

Registro da predação por microgastrópodes *Heleobia australis* em estromatólitos da Lagoa Salgada, estado do Rio de Janeiro, Brasil

VICTOR AMIR CARDOSO DORNELES^{1,2}; ANELIZE MANUELA BAHNIUK RUMBELSPERGER^{1,2}
& ROBSON TADEU BOLZON¹

¹ Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

² Laboratório de Análise de Minerais e Rochas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil
dornelesgeol@gmail.com; anegeo2@gmail.com; bolzonrt@ufpr.br

Resumo

O presente trabalho objetivou caracterizar as carapaças de moluscos encontradas em estromatólitos da Lagoa Salgada, Rio de Janeiro, e compreender a relação e influência desses pequenos organismos com o desenvolvimento da bioestrutura na qual ocorrem. Uma amostra recente de estromatólito domal foi dividida da base para o topo em cinco fácies, sendo que na fácies trombólito tem-se a ocorrência pervasiva de bioclastos identificados como carapaças de microgastrópodes da espécie *Heleobia australis*. Foram coletados 500 exemplares de valvas de cor branca, às vezes translúcidas, e com brilho perolado, não apresentando sinais de tração ou arrasto, mas encontrando-se majoritariamente inteiras. As conchas variam em tamanhos de 1,0 mm até 4,0 mm de comprimento com diâmetros variando de 1,0 mm até 2,0 mm. Os exemplares de tamanhos diferentes ocorrem juntos nas cavidades dos estratos. Os ciclos de vida dos *H. australis* foram estimados por meio de análise da distribuição tamanho-frequência, na qual identificou-se uma população jovem com um provável ciclo de vida curto durante o desenvolvimento estromatolítico. A variação dos tamanhos das conchas encontradas, representando diferentes estágios de vida dos microgastrópodes, sugeriu que esses organismos não foram transportados e trapeados pelo estromatólito, mas viveram naquele ecossistema durante o desenvolvimento da estrutura estromatolítica, predando os microrganismos formadores do estromatólito. Os *H. australis* foram ainda responsáveis pela intensa bioerosão presente nessa amostra, culminando com o aumento da porosidade daquela fácies. Por fim, as valvas configuram uma das fontes de carbonato na Lagoa Salgada, devido à dissolução bioquímica ocasionada pela atividade microbiana.

Palavras-chave: microgastrópodes, microbialitos, Lagoa Salgada, *Heleobia australis*

Abstract

This work aimed to characterize the shells found in stromatolites from Lagoa Salgada, Rio de Janeiro, and to understand the relationship and influence of these small organisms with the development of the biostructure in which they occur. A recent sample of domal stromatolite was divided from the bottom to the top into five facies, with the thrombolite facies having a pervasive occurrence of bioclasts identified as micro gastropod shells of the species *Heleobia australis*. Five hundred specimens of valves of white color, sometimes translucent, with a pearly luster, showing no signs of traction or transport but being mostly intact. The shells vary in size from 1.0 mm to 4.0 mm in length with diameters ranging from 1.0 mm to 2.0 mm. The specimens of different sizes occur together in the cavities of the strata. The life cycles of *H. australis* were estimated by analyzing the size-frequency distribution, in which a young population was identified with a probable short life cycle during stromatolitic development. The variation in the sizes of the shells found, representing different stages of the life of the micro gastropods, suggested that these organisms were not transported and trapped by the stromatolite, but lived in that ecosystem during the development of the stromatolitic structure, and also preying the microorganisms of the stromatolite. *H. australis* were also responsible for the intense bioerosion present in this sample, culminating in an increase in the porosity of that facies. Finally, the valves are one of the carbonate sources in Lagoa Salgada, due to the biochemical dissolution caused by microbial activity.

Introdução

Estromatólitos são estruturas organossedimentares que se acumularam como resultado da interação de comunidades microbianas bentônicas, as quais aprisionam sedimentos detríticos e/ou induzem a precipitação de sedimentos químicos (Burne & Moore 1987). Os microrganismos formadores desses são predominantemente cianobactérias e pequenas algas, as quais ocupam uma variedade de ambientes, incluindo águas de composição química muito diferentes, e seu envolvimento na sedimentação é igualmente variada (Riding 2011).

