



**Registro Palinológico do Holoceno Tardio em
Sedimentos Estuarinos do Rio Piraquê-Açu, Espírito Santo, Brasil**
Late Holocene Palynological Record in
Sediments of the Piraquê-Açu River Estuary, Espírito Santo, Brazil

Alex da Silva de Freitas¹; Cintia Ferreira Barreto¹;
Ortrud Monika Barth²; Alex Cardoso Bastos³ & José Antônio Baptista-Neto¹

¹Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. 24210-346, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

²Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Avenida Brasil 4365. 21040-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. 29090-600 Vitória, Espírito Santo, ES, Brasil

E-mails: alexsilfre@gmail.com; cintiapalino@yahoo.com.br; barth@ioc.fiocruz.br; alex.bastos@ufes.br; jabneto@id.uff.br

Recebido em: 02/09/2014 Aprovado em: 13/03/2015

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2015_1_107_115

Resumo

O rio Piraquê-Açu está localizado no município de Aracruz, 83 km a norte da cidade de Vitória, Estado do Espírito Santo, Brasil. No presente trabalho foram realizadas análises palinológicas a partir de um testemunho de sondagem (PA20) coletado nas coordenadas 19°56'13.63"S e 40°10'29.50"W com cerca de 110 cm de profundidade. O principal objetivo do estudo foi de reconhecer e interpretar a dinâmica vegetacional na região do entorno do local de coleta ocorrida nos últimos 1700 cal. anos AP, auxiliando estudos futuros. O testemunho foi subamostrado a cada 10 cm sendo as amostras submetidas ao processamento palinológico padrão. Foi inserida uma pastilha do esporo exótico *Lycopodium clavatum* para o cálculo da concentração dos palinómorfs. O material foi datado em quatro profundidades tendo a idade mais antiga cerca de 1758±68 cal. anos AP em 105 cm. A análise do testemunho indicou uma presença marcante da vegetação de Mangue, caracterizado principalmente pela presença do tipo polínico *Rizophora*. A Comunidade Aluvial e a Floresta Ombrófila também estiveram bem representadas sofrendo pequenas flutuações ao longo do testemunho. Foi observado o aumento da Comunidade Aluvial e a queda da Floresta Ombrófila nos últimos 10 cm de profundidade, o que pode estar associado a uma maior atividade antrópica causada pela chegada de imigrantes ao entorno do estuário. No topo do testemunho observa-se a presença do tipo polínico *Eucalyptus*, estando relacionado ao início da expansão da plantação de espécies deste gênero em larga escala no Estado do Espírito Santo.

Palavras-chave: Análise palinológica; sedimento fluvial; Holoceno tardio

Abstract

The Piraquê-Açu river is located at the municipality of Aracruz, 83 km north of Vitória city, Espírito Santo State, Brazil. Palynological analysis was performed based on one core (PA20) collected at coordinates 19°56'13.63"S and 40°10'29.50"W and approximately 110 cm long. The main purpose of this study was to recognise and interpret the vegetation dynamics in the region around the collection site during last 1700 cal. yrs BP for future investigations. The core was sampled at each 10 cm and the samples were submitted to standard palynological processes. One tablet of exotic spore *Lycopodium clavatum* was added to calculate palynomorph concentration. The material of four levels has been dated obtaining the oldest age of 1758 ± 68 cal. yrs BP at an approximately 105 cm depth. The core analysis indicates a strong presence of mangrove vegetation, mainly characterized by the *Rizophora* pollen type. The Alluvial Community and the Ombrophilous Forest vegetation were well represented also experiencing minor fluctuations. The increase of this elements in 10 cm depth may be associated with the human activity caused by the arrival of immigrants into the estuary area. The core top presented *Eucalyptus* pollen type, being related to the started expansion of large scale planting species of this genus in the Espírito Santo State.

Keywords: Palynological analysis; fluvial sediments; late Holocene

1 Introdução

Estuários podem ser definidos como uma porção de um sistema de vales afogados em direção ao mar que recebem sedimentos tanto de fontes marinhas quanto fluviais, sendo encontradas fácies influenciadas pela ação das marés e por processos fluviais (Dalrymple *et al.*, 1992). A partir destas características, os estuários podem ser classificados com base em sua geomorfologia, estratificação salina e pelos processos dinâmicos encontrados (Fairbridge, 1980). São caracterizados como ambientes de alta diversidade biológica, bem como locais de grande interesse econômico. Esta alta diversidade é influenciada pelas propriedades físicas e químicas do ambiente, sendo necessária uma abordagem interdisciplinar para que se tenha uma melhor compreensão deste ambiente (Miranda *et al.*, 2002).

Estudos neste ambiente com enfoque na análise palinológica ainda são escassos para o litoral brasileiro. No entanto, os registros encontrados nestes locais podem fornecer uma visão mais ampla dos diferentes gradientes de vegetação (Brush & Brush, 1994). No Brasil, destacam-se trabalhos realizados nas regiões Norte (Behling *et al.*, 2004; Cohen *et al.*, 2005; Vedel *et al.*, 2006; Rodrigues & Senna, 2011), Nordeste (Behling & Costa, 1997), Sudeste (Belem, 1985; Amaral *et al.*, 2006, Barth *et al.*, 2006) e Sul (Medeanic, 2006).

O presente trabalho teve como principal objetivo reconhecer e interpretar a dinâmica vegetacional na região do entorno do estuário do rio Piraquê-Açu ao longo do tempo, identificando a influência antrópica na composição da vegetação e, desta forma, contribuir com estudos futuros.

