

A PRESENÇA DA ICNOESPÉCIE *OPHIOMORPHA NODOSA* LUNDGREN EM ROCHAS SEDIMENTARES PLEISTOCÊNICAS DA COSTA NORTE- RIOGRANDENSE E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

ALCINA MAGNÓLIA FRANCA BARRETO

Departamento de Geologia, UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n, 50.740-530, Recife, PE, Brasil. alcina@npd.ufpe.br

KENITIRO SUGUIO

Instituto de Geociências, USP, Rua do Lago, 562, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil.

JOSÉ AUGUSTO COSTA DE ALMEIDA

Departamento de Geociências, UFPB, João Pessoa, PB, Brasil. augusto@funape.ufpb.br

FRANCISCO HILÁRIO REGO BEZERRA

Departamento de Geologia, UFRN, Campus Universitário, 59072-970, Natal, RN, Brasil. bezerrafh@geologia.ufrn.br

RESUMO – Este trabalho versa sobre a ocorrência da icnoespécie *Ophiomorpha nodosa* Lundgren 1891 em rochas sedimentares pleistocênicas, encontrada na planície costeira entre Zumbi e São Bento do Norte (RN). Os afloramentos são compostos por arenitos biodetríticos grossos a muito grossos, com intensa cimentação carbonática. Formam falésias com topes soerguidos até 20 m acima do nível médio do mar, na linha de costa atual. A idade de 120 ± 10 ka, determinada por termoluminescência (TL), sugere que estas rochas sedimentares são correlacionáveis à do estágio de culminação da *Transgressão Cananeiense* (ou *Penúltima Transgressão*), antes reconhecida na costa brasileira. O material aqui estudado, classificado como *O. nodosa* Lundgren 1891, corresponde a sistemas de galerias longas, de diâmetros relativamente uniformes e geralmente verticais, passando a ramificados. As suas paredes internas são relativamente lisas, enquanto que as paredes externas são nodulares, formadas por grãos de areia aglutinados. Os segmentos verticais medem de 1 a 4 m de comprimento; os diâmetros são variáveis entre 2-6 cm internamente e entre 2,5-8 cm externamente. Os segmentos ramificados possuem diâmetros de 1 a 3 cm, e dispõem-se paralelos ou oblíquos aos acamamentos. Os icnofósseis associam-se a estruturas sedimentares hidrodinâmicas, tais como estratificações cruzadas acanaladas e de ângulo baixo, além de estruturas de fluidificação e de bioturbações menos distintas. O paralelismo e a acentuada verticalidade das galerias refletem ambiente com alta taxa de sedimentação, habitado por organismos capacitados ao escape rápido, que se mantiveram constantemente a profundidades adequadas à vida. Deste modo sugere-se um ambiente deposisional marinho de alta energia e de águas rasas intermarés a inframaré. O limite superior da ocorrência das galerias deve corresponder aproximadamente ao nível médio do mar, na época de vida dos crustáceos calianassídeos, prováveis construtores dessas estruturas biogênicas. Como o nível médio relativo do mar há cerca de 120 ka, foi de 8 ± 2 m acima do atual, em trechos tectonicamente mais estáveis do litoral brasileiro, pode-se supor que as rochas sedimentares aqui descritas, tenham sido submetidas a um soerguimento pós-deposisional superior a 10 m.

Palavras-chave: Icnofóssil, *Ophiomorpha nodosa*, nível relativo do mar, Pleistoceno, Estado do Rio Grande do Norte.

ABSTRACT – THE OCCURRENCE OF THE ICHNOSPECIES *OPHIOMORPHA NODOSA* LUNDGREN IN PLEISTOCENE SEDIMENTARY ROCKS OF THE RIO GRANDE DO NORTE STATE COAST AND PALEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. This paper deals with the ichnogenus *Ophiomorpha* Lundgren (1891) found in coastal sedimentary rocks outcropping in cliffs, between Zumbi and São Bento do Norte villages (Rio Grande do Norte State, Brazil). These outcrops are composed of almost pure biodetrital, and locally quartzose, coarse sandstones with an intense carbonate cementation. The summits of their cliffs are uplifted more than 20 m above the present mean sea-level, along the modern