De acordo com Riding (1991) estromatólitos podem ser distinguidos dos demais microbialitos com base na sua estruturação interna, sendo aqueles depósitos microbiais que apresentam uma laminação (Figura 1A). Conforme o mesmo autor, estromatólitos são formados através de processos distintos (aprisionamento, biomineralização ou mineralização) que agiram no passado geológico em determinados ambientes que hoje são raros (Figura 1B).

velam-se importantes bioassinaturas de paleoambiente, o estudo de sua estruturação interna configura uma forma de entender as diferentes condições de formação dessas bioestruturas e sua relação com o ecossistema onde se desenvolvem. Portanto, este trabalho objetivou caracterizar as carapaças de moluscos presentes em um estromatólito da Lagoa Salgada, de forma a compreender a relação desses pequenos organismos com o estromatólito e qual foi a influência exercida no desenvolvimento da bioestrutura na qual ocorrem.

Contexto geológico

Para o presente trabalho foram utilizadas amostras de estromatólitos coletadas da Lagoa Salgada, localizada no sudeste do Brasil, na região litorânea nordeste do estado do Rio de Janeiro, próximo ao município Campo dos Goytacazes, cujas coordenadas são 41°00'30''W e 21°54'10''S (Figura 2).

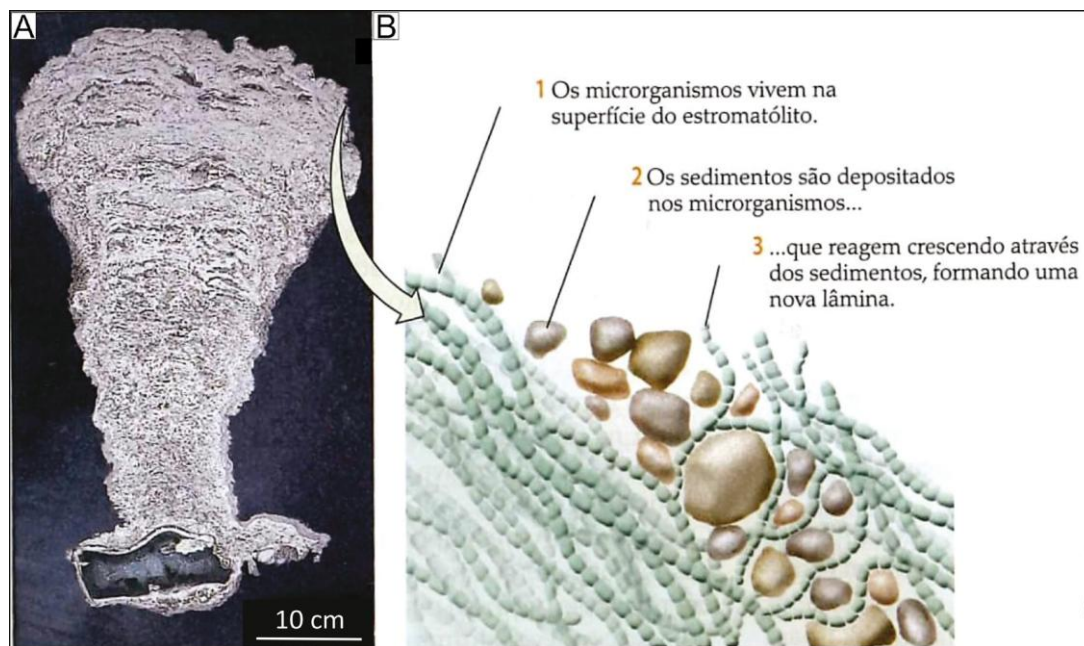


Figura 1 – Imagem esquemática da formação de estromatólitos. **A** – amostra de estromatólito recente de Shark Bay, Austrália, mostrando a estruturação interna laminada; **B** – interação de microrganismos e sedimentos durante a formação da estrutura estromatolítica (Adaptado de Grotzinger & Jordan 2013).

