



Tafonomia de Foraminíferos Bentônicos em Sedimentos Siliciclásticos e Carbonáticos
Taphonomy of Benthic Foraminifera from Siliciclastic and Carbonate Sediments

Mariana Nunes Cardoso¹ & Maria Célia Elias Senra²

¹UNIRIO, Curso de Pós-graduação em Biologia Aquática, Escola de Ciências Biológicas, Avenida Pasteur, 458, 405. Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil 22.290-240,

²UNIRIO, Núcleo de Estudos Tafonômicos, Escola de Ciências Biológicas, Avenida Pasteur, 458, 405. Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 22.290-240.

E-mail: ncardosomariana@yahoo.com.br; esenra@unirio.br

Recebido em: 30/03/2007 Aprovado em: 27/07/2007

Resumo

Fatores biológicos, físicos e químicos atuam nos bioclastos, que respondem variavelmente sob condições ambientais diversas. Resultante da pressão exercida pelo meio, a assinatura tafonômica em tecas de foraminíferos se traduz em importantes informações paleoecológicas. Comparar as propriedades tafonômicas em foraminíferos de depósitos carbonáticos (lagoa Pitanguinha) e siliciclásticos (Reserva Tauá) são o principal objetivo do estudo. Nos sedimentos da Reserva Tauá-Pântano da Malhada foram identificadas 10 espécies de foraminíferos e na lagoa Pitanguinha 9 espécies, caracterizando baixa diversidade. Foraminíferos com carapaças hialinas e porcelanasas ocorrem nos sedimentos carbonáticos, enquanto as hialinas, exclusivamente nos siliciclásticos. A fragmentação foi expressiva nos dois ambientes, a dissolução ligeiramente maior no siliciclástico e a microbioerosão produzida por cianobactérias foi encontrada exclusivamente no ambiente carbonático. *Ammonia tepida* aparece com maior frequência, apresentando altas taxas de bioerosão, fragmentação e dissolução.

Palavras-chave: microbioerosão; fragmentação; dissolução; tecas de foraminíferos

Abstract

Biological, physical and chemical features work on the bioclasts, which react specifically under diverse environmental conditions. As consequence of the environment stress, the taphonomic signature on foraminiferal tests provides significant paleoecological information. This study aims to compare taphonomic properties on foraminiferal tests from carbonate (lagoa Pitanguinha) and siliciclastic (Reserva Tauá) settings. On Reserva Tauá-Pântano da Malhada where identified 10 species and on lagoa Pitanguinha 9, that reveal low diversity. Hyaline and porcelaneous tests occur in carbonate deposits, while in the siliciclastic occurs only the hyaline one. The fragmentation was significant to both depositional environments, the dissolution was faintly higher on the siliciclastic and cyanobacterial microbioerosion was found exclusively on the carbonate. *Ammonia tepida* shows a high frequency, possessing great rates of bioerosion, fragmentation and dissolution.

Keywords: microbioerosion; fragmentation; dissolution; foraminiferal tests

1 Introdução

Foraminíferos são organismos predominantemente marinhos com registro desde o Cambriano, abundantes e diversificados durante o Fanerozóico, e têm ampla aplicação em análises biológicas, geológicas e oceanográficas (Lipps, 1983). São bentônicos ou planctônicos, com carapaças, aglutinadas, silicosas e calcárias, e que permanecem no sedimento após a sua morte (Boltovskoy, 1965).

Assim como os demais organismos providos de exoesqueletos, experimentam a ação de agentes biológicos, físicos e químicos. A influência destes fatores é alvo de estudo da tafonomia, isto é alterações nos esqueletos ligadas aos processos de preservação, que afetam as informações no registro fóssilífero (Parsons & Brett, 1991). As carapaças fósseis e atuais podem representar a paleoquímica da água, padrões de circulação de correntes aquáticas, taxas de sedimentação e atividade bioerosiva (Wetmore, 1987).

Estudos anteriores indicaram as alterações nas carapaças de foraminíferos influenciadas por fatores ambientais. Associações de foraminíferos da Formação Pirabas (Mioceno do estado do Pará) apresentam dissolução, bioerosão e abrasão inferindo ambiente de alta energia durante o evento de soterramento, associado com ondas de tempestade (Távora & Coelho, 2006). A ação bioerosiva de algas e fungos nas carapaças de foraminíferos coletados no leque do Amazonas reúne tipos morfológicos de microperfurações distintos (Vilela *et al.*, 1999). Geralmente, a bioerosão afeta assembléias de foraminíferos e remove o carbonato da carapaça, acelerando a dissolução e a fragmentação (Cotter & Hallock, 1988; Peebles & Lewis, 1988). Em recifes da Polinésia Francesa, os foraminíferos psâmicos que atuam sobre outros foraminíferos hospedeiros, contribuem com a produção de sedimentos (Véne-Peyré, 1987). Carapaças coletadas em subsuperfície no atol de Funafuti mostram marcas de dissolução e abrasão ocasionada por transporte intenso (Collen & Garton, 2004). Segundo Hageman *et al.* (2004), a dissolução em foraminíferos do Pensilvaniano é resultado da compactação do sedimento pelítico, composto principalmente por carapaças de fusulinídeos.

