

# DINÂMICA VEGETACIONAL E ESPACIAL DO MANGUE DO SUESTE, FERNANDO DE NORONHA (PE), DESDE O HOLOCENO MÉDIO

L.C.R. Pessenda<sup>1</sup>, S.E.M. Gouveia<sup>1</sup>, F.S. Ricardi-Branco<sup>2</sup>, M.P. Ledru<sup>3</sup>, A. Sifeddine<sup>4</sup>, E.A. Menor<sup>5</sup>, R.C. Cordeiro<sup>6</sup>, R. Aravena<sup>7</sup>, J.A. Bendassoli<sup>8</sup>, R. Boulet<sup>9</sup>, H.F. Filizola<sup>10</sup>, S.M.B. Oliveira<sup>9</sup>, A.S. Ribeiro<sup>11</sup>, A.M.M. Freitas<sup>12</sup>, S.E.M.G. Saia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório <sup>14</sup>C, CENA/USP (pessenda@cena.usp.br); <sup>2</sup>Instituto de Geociências, UNICAMP;

<sup>3</sup>University of Montpellier, France; <sup>4</sup>Institut de Recherche pour le Développement, France;

<sup>5</sup>Dept. de Geologia, UFPE; <sup>6</sup>Dept. de Geoquímica, UFF;

<sup>7</sup>Department of Earth Sciences, University of Waterloo, Canada;

<sup>8</sup>Laboratório de Isótopos Estáveis, CENA/USP; <sup>9</sup>Instituto de Geociências, USP;

<sup>10</sup>CNPMA-EMBRAPA; <sup>11</sup>Dept. de Biologia, UFS; <sup>12</sup>UFRPE

**Abstract.** The objective of this research was to use distinct proxies as pollen, clay minerals and carbon isotopes in sediment samples from Mangue do Sueste, Fernando de Noronha island, in order to characterize its vegetation evolution since the middle Holocene.

The sediment lithology indicated several distinct units, which starts with carbonate in the bottom to sandy and clayey layers in the top.

In the interval 4240 yrs BP to ~2000 yrs BP (222-194 cm) the sediment was basically constituted of coarse and medium sand, calcite cement and shells, probably indicating higher sea level than today and the mangrove eventually located more in the interior of the island. In the interval ~2000-440 yrs BP (194-132 cm) were observed pollen taxa of Alismataceae, Amaranthaceae, Araceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Poacea and Combretaceae (*Laguncularia*), mangrove indicator. In the interval 440 yrs BP-present (132-22 cm) were found similar species and also Capparaceae, Malvaceae and Rubiaceae. Only recently (1958-59) were recorded taxa of Bignoniaceae, Fabaceae and the return of *Laguncularia*.

The geochemistry and isotope results, in association with the lithology and pollen analyses, indicated variations in the vegetation and in the location of the Mangue do Sueste from the middle Holocene to the present. Such variations can be associated with sea level oscillations and also with climatic and anthropogenic events.

**Palavras-chave:** Mangue do Sueste; Arquipélago Fernando de Noronha; dinâmica da vegetação

## 1. Introdução

Os estudos de reconstrução paleoambiental visam, em geral, as trocas de vegetação de onde se fazem inferências sobre as mudanças no clima (Ledru et al. 2001, Gouveia et al. 2002, Sifeddine et al. 2003, Pessenda et al. 2004, 2005). Tais variações climáticas são também muitas vezes associadas à dinâmica de regressão e transgressão marinha (Suguio 1999).

Neste trabalho apresentam-se resultados referentes às análises geoquímicas, palinológicas e isotópicas de amostras de um

testemunho coletado no Mangue do Sueste em Fernando de Noronha (PE), com o objetivo de reconstrução da vegetação e da dinâmica da sua localização, associada às variações do nível do mar desde o Holoceno Médio.

## 2. Área de Estudo

O Arquipélago de Fernando de Noronha é formado por 21 ilhas e ilhotas, totalizando 11.270 ha de área, sendo a ilha principal Fernando de Noronha. O clima da região é

tropical, do tipo Aw do sistema Köppen de classificação. A média anual das temperaturas situa-se em torno de 25°C. O total das precipitações anuais situa-se em torno de 1400 mm, porém com grande variabilidade interanual. São evidentes duas estações bem marcadas, período úmido de março a julho e déficit hídrico de agosto a janeiro. Em relação à umidade relativa do ar, há grande uniformidade durante todo o ano, com valores oscilando em torno de 85% no período chuvoso e 81% no seco (Batistella 1993).