O estudo de estromatólitos se mostra muito importante, pois tais estruturas são consideradas o registro mais antigo de vida na Terra, chegando a idades de até 3,5 bilhões de anos (Awramik 1992; McNamara & Awramik 1992; Hofmann et al. 1999). Esse estudo pode ser aplicado a diversas áreas, uma vez que auxilia nas interpretações de paleoambientes, paleosalinidades, paleolatitudes, correlações bioestratigráficas, datação de rochas, micropaleontologia, direções de paleocorrentes e determinação de topo e base de sequências deformadas (Hofmann 1973).

Uma vez que estromatólitos são potenciais estruturas do registro de processos ambientais em suas tramas e re-

As vias de acesso à lagoa são a rodovia BR-101 a partir da cidade do Rio de Janeiro, sentido município de Campos, por cerca de 290 km, e então pela rodovia RJ-216 sentido a Cabo de São Tomé, por 50 km. O restante do trajeto é feito por uma estrada secundária de terra, por 20 km, atravessando os vilarejos de Santa Rosa e Quixaba, sentido Barra do Açú.

A Lagoa Salgada tem uma área de 16 km², comprimento de 8,6 km e largura máxima de 1,9 km com o eixo principal NW-SE (Lemos et al. 1994). Esta laguna integra o Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, estando situada em uma planície arenosa cuja origem está asso-



Figura 2 – Mapa de localização da Lagoa Salgada, estado do Rio de Janeiro (Bahniuk 2013).

ciada às oscilações do nível do mar durante o Holoceno (Martin et al. 1993). Segundo Srivastava (1999), essa lagoa hospeda as únicas ocorrências bem desenvolvidas de estromatólitos carbonáticos colunares, domais e estratiformes de idade holocênica no Brasil.

A ocorrência destas no estado do Rio de Janeiro é favorecida diretamente pela presença de cianobactérias e condições físico-químicas extremas (hipersalinas) associadas à sedimentação carbonática (Damazio 2004). Na margem e no interior da Lagoa Salgada ocorrem estromatólitos estratiformes e domais, oncoides, trombólitos e esteiras microbianas (Iespa et al. 2012).

Materiais e métodos

Foram coletadas pelos professores doutores Anelize Manuela Bahniuk Rumbelsperger e Crisogono Vasconcelos amostras de estromatólitos recentes da Lagoa Salgada, durante campanha de campo realizada no ano de 2011. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR), local de desenvolvimento da pesquisa.

Uma das amostras, cujas dimensões são de 16 cm de altura por 20 cm de diâmetro, foi selecionada para a este trabalho (Figura 3A). O preparo inicial desta se deu por seccionamento vertical e lavagem com água para melhor expressão de suas feições estruturais e texturais, auxiliando na descrição do estromatólito (Figura 3B).

