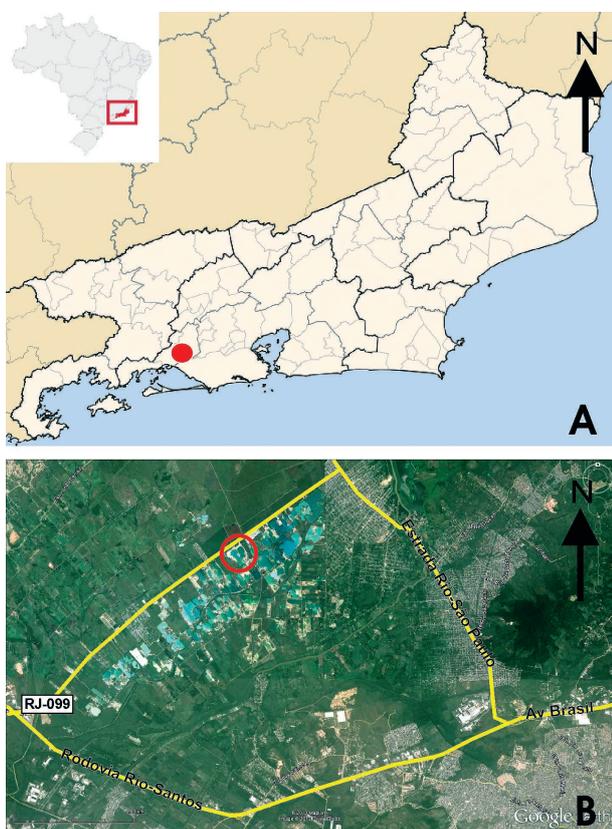


Figura 1 Localização do Distrito Areiro de Piranema. A: Mapa do Estado do Rio de Janeiro obtido em https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:RiodeJaneiro_MesoMicroMunicip.svg, acessado em 25/06/2013. B: Imagem de satélite obtida em “maps.google.com.br”, acessado em 25/06/2013. O círculo vermelho marca o local de obtenção do material analisado em uma das cavas.

3 Material e Métodos

A coleta dos sedimentos quaternários para análises palinológicas foi realizada ao longo de um

perfil colunar dentro de uma cava submersa no Areal Santobaia em 2003, delimitado pelas coordenadas UTM horizontais 7.475.000 e 7.477.000 Norte e verticais 636.000 e 635.000 Leste. Com a ajuda de espátulas e martelos pedológicos, foi retirado um bloco indeformado de sedimento orgânico com cerca de 27 cm de comprimento, 10 cm de largura e 5 cm de profundidade (Figura 2).

O bloco foi fragmentado em cinco intervalos denominados Guandu 1, 2, 3, 4 e 5, da base para o topo, seguindo a ordem estratigráfica. A espessura de cada pacote de sedimento constava de cinco centímetros, exceto o do topo, resultando nas seguintes medidas: Guandu 1 – de 27 a 22 cm; Guandu 2 – de 22 a 17 cm; Guandu 3 – de 17 a 12 cm; Guandu 4 – de 12 a 7 cm e Guandu 5 – de 7 a 0 cm. Do centro de cada pacote foram separados 8 cm³ de sedimento para as análises palinológicas e cerca de 30 g foram destinados às datações pelo método do radiocarbono.

As técnicas de tratamento químico das amostras seguiram a metodologia proposta como padrão por Ybert *et al.* (1992), com a utilização em sequência de HF (40%), HCl (10%) e mistura de acetólise. Duas pastilhas contendo o esporo exótico *Lycopodium clavatum* foram introduzidas nas amostras para a obtenção posterior das concentrações palinológicas (Colinvaux, 1993). Foram contados, no mínimo, 300 grãos de pólen arbóreo por nível. A identificação dos palinomorfos foi feita através de método comparativo com a coleção de referência do Laboratório de Palinologia/IGEO e bibliografia específica.

Para uma melhor interpretação dos dados e dos diagramas apresentados, os palinomorfos observados e reconhecidos foram agrupados em formações vegetais, de acordo com suas características ecológicas e com base nas listagens florísticas de Araújo & Henriques (1984) e Peixoto *et al.* (1995), ou nos grupos taxonômicos de Pteridophyta/Bryophyta, Zigósporos de Algas, Fungi, Pólen não identificado e Palinomorfos indeterminados.

4 Resultados

Quatro níveis foram amostrados e enviados para datação por radiocarbono no laboratório Beta Analytic (Flórida, EUA). A amostra Guandu 1, devido à sua natureza extremamente friável, não se mostrou confiável para a realização da datação, portanto não há dados quanto à sua idade (Tabela 1) (Figuras 5,6,7).

Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil
Shana Yuri Misumi; Márcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth



Figura 2 Cava submersa escolhida, destacando-se o nível orgânico coletado (acervo do Laboratório de Palinologia – IGEO/UFRJ, obtida em 2003).

Dados da Amostra	Idade Conventional por Radiocarbono
Beta - 227476 Amostra: GUANDU 5 Material/tratamento prévio: (sedimento orgânico): lavagem com ácidos	35.200 ± 340 AP
Beta - 259834 Amostra: GUANDU 4 Material/tratamento prévio: (sedimento orgânico): lavagem com ácidos	39.400 ± 480 AP
Beta - 227475 Amostra: GUANDU 3 Material/tratamento prévio: (sedimento orgânico): lavagem com ácidos	> 40.890 AP
Beta - 259833 Amostra: GUANDU 2 Material/tratamento prévio: (sedimento orgânico): lavagem com ácidos	> 42.500 AP

Tabela 1 Resultados das datações radiométricas em quatro dos cinco níveis estudados

O material estudado consta de um pacote sedimentar com lama maciça siltosa na base e lama maciça argilosa nos quatro níveis superiores. A cor é homogênea e acinzentada, indicando presença de matéria orgânica. Marcas de raízes são observadas ao longo de todo depósito (Figura 3).

A maioria dos grãos de pólen e esporos encontrava-se bem preservados. Também foram observados grãos danificados, com lesões que podem estar relacionadas às condições de fossilização. Os grãos corroídos apresentavam uma exina com áreas danificadas geralmente circulares e granuladas, causadas por exposição ao ar associada à ação microbiana, como fungos e bactérias. Os grãos degradados possuíam uma exina mais fina e/ou lixiviada devido à oxidação, ou seja, exposição ao ar somente. Já os grãos que têm rupturas ou quebras na exina sofreram danos mecânicos em consequência do efeito de transporte (Moore *et al.*, 1991) (Figura 4).