A flora é bastante pobre, fato característico de ambientes insulares e justificado pelo isolamento do continente (Batistella 1993).

Um importante fator climático na ilha que influencia na cobertura vegetal do Arquipélago é o vento constante. Os alíseos com direção ESE atingem principalmente a face de barlavento, onde encontra-se localizada a Bahia Sueste.

O manguezal da Bahia Sueste é composto unicamente por *Laguncularia racemosa* e representa um dos únicos locais de ocorrência da espécie em ilhas oceânicas do Atlântico Sul (Batistella, 1993). As árvores apresentam em média 7 m de altura e durante o Holoceno já ocuparam uma área maior, podendo ser hoje consideradas como um relicito. Na atualidade, o manguezal encontra-se ameaçado pelo assoreamento, produto da construção e ampliação da barragem do Açude Xaréu e exploração da pedreira Sueste para obtenção do material de empréstimo utilizado na ampliação da pista de pouso e na recuperação da Transnoronha.

Com relação à hidrologia, o rio Maceió é o principal corpo d'água da ilha, que atualmente desemboca no Reservatório Xaréu. Os restantes corpos d'água são de modestas dimensões, sendo todos intermitentes, secando rapidamente com o final da época de chuvas.

### **3. Métodos e Técnicas**

Um testemunho de 220 cm foi amostrado no Mangue do Sueste através da utilização de um vibrotestemunhador (Martin and Flexor 1989) e tubo de alumínio. Após abertura do testemunho e descrição macroscópica dos depósitos sedimentares, amostras foram coletadas em cubos de plástico de 2 cm<sup>3</sup> a cada 2 cm para análises de palinologia, sedimentologia e mineralogia.

Foram processadas quinze amostras do testemunho para a obtenção dos palinomorfos, incluindo uma amostra da chuva polínica atual, coletada no sedimento mais superficial do manguezal. Das quinze amostras, foram estudadas aquelas correspondentes aos intervalos listados na Tabela 1 por serem as que apresentaram maior possibilidade de conter palinomorfos após o ataque químico.

Tabela 1. Intervalos estudados x número de pólens encontrados.

Profundidade (cm)	Nº de pólens encontrados
Atual	363
22-24	360
32-34	134
44-46	144
122-124	8
126-128	162
130-132	69
186-188	105
191-192	318
196-198	204

O tratamento químico das amostras para a obtenção dos palinomorfos seguiu a metodologia estabelecida por Faegri and Iversen (1989), com identificação em microscópio Carl Zeiss Axioskop 40 e comparação com coleção de referência especialmente elaborada a partir de pólens coletados na ilha além de outras coleções de referência e atlas palinológicos.

Foram enviados cerca de 100 mg de amostras do testemunho tratadas quimicamente (HCl 4% a frio) ao Laboratório de Isótopos Ambientais da

Universidade de Waterloo, Canadá, para a determinação elementar (C) e isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$ ) em analisador Carlo Erba acoplado a um espectrômetro de massa Optima. Os resultados são expressos respectivamente em porcentagem de peso seco e pela unidade relativa “ $\delta$ ”, determinada em relação ao padrão internacional PDB.

Selecionou-se seis amostras as quais, após tratamento físico (remoção de restos vegetais, etc.), foram submetidas à hidrólise com HCl 4% por 5 h a 80°C. Após lavagens sucessivas (até pH 5) e secagem em estufa a 60°C por 48 horas, as amostras foram submetidas à combustão e o CO<sub>2</sub> obtido enviado ao Laboratório Isotrace no Canadá para determinação da idade pelo método do <sup>14</sup>C por AMS.

A composição mineralógica dos sedimentos foi determinada qualitativamente por difração de raios X. Uma estimativa das quantidades relativas dos minerais presentes foi feita pela comparação da altura dos picos característicos dos minerais. Utilizou-se o difratômetro Siemens D5000 do Laboratório de Difração de Raios X do Instituto de Geociências da USP.

