



**Tafonomia de Esporos de Pteridófitas Encontrados em Sedimentos  
Turfosos Quaternários do Rio de Janeiro, Brasil**

Taphonomy of Spores of Pteridophyta Detected in Quaternary Peat  
Sediments in Rio de Janeiro, Brazil

Robson Lucas Bartholomeu<sup>1</sup>; Marcia Aguiar de Barros<sup>1</sup> & Ortrud Monika Barth<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, 21040-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: rluucasbr@yahoo.com.br; marcabarros@yahoo.com; barth@ioc.fiocruz.br

Recebido em: 10/09/2012 Aprovado em: 20/07/2013

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2013\\_1\\_55\\_63](http://dx.doi.org/10.11137/2013_1_55_63)

## Resumo

A Tafonomia é uma ferramenta usada em interpretações paleoambientais que remonta ao processo de deposição dos palinomorfos. A interpretação dos processos tafonômicos fornece subsídios para a compreensão das condições ambientais passadas, através de marcas preservadas nos palinomorfos. A área de estudo localiza-se na Praia Vermelha, bairro da Urca, município do Rio de Janeiro, entrada da Baía de Guanabara. Foi estudada a preservação dos esporos ocorrentes em um perfil estratigráfico, formado por sedimentos turfosos e areno-lamosos, abrangendo o intervalo de tempo entre cerca de 4.520 a 4.270 anos A.P. Oito níveis foram selecionados e amostrados. Os esporos encontrados foram agrupados de acordo com o tipo de deterioração, em danos de corrosão/degradação, mecânicos e sem danos. A percentagem de cada tipo de dano foi calculada em relação ao total de esporos contados e a concentração em relação a 1cm<sup>3</sup> de sedimento. Foi encontrado um grande número de esporos com danos de corrosão e degradação, característicos de exposição ao ar, indicando ter havido ocasiões de menor disponibilidade de água no local. O predomínio de esporos sem danos em alguns níveis sugere uma sedimentação subaquosa, corroborado pelas análises sedimentológicas realizadas.

**Palavras-chave:** Palinologia; Quaternário; esporos; palinomorfos; tafonomia

## Abstract

Taphonomy is a tool used in palaeoenvironmental interpretations dating back to the process of palynomorphs deposition. The interpretation of taphonomic studies provides subsidies to the understanding of the environmental past conditions through the marks left on the preserved palynomorphs. The study area is located in the Praia Vermelha, Urca district, municipality of Rio de Janeiro, in the entrance of Guanabara Bay. The preservation of spores inside a columnar profile, constituted of peat and sandy mud sediments, was studied, comprising a time interval from about 4,520 to 4,270 years B.P. Eight levels were selected and sampled. The spores were classified according to the type of deterioration, by damages of corrosion and degradation and by mechanical damages. The percentage of each kind of deterioration was calculated in relation to the total number of counted spores and the concentration in relation to one cm<sup>3</sup> of sediment. A large number of spores presenting corrosion and degradation damages was observed, being characteristic of air exposure, indicating occasions of lower water availability in this site. The predominance of undamaged spores in some levels suggests an underwater sedimentation, corroborated by sedimentary analyses.

**Keywords:** Palynology; Quaternary; spores; taphonomy; palynomorphs

## 1 Introdução

Esporos de Pteridophyta e Bryophyta, bem como grãos de pólen, podem ser dispersos pela atmosfera e pela água. Quando depositados em ambientes que propiciam sua preservação, registram, ao longo do tempo geológico, mudanças ocorridas em comunidades vegetacionais locais e regionais. O entendimento dos fenômenos que atuam na relação entre a vegetação e o espectro de palinórfos depositados torna-se mais complexo em regiões tropicais e subtropicais devido à diversidade biológica existente e aos variados sistemas de transporte (Bauermann *et al.*, 2002).

O termo tafonomia vem do grego *tafos* = sepultamento e *nomos* = leis. É aplicado independentemente em estudos de Paleontologia de invertebrados, de vertebrados e na Paleobotânica. A partir da década de 1990, estudos tafonômicos relativos a esporos e grãos de pólen foram intensificados, tanto em Micropaleontologia como em Paleopalínologia (Holz & Simões 2002). Além da descrição morfológica de palinórfos, identificação e sistemática, aspectos tafonômicos foram incorporados à caracterização destes palinórfos, tentando-se compreender melhor a sua distribuição em depósitos sedimentares. A tafonomia implica numa separação entre endexina e ectexina do esporoderma através da formação de pequenas cavidades durante a hidratação no processo deposicional (Polevova *et al.*, 2010).

O termo tafonomia abrange dois significados. Segundo Campbell (1991) e Moore *et al.* (1991) compreende alterações da estrutura do esporoderma de esporos e grãos de pólen, significado aplicado no presente trabalho. Entretanto, segundo Hunt & Rushworth (2005), refere-se também à preservação e ao influxo de esporos e grãos de pólen em sedimentos.

Mudanças ambientais ocorridas durante o processo tafonômico de esporos e grãos de pólen podem resultar em alterações do espectro palinológico inicial levando à interpretação da composição da vegetação local e regional dificultada (Luz *et al.*, 1999; Pennington & Tutin, 1996).