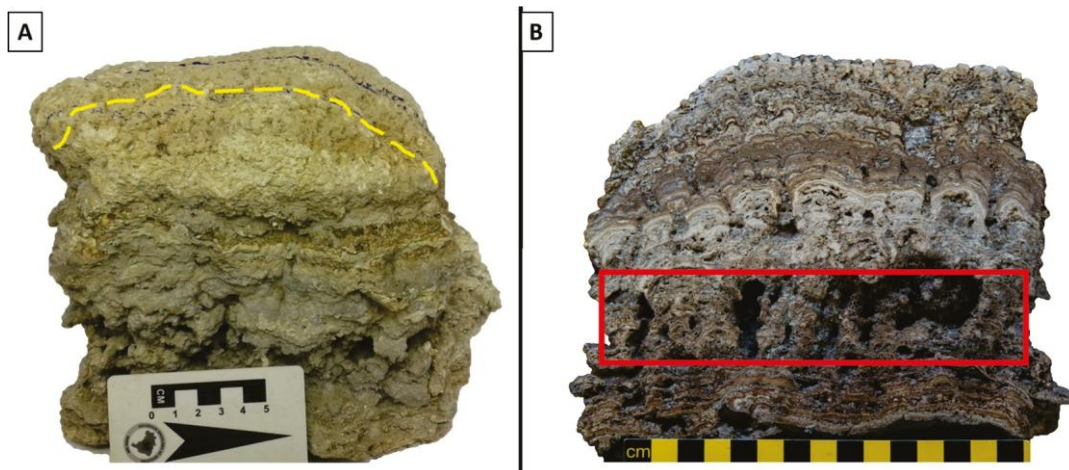


Figura 3 – Amostra de estromatólito da Lagoa Salgada selecionada para o presente trabalho. **A** – Amostra original com o local de seccionamento em amarelo; **B** – Amostra seccionada e lavada para realçar suas texturas e estruturas, em destaque vermelho a porção na qual ocorrem as valvas de microgastrópodes.

Com base nas características texturais, na trama e na porosidade das camadas do estromatólito, dividiu-se a amostra, da base para o topo, em cinco fácies que foram descritas macroscopicamente e com auxílio de Estereomicroscópio Zeiss, modelo V8, no LAMIR. Na descrição macroscópica encontrou-se bioclastos associados a uma das fácies, os quais foram identificados como carapaças de microgastrópodes.

Foram coletadas 500 valvas de microgastrópodes com auxílio de pinça e lupa, que posteriormente foram separadas dos sedimentos por lavagem com água e pe-neiramento. Estes bioclastos foram descritos por estereomicroscopia e contabilizados conforme o seu possível estágio de vida.

Resultados obtidos

Os critérios para a distinção das cinco fácies do estromatólito foram as características texturais e as tramas: microlaminações, bioerosão, cavidades vulgares e janelas, que estão por sua vez associados a porosidade dos estratos. A segunda fácies definida da base para o topo do estromatólito, cuja espessura é de 4,5 cm, correspondente ao estrato mais espesso da amostra, foi denominada de fácies trombólito. A cor em geral é castanho levemente avermelhado. A trama não apresenta laminação, mas um desarranjo na estrutura, formando coágulos e cavidades que se interligam, além de ter um aspecto friável. Esta fácies constitui a porção mais porosa da amostra, prevalecendo a porosidade do tipo caverna (Figura 4A). Além disso é recorrente a presença de bioclastos preenchendo as cavidades, os quais foram identificados como valvas de microgastrópodes (Figura 4B). A ocorrência destes evidencia uma bioerosão bastante significativa no estrato, gerando uma estruturação maciça.

A espécie dos microgastrópodes foi identificada como *Heleobia australis* d'Orbigny 1835. Trata-se de um molusco cujo habitat é a zona entremarés, pois vivem em ambientes protegidos da ação direta do mar, como estuários e lagoas costeiras (Fiori & Carcedo 2011). Os *H. australis* tem geralmente comprimento total <7,0 mm e constituem um dos principais componentes bióticos da fauna em estuários, além de possuir uma distribuição geográfica ampla, do sudeste brasileiro até o sul da Argentina (Gaillard & Castellanos 1976 apud Francesco & Isla 2004).

Foram coletados 500 exemplares de conchas de *H. australis* (Figura 4C), as quais apresentam cor branca, com exemplares translúcidos, e brilho perolado (Figura 4D). Não apresentam sinais de tração ou arrasto, encontrando-se majoritariamente inteiras. Algumas carapaças apresentam perfurações concêntricas, possíveis evidências de bioerosão. As conchas variam em tamanhos de 1,0 mm até 4,0 mm de comprimento com diâmetros variando de 1,0 mm até 2,0 mm (Figura 4E). Os exemplares de tamanhos diferentes ocorrem juntos nas cavidades dos estratos.

Discussões e conclusões

Os ciclos de vida dos *H. australis* são estimados por meio de análise da distribuição tamanho frequência (Figueiredo-Barros et al. 2006). Tais ciclos podem ser in-

fluenciados por variações na salinidade e na temperatura, e também na produção de organismos primários.

A Figura 5 mostra a distribuição em tamanho pela frequência das conchas de *H. australis* encontradas na amostra do presente trabalho. O valor amostral da análise é de 500 exemplares. Os tamanhos de conchas encontrados variaram de 1,0 x 1,0 mm (comprimento por diâmetro) até 4,0 x 2,0 mm. A curva de frequência no gráfico (em vermelho) mostra uma população jovem com um provável ciclo de vida curto durante o desenvolvimento estromatolítico.

Os microgastrópodes cujas conchas foram encontradas na fácies trombólito não foram transportados e trapeados pelo estromatólito, mas viveram na estrutura estromatolítica durante o desenvolvimento desta. Essa afirmação é evidenciada com base na variação dos tamanhos das conchas encontradas, que representam diferentes estágios de vida dos microgastrópodes.

Figueiredo-Barros et al. (2006) analisaram carapaças de *H. australis* da Lagoa Imboassica, Rio de Janeiro, e encontraram tamanhos variando de 1,4 mm a 6,5 mm, identificando um ciclo de vida mais curto devido as altas taxas de crescimento promovidas pela elevada temperatura. Conde e Senra (2007) encontraram tamanhos entre 0,3 mm e 5,3 mm para conchas de *H. australis* da Lagoa Salgada.

Visto que a presença das carapaças de microgastrópodes da espécie *Heleobia australis* se deu de forma *in situ*, pode-se inferir que esses organismos foram, provavelmente, responsáveis pela intensa bioerosão presente nessa amostra, culminando com o aumento da porosidade daquele estrato, pois trata-se de metazoários pastadores, que se alimentam diretamente de microalgas (Conde & Senra 2007).

Este pequeno gastrópode detritívoro é amplamente distribuído em ambientes estuarinos, habitando fundos lamosos e com alto conteúdo de matéria orgânica (Conde & Senra 2007).

Essa espécie é bem-sucedida na zona estuarina porque a ação contínua da maré promove uma temperatura relativamente estável, sendo o período reprodutivo e de crescimento influenciados por mudanças de salinidade e exposição à maré, fatores que também afetam sua ecologia distribucional (Francesco & Isla 2004).

As carapaças dos microgastrópodes são os bioclastos carbonáticos mais abundantes na Lagoa Salgada e apresentam intensa microbioerosão, gerada por cianobactérias (Conde & Senra 2007). A presença desses organismos na lagoa está ligada à alta produtividade primária devido a produção de estromatólitos recentes. Portanto, pode-se concluir que a presença de diferentes tamanhos nas valvas dos microgastrópodes da espécie *Heleobia australis*, representando diferentes estágios de vida, revela que esses moluscos habitavam aquele ecossistema, sugerindo uma predação nos microrganismos formadores do estromatólito.

Enquanto que a presença de *H. australis* gerou a bioturbação bastante pervasiva na fácies trombólito, estes organismos podem ter contribuído com a bioconstrução da fácies seguinte, posto que as conchas de microgastrópodes começam a ser dissolvidas logo após a morte dos