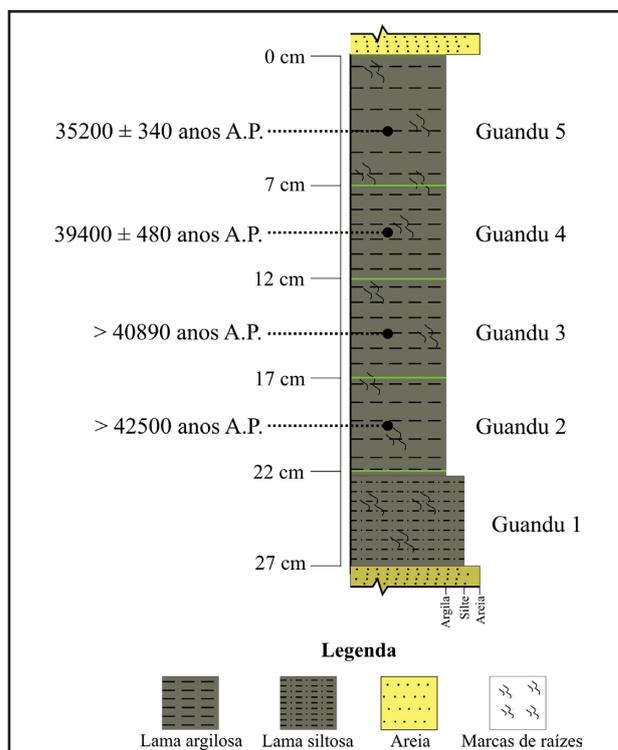


Figura 3 Perfil sedimentológico do depósito estudado.

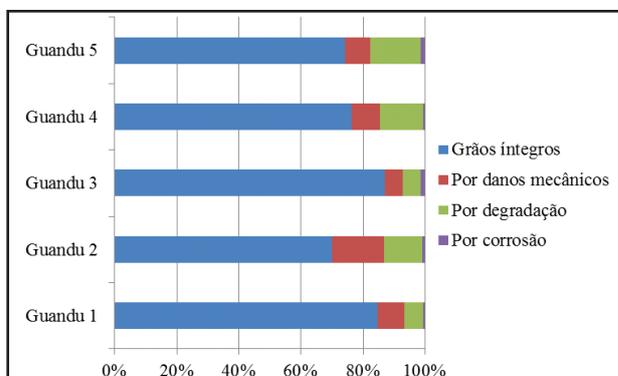


Figura 4 Frequência de classes em relação ao estado de preservação dos grãos de pólen identificados e não identificados por amostra analisada.

Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil
Shana Yuri Misumi; Márcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth

GRUPO ECOLÓGICO	PALINOMORFOS	NIVEIS				
		Guandu 1	Guandu 2	Guandu 3	Guandu 4	Guandu 5
MATA DE BAIXADA	Acanthaceae				X	
	Amaranthaceae					X
	<i>Alternanthera</i> (Amaranthaceae)			X		
	<i>Amaranthus</i> /Chenopodiaceae				X	
	<i>Gomphrena</i> (Amaranthaceae)	X	X	X	X	X
	Anacardiaceae			X	X	X
	<i>Anacardium</i> (Anacardiaceae)					X
	Annonaceae			X		X
	<i>Rollinia</i> (Annonaceae)					X
	<i>Mandevilla</i> (Apocynaceae)				X	
	Araceae	X		X		X
	Arecaceae			X		X
	<i>Attalea</i> (Arecaceae)				X	
	<i>Ambrosia</i> (Asteraceae)					X
	<i>Mutisia</i> (Asteraceae)			X		
	<i>Tabebuia</i> (Bignoniaceae)	X	X	X	X	X
	Bombacaceae					X
	Bromeliaceae		X	X	X	X
	<i>Caesalpinia</i> (Caesalpinaceae)		X	X	X	X
	<i>Cleome</i> (Capparaceae)		X	X	X	X
	Caryophyllaceae		X			
	Clusiaceae			X		X
	Convolvulaceae	X	X	X		X
	<i>Dollocarpus</i> (Dilleniaceae)			X		
	Dioscoreaceae					X
	<i>Chamaesyce</i> (Euphorbiaceae)	X	X	X	X	X
	<i>Machaerium</i> (Fabaceae)	X	X	X	X	X
	<i>Mucuna</i> (Fabaceae)				X	
	<i>Platymiscium</i> (Fabaceae)	X	X	X	X	X
	<i>Stylosanthes</i> (Fabaceae)	X		X		
	<i>Casearia</i> (Flacourtiaceae)		X	X		
	Lecythidaceae	X	X	X	X	X
	<i>Lecythis</i> (Lecythidaceae)	X	X	X	X	X
	Loranthaceae					X
	<i>Struthanthus</i> (Loranthaceae)		X	X	X	X
	Malpighiaceae		X	X	X	X
	Malvaceae				X	X
	<i>Malvastrum</i> (Malvaceae)		X			
	Menispermaceae	X		X		X
	<i>Schrankia</i> (Mimosaceae)	X	X	X	X	X
	Moraceae	X	X	X	X	X
	Myrtaceae	X	X	X	X	X
	<i>Oxalis</i> (Oxalidaceae)				X	
	Piperaceae		X		X	
	<i>Roupala</i> (Proteaceae)			X	X	X
	<i>Borreria</i> (Rubiaceae)					X
	<i>Borreria latifolia</i> (Rubiaceae)			X		
	<i>Genipa</i> (Rubiaceae)	X	X	X	X	X
	<i>Zanthoxylum</i> (Rutaceae)		X	X	X	X
	<i>Paullinia</i> (Sapindaceae)	X	X	X	X	X
<i>Serjania</i> (Sapindaceae)	X	X	X		X	
Sapotaceae			X		X	
<i>Smilax</i> (Smilacaceae)	X		X		X	
<i>Waltheria</i> (Sterculiaceae)		X	X	X		
<i>Apeiba</i> (Tiliaceae)			X		X	
Urticaceae		X	X	X		
<i>Pilea</i> (Urticaceae)			X		X	
<i>Combretum</i> /Melastomataceae	X	X	X	X	X	
<i>Machaerium aculeatum</i> (Fabaceae)					X	
Melastomataceae	X	X	X	X	X	
<i>Trema micrantha</i> (Ulmaceae)		X	X	X	X	
Alismataceae			X			
<i>Sagittaria</i> (Alismataceae)			X		X	
Apiaceae			X	X	X	
<i>Tournefortia maculata</i> (Boraginaceae)	X		X		X	
<i>Hedyosmum</i> (Chloranthaceae)	X			X	X	
Cyperaceae	X	X	X	X	X	
<i>Desmodium</i> (Fabaceae)					X	
<i>Vigna</i> (Fabaceae)		X	X	X		
<i>Myriophyllum</i> (Haloragaceae)			X			
<i>Cuphea</i> (Lythraceae)					X	

Tabela 2 Grupos ecológicos estipulados e seus palinóforos constituintes, indicando sua presença em cada amostra.

