

ESTUDOS MULTI/INTERDISCIPLINARES VISANDO A RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL (VEGETAÇÃO E CLIMA) DE DISTINTAS REGIÕES DO NORDESTE NO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO. RESULTADOS PRELIMINARES.

Pessenda, L.C.R.¹; Gouveia, S.E.M.^{1,5}; Ledru, M.P.²; Sifeddine, A.³; Menor E.⁴; Boulet; R.⁵; Filizola, H.⁶; Ribeiro, A.S.⁷; Freitas, A.⁸; Aravena, R.⁹; Bendassolli, J.A.¹⁰, Guerra, M.F.¹.

¹ Laboratório de ¹⁴C, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, C.Postal 96, 13400-000, Piracicaba/SP – email: pessenda@cena.usp.br, susyeli@cena.usp.br, mfguerra@cena.usp.br

² IRD/França, Instituto de Geociências/USP, São Paulo, SP- email: ledru@usp.br

³ IRD/França, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ – email: sifed@geoquim.uff.br

⁴ Universidade Federal de Pernambuco – email: menor@terra.com.br

⁵ IRD, França

⁶ Embrapa Jaguariúna – email: filizola@cpnma.embrapa.br

⁷ Universidade Federal do Sergipe – email: adautosr@uol.com.br

⁸ Universidade Federal de Pernambuco – email: pepita.Miranda@zipmail.com.br

⁹ Department of Earth Sciences, University of Waterloo, Canada – email: roaraven@sciborg.uwaterloo.ca

¹⁰ Laboratório de Isótopos Estáveis, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – email: jab@cena.usp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados preliminares sobre um projeto de pesquisa que objetiva expandir os estudos paleoambientais (vegetação e clima) para a região nordeste do Brasil empregando-se os isótopos do carbono ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C) da matéria orgânica dos solos (MOS) e plantas, a palinologia e análises mineralógicas em sedimentos lacustres. Amostras estão sendo efetuadas em quatro estados da região, sendo um local de estudo fora do continente (arquipélago Fernando de Noronha). Amostras de solo para análises física, química, isotópica (estudo de paleovegetações) e também de ^{14}C da fração húmica destes solos estão sendo coletadas. Fragmentos de carvão soterrados nos solos estão sendo amostrados para, em conjunto com a húmica, estabelecer a cronologia de prováveis mudanças vegetacionais e climáticas ocorridas na região nos últimos 20.000 anos. Com o objetivo de comparação com outras técnicas utilizadas na reconstrução paleoambiental, testemunhos de sedimentos estão sendo amostrados de uma lagoa localizada no arquipélago para estudo palinológico e geoquímico.

ABSTRACT

This paper presents preliminary results on a research project that has the objective to expand the the palaeoenvironmental studies (vegetation and climate) for the Northeastern region of Brazil using the carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C) of soil organic matter (SOM) and plants, the palinology and mineralogical analysis in lake sediments. Sampling have been made in four states of the region, being one location outside of the continent (Fernando de Noronha). Soil samples for physical, chemical, isotope (palaeovegetation studies) analyses and also of ^{14}C of humin fraction have been collected. Buried charcoal fragments in the soil have been sampled for, together with the humin, to establish the chronology of probable vegetation and climatic changes occurred in the region in the last 20000 years. In order to improve this palaeoenvironmental reconstruction study, a comparison with the palynological and geochemical results from sediment collected in a lake located in Fernando de Noronha will be made.

Palavras-Chave: multi/interdisciplinaridade; paleovegetação; paleoclima.

