

**ANATOMIA FUNCIONAL DE LUCINA PECTINATA (GMELIN, 1791)
LUCINIDAE — BIVALVIA**

Narchi, W.

Departamento de Zoologia

Instituto de Biociências

Universidade de São Paulo

Farani Assis, R.C.

Departamento de Zoologia

Instituto de Biologia

Universidade Federal da Bahia

(Recebido em 03.07 1979)

RESUMO

A anatomia funcional de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) foi estudada neste trabalho tendo sido dada atenção especial à formação do tubo inalante anterior, ao funcionamento do pé, manto, brânquias do manto, ctenídios, palpos labiais e estômago.

Observações do comportamento do bivalve e o funcionamento destes órgãos permitiram verificar as adaptações relacionadas à vida em ambientes lodosos de enseadas sem arrebentação, onde existe pequena quantidade de alimento e pouco oxigênio em dissolução.

Foram analisadas a motilidade e atuação do pé, o tamanho dos palpos, ciliação do manto, do músculo adutor anterior, dos ctenídios e a estrutura e funcionamento do estômago.

Os sífoes são do tipo A (Yonge, 1948), os ctenídios pertencem a um novo tipo: G₁, a relação entre os palpos e ctenídios é da categoria III (Stasek, 1963) e o estômago do tipo IV (Purchon, 1958).

ABSTRACT

Lucina pectinata (Gmelin, 1791) was collected on the soft muddy beaches in quiet waters of the littoral of São Salvador (Bahia) and São Sebastião (São Paulo), Brazil.

A detailed study of structure, adaptation and functional morphology was made, particular attention paid to the feeding, respiratory and cleansing currents and their relation to morphology and habits of the species.

The foot is highly specialized, typically long and vermiform, with distinct tip and well developed heel.

The siphon belong to type A (Yonge, 1948), the ctenidia to a new type: G₁, the association of ctenidia and labial palps belongs to category III (Stasek, 1963) and the stomach is of type IV (Purchon, 1958).

INTRODUÇÃO

Certas espécies de bivalves têm sido usadas pelo homem como fontes naturais de proteínas e como tal são coletadas indiscriminadamente, embora nem sempre sejam exploradas comercialmente. O perigo das coletas constantes pode levar as reservas naturais destes animais à extinção, ou prejudicar o crescimento das populações destes moluscos.

No litoral de Salvador, Bahia, vários são os bivalves usados na alimentação, salientando-se as "ostras" (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828) e as "lambretas", nome popular de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791). Dados estatísticos sobre a quantidade de *L. pectinata* vendida são inexistentes, mas as concentrações naturais desta espécie vêm sendo exploradas pelos "catadores" que fazem destes animais sua fonte de subsistência. A necessidade do conhecimento da espécie, sua reprodução, desenvolvimento e ciclo sexual são pontos de vital importância na pesquisa de sua biologia, pois sem indicações seguras sobre sua anatomia funcional, ritmo e ciclo reprodutivo, outros aspectos biológicos seriam dificilmente compreendidos. Enquanto a maioria dos pesquisadores tem concentrado seus estudos sobre as "ostras" e "mexilhões", outros bivalves que inclusive são vendidos nos mercados têm sido pouco estudados. É o caso de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) conhecida popularmente como "berbigão" no litoral de São Paulo, ou como "vongole" pela população italiana daquele Estado e cujos estudos dos aspectos ecológicos da estrutura funcional e ciclo reprodutivo foram efetuados recentemente por Narchi (1972, 1974, 1976).

Lucina pectinata (Gmelin, 1791) pertence aos Lucinacea, um grupo bem definido com características muito constantes; entre estas incluem-se um músculo adutor anterior alongado e um tubo anterior inalante que é escavado no substrato pelo pé, o qual é capaz de se estender consideravelmente. Dall (1901), Lamy (1920), Chavan (1937, 1938) estudaram principalmente a concha e afora os trabalhos de Atkins (1937, 1938) sobre a ciliação das brânquias, observações com animais vivos não haviam sido efetuadas. Allen (1953, 1958) estudou vários Lucinacea e dentre os Lucinidae pôde analisar vivos, entre outros, *Phacoides borealis* (Linné) *Lucina pennsylvanica* Linné e *Lucina (Loriponus) chrysostroma* (Meuschen). Em 1960, o mesmo autor publicou um estudo e o possível curso da evolução do ligamento dos Lucinacea. Allen & Turner (1970) estudaram a anatomia de *Fimbria fimbriata* e a compararam com outros membros dos Lucinacea.