GRUPO ECOLÓGICO	PALINOMORFOS	NIVEIS					
		Guandu 1	Guandu 2	Guandu 3	Guandu 4	Guandu 5	
ARBÓREO PALUDOSO	Onagraceae	X	X	X	X	X	
	<i>Ludwigia</i> (Onagraceae)			X			
	<i>Plantago</i> (Plantaginaceae)	X	X	X	X	X	
	Poaceae	X	X	X	X	X	
	<i>Polygonum</i> (Polygonaceae)			X	X		
	<i>P. acuminatum</i> (Polygonaceae)					X	
	<i>Diodia</i> (Rubiaceae)			X			
	<i>Geophila</i> (Rubiaceae)					X	
	Scrophulariaceae		X	X	X	X	
	<i>Bacopa</i> (Scrophulariaceae)	X	X		X	X	
	<i>Tapirira</i> (Anacardiaceae)	X					
	<i>Annona</i> (Annonaceae)		X		X	X	
	<i>Chorisia</i> (Bombacaceae)			X			
	<i>Cordia</i> (Boraginaceae)	X	X	X	X	X	
	<i>Tournefortia bicolor</i> (Boraginaceae)		X	X	X	X	
	<i>Bauhinia forficata</i> (Caesalpinaceae)					X	
	<i>Cassia</i> (Caesalpinaceae)	X	X	X	X	X	
	<i>Tachigalia</i> (Caesalpinaceae)		X	X	X	X	
	<i>Rheedia</i> (Clusiaceae)	X		X		X	
	<i>Cleidion</i> (Euphorbiaceae)					X	
	Humiriaceae		X		X		
	<i>Trichilia</i> (Meliaceae)					X	
	<i>Trichilia elegans</i> (Meliaceae)					X	
	<i>Inga</i> (Mimosaceae)					X	
	<i>Guapira</i> (Nyctaginaceae)	X		X	X	X	
<i>Phytolacca</i> (Phytolaccaceae)	X	X	X	X	X		
<i>Euplassa</i> (Proteaceae)	X	X	X	X	X		
<i>Allophylus</i> (Sapindaceae)	X	X	X	X	X		
PIONEIRAS PALUDOSAS	<i>Schizolobium</i> (Caesalpinaceae)	X	X	X	X	X	
	<i>Alchornea</i> (Euphorbiaceae)	X	X	X	X	X	
	<i>Sapium</i> (Euphorbiaceae)	X		X	X	X	
	<i>Mimosa</i> (Mimosaceae)	X	X		X	X	
	<i>Mimosa bimucronata</i> (Mimosaceae)	X	X	X	X		
	<i>Cecropia</i> (Moraceae)					X	
	<i>Pourouma</i> (Moraceae)			X			
	<i>Piper</i> (Piperaceae)			X		X	
	<i>Celtis</i> (Ulmaceae)	X	X	X	X	X	
	MATA DE ENCOSTA	<i>Lithrea</i> (Anacardiaceae)					X
		<i>Forsteronia</i> (Apocynaceae)		X			
		<i>Malouetia</i> (Apocynaceae)			X	X	
		<i>Anthurium</i> (Araceae)			X	X	
		<i>Didymopanax</i> (Araliaceae)			X		X
		<i>Vernonia</i> (Asteraceae)		X	X	X	X
		<i>Arrabidaea</i> (Bignoniaceae)	X				
		<i>Cybistax</i> (Bignoniaceae)					X
		<i>Jacaranda</i> (Bignoniaceae)		X		X	X
		<i>Cordia axillaris</i> (Boraginaceae)			X		
		<i>Protium</i> (Burseraceae)	X	X		X	X
		Campanulaceae		X			
		<i>Tovomita</i> (Clusiaceae)			X		
		<i>Vismia</i> (Clusiaceae)					X
		<i>Lamanonia speciosa</i> (Cunoniaceae)			X	X	
		Elaeocarpaceae	X		X		X
<i>Mabea</i> (Euphorbiaceae)			X	X	X	X	
<i>Pera</i> (Euphorbiaceae)			X				
<i>Sebastiania</i> (Euphorbiaceae)		X	X	X	X		
<i>Strychnos</i> (Loganiaceae)		X					
<i>Abutilon</i> (Malvaceae)			X	X	X	X	
<i>Cedrela</i> (Meliaceae)		X		X	X		
<i>Acacia</i> (Mimosaceae)				X	X		
<i>Anadenanthera</i> (Mimosaceae)		X	X	X	X		
<i>Brosimum</i> (Moraceae)					X		
<i>Myrsine</i> (Myrsinaceae)			X		X		
Passifloraceae					X		
<i>Segueiria</i> (Phytolaccaceae)	X	X	X	X	X		
<i>Podocarpus</i> (Podocarpaceae)		X			X		
<i>Diclidanthera</i> (Polygalaceae)					X		
<i>Coccoloba</i> (Polygonaceae)	X	X	X		X		
Rhamnaceae		X					
Rosaceae		X	X	X	X		
<i>Cardiospermum</i> (Sapindaceae)					X		
Solanaceae			X		X		
<i>Solanum</i> (Solanaceae)				X			
<i>Symplocos</i> (Symplocaceae)		X			X		
<i>Laplacea</i> (Theaceae)					X		

Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil
Shana Yuri Misumi; Márcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth

GRUPO ECOLÓGICO	PALINOMORFOS	NIVEIS				
		Guandu 1	Guandu 2	Guandu 3	Guandu 4	Guandu 5
	Verbenaceae		x			
	<i>Aegiphila</i> (Verbenaceae)					x
	<i>Rinorea</i> (Violaceae)		x			x
	<i>Drimys</i> (Winteraceae)					x
AMPLA DISTRIBUIÇÃO	<i>Aphelandra</i> (Acanthaceae)			x		
	<i>Dicliptera</i> (Acanthaceae)					x
	Apocynaceae	x	x	x		x
	Araliaceae			x		x
	Asteraceae	x	x	x	x	x
	Bignoniaceae	x	x	x	x	x
	Boraginaceae			x		
	Burseraceae		x			
	Caesalpinjiaceae	x	x	x	x	x
	Connaraceae		x			
	Dilleniaceae	x	x	x	x	x
	Euphorbiaceae	x	x	x	x	x
	<i>Croton</i> (Euphorbiaceae)	x	x	x	x	x
	<i>Omphalea</i> (Euphorbiaceae)				x	x
	Fabaceae		x	x	x	x
	Fiacourtiaceae	x	x		x	x
	Hippocrateaceae		x			
	Mimosaceae	x	x	x	x	x
	Monocotiledónea					x
	Myrsinaceae	x	x	x	x	x
	<i>Neea</i> (Nyctaginaceae)	x		x	x	
	Oleaceae			x		x
	Oxalidaceae					x
	Phytolaccaceae		x		x	
	Polygalaceae	x	x	x	x	x
	Rubiaceae	x	x	x	x	x
	<i>Psychotria</i> (Rubiaceae)		x	x	x	x
	Rutaceae		x	x	x	x
	Sapindaceae					x
	Tiliaceae					x
	Ulmaceae		x	x	x	
	PTERIDOPHYTA/ BRYOPHYTA	<i>Alsophila elegans</i> (Cyatheaceae)			x	
<i>Cyathea</i> (Cyatheaceae)				x	x	x
<i>Paesia</i> (Dennstaedtiaceae)				x		
<i>Lycopodium curvatum</i> (Lycopodiaceae)				x		
Polypodiaceae		x	x	x	x	x
<i>Pityrogramma</i> (Pteridaceae)				x		
<i>Pteris</i> (Pteridaceae)					x	
Monolete liso		x		x	x	x
Monolete ornamentado						x
Trilete		x	x	x	x	x
Bryophyta	x	x	x	x	x	
ALGAE	Zigósporos de algas	x	x	x	x	x
	<i>Cosmarium</i> (Desmidiaceae)				x	
	Zygnemataceae	x				
	<i>Zygnema</i> (Zygnemataceae)		x			
FUNGI	Fungi	x	x	x	x	x

Tabela 2 Continuação

Os palinórfos encontrados nas amostras foram reunidos nos grupos ecológicos de Mata de Baixada, Pioneiras de Mata de Baixada, Herbáceas Paludosas, Arbóreas Paludosas, Pioneiras Paludosas, Mata de Encosta, Ampla Distribuição, Pteridophyta/Bryophyta, Algae e Fungi (Tabela 2).

Nível Guandu 1

Na base do pacote sedimentar, foram identificados 63 tipos polínicos. O grupo dominante foi a Mata de Baixada (23,7%). Em Pioneiras de Mata de Baixada (4,8%), Melastomataceae predomina. Dentre os Herbáceos Paludosos (21%), Poaceae se destaca. Arbóreas Paludosas correspondem a 4,1% e nas Pioneiras Paludosas (6,1%), *Celtis* é o

tipo polínico dominante. A Mata de Encosta pouco contribui (2,2%) na assembleia polínica, assim como Pteridophyta/Bryophyta com 2,6%. Ampla Distribuição representa 17,7%, Zigósporos de algas 1,2%, Esporos de Fungi 9%, Pólen não identificado 20,4% e Palinórfos indeterminados 0,2%.

Nível Guandu 2

Há um aumento na diversidade de tipos polínicos, com 87 encontrados. A contribuição da Mata de Baixada decresce em relação ao nível anterior (20,3%). A frequência de Melastomataceae praticamente duplica, o que leva ao aumento das Pioneiras de Mata de Baixada (7,5%). Em Mata Paludosa, dentre os Herbáceos (20,9%), Poaceae permanece em destaque. O percentual de Arbóreas Paludosas se mantém (4,1%) e as Pioneiras Paludosas aumentam para 8,2%, ainda com *Celtis* como o maior contribuinte. A Mata de Encosta atinge nesta amostra o seu pico percentual (3,5%). Ampla Distribuição representa 18,5%, Pteridophyta/Bryophyta 4,1%, Zigósporos de algas 1,2% (com a presença de *Zygnema*), Esporos de Fungi 9%, Pólen não identificado 17% e Palinórfos indeterminados 0,6%.

Nível Guandu 3

A diversidade polínica é maior, chegando a 110 tipos. A Mata de Baixada apresenta aqui a sua menor percentagem (17%). Por outro lado, as Pioneiras de Mata de Baixada atingem a sua maior frequência (10,1%), com Melastomataceae predominando de forma absoluta. O grupo Herbáceo Paludoso é o mais expressivo dentre todos (31,2%), resultado do aumento percentual de Poaceae. As Arbóreas Paludosas também apresentam aqui a sua maior ocorrência (7,4%), ao contrário das Pioneiras Paludosas que diminuem (6,6%) e continuam sendo primariamente constituídas por *Celtis*. Mata de Encosta representa 3,3%, Ampla Distribuição 12,2%, Pteridophyta/Bryophyta 2,8%. Zigósporos de Algas 0,4%, Esporos de Fungi 0,6%, Pólen não identificado 12,2% e Palinórfos indeterminados 0,4%.

Nível Guandu 4

A diversidade polínica reduz em relação ao nível anterior, totalizando 93 táxons. A Mata de Baixada volta a predominar (24,7%). A frequência de Melastomataceae, principal táxon em Pioneiras de Mata de Baixada, diminui, o que leva ao decréscimo

na contribuição polínica deste grupo (8,2%). Há um recuo da Mata Paludosa em geral, com Herbáceas a 20,4%, Arbóreas com 5,9% e Pioneiras com 5,6%. Poaceae atinge o seu menor valor de ocorrência, porém permanece como o táxon predominante do estrato herbáceo. O mesmo acontece com *Celtis*, táxon predominante dentre as Pioneiras Paludosas. A Mata de Encosta apresenta neste nível a sua menor frequência (1,8%), ao contrário do grupo Ampla Distribuição que aumenta (14,1%). Pteridophyta/Bryophyta não apresenta grandes variações de ocorrência em relação ao nível anterior (2,7%). Zigósporos de Algas representam 0,9% (com a presença de *Cosmarium*), Esporos de Fungi 2,9%, Pólen não identificado 19,3% e Palinomorfos indeterminados 0,4%.