2 Área de Estudo

O Sistema Estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (SEPAPM) encontra-se nas coordenadas 40°09'W e 19°57'S, próximo ao distrito de Santa Cruz, pertencente ao município de Aracruz, 83 km a norte da capital Vitória, Estado do Espírito Santo (ES). Possui uma área total de lâmina d'água em torno de 5,1 km². Este estuário possui a característica formação em Y devido ao encontro dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até o acesso ao mar, tendo

a amplitude de maré variando de 1,40 a 1,50 m. Este ambiente está classificado como fracamente estratificado (Magris & Fernandes, 2005).

O SEPAPM possui poucos estudos quanto à sua caracterização geomorfológica e hidrodinâmica (Neves, 2010; Silva, 2012). No entanto, segundo Martin *et al.* (1996), este estuário está localizado em uma área de pouco desenvolvimento de depósitos quaternários, inserido após as falésias de sedimentos neógenos da Formação Barreiras.

O clima da região é caracterizado como tropical litorâneo com um inverno seco e pouco acentuado e um índice pluviométrico de aproximadamente 1250 mm anuais (ANA, 2004). No Estado do Espírito Santo, até parte da Região Nordeste, observa-se o embasamento cristalino sendo recoberto na faixa litorânea pelo arenito da Formação Barreiras, originária do final do Neógeno (Ruschi, 1950; Moreira, 1977). Martin *et al.* (1996) destacam que entre a região de Barra do Riacho (Aracruz) e a Ponta de Tubarão (Vitória), faixa onde está localizado o SEPAPM, tem-se um fraco desenvolvimento de depósitos quaternários ao sopé das falésias da Formação Barreiras, sendo os depósitos flúvio-marinhos mais pronunciados ao longo dos vales de rios encontrados neste setor, como os rios Piraquê-Açu, Reis Magos e Santa Maria da Vitória.

A vegetação do Estado do Espírito Santo (ES) é extremamente diversa, apresentando diferentes formações vegetais (Ruschi, 1950). A vegetação de Restinga e a Floresta Ombrófila estão entre as formações mais estudadas (Thomaz, 2010; Valadares *et al.*, 2011). Outros trabalhos têm enfoque na vegetação de Mangue ao sul (Petri *et al.*, 2011) e em São Mateus ao norte do Estado (Silva *et al.*, 2004). Os trabalhos com enfoque no levantamento florístico do norte do Estado (Ruschi, 1950; Paula & Soares, 2011) ainda são escassos. A vegetação atual encontrada no entorno do Rio Piraquê-Açu compreende um extenso manguezal com cerca de 12,3 Km² (Barroso, 2004), uma Comunidade Aluvial caracterizada por uma vegetação herbácea/arbustiva e a Floresta Ombrófila (Ruschi, 1950; Veloso *et al.*, 1991; IBGE, 2012).

Registros históricos já descreviam uma extensa vegetação de Mangue, que recobria toda a extensão do estuário bem como a presença de uma floresta bem preservada e indígenas que habitavam a

área por volta de 1818 A.D (Saint-Hilaire, 1974). No entanto, os ecossistemas do entorno do rio Piraquê-Açu sofreram alterações ao longo do tempo por conta da atividade antrópica. As novas áreas abertas foram utilizadas para a criação de animais e expansão da agricultura (Perota, 1974), tal como a expansão em larga escala do cultivo de *Eucalyptus* sp. em áreas que antes eram de propriedade dos índios Tupi-Guarani (Loureiro, 2006).

3 Material e Métodos

3.1 Material

Foi analisado um testemunho de sondagem (PA20) coletado com um testemunhador de percussão operado por mergulhador no complexo estuarino dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (SEPAM). O PA20 foi retirado no rio Piraquê-Açu nas coordenadas 19°56'13.63"S e 40°10'29.50"W com lâmina d'água de 2,7 metros (Figura 1).

Prof. (cm)	Descrição litológica
0-30	Lama muito fluida 5YR 2/1 5GY 4/1
30-55	Lama 5Y 3/2, com presença de matéria orgânica
55-70	Lama 5Y 3/2, com presença de fragmentos de conchas e bioturbação
85-110	Lama 5GY 4/1, com presença de concha de bivalve (fechada) e bioturbação

Tabela 1 Descrição litológica do testemunho coletado no estuário Piraquê-Açu

A coleta do material foi realizada pela equipe do Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo, coordenada pelo Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos. O material coletado foi descrito pelo mesmo, apresentando litologia homogênea com sedimento fino lamoso, presença de conchas de bivalves e fragmentos vegetais (Tabela 1).

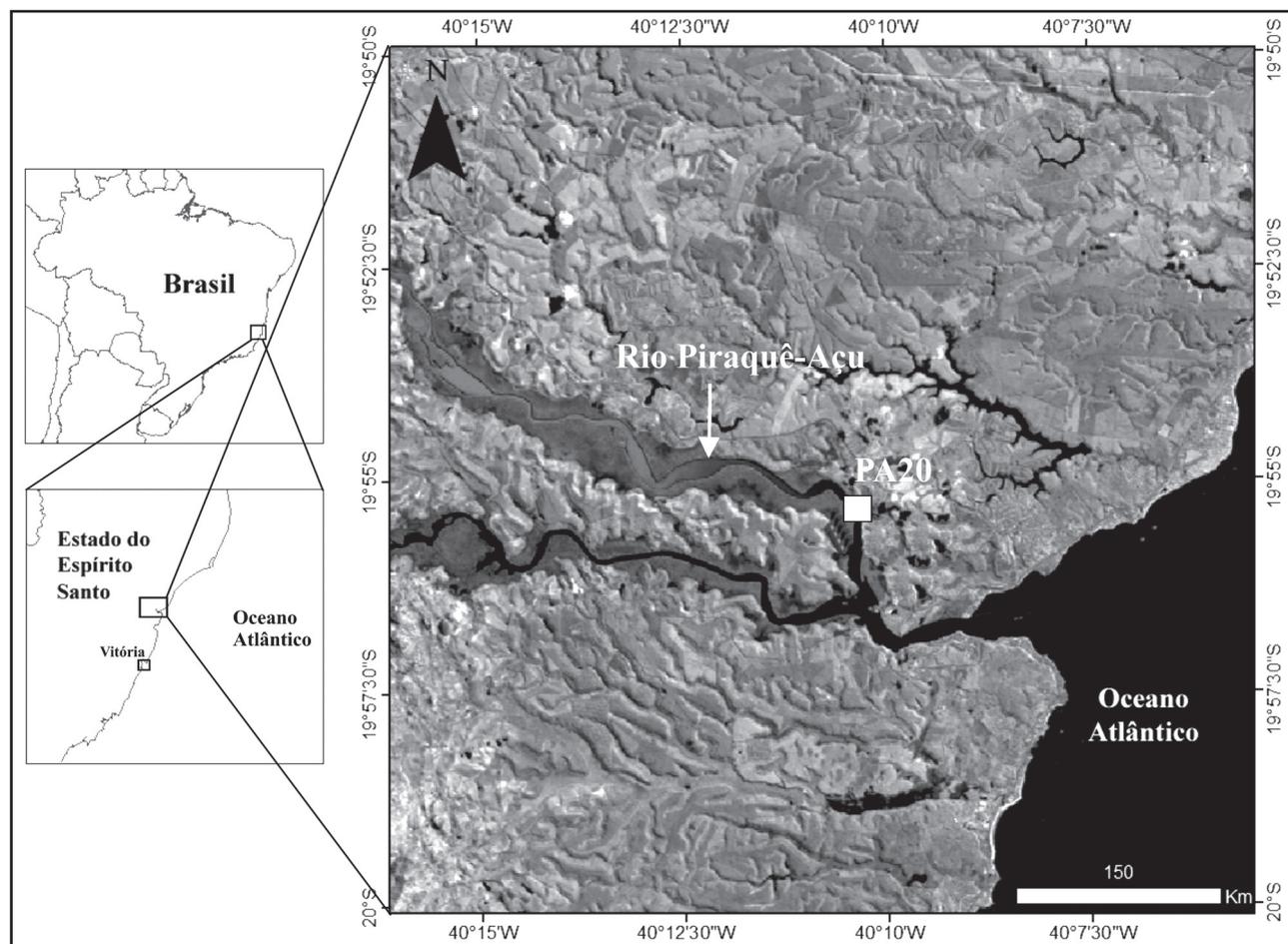


Figura 1 Mapa de localização da coleta do testemunho PA20 (Imagem LANDSAT, modificada do INPE)

3.2 Métodos

Para a análise palinológica foram retiradas amostras a cada 10 cm do testemunho de sondagem. Todo o material recebeu o tratamento químico específico para sedimentos do quaternário proposto por Ybert *et al.* (1992). As amostras foram tratadas sucessivamente com ácido fluorídrico a 40%, ácido clorídrico a 10%, mistura de acetólise, KOH (10%) e cloreto de zinco (ZnCl₂) densidade 2. Objetivando determinar a concentração dos palinomorfos, foi adicionada uma pastilha de esporo exótico *Lycopodium clavatum* (Stockmarr, 1971), contendo 20848 esporos por pastilha. Posteriormente foi realizada a contagem de 300 grãos de pólen por amostra.

Foram selecionadas conchas íntegras de bivalves em quatro profundidades (Tabela 2), sendo enviadas para a datação no Arizona AMS Laboratory. Para cálculo das idades calibradas (A.P.), foi utilizado o programa Calib 7.0, fazendo-se uso da curva INTCAL 13 (Stuiver *et al.*, 2014) (Tabela 2).

Testemunho	Código do laboratório*	Amostra (cm/prof.)	Idades ¹⁴ C não calibrada anos AP	Idades ¹⁴ C cal. anos AP
PA20	AA93437	39-40	1304±34	1255±37
	AA93435	58-59	1531±37	1436±88
	S/N	86-87	1723±34	1632±75
	AA93433	105	1816±35	1758±68

*Arizona AMS Laboratory

Tabela 2 Dados referentes às idades calibradas e não calibradas por radiocarbono (¹⁴C) do testemunho Piraquê-Açu (PA20)

A identificação e a contagem dos palinomorfos foi realizada com o auxílio de um microscópio de luz fotônica. Foram contados no mínimo 300 grãos de pólen por amostra analisada. A identificação dos palinomorfos foi realizada com auxílio de catálogos (Colinvaux *et al.*, 1999, Roubik & Moreno, 1991; Luz & Barth, 2000; Luz & Barth, 2002; Barreto *et al.*, 2013). Para o tratamento estatístico dos dados, foram realizados cálculos de porcentagem e concentração, sendo posteriormente os gráficos plotados com o auxílio dos programas TILIA e CONISS (Grimm, 1987; 1991-2011).

4 Resultados

As datações abrangeram uma faixa de idade de 1758±68 cal. anos AP em 105 cm de profundidade a 1255±37 cal. anos AP em 39 cm de profundidade. As taxas de sedimentação calculadas com base nas datações ¹⁴C encontradas neste intervalo foram respectivamente 8,1 cm/ano entre 105 e 86 cm; 6,8 cm/ano entre 86 e 58 cm; 10,7 cm/ano entre 58 e 39 cm (Figura 2).

A partir das amostras analisadas do testemunho, foi possível identificar e agrupar os tipos polínicos em três principais formações vegetais (Mangue, Comunidade Aluvial e Floresta Ombrófila). Os tipos polínicos que ocorrem em mais de uma formação vegetal foram agrupados em “Ampla Distribuição” tal como os provenientes de outra região em “Introduzido” (Tabela 3).

