



**Evolução Paleogeográfica da Planície Costeira da Praia Vermelha,  
Entrada da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, por meio de Registros Palinológicos**  
The Palaeogeographical Evolution of the Shore Plane of the Praia Vermelha,  
Entrance of the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Through Palynological Registers

Robson Lucas Bartholomeu<sup>1</sup>; Marcia Aguiar de Barros<sup>1</sup>; Marcel Rocha Soares Lopes<sup>2</sup>;  
Claudia Gutterres Vilela<sup>3</sup> & Ortrud Monika Barth<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Universidade 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

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia,  
Rua Athos da Silveira Ramos 274, Cidade Universitária, 21941-916. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>3</sup>Universidade 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

<sup>4</sup>Instituto Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, 21040-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: rlucastr@yahoo.com.br; marcabarros@yahoo.com; marcel\_geo@ig.com.br;  
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\\_92\\_103](http://dx.doi.org/10.11137/2014_1_92_103)

## Resumo

Sedimentos turfosos, expostos em períodos de ressaca, foram encontrados na Praia Vermelha, área urbana da cidade do Rio de Janeiro. As análises palinológicas aplicadas a estes sedimentos, visando verificar variações ambientais que possam ter ocorrido durante o Período Quaternário, compreenderam o intervalo de tempo entre 4.520 – 4.270 anos A.P. Os resultados obtidos indicaram que durante o intervalo de tempo citado havia inicialmente o domínio de uma vegetação característica de mata de restinga que passou a ser dominada pela vegetação de brejo de restinga, sem intervenção marinha. A ocorrência de um grande número de esporos apresentando danos de corrosão/degradação por terem sofrido oxidação pela exposição ao ar, indica que ocasionalmente houve menor disponibilidade de água no local.

**Palavras-chave:** Palinologia; Quaternário; Praia Vermelha; cidade do Rio de Janeiro

## Abstract

Peat sediments were observed during high tide occasions in the Praia Vermelha beach, urban area of the Rio de Janeiro city. They were studied to investigate possible environmental variations during the Quaternary Period. Palynological analysis was carried out comprising a time interval from ca. 4.520 ± 80 to 4.270 ± 60 years B.P. During this time the results obtained indicate that a restinga forest vegetation was sequentially dominated by a restinga bog vegetation. A great number of spores presenting corrosion/degradation damage, typical characteristics of exposition to the air, indicate that low quantity of water was disposable occasionally.

**Keywords:** Palynology; Quaternary; Praia Vermelha; Rio de Janeiro city

## 1 Introdução

As flutuações do nível relativo do mar ao longo do Quaternário constituem fator de grande importância na evolução das planícies costeiras do Brasil (Suguio *et al.*, 1985; Martin & Suguio, 1989). No compartimento de relevo costeiro fluminense, compreendido entre Cabo Frio e Angra dos Reis, sucessivas transgressões e regressões marinhas quaternárias formaram sequências de cordões litorâneos, frequentemente ocorrendo em forma de duplos cordões, dispostos paralelamente entre si, separados por depressões estreitas, em cuja retaguarda se desenvolveu um conjunto de lagoas (Muehe, 1998).

Dentro deste contexto, o afloramento de turfas durante períodos de ressaca na Praia Vermelha (Macedo, 1971), localizada à entrada da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, pode se constituir num importante indicador das oscilações do nível relativo do mar durante o Holoceno para a região da Baía de Guanabara. No entanto, há dúvidas quanto à origem desses depósitos, de modo que ainda não foi estabelecida nenhuma relação entre esses depósitos com outros indicadores de oscilação do nível relativo do mar na região.

Quanto à natureza desses depósitos, especula-se que poderiam ser de origem lagunar ou paludial ou mista, pois há registros iconográficos e cartográficos dos séculos XVI e XVII (Tossato, 1994; Almeida, 1998) que indicam a ocorrência de um corpo hídrico na depressão entre os cordões da praia Vermelha e da praia da Saudade, na enseada de Botafogo, que ligavam o conjunto dos morros da Urca e do Pão de Açúcar ao continente (Amador, 1997). Uma análise palinológica desses sedimentos poderia confirmar essas assunções, pois ela constitui uma ferramenta que é empregada na reconstituição ambiental, permitindo um grande detalhamento da evolução de paisagens costeiras e continentais durante o Quaternário (Absy & Suguio, 1975; Barros, 2003; Coelho, 1999; Lorscheitter, 1988; 1989; Luz, 1997; 2003; Santos, 2000, Ybert *et al.*, 2001). Além disso, estudos palinológicos de ambientes costeiros no Estado do Rio de Janeiro são pouco numerosos, destacando os de Toledo (1998) em sedimentos lagoa Salgada, os de Coelho (1999) e Santos (2000) em sedimentos da baía de Sepetiba, os de Misumi (2011) da bacia hidrográfica do rio Guandu e os Barth *et al.* (2011) em sedimentos da baía de Guanabara.

Com relação à idade dos depósitos desse corpo hídrico e sua relação com a evolução da linha de costa na região da baía de Guanabara no Holoceno, Amador (1985; 1997) levanta a hipótese de que esse corpo hídrico seria uma laguna do tipo intercórdão, que evoluiria, por processos de colmatção, para pântanos. Segundo o autor, este tipo de laguna teria sido gerado após a segunda regressão do nível relativo do mar no Holoceno (Suguio *et al.*, 1985) e, portanto, seria mais recente que 3.000 anos AP.

A descoberta de um depósito de turfa na intermaré da Praia Vermelha, dessa vez embutido no prisma praiado emerso, constituído de camadas de lama, turfa e areia, facilitou a sua amostragem e assim possibilitou a realização da estratigrafia dos depósitos e análises sedimentológicas, bem como palinológicas que são o objetivo da presente investigação.

## 2 Área de Estudo

A área de estudo é a planície costeira da Praia Vermelha, localizada no bairro da Urca, Rio de Janeiro (Figura 1). Essa pequena praia, cercada por promontórios rochosos (*pocket beach*), é uma planície composta por sedimentos marinhos e hoje, na sua maioria, cobertos por aterros que ligam o conjunto de morros da Urca e do Pão de Açúcar ao continente. O pacote de sedimentos turfosos apresenta-se ocasionalmente à vista em porções descontínuas ao longo da faixa de praia (Figura 2).

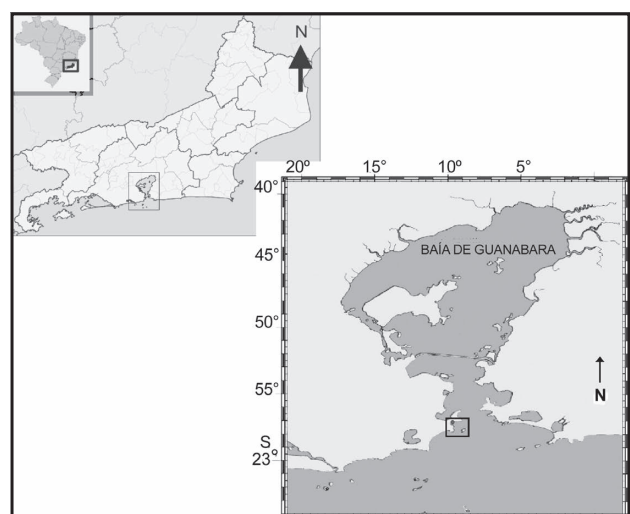


Figura 1 Localização da Praia Vermelha, à entrada da baía de Guanabara.