Nível Guandu 5

O topo do pacote sedimentar possui a maior diversidade polínica com 124 tipos identificados. Apesar do seu menor percentual (19,2%), há um aumento na concentração de Mata de Baixada. As Pioneiras de Mata de Baixada apresentam o

seu menor valor percentual (3,5%). A formação Herbácea Paludosa se expande de forma expressiva (40,4%), passando a ser a dominante entre todas, em consequência do incremento significativo de Poaceae e da maior ocorrência de Cyperaceae. A percentagem de Arbóreas Paludosas diminui (5,7%). Em Pioneiras Paludosas (7,1%), *Celtis* e *Piper* predominam. A Mata de Encosta representa 2,6% e Ampla Distribuição 8,6% da assembleia polínica. Pteridophyta/Bryophyta atingem seu maior valor percentual (6,3%). Zigósporos de Algas representam 0,5%, Esporos de Fungi 0,1%, Pólen não identificado 12,8% e Palinomorfos indeterminados 0,5%.

5 Discussão

É possível supor que a gênese do depósito estudado ocorreu em um canal fluvial previamente ativo, mas que foi abandonado e sendo gradativamente preenchido por sedimentos lamosos nos momentos de transbordamento do rio. O local era drenado, possibilitando o estabelecimento de espécies vegetais, evidenciado pelas marcas de raízes presentes em todo pacote, até que um novo

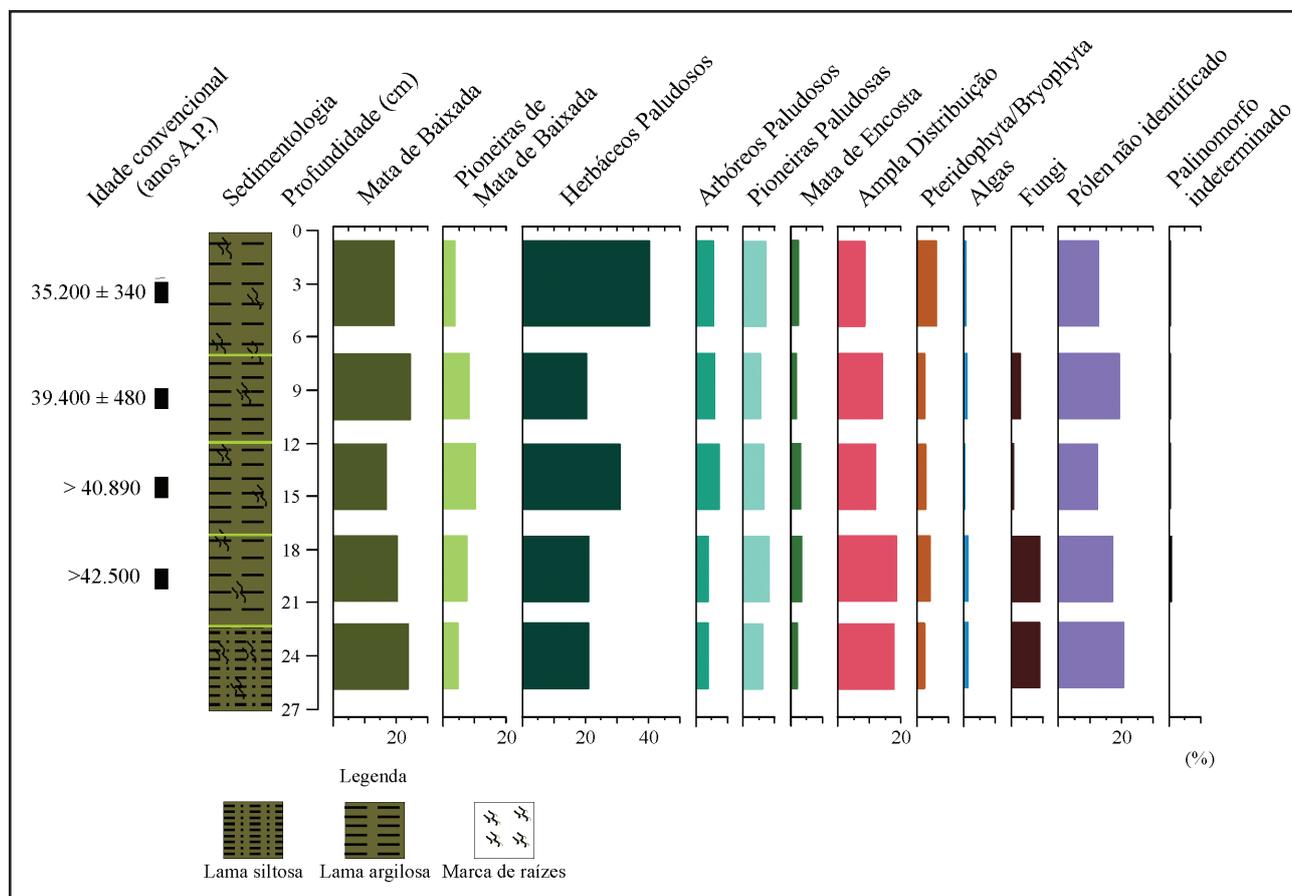


Figura 5 Diagrama palinológico apresentando as percentagens totais dos grupos encontrados nas amostras analisadas.

Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil
 Shana Yuri Misumi; Márcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth

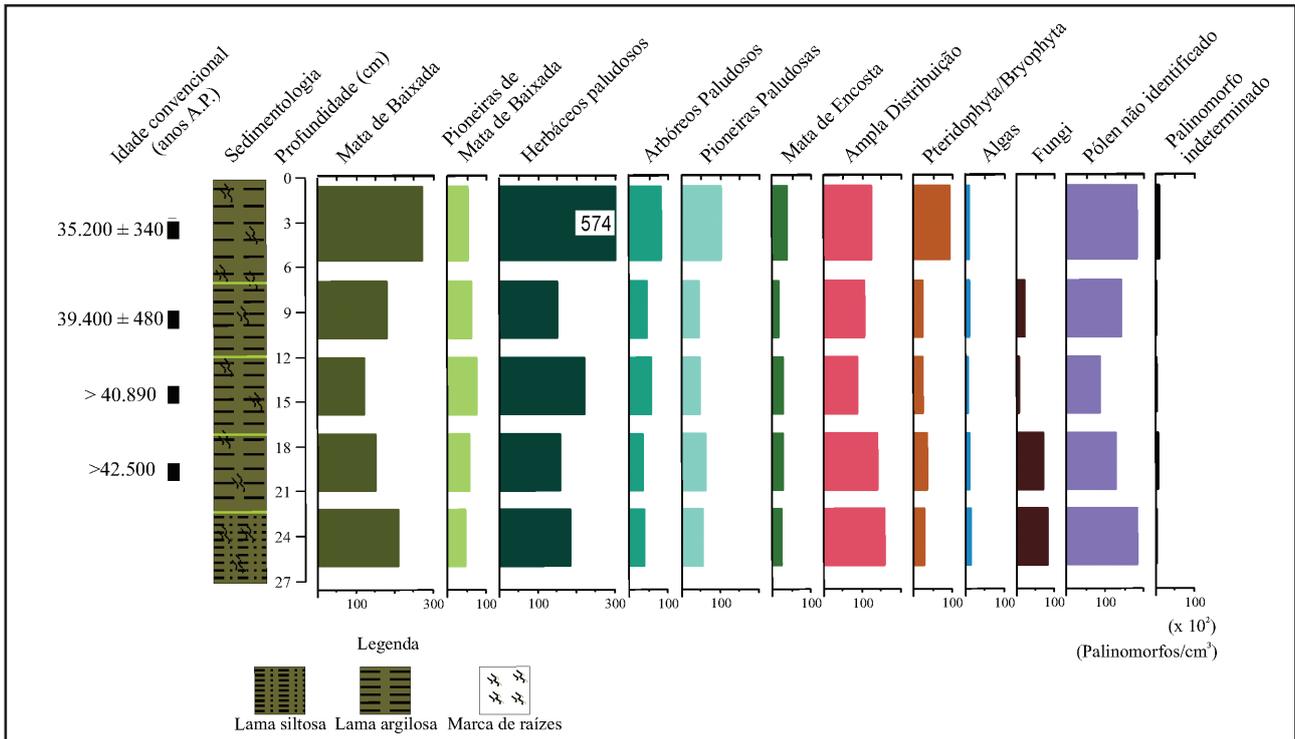


Figura 6 Diagrama polínico apresentando as concentrações totais dos grupos ecológicos encontrados nas amostras analisadas

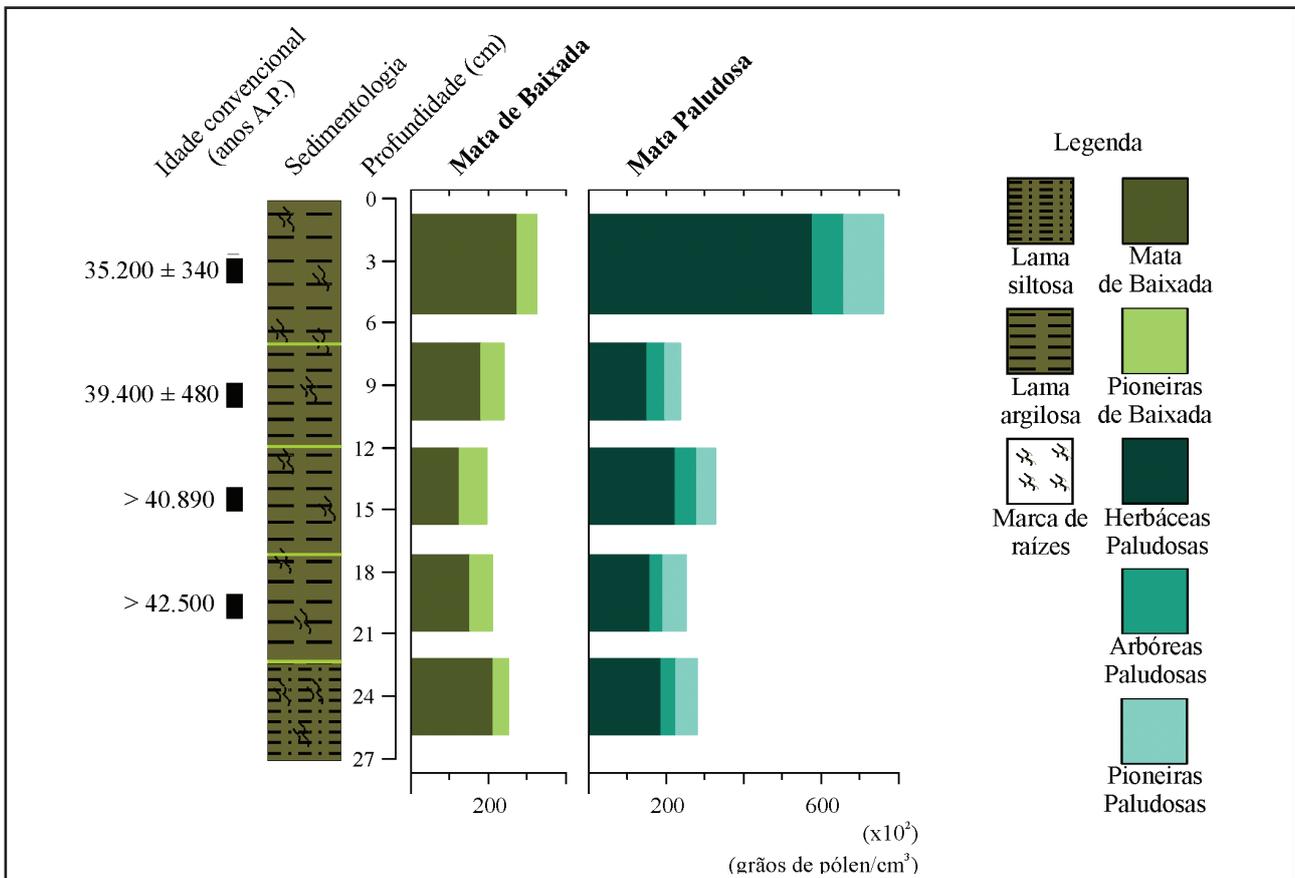


Figura 7 Diagrama polínico apresentando as concentrações acumuladas dos tipos polínicos pertencentes às formações vegetais “Mata de Baixada, Pioneiras de Mata de Baixada, Herbáceo Paludoso, Arbóreo Paludoso e Pioneiras Paludosas”.

evento de inundação acontecesse, carregando mais sedimentos e grãos de pólen alóctones para dentro da depressão. Tais eventos de alagamento e drenagem do local teriam decorrido sucessivamente ao longo do período cronológico estudado.

Em relação ao estado de preservação dos grãos de pólen, a alta frequência de grãos inteiros e bem preservados reflete as boas condições de deposição. No entanto, a variação na porcentagem de grãos de pólen degradados aponta a exposição dos sedimentos ao ar, por mais ou menos tempo, reforçando a ideia de eventos de inundação e drenagem do local deposicional. Tais eventos podem estar relacionados também à alta frequência de grãos com a exina quebrada ou rompida. De acordo com Campbell (1991), ciclos climáticos secos-úmidos causariam mais danos na exina do que o transporte por águas turbidas, e que tais danos seriam resultado então de uma redeposição de pólen previamente depositado e sujeito às intempéries, ao contrário de Moore *et al.* (1991), que afirma que esse tipo de lesão seria consequência dos efeitos de transporte. A atividade microbiana não era intensa, evidenciada pela baixíssima frequência de grãos de pólen corroídos.