Os esporos, bem como os grãos de pólen, estão sujeitos a variados processos de desgaste e deterioração desde o momento da deiscência dos esporângios e das anteras, até a ocasião de sua deposição e preservação nos sedimentos. As informações sobre o grau e tipo de deterioração são de extrema importância na avaliação das condições de sedimentação. Entretanto, muitas vezes os

danos sofridos dificultam o reconhecimento dos palinórfos ao nível taxonômico. Tratando-se de grãos de pólen e esporos sem ornamentação explícita, chamados psilados, torna-se difícil o reconhecimento de danos quando pouco intensos (Campbell, 1999).

Moore *et al.* (1991) descreveram os seguintes tipos de deterioração encontrados em palinórfos:

**Corrosão** - Escavações frequentemente circulares ocorrem na superfície dos palinórfos devido à atividade microbiana. O ataque microbiano, particularmente por bactérias anaeróbicas, pode prosseguir em sedimentos úmidos, ou em alagados, mas em taxa muito reduzida.

**Degradação** - Ela é caracterizada por uma redução na espessura da exina dos esporos e grãos de pólen. Fungos e bactérias são responsáveis pela alteração local do esporoderma sob condições periódicas de aeração do sedimento, implicando no contato do oxigênio com os palinórfos, logo após sua deposição, ou em algum momento de sua história. Em sua forma extrema, isto pode resultar em que os elementos de ornamentação se tornam indefinidos ou ainda, apresentando superfícies sem estruturas. Em turfeiras, os esporos e grãos de pólen podem sofrer este tipo de desgaste devido a ocasionais períodos de seca.

**Danos mecânicos** - A exina dos palinórfos pode estar rompida, quebrada ou amassada, mas não necessariamente apresentando redução de espessura ou perfurações. A causa de tal desgaste é geralmente o estresse físico pelo qual o palinórfos foi exposto no curso de sua história deposicional, como, por exemplo, transporte fluvial carreando os grãos para um lago, brejo ou para o mar.

Todos estes danos podem ocorrer isoladamente ou associados, dificultando a identificação taxonômica dos palinórfos. Desta forma, o conhecimento da tafonomia é importante, não devendo ser desconsiderada nas identificações e interpretações palinológicas, podendo ser usada como uma ferramenta que remonta ao processo de deposição dos palinórfos. A integração destes estudos fornece subsídios para a compreensão das condições ambientais passadas através das marcas deixadas e preservadas nos palinórfos.

## 2 Área de Estudo

A área de estudo está situada na Praia Vermelha, localizada no bairro da Urca (22°57'16"

S – 43°09'53" W), município do Rio de Janeiro, na porção ocidental da entrada da Baía de Guanabara (Figura 1). Constitui paisagem de baixios planos de sedimentos quaternários e aterros, separados por morros escarpados de rochas pré-cambrianas, que testemunham as transformações geológico-geomorfológicas e antrópicas às quais foram submetidos ao longo do tempo (Valeriano & Magalhães, 1984). A formação vegetal nativa da área em questão é a floresta do tipo pluvial tropical (Mata Atlântica), existindo uma ampla descaracterização de suas principais formações nativas, causada principalmente pela ação antrópica. Nos Morros da Urca, Pão de Açúcar e Cara de Cão, periféricos ao local de estudo, pode-se considerar atualmente cinco formações vegetais: floresta pluvial, flora rupícola, encostas de murumbu/capim colônio, plantas ruderais, viárias de base e vegetação do cume (Carauta & Oliveira, 1984; Marques & Martins, 1997).

*Evolução Costeira no Holoceno* - As flutuações do nível médio do mar ao longo do Quaternário constituem fator de grande importância na evolução das planícies costeiras do Brasil (Martin & Suguio, 1989). As evidências dessas flutuações do nível do mar no passado vêm principalmente do estudo de antigos cordões litorâneos, de cordões atualmente submersos nas plataformas continentais, da presença de antigos bancos de corais e de depósitos de conchas acima do nível do mar atual (Salgado-Labouriau, 2007).

A região costeira do Estado do Rio de Janeiro que vai de Cabo Frio a Angra dos Reis é denominada por Muehe (1998) como 'Macro-compartimento dos Cordões Litorâneos'. Segundo este mesmo autor, a brusca inflexão do litoral no sentido oeste, por efeito da zona de fratura do Rio de Janeiro, fez com que alinhamentos estruturais do embasamento de direção NE-SW, fossem truncados pela direção E-W do litoral. O que marca a fisionomia da paisagem deste compartimento é o desenvolvimento de cordões litorâneos, frequentemente ocorrendo na forma de duplos cordões, dispostos paralelamente e separados por uma depressão estreita. Esses cordões, em cuja retaguarda se desenvolveu um conjunto de lagunas, imprimiram o aspecto retificado de todo o litoral.

Segundo Amador (1997) após a estabilização dos cordões litorâneos mais recentes, formar-se-iam inúmeros pântanos na orla da baía de Guanabara, entre os quais, um situado entre o cordão da praia Vermelha e a antiga praia da Saudade, não mais existente devido aos aterros. Estes cordões ligavam o conjunto de morros, o da Urca e do Pão de Açúcar ao continente.