1. INTRODUÇÃO

Apesar do avanço nos estudos paleoecológicos do Quaternário no Brasil, as paleovegetações e paleoclimas presentes no nordeste brasileiro durante o Pleistoceno tardio e Holoceno permanecem desconhecidos. Um dos principais obstáculos ao desenvolvimento de estudos paleoecológicos baseados na palinologia nesta região relaciona-se à dificuldade de se encontrar áreas permanentemente alagadas ou sedimentos de turfa não oxidados em domínios fitogeográficos de floresta de caatinga em regiões semi-áridas (De Oliveira et al., 1999). No caso de estudos utilizando-se a MOS, para que se tenha absoluta confiança nos resultados isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C), é imprescindível que a amostragem seja efetuada sob vegetação natural, ou seja, em locais que não tenham sofrido perturbação pelo homem com desmatamentos e principalmente com culturas diversas.

De Oliveira et al. (1999), através de estudos palinológicos no Vale do Rio Icatu, região semi-árida do estado da Bahia, sugeriram mudanças na vegetação e clima durante os últimos 11000 anos AP. De acordo com os autores, taxa de espécies de florestas da Amazônia, Atlântica e de montanha, indicaram um período muito úmido e temperaturas mais reduzidas no final do Pleistoceno (10990-10540 anos AP). De 10540 a 8910 anos AP, vegetação dominada por *Mauritia vinifera* sugeriu um progressivo aumento de temperatura e alta umidade. De 8910 a 6790 anos AP houve um progressivo declínio de taxa de floresta e aumento de taxa de caatinga e cerrado. Até 4535 anos AP houve um retorno a um mosaico de vegetação composta de floresta de galeria, caatinga e cerrado, indicando um clima mais úmido. Desta data até o presente houve um aumento nos taxa de caatinga e de cerrado, caracterizando uma diminuição de

umidade e o declínio da floresta de galeria, aspecto encontrado no ambiente atual.

Pessenda et al. (2001b) e Ribeiro (2002) estudaram, em uma transecção de 78 km na região de Barreirinhas (MA), a dinâmica do ecótono cerrado-floresta desde o Pleistoceno tardio, empregando os isótopos do carbono do solo ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C). Amostras de solos foram coletadas até 400 cm de profundidade no cerrado e floresta mesófila. Os valores isotópicos na superfície dos solos caracterizaram as vegetações de cobertura. Nas florestas observou-se valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais empobrecidos (entre -27‰ e -29‰) do que nas áreas de cerrado (entre -17‰ e -21‰). Com base nas variações de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS e considerando que as datações dos fragmentos de carvão continuam a se apresentar mais antigas com o aumento da profundidade do solo, observou-se que locais onde hoje encontra-se vegetação de cerrado, como no km 25 (-19,2‰), provavelmente foram ocupados por vegetação arbórea mais densa e típica de floresta ($\delta^{13}\text{C}$ de -24‰) no Pleistoceno tardio. Entre aproximadamente 9.000 e 3.800 anos AP, observou-se um enriquecimento isotópico de até 7‰ em todos os pontos, sugerindo uma maior influência de plantas C_4 no período, com provável expansão do cerrado eventualmente associado a um clima mais seco. Após esse período, e com exceção ao solo do km 54, observou-se um empobrecimento isotópico em todos os solos da transecção, indicativo de menor influência de vegetação C_4 e presença mais significativa de plantas C_3 na região, provavelmente associada à presença de um clima úmido e similar ao atual.

Com base nos resultados polínicos dos sedimentos da Lagoa do Caçó, nordeste do Maranhão, Ledru et al. (2002) observaram um significativo aumento porcentual de até 70% de pólenes de herbáceas que corresponde a uma rápida e abrupta troca climática durante o Pleistoceno superior (11.600 até aproximadamente 10.000 anos AP). Os autores consideraram que a temperatura pode ter diminuído em cerca de 2°C neste intervalo, assim como observaram a presença significativa de fragmentos de carvão em todo o Holoceno, indicando a ocorrência de paleoincêndios que foram associados ao domínio de uma vegetação arbórea mais aberta. Entre 10.000 e 7.000 anos verificaram 50% de pólenes arbóreos de mata ciliar e entre 7.000 e o presente instalação da vegetação de cerrado com 50% de pólenes de árvores de cerrado (aumento de **Byrsonima** e Mimosaceae), atestando a instalação de um clima similar ao atual.