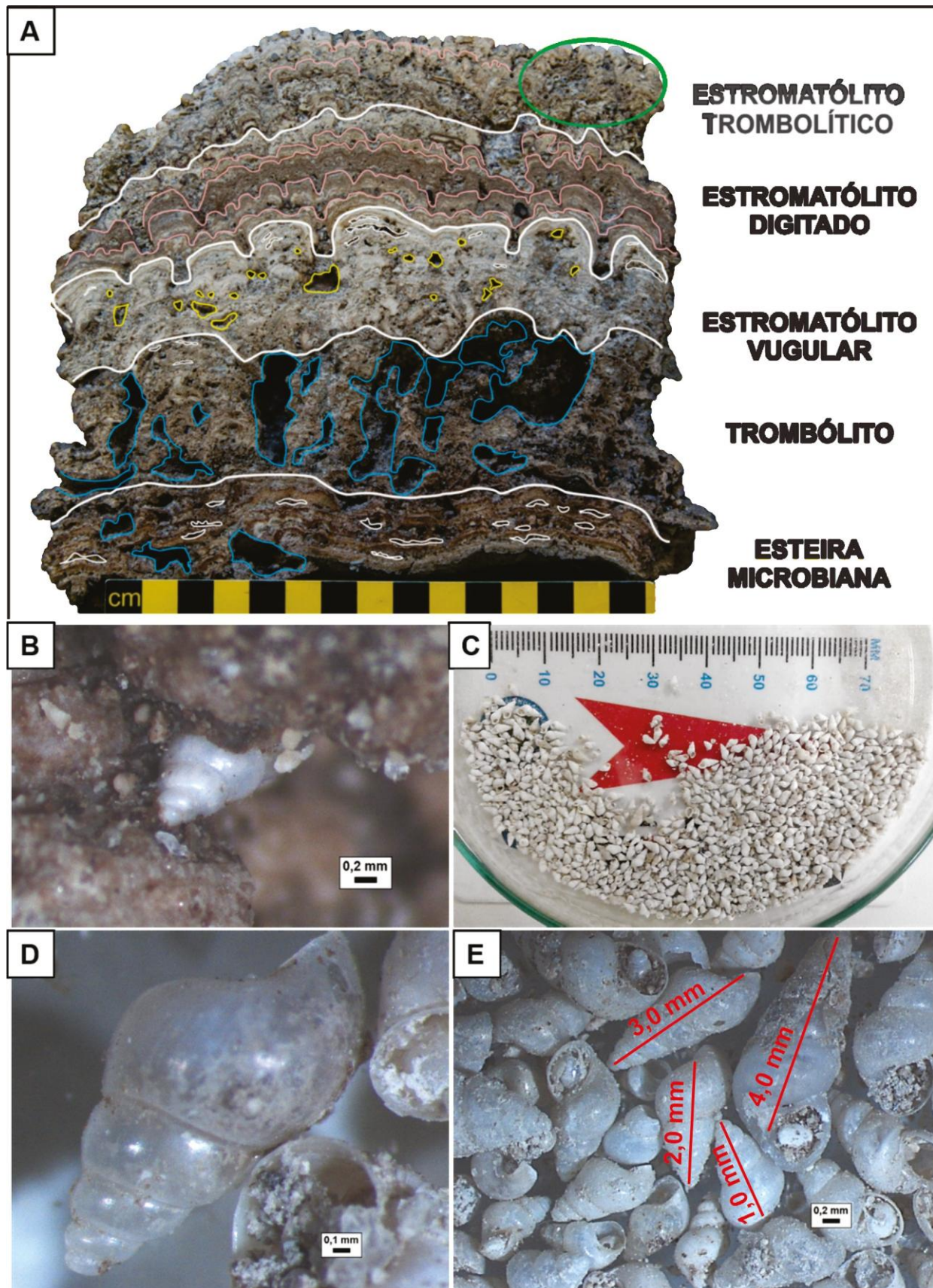


Figura 4 – Conchas de microgastrópodes *Heleobia australis* encontrados no estromatólito da Lagoa Salgada. **A** – microfácies definidas para o estromatólito, na microfácies trombólito foram coletadas as valvas do *H. australis*; **B** – concha de *H. australis* encrustada nas cavidades da microfácies trombólito; **C** – amostras coletadas para descrição e identificação; **D** – exemplar de *H. australis* translúcido, com brilho perolado; **E** – variação dos tamanhos das conchas, mostrando que exemplares de idades diferentes ocorrem juntos.