Segundo Best & Kidwell (2000), as alterações tafonômicas em conchas de moluscos podem refletir

entre outros fatores o aumento intermitente de energia promovendo abrasão mecânica.

Foraminíferos do Quaternário coletados em diferentes latitudes apresentam em comum, traços de microperfuração identificados nos icnogêneros *Fossilchnus* e *Oichnus*, sugerindo hábito predatório do agente (Nielsen *et al.*, 2003).

O presente estudo tem por objetivo estabelecer comparações das propriedades tafonômicas em carapaças de foraminíferos provenientes de depósitos carbonático (lagoa Pitanguinha-Complexo Lagunar de Araruama) e siliciclástico (Reserva de Tauá – Pântano da Malhada).

2 Caracterização da Área de Estudo

O litoral norte do Estado do Rio de Janeiro na área costeira conhecida como Região dos Lagos Fluminenses agrupa, entre outros, dois compartimentos sedimentares adjacentes, com modelos evolutivos distintos: o complexo lagunar de Araruama e a planície costeira de Cabo Frio. Na faixa litorânea entre Araruama e Cabo Frio se situam pequenas lagoas distribuídas ao longo de uma estreita planície entre duas barreiras arenosas, entre elas a lagoa Pitanguinha (Turcq *et al.*, 1999).

A lagoa Pitanguinha essencialmente carbonática, associada à lagoa de Araruama, apresenta biolaminóides produzidos por cianobactérias (Damazio & Silva e Silva, 2006). Localiza-se na restinga de Massambaba, entre as latitudes 22°55'42" e 22°56'00" S e longitudes 42°20'45" e 42°21'30" W, (Figura 1) e tem sua formação relacionada a duas transgressões marinhas sucessivas (Primo & Bizerril, 2002). A datação isotópica em conchas de sambaquis presentes na barra arenosa indicou uma idade entre 4.200 a 3.800 anos A.P. (Lopes, 1988). Debenay *et al.*, (2001) registraram para o Complexo Lagunar de Araruama 74 espécies de foraminíferos, com rotaliídeos e miliolídeos dominantes, ausência ou escassez de aglutinantes. Este modelo é geralmente encontrado em pântanos salgados e lagoas hipersalinas com sedimento tamanho areia, rico em carbonato.

No Pântano da Malhada (22°45'11" S, 41°59'51" W) (Figura 1) os pelitos lagunar-estuarinos apresentam espessura de até 1,3 m,

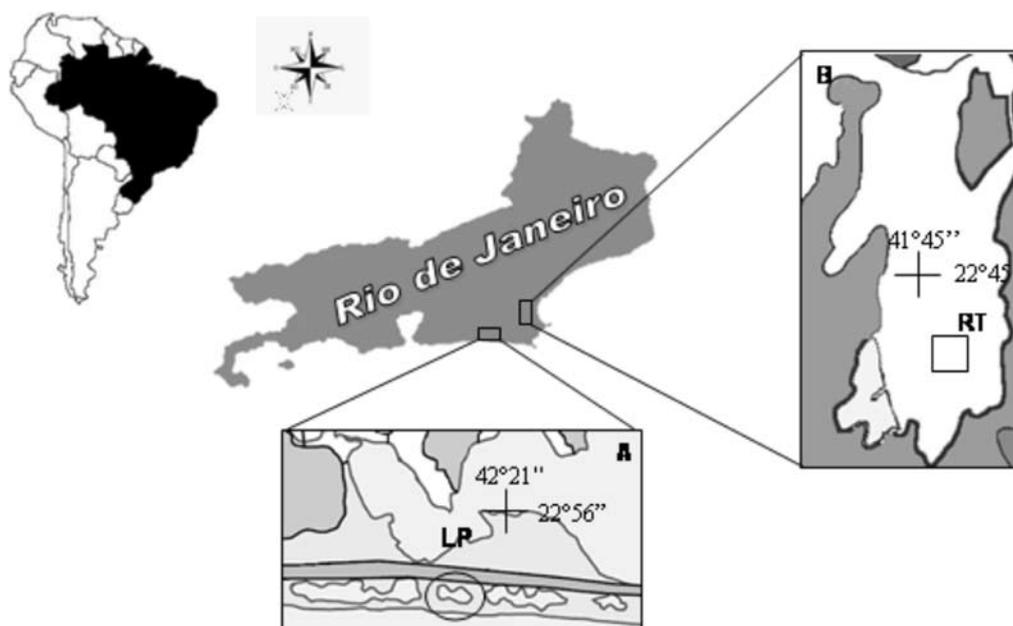


Figura 1 Mapa de localização das áreas de estudo.

intercalados com níveis de conchas com 30 cm, distribuídos em aproximadamente 60.000 m² (Senra *et al.*, 2005). Martin *et al.* (1997) indicaram para conchas procedentes de Cabo Frio, uma datação de 5.100 A.P., coincidente com o máximo da curva de transgressão marinha para o Estado do Rio de Janeiro. Rodrigues & Carvalho (1980) registraram nos depósitos siliciclásticos da planície costeira do Rio São João (RJ) a dominância de *Ammonia beccarii* var. *parkinsoniana*, *Elphidium discoideale*, *E. gunteri*, *E. galvestonense* e *E. poeyanum*, e apontaram ambientes de baía aberta com salinidade normal passando a restrito, condições hipersalinas passando a mixohalinas, marinho franco e ambiente de mangue marinho normal a hipersalino.

3 Material e Método

O material de estudo da Reserva Tauá - Pântano da Malhada foi obtido do nível de conchas, intercalados aos pelitos, em seis estações ao longo de um transecto distando 8 m entre si, em coletas executadas pela equipe do NEST/ECB/UNIRIO. Da lagoa Pitanguinha a amostra foi cedida pelo LABIOTAL/ECB/UNIRIO e compreende parte de esteiras microbianas com patamares de conchas de

biválvios e microgastrópodos associados. Amostras com 50 cm³, foram hidratadas e lavadas em água corrente, em peneiras de 53, 75 e 212 mesh, desidratadas em temperatura ambiente e triadas para a identificação dos espécimes e propriedades tafonômicas das carapaças.

Foi analisado um total de 100 indivíduos para cada uma das estações (total de seis), tanto da Reserva Tauá, quanto da lagoa Pitanguinha. Essa base de 100 indivíduos por amostra se deve ao fato das amostras indicarem e terem confirmado uma baixa diversidade com valores médios em torno de 1,0. Para o cálculo de diversidade foi utilizado o índice de Shannon-Wiener que utiliza para cálculo a fórmula.

$H(S) = - \sum p_i \ln p_i$, onde:

S: número de espécies

p_i : proporção das espécies nas amostras

A identificação dos foraminíferos empregou microscópio estereoscópico, e as fotomicrografias para observação de fragmentação, dissolução e bioerosão nas carapaças foram obtidas em Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL-JSM 58.000 LV.

As abreviaturas, são para respectivamente, ECB - Escola de Ciências Biológicas; LABIOTAL - Laboratório de Biologia Algal; NEST - Núcleo de Estudos Tafonômicos; UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

4 Resultados

Na Reserva Tauá – Pântano da Malhada ocorrem *Ammonia tepida*, *Criboelphidium gunteri*, *Elphidium discoidale*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium gunteri*, *Pseudonionium atlanticum*, *Buliminella elegantissima* e *Bolivina* sp., *Ammonia tepida* e *Criboelphidium gunteri* (Tabela 1) que apresentaram maior frequência em todas as estações (Figura 2A). Fragmentação e dissolução do total