Contudo, dados isotópicos obtidos em uma transecção de 250 km desde a região de Mata Atlântica na costa pernambucana até a caatinga na Serra do Catimbau (Pessenda et al., 2002) não indicaram a presença significativa de gramíneas e de provável período seco entre aproximadamente 8000 e 4000 anos AP, como observado na região de Barreirinhas (Ledru et al., 2002; Pessenda et al., 2001a; Ribeiro, 2002), em outros locais do nordeste (De Oliveira et al., 1999) e sul e centro da Amazônia (Pessenda et al., 1998, 2001a).

2. ÁREAS DE ESTUDO

2.1. Parque Nacional Fernando de Noronha (PARNAMAR) - PE

O Arquipélago de Fernando de Noronha é formado por 21 ilhas e ilhotas, totalizando 26 km² de extensão e 11270 ha de área, sendo a ilha principal Fernando de Noronha. Localiza-se à 345 km a NE do Cabo de São Roque (RN) e 545 km de Recife (PE) (IBAMA, 2003a). O clima da região é tropical, com estação seca bem definida. As temperaturas variam entre 23,5 e 31,5°C (Guerriero, 2002). A vegetação remanescente do arquipélago é do tipo Mata Atlântica insular. Entre a Praia do Leão e a Ponta da Sapata está a Lagoa da Viração (3°52'13.5"S ; 32°26'53.5"O), que nunca seca. É cercada por vegetação nativa e várias espécies de plantas aquáticas, tal como o Repolho d'Água (*Pistia stratiotes*), que recobrem sua superfície (Guerriero, 2002).

2.2. Parque Nacional de Sete Cidades (PARNA) - PI

Possui uma área de 7700 ha e perímetro de 36,2 km. Está localizado ao norte do estado do Piauí, nos municípios de Brasileira e Piracuruca (04°07'30.5"S; 41°42'32.5"O). O regime climático desta região acha-se intermediário entre o tipicamente tropical do planalto e o chamado de mediterrâneo da costa oriental. A temperatura média é de 24 a 26°C. A precipitação média é de 1200 mm anuais, semi-árida. Área de transição cerrado/caatinga com predominância de espécies típicas de cerrado e altitudes de 100 a 300 m aproximadamente (IBAMA, 2003b).

2.3. Floresta Nacional do Araripe (FLONA)- CE

Com uma área de 38626,32 ha, é situada em uma região onde as condições de clima e solo predisõem a desertificações, no extremo sul do Estado do Ceará, na Chapada do Araripe, abrangendo parte dos municípios de Santana do Cairiri, Crato e Barbalha (07°16'38.8"S; 39°27'05.5"O, 969 m). A cobertura florestal é composta por floresta úmida semiperenifolia de transição floresta úmida/cerrado, cerrado, carrasco e floresta úmida degradada pelo fogo (IBAMA, 2003c).

2.4. Reserva Biológica Guaribas (REBIO) - PB

A Unidade de Guaribas está situada no litoral norte do estado da Paraíba, ocupando parte dos municípios de Mamanguape e Rio Tinto, com uma extensão de 4321,6 ha, divididos em três áreas separadas. A área está localizada entre as isoietas de 1750 e 2000 mm anuais.. As temperaturas médias anuais estão em torno de 24-25°C. Floresta semidecídua e cerrado (tabuleiro) costeiro dominam a área.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a datação por ^{14}C da mos, foram feitas duas trincheiras (parna, parnamar) de aproximadamente 100 cm de largura x 200 cm de comprimento x até 300 cm de profundidade, de onde foram coletados aproximadamente 5 kg de solo por camada, a cada 10 cm, no sentido das camadas inferiores para as superiores. as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas.

No laboratório, após secagem, as amostras foram passadas em peneiras de 2 mm e fragmentos de carvão, restos de raízes, folhas, insetos, etc., separados.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP para análise granulométrica pelo método do densímetro.