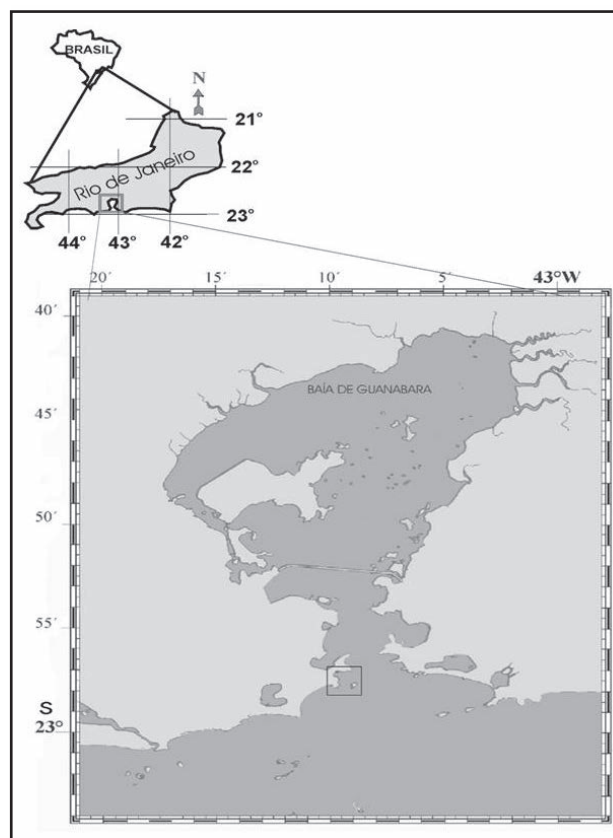


Figura 1 Mapa de localização da Praia Vermelha, Rio de Janeiro, Brasil.

### 3 Material e Métodos

Na Praia Vermelha foi aberta uma trincheira com 115 cm de profundidade, na qual, abaixo de uma camada arenosa de cerca 85 cm, ocorreu um pacote de 15 cm de sedimentos turfosos intercalados com uma camada de areia lamosa e lama arenosa (Figura 2). Foram selecionadas oito amostras correspondendo a oito níveis da coluna estratigráfica. Foram datados os níveis de base e topo do pacote turfoso.

*Preparo das amostras* - As amostras foram processadas de acordo com a metodologia padrão proposta por Ybert *et al* (1992), a qual inclui procedimentos para a amostragem e o tratamento químico dos sedimentos. Cada uma, com um volume 8 cm<sup>3</sup> de sedimento, foi tratada sucessivamente com ácido fluorídrico (HF) a 40% para extração de sílica, ácido clorídrico (HCl) a 10% para extração de carbonatos, acetólise clássica para dissolução de material orgânico e gradiente de cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>) densidade 2 para separação dos esporomorfos. Foram preparadas três lâminas de cada amostra usando-se gelatina-glicerinada. Objetivando determinar a concentração dos palinomorfos, foram