shoreline. These rocks overlie the Barreiras Formation sandstones and are covered by Pleistocene inactive and active dunes. Its age of 120 ±10 ka, measured by thermoluminescence method, suggests that these sedimentary rocks can be correlated with those of the *Cananeiense Transgression* (or *Penultimate Transgression*) of the Southeastern Brazilian coast. The studied material, classified as *Ophiomorpha nodosa* Lundgren (1891), corresponds to a dominantly vertical gallery system with local ramifications. Their inner walls are relatively smooth, and their outer walls are corrugated. The vertical sections are 1 to 4 m long; diameters ranging between 2 to 6 cm internally and 2,5 to 8 cm externally. The diameters of the ramified sections are 1 to 3 cm, and exhibit parallel or oblique arrangements in relation to bedding planes. These trace fossils are bigger than the previously recorded in Brazil what could be attributed to differences in burrowing organisms. The trace-fossils are associated to hydrodynamic sedimentary structures, such as trough and low-angle crossbeddings, besides fluidization and less distinct bioturbation structures. The prominent parallelism and verticality of these galleries are indicative of a high sedimentation rate environment, inhabited by quickly escapable organisms. Then, a high-energy and shallow-water marine, intertidal to upper-infratidal depositional environment could be suggested. The upper limit of the galleries zone approximately corresponds to the mean sea-level during the lifetime of these crustaceans. On the other hand, as the relative mean sea-level about 120 ka along tectonically more stable stretches of the Brazilian coast was at 8 ± 2 m above the present one, the sedimentary rocks here described were subjected to a minimum post-depositional uplifted of 10 m since their deposition in the late Pleistocene.

Key words: Ichnofossil, *Ophiomorpha nodosa*, relative sea level, Pleistocene, Rio Grande do Norte State.

INTRODUÇÃO

As estruturas sedimentares biogênicas são evidências de atividades desempenhadas por organismos no cumprimento de suas funções vitais. São representadas por perturbações das características primárias dos sedimentos (e.g. estratificações), pelas atividades desenvolvidas sobre ou dentro de substratos inconsolidados, como pegadas ou pistas e escavações.

O icnogênero *Ophiomorpha* Lundgren (1891) é incluído nesta categoria de icnofósseis (*trace fossils*) e corresponde a escavações simples ou ramificadas originando redes verticais, oblíquas ou horizontais, nas quais a superfície da parede externa é ornamentada por pelotas ovais ou discóides (nódulos). Segundo Fernandes (1999), podem ser classificadas, pela abordagem etológica, como icnitos ou icnofósseis de habitação (*domichnia*) e de alimentação (*fodinichnia*), sendo os agentes geradores dos tubos considerados como crustáceos decápodes, em geral calianassídeos. Este icnogênero tem distribuição estratigráfica desde o Permiano Inferior ao Quaternário, com várias ocorrências em formações brasileiras. Sua principal importância advém do uso na reconstrução paleoambiental de depósitos sedimentares marinhos de águas rasas. Segundo Bromley & Frey (1974), Pollard *et al.*

(1993), e Bromley (1996), esses tubos são característicos de sedimentos costeiros, particularmente de substrato arenoso.

No Brasil, ocorrências de prováveis *Ophiomorpha* já foram mencionadas em formações marinhas do Cretáceo por Muniz *et al.* (1981), Muniz (1984), Macedo & Fernandes (1984), Fernandes & Macedo (1986), Fernandes (1999) e do Terciário, por Martins *et al.* (1991), Fernandes *et al.* (1992) e Almeida (2000). Suguió & Martin (1976), Bittencourt *et al.* (1979) e Suguió *et al.* (1984) descreveram icnofósseis análogos em depósitos quaternários dos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. Nestes casos, a presença do icnogênero forneceu informações sobre as diferentes posições do nível relativo do mar durante o Quaternário.

As rochas sedimentares que contêm o icnofóssil descrito neste trabalho afloram mais ou menos continuamente, entre as praias de Zumbi e São Bento do Norte (Figura 1) e em Touros situa-se o afloramento mais conhecido.

Anteriormente, Srivastava & Corsino (1984) estudaram essas rochas sedimentares pela designação informal de Formação Guamaré, quando mencionaram a presença de icnofósseis.