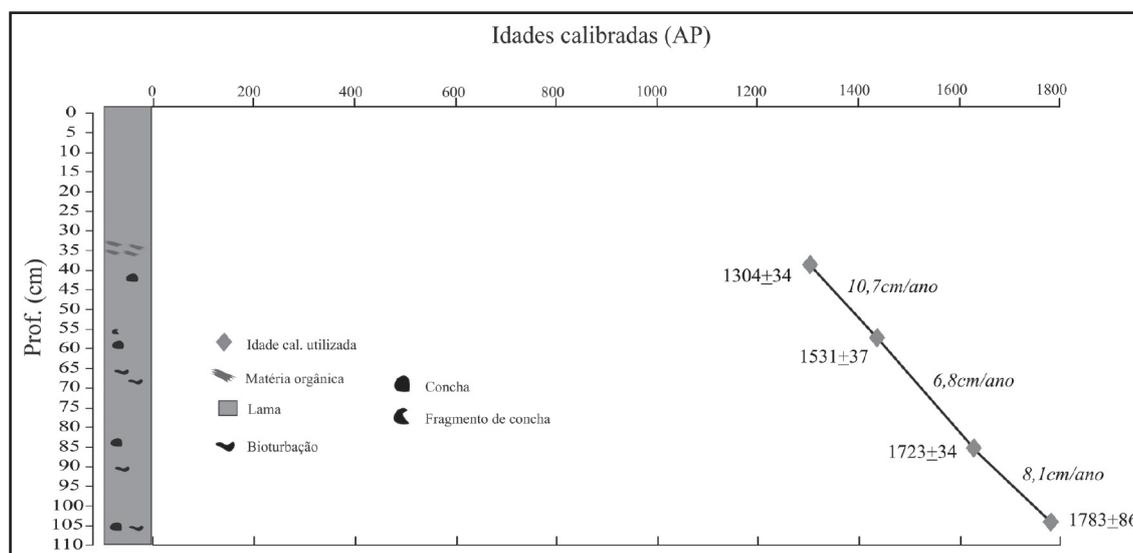


Figura 2
 Taxa de sedimentação do testemunho coletado no Rio Piraquê-Açu (PA20)

Mangue	<i>Rhizophora, Avicennia</i>
Comunidade Aluvial	<i>Alternanthera, Amaranthus/Chenopodiaceae, Asteraceae, Bernardia, Borreria, Brassica, Cleome, Cordia, Cyperaceae, Cucurbitaceae, Dalbergia, Desmodium, Eriogonum, Gomphrena, Machaerium, Myrcia, Poaceae.</i>
Floresta Ombrófila	<i>Phoradendron, Cassia, Alchornea, Anadenanthera, Arecaceae, Arrabidaea, Bauhinia, Bignoniaceae, Bombacaceae, Casearia, Cecropia, Celtis, Cedrela, Combretaceae, Cupania, Dendropanax, Didymopanax, Hedyosmun, Ilex, Lauraceae, Lecythis, Mabea, Malvaceae, Melastomataceae, Myrsine, Myrtaceae, Pera, Piper, Pachira aquatica, Paullinia, Phyllanthus, Polygonaceae, Pouteria, Protium, Pseudobombax, Psychotria, Sebastiania, Tabebuia, Tapirira, Tetrapteris, Trema, Trichilia.</i>
Introduzido	<i>Eucalyptus</i>
Ampla Distribuição	Anacardiaceae, Boraginaceae, Caesalpiniaceae, <i>Cassia</i> , Euphorbiaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Mimosaceae, Moraceae, Sapindaceae, Solanaceae, Rubiaceae.

Tabela 3 Tipos polínicos encontrados e classificados quanto aos grupos vegetacionais nas amostras analisadas do testemunho PA20

A partir dos resultados obtidos, foram estabelecidas três zonas principais (Figuras 3 e 4):

Zona I: intervalo de 110-95cm

A zona I é caracterizada por uma alta concentração total de palinómorfos em sua base

(20.582,4 palinómorfos/g), seguida de queda significativa (12.345,3 palinómorfos/g) em direção ao topo. Esta queda na acumulação dos palinómorfos foi mais expressiva nos grãos de pólen representantes da vegetação de Mangue (8.564,9 -3.025,0) e dos Esporos de Pteridófitas (8.764,1 - 1.839,5) (Figura 3).

Os elementos de vegetação de Mangue apresentaram os mais elevados valores de porcentagem, principalmente *Rhizophora* (36%), juntamente com os tipos polínicos de Floresta Ombrófila (*Alchornea, Arecaceae, Celtis, Combretaceae, Melastomataceae, Tetrapteris, Trema*) e Esporos de Pteridófitas na base desta zona. Os tipos polínicos herbáceo/arbustivo da Comunidade Aluvial representado principalmente por *Cyperaceae* e *Poaceae*, mantiveram valores em torno de 18% (Figura 4).

Por volta de 100 cm profundidade ocorreu uma queda dos tipos polínicos de Mangue (41,6 - 24,5%) e dos Esporos de Pteridófitas (42,6 - 14,9%), seguida de um aumento na frequência dos táxons de Floresta Ombrófila (28,7-43,4%) causado principalmente pelo aumento dos tipos polínicos *Phoradendron, Alchornea, Arecaceae, Cecropia, Celtis, Sebastiania* e *Tetrapteris* juntamente com um pequeno aumento da Comunidade Aluvial e dos Elementos Marinhos (Figura 4).

No entanto, foi registrada queda na vegetação de Mangue e nos Esporos de Pteridófitas em

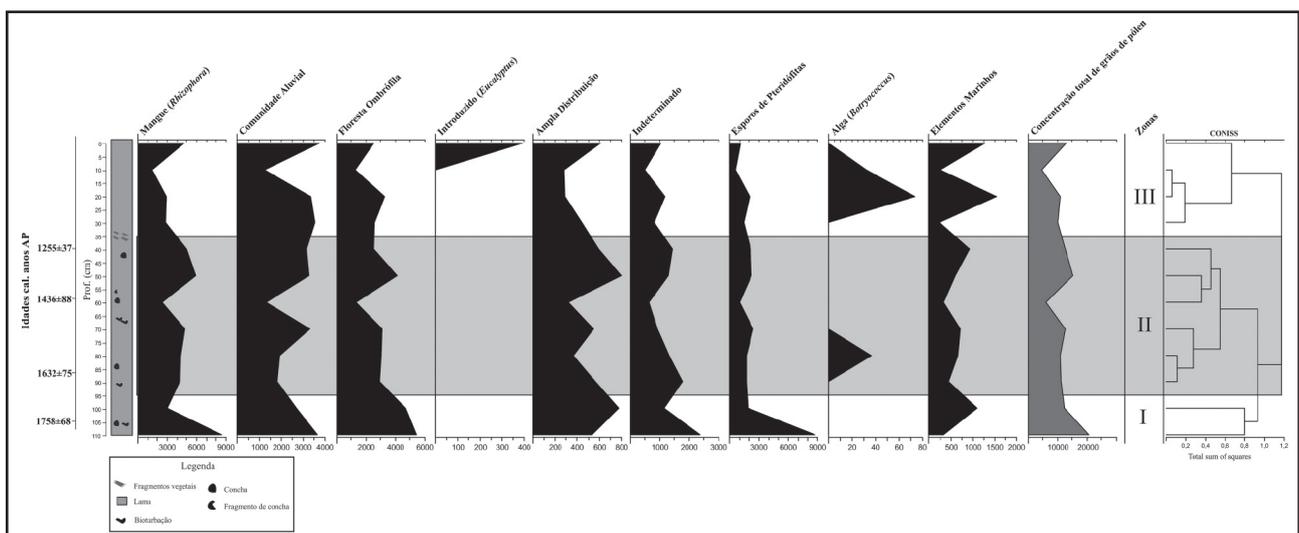


Figura 3 Diagrama de concentração(g/cm3) das formações vegetais identificadas a partir da análise do testemunho PA20

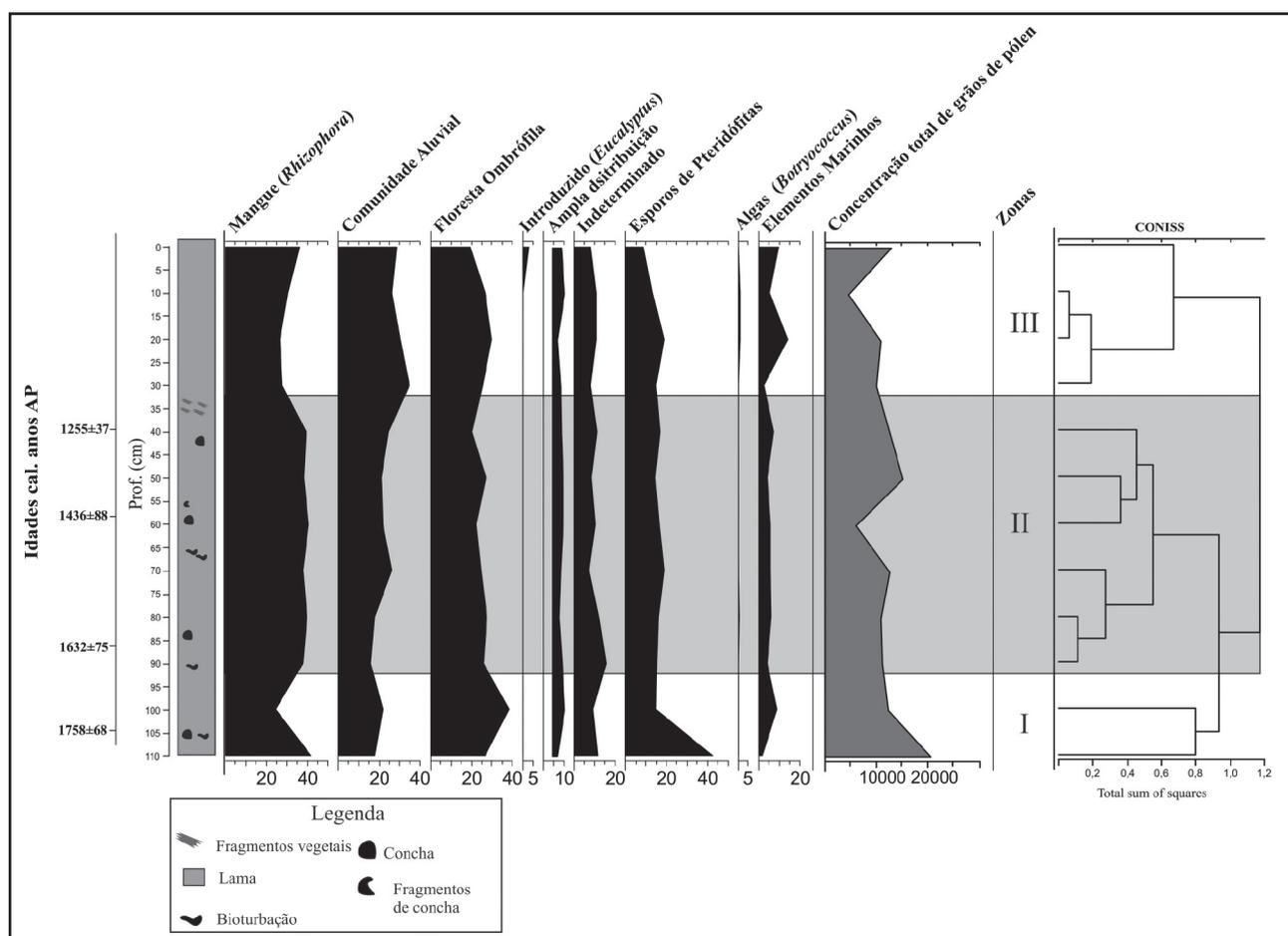


Figura 4 Diagrama de percentagem (%) das formações vegetais identificadas no testemunho PA20

direção ao topo desta zona, enquanto que a Floresta Ombrófila apresentou um pequeno aumento em seus valores percentuais (26-38%). Ocorreu ausência de algas e aumento dos Elementos Marinhos (2-9%) (Figura 4).