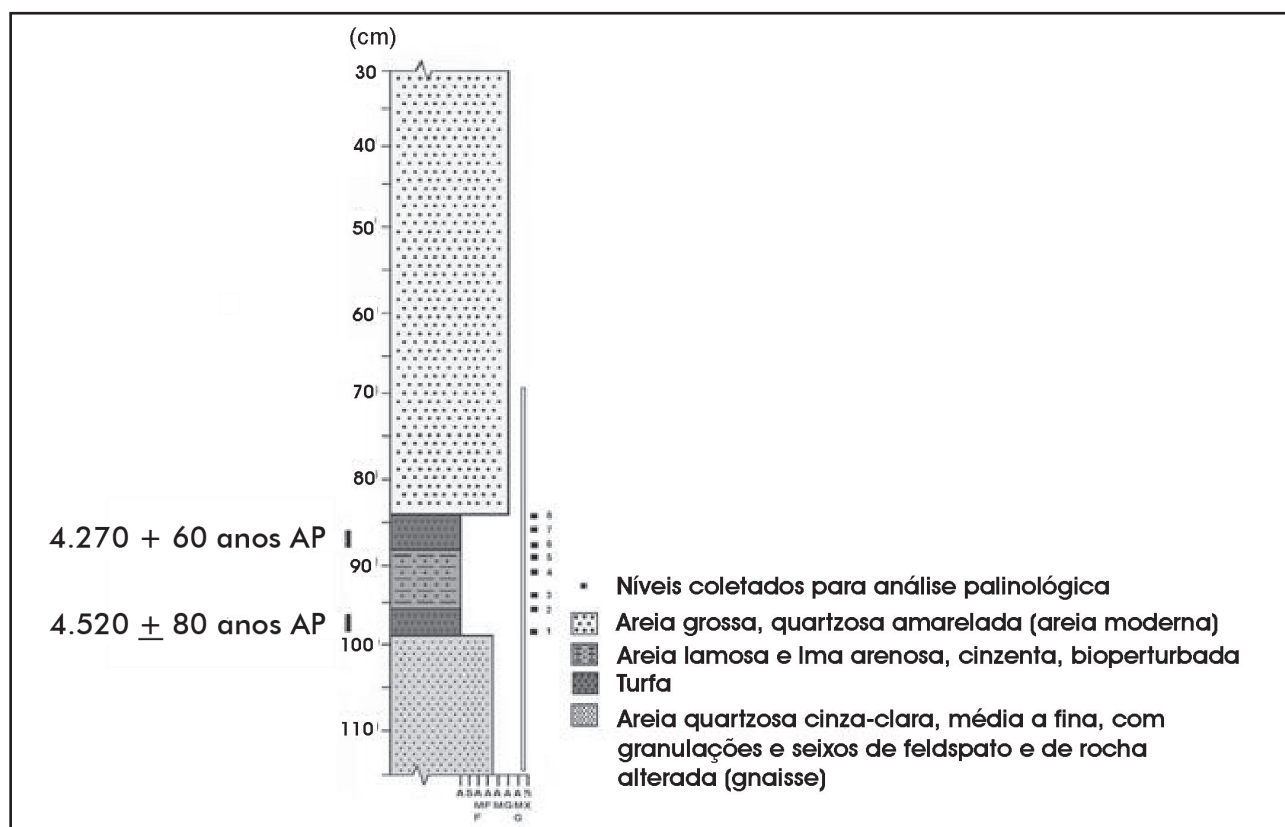


Figura 2 Perfil colunar, evidenciando os níveis amostrados e as datações obtidas.

adicionadas pastilhas de esporo exótico *Lycopodium clavatum*, contendo um número conhecido de esporos (Stockmar, 1971). *Identificação e contagem de palinomorfos*- A identificação dos palinomorfos, com base em suas características morfológicas (tamanho, forma, número, tipo e posição de aberturas, tipo de superfície, estratificação da exina), foi realizada através da comparação com lâminas da coleção de referência do Laboratório de Palinologia (Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro) e uso de publicações (Behling, 1992; Colinvaux *et al.*, 1999; Hooghiemstra, 1984; Luz, 1997; Roubik & Moreno, 1991) Foram contados no mínimo 300 grãos de palinomorfos por nível.

*Gráficos* - Os gráficos de percentagem e concentração foram elaborados usando os programas Tilia e TiliaGraph.

#### 4 Resultados

Os esporos foram agrupados em três categorias. Os que apresentavam simultaneamente danos de corrosão e degradação foram agrupados na

mesma categoria, diferenciando-os dos com danos mecânicos e os sem danos.

Esporos de pteridófitas foram encontrados nos oito níveis analisados, apresentando danos de corrosão, degradação e mecânicos (Tabelas 1 e 2, Figuras 3 e 4). A seguir, estes são apresentados a partir da base ao topo do pacote de sedimentos turfosos, areia lamosa e lama arenosa.

Nível 1 (99 cm) - Este nível foi datado em  $4.520 \pm 80$  anos A.P., idade calibrada (Beta - 156413). Refere-se a um material turfoso contendo poucos esporos apresentando principalmente danos de corrosão e degradação 78,6% (22.990 esporos/cm<sup>3</sup>). Danos mecânicos 7,2% (2.117 esporos/cm<sup>3</sup>) ocorrem em baixa percentagem e concentração. Dominam em frequência os esporos do tipo *Adiantum* (Pteridaceae) e em menor quantidade os do tipo *Cyathea* (Cyatheaceae). Os esporos bem preservados correspondem a 14,2% (4.134 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 2 (96 cm) - Neste nível, relativo também à turfa, aumenta a quantidade de esporos predominando os com danos de corrosão e degradação