Após peneiramento a 0,21 mm e pesagem em balança analítica, cerca de 80 mg de cada amostra foram encaminhados ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP para a determinação do carbono total e da composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$).

Dois testemunhos foram amostrados na Lagoa da Viração através da utilização de um vibrotestemunhador (Martin & Flexor, 1989), sendo um de 73 cm e outro de 70 cm. Foram utilizados para amostragem tubos de alumínio de 3 polegadas e 3 m de comprimento. Os testemunhos foram encaminhados ao Laboratório de Geoquímica da UFF, em Niterói, para abertura e descrição macroscópica dos depósitos sedimentares.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES PRELIMINARES

4.1. Floresta Nacional do Araripe

Na Figura 1 apresentam-se os resultados de argila, carbono total e $\delta^{13}\text{C}$. Os solos foram considerados médio argilosos, com teores de carbono que variaram de aproximadamente 5% na superfície até cerca de 0,1% a 400 cm. Os dados isotópicos caracterizam as vegetações de cobertura (floresta mais densa com $\delta^{13}\text{C}$ de -32‰ e mais abertas com $\delta^{13}\text{C}$ de -24‰). Em profundidade observa-se um enriquecimento isotópico de até -19,5‰ (cerca de 150-160 cm) no km 4, indicativo de uma provável mistura de vegetação C_3 e C_4 . No km 10 não observou-se variação significativa de vegetação, ao passo que no km 12 observou-se um enriquecimento isotópico de cerca de 8 unidades, caracterizando uma vegetação menos densa do que a atual desde cerca 400 cm. Na Figura 2 apresenta-se a distribuição dos fragmentos de carvão encontrados em dois pontos amostrados nas áreas C 4 e C12, que correspondem aos km 4 e 12, respectivamente.

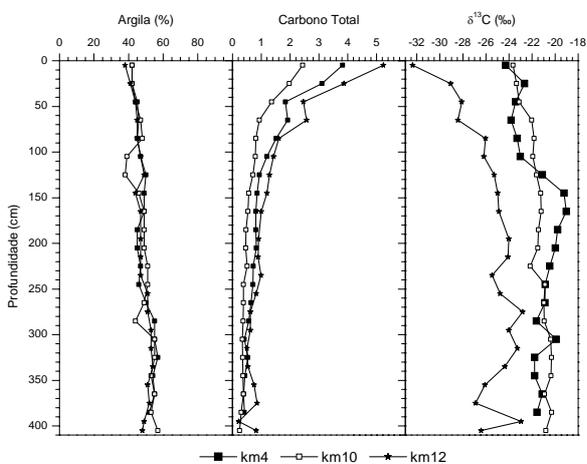


Figura 1- Resultados de argila, carbono total e $\delta^{13}\text{C}$ na FLONA, Ceará.

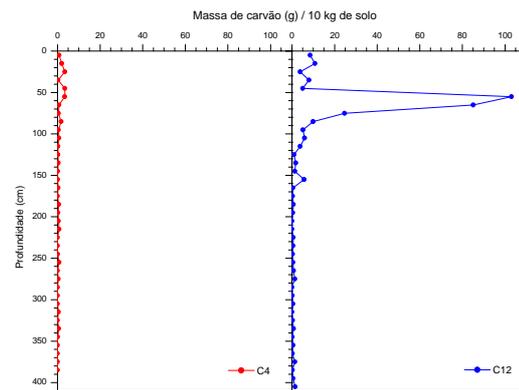


Figura 2 - Distribuição dos fragmentos de carvão encontrados nas amostras de solo coletadas através de tradagens na FLONA.