O objetivo principal do presente trabalho consiste

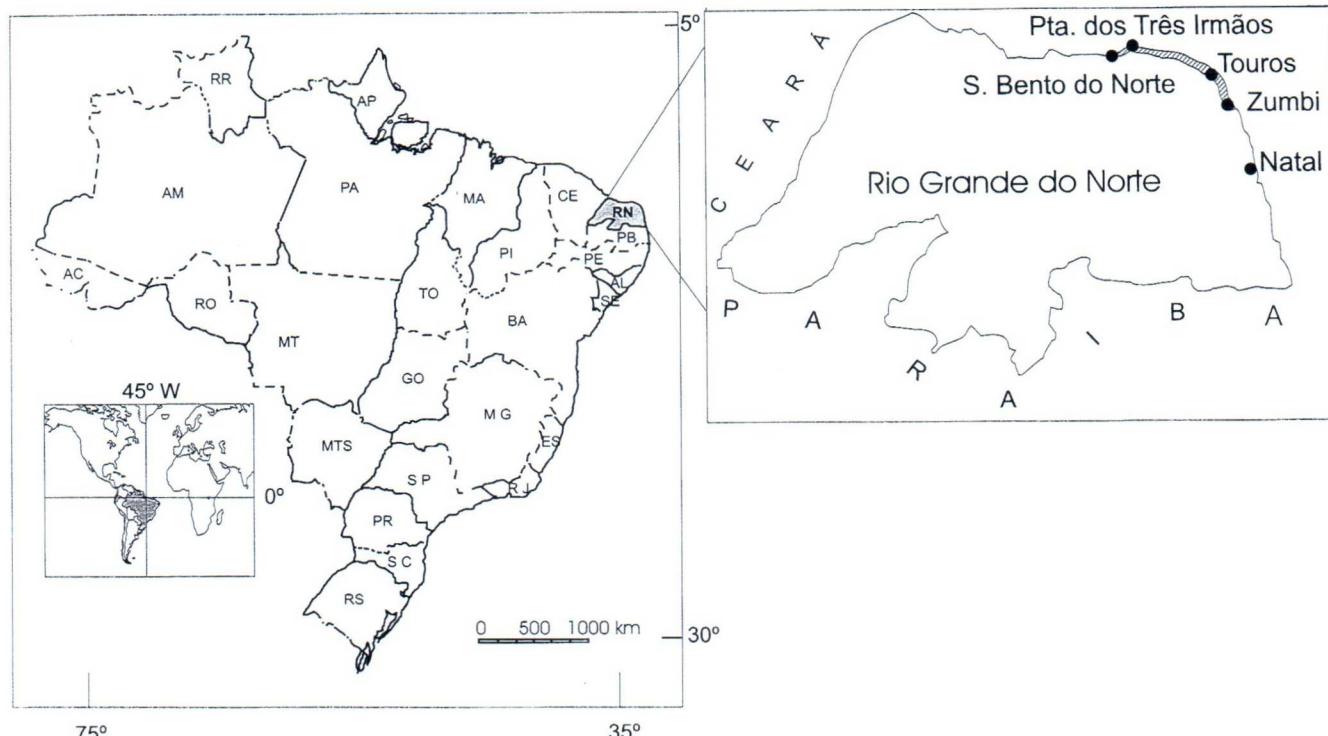


Figura 1 - Localização da área de ocorrência do icnofóssil estudado.

Figure 1 - Location of the study area.

em descrever e classificar pela primeira vez os icnofósseis em rochas sedimentares pleistocênicas do Nordeste brasileiro, usando-o na interpretação do paleoambiente deposicional.

AS ROCHAS SEDIMENTARES ESTUDADAS

As camadas estudadas afloram em falésias marinhas, no trecho entre Zumbi (litoral leste) e São Bento do Norte (litoral oeste). A altura dos afloramentos normalmente é de 7 – 12 m acima do nível do mar atual e, em algumas localidades, como em Zumbi, atingem altura superior a 20 m.

Litologicamente constituem-se de arenitos biodetríticos grossos a muito grossos, localmente quartzosos e com intensa cimentação carbonática, semelhante a rochas praiais (*beach rocks*). Principalmente nas porções basais foram encontrados fragmentos centimétricos de corais e de crostas limoníticas derivadas da Formação Barreiras, sotoposta. Infelizmente, os fragmentos de corais acham-se completamente calcitizados e, deste modo, não puderam ser datados pelo método baseado na série de desequilíbrio do urânio e tório (U/Th). Além dos fragmentos de corais, os biodetritos predominantes são compostos de algas

coralíneas, foraminíferos, espinhos de ouriços, espículas de esponjas e fragmentos de conchas de moluscos bivalvios e gastrópodes. Em alguns níveis, foram também encontradas conchas inteiras de bivalvios, desarticuladas.