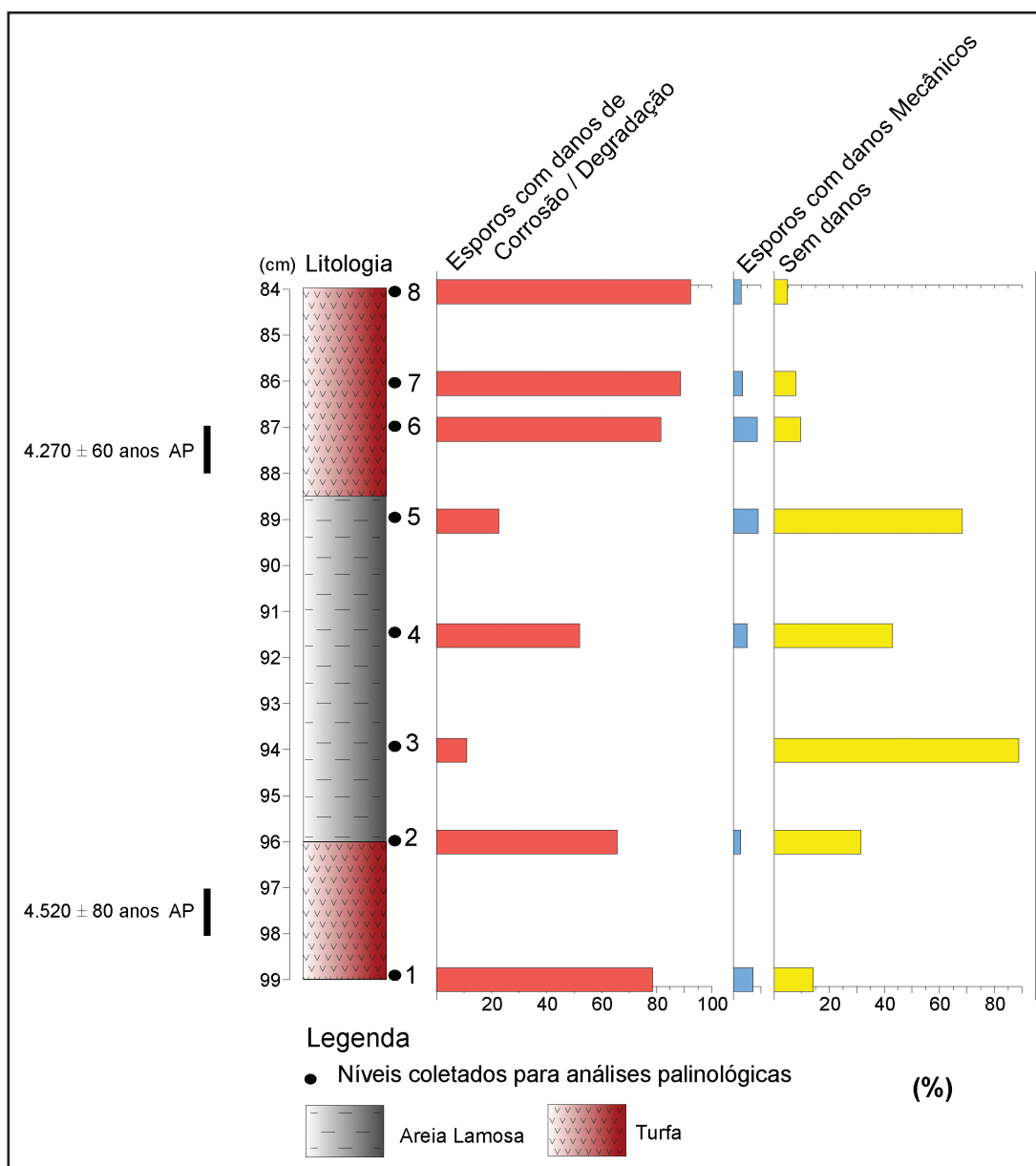


Figura 3  
 Diagrama palinológico de percentagem de esporos.

65,7% (45.459 esporos/cm<sup>3</sup>) sobre os danos mecânicos 2,8% (1.932 esporos/cm<sup>3</sup>). Dominam os esporos do tipo *Adiantum* (Pteridaceae) e em menor quantidade os do tipo de *Acrostichum* (Pteridaceae). Os esporos bem preservados correspondem a 31,5% (21.763 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 3 (94 cm) - Este nível é caracterizado pela presença de areia lamosa e de uma redução total de esporos em geral, tanto com danos de corrosão e degradação 11,1% (144 esporos/cm<sup>3</sup>), quanto à ausência de esporos com danos mecânicos. Predominam neste nível os esporos bem preservados, com 88,9% (1.152 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 4 (91.5 cm) - Este nível também é caracterizado por areia lamosa e pelo aumento da quantidade de esporos. A quantidade de esporos ainda é reduzida, apresentando danos de corrosão e degradação 52% (5.074 esporos/cm<sup>3</sup>). Constam os do tipo *Acrostichum* (Pteridaceae) e *Adiantum* (Pteridaceae). Os com danos mecânicos voltam a ser encontrados 5% (488 esporos/cm<sup>3</sup>). Os esporos bem preservados apresentam 43% (4.196 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 5 (89 cm) - A característica sedimentar neste nível de areia lamosa é a mesma dos dois níveis anteriores. Ocorre uma diminuição nos percentuais de esporos com danos de corrosão e degradação 22,7% (78.146 esporos/cm<sup>3</sup>). Os esporos com danos

mecânicos apresentam acréscimo em percentagem e concentração 9% (31.006 esporos/cm<sup>3</sup>). Aumenta a quantidade total de esporos, compreendendo os tipos *Acrostichum* (Pteridaceae), *Adiantum* (Pteridaceae) e *Cyathea* (Cyatheaceae). Os bem preservados compreendem 68,3% (235.698 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 6 (87 cm) - Para este nível turfoso obteve-se uma datação de 4.270 ± 60 anos A.P., idade calibrada (Beta - 156414). Foi observado um aumento total de percentagem e concentração de esporos bem como os danos de corrosão e degradação 81,6% (119.204 esporos/cm<sup>3</sup>). Os esporos com danos mecânicos são poucos 8,8% (12.903 esporos/cm<sup>3</sup>). Ocorrem esporos dos tipos *Acrostichum* (Pteridaceae) e *Adiantum* (Pteridaceae). Os bem preservados compreendem somente 9,6% (13.943 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 7 (86 cm) - Este nível turfoso apresenta elevado número de esporos. Apresenta forte domínio dos danos de corrosão e degradação 88,7% (758.065 esporos/cm<sup>3</sup>). Há redução dos esporos com danos mecânicos 3,5% (29.766 esporos/cm<sup>3</sup>). Ocorrem os dos tipos *Acrostichum* (Pteridaceae) e *Adiantum* (Pteridaceae). Os bem preservados compreendem somente 7,8% (66.671 esporos/cm<sup>3</sup>).