Diversos autores preocuparam-se com detalhes da anatomia e anatomia funcional de algumas espécies de Lucinidae. Entre eles, Fischer (1887) descreveu sucintamente e representou um exemplar de *Lucina jamaicensis* evidenciando a disposição dos órgãos na cavidade pallal.

Pelseneer (1911) estudou várias espécies de *Lucina*, entre as quais *L. tumida*, *L. fragilis*, *L. lactea*, *L. exasperata* e *L. philippinensis*. Ride-wood (1903) restringiu-se ao estudo da estrutura dos ctenídios de *L. borealis*, *L. bengalensis*, *L. leucoma* e *L. aequicostata*; Atkins (op. cit.) observou os mecanismos ciliares e os cílios nos ctenídios de *L. spinifera* e *L. borealis*. Allen (1958) no seu excelente trabalho sobre os Lucinacea, estudou três famílias nas quais delineou a sequência evolutiva no desenvolvimento das características morfológicas e hábitos de vários representantes; do gênero *Lucina* as espécies *L. pennsylvanica* e *L. chrysostoma* foram analisadas sob vários aspectos da anatomia funcional. Com relação ao ligamento dos Lucinacea apenas as espécies *L. lucinallis* e *L. chrysostoma* foram estudadas por Allen (1960). Purchon (1958) ao descrever o estômago dos Lucinidae analisou os detalhes anatômicos e a circulação das partículas apenas em *Lucinoma borealis*.

A família Lucinidae compreende vários gêneros, dos quais Rios (1975) cita para as águas brasileiras: *Lucina*, *Codakia*, *Divalinga* e *Miltha*. As espécies do gênero *Lucina* ocorrem nas costas atlânticas das Américas do Norte e do Sul (Abbott, 1974).

Lucina pectinata (Gmelin, 1791) vive da Carolina do Norte ao Brasil (Abbott, 1974) Dall (1901) assinalou a presença da espécie da Flórida até Montevideo. McLean (1951) encontrou a espécie entre os Bivalvia de Porto Rico e Ilhas Virgens. Warmke & Abbott (1961) registraram seu aparecimento na Carolina do Norte, Texas, Flórida e Índias Ocidentais. Altena (1971) coletou-a no Suriname e Rios (1975) cita sua ocorrência da Carolina do Norte até o Brasil.

No Brasil a espécie foi catalogada pela primeira vez por Ihering (1897) no canal entre São Sebastião e Ilha Bela. Lange de Morretes (1949) citou sua ocorrência no Rio de Janeiro e Paraná. Gofferjé (1950) coletou-a no Paraná, enquanto Rios (1970) registrou o aparecimento de exemplares do Cabo Orange no Amapá até Laguna em Santa Catarina, não se referindo à espécie no Rio Grande do Sul. Segundo Carcelles (1944) o animal atinge seu limite sul de distribuição em Florianópolis (Lat. 27° 40' S), não ocorrendo no Uruguai. A espécie não figura nos trabalhos especiais sobre a malacofauna da Argentina, Patagonia e Região Magalanica (Carcelles, 1944, 1950 e Carcelles & Williamson, 1951).

O gênero *Lucina* foi erigido por Lamarck em 1799, e o gênero *Phacoides* por Blainville em 1825; este abrigou a maioria das espécies comumente incluídas em *Lucina*, no sentido das características gerais, mas não no de *Lucina* concepção de Lamarck, 1799.

A espécie foi descrita como *Tellina pectinata* por Gmelin em 1791. *Lucina jamaicensis* "Splenger" Chemnitz, 1784 e *L. jamaicensis* descrita por Lamarck em 1801 foram colocadas na sinonímia da primeira. *Lucina pectinata* foi por muito tempo considerada como pertencente ao gênero *Phacoides* de Blainville, por vários autores. Abbott (1974) e Rios (1975) consideraram *Phacoides pectinatus* (Gmelin, 1791) como *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791), uma vez que o gênero *Phacoides* Blainville, 1825 atualmente não tem sido considerado válido.

Lucina pectinata (Gmelin, 1791) é citada principalmente em levantamentos sistemáticos; este é o primeiro trabalho de anatