



**Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis*
(Gastropoda: Risssoidea) da lagoa Salgada,
Rio de Janeiro, Brasil**

Microbioerosion on shells of *Heleobia australis* (Gastropoda: Risssoidea)
from lagoa Salgada, Rio de Janeiro State, Brazil.

Maria Célia Elias Senra¹; Loreine Hermida da Silva e Silva²; Jonas Nascimento
Conde¹ & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa³

¹UNIRIO, Núcleo de Estudos Tafonômicos, Avenida Pasteur, 458, sala 405, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 22.290-240, esenra@unirio.br, jonasnconde@hotmail.com.

²UNIRIO, Departamento de Botânica, Avenida Pasteur, 458, sala 409, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 22.290-240, loreineh@unirio.br.

³UFRJ, Programa de Pós Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade do Brasil (UFRJ), 21.949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, iespa.bio@uol.com.br.

Recebido em 18/12/2006 Aprovado em 30/12/2006

Resumo

São registrados traços de microbioerosão em conchas de microgastrópodos associados com estromatólitos recentes na Lagoa Salgada, Estado do Rio de Janeiro. Os elevados níveis de degradação produzidos por microperfuradores nos bioclastos foram observados através de microscópio óptico e eletrônico de varredura. Este estudo objetiva identificar e descrever os padrões de microbioerosão em microgastrópodos da espécie *Heleobia australis* (D'Orbigny). Os traços compreendem galerias sinuosas ramificadas, que foram relacionadas ao icnogênero *Fascichnus*, bem como grupos de perfurações circulares irregulares. Análises de Espectrometria de Dispersão de Raios-X (EDS) na superfície das conchas escuras detectaram os elementos enxofre e ferro, ambos ligados ao metabolismo microbiano.

Palavras-chave: microbioerosão; microgastrópodos; EDS; metabolismo microbiano; lagoa Salgada.

Abstract

Traces of microbioerosion are recorded on microgastropods shells that occur in association with recent stromatolites from lagoa Salgada, Rio de Janeiro

State. The high destruction levels produced by microborers on the bioclats were directly observed through optical and scanning electron microscopy. This study goals the identification and description of the bioerosion patterns on microgastropods of the species *Heleobia australis* (D'Orbigny). The microborings consist of sinuous ramified microborings galleries that were related to the ichnogenera *Fascichnus*, as well as groups of circular and irregular perforations that remained unidentified. Energy Dispersive X-Ray Spectrometry (EDS) analysis of the dark shells surfaces detected the elements sulfur and iron, both closely tied to the microbial metabolism.

Keywords: microbioerosion; microgastropods; EDS; microbial metabolism; lagoa Salgada.

1 Introdução

A bioerosão é considerada o mais importante processo de dissolução físico-química e de abrasão mecânica em material esqueletal carbonático e em rochas calcáreas do ambiente costeiro. Cianobactérias, clorófitas, rodófitas e fungos são organismos endolíticos que vivem em microambientes gerados nos substratos. As cianobactérias, principais agentes da microbioerosão, apresentam os hábitos epilítico, casmoendolítico e endolítico, quando perfuram a superfície do substrato, cavidades preexistentes ou o seu interior, respectivamente (Golubic *et alii*, 1975).

Em geral, os estudos da microperfuração enfocam a bioerosão nos recifes de corais, em função da luminosidade, que controla a distribuição batimétrica dos microendolíticos (Perry & Macdonald, 2002; Perry, 1998). É ainda indicadora de corais degradados com baixas taxas de microperfuração (Hubbard *et alii*, 1990; Teleki & Spencer, 2000). No ambiente lagunar holocênico a produção de pelitos carbonáticos é influenciada, entre outros fatores, pela produtividade primária, que expressa a densidade de microendolíticos e a incidência de bioerosão (Dix, 2001).

Segundo Hutchings (1986), o mecanismo básico da destruição de carbonatos marinhos é a dissolução bioquímica ocasionada pela atividade microbiana. Parte do carbonato de cálcio gerado em ambientes carbonáticos provém da interação entre moluscos e cianobactérias, e pode ser utilizado em novos esqueletos e bioconstruções (Garcia-Pichel *et alii*, 2004). Silva e Silva *et alii* (2005) apontaram os moluscos como a principal fonte de carbonato nas lagoas hipersalinas. O conhecimento das relações entre cianobactérias e esteiras microbianas nestes ambientes vem demonstrando a importância dos organismos na produção de estruturas biossedimentares (Silva e Silva & Carvalho, 2005).

Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Risssoidea) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil.

Maria Célia Elias Senra; Loreine Hermida da Silva e Silva; Jonas Nascimento Conde & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa

No entanto, existe uma ampla lacuna quanto ao registro icnológico e processos da atividade microendolítica nos biominerais nestas lagoas.

Os traços de microperfuração em conchas de bivalvíos, provenientes de águas oceânicas e de ambiente lagunar de clima temperado, e seus organismos geradores (Tabela 1) são indicadores do grau de luminosidade e teores de matéria orgânica no ambiente (Wisshak *et alii*, 2005).

Silva e Silva (2002) estudou as comunidades microbianas dos estromatólitos recentes da lagoa Salgada, encontrando 30 espécies de cianobactérias das quais duas do gênero *Hyella* e uma de *Kyrthutrix* (Tabela 2).

O presente estudo tem por objetivo registrar traços de microbioerosão em microgastrópodos da lagoa Salgada e analisar as variações na pigmentação das conchas em relação à composição química e freqüência de perfurações.

2 Área de estudo

A lagoa Salgada localizada no litoral norte do estado do Rio de Janeiro ($41^{\circ}00'30''$ W e $21^{\circ}54'10''$ S), entre Campos dos Goytacazes e São João da Barra (Figura 1), está inserida no complexo deltaico do rio Paraíba do Sul

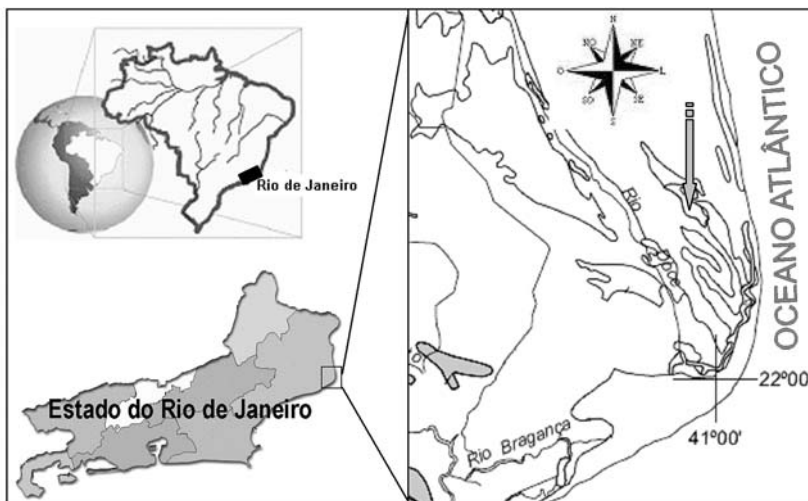


Figura 1 Mapa de localização da lagoa Salgada (modificado de Silva *et alii*, 2001).

Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Risssooidea) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil.

Maria Célia Elias Senra; Loreine Hermida da Silva e Silva; Jonas Nascimento Conde & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa

(Silva e Silva & Senra, 2000). Apresenta uma área de 16 km² com 1,9 km de largura, 8,6 km de comprimento, e um espelho d'água que possui cerca de 4,5 km de comprimento e 1,2 km de largura em sua porção central (Lemos *et alii*, 1994). Tem como característica a interação de processos sedimentológicos e biológicos geradores de estromatólitos (Srivastava, 1997), que forneceram uma datação por radiocarbono de 2.500 A.P. (Srivastava & Silva e Silva, 2000).

3 Material e Método

Amostras de tapetes microbianos contendo exemplares de microgastrópodos (Figura 2A) foram coletadas na porção marginal da lagoa. Para efetuar o exame dos moluscos empregou-se ácido hipoclorídrico a 2% por 12 h em 500 g de sedimento, posteriormente lavado em água corrente e desidratado em temperatura ambiente, obtendo-se as conchas de *Heleobia australis* (Figura 2B).