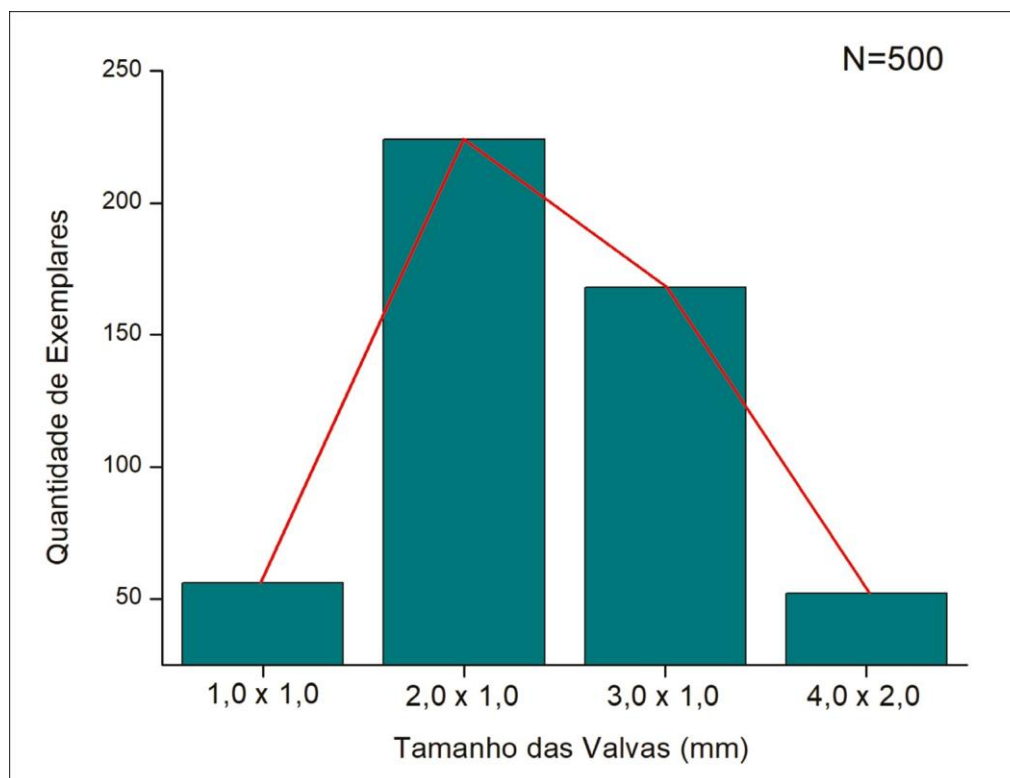


Figura 5 – Ciclo de vida da população de *H. australis* sugerida para os exemplares coletados no estromatólito da Lagoa Salgada. Os tamanhos das valvas foram medidos pelo comprimento e pelo diâmetro, em milímetros, e relacionados com sua frequência de ocorrência.

moluscos (Hecht 1933 apud Morse 2003). A atividade do íon carbonato diminui rapidamente à medida que ocorre a entrada de CO₂ no sistema, derivado da decomposição da matéria orgânica, levando a uma diminuição no estado de saturação da água (Morse 2003). Os trabalhos de Hutchings (1986) e Garcia-Pichel et al. (2004) têm mostrado que parte do carbonato de cálcio que é gerado em ambientes carbonáticos é derivado da interação entre moluscos e cianobactérias, sugerindo que o mecanismo básico de destruição de carbonatos marinhos seja a dissolução bioquímica ocasionada pela atividade microbiana.

Os microgastrópodes *H. australis* foram apontados por Senra et al. (2006) como fonte de carbonato na Lagoa Salgada, uma vez que apresentam microbioerosões causadas pelas cianobactérias e sulfobactérias formadoras das esteiras microbianas presentes na lagoa.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Projeto Microbial, uma parceria técnico-científica entre o LAMIR, a FUNPAR e a empresa PETROBRAS, pelo apoio financeiro da pesquisa.