Zona II: intervalo 95-35 cm

A concentração total dos palinomorfos na zona II apresentou valores similares aos observados no topo da zona anterior, com queda expressiva (12.345,3 - 6.033,9 palinomorfos/g) em 60 cm de profundidade (Figura 3). Os tipos polínicos da vegetação de Mangue voltaram a apresentar os mais altos valores percentuais ao longo de toda zona (36,4 - 38%), com pequena diminuição próxima ao seu topo (27%). Os elementos de Floresta Ombrófila mantiveram-se constantes ao longo de toda zona (26 - 25%) (Figura 4).

O mesmo padrão foi observado com os táxons característicos da Comunidade Aluvial. No entanto, houve um pequeno aumento por volta de 70 cm de

profundidade (17 - 26%), devido principalmente aos tipos polínicos *Cyperaceae*, *Myrcia* e *Poaceae* estando relacionados a uma vegetação herbácea/arbustiva. Os Esporos de Pteridófitas, Elementos Marinhos mantiveram valores semelhantes ao da zona anterior (Figura 4). No entanto, cabe ressaltar a primeira ocorrência de *Botryococcus* (Alga).

Zona III: intervalo de 35-0 cm

Na zona III ocorreu queda acentuada nos valores de concentração total dos palinomorfos por volta de 10 cm de profundidade e posteriormente uma tendência de aumento de todas as formações vegetais. Foi identificada a mais alta concentração de *Botryococcus* no testemunho (73,2 palinomorfos/g) e um aumento dos Elementos Marinhos em direção ao topo (Figura 3).

A vegetação de Mangue apresentou uma pequena expansão (31- 36%), tal como a vegetação da Comunidade Aluvial. O aumento na frequência da

Comunidade Aluvial foi caracterizado pela presença dos tipos polínicos Cyperaceae, *Gomphrena*, *Machaerium* e Poaceae. Uma pequena retração na Floresta Ombrófila (27 – 19%) foi também observada após os 10 cm de profundidade. No topo desta zona foi registrado o aparecimento do tipo polínico *Eucalyptus* em baixa frequência (3%) (Figura 4).

5 Discussão

A presença da vegetação de mangue, representada principalmente pelo tipo polínico *Rizophora*, é observada em altas taxas ao longo de todo o testemunho estudado (Figura 2), ocorrendo desde a base do testemunho. Este comportamento também foi observado por outros autores (Rodrigues & Senna, 2011; Behling & Costa, 1997) em testemunhos coletados nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e por Muller (1959) na região do rio Orinoco, o que corrobora com os dados encontrados no presente trabalho. No entanto, outros autores (Belem, 1985; Coelho *et al.*, 1999; Amaral *et al.*, 2006), analisando testemunhos do Sudeste do Brasil, observam este tipo polínico em baixas percentagens.

De acordo com Muller (1959) o pólen de *Rhizophora* possui um tamanho pequeno podendo ser transportado pelo vento por longas distâncias, tendo este gênero uma alta produção polínica. No entanto, fatores como a hidrodinâmica do local de coleta, direção do vento e a taxa de sedimentação podem influenciar na preservação e deposição dos grãos (Hoffman, 2002). Coelho *et al.* (1999) destacam que o fato deste tipo polínico ser encontrado em baixas concentrações, pode estar relacionado ao transporte e à lixiviação dos grãos através da influência de rios que desembocam próximo à sua área de estudo.

Zona I: intervalo de 110-95 cm

A presença marcante da vegetação de Mangue, juntamente com a Floresta Ombrófila e os Esporos de Pteridófitas sugere nesta zona uma condição de ambiente mais alagado que o atual. Martin *et al.* (1996) destacam que em 1959 cal. anos AP o mar na costa do Estado do Espírito Santo estava cerca de 1,20 metros acima do atual. Como a base do testemunho é datada em 1758 cal. anos AP, esta maior concentração de palinomorfos na base pode estar associada a um padrão de descida do

nível relativo do mar, o que possivelmente dificultou o transporte de material para áreas mais distantes do ponto de coleta.

Zona II: intervalo de 95-35 cm

O primeiro aparecimento da alga *Botryococcus* por volta 1588 cal. interpolada anos AP pode estar relacionado à estratificação do ambiente estuarino. Segundo Coser *et al.* (2007), a salinidade do Rio Piraquê-Açu é influenciada pelo regime pluvial ocorrendo uma diminuição na estação chuvosa. Observa-se o início do restabelecimento do Mangue e uma pequena retração da Comunidade Aluvial e da Floresta Ombrófila. Hoffman (2002) destaca que tal como a taxa de sedimentação, a hidrodinâmica do local de coleta e a influência de ventos podem interferir no padrão de deposição dos grãos em ambientes estuarinos.