Observou-se a presença de fragmentos de carvão principalmente nos primeiros 160 cm, sendo as maiores quantidades encontradas em C12. Considerando-se as datações ^{14}C obtidas de fragmentos de carvão em distintas profundidades em diversos locais e solos brasileiros (Pessenda et al., 1996; Gouveia et al., 1999, 2002), tais paleocincêndios provavelmente ocorreram durante todo o Holoceno. Uma provável explicação para a diferença na quantidade de fragmentos entre os dois perfis de solo seria a presença mais significativa de plantas C_3 (árvores) em C12 durante pelo menos parte do Holoceno, como observado atualmente.

4.2. Parque Nacional Sete Cidades

O solo apresentou-se com textura arenosa em todo o perfil (Figura 3). Na mesma figura observam-se os baixos teores de carbono em todos os solos (0,8 a 0,1 %) assim como os valores de $\delta^{13}\text{C}$. De modo geral não observou-se variações isotópicas significativas indicativas de mudanças de vegetação C_3 para C_4 até a profundidade de 400 cm.

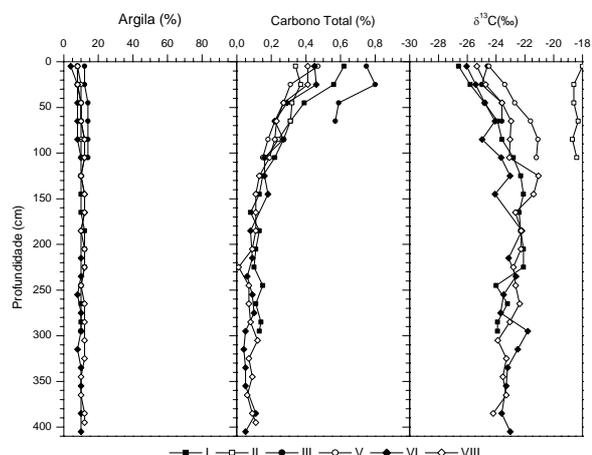


Figura 3 - Teores de argila, carbono total e valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos solos coletados no PARNA, Piauí.

A presença de fragmentos de carvão foi observada em todos os pontos coletados nas regiões Conrada e Cancela Velha, desde a superfície até 400-410 cm de profundidade (Ce5) evidenciando a ocorrência de incêndios durante provavelmente todo o Holoceno (Figura 4).

Várias inscrições rupestres foram datadas entre 8.000 e 10.000 anos. Portanto, estes paleoincêndios podem ter tido tanto origem natural quanto antrópica.

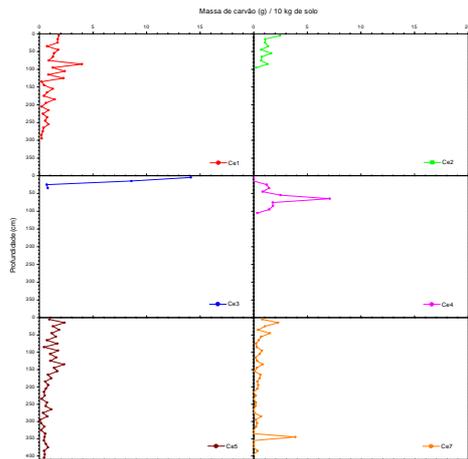


Figura 4 - Distribuição dos fragmentos de carvão encontrados nas amostras de solo coletadas em Sete Cidades.

4.3. Reserva Biológica Guaribas

Na Figura 5 observam-se as características granulométricas, teores de carbono e $\delta^{13}\text{C}$ dos solos da Rebio. Os solos são mais argilosos em profundidades, com teores de carbono variando de 3 % na superfície até 0,1% a 400 cm. Em todos os locais não observou-se variações isotópicas significativas, indicativas de mudanças de vegetação C_3 para C_4 .