As rochas sedimentares descritas apresentam contato inferior erosivo sobre a Formação Barreiras e acham-se recobertas por dunas inativas ou ativas (Figura 2).

As estruturas sedimentares hidrodinâmicas mais conspícuas são as estratificações cruzadas acanaladas e de ângulo baixo, além de estruturas de fluidificação, que atribuem aos sedimentos características de camadas convolutas. Além dessas, são os icnofósseis aqui tratados as estruturas (biogênicas) mais marcantes (Figura 3).

Araripe & Feijó (1984) propuseram, com base em dados de subsuperfície, a Formação Guamaré, composta por calcarenitos bioclásticos de plataforma e de talude continentais, depositados desde o final do Terciário ao Quaternário na bacia Potiguar. Srivastava & Corsino (1984) consideraram que os afloramentos de Touros e arredores representariam as únicas ocorrências da Formação Guamaré em superfície, soerguida por tectonismo.

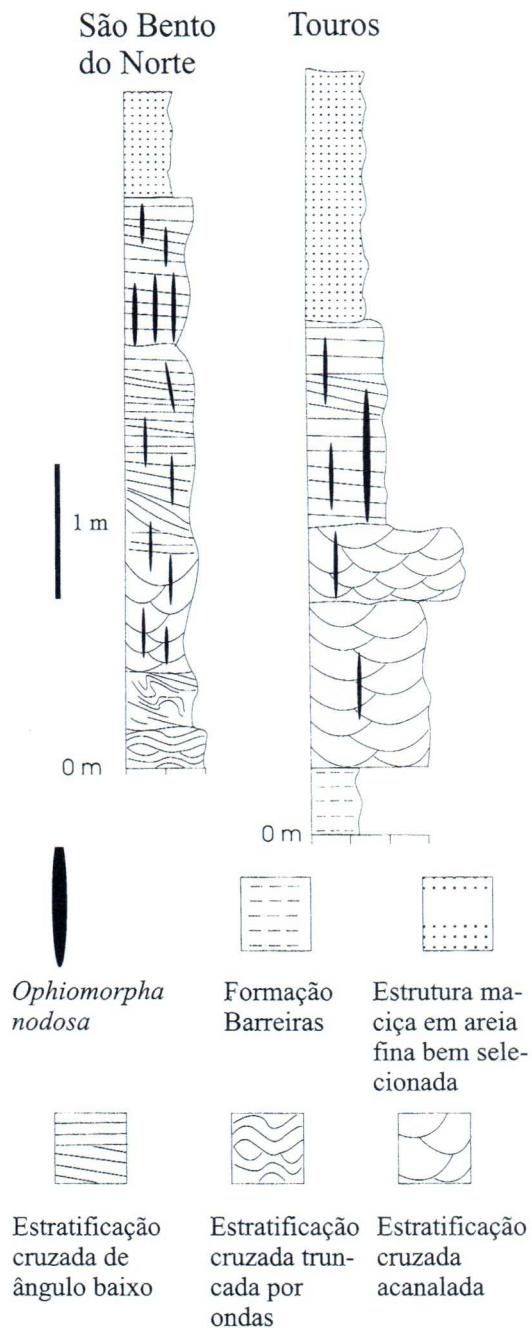


Figura 2 - Seções estratigráficas aflorantes em São Bento do Norte e Touros. Na base do perfil esquerdo ocorrem estruturas de fluidificação e prováveis estratificações cruzadas truncadas-por-ondas (*hummocky crossbeddings*).

Figure 2 - Stratigraphic cross sections at São Bento do Norte and Touros. Fluidization features and hummocky crossbeddings occur at the bottom part of the left cross section.

Testa *et al.* (1997) e Testa & Bosence (1998), através do emprego do método do radiocarbono em biodêtritos, concluíram que a idade era superior ao alcance convencional do método (cerca de 30 ka AP).

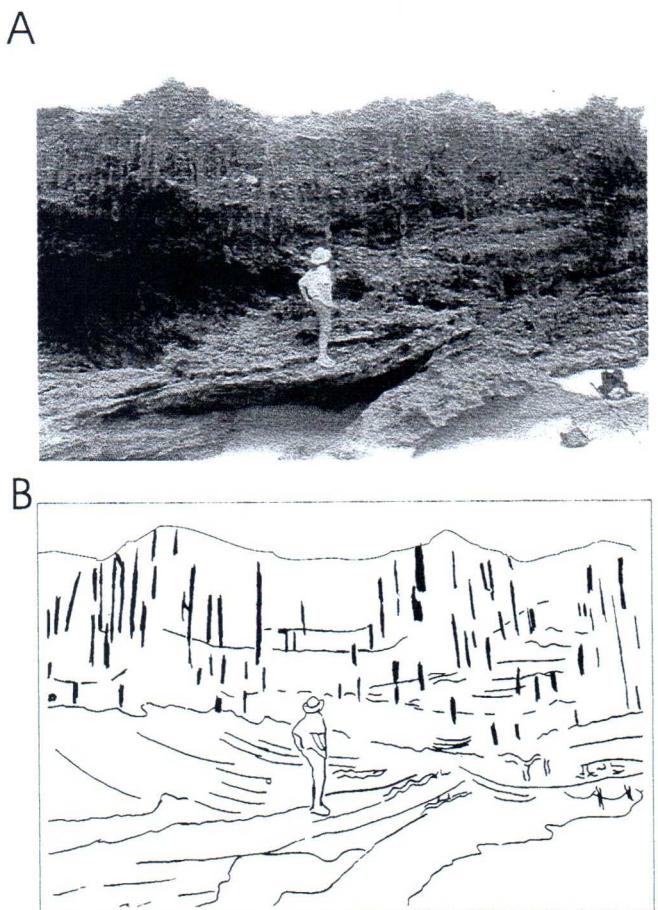


Figura 3 - (A) Vista geral do afloramento da Ponta dos Três Irmãos; **(B)** esquema do afloramento ressaltando as escavações, as estratificações cruzadas de porte grande e alguns níveis de fluidificação.

Figure 3 - (A) General view of the Ponta dos Três Irmãos outcrop; **(B)** outcrop sketch showing vertical burrows truncated by bedding plane, associated with large scale crossbeddings, and fluidization features.

Barreto *et al.* (2000) utilizando termoluminescência, método de datação de sedimentos arenosos quaternários baseado em danos causados por radiação, obtiveram para a base da falésia em Touros, idade de 120 ± 10 ka, correlacionando ao estágio isotópico do oxigênio 5e de Chappell & Shackleton (1986) que corresponde à Transgressão Cananeiense ou *Penúltima Transgressão*, antes reconhecida na costa brasileira.

CLASSIFICAÇÃO

Icnogênero *Ophiomorpha* Lundgren, 1891

Diagnose: constitui sistemas simples a complexos de escavações, revestidas externamente por pelotas



Figura 4 - Vista em planta do afloramento de São Bento do Norte, mostrando grande densidade de *Ophiomorpha nodosa*.

Figure 4 – View of an outcrop at São Bento do Norte showing high density of *Ophiomorpha nodosa*.

aglutinadas de sedimentos. As escavações exibem superfícies internas mais ou menos lisas, e superfícies externas nodosas ou crenuladas. As pelotas de sedimentos do revestimento externo podem ser discóides, ovóides, mastóides, bilobadas ou irregulares e as suas formas podem variar na mesma espécie (Frey *et al.*, 1978).

Ophiomorpha nodosa Lundgren (1891)
(Cninoespécie tipo. Figuras.4,5a, 5b)

Diagnose: as paredes da escavação constituem-se predominantemente de pelotas poligonais, discóides, ovóides ou irregulares, densamente distribuídas (Frey *et al.*, 1978).

Descrição e discussão: O material estudado é composto de conjuntos de tubos alongados, de diâmetros relativamente uniformes e geralmente verticais, passando a ramificados. As escavações são contornadas externamente por partículas aglutinadas, formando nódulos pouco conspícuos. Internamente, a superfície é mais ou menos lisa. Os segmentos verticais medem de 1,0 a 4,0 m de comprimento e os diâmetros medidos nos vários afloramentos estudados, variaram de 1,5 – 6 cm internamente, e entre 2 – 8 cm considerando-se a parede. As partes ramificadas geralmente têm menor diâmetro que as partes retas, com 1 a 3 cm, e dispõem-se paralela ou obliquamente ao acamamento.