Figura 2 Turfa exumada na rampa de swash da praia Vermelha, RJ (1998).

A vegetação nativa é a floresta tropical (Mata Atlântica) (Veloso *et al.*, 1991). Essa floresta compreende vários mosaicos de ecossistemas florestais com estrutura e composição muito diversas, segundo os tipos de solos, a topografia e as características microclimáticas (Carauta & Oliveira, 1984). No entanto, ela está sempre exposta aos ventos úmidos que sopram do oceano para a terra. Na costa, dentro da faixa de Mata Atlântica, encontramos vários padrões de vegetação associados a ambientes de sedimentação e ao ambiente das marés atual. Nas escarpas de terras mais altas encontra-se uma floresta tropical de planalto, resultante da existência de um clima úmido, mas com a sazonalidade bem marcada. A paisagem demonstra graus variados de transformações antrópicas (Radambrasil, 1983; Marques & Martins, 1997). No conjunto dos morros da Urca, Pão de Açúcar e nas colinas da Babilônia ocorrem vários tipos de vegetação que incluem a floresta tropical, a flora rupícola, o capim murumbu (colonião ou da Guiné), plantas ruderais e a vegetação dos cumes (Carauta & Oliveira, 1984).

### 3 Material e Métodos

#### 3.1 Estratégia de Coleta de Sedimentos e Materiais

No depósito embutido nos sedimentos do prisma praial emerso foi levantada uma seção estratigráfica através de abertura de trincheira, localizada a 22°57'16" S – 43°09'53" W (Figura 3). Foram realizadas descrições de espessura de suas camadas, relações de contato, análises granulométricas e de estruturas sedimentares. Cerca de 1,0 kg de sedimento de cada camada foi coletado.

Amostras das duas camadas orgânicas turfosas (turfas I e II) foram coletadas para datação

radiométrica pelo método do  $^{14}\text{C}$ . As análises palinológicas foram realizadas em uma sequência de sedimentos no mesmo perfil estratigráfico, abarcando a turfa inferior, a areia lamosa intermediária e a turfa superior. A coleta foi realizada em canaletas de alumínio (45 x 2,5 x 2 cm), dentro das quais foram definidas oito subamostras, cujo tratamento químico seguiu a padronização segundo Ybert *et al.* (1992).

Foram levantados materiais cartográficos e iconográficos antigos para auxiliar na interpretação do ambiente de sedimentação.



Figura 3 Trincheira aberta no prisma praial emerso da praia Vermelha, RJ, mostrando os depósitos de turfa, lama e areia basal. Ao centro a canaleta de alumínio de 40 cm de comprimento empregada na amostragem de sedimentos para análise palinológica.

#### 3.2 Métodos

As amostras das turfás superior e inferior foram datadas pelo método radiométrico de  $^{14}\text{C}$  em espectrômetro de massa com aceleração de partículas pelo Laboratório *Beta Analytic* (Flórida, USA).

As frações de areia lamosa foram submetidas a exame microscópico que objetivaram a identificação da estrutura dos grãos de areia, bem como uma possível ocorrência de microfósseis marinhos como foraminíferos, ostracodes e espículas de esponjas.

Para as preparações palinológicas, as amostras de sedimento de aproximadamente 8 cm<sup>3</sup> de volume foram tratadas sucessivamente com soluções ácido fluorídrico (HF) a 40% (v/v), ácido clorídrico (HCl) a 10% (v/v), acetólise clássica e cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>) densidade 2, sendo preparadas três lâminas de cada. Objetivando determinar a concentração dos palinóforos, foram adicionadas pastilhas de esporo exótico *Lycopodium clavatum*, contendo um número conhecido de esporos, no início do processamento do material.

#### 4 Resultados

A abertura de uma trincheira no pós-praia permitiu a identificação das camadas sedimentares descritas no perfil sedimentar (Figura 4).

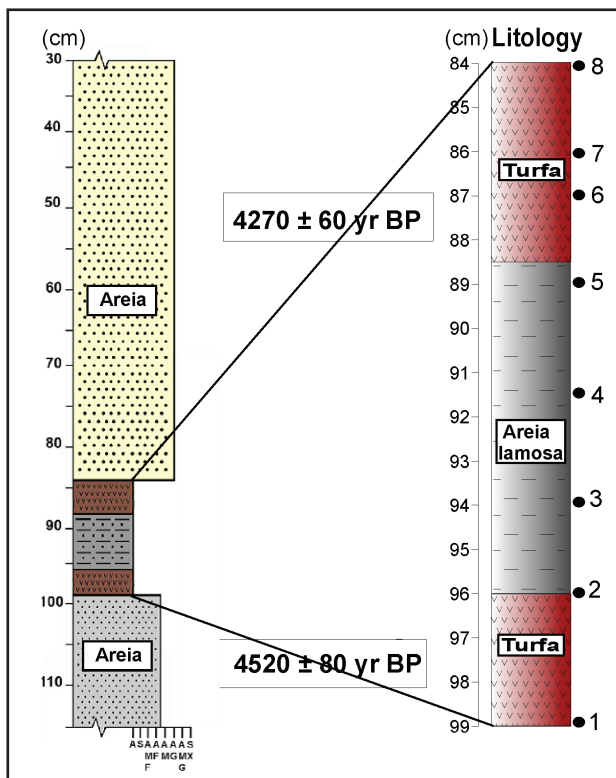


Figura 4 Perfil sedimentar de um depósito turfoso da praia Vermelha, bairro da Urca, Rio de Janeiro. Os números à direita indicam os níveis analisados.

A mineralogia das areias basais é caracterizada pela forma dos grãos variando de muito angulares até arredondados. A camada de lama mostrou uma diminuição progressiva dos teores de areia e aumento progressivo dos teores de silte e argila conforme a classificação de Shepard (1954) em direção à turfa

que capeia esta camada. Isto indica uma redução de energia neste sentido, que culmina com na deposição de matéria orgânica caracterizando a colmatção total da depressão.

Pela análise palinológica foram identificados 89 táxons de palinóforos. Estes foram agrupados segundo as comunidades vegetais nas quais se enquadraram por frequência relativa ou concentração absoluta (Tabelas 1, 2 e 3; Figuras 5 e 6).

COMUNIDADE ARBUSTIVA E ARBÓREA DE RESTINGA	MATA
<i>Gomphrena</i> (Amaranthaceae)	<i>Pachira aquatica</i> (Bombacaceae)
<i>Lithrea brasiliensis</i> (Anacardiaceae)	Bombacaceae
<i>Schinus</i> (Anacardiaceae)	<i>Hedyosmum</i> (Chloranthaceae)
<i>Tapirira</i> (Anacardiaceae)	Dilleniaceae
<i>Aspidosperma</i> (Apocynaceae)	Lecythidaceae
<i>Anthurium</i> (Araceae)	<i>Neea</i> (Nyctaginaceae)
Araceae	<i>Zanthoxylum</i> (Rutaceae)
Bromeliaceae	<i>Chrysophyllum</i> (Sapotaceae)
<i>Arrabidaea</i> (Bignoniaceae)	<i>Simplicoc nitens</i> (Symplocaceae)
Burseraceae	<i>Celtis</i> (Ulmaceae)
Cactaceae	<i>Trema</i> (Ulmaceae)
Cucurbitaceae	Violaceae
Meliaceae	<b>CAMPO</b>
Myrtaceae	Campanulaceae
Polygonaceae	<i>Hyptis</i> (Lamiaceae)
<i>Coccoloba</i> (Polygonaceae)	Lamiaceae
<i>Paullinia</i> (Sapindaceae)	Scrophulariaceae
Sapindaceae	<b>AMPLA DISTRIBUIÇÃO</b>
<i>Pavonia</i>	Araliaceae
<i>Smilax</i> (Smilacaceae)	Bignoniaceae
Malpighiaceae	Caesalpinaceae
<i>Ilex</i> (Aquifoliaceae)	Brassicaceae
<i>Tabebuia</i> (Bignoniaceae)	Euphorbiaceae
<i>Cassia</i> (Caesalpinaceae)	Fabaceae
<i>Guapira</i> (Nyctaginaceae)	Oxalidaceae
Olacaceae	<i>Averhoa carambola</i> (Oxalidaceae)
Convolvulaceae	Phytolaccaceae
Iridaceae	Rosaceae
Arecaceae	Rubiaceae
<i>Casearia</i> (Flacourtiaceae)	Solanaceae
<i>Seguiera</i> (Phytolaccaceae)	Urticaceae
Moraceae	Verbenaceae
<i>Psychotria</i> (Rubiaceae)	<b>PTERIDOPHYTA / BRYOPHYTA</b>
Sapotaceae	Cyatheaceae
<i>Ficus</i> (Moraceae)	<i>Anemia</i> (Schizaeaceae)
<i>Allophylus</i> (Sapindaceae)	<i>Anemia phyllitides</i> (Schizaeaceae)
<i>Ouratea</i>	Bryophyta
<i>Alchornea</i> (Euphorbiaceae)	Monolete
Nyctaginaceae	Trilete
<i>Rapanea</i> (Myrsinaceae)	<b>INCERTAE SEDIS</b>
Myristicaceae	<i>Pseudoschizaea</i>
<b>BREJO DE RESTINGA</b>	
Apiaceae	
Alismataceae	
<i>Amaranthus</i> /Chenopodiaceae	
Asteraceae	
Cyperaceae	
Onagraceae	
Melastomataceae/Combretaceae	
Poaceae	
Ranunculaceae	
<i>Borreria</i>	
<i>Typha</i>	

Tabela 1 Lista dos táxons identificados, baseado na morfologia de grãos de pólen e esporos, segundo sua ocorrência fitoecológica.

Tipos Polínicos	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8
%	99 cm	96 cm	94 cm	91,5 cm	89 cm	87 cm	86 cm	84 cm
Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga	58,5	62,8	38,1	21,6	12,6	15,8	8,7	6,4
Brejo de Restinga	12,7	12,4	14,3	35,2	41,0	64,2	70,6	84,9
Mata	5,3	6,0	0	10,8	12,2	4,0	3,2	1,9
Campo	1,3	1,8	0	2,8	3,6	0,4	0	0,1
Ampla Distribuição	11,5	7,8	14,3	21,6	22,1	8,5	5,3	3,6
Pólen não Identificado	10,7	9,2	33,3	8,0	8,4	7,1	12,2	3,0
Pteridophyta / Bryophyta	75,3	381,2	52,4	100,5	270,8	151,6	615,5	890,5
Palinomorfo Indeterminado	7,1	6,0	4,8	14,1	6,7	6,5	2,6	1,2
<i>Pseudoschizaea</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0

Tabela 2 Percentagem dos palinomorfos encontrados nos tipos de vegetação estabelecidos e nos níveis de sedimentos analisados da praia Vermelha (grãos de pólen = 100%).

Tipos Polínicos	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8
%	99 cm	96 cm	94 cm	91,5 cm	89 cm	87 cm	86 cm	84 cm
Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga	23.191	11.158	1.152	2.244	16.637	15.786	12.463	7.024
Brejo de Restinga	5.041	2.268	432	3.659	54.197	64.234	100.793	92.903
Mata	2.117	1.192	0,0	1.122	16.133	4.017	4.598	2.102
Campo	504	336	0,0	292	4.789	378	0,0	102
Ampla Distribuição	4.537	1.428	432	2.244	29.241	8.460	7.502	3.947
Pólen não Identificado	4.235	1.681	1.008	829	11.092	7.137	17.424	3.332
Pteridophyta / Bryophyta	29.847	69.827	1.584	10.441	357.706	151.581	878.823	974.357
Palinomorfo Indeterminado	2.823	1.092	144	1.463	8.823	6.475	3.751	1.333
<i>Pseudoschizaea</i>	0	0	0	0	0	0	121	0

Tabela 3 Concentração dos palinomorfos encontrados nos tipos de vegetação estabelecidos e nos níveis de sedimentos analisados da praia Vermelha (grãos de pólen, esporos e demais palinomorfos/cm<sup>3</sup>).

Os oito níveis selecionados continuam, em sua maioria, grãos de pólen bem preservados. Entretanto, os esporos de Pteridophyta/Bryophyta apresentaram danos de corrosão e/ou degradação, sendo que alguns níveis possuíam, como característica marcante, uma alta concentração (Tabela 3) e má preservação destes palinomorfos.

Não foram encontrados microfósseis marinhos, tais como microforaminíferos, dinoflagelados, diatomáceas, entre outros, que pudessem evidenciar a contribuição de sedimentos marinhos na área de estudo.

### Nível 1

No nível 1 (99 cm) foram identificados 30 tipos polínicos, com predomínio da Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga (58,5%). O tipo polínico *Schinus* (48,9) foi o mais representativo, seguido de *Rapanea* (2,3%), *Psychotria* e *Ouratea*, ambas com 1,3%. A vegetação de Brejo de Restinga (12,7%) apresentou como principais representantes Asteraceae (7,1%), Melastomataceae/Combretaceae (2,8%) e Cyperaceae (1,3%). Em Mata (5,3%) as Lecythidaceae (4,6%) foram o principal representante, seguido de *Celtis* (0,5%) e *Hedyosmum* (0,3%). *Hyptis* (0,8%) e Scrophulariaceae (0,5%) eram os únicos representantes de Campo