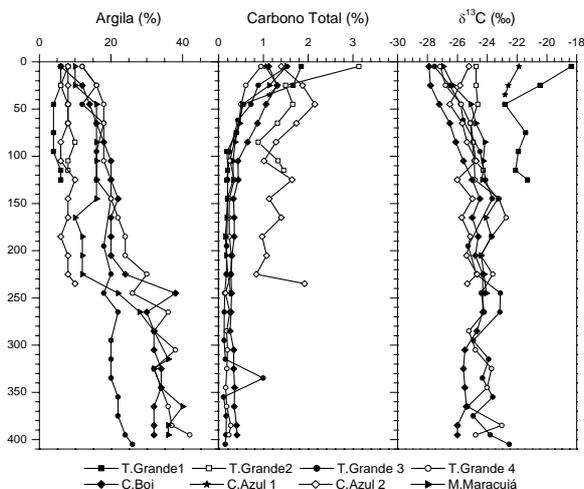


Figura 5 - Teores de argila e carbono total e valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos solos coletados na REBIO, Paraíba.

Em relação à distribuição dos fragmentos de carvão (Figura 6), observa-se que as maiores quantidades foram encontradas em tabuleiros (Grande 1 e 2). Sob a vegetação de floresta (Cabeça de Boi), os fragmentos foram encontrados principalmente nos primeiros 50 cm, mas em quantidades significativamente menores. A Mata do Maracujá, que concentra o trecho de floresta mais bem conservado, apresentou uma quantidade significativa apenas a 50-60 cm de profundidade. No Capim Azul 2, região sob tabuleiro costeiro, observa-se a presença de fragmentos de carvão até 240 cm de profundidade. Portanto, as regiões sob vegetação de tabuleiro apresentam evidências de queimadas durante provavelmente todo o Holoceno.

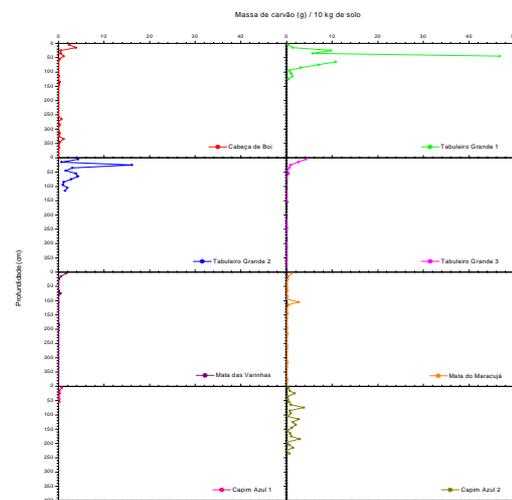


Figura 6 - Distribuição dos fragmentos de carvão encontrados nos solos coletados na REBIO.

4.4. Fernando de Noronha

4.4.1. Solos

Na Figura 7 apresentam-se os resultados das análises granulométricas dos solos amostrados.

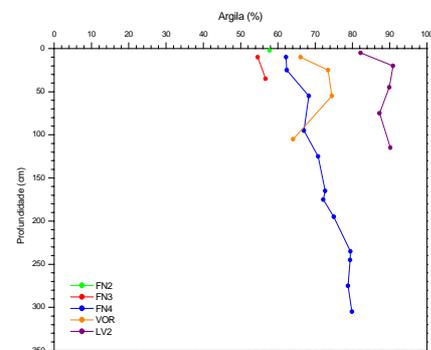


Figura 7 - Resultados das análises granulométricas das amostras de solos de Fernando de Noronha.

Todas as amostras apresentaram teores de argila superiores a 50%, o que caracteriza os solos como argilosos.

4.4.2. Sedimentos

4.4.2.1. Litologia e palinologia da Lagoa da Viração

O conteúdo polínico das amostras das camadas superiores correspondem à vegetação atual do entorno da lagoa, constituída por Bignoniaceae, Mimosaceae, Alchornea, Randia e Malpighiaceae (arbóreas) e Oaceae, Cyperaceae pontederiaceae e Asteraceae na parte herbácea. Numerosos esporos também foram identificados.

As amostras da camada inferior apresentaram um conteúdo polínico muito pobre, sem material do Quaternário. Os poucos grãos de pólen observados pertencem provavelmente a um material pedogenético de uma época geológica mais antiga, talvez relacionado com o Terciário.