As crenulações da superfície externa dos tubos são

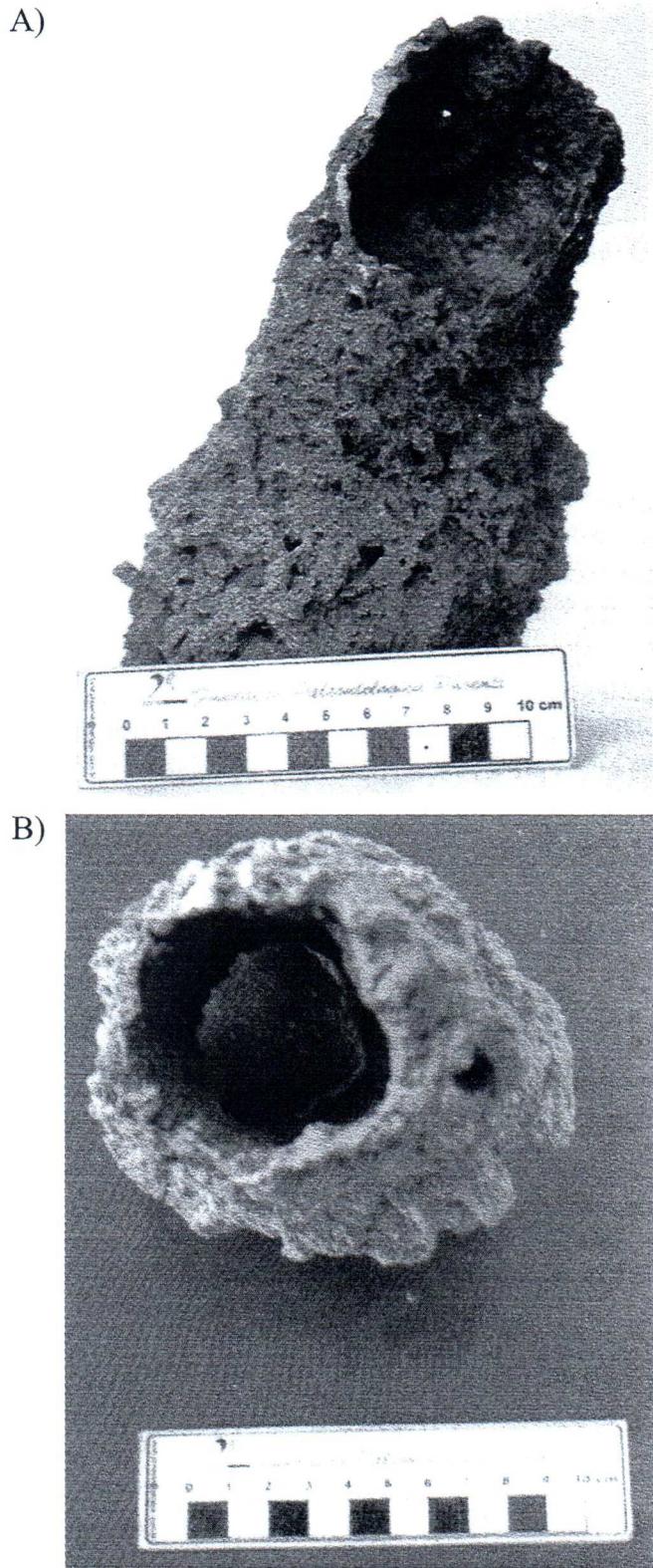


Figura 5 - Detalhes de *Ophiomorpha nodosa* em (A) cortes longitudinal e em (B), transversal onde se observam paredes com superfícies internamente lisa e externamente corrugada.

Figure 5 - Detailed views of *Ophiomorpha nodosa* in (A) longitudinal and (B) transversal sections, showing internally smooth and externally corrugated surfaces.

pouco distintas, talvez em função da granulometria grossa das areias, da intensa cimentação carbonática e/ou da ação acentuada do intemperismo. As próprias delimitações das escavações são mais nítidas em sedimentos mais finos.

Os aspectos de detalhe de uma galeria de *Ophiomorpha nodosa*, tanto nas suas formas como nas ornamentações externas, podem ser observados na figura 5.

As partes mais visíveis dos icnofósseis aqui estudados, correspondem às porções verticalizadas e sem ramificações. Este fato foi também observado por Suguio & Martin (1976) em sedimentos quaternários do Estado de São Paulo, onde os tubos são menores, com comprimento máximo de 1 m e 3 a 5 cm de diâmetro interno. De qualquer modo, segundo Pryor (1975) os tubos mais longos seriam indicativos das partes mais altas da praia.

No caso dos icnofósseis aqui estudados, parece que a preservação dos tubos foi favorecida pela intensa cimentação carbonática, enquanto que na Formação Cananéia (Suguio & Martin, 1978) parece ocorrer apenas incipiente cimentação limonítica, que já é suficiente para atribuir alguma coesão.