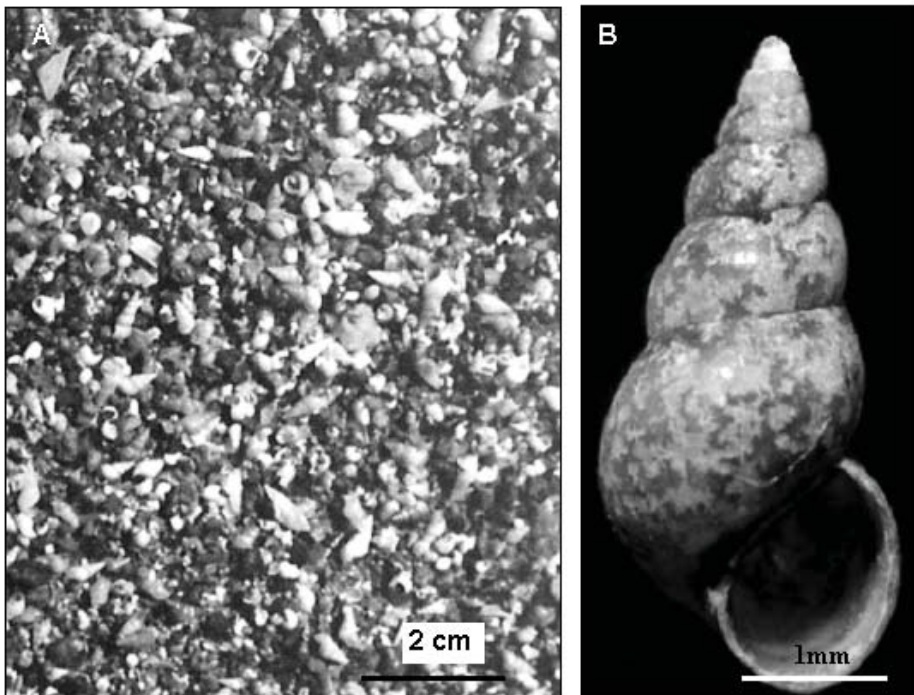


Figura 2 (A) Banco de conchas do microgastrópodo *Heleobia australis* formado na porção marginal da lagoa Salgada. (B) Fotografia em microscópio estereoscópico dos traços de bioerosão (manchas de cor clara) em *Heleobia australis*.

Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Risssoidea) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil.

Maria Célia Elias Senra; Loreine Hermida da Silva e Silva; Jonas Nascimento Conde & Anderson Andrade Cavalcanti lespa

Através de triagem em microscópio estereoscópico foram isolados 350 microgastrópodos com diversos padrões de coloração.

Para a aquisição de imagens detalhadas dos traços de bioerosão empregou-se microscopia eletrônica de varredura no equipamento JEOL-JSM 58.000 LV (ambiental), sem metalização, operado em 20 kv. Neste equipamento, que dispõe de sistema de microanálise efetuou-se a espectrometria de Energia Dispersiva de Raios-X (EDS) para determinar a composição química superficial das conchas em exemplares de microgastrópodos pigmentados, e com coloração original.

4 Resultados

Nos microgastrópodos foram encontrados dois tipos de traços: 1) microperfurações circulares a semicirculares, regulares ou irregulares com diâmetros variáveis, distribuídas na superfície dos biominerais; 2) galerias alongadas, retas ou curvas, ramificadas e dicotômicas alternadas ou opostas; ramificações com até quatro ramos curtos ou longos, com ângulos variáveis; raras constrições; maior comprimento até 200 μm e diâmetro até 20 μm ; raras expansões nas extremidades (Figura 3).