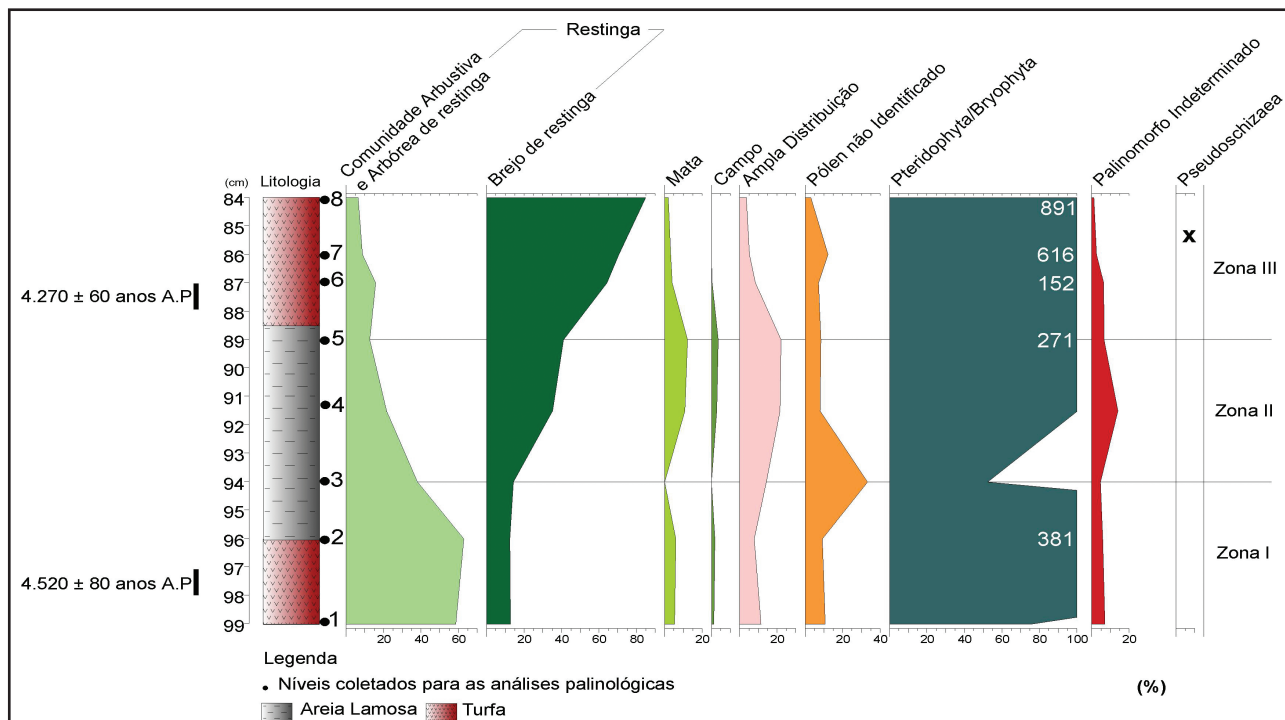


Figura 5 Diagrama de percentagem dos grupos ecológicos estabelecidos segundo as amostras analisadas de um depósito turfoso da praia Vermelha, bairro da Urca, Rio de Janeiro.

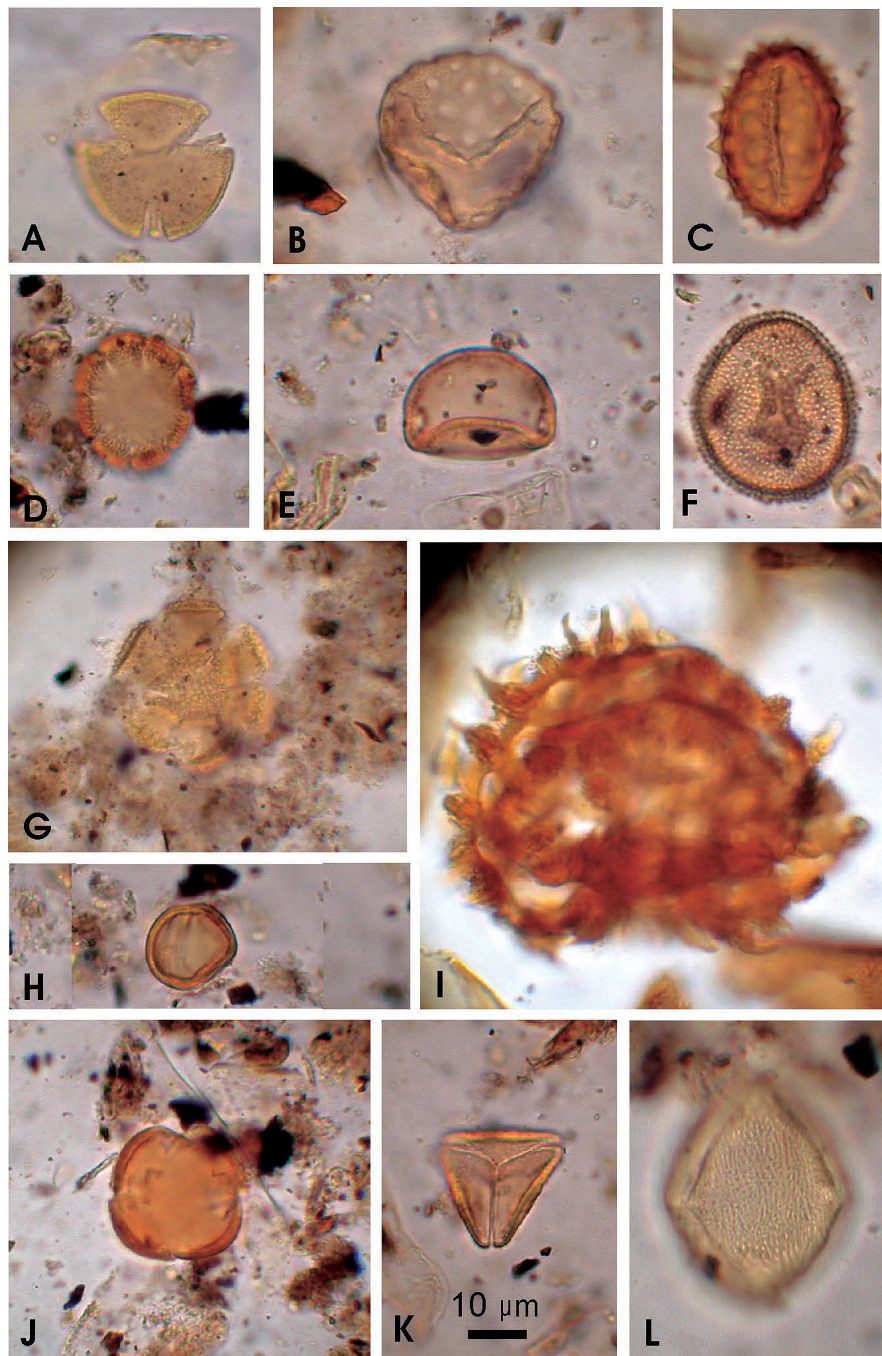


Figura 6 Tipos polínicos significativos encontrados na análise palinológica de um depósito turfoso da praia Vermelha, bairro da Urca, Rio de Janeiro. A – *Alchornea* (Euphorbiaceae, nível 6); B – *Amaranthus/Chenopodiaceae* (nível 1); C – *Asteraceae* (nível 2); D - *Borreria* (Rubiaceae, nível 5); E – *Celtis* (Ulmaceae, nível 6); F – *Hedyosmum* (Chloranthaceae, nível 6); G – *Hyptis* (Lamiaceae, nível 1); H – *Lecythidaceae* (nível 5); I – *Malvaceae* (nível 2); J – *Myrsine* (*Rapanea*, Myrsinaceae, nível 7); K – *Myrtaceae* (nível 6); L – *Schinus* (Anacardiaceae, nível 1). Barra = 10 µm para todas as imagens.

encontrados. Ampla Distribuição (1,3%) teve como tipo mais representativo Bignoniaceae (8,9%). Euphorbiaceae (1,0%), Fabaceae (0,8%), Rosaceae, Rubiaceae e Solanaceae com 0,3% também compõem este grupo.