Em geral os tubos de *Ophiomorpha* aqui descritos são comparáveis aos fósseis análogos do Terciário e do Quaternário registrados no Brasil. As eventuais discrepâncias verificadas podem ser creditadas às diferenças nas composições litológicas, tais como, de granulometria e cimentação, além do provável agente gerador dos icnofósseis.

OPHIOMORPHA NODOSA NA RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL

De acordo com Suguio & Martin (1976), Frey *et al.* (1978), e Fernandes (1999), o conhecimento da ecologia dos crustáceos calianassídeos permite o uso desses organismos na reconstrução paleoambiental. Dependendo do gênero ou da espécie, esses animais constituem a infauna da zona compreendida entre o nível médio do mar e as marés baixas normais ou excepcionais. Atualmente, populações do crustáceo *Callichirus* vivem nas praias do Rio Grande do Norte, permitindo estabelecer comparações entre os ambi-

entes atuais e os pretéritos.

Nas rochas estudadas o limite superior da zona dos tubos pode indicar a posição do nível médio da maré na época em que viviam os crustáceos que os construíram.

Os icnofósseis aqui descritos, bem como tocas de ouriços, são mais confiáveis para inferir antigas posições de níveis relativos do mar por não serem passivos de transporte. Entretanto, diferentemente das conchas de moluscos, não há qualquer método de datação absoluto possível de ser aplicado a eles. As conchas de moluscos, em geral são transportadas após a morte e, muitas vezes, estão contidas em rochas praiais (*beach rocks*).

A presença de *Ophiomorpha nodosa*, nas rochas sedimentares estudadas indica que o ambiente deposicional teria sido marinho costeiro. A relativa grande extensão das galerias verticais, pode refletir o regime de mesomaré ainda existente na área. Além disso, o acentuado paralelismo e a forte verticalidade dos tubos sugerem ambiente com alta taxa de sedimentação, habitado por organismos capazes de escape rápido, que se mantiveram constantemente a profundidades adequadas de vida. Portanto, o tipo de ambiente sugerido é de águas agitadas de zonas intermarés ou de inframaré alto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A idade atribuída as rochas que contém os icnofósseis estudados e o seu significado paleoambiental, permite correlacioná-las ao estágio de culminação da *Transgressão Cananeiense* de Suguio & Martin (1978), ou *Penúltima Transgência* de Bittencourt *et al.* (1979); entretanto, em regiões tectonicamente mais estáveis, como de Salvador (BA), o nível relativo do mar correspondente teria sido de 8 + 2 m. Portanto, sugere-se por fim, que as rochas sedimentares aqui estudadas representam antigos níveis costeiros quaternários que sofreram soerguimento tectônico pós-deposicional superior a 10 m. Esta evidência paleontológica sugestiva de uma possível atividade neotectônica corrobora com dados obtidos baseados em outras evidências de Srivastava & Corsino (1984) e Bezerra *et al.* (1998) na área estudada.