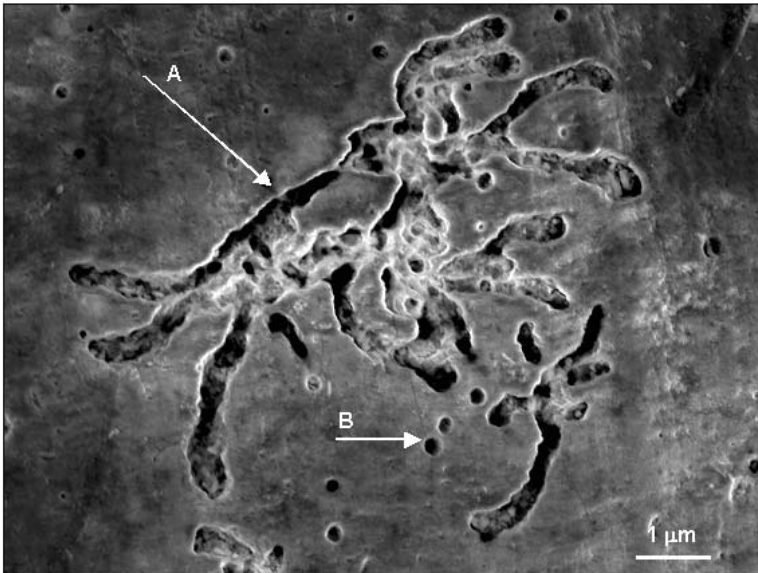


Figura 3 Fotomicrografia da microbioerosão em concha de *Heleobia australis*: (A) icnogênere *Fascichnus* isp. A; (B) estrutura circular da perfuração por microendolítico.

Os traços de *Fascichnus* isp. A se originam, em geral na sutura da concha onde formam concentrações de cicatrizes amplas. As galerias se deslocam para o ápice da concha em direção à sutura imediatamente superior. Nesta área da concha as perfurações são rarefeitas evidenciando as ramificações dicotômicas das galerias. Espécimes de algas filamentosas foram observados fixados às perfurações, principalmente nas cicatrizes. Estas características concordam com o padrão de “*Fasciculus* forma-1” de Wisshak *et alii* (2005), com galerias ramificadas dicotômicas originadas em uma área central com terminações expandidas e irradiadas no interior do substrato.

As medições do ápice até a base da abertura (maior eixo) dos microgastrópodos encontram-se no intervalo de 0,5 a 5,3 mm, o equivalente às fases ontogenéticas da população. As conchas originalmente brancas apresentam pigmentação bege, cinza claro, cinza-escuro, grafite, na seguinte proporção: 24,8% (brancas); 40% (bege); 23,2% (cinza claro); 4,86% (cinza escuro); 7,14% (grafite). A bioerosão visualizada em estereomicroscópio pode ocorrer em conchas de todas as cores e tamanhos, sendo freqüente nos adultos com pigmentação grafite.

Análises de EDS em conchas com pigmentação grafite registraram a presença de enxofre e ferro, ausentes nos demais exemplares (Figura 4). Outros componentes detectados foram cloro, magnésio, silício, mercúrio, sódio e alumínio.

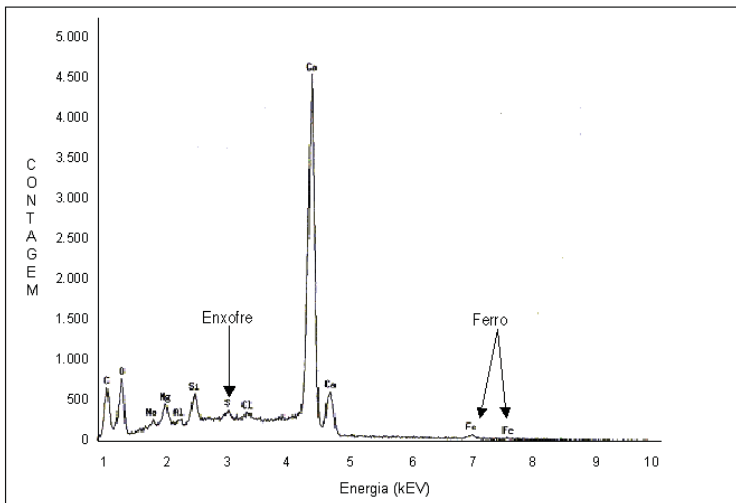


Figura 4 Espectrometria Dispersiva de Raios-X da superfície do exemplar apresentado na Figura 2 B (*Heleobia australis* com pigmentação grafite).