E	CP	N	F	D	B
# 1	<i>Ammonia tepida</i>	35	9	0	0
	<i>Criboelphidium gunteri</i>	32	8	0	0
	<i>Elphidium discoidale</i>	8	3	0	0
	<i>Elphidium excavatum</i>	12	5	0	0
	<i>Elphidium gunteri</i>	8	3	2	0
	<i>Pseudonionium atlanticum</i>	2	1	0	0
	Espécie indeterminada	3	2	0	0
# 2	<i>Ammonia tepida</i>	41	9	1	0
	<i>Criboelphidium gunteri</i>	40	12	0	0
	<i>Elphidium discoidale</i>	3	0	0	0
	<i>Elphidium excavatum</i>	4	0	0	0
	<i>Elphidium gunteri</i>	8	2	2	0
	<i>Pseudonionium atlanticum</i>	1	0	0	0
	Espécie indeterminada	3	3	0	0
# 3	<i>Ammonia tepida</i>	49	11	0	0
	<i>Criboelphidium</i> sp	7	3	0	0
	<i>Elphidium discoidale</i>	4	0	0	0
	<i>Elphidium excavatum</i>	26	8	0	0
	<i>Elphidium gunteri</i>	10	2	1	0
	<i>Pseudonionium atlanticum</i>	2	0	0	0
	Espécie indeterminada	2	2	0	0
# 4	<i>Ammonia tepida</i>	29	9	0	0
	<i>Criboelphidium gunteri</i>	34	16	0	0
	<i>Elphidium discoidale</i>	11	4	0	0
	<i>Elphidium excavatum</i>	6	1	0	0
	<i>Elphidium gunteri</i>	11	5	0	0
	Espécie indeterminada	9	5	0	0
	<i>Ammonia tepida</i>	38	11	4	0
<i>Buliminella elegantissima</i>	2	0	0	0	
<i>Bolivina</i> sp	3	0	0	0	
<i>Criboelphidium gunteri</i>	11	6	0	0	
<i>Elphidium excavatum</i>	12	0	0	0	
<i>Elphidium gunteri</i>	6	2	3	0	
<i>Pseudonionium atlanticum</i>	4	0	0	0	
<i>Nonion</i> sp	4	0	0	0	
Espécie indeterminada	4	3	0	0	
# 6	<i>Ammonia tepida</i>	29	8	0	0
	<i>Criboelphidium gunteri</i>	39	13	0	0
	<i>Elphidium discoidale</i>	10	6	0	0
	<i>Elphidium excavatum</i>	10	2	0	0
	<i>Elphidium gunteri</i>	12	0	0	0

Tabela 1. Lista das espécies de foraminíferos bentônicos dos depósitos siliciclásticos da Reserva Tauá – Pântano da Malhada.

de indivíduos apareceram na proporção de 32% e 2% (Figura 2B). *A. tepida*, *C. gunteri* e as espécies de *Elphidium* apresentaram as maiores taxas de fragmentação. *P. atlanticum*, *B. elegantissima* e *Bolivina* sp foram menos frequentes e com menores taxas de fragmentação. Vestígios de dissolução estão presentes em *A. tepida* e em espécies *Elphidium* spp.

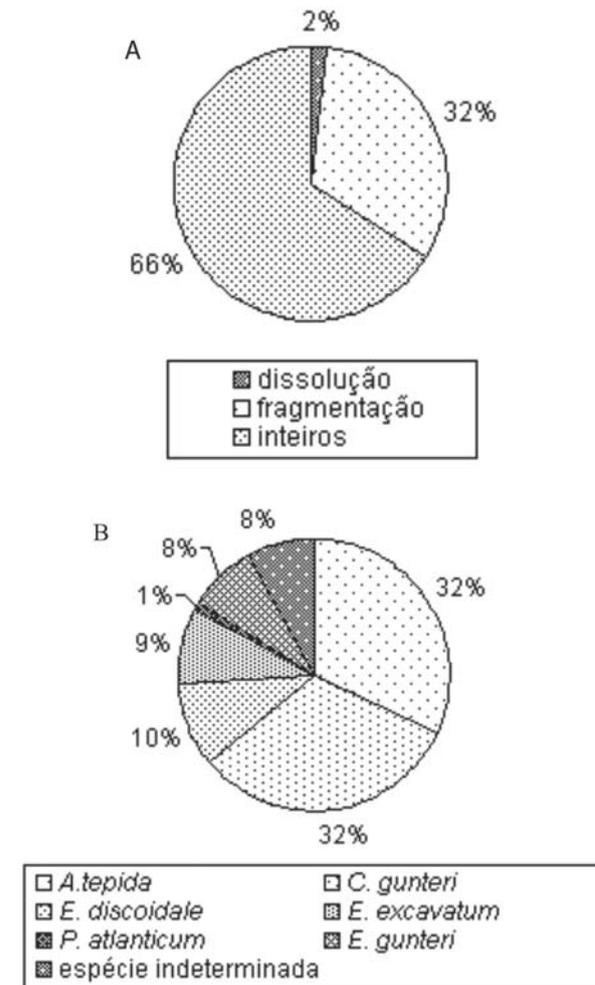


Figura 2. Frequência das propriedades tafonômicas em foraminíferos bentônicos, da Reserva Tauá. (A) Taxas e fragmentação, dissolução e inteiros no total de exemplares; (B) Taxas de fragmentação por espécie.