Os esporos triletes (73,8%) dominaram no grupo Pteridophyta/Bryophyta, seguido de monoletes (0,5%). Pólen não Identificado (10,7%) e Palinomorfos Indeterminados (7,1%) também foram encontrados.

## Nível 2

O nível 2 (96 cm) apresentou 25 tipos polínicos identificados. A Comunidade Arbórea e Arbustiva de Restinga (62,8%) continuou dominando sobre os demais grupos, tendo uma diminuição na concentração em relação ao nível 1 (99 cm). O tipo polínico *Schinus* (37,6%) continuou predominando expressivamente sobre os demais. Ainda foram encontrados *Rapanea* (9,2%), Myrtaceae (4,1%), *Alchornea* (3,7%) e Arecaceae (3,2%).

Asteraceae (6,0%), Cyperaceae (3,2%), Melastomataceae/Combretaceae (2,8%) e *Borreria* (0,5%) foram os representantes de Brejo de Restinga encontrados. Em Mata (6,0%) o táxon Lecythidaceae (3,7%) continuou dominando. *Celtis* (2,3%) também foi encontrado. *Hedyosmum* desaparece neste nível. Scrophulariaceae (1,8%) foi o único representante na vegetação de Campo. Em Ampla Distribuição (7,8%), o tipo polínico Urticaceae (4,1%) passou a dominar. Fabaceae (2,3%), Bignoniaceae (0,9%) e Rubiaceae (0,5%) também foram identificados.

Os esporos triletes (377,5%) não apenas continuaram dominando no grupo de Pteridophyta/Bryophyta, como aumentaram em percentagem e concentração em relação ao nível 1. Monoletes (3,7%) também estavam presentes. Pólen não Identificado (9,2%) e Palinomorfos Indeterminados (6,0%) diminuíram em percentagem e concentração em relação ao nível 1.

### Nível 3

O nível 3 (94 cm) apresentou a menor diversidade polínica, com apenas 10 tipos polínicos identificados. A Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga (38,1%) permaneceu dominando. *Schinus* e *Alchornea*, ambas com 9,5%, foram os tipos polínicos mais representativos, sendo ainda encontrados Bromeliaceae, Olacaceae, Iridaceae e *Ouratea*, todas com 4,8%. Asteraceae (14,3%) foi o único representante de Brejo de Restinga encontrado. Em Ampla Distribuição (14,3%) foram encontradas as famílias Euphorbiaceae, Fabaceae e Rubiaceae, todas com 4,8%.

Foram encontrados esporos triletes (42,9%) e monoletes (9,5%) em Pteridophyta/Bryophyta. Pólen não Identificado (28%) e Palinomorfos Indeterminados (1,0%) estavam presentes.

Não foi encontrado nenhum representante das vegetações de Mata e Campo nesta amostra, refletindo assim, a menor diversidade polínica entre todos os níveis estudados.

### Nível 4

No nível 4 (91.5 cm), foram identificados 20 tipos polínicos, passando a ocorrer um pequeno domínio da vegetação de Brejo de Restinga (35,2%). Asteraceae (18,3%) foi o tipo polínico dominante deste grupo. *Borreria* (8,9%) e Cyperaceae (5,2%) também estavam presentes. Na Comunidade

Arbustiva e Arbórea de Restinga (21,6%) o tipo polínico *Schinus* (6,1%) volta a dominar sozinho. Arecaceae (4,2%), *Alchornea* (3,8%), Meliaceae e *Rapanea*, ambas com 2,8% também foram identificados. No grupo Mata (10,8%), o tipo polínico Lecythidaceae (10,3%) foi o mais representativo. Dilleniaceae (0,5%) surge pela primeira vez nos níveis analisados. *Hyptis* (2,3%) e Lamiaceae (0,5%) caracterizaram a vegetação de Campo. No grupo Ampla Distribuição (21,6%) Euphorbiaceae (18,3%) foi o tipo polínico mais importante. Bignoniaceae (1,9%) e Fabaceae (1,4%) também estavam presentes.

Os esporos triletes (93,9%) e monoletes (5,6%) estavam presentes no grupo Pteridophyta/Bryophyta, bem como Grãos de Pólen não Identificados (8,0%) e Palinomorfos Indeterminados (14,1%) neste nível.

### Nível 5

No nível 5 (59 cm), foram identificados 25 tipos polínicos. Os grupos ecológicos: Brejo de Restinga, Mata, Campo e Ampla Distribuição tiveram aumento de percentagem e concentração. Porém, a Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga (12,6%) diminuiu em percentagem em relação ao nível 4. Brejo de Restinga (41,0%) manteve sua tendência de domínio. Asteraceae (26,1%) foi o tipo polínico mais importante, seguido de Poaceae (6,5%), *Borreria* (5,0%), Melastomataceae/Combretaceae (2,5%), Apiaceae (0,8%) e Cyperaceae (0,2%). *Schinus* (6,1%) continuou sendo o tipo mais representativo da Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga. *Alchornea* (2,7%) e *Rapanea* (2,3%) também foram encontrados. No grupo Mata (12,2%) foi mantido o predomínio da família Lecythidaceae (11,5%). Bombacaceae, *Neea* e *Zanthoxylum*, todas com 0,2%, surgiram neste nível. *Hyptis* (3,2%) e Lamiaceae (0,4%) continuaram sendo os únicos representantes de Campo identificados. Em Ampla Distribuição (22,1%) Euphorbiaceae (14,1%) foi o táxon mais representativo, seguido das famílias Bignoniaceae (3,6%) e Fabaceae (3,2%).

Esporos triletes (261%) e monoletes (9,8%) representaram o grupo de Pteridophyta/Bryophyta. Pólen não Identificado (8,4%) e Palinomorfos Indeterminados (6,7%) também foram encontrados.

### Nível 6

No nível 6 (87 cm) foi mantido o domínio da vegetação de Brejo de Restinga (64,2%).