Nível 8 (84 cm) - Este último nível turfoso apresenta o maior número de esporos, dominando os danos de degradação e corrosão 92,3% (891.350 esporos/cm<sup>3</sup>). Há poucos esporos com danos mecânicos 2,9 (27.686 esporos/cm<sup>3</sup>). Ocorrem os tipos *Cyathea* (Pteridaceae) e *Adiantum* (Pteridaceae). Os bem preservados compreendem somente 4,8% (46.246 esporos/cm<sup>3</sup>).

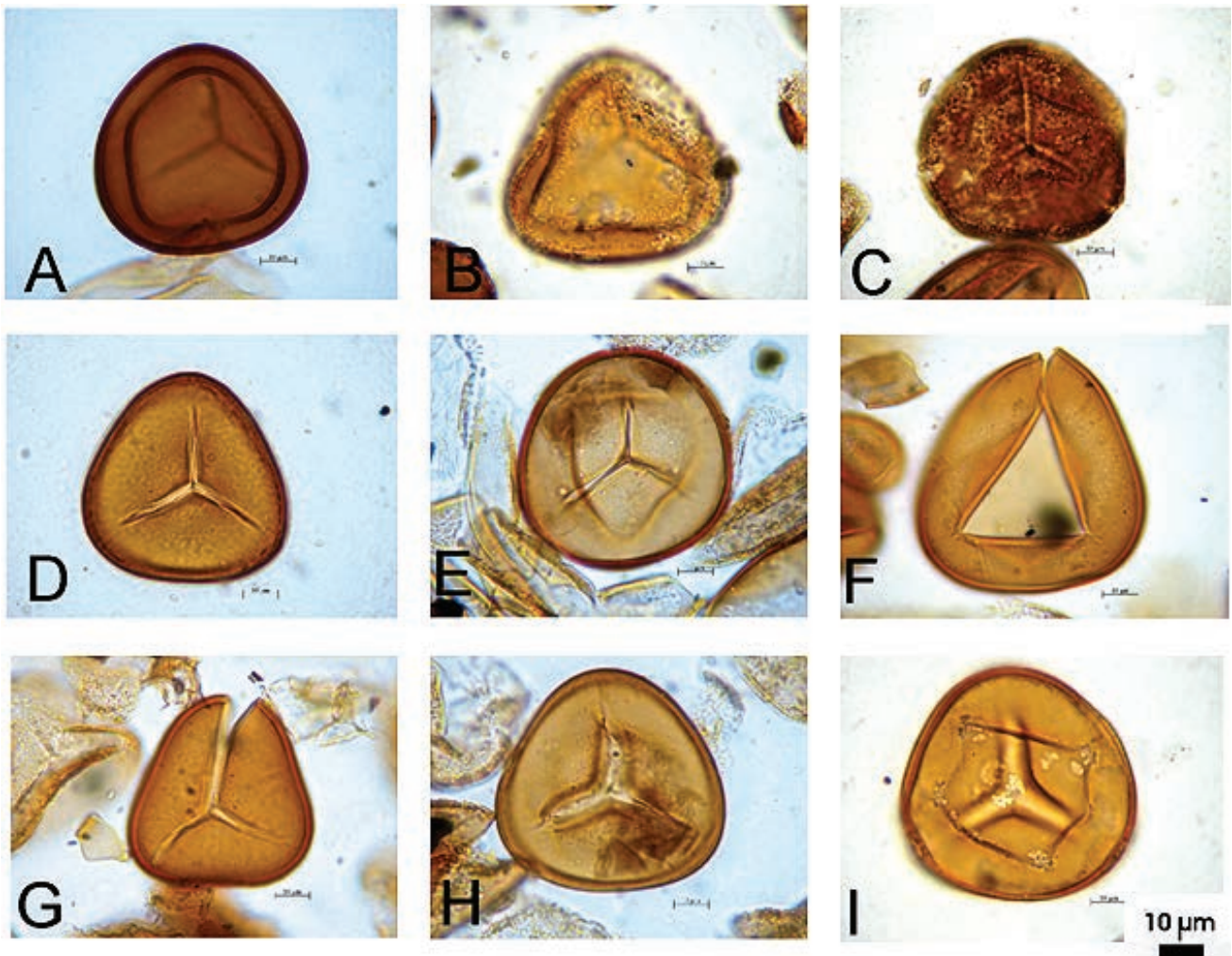


Figura 4 A-C: esporos do tipo *Adiantum*. A – espora sem danos; B - espora com danos de corrosão; C - espora com danos de corrosão e degradação. D-G: esporos do tipo *Acrostichum*. D - espora sem danos; E - espora com danos de corrosão; F, G - esporos com danos mecânicos. H-I: esporos do tipo *Cyathea*. H – espora sem danos; I – espora com danos de corrosão e degradação.