REFERÊNCIAS

- Almeida, J.A.C. 2000. *Calcários recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos taxionômicos, paleoecológicos, paleoambientais e estratigráficos*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado, 144p.
- Araripe, P.T. & Feijó, F.J. 1984. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **8**:127-141.
- Barreto, A.M.F.; Tatumi, S.H.; Suguió, K. & De Oliveira, P.E. 2000. Quaternary deposits of the Rio Grande do Norte coast (Northeastern Brazil) dated by thermoluminescence method. *SBPN – Scientific Journal*. São Paulo, **4**: 2.
- Bezerra, F.H.R.; Lima-Filho, F.P.; Amaral, R.F.; Caldas, L.H.O. & Costa-Neto, L.X. 1998. Holocene coastal tectonics in NE Brazil, In: I.Stewart; C. Vita-Finzi, (eds.) *Coastal Tectonics: Geological Society London*, Special Publication 146, p.279-293.
- Bittencourt, A.C.S.P.; Martin, L.; Vilas-Boas, G.S. & Flexor, J.M. 1979. The marine formations of the State of Bahia, Brazil. In: 1978 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. Proceedings, p.232-253.
- Bromley, R.G. 1996. *Trace fossils: biology, taphonomy and applications*. 2º ed. Londres Chapman & Hall, 361 p.
- Bromley, R.G. & Frey, R.W. 1974. Redescription of the trace fossil *Gyrolites* and taxonomic evaluation of *Thalassinoides*, *Ophiomorpha* and *Spongeliomorpha*. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **23**:311-335.
- Chappel, J.M.A. & Shackleton, N.J. 1986. Oxygen isotopes and sea-level. *Nature*, **324**:137-140
- Fernandes, A.C.S. 1999. *Introdução à Ichnologia*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, Crato. Apostila de curso. 36p.
- Fernandes, A.C.S. & Macedo, A.C.M. 1986. Fósseis de um afloramento da Formação Piaçabuçu: um caso de organismos “oportunísticos”? *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**(1):328-334.
- Fernandes, J.M.C.; Quadros, M.L.E.S.; Souza Jr., C.M. & Bezerra, O.V. 1992. Considerações sobre a ocorrência de *Ophiomorpha* em sedimentos do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. *Boletim de resumos expandidos...São Paulo*, SBG 2. p 497.
- Frey, R.W.; Howard, J.D. & Pryor, W.A. 1978. *Ophiomorpha*: its morphologic, taxonomic and environmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **23**:199-229.
- Macedo, A.C.M. & Fernandes, A.C.S. 1984. Associação fóssil de um afloramento da Formação Piaçabuçu, Cretáceo Superior, Sergipe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **56**(3): 360.
- Martins, J.M.G.F.; Quadros, M.L.E.S.; Bezerra, O.V. & Souza Jr., C.M. 1991. Sobre o registro do icnofóssil *Ophiomorpha* no Grupo Barreiras, nordeste do Pará e suas implicações na reconstituição paleoambiental. In: SIMPÓSIO DE GEOLÓGIA DA AMAZÔNIA, 3, Belém. Anais, SBG, p.600
- Muniz, G.C.B. 1984. Um novo macrofóssil da Formação Piaçabuçu (Bacia Sergipe/Alagoas) e respectivas especulações paleoecológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais*, SBG, **2**:517-521.
- Muniz, G.C.B. & Neves, B.B.B. Zucon, 1981. Ichnofósseis da Formação Piaçabuçu (nordeste do Brasil) e respectivo significado paleoecológico. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, Porto Alegre 1981. *Anais*, 1. p.359-371.
- Pollard, J. E.; Goldring, R. & Buck, S.G. 1993. Ichnofabrics containing *Ophiomorpha*: significance in shallow-water facies interpretation. *Journal of the Geological Society of London*, **150**: 149-164.
- Pryor, W.A. 1975. Biogenic sedimentation and alteration of argillaceous sediments in shallow marine environments. *Geological Society of America Bulletin*, **86**:1244-1254.
- Srivastava, N.K. & Corsino, A.R. 1984. Os carbonatos de Touros (RN) : petrografia e estratigrafia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal, 1984. Atas; 165-176.
- Suguió, K.; Rodrigues, S. de A.; Tessler, M.G. & Lambooy, E.E. 1984. Tubos de *Ophiomorpha* e outras feições de bioturbação na Formação Cananéia, Pleistoceno da planície costeira Cananéia-Iguape, SP. In: L.D. Lacerda, D.S.G. de Araujo, R. Cerqueira; B. Turq, (eds.) *Restingas: origens, estrutura, processos*. Niterói, CEUFF, p.111-122.
- Suguió, K. & Martin, L. 1978. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. *Special Publication* nº 1, 55p.
- Suguió, K. & Martin, L. 1976. Presença de tubos fósseis de *Callianassa* nas formações quaternárias do Litoral Paulista e sua utilização na reconstrução paleoambiental. *Boletim do Instituto de Geociências*, Universidade de São Paulo, **7**:17-26.
- Testa, V. & Bosence, D.W.J. 1998. Carbonate-siliciclastic sedimentation of a high-energy, oceanfacing, tropical ramp, NE Brazil. In: V.P. Wright, & T.P. Burchette (eds.) *Carbonate Ramps*. *Geological Society of London*, Special Publications 149, p.55-71.
- Testa, V.; Bosence, D.W.J. & Vianna, M. 1997. Submerged lithologies and their relation with relative sea-level oscillations in Rio Grande do Norte, NE Brazil. In: CONGRESSO DA ABEQUA E REUNIÃO SOBRE O QUATERNÁRIO NA AMÉRICA DO SUL, 6 Curitiba, 1997. *Resumos expandidos*, p.150-160.

Received February, 2001; accepted August, 2001.