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Litologia e Datações <sup>14</sup>C

A litologia do testemunho bem como as datações <sup>14</sup>C via AMS são apresentadas na Figura 1. Os resultados indicaram idade moderna entre 18 e 46 cm (material argiloso e orgânico), ou seja, material depositado após/durante os testes nucleares realizados nas décadas de 1950-1960. As idades calibradas para as amostras das camadas 26-29 e 47-49 cm indicaram os anos de 1958 e 1959, respectivamente, com 100% de probabilidade. As idades obtidas para as camadas 132-134 cm e 138-140 cm foram de 440 anos AP  $\pm$  50 e idade calibrada de 1440 AD e 710 anos AP  $\pm$  50 e idade calibrada de

1285 AD, respectivamente. Na profundidade de 191-192 cm a amostra arenosa apresentou uma idade aproximada de 2000 anos AP  $\pm$  50 e idade calibrada de 70 AD. A base do testemunho (214-216 cm), conchas misturadas a material cimentado calcário (beach rock), forneceu a idade de 4240 anos AP  $\pm$  60 e calibrada de ~4700 anos.

### 4.2. Palinologia

Como pode ser observado na Tabela 1, somente três níveis (191-192 cm, 22-24 cm e atual) apresentaram quantidade suficiente de pólens (>250) para a construção do diagrama polínico, contudo, considerações acerca da evolução da vegetação podem ser feitas.

Além dos taxa identificados (Ricardi-Branco 2005, Pessenda 2005), foram encontrados em todas as lâminas abundantes fragmentos bem preservados de cutículas, esporos de fungos, algas, alguns cistos de dinoflagelados e na amostra do intervalo 122-124 cm um palino de foraminífero. Foram encontrados também pólens dobrados e fragmentados, o que poderia evidenciar transporte.

Foram identificados um total de 52 tipos polínicos (Ricardi-Branco 2005, Pessenda 2005) pertencentes a 21 famílias de angiospermas e uma de gimnospermas (Ephedraceae). Cabe ressaltar que em todas as lâminas analisadas foi notável a falta de esporos de pteridófitas (filicinaeas, licófitas e esfenófitas) e de briófitas

Apesar da escassez de pólens em vários níveis estudados, foi possível ter-se uma idéia da dinâmica da vegetação. Dessa forma, as amostras estudadas foram divididas em dois intervalos de tempo: 2000-440 anos AP e 440 anos AP-Presente, visto que as amostras contidas no intervalo 440 anos AP (132-134 cm) e 710 anos AP (138-140 cm) foram totalmente utilizadas nas demais análises efetuadas.

#### 4.2.1. Intervalo ~2000-440 anos AP

A amostra mais antiga estudada (196-198 cm) possui uma idade superior a 2000 anos AP. Nela aparecem pólens das famílias Alismataceae, Cyperaceae, Amaranthaceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae e Araceae. Esses pólens podem ser considerados como pertencentes à vegetação que habitava as cercanias do manguezal.

Também se identificaram pólens de Convolvulaceae (*Ipomea*), Euphorbiaceae (*Sapium* e *Euphorbia*), Moraceae (*Ficus*), além de Combretaceae (*Laguncularia*), o que associaria a vegetação hoje encontrada em Noronha, não introduzida, com a colonização e a presença de manguezal no local já nesse tempo.

No intervalo seguinte (191-192 cm) continuam sendo encontradas as mesmas famílias do intervalo anterior, além do primeiro registro de Arecaceae e o único registro do testemunho de uma gimnosperma da família Ephedaraceae, possivelmente transportada pelo vento.

No intervalo 180-186 cm é registrado um empobrecimento no número de espécies sendo registradas as famílias Alismataceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Cyperaceae, Poaceae, desaparecendo os pólens de *Laguncularia*, possivelmente por uma redução na área do manguezal, embora sejam registrados pela primeira vez pólens das famílias Bombacaceae e Fabaceae (*Erytrina*).

#### 4.2.2 Intervalo 440 anos AP-Presente

Nas amostras 130-132 cm foram encontrados pólens de Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Araceae, Convolvulaceae (*Ipomea*), Cyperaceae, Moraceae (*Ficus*) e Poaceae.

No intervalo entre 126-128 cm foram encontrados pólens de Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Araceae, Convolvulaceae (*Ipomea*), Cyperaceae, Euphorbiaceae (*Euphorbia*), Moraceae (*Ficus*) e Poaceae que continuam além do primeiro

aparecimento de Capparaceae (*Cleome*), Euphorbiaceae (*Jatropha*), Malvaceae e Rubiaceae. Como no nível anterior, não foram registrados pólens de *Laguncularia*.