A queda na concentração de palinomorfos em 60 cm de profundidade pode estar associada a uma maior descarga fluvial. Contudo, a vegetação permaneceu estável, apresentando uma pequena diminuição da Comunidade Aluvial e dos Esporos de Pteridófitas e um pequeno aumento do Mangue. O fato da vegetação de Mangue permanecer estável pode estar associado à alta produção polínica de *Rhizophora* sp. (Muller, 1959) e às oscilações, tanto na Comunidade aluvial quanto na Floresta Ombrófila, podem estar associados a fatores como produção polínica das plantas além da influência da direção de ventos e hidrodinâmica local (Hoffman, 2002).

Zona III: intervalo de 35-0 cm

Em 1234 cal. anos AP observa-se uma retração da vegetação de Mangue e conseqüentemente uma maior expansão da Comunidade Aluvial ocupando as áreas antes pertencentes ao manguezal, através dos táxons Cyperaceae e Poaceae. Os baixos valores de concentração em 10 cm de profundidade são semelhantes aos encontrados na zona anterior.

Após 10 cm de profundidade, observou-se uma tendência ao restabelecimento do Mangue, associado a uma pequena queda da Floresta Ombrófila e uma ligeira expansão da Comunidade Aluvial. Este fato pode estar associado à chegada de imigrantes europeus, principalmente italianos para a área da

bacia de drenagem do Rio Piraquê-Açu por volta de 1891 AD no intuito de colonizar a área e estabelecer as primeiras fazendas (Nagar, 1985). Perota (1974) ressalta que, devido à atividade antrópica na região, as paisagens foram profundamente modificadas sendo as novas áreas abertas utilizadas para a criação de animais e expansão da agricultura.

No topo do testemunho, observa-se o primeiro registro do tipo polínico *Eucalyptus* que foi introduzido no Brasil no final de 1800 AD. Para o Estado do Espírito Santo, o registro do cultivo de *Eucalyptus* sp. ocorreu a partir do final de 1960 AD em áreas que antes eram de propriedade dos índios Tupi-Guarani (Loureiro, 2006). O aparecimento deste tipo polínico no testemunho pode estar relacionado ao início da instalação de indústrias de celulose no Estado, que estão localizadas em diferentes áreas do entorno do estuário realizando a monocultura deste gênero em larga escala (De Souza & Zanuncio, 1998; Loureiro, 2006).

Um novo aparecimento da alga *Botryococcus* foi observado. Este gênero de alga pode ocorrer desde ambientes de água doce quanto em ambientes com certa salinidade (Traverse, 2008). O fato de o Rio Piraquê-Açu possuir uma ampla bacia de drenagem em relação ao Rio Piraquê-Mirim, com um grande aporte de água continental (Coser *et al.*, 2007), pode ter contribuído com condições de menor salinidade, permitindo o reaparecimento desta alga. Os Elementos Marinhos, principalmente palinoforaminíferos, são encontrados variando ao longo de todo o testemunho. Esta variação pode estar relacionada à condições favoráveis ao estabelecimento destes organismos.

6 Conclusão

A análise deste testemunho indicou a presença marcante de um manguezal bem preservado no entorno do rio Piraquê-Açu durante o intervalo de tempo estudado (1758 cal. anos AP até 1960 AD), tal como foi relatado por naturalistas em 1800 AD (Saint-Hilaire, 1974). Tanto a vegetação de Mangue quanto as demais formações vegetais sofreram oscilações. Este fato pode estar associado à influência do nível marinho (zona I), passando por um período de transição e estabilização da vegetação (zona II). Posteriormente pôde-se observar uma atividade antrópica mais acentuada com a chegada

de imigrantes ao entorno do estuário e a diminuição da área de Floresta Ombrófila para a introdução de vegetação exótica (zona III).

7 Referências

- Amaral, P.G.C.; Ledru, M.P.; Branco, F.R. & Giannini, P.C.F. 2006. Late Holocene development of a mangrove ecosystem in southeastern Brazil (Itanhaém, state of São Paulo). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241: 608–620.
- ANA. 2004. *Sistema de Informações Hidrológicas*. Agência Nacional das Águas. www.ana.gov.br
- Barreto, C.F.B.; Freitas, A.S.; Vilela, C.G.; Baptista-Neto, J.A. & Barth, O.M. 2013. Grãos de pólen em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 36: 32-54.
- Barroso, G.F. 2004. *Development of an Evaluation Framework for Sustainable Bivalve Aquaculture: A Strategic Plan Approach in Espírito Santo, Brazil*. Doutorado em Geografia – University of Victoria, Canadá, Tese, 229p.
- 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(2): 227-229.
- Behling, H. & Costa, M.L. 1997. Studies on Holocene tropical vegetation, mangrove and coast environments in the state of Maranhão, NE Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 10:93–118.
- Behling, H.; Cohen, M.C.L. & Lara, R.J. 2004. Late Holocene mangrove dynamics of Marajó Island in Amazonia, northern Brazil. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13:73–80.
- Belem, C.I.F.1985. Palinologia de sedimentos inconsolidados do Mangue de Guaratiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Brasília: MME-DNPM, Série Geologia 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia*, 2: 273-284.
- Brush, G.S. & Brush, L.M. 1994. *Transport and deposition of pollen in a estuary: signature of the landscape*. In: TRAVERSE, A. (ed.): *Sedimentation of organic matter*. Cambridge Press, 544p.
- Coelho, L.G.; Barth, O.M. & Chaves, H.A. 1999. O registro palinológico das mudanças da vegetação na região da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, nos últimos 1000 anos. *Leandra*, 14: 51-63.
- Cohen, M.C.L.; Souza Filho, P.W.M.; Lara, R.J.; Behling, H. & Angulo, R.J. 2005. A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (northern Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, 13: 433–443
- Colinvaux, P.; De Oliveira, P.E. & Patiño, J.E.M. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. Harwood Academic Publishers. 332p.
- Coser, L.M.; Pereira, B.B.P. & Joyeux, J-C. 2007. Descrição da comunidade ictioplanctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES, Brasil. *Interciência*, 32(4): 233-241.
- Dalrymple, R.W.; Zaitlin, B.A. & Boyd, R. 1992. Estuarine facies models: Conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62:1130-1146.
- De Souza, M.B. & Zanuncio, J.C. 1998. Environmental heterogeneity as a strategy for pest management