5 Discussão e Conclusões

As fotomicrografias do substrato biomineral obtidas no MEV correspondem à observação direta das perfurações identificadas no icnogênero *Fascichnus* (Radtke) Radtke & Golubic (2005). As cianobactérias *Kyrtuthrix maculans*, *Hyella balani*, *Hyella caespitosa*, que ocorrem na lagoa Salgada, seriam agentes de *Fascichnus* isp. A.

Hyella balani é também agente de *Eurygonum nodosum* Schmidt, 1992, um icnogênero caracterizado por colônias grandes (até 1 cm de diâmetro) e apêndices nodulares isolados, diferindo do padrão de *Fascichnus* isp. A.

O icnogênero *Fascichnus* apresenta ampla distribuição com registros de *F. acinosus*, *F. dactylus* e *F. frutex* no Atlântico Norte e Mar Báltico, bem como em recifes da Jamaica em associação com *F. grandis* e Golfo de Suez, Egito (Perry & Macdonald, 2002; Wisshak *et alii*, 2005; Radtke & Golubic, 2005).

Radtke (1991) atribuiu aos traços produzidos pelas cianobactérias *Hyella* e *Solentia* a denominação *Fasciculus*, anteriormente empregado (Simoneta & Della Cave, 1978) para classificar um ctenóforo do Folhelho Burgess, *Fasciculus vesanus*, o que levou à modificação ortográfica do icnogênero para *Fascichnus* (Radtke & Golubic, 2005).

As estruturas circulares a subcirculares são interpretadas como aberturas de perfurações endolíticas profundas, perpendiculares à superfície das conchas. Para identificar este tipo de perfuração, é imprescindível a elaboração de moldes 3D visualizados mediante Microscopia Eletrônica de Varredura.

A presença de grupos de cicatrizes na área das suturas da concha está relacionada ao acúmulo de matéria orgânica na depressão formada entre duas voltas, onde se concentra a colonização microbiana.

Conchas de *Heleobia australis* ocorrem no interior, nas fendas, e na superfície das esteiras poligonais, onde adquirem pigmentação escura, devido aos compostos de enxofre e ferro, presentes na água da lagoa e, possivelmente nas esteiras.

Alguns elementos tais como ferro e enxofre são essenciais na bioquímica microbiana contribuindo com o equilíbrio da estrutura populacional. *Aphanocapsa halophytica* e *Oscillatoria limnetica* compõem as associações

de cianobactérias em esteiras microbianas de lagoas hipersalinas (Silva e Silva *et alii*, 2004). Estas espécies reduzem o enxofre a sulfato e sulfeto durante o metabolismo em condições de baixa luminosidade (Stal & Krumbein, 1986), enquanto nutrientes e micronutrientes compostos por ferro controlam a produção primária, o acúmulo de matéria orgânica e a eutrofização, acelerando a atividade microbioerosiva (Stambler, 1999; Carneiro-Silva *et alii*, 2005).

Freqüentes em conchas de cor grafite, as microperfurações podem estar relacionadas também à demanda destes elementos no metabolismo anaeróbico facultativo de cianobactérias e sulfobactérias.

A bioerosão por microendolíticos autotróficos é parte do conjunto de processos envolvendo, construções estromatolíticas e conchas de moluscos, bioquímica microbiana e produção primária em lagoas hipersalinas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. Nestes ambientes carbonáticos, o regime climático, a sazonalidade e as condições físico-químicas da água influenciam os microambientes para o processamento da atividade endolítica (Figura 5).

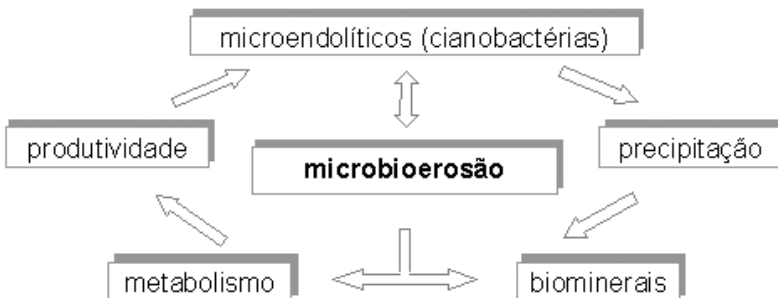


Figura 5 Diagrama conceitual ilustrando algumas das relações existentes entre a microbioerosão e a atividade microbiana em lagoas hipersalinas.

Os microgastrópodos da espécie *Helobia australis* são apontados como fontes de carbonato na área, contribuindo ainda para a disponibilidade de outros elementos essenciais ao desenvolvimento e manutenção das associações microbianas.

6 Agradecimentos

Ao IVP-FAPERJ pelo apoio ao projeto e ao Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro pela utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura e análises de EDS.

7 Referências

- Carneiro-Silva, M.; Mc Clanahan, T.R. & Kiene, W.E. 2005. The role of organic nutrients and herbivory in controlling microbioerosion of carbonate substratum. *Coral Reefs*, 24: 214-221.
- Dix, G. 2001. Origin of Sr-rich magnesian calcite mud in a Holocene pond basin (Lee Stocking Island, Bahamas). *Journal of Sedimentary Research*, 71: 167-75.
- Garcia-Pichel, F.; Al-Horani, F. A. Farmer, J.D.; Ludwig R. & Wade, B.D. 2004. Balance between microbial calcification and metazoan bioerosion in modern stromatolitic oncolites. *Geobiology*, 2: 49-57.
- Golubic, S.; Perkins, R.D. & Lukas, K.J. 1975. Boring microorganisms and microborings in carbonate substrates. In: FREY, R.W. (ed.). *The study of trace fossils. A synthesis of principles, problems and procedures in Ichnology*. Springer-Verlag, New York, p. 229-259.
- Hubbard, D.K.; Miller, A.L. & Scaturro, D. 1990. Production and cycling of calcium carbonate in a shelf-edge reef system (Saint Croix, U.S. Virgin Islands): applications to nature of reef systems in the fossil record. *Journal of Sedimentary Petrology*, 60: 335-360.
- Hutchings, P.A. 1986. Biological destruction of coral reefs: a review. *Coral reefs*, 4: 239-252.
- Lemos, R.M.T.; Silva, C.G. & Spadini, A.R. 1994. Estratigrafia e estromatólitos recentes da lagoa Salgada - RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Balneário Camboriú, 1994. *Anais*, Balneário Camboriú, SBG, p. 258-260.
- Perry, C.T. 1998. Grain susceptibility to the effects of microboring: implications for the preservation of skeletal carbonates. *Sedimentology*, 45: 39-51.
- Perry, C.T. & Macdonald, I.A. 2002. Impacts of light penetration on the bathymetry of reef microboring communities: implications for the development of microendolithic trace assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 186: 101-113.
- Radtke, G. 1991. Die mikroendolithischen Spurenfossilien im Alt-Tertiär West-Europas und ihre paläökologische Bedeutung. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 38: 1-185.

- Radtke, G. & Golubic, S. 2005. Microborings in mollusk shells, Bay Safaga, Egypt: Morphometry and Ichnology. *Facies*, 51: 118-134.
- Silva, L.C.; Santos, R.A.; Delgado, I.M. & Cunha e Silva, H.C. 2000. *Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Escala 1: 400.000, Serviço Geológico do Brasil-CPRM/ Departamento de Recursos Minerais, Estado do Rio de Janeiro-DRM-RJ.
- Silva e Silva, L.H. 2002. *Contribuição ao conhecimento da composição microbiana e química das estruturas estromatolíticas da lagoa Salgada, Quaternário do Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 176 p.
- Silva e Silva, L.H. & Carvalho, S.B.V. 2005. Biolaminóides calcários holocênicos da lagoa Vermelha, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 28(1): 59-70.
- Silva e Silva, L.H. & Senra, M.C.E. 2000. Estudo comparativo de esteiras microbianas presentes em duas lagoas hipersalinas. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências*, 5: 225-227.
- Silva e Silva, L.H.; Carvalho, S.B.V.; Alves, S. A. P.M.N.; Damazio, C. M.; Shimizu, V. T.; Santos, R.C. ; Faruolo, T.C.L.; Iespa, A.A.C. & Senra, M.C.E. 2004. Estruturas microbianas recentes da Lagoa Pernambuco, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7: 192-194.
- Silva e Silva, L.H.; Iespa, A.A.C.; Damazio, C. M.; Carvalho, S.B.V. & Alves, S.A.P.M.N. 2005. Confronto entre estruturas estromatolíticas domais (composição cianobacteriana) das lagoas Pernambuco e Salgada, Brasil. *Revista de Geologia da Universidade Federal do Ceará*, 18: 159-165.
- Simonetta A.M. & Della Cave, L. 1978. Notes on new and strange Burgess Shale fossils (Middle Cambrian of British Columbia). *Atti e Memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere la Colombaria*, 85: 87-90.
- Srivastava, N.K. 1997. Os mais antigos fósseis. *Ciência Hoje*, 22: 18-19.
- Srivastava, N.K. & Silva e Silva, L.H. 2000. Recent microbiolites and their phylogenetic composition, Lagoa Salgada (Rio de Janeiro), Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, Rio de Janeiro, 2000. *Resumos*, Rio de Janeiro, Serviço Geológico do Brasil. VERSÃO CD-ROM.
- Stal, L.J. & Krumbein, W.E. 1986. Metabolism of cyanobacteria in anaerobic marine sediments. In: DEUXIÈME COLLOQUE INTERNATIONAL DE BACTÉRIOLOGIE MARINE, 3, Brest, 1984. *Actes de Colloques*, Brest, CNRS, p. 301-309.
- Stambler, N. 1999. Coral reefs and eutrophication. *Marine Pollution*, 3: 360-361.

Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Risssooidea) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil.

Maria Célia Elias Senra; Loreine Hermida da Silva e Silva; Jonas Nascimento Conde & Anderson Andrade Cavalcanti Iespa

Teleki, K. & Spencer, T. 2000. Reef systems of the islands of the southern Seychelles. *In: Coral Reef Degradation in the Indian Ocean*. CORDIO/SEREC Marine Science Program, p. 97-93.

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.

Ícnogêneros	Agentes Microbianos
Fascichnus (Radtke, 1991)	<i>Hyella caespitosa</i> Bornet & Flahault <i>Hyella gigas</i> Lucas et Golubic <i>Solentia foveolarum</i> Ercegovic <i>Scytonema</i> Agardh ex Bornet et Flahault
Eurygonum Glaub, 1994	<i>Hyella caespitosa</i> Bornet & Flahault <i>Kyrthutrix dalmatica</i> Ercegovic <i>Mastigocoleus testarum</i> Lagerheim ex Bornet et Flahault

Tabela 1 Ícnogêneros e organismos geradores

<i>Aptanobryopsis dittonii</i> (Schlösser) Gomont
<i>Aptanobryopsis kastagnei</i> (Brébisson) Gomont
<i>Rhabdostictis</i> et Komárek
<i>Aptanobryopsis saxatilis</i> (Gardner) Gomont
<i>Anagnostidis</i> et Komárek
<i>Calothrix confervicida</i> (Roth) Agardh
<i>Lynghya aestuarii</i> (Liebman) Gomont
<i>Calothrix crustacea</i> Thuret
<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thuret
<i>Chroococcus dispersus</i> Nageli
<i>Oscillatoria terebinthiformis</i> cf.
<i>Chroococcus membranifolius</i>
<i>amphigranulata</i> (Agardh) Gomont
(Meneghini) Nageli
<i>Oscillatoria vizagapatensis</i> Rao
<i>Chroococcus minor</i> (Kützting) Nageli
<i>Phormidium aeruginoso-caeruleum</i> Gomont
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützting) Nageli
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont
<i>Cyanocystis sphaerica</i> Komárek et
<i>Rhagnostidis foveolarum</i> (Montagne)
Gomont
<i>Enthophysalis granulosa</i> Kützting
<i>Phormidium hypolimneticum</i> Campbell
<i>Gloeocapsa magma</i> (Brébisson) Kützting
<i>Phormidium tertii</i> Gomont
<i>Gloeotheca vibrio</i> Carter-Nellie
<i>Porphyrosiphon martenstianus</i>
<i>Hyella balani</i> Lehmann
(Mantegazzia) Gomont
de Cianobactérias
<i>Aureococcus anophagefferens</i> Sakai et
<i>Schizothrix vestii</i> Gomont
Gomont
<i>Jaaginema geminatum</i>
(Meneghini) Gomont