Para uma melhor interpretação dos dados sobre a paleoflora local, foram consideradas as vegetações de **Mata de Baixada** (associação entre os elementos de Mata de Baixada e as Pioneiras de Mata de Baixada) e **Mata Paludosa** (componentes Herbáceos Paludosos, Arbóreos Paludosos e Pioneiras Paludosas).

As **Matas de Baixada e Paludosa**, ambas locais, oscilam ao longo do intervalo cronológico, porém a segunda sempre permanece como a predominante. Os táxons herbáceos são os principais componentes da **Mata Paludosa**, sobretudo Poaceae que, em associação com Cyperaceae, uma família com preferência por ambientes abertos úmidos e brejosos (Joly, 1979; Souza & Lorenzi, 2005), indica uma vegetação tolerante às inundações fluviais. Espécies arbóreas e pioneiras arbóreas, como *Celtis*, também se fazem presentes, configurando assim uma vegetação aberta e úmida, com solos bem drenados (Lorenzi, 1998). A vegetação da **Mata de Baixada** mostra-se bem formada, com a ocorrência de táxons herbáceos, arbóreos, lianas e plantas pioneiras (Tabela 2), porém não muito densa e menos úmida que a **Mata Paludosa**, por estar fora do alcance dos eventos de transbordamento fluvial. Representando também a flora local estão Pteridophyta e Bryophyta, que não apresentaram grandes valores percentuais e de concentração, porém indicam umidade em

um nível mínimo para a sua reprodução e liberação de esporos.

No contexto mais regional, está inserida a **Mata de Encosta** com um registro polínico pouco expressivo, porém sempre presente, indicando que esta formação permaneceu nas vertentes dos morros ao longo de todo o intervalo cronológico abordado. Os grãos de pólen provenientes dali podem ter sido trazidos para a baixada por correntes aéreas ou por transporte fluvial e depositados na depressão durante os períodos de cheia. A presença de *Podocarpus* – uma gimnosperma cujos grãos de pólen possuem sacos aéreos que facilitam sua dispersão anemófila – nos níveis Guandu 2 e 5 denota que seus grãos provavelmente foram carregados pelo vento até o local deposicional.

Inicialmente, no nível Guandu 1, a Mata Paludosa é a formação predominante, composta principalmente por Poaceae, Cyperaceae e *Celtis*, esta uma planta pioneira, heliófita e seletiva higrófila, ou seja, adaptada ao crescimento em ambientes abertos e, preferencialmente, aquáticos ou brejosos (Lorenzi, 1998). Há 42.500 anos AP, no mínimo, as Matas de Baixada e Paludosa recuam, porém suas pioneiras se desenvolvem, em um processo de expansão da vegetação. A contribuição mais significativa da Mata de Encosta ocorre neste nível (Guandu 2). A alta porcentagem de grãos de pólen com danos mecânicos e degradados indica que os mesmos sofreram maiores danos por eventos de transporte ou redeposição, estando os sedimentos expostos ao ar. Há 40.890 anos AP, no mínimo (Guandu 3), a Mata de Baixada como um todo recua, no entanto suas pioneiras continuam em expansão. A Mata Paludosa se expande, principalmente suas herbáceas. As condições tafonômicas melhoram, refletindo no menor percentual de grãos degradados e com danos mecânicos, porém a atividade microbiana se intensifica. Cerca de 1.000 anos depois, há 39.400 ± 480 anos AP (Guandu 4), a Mata de Baixada se expande, enquanto que a Paludosa se retrai, entrando ambas em certo equilíbrio. A Mata de Encosta pouco contribui na assembleia polínica. O período de exposição dos sedimentos ao ar aumenta, levando a uma maior oxidação dos grãos de pólen, o que também ocorre no nível seguinte Guandu 5. Há 35.200 ± 340 anos AP, as Matas de Baixada e Paludosa se desenvolvem, porém esta de forma bastante expressiva com as suas pioneiras e suas herbáceas Poaceae e Cyperaceae. O frio vigente entre 42.500 e cerca de 35.200 anos AP não impediu o estabelecimento da vegetação local e regional, porém deve ter sido fator limitante para o desenvolvimento de uma flora mais exuberante. O clima, mais seco

que o atual, porém úmido o suficiente, permitiu tal presença e as oscilações dos níveis de umidade se refletem na vegetação que ora se expande, ora se contrai, e atinge seu pico de desenvolvimento há 35.200 ± 340 anos AP.

Zigósporos de Algas como *Zygnema* e *Cosmarium* são encontradas em água doce e solos úmidos, porém a baixa frequência desses palinómorfs em geral mostra que o local de deposição não era permanentemente alagado, corroborando a idéia de períodos de enchente e drenagem local. A ausência de microfósseis marinhos, como microforaminíferos, aponta que a deposição ocorreu em um ambiente estritamente continental.

Na Lagoa de Itaipu, a base de um testemunho ali obtido corresponde cronologicamente ao intervalo entre Guandu 4 e 5. Bartholomeu (2010) observou que naquela época a lagoa ainda não existia e que a vegetação era dominada por Campo, com uma Floresta Pluvial pouco expressiva.

Já continente adentro, na bacia hidrográfica do rio Bananal, afluente ao Médio Vale do rio Paraíba do Sul, sedimentos pleistocênicos mais recentes foram descritos por Barros (2003) como registros de uma vegetação composta por um mosaico floresta/savana, com elementos de floresta temperada e tropical, bem diferente da encontrada nas áreas baixas da bacia do rio Guandu.