*Borreria* (46,1%) passou a dominar neste grupo, seguido de Asteraceae (11,6%) e Poaceae (4,7%). Na Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga (15,8%), o tipo polínico *Schinus* (10,6%), continuou sendo o mais importante. *Rapanea* e Meliaceae (0,9%) também foram encontrados. Lecythidaceae (3,6%) continuou seu domínio na vegetação de Mata. *Hedyosmum* (0,2%) reaparece e não mais volta a ser encontrado nos níveis seguintes. Em Campo (0,4%) foram encontrados Scrophulariaceae (0,2%) e Lamiaceae (0,1%). Euphorbiaceae (3,0%) dominou no grupo Ampla Distribuição, seguido de Bignoniaceae (1,85) e *Averrhoa carambola* (1,7%).

Os esporos triletes (146%) continuaram dominando no grupo Pteridophyta Bryophyta. Monoletes (5,3%) também estavam presentes. Neste nível foram encontrados ainda Pólen não Identificado (7,1%) e Palinomorfos Indeterminados (6,5%).

## Nível 7

No nível 7 (86 cm) foram identificados 33 tipos polínicos, sendo mantido o domínio da vegetação de Brejo de Restinga. Em Brejo de Restinga (70,6%) Asteraceae (55,4%) manteve seu domínio sobre os demais tipos polínicos. Poaceae (10,9%) aumentou em percentagem e concentração. *Borreria* (0,3%) teve diminuição expressiva em percentagem e concentração em relação ao nível 6. *Typha* (0,2%) aparece pela única vez nos níveis analisados. No grupo Mata (3,2%) foram encontrados apenas Lecythidaceae (3,1%) e *Neea* (0,1%). Em Ampla Distribuição (5,3%) Bignoniaceae (2,0%) dominou sobre os demais tipos polínicos. Euphorbiaceae (1,8%), Rubiaceae (0,8%), Oxalidaceae (0,3%), Araliaceae e Phytolaccaceae (0,2%) também estavam presentes. Não foi encontrado nenhum representante de Campo neste nível.

Em Pteridophyta/Bryophyta foram encontrados esporos triletes (598,5%) e monoletes (16,7%). Pólen não Identificado (12,2%) aumentou em percentagem e concentração. Palinomorfos Indeterminados (2,6%) também foram encontrados. *Pseudoschizaea* (0,1%) apareceu pela primeira e única vez.

## Nível 8

O nível 8 (84 cm) apresentou 30 tipos polínicos identificados, com o predomínio de Brejo de Restinga (84,9%). *Borreria* (36,2%) foi o tipo dominante.

Asteraceae (28,0%) e Poaceae (19,2%) também foram encontrados. A Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga (6,4%) ficou composta por *Schinus* (1,8%), *Rapanea* (1,3%), *Alchornea* (0,8%) e Arecaceae (0,7%). Lecythidaceae (1,7%) e *Symplocos nitens* (0,1%) foram os principais representantes de Mata. Lamiaceae (0,1%) foi o único representante de Campo encontrado. O grupo Ampla Distribuição (3,6%) passou a ter como táxon dominante a família Euphorbiaceae (1,7%), seguido de Rubiaceae (1,6%), Phytolaccaceae (0,2%) e Fabaceae (0,1%).

Os esporos triletes (82,2%) tiveram os maiores valores de percentagem e concentração de todos os níveis analisados. Monoletes (8,2%) também foram encontrados. Pólen não Identificado (3,0%) e Palinomorfos Indeterminados (1,2%) também estavam presentes.

## 5 Discussão

A inexistência de microfósseis marinhos nos sedimentos lamosos e nas turfas comprovou a origem continental para os sedimentos analisados. As idades das turfas são compatíveis com a formação de um pântano durante o recuo do nível relativo do mar após o máximo holocênico há 5.100 anos A.P., e não após a segunda oscilação como previa Amador (1997).

O esquema evolutivo exposto por Amador (1997) indica que a formação de vários pântanos na borda da baía de Guanabara, incluindo um situado no istmo que liga o conjunto do Morro da Urca e Pão de Açúcar com o continente, levaria cerca de 3.000 anos A.P. No entanto, a camada de turfa sob a areia lamosa, que marca o início da formação do pântano, revelou uma idade de  $4520 \pm 80$  anos AP. Esta idade, de acordo com a curva do nível médio do mar durante o Holoceno ao longo da porção central da costa do Brasil, preparada por Suguio *et al.* (1985) e Ângulo e Lessa (1997), relaciona-se com a primeira emergência, imediatamente após o nível máximo holocênico do mar atingido em 5.100 anos B.P., contrariando a suposição anterior de Amador (1997).

O pacote turfoso foi dividido em três zonas com base nos espectros polínicos. A Zona 1 (99-94 cm) corresponde aos níveis de 1 a 3 (Figura 4). Esta área teve, em sua fase inicial ( $4.520 \pm 80$  anos A.P.) na Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga como principal tipo polínico o de *Schinus*,



que ocorre em todos os níveis ao longo do perfil analisado. Atualmente, este táxon pioneiro pode ser encontrado em ambientes com solos secos, solos arenosos e córregos próximos, bosques, campos, banhados e pântanos (Lorenzi, 1992).

A predominância do tipo polínico de *Schinus*, associado aos de *Alchornea*, *Anthurium*, Araceae, Arecaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Myrtaceae, *Ouratea*, Olacaceae, *Pavonia*, *Psychotria*, *Rapanea* e *Smilax*, indicou a formação de uma vegetação de restinga. A associação sugere uma zona chamada de "moita de Myrtaceae", uma vegetação que fica às margens da primeira cadeia de bancos de areia, sendo arbustiva, densa e fechada, dominada principalmente por espécies da família Myrtaceae (Araújo & Henriques, 1984). Embora a família Myrtaceae não seja dominante, nem ao longo do perfil estudado, esta zona é descrita como sendo de maior riqueza de espécies em solos salinos do Rio de Janeiro (Pereira *et al.*, 2001). No nível 2 (96 cm) observou-se uma diminuição na concentração de quase todos os grupos ambientais, exceto Pteridophyta/Bryophyta, cujo aumento na porcentagem e concentração sugere a presença de uma área de origem fechada com algum grau de humidade (Tyson, 1995; Camus *et al.*, 1991).

A vegetação de Brejo de Restinga não foi muito representativa nesta zona, os táxons *Amaranthus*/*Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Borreria*, *Combretum*/*Melastomataceae* e *Cyperaceae* estavam com baixa porcentagem e concentração.

Uma porcentagem significativa de esporos com danos corrosão/degradação encontrado nos níveis 1 (99 cm) e 2 (96 cm) nesta zona, mostrou que esses esporos teriam provavelmente sido expostos a uma oxidação química (exposição ao ar), indicando períodos de seca, o que pode estar relacionado com a flutuação do nível de água (Araújo e Lacerda, 1987; Birks, 1972; Campbell, 1991, 1999; Moore *et al.* 1991).

O fim desta zona (nível 3, 94 cm) é caracterizado por uma menor riqueza em pólen, um maior número de esporos inteiros e a ausência de esporos com danos mecânicos. De acordo com a análise sedimentológica trata-se de uma diminuição gradual do teor de areia na camada de areia lamosa. O nível 3 tem o maior teor de areia desta fração, provavelmente indicando que esta menor riqueza em pólen pode estar associada com a preservação deficiente em camadas com alto teor de areia (Barros, 2003). A baixa porcentagem de esporos com danos mecânicos encontrados seria indicativa da

proximidade da área fonte de palinomorfos, uma vez que este dano estaria relacionado com o transporte dos mesmos (Tyson, 1995). No entanto, Bauermann *et al.* (2002) sugerem que palinomorfos encontrados em sedimentos de turfa são provenientes não só da vegetação local, mas também a partir de vegetação adjacente, bem como por transporte aéreo.