- in *Eucalyptus* plantations. *Forest Ecology and Management*, 102:9-12.
- Fairbridge, R.W. 1980. *The estuary: its definition and geodynamic cycle*. In: OLAUSSON, E. & CATO, I. (eds.). *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*.
- Grimm, E.C. 1987. CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computer and Geosciences*, 13:13-35.
- Grimm, E.C. 2011. Programa Tilia 1.7.16. Illinois State Museum.
- Hofmann, C.C. 2002. Pollen distribution in sub-recent sedimentary environments of the Orinoco Delta (Venezuela) – an actuo-paleobotanical study. *Review of Paleobotany and Palynology*, 119: 191-217.
- IBGE. 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, 271p.
- Luz, C.F.P. & Barth, O.M. 2000. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos holocênicos da Lagoa de Cima, norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil - Dicotyledoneae. *Leandra*, 15: 11-34.
- Luz, C.F.P. & Barth, O.M. 2002. Palinomorfos indicadores de tipos de vegetação em sedimentos holocênicos da Lagoa de Cima, norte do Estado Rio de Janeiro, Brasil - Monocotyledoneae, Gymnospermae, Pteridophyta e Bryophyta. *Leandra*, 17: 7-22.
- Loureiro, K. 2006. A instalação da empresa Aracruz Celulose S/A e a “moderna” ocupação das terras indígenas Tupiniquim e Guarani Mbya. *Revista Ágora*, 3:1-32.
- Magris, R.A. & Loureiro Fernandes, L. 2005. Levantamento preliminar das larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) do sistema estuarino dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, Espírito Santo. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9(1): 49-54.
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M. & Archanjo, J.D. 1996. Coastal quaternary formations of the southern part of the State of Espírito Santo (Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(3): 389-404.
- Medeanic, S. 2006. The palynomorphs from surface sediments of intertidal marshes in the estuarine part of the Patos lagoon. *Iheringia, Série Botânica*, 61(1-2): 49-62.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M. & Kjerfve, B. 2002. *Princípios de oceanografia física de estuários*. São Paulo: Edusp. 417 p.
- Moreira, A.A.N. 1977. Relevo do Nordeste. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, Rio de Janeiro.
- Muller, J. 1959. Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropaleontology*, 5(1): 1-32.
- Nagar, C. 1985. *O Estado do Espírito Santo e a imigração italiana*. Vitória: Arquivo Público do Estadual. 70p.
- Neves, R.C. 2010. *Hidrodinâmica e transporte de material particulado em suspensão nos dois braços do Sistema estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz – ES*. Monografia final do curso de Graduação em Oceanografia, do Departamento de Oceanografia e Ecologia, UFES, 104p.
- Paula, A. & Soares, J.J. 2011. Estrutura horizontal de um trecho de floresta ombrófila densa das terras baixas na Reserva Biológica de Sooretama, Linhares, ES. *Floresta*, 41(2): 321-334.
- Perota, C. 1974. Resultados preliminares sobre a arqueologia da região central do Estado do Espírito Santo. *Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas. Resultados preliminares do quinto ano (1969-1970)*. Publicações avulsas, nº26. Belém, Pará, Brasil. Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Petri, D.J.C.; Bernini, E.; Souza, L.M. & Rezende, C.E. 2011. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. *Biota Neotropica*, 11(3): 107-116.
- Rodrigues, L.C.S. & Senna, C.S.F. 2011. Palinologia holocênica do testemunho Bom Jesus, margem leste da ilha do Marajó, Pará, Amazônia. *Acta Amazonica*, 4(1): 9-20.
- Roubik, D.W. & Moreno, J.E.P. 1991. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. Monographs in systematics Botany. Missouri: Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Ruschi, A. 1950. Fitogeografia do estado do Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Prof. “Mello Leitão”*, 1:1-384.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13:615-621.
- Stuiver, M.; Reimer, P.J. & Reimer, R. 2014. Programa Calib 7.0. <http://calib.qub.ac.uk/calib/index.html>
- Saint-Hilaire, A. 1974. *Viagem ao Espírito Santo e Rio Doce*. Editora Itatiaia, São Paulo. 121p.
- Silva, M.A.B.; Bernini, E. & Carmo, T.M.S. 2004. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 19(3): 465-471.
- Silva, A.E. 2012. *Caracterização morfosedimentar e setorização do Sistema Estuarino dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim e da plataforma continental interna adjacente, Aracruz – ES*. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo.
- Thomaz, L.D. 2010. A Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernandes Coutinho ao século 21. *Boletim do Museu de Biologia “Mello Leitão”*, 27:5-20.
- Traverse, A. 2008. *Paleopalynology*. Ed. Springer. 2ª edição. 813p.
- Valadares, R.T.; Souza, F.B.C.; Castro, N.G.D.; Peres, A.L.S.S.; Schneider, S.Z. & Martins, M.L.L. 2011. Levantamento florístico de um brejo-herbáceo localizado na restinga de Morada do Sol, município de Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. *Rodriguésia*, 62(4): 827-834.
- Vedel, V.; Behling, H.; Cohen, M. & Lara, R. 2006. Holocene mangrove dynamics and sea-level changes in northern Brazil, inferences from the Taperebal core in northeastern Pará State. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15: 115–123.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p.
- Ybert, J.P.; Salgado-Laboriau, M.L.; Barth, O.M.; Lorscheiter, 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 em estudos palinológicos do Quaternário. *Revista do Instituto Geológico de São Paulo*, 13(2):47-49.