Ao estudar a vegetação pretérita por meio da análise palinológica, verifica-se que a composição da vegetação é bem diferenciada e variada no Estado do Rio de Janeiro, de modo que, para uma interpretação mais ampla sobre a dinâmica ambiental, é necessário levar em consideração características adicionais, principalmente geográficas, geomorfológicas, hidrológicas e edáficas. Por outro lado, sendo a vegetação a expressão destes fatores, ela revela, por meio da preservação de seus grãos de pólen, as condições ambientais reinantes em determinado intervalo de tempo. No caso do pacote de sedimento da bacia hidrográfica do rio Guandu estudado sob este aspecto, jamais foi detectado um período de grande seca, já que o fornecimento de água à vegetação estava diretamente ligado ao leito do rio, aos seus afluentes e ao lenço freático.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem a Robson Lucas Bartholomeu, Cynthia Fernandes Pinto da Luz e

Claudio Limeira Mello pelo auxílio em diversas fases do presente trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a O.M. Barth (Processo número 301525/2009-9) e auxílio (Processo número 479853/2010-0). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Mestrado concedida à Shana Misumi através do Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

7 Referências

- Amador, E.S. 1997. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: homem e natureza*. Rio de Janeiro, Edição do Autor. 539 p.
- Araújo, D.S.D. & Henriques, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, S.D.S.; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. (eds.). *Restingas: origem, estrutura, processos*. CEUFF, p. 159-193.
- Barreto, C.F.; Barth, O.M.; Luz, C.F.P.; Coelho, L.G. & Vilela, C.G. 2006. Distribuição diferencial de palinómorfs na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9: 117-126.
- Barreto, C.F.; Luz, C.F.P.; Baptista Neto, J.A.; Vilela, C.G. & Barth, O.M. 2007. Palynological analysis of a sediment core obtained in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79: 223-234.
- Barros, M.A. 2003. *Transição Pleistoceno/Holoceno, médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ): uma abordagem palinológica*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 205 p.
- Barros, M.A.; Barth, O.M.; Mello, C.L.; Moura, J.R.S. & Peixoto, M.N.O. 2000. História recente da vegetação e uso da terra no médio vale do rio Paraíba do Sul-Brasil: uma abordagem palinológica. *Leandra*, 15: 47-57.
- Barth, O.M.; Luz, C.F.P.; Toledo, M.B.; Barros, M.A. & Silva, C.G. 2001. Palynological data from Quaternary deposits of two lakes in the northern region of the state of Rio de Janeiro. In: GOODMAN, D.K. & CLARKE, R.T. (eds.). *Proceedings of the IX International Palynological Congress*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, p. 443-450.
- Barth, O.M.; Barreto, C.F.; Coelho, L.G. & Luz, C.F.P. 2004. Pollen record and paleoenvironment of a 4210 years B.P. old sediment in the Bay of Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76: 549-551.
- Barth, O.M.; São-Thiago, L.E.U. & Barros, M.A. 2006. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years B.P. old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78: 227-229.
- Barth, O.M.; Barreto, C.F. & Baptista Neto, J.A. 2011. Pollen analysis revealing the paleoenvironment of a 3520 years B.P. old sediment in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 34: 8-12.

Palinologia, Paleoflorística e Aspectos Paleoclimáticos de Sedimentos do Pleistoceno Tardio na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, Rio de Janeiro, Brasil
Shana Yuri Misumi; Márcia Aguiar de Barros; Claudia Gutterres Vilela & Ortrud Monika Barth

- Bartholomeu, R.L. 2004. *Registros palinológicos quaternários na Praia Vermelha, Urca, Rio de Janeiro*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 100 p.
- Bartholomeu, R.L. 2010. *Registros palinológicos e ambientais pleistocênicos da Lagoa de Itaipu, Niterói, RJ, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 128 p.
- Behling, H. & Saffors, H.D. 2010. Late-glacial and Holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Global Change Biology*, 16: 1661-1671.
- Belém, C.I.F. 1985. Palinologia de sedimentos inconsolidados do mangue de Guaratiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *MME-DNPM Geologia*, 27, *Série Paleontologia e Estratigrafia, Brasília*, 2: 273-284.
- Berbert, M.C. 2003. *A mineração de areia no Distrito Areeiro de Itaguaí-Seropédica/RJ: Geologia dos depósitos e caracterização das atividades de lavra e dos impactos ambientais*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 132 p.
- Bradley, R.S. 1999. *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. San Diego, Elsevier Academic Press. 614 p.
- Campbell, I.D. 1991. Experimental mechanical destruction of pollen grains. *Palyology*, 15: 29-33.
- Coelho, L.G. 1999. *Variações climáticas e do nível do mar na região da Baía de Sepetiba (RJ) nos últimos seis mil anos – Um registro palinológico*. Programa de Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 114 p.
- Coelho, L.G.; Barth, O.M. & Araújo, D.S.D. 2008. Pollen analysis of Holocene sediments from the Poço das Antas National Biological Reserve, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80: 531-541.
- Colinvaux, P.A. 1993. *Ecology 2*. Nova York, John Wiley & Sons. 688 p.
- Freitas, A.G. 2011. *Registro palinológico e mudanças ambientais holocênicas na península de Armação de Búzios, Região dos Lagos – RJ, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 139 p.
- Jansonius, J. & Mcgregor, D.C. 1996. *Palyology: Principles and Applications*. Salt Lake City, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation. 458 p.
- Joly, A.B. 1979. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo, Companhia Editora Nacional. 777 p.
- Lorenzi, H. 1998. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Editora Instituto Plantarum. 352 p.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Martin, L. 1999. Evolução das florestas tropicais estacional semidecidual e ombrófila densa durante o Holoceno Médio na região norte do Rio de Janeiro, baseado em Palinologia. *Revista UnG Geociências*, 4: 74-84.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Silva, C.G. 2006. Dinâmica temporal na Lagoa do Campelo, região norte do Estado do Rio de Janeiro, baseada em estudos palinológicos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9: 127-136.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M.; Martin, L.; Silva, C.G. & Turcq, B.J. 2011. Palynological evidence of the replacement of the hygrophilous forest by field 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: 939-951.
- Moore, P.D.; Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen Analysis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 216 p.
- Peixoto, A.L.; Rosa, M.M.T.; Barbosa, M.R.V. & Rodrigues, H.C. 1995. Composição florística do entorno da Represa de Ribeirão das Lages, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*, 17: 51-74.
- RADAMBASIL. 1983. *Folhas SP. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, MME. 780 p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1994. *História Ecológica da Terra*. São Paulo, Editora Edgar Blücher. 307 p.
- Santos, D.S. 2000. *Análise Palinológica como Ferramenta de interpretação de oscilações climáticas, ambientais e do nível do mar na Baía de Sepetiba, RJ*. Programa de Pós-graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 85 p.
- São-Thiago, L.E.U. 2005. *Análise palinológica no manguezal da área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 162 p.
- SEMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente). 1996. *Projeto I: Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba*. Rio de Janeiro, 1996. 63 p. (Programa de Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Rio de Janeiro).
- Silva, L.C. 2001. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília, CPRM. 88 p.
- Silva, J.P.M. 2010. *Auditorias como ferramenta de melhoria ambiental da mineração no Distrito Areeiro de Piranema*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 104 p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, Editora Instituto Plantarum. 639 p.
- Ybert, J.-P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.; Scheel, R. & Vicentini, K. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada para estudos palinológicos do Quaternário. *Revista do Instituto Geológico*, 13(2): 47-49.