A baixa porcentagem de esporos com corrosão/degradação e o aumento geral de esporos, podem estar ligados a uma deposição sub-aquosa, o que é consistente com a presença da camada de areia lamosa, sugerindo que os palinomorfos foram depositados sem ser expostos ao ar (Campbell, 1991; Moore *et al.*, 1991).

A Zona 2 (94-89 cm) corresponde aos níveis 4 e 5. Esta zona, na sua fase inicial, é caracterizada pelo equilíbrio entre os grupos ecológicos estudados. No nível 4 (91,5 cm) é estabelecida uma pequena zona de vegetação Brejo de Restinga. *Asteraceae* é o taxon mais importante.

Neste nível houve um equilíbrio entre a corrosão/degradação e os esporos inteiros, refletindo possivelmente uma pequena variação na flutuação de águas subterrâneas (Araújo & Lacerda, 1987).

No final do nível 5, a vegetação de Brejo de Restinga continua a dominar, sendo o principal representante *Asteraceae*. A associação dos elementos desta vegetação com o grupo Pteridophyta/Bryophyta, que é novamente significativo no final desta zona, pode ser interpretada por baixos níveis de umidade, especialmente considerando a proximidade da camada de turfa.

A Zona 3 (89-84 cm) compreende os níveis 6, 7 e 8. Nesta zona, datada em  $4270 \pm 60$  anos A.P. é mantida a dominância do Brejo de Restinga. No nível 6 (87 cm) foi observado o tipo polínico *Borreria* de vegetação de Campo, frequentemente encontrado na planície costeira, ocorrendo também em formação de restinga em associação com *Asteraceae*, *Combretum*/*Melastomataceae*, *Cyperaceae* e *Poaceae*. Este nível marca o domínio dos esporos com corrosão/degradação, uma tendência que permanecerá ao final dessa zona. O grau de preservação dos esporos reflete a flutuação de águas subterrâneas na área de estudo (Araújo & Lacerda, 1987).

No nível 7 (86 cm) domina a vegetação de brejo sobre os outros grupos ecológicos. Os grupos ecológicos Comunidade Arbustiva e Arbórea de Restinga, Mata e Campo, diminuíram em concentração e percentual em relação ao

nível anterior. A vegetação de restinga tem a sua implementação definitiva.

No nível 8 (84 cm) a vegetação predominante é a de restinga, com *Borreria* voltando a ser o táxon dominante. Asteraceae, *Combretum*/Melastomataceae, Cyperaceae e Poaceae formam a vegetação de Brejo de Restinga. Esporos de Pteridophyta/Bryophyta têm os valores mais elevados de danos de corrosão/degradação de todos os níveis analisados, indicando o a sua exposição ao ar (Campbell, 1991; Moore *et al.*, 1991).

Os registros de pólen sugerem que durante todo o período de tempo examinado existia uma vegetação arbórea semelhante à encontrada atualmente. No entanto, árvores dominaram apenas nos níveis iniciais analisados, embora permanecessem em todos os níveis estudados. Os tipos polínicos encontrados indicam que esta vegetação estaria situada entre o primeiro e segundo cordão litorâneo, como proposto por Araújo & Henriques (1984). Espécies relacionadas à vegetação de Mata teriam como fonte os Morro da Urca, Cara de Cão, Pão de Açúcar e da Babilônia, onde ainda hoje permanecem remanescentes de Mata Atlântica (Carauta & Oliveira, 1984).

Os resultados obtidos mostram que os níveis com sedimentos turfosos (1, 2, 6, 7 e 8) apresentaram a maior incidência de esporos com danos de corrosão/degradação, sugerindo que foram expostos ao ar, mesmo se temporariamente (Bauermann *et al.*, 2002; Campbell, 1991; Moore *et al.*, 1991).

Os níveis amostrados na areia lamosa (níveis 3,4,5) mostraram maior porcentagem de esporos bem

preservados, sugerindo que este pacote sedimentar foi pouco exposto ao ar e que os palinóforos foram cobertos imediatamente após a sua deposição. A predominância de esporos intactos em alguns níveis, sem apresentarem danos, sugere uma sedimentação sub-aquosa, corroborada por análise de lamas de areia (Bauermann *et al.*, 2002).

Os dados obtidos no presente trabalho são consistentes com os apresentados por Coelho (1999) para o mesmo intervalo de tempo na região de Sepetiba, embora fossem observadas diferenças que, entre outros fatores, estariam relacionadas à variação do nível relativo do mar durante o Holoceno. Santos (2000) encontrou na faixa de 5.700 a 3.800 anos A.P. também em um testemunho da Baía de Sepetiba uma abundância de tipos de pólen que podem ocorrer tanto em restingas quanto em florestas, embora em baixa frequência neste último tipo de vegetação. Em ambos os estudos foi encontrado o pólen de *Hedyosmum* (Chloranthaceae), Myrsinaceae (*Rapanea*), Myrtaceae, Sapindaceae e *Trema*, característico de vegetação de floresta, e também identificado no presente estudo.

Luz (2003) analisou um testemunho da Lagoa de Cima, região norte do Estado do Rio de Janeiro, encontrando num intervalo de cerca 4.950 a 4.000 A.P. um baixo número de palinóforos degradados, bem diferente da situação na Praia Vermelha no mesmo período.

Já Amador (1997) e Suguio *et al.* (1985) concordaram que, por volta de 4.200 anos A.P., o nível do mar estivesse cerca de 1 a 2 m abaixo do atual. Barth *et al.* (2004), analisaram o espectro

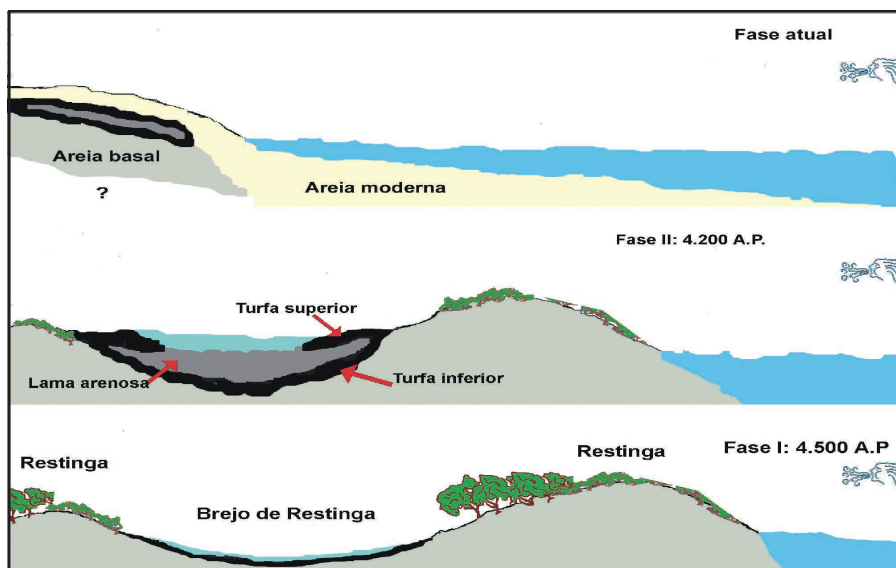


Figura 7 Interpretação gráfica da evolução da paisagem correspondente ao período de 4.520 a 4.270 anos A.P. de um depósito turfoso da praia Vermelha, bairro da Urca, Rio de Janeiro.