Na amostra coletada entre 122-124 cm foram encontrados somente 8 pólens de Poaceae.

Nos intervalos entre 44-46 cm, 32-34 cm e 22-24 cm foi coletado sedimento superficial de manguezal. Aqui continuam a ser encontradas as famílias registradas no intervalo anterior, volta a aparecer o registro de *Laguncularia* e pela primeira vez foram registrados pólens de Bignoniaceae (*Tabebuia*), Capparaceae (*Capparis*), Fabaceae (*Cassia*, *Crotalaria*, *Desmanthus*, *Desmodium*, *Leucaena*), Malvaceae, Nyctaginaceae, Oleaceae (*Jasminum*), Onagraceae, Sapindaceae (*Cupania*), Solanaceae, Sterculaceae e Verbenaceae. Dos pólens presentes deduz-se que o manguezal estava localizado na sua posição atual ou, como parecem indicar os registros, já foi mais extenso.

Outros autores como Dino et al. (2000) realizaram estudos da chuva polínica atual na Lagoa da Viração, Fernando de Noronha. Os pólens encontrados nessa pesquisa correspondem a 17 tipos distintos, entre eles a única família mencionada é Bignoniaceae.

Os dados obtidos na análise do testemunho do Mangue do Sueste indicaram que numerosas espécies foram introduzidas nos últimos 400 anos, embora ainda possam ser encontrados representantes da flora original. A escassez de palinomorfos na maioria das lâminas estudadas pode ser explicada pela união de vários fatores como: direção desfavorável dos ventos, reduzida área da ilha, flora pobre e oscilações nas dimensões do manguezal, decorrentes de variações no nível do mar, que podem provavelmente estar associadas a épocas mais áridas onde o rio Maceió, principal fonte de transporte de pólens da flora da ilha para o mangue, pode ter secado.

Ressalta-se que no intervalo 222 cm (4240 anos AP) até 194 cm (>2000 anos AP) o material do testemunho era constituído de areia grossa e média com conchas, o que provavelmente indica que o local atual do mangue seria uma praia. Ou seja, o nível do mar estaria provavelmente acima do atual e o mangue localizado mais para o interior da ilha.

#### 4.3. Dados isotópicos e geoquímicos

Os dados isotópicos e geoquímicos apresentados na Figura 1 indicam a presença de um aumento progressivo de aporte orgânico de material de plantas C<sub>3</sub> na camada superficial (18 a 40 cm, datada da década de 1950-1960), visto os valores de C orgânico total de 5,46 a 2,03%, da razão C/N de 12,8 a 10,6 e  $\delta^{13}\text{C}$  de -28,6 a -26,3‰. Estes valores associados à litologia que

apresentou argila escura e areia orgânica escura no mesmo intervalo (18-46 cm) caracterizaram a presença do mangue moderno no testemunho. A partir desta profundidade há uma tendência generalizada de diminuição dos teores de C (ao redor de 0,20-0,90%), razão C/N (ao redor de 6 a 9) e enriquecimento isotópico (ao redor de -22 a -23‰) até a camada 130-132 cm. Nesta camada, ao redor de aproximadamente 400 anos AP, há um aumento no teor de C orgânico total (2,43%), na razão C/N (13,5) e um empobrecimento isotópico (-24,8‰), que podem ser interpretados como um aporte de material orgânico de origem C<sub>3</sub>. Considerando o pequeno número de pólens (Tabela 1) e as espécies identificadas na camada 130-132 cm, para este período não há indicação da presença de um mangue no local.

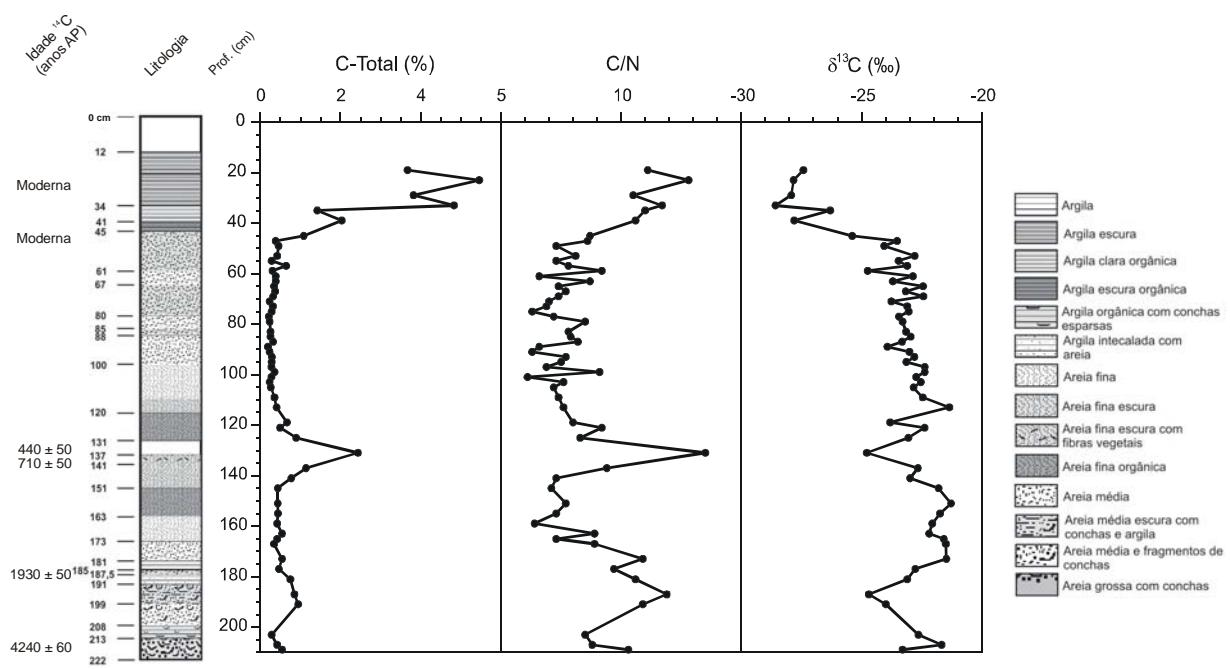


Fig. 1. Litologia, datações  $^{14}\text{C}$ , carbono orgânico total, razão C/N e valores de  $\delta^{13}\text{C}$  das amostras de sedimento coletado no Mangue do Sueste.

A partir da camada 136-138 cm (cerca de 600 anos AP) há uma diminuição na concentração do C orgânico total (1,14%), na razão C/N (9,4) e um enriquecimento isotópico (-22,7‰), que se mantém entre 0,34% a 0,77% para o C orgânico total, 6,4 a 10,9 para a razão C/N e -23,0 a -21,5‰ para o  $\delta^{13}\text{C}$  até aproximadamente a camada 180-182 cm. Na camada 182-192 cm (~2000 anos AP) há um acréscimo no teor de C (0,94%), na razão C/N (11,9) e um empobrecimento isotópico (-24,7‰), indicativo de um aporte orgânico de material de ciclo fotossintético  $\text{C}_3$ , provavelmente associado a um antigo mangue no local. Para essa camada os dados polínicos indicaram a presença de espécies típicas desse ecossistema nas amostras analisadas, reforçando o reaparecimento do manguezal.

Essas variações provavelmente estão relacionadas a aspectos climáticos, antrópicos e a oscilações no nível do mar. Os resultados da litologia do testemunho (Fig. 1) evidenciaram significativas mudanças na sua composição, reforçando também o aspecto da dinâmica de transgressão e regressão marinha.

Na Figura 2 apresentam-se resultados de C/N e  $\delta^{13}\text{C}$  que indicam o predomínio de plantas terrestres do tipo  $\text{C}_3$  na constituição do testemunho do mangue do Sueste (Meyers 2003).

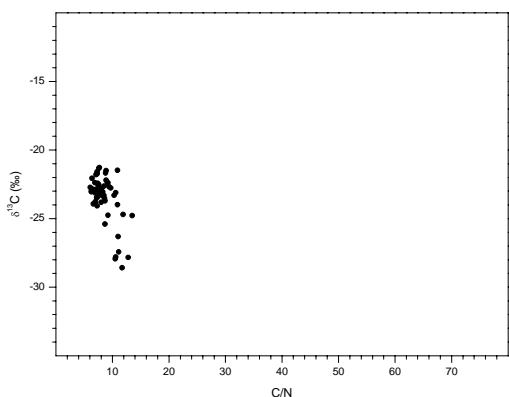


Fig. 2. Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  versus razão C/N das amostras de sedimento do Mangue do Sueste.