## 5 Discussão

As análises palinológicas das amostras mostram que houve o domínio do tipo polínico *Adiantum* na maioria das amostras, seguido de *Acrostichum* e poucos esporos de *Cyathea* (níveis 1 e 5). *Adiantum* é um gênero que ocorre principalmente no interior de florestas primárias e secundárias, desde o nível do mar até cerca de 2.000 metros de altitude (Winter *et al.*, 2011). O gênero *Cyathea*, compreendendo cerca de 100 espécies, ocorre em ambientes úmidos de todas as regiões do Brasil (Windisch, 2010). *Acrostichum* ocorre no nordeste e sudeste do Brasil, de preferência na Mata Atlântica, em solos úmidos ou parcialmente alagados (Pereira *et al.*, 2011; Silva & Oliveira, 1989).

O maior influxo de esporos deu-se nos níveis 7 e 8, altamente turfosos. Valores menores foram encontrados no nível 5, seguido dos níveis 2 e 6, já na dependência de uma sedimentação mista de turfa e areia lamosa. Segundo os táxons identificados dos esporos trata-se de um aporte local da área litorânea e das encostas dos morros adjacentes e não de áreas mais distantes. Não houve influência marinha.

Valores relativamente baixos de esporos encontrados nos sedimentos turfosos e areno-turfosos dos níveis 1 a 4 poderiam estar relacionados ao rebaixamento do nível do mar, acompanhado de alteração do lençol freático que em 4.200 anos A.P. atingiu o seu máximo (Ireland, 1987; Suguio *et al.*, 1985). A transgressão subsequente proporcionou o represamento do lençol freático, voltando à formação de material turfoso, sem influência marinha, desta vez com amplo aumento da concentração total de esporos (níveis 5 a 8).

As análises palinológicas das amostras mostram que os níveis turfosos (níveis 1, 2, 6, 7 e 8) apresentam elevado percentual de esporos com danos de corrosão e degradação, sugerindo que ficaram expostos ao ar, mesmo que temporariamente, fato comprovado por Campbell (1991), Moore *et al.* (1991) e Bauermann *et al.* (2002) em outros depósitos sedimentares. Devem ter sofrido ressecamento prévio, prejudicando a preservação dos esporos, enquanto que na areia lamosa ficaram imediatamente submersos e encobertos, proporcionando uma boa preservação nos níveis 2

a 5. A ocorrência de um relativo percentual elevado de esporos inteiros, sem danos nestes níveis, indica sua imediata sedimentação subaquosa sem haver um influxo de esporos de áreas mais distantes sujeitos a danos mecânicos.

Esporos com danos mecânicos são frequentes no nível 4, aumentando no nível 5 e decrescendo ao topo do pacote sedimentar. Segundo Campbell (1991), danos mecânicos não são uma consequência a colisões entre grãos de pólen ou destes com partículas minerais durante seu transporte. São causados como resultado de uma redeposição (Campbell, 1999) de pólen previamente exposto a um ambiente anaeróbico.

O amplo predomínio de esporos bem preservados e em alta concentração nos níveis 3 e 5 representa os pteridófitos da vegetação local. Portanto, a entrada dos esporos de pteridófitas na turfa ficou em dependência das condições de preservação e de seu aporte.

Os dados percentuais obtidos, apresentando as relações de frequência entre esporos com e sem danos, bem como entre os tipos de danos, representam muito bem as condições ambientais às quais ficaram sujeitos durante sua sedimentação (Luz *et al.*, 2010). Os dados de concentração total de esporos por cm<sup>3</sup> de sedimento por nível amostrado, bem como dos esporos apresentando danos de corrosão e degradação, de danos mecânicos e os sem danos, refletem as condições de sedimentação dos mesmos ao local de deposição e posterior fossilização.

## 6 Agradecimentos

Os autores agradecem à Marcel Rocha Soares Lopes e à Dr<sup>a</sup>. Claudia Gutterres Vilela 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. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Mestrado concedida a R.L. Bartholomeu. Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia pelo auxílio financeiro concedido.



Tipos de Danos	Nível 1 (%)	Nível 2 (%)	Nível 3 (%)	Nível 4 (%)	Nível 5 (%)	Nível 6 (%)	Nível 7 (%)	Nível 8 (%)
<b>Corrosão/Degradação</b>	78,6	65,7	11,1	52,0	22,7	81,6	88,7	92,3
<b>Mecânicos</b>	7,2	2,8	0	5,0	9,0	8,8	3,5	2,9
<b>Sem danos</b>	14,1	31,5	88,9	43,0	68,3	9,5	7,8	4,8

Tabela 1  
Porcentagem de esporos separados por tipo e ausência de danos, por nível amostrado.

Tipos de Danos	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8
<b>Corrosão/Degradação</b>	22.990	45.459	144	5.074	78.146	119.204	758.065	891.350
<b>Mecânicos</b>	2.117	1.932	0	488	31.006	12.903	29.766	27.686
<b>Sem danos</b>	4.134	21.763	1.152	4.196	235.698	13.943	66.671	46.246

Tabela 2  
Concentração de esporos separados por tipo e ausência de danos, por nível amostrado.