polínico de um nível de um testemunho retirado da Baía de Guanabara próximo à ilha de Paquetá, datado em 4.210 anos A.P. Verificaram que o maior influxo de grãos de pólen era proveniente de árvores de mata e que os de plantas de manguezais e campos abertos eram pouco representados. Estes dados confirmaram para esta idade um nível do mar mais baixo que o atual, permitindo o acúmulo de sedimentos ricos em representantes da flora regional, estando em concordância com os resultados obtidos no presente estudo.

Os resultados palinológicos e sedimentológicos sugerem o seguinte quadro evolutivo para a Praia Vermelha e adjacências no intervalo de tempo estudado (Figura 7). Inicialmente, há 4.520 anos A.P., formou-se um pacote de turfa num pequeno brejo de restinga entre duas cristas de praia, após a elevação máxima do nível médio do mar do Holoceno por volta de 5.100 A.P. Existia uma vegetação de restinga semelhante à atual, segundo a associação de palinóforos como *Arecaceae*, *Myrsine*, *Myrtaceae* e principalmente *Schinus*. Os tipos de pólen de vegetação de campo indicariam uma vegetação sítio localizada em depressões úmidas entre as restingas. Foi depositado sobre esta turfa uma sequência de areias lamosas, sem interferência marinha. Acima desta formou-se um novo pacote de turfa que estaria relacionado a uma obstrução do corpo paludial, correspondendo à idade de 4.270 A.P. A predominância de grãos de pólen e esporos intactos, sem danos, em alguns níveis sugere uma sedimentação sub-aquosa, a qual pode ser corroborada pelo tipo de sedimentação observado. O pacote turfoso analisado no presente trabalho foi soterrado por areias modernas correspondentes ao atual ambiente de praia. Este evento pode ser associado a uma segunda transgressão marinha.

## 6 Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a O.M. Barth (Processo 301525/2009-9); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Mestrado concedida a R.L. Bartholomeu e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## 7 Referências

- Absy, M. & Suguio, K. 1975. Palynological content and paleoecological significance of the drilled sediment samples from the Baixada Santista, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47 (Suplemento): 287-290.
- Almeida, R.S. 1998. *Fragmentos Discursivos de bairros do Rio de Janeiro: Urca*. Rio de Janeiro, UNI-RIO. 57 p.
- Amador, E.S. 1985. Lagunas Fluminenses: Classificação com base na origem, idade e processos de evolução. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 57: 526-527.
- Amador, E.S. 1997. *Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos: Homem e Natureza*. Rio de Janeiro: Editado pelo autor. 359 p.
- Angulo, R.J. & Lessa, G.C. 1997. The Brazilian seal-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141-166.
- Araújo, D.S.D. & Henriques, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R., TURCO, B. (eds.) *Restingas: origem, estrutura e processos*. Niterói, CEUFF, p. 159-194.
- Araújo, D.S.D. & Lacerda, L.D. 1987. A natureza das restingas. *Ciência Hoje*, 6: 44-48.
- Barros, M.A. 2003. *Transição Pleistoceno/Holoceno, médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ): uma abordagem palinológica*. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 205 p.
- 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.; 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.
- Bauermann, S.G.; Marques-Toigo, M.; Behling, H. & Neves, P.C.P. 2002. Aspectos tafonômicos em Palinologia de Quaternário. *Pesquisas, Botânica*, 52: 223-239.
- Birks, H.H. 1972. Studies in the vegetational history of Scotland. II Two pollen diagrams from the Galloway Hiss, Kirkeudvrightshire. *Journal of Ecology*, 66: 183-217.
- 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.
- Camus, J.M.; Jermy, A.C. & Thomas, B.A. 1991. *A world of ferns*. London, Natural History Museum Publication. 121 p.
- 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.
- 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*. Dissertação – Mestrado em Geologia. Faculdade de Geologia, UERJ, Rio de Janeiro. 119 p.
- Lorscheitter, M.L. 1988. Palinologia de sedimentos quaternários

- do testemunho T15, cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições taxonômicas. Parte I. *Pesquisas em Geociências*, 21: 61-117.
- Lorscheitter, M.L. 1989. Palinologia de sedimentos quaternários do testemunho T15, cone do Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições taxonômicas. Parte II. *Pesquisas em Geociências*, 22: 89-127.
- 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. 2003. *Os registros palinológicos como sensores das dinâmicas da vegetação no Holoceno da região norte do Rio de Janeiro (Brasil)*. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 168 p.
- Macedo, A.C.M. 1971. Testemunhos geológicos da evolução do litoral no estado da Guanabara. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43: 532.
- Marques, M.C.M. & Martins, H.F. 1997. Flora do estado do Rio de Janeiro: Combretaceae, Elaeocarpaceae, Lentibulariaceae, Marcgraviaceae, Opiliaceae, Polygalaceae. *Albertoa*, 4: 1-200.
- 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: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY. 135 p.
- Misumi, S.Y. 2011. *Inferências paleoclimáticas e paleoflorísticas sobre a bacia hidrográfica do rio Guandu durante o Pleistoceno Tardio, com base na Palinologia*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 125 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.
- Pereira, M.C.A.; Araujo, D.S. & Pereira, O.J. 2001. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá – RJ. *Revista Brasileira de Botânica*, 24: 273-281.
- RADAMBRASIL 1983. *Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro / Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: MME (sec. ger.), v. 32, 780 p.
- Santos, D.S. 2000. *Análise palinológica como ferramenta de interpretação de oscilações climática, ambientais e do nível do mar na baía de Sepetiba (RJ)*. Dissertação - Mestrado em Geologia, Faculdade de Geologia, UERJ, Rio de Janeiro. 85 p.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24: 151-158.
- 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.
- Tosatto, P. 1994. *Um Palácio na História Geológica Brasileira*. Edição comemorativa dos 60 anos do DNPM. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral. np.
- Toledo, M.B. 1998. *Evolução ambiental da lagoa Salgada, Sudeste do Brasil, com base em estudos palinológicos*. Dissertação. LAGEMAR, Universidade Federal Fluminense. 29 p.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary Organic Matter*. London, Chapman & Hall. 614 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.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.
- Ybert, J.; Bissa, W.M.; Kutner, M. 2001. Relative sea level variations and climatic evolution in southeastern and southern Brazil during the late Holocene. *Pesquisas em Geociências*, 28: 75-83.