Nos carbonatos da lagoa Pitanguinha são registradas associações compostas por *Ammonia tepida*, *Quinqueloculina laevigata*, *Quinqueloculina seminulum*, *Quinqueloculina* spp., *Triloculina oblonga* e *Triloculina* sp., *Bolivina* sp. e *Miliolinella* sp. (Tabela 2). A principal propriedade tafonômica observada na localidade foi a microbioerosão,

E	CP	N	F	D	B
	<i>Ammonia tepida</i>	122	7	10	31
	<i>Bolivina</i> sp	2	0	0	0
	<i>Discorbis</i> sp	48	4	5	16
	<i>Miliolinella</i> sp	3	0	0	1
#1	<i>Quinqueloculina laevigata</i>	367	18	0	246
	<i>Quinqueloculina seminulum</i>	20	2	0	14
	<i>Quinqueloculina</i> spp	20	5	0	5
	<i>Triloculina oblonga</i>	15	0	0	12
	<i>Triloculina</i> sp	3	0	0	0

Tabela 2 Lista das espécies de foraminíferos bentônicos dos depósitos da carbonáticos da lagoa Pitanguinha. CP_composição taxonômica; N_números de espécimes; F_fragmentação; D_dissolução; B_bioerosão

seguida de fragmentação e rara dissolução (Figura 3A). A microperfuração teve maior incidência em *Q. laevigata* com 74%, sendo os 26% restantes distribuídos nas demais espécies, excetuando-se *Bolivina* sp. e *Triloculina* sp. (Figura 3B). *A. tepida*, *Q. laevigata*, *Q. seminulum*, *Quinqueloculina* spp. e *Discorbis* sp mostram fragmentação e *E. gunteri* apresentam dissolução acentuada (Figura 3C).

Os traços de bioerosão em *Triloculina* e *Quinqueloculina* compreendem múltiplas perfurações na superfície das carapaças, representadas por formas alongadas ou circulares irregulares ambas com diâmetros variáveis. Em *A. tepida* ocorrem galerias às vezes ramificadas com diâmetro homogêneo, e outras circulares a subcirculares irregulares em forma e tamanho (Figura 4).

5 Discussão

A microfauna bentônica das duas localidades é caracterizada por formas eurihalinas, e ausência de aglutinantes. Rodrigues *et al.* (2003) apontaram que os foraminíferos aglutinantes ocorrem em áreas de confluência da água doce e da água salgada, e que *A. tepida* é resistente às salinidades elevadas, que caracterizam os depósitos da Reserva Tauá.

A baixa diversidade encontrada é compatível com dados de outras lagoas hipersalinas tais como a lagoa Salgada que segundo Lemos (1996) é um ambiente que possui uma biota menos diversificada do que o marinho pelo fato de suas propriedades frequentemente oscilarem significativamente formando um ambiente biológico de alto estresse. Do mesmo modo a dominância de miliolídeos é resultante do aumento relativo dos íons cálcio e carbonato em função da evaporação (Greiner, 1974).