Referências

- Awramik, S.M. 1992. The history and significance of stromatolites. In: Schidlowski M; Golubic S; Kimberley MM; McKirdy DM & Trudinger PA (Eds) early organic evolution. Berlin-Heidelberg, Springer, p. 435-449.
- Bahniuk, A.M. 2013. Coupling organic and inorganic methods to study growth and diagenesis of modern microbial carbonates, Rio de Janeiro state, Brazil: implications for interpreting ancient microbialite facies development. Tese de Doutorado, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 169p.
- Burne, R.V.; Moore, L.S. 1987. Microbialites: organosedimentary deposits of benthic microbial communities. *Palaios*, 2:241-254.
- Conde, J.N.; Senra, M.C.E. 2007. Marcas de predação em microgastrópodos da Lagoa Salgada, RJ, Brasil. *anuário do Instituto de geociências*, 30(1): 226.
- Damazio, C.M. 2004. Tipificação e bioestratificação cianobacteriana das esteiras microbianas da borda noroeste da lagoa Pitanguinha, Holoceno do rio de Janeiro, Brasil. Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 171p.
- Figueiredo-Barros, M.P.; Leal, J.J.; Esteves, F.D.A.; Rocha, A.D.M.; Bozelli, R.L. 2006. Life cycle, secondary production and nutrient stock in *Heleobia australis* (d'Orbigny 1835) (Gastropoda: Hydrobiidae) in a tropical coastal lagoon. *estuarine, coastal and shelf science*, 69(1-2): 87-95.

- Fiori, S.M.; Carcedo, M.C. 2011. Estado actual del conocimiento sobre *Heleobia australis* y perspectivas futuras. In: amici molluscarum, Número especial: 28-29.
- Francesco, C.G.; Isla, F.I. 2004. The life cycle and growth of *Heleobia australis* (D'Orbigny, 1835) and *H. conexa* (Gaillard, 1974) (Gastropoda: Rissooidea) in Mar Chiquita coastal lagoon (Argentina). Journal of molluscan studies, 70(2): 173-178.
- Garcia Pichel, F.; AlHorani, F.A.; Farmer, J.D.; Ludwig, R.; Wade, B.D. 2004. Balance between microbial calcification and metazoan bioerosion in modern stromatolitic oncolites. geobiology, 2(1): 49-57.
- Grotzinger, J.; Jordan, T. 2013. para entender a terra. Porto Alegre, Bookman, 738 p.
- Hofmann HJ 1973. Stromatolites: characteristics and utility. earth-science review, 9: 339-373.
- Hofmann, H.J.; Grey, K.; Hickman, A.H.; Thorpe, R.I. 1999. Origin of 3.45 Ga coniform stromatolites in Warrawoona group, Western Australia. geological society of america Bulletin, 111(8): 1256-1262.
- Hutchings, P.A. 1986. Biological destruction of coral reefs. coral reefs, 4(4): 239-252.
- Iespa, A.A.C.; Iespa, C.M.D.; Borghi, L. 2012. Evolução paleoambiental da lagoa salgada utilizando microbálitos, com ênfase em microfácies carbonáticas. geociências, 31(3): 71-380.
- Lemos, R.M.T.; Silva, C.G.; Spadini, A.R. 1994. Estratigrafia e estromatólitos recentes da Lagoa Salgada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994. Anais, Camboriú, p. 258-260.
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M. 1993. As flutuações de nível do mar durante o quaternário superior e a evolução geológica de "deltas" brasileiros. Boletim Ig-usp, publicação especial(15): 1-186.
- McNamara, K.J. Awramik, S.M. 1992. Stromatolites: a key to understanding the early evolution of life. science progress, 76: 345-364.
- Morse, J.W. 2003. Formation and diagenesis of carbonate sediments. treatise on geochemistry, 7: 407.
- Riding, R. 1991. Classification of microbial carbonates. In: Riding R (Ed) calcareous algae and stromatolites. New York, Springer-Verlag, p. 21-51.
- Riding, R. 2011. Microbialites, stromatolites, and thrombolites. In: Reitner J & Thiel V (Eds) encyclopedia of geobiology. Encyclopedia of Earth Science Series, Heidelberg, Springer, p. 635-654.
- Senra, M.C.E.; Silva, L.H.; Conde, J.N.; Iespa, A.A.C. 2006. Microbioerosão em conchas de *Heleobia australis* (Gastropoda: Rissooidea) da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências, 29(2): 199-209.
- Srivastava, N.K. 1999. Lagoa Salgada, RJ - Estromatólitos recentes. In: Schobbenhaus C; Campos DA; Queiroz ET; Winge M & Berbert-Born MLC (Eds) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP 041, p. 203-209.