As análises mineralógicas dos sedimentos do mangue indicaram o domínio de calcita e aragonita de origem biogênica (carapaças calcárias). Nas amostras mais superficiais registrou-se a presença de gipso, de esmectitas e talvez de interestratificados, sendo necessário um estudo de detalhe da fração argila para chegar a uma conclusão mais segura (Oliveira 2005).

## 5. Conclusões

Os resultados polínicos, geoquímicos e isotópicos indicaram variações na vegetação e na localização do Mangue do Sueste em Fernando de Noronha desde o Holoceno Médio, há aproximadamente 4200 anos AP. Tais variações podem estar associadas com oscilações ocorridas no nível do mar juntamente com fatores climáticos e antrópicos.

## Agradecimentos

À FAPESP (01/13262-6 e 01/10828-9) pelo suporte financeiro. Ao IBAMA pela autorização do desenvolvimento do trabalho no PARNAMAR Fernando de Noronha. Ao PARNAMAR pelo auxílio no trabalho de campo. À M.V.L. Cruz do Laboratório de  $^{14}\text{C}$  do CENA/USP pelo preparo e datação das amostras.

## Referências

- BATISTELLA M. 1993. Cartografia ecológica de Arquipélago de Fernando de Noronha. São Paulo, 1993. 232p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- DINO R, BARROS MA DE, SÃO THIAGO LEU, BARRETO CR, BARTH OM, ANTONIOLI L, MENOR EA. 2000. Resultados palinológicos preliminares de sedimentos da Lagoa da Viração, arquipélago de Fernando de Noronha. Brasil. Revista Universidade de Guarulhos, Geociências, número especial: p.272.
- FAEGRI K and IVERSEN J. 1989. Textbook of

- pollen analysis. 4<sup>th</sup> ed. Wiley, Chichester, 1989.
- GOUVEIA SEM, PESSENCDA LCR, ARAVENA R, BOULET R, SCHEEL-YBERT R, BENDASSOLI JA, RIBEIRO AS, FREITAS HA. 2002. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. *Global Planet. Change* 33: 95-106.
- IBAMA 2005 [on line] disponível na internet no endereço,  
[http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/r\\_euc/31.htm](http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/r_euc/31.htm).
- LEDRU MP, CORDEIRO RC, DOMINGUEZ JML, MARTIN L, MOURGUIART P, SIFEDDINE A, TURCQ B. 2001. Late-glacial cooling in Amazonia inferred from pollen at Lagoa do Caçó, Northern Brazil. *Quat. Res.* 55: 47-56.
- MARTIN L and FLEXOR JM. 1989. Vibro-testemunhador leve: construção, utilização e possibilidades. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2., Publicação Especial, n.1, 15p., 1989.
- MEYERS PA. 2003. Applications of organic geochemistry to paleolimnological reconstructions: a summary of examples from the Laurentian Great Lakes. *Org. Geochem.* 34: 261-289.
- OLIVEIRA SMB. 2005. Comunicação pessoal.
- PESSENCDA LCR and CAMARGO PB. 1991. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. *Química Nova* 14(2): 98-103.
- PESSENCDA LCR, RIBEIRO AS, GOUVEIA SEM, ARAVENA R, BOULET R, BENDASSOLI JA. 2004. Vegetation dynamics during the Late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão state, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. *Quat. Res.* 62: 183-193.
- PESSENCDA LCR. 2005. Relatório científico Projeto FAPESP (01/13262-6) 138p.
- PESSENCDA LCR, LEDRU MP, GOUVEIA SEM, ARAVENA R, RIBEIRO AS, BENDASSOLI JA, BOULET R. 2005. Holocene palaeoenvironmental reconstruction in northeastern Brazil inferred from pollen, charcoal and carbon isotope records. *Holocene* 15(6): 814-822.
- RICARDI-BRANCO F.S. 2005. Comunicação pessoal.
- SIFEDDINE A, ALBUQUERQUE ALS, LEDRU MP, TURCQ B, KNOPPERS B, MARTIN L. DE MELLO WZ, PASSENAU H, DOMINGUEZ JML, CORDEIRO RC, ABRÃO JJ, BITTENCOURT ACDP. 2003. A 21000 cal years paleoclimatic record from Caçó Lake, northern Brazil: evidence from sedimentary and pollen analyses. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 189, 25-34.
- SUGUIO K. 1999. Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. Passado + Presente = Futuro? Comunicações e Artes Gráficas, São Paulo, 1999. 366p.