Esses resultados palinológicos iniciais sugerem que a sedimentação da Lagoa da Viração deu-se recentemente, eventualmente relacionado com o aparecimento da planta aquática *Pistia stratiotes* no início da década de 90, que atualmente recobre a lagoa e retém o sedimento. No passado, antes da expansão da *Pistia stratiotes*, provavelmente os sedimentos foram lixiviados pelas chuvas e não depositaram-se no fundo da lagoa.

4.4.2.2. Datação ^{210}Pb do sedimento da Lagoa da Viração

Análise preliminar empregando a técnica do ^{210}Pb , indicou para o intervalo 50-52 cm de profundidade a datação de 120-130 anos, confirmando a hipótese de sedimentação recente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE OLIVEIRA, P.E.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.152, p.319-337, 1999.
- GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT, R. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudança de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.4, p.969-980, 1999.
- GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEEL-YBERT, R.; BENDASSOLI, J.A.; RIBEIRO, A.S.; FREITAS, H.A. 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 and Planetary Change**, v.33, p.95-106, 2002.
- GUERRIERO, N. **Ilhas oceânicas. Fernando de Noronha = Ocean islands**. São Paulo: 2002, 96p.
- IBAMA [on line] disponível na internet no endereço <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/reuc/1029.htm>, 2003a.
- IBAMA [on line] disponível na internet no endereço <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/index0.htm>, 2003b.
- IBAMA [on line] disponível na internet no endereço <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/index0.htm>, 2003c.
- IBAMA [on line] disponível na internet no endereço <http://www2.ibama.gov.br/unidades/biolog/reuc/2021.htm>, 2003d.
- LEDRU, M.-P.; MOURGUIART, P.; CECCANTINI, G.; TURCO, B.; SIFEDDINE, A. Tropical climates in the game of two hemispheres revealed by abrupt climatic change. **Geology**, v.30, n.3, p.275-278, 2002.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J.M. Vibro-testemunhador leve: construção, utilização e possibilidades. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 2., **Publicação Especial**, n.1, 15p., 1989.
- PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; MELFI, A.J.; BOULET, R. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**, v.38, n.2, p.191-201, 1996.
- PESSENDA, L.C.R.; GOMES, B.M.; ARAVENA, R.; RIBEIRO, A.S.; BOULET, R.; GOUVEIA, S.E.M. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implications for vegetation changes in the Rondonia state, southwestern Brazilian Amazon region. **The Holocene**, v.8, n.5, p.631-635, 1998.
- PESSENDA, L.C.R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; ROSOLEN, V.; GOUVEIA, S.E.M.; RIBEIRO, A.S.; LAMOTTE, M. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. **The Holocene**, v.11, n.2, p.250-254, 2001a.
- PESSENDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; GOUVEIA, S.E.M.; BENDASSOLI, J.A.; BOULET, R.; PELLEGRINOTTI, T.C.; SILVA, V.F. Dinâmica do ecótono cerrado-floresta desde o Pleistoceno tardio na região de Barreirinhas, estado do Maranhão, empregando os isótopos do carbono do solo. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 8., Imbé, 2001. **Boletim de Resumos**. Imbé: UFRGS; CECO; ABEQUA. p.344-345, 2001b.
- PESSENDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; GOUVEIA, S.E.M.; BENDASSOLI, J.A.; BOULET, R.; PELLEGRINOTTI, T.C. Isótopos do carbono de solos de Pernambuco e a reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) de regiões de mata atlântica, brejo do semi-árido e caatinga no quaternário tardio. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 16, João Pessoa, 2002. **Anais**. João Pessoa: SBG. p.502.
- RIBEIRO, A.S. Dinâmica paleoambiental da vegetação e clima durante o Quaternário tardio em domínios da mata Atlântica, brejo do semi-árido e cerrado nordestinos, utilizando isótopos do carbono da matéria orgânica do solo e das plantas. Piracicaba, 2002. 193p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.