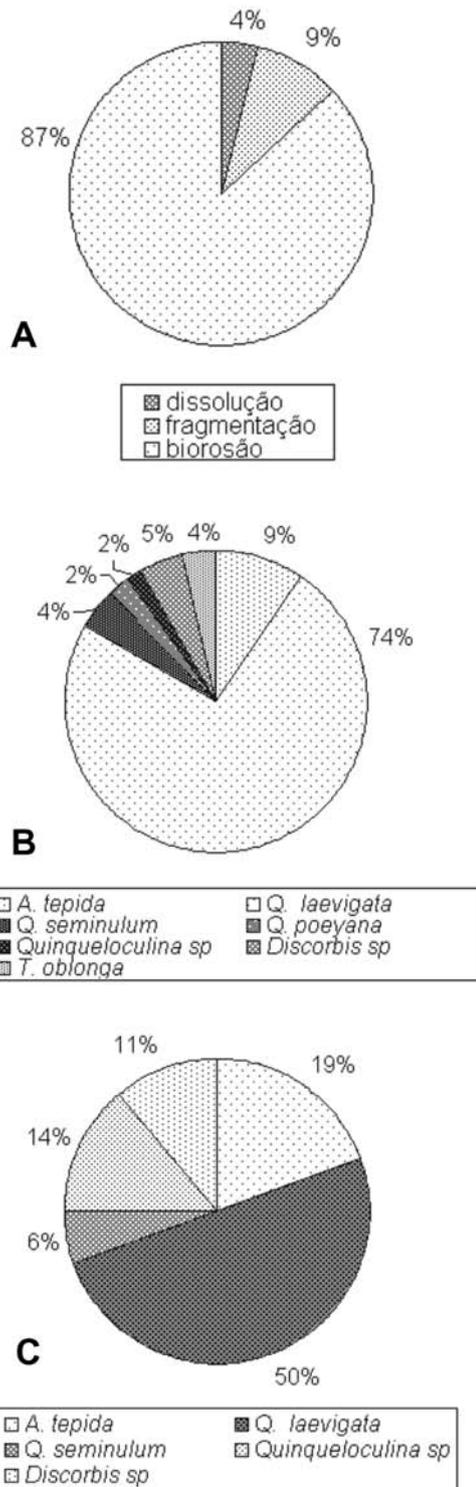


Figura 3 Frequência das propriedades tafonômicas em foraminíferos bentônicos da lagoa Pitanguinha. (A) Taxas de fragmentação, dissolução e bioerosão no total de exemplares; (B) Taxas de bioerosão por espécie; (C) taxas de fragmentação por espécie.

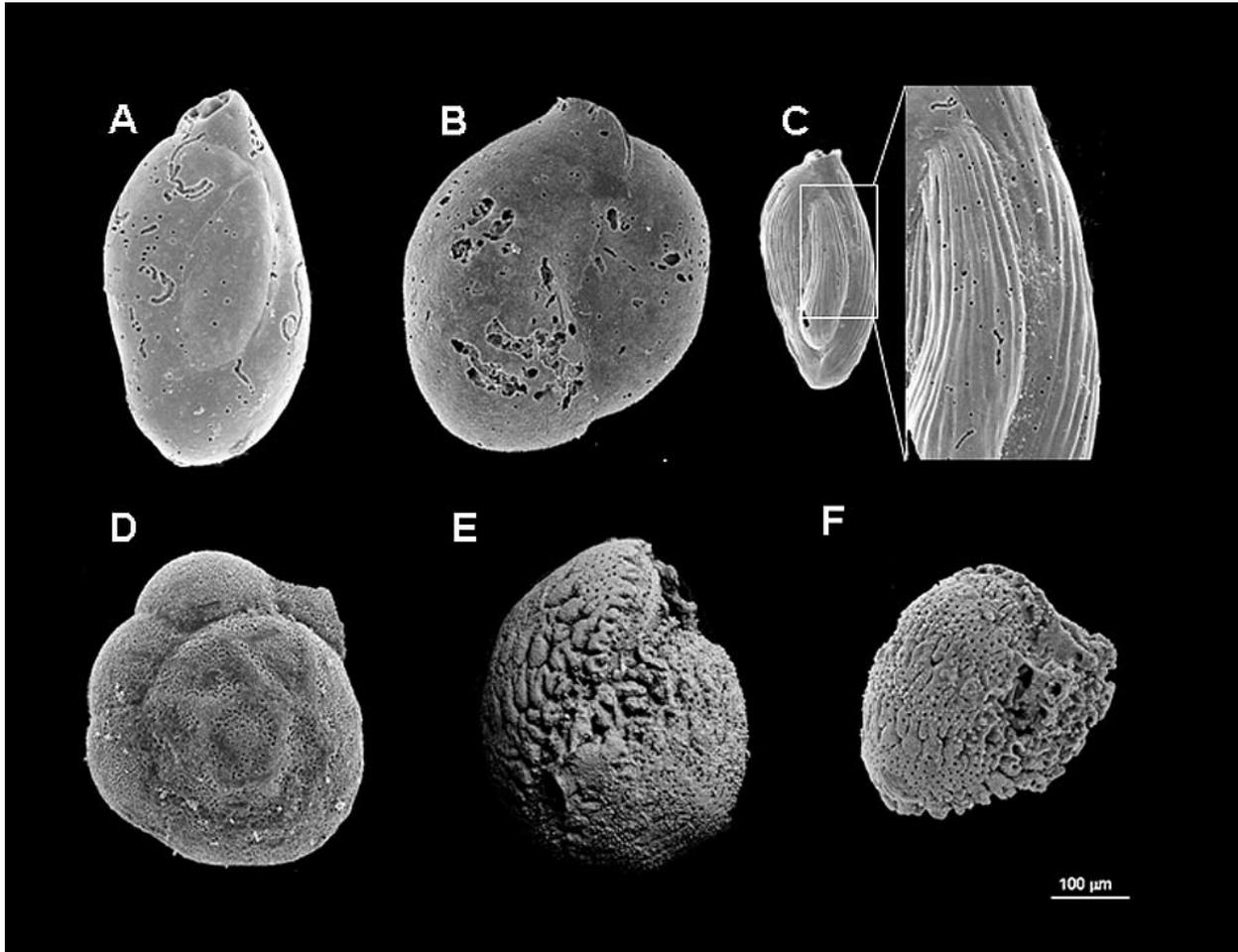


Figura 4 Microbioerosão em miliolídeos da lagoa Pitanguinha: (A) *Quinqueloculina laevigata*; (B) *Miliolinella* sp e em (C) *Quinqueloculina* sp; dissolução e fragmentação em rotaliídeos da Reserva Tauá - Pântano da Malhada: (D) *Ammonia tepida*; (E) *Elphidium gunteri*; (F) carapaça fragmentada de foraminífero bentônico.

A associação de espécies porcelanasas e hialinas *Triloculina*, *Ammonia-Discorbis* e a presença dominante de *Ammonia tepida*, *Triloculina oblonga* e *Criboelphidium excavatum* var. *selseyense* indicam ambientes hipersalinos (Sen Gupta, 1999; Debenay *et al.*, 2001) como esperado para a lagoa Pitanguinha, em que se observou a predominância de espécies porcelanasas.

A dissolução nas tecas dos depósitos siliciclásticos, Reserva Tauá - Pântano da Malhada, não é significativa em relação aos carbonatos (lagoa Pitanguinha). Expressiva em carapaças de *E. gunteri*, a dissolução superficial, se traduziu na perda ou distorção de parte dos caracteres taxonômicos (Figura 4).

As perfurações nas carapaças dos foraminíferos ocorrem exclusivamente na lagoa Pitanguinha (Tabela 2) onde ocorrem espécies de cianobactérias, algumas tradicionalmente endolíticas (Wisshak *et al.*, 2006). Os padrões de microperforação diferem das formas circular superficial, circular perfurante profunda, retilínea conectante e granulada encontradas em carapaças de coletadas no leque do Amazonas (Vilela *et al.*, 1999).

6 Conclusões

Conclui-se que a fragmentação expressiva no ambiente siliciclástico pode estar relacionada à composição e tamanho do substrato, composto por

conglomerado bioclástico. A bioerosão é intensa no ambiente carbonático, onde a atividade microbiana atua no desgaste com aspecto corroído das conchas. As perfurações alongadas lembram formas de *Fascichnus* sp, e se relacionam a processos de biodegradação, diferindo das predatórias. As taxas de microbioerosão em foraminíferos no ambiente carbonático possibilitam inferir que estes microorganismos contribuem, assim como os demais bioclastos, com a disponibilidade de sedimento, essencial na formação de esteiras microbianas no local. Estima-se que a bioerosão, exclusiva do ambiente carbonático, é um fator de enfraquecimento das carapaças que conduz à fragmentação.

7 Agradecimentos

Ao Instituto Virtual de Paleontologia-IVP/FAPERJ pelo apoio financeiro e ao Setor de Microscopia Eletrônica do Instituto Militar de Engenharia-IME-RJ, pela utilização do equipamento.

8 Referências

- Best, M.M.R. & Kidwell, S.M. 2000. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings: Environmental variation in shell condition. *Paleobiology*, 26: 80–102.
- Boltovskoy, E. 1965. *Los Foraminíferos Recientes*. Ed. Universidad de Buenos Aires, 510p.
- Collen J.D. & Garton D.W. 2004 Larger foraminifera and sedimentation around Fongafale Island, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Coral Reefs*, 23: 445–454
- Cottey, T. & Hallock, P. 1988. Test surface degradation in *Archaias angulatus*. *Journal Foraminiferal Research*, 28:187-202.
- Damazio, C.M. & Silva e Silva, L.H. 2006. Cianobactérias em esteiras microbianas coliformes da Lagoa Pitanguinha, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9: 165-167.
- Debenay, J.P.; Geslin, E.; Eichler, B.B.; Duleba, W.; Sylvestre, F. & Eichler, P. 2001. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon Araruama (RJ) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 31: 133-151
- Greiner, G.O.G.1974. Environmental factors controlling the distribution of benthonic foraminifera, *Breviora*, 40:1-35.
- Hageman, S.A.; Kaesler, R.L. & Broadhead, T.W. 2004. Fusulinid Taphonomy: Encrustation, Corrasion, Compaction, and Dissolution. *Palaaios*, 19: 610–617.
- Lemos, R.M.T.1996. *Estudo das fácies deposicionais e das estruturas estromatolíticas da Lagoa Salgada, Rio de Janeiro*. Programa de pós-graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 126p.
- Lipps, J.H. 1983. Biotic interactions in Benthic Foraminifera. In: TALVEZ, M.J.S. & MCCALL, P.L. (eds.) Biotic Interactions in Recent Benthic Communities. Plenum Press, N.Y. and London, p. 331-376.
- Loeblich, A.R. & Tappan, H. 1964. *Treatise on invertebrate paleontology, Part C, Protista 2-Sacordina*. Geological Society America & University of Kansas Press, New York, 1 e 2, 900p.
- Loppes, C.E.A.1988. *Estudo em laboratório de absorção metal cobre pelo tapete de algas bênticas da lagoa vermelha-Município de araruama- Rio de Janeiro*. Programa de Pós graduação em Geoquímica, Universidade federal fluminense, Dissertação de Mestrado, 56p.
- Martin, L.; Suguio, K. & Dominguez, J.M.L. 1997. *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, CPRM, 112p.
- Nielsen, K.S.S.; Nielsen, J.K. & Bromley, R. G. 2003. Palaeoecological and ichnological significance of microborings in Quaternary foraminifera. *Palaentologia Electronica*, 6 (2): 13p.
- Parsons, K.M. & Brett, C.E. 1991. Taphonomic processes and biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation. In: DONOVAN, S.K. (ed.), *The Processes of Fossilization*. New York, Columbia University Press, p. 22-65.
- Pebbles, M.W. & Lewis, R.D. 1988. Differential infestation of shallow-water benthic foraminifera by microboring organisms: Possible biases in preservation potential. *Palaaios*, 3:345-351.
- Primo, P.B.S. & Bizerril, C.R.S.F. 2002. Lagoa de Araruama: Perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo. SEMADS, Rio de Janeiro, p.33-35.
- Rodrigues, M.A.C. & Carvalho, M.G.P. 1980. Interpretação paleoecológica da planície

- costeira do rio São João, RJ, com base em foraminíferos. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 52: 763-771.
- Rodrigues, A.R.; Eichler, P.B. & Eichler, B.B. 2003. Utilização de foraminíferos no monitoramento do Canal de Bertioiga (SP, BRASIL). *Revista Atlântica*, 25 (1): 35-51.
- Sen Gupta, B.K. 1999. foraminifera in marginal marine environments. In: SEN GUPTA, B.K (ed). *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 141-159.
- Sen Gupta, B.K. & Kilbourne, R.T. 1974. *Diversity benthic foraminifera on the Georgia Continental shelf*. *Geological Society of America Bulletin*, 85: 969-972.
- Senra M.C.E.; Silva e Silva, L.H.; Batista, D.S.; Assis, C.M. & Barreiro, R.M.C. 2003. Tafonomia e paleoambientes da Planície Costeira de Armação de Búzios / Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, Recife, 2003. *Anais*, Recife, ABEQUA. CD-ROM.
- Senra M.C.E.; Bernardes, A.P.B.; Silva e Silva, L.H.; Barreiro, R.M.C.; Batista, D.S. & Costa-Melo, K. M. 2005. Oscilações do nível do mar e paleoambientes no Quaternário do Estado do Rio de Janeiro. *Paleontologia em Destaque*, 49: 68-69.
- Silva, L.C. & Cunha, H.C.S. 2001. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. Programa levantamentos geológicos do Brasil. Ministério de Minas e Energia, CPRM, Embrapa, Governo do Estado do Rio de Janeiro, DRM-RJ, Brasília, 614p.
- Távora, V.A. & Coelho, J.R. 2006. Tafonomia dos foraminíferos da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará. In: BOLETIM DO 7º SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL E 1º SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL, Serra Negra, 2006. *Boletim de Resumos*, p. 126.
- Turcq, B.; Martin, L.; Flexor, M.; Suguio, K.; Pierre, C. & Ortega, L.T. 1999. Origin and evolution of the Quaternary Coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B.; BIDONE, E.D. & ABRÃO, J.J. (eds). *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems of Rio de Janeiro, Brazil*. Niterói: UFF/FINEP, p. 25-46. (Série Geoquímica Ambiental, 6).
- Vérec-Peyré, M.T. 1987. Boring Foraminifera in French Polynesian coral reefs. *Coral Reefs* 5: 205-212.
- Vilela, C.G.; Carvalho, I.S. & Henriques, M.H.P. 1999. Ação bioerosiva de algas e fungos em foraminíferos do Leque do Amazonas. *Acta Geológica Leopoldensia*, 49: 93-101.
- Wetmore, K.L. 1987. Correlations between test strength, morphology and habitat in some benthic foraminifera from the Coast of Washington. *Journal of Foraminiferal Research*, 17 (1):1-13.
- Wisshak, M.; Gektidis, M.; Freiwald, A. & Lundälv, T. 2005. Bioerosion along a bathimetric gradient in a cold-temperate setting (Kosterfjord, SW Sweden): an experimental study. *Facies*, 51: 93-117.