## 7 Referências

- Amador, E. 1997. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e Natureza*. Rio de Janeiro: Editado pelo autor. 359 p.
- Bauermann, S.G.; Marques-Toigo, M.; Behling, H. & Neves, P.C.P. 2002. Aspectos tafonômicos em Palinologia de Quaternário. *Pesquisas, Botânica*, 52: 223-239.
- Behling, H. 1992. *Untersuchungen zur Spätpleistozänen und Holozänen Vegetations und Klimageschichte der Tropischen Küstenwälder und der Araukarienwälder in Santa Catarina (Südbrasilien)*. Tese. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fachbereiche der Georg-August Universität zu Göttingen. 149p.
- Campbell, I.D. 1991. Experimental mechanical destruction of pollen grains. *Palynology*, 15: 29-33.
- Campbell, I.D. 1999. Quaternary pollen taphonomy: examples of differential redeposition and differential preservation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 245-256.
- Carauta, J.P.P. & Oliveira, R.R. 1984. Plantas vasculares dos morros da Urca, Pão de Açúcar e Cara de Cão. *Rodriguésia*, 36: 13-24.
- Colinvaux, P.; De Oliveira, P.E. & Patiño, J.E.M. 1999. *Amazon pollen manual and atlas / Manual e atlas palinológico da Amazônia*. Amsterdam, Hardwood Academic Publishers. 332 p.
- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. 1ª ed. Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 231 p.
- Hooghiemstra, H. 1984. *Vegetational and climatic history of the high plain of Bogota, Colombia*. Germany: Dissertatione Botanicae, vol. 79, 337 p.
- Hunt, C.O & Rushworth, G. 2005. Airfall sedimentation and pollen taphonomy in the West mouth of the Great Cave, Niah. *Journal of Archaeological Science*, 32: 465-473.
- Ireland, S. 1987. The Holocene sedimentary history of the coastal lagoons of Rio de Janeiro state, Brazil. In: TOOLEY, M.J. & SHENNAN, I. (eds.). *Sea level changes*. The Institute of British Geographers Special Publications Series, 20. Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 25-66.
- Luz, C.F.P. 1997. *Estudo palinológico dos sedimentos holocênicos da Lagoa de Cima, Município de Campos, Norte do Estado do Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 204 p.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Martin, L. 1999. Evolução da história das Florestas Tropical Estacional Semidecidual e Ombrófila Densa durante o Holoceno médio na região Norte do Rio de Janeiro, baseado em dados da Palinologia. *Revista Universidade Guarulhos*, 4: 74-84.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Silva, C.G. 2010. Modern processes of palynomorph deposition at lakes of the northern region of the Rio de Janeiro State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82: 679-690.
- Marques, M.C.M & Martins, H.F. 1997. Flora do Estado do Rio de Janeiro. *Albertoa*, 4: 295-301.
- Martin, L. & Suguio, K. 1989. *Excursion route along the Brazilian coast between Santos (state of São Paulo) and Campos (north of state of Rio de Janeiro)*. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY. 135 p.
- Moore, P. D.; Webb, J. A. & Collinson, M. E. 1991. *Pollen analysis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 216 p.
- Muehe, D. 1998. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (eds) *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 273-349.
- Pennington, W. & Tutin, T. G. 1996. Limnic sediments and the taphonomy of Lateglacial pollen assemblages. *Quaternary Science Reviews*, 15 (5-6): 501-520.
- Pereira, A.F.N.; Barros, I.C.L.; Santiago, A.C.P. & Silva,



- I.A.A. 2011. Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 62: 1-10.
- Polevova, S.; Tekleva, M.; Neumann, F.H.; Scott, L. & Stager, J.C. 2010. Pollen morphology, ultrastructure and taphonomy of the Neuradaceae with special reference to *Neurada procumbens* L. and *Griellum humifusum* E.Mey. ex Harv. et Sond. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 160: 163-171.
- Roubik, D.W. & Moreno, J.E.P. 1991. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. Missouri: Missouri Botanical Garden. 270 p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 2007. *Crítérios e técnicas para o Quaternário*. São Paulo, Editora Edgard Blücher. 387 p.
- Silva, J.G. & Oliveira, A.S. 1989. A vegetação de restinga no município de Maricá – RJ. *Acta Botanica Brasilica* 3, supl.: 253.
- Stockmar, J. 1971. Tablets spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13 (4): 615-621.
- Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Flexor, J.M. & Azevedo, A.E. G. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15: 273-286.
- Valeriano, C.M. & Magalhães, A.C. 1984. Geologia Estrutural da Área do Pão de Açúcar e Adjacências, Rio de Janeiro, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 56 (3): 295-301.
- Winter, S.L.S., Sylvestre, L.S. & Prado, J. 2011. O gênero *Adiantum* (Pteridaceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 62: 663-681.
- Windisch, P.G. 2010. Cyatheaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB090866>, acessado em 28.06.2012).
- Ybert, J.P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheitter, M.L.; Barros, M.A.; Chaves, S.A.M.; Luz, C.F.P.; Ribeiro, M.B.; Scheel, R. & Vicentini, K.F. 1992. Sugestões para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. *Boletim do Instituto Geológico*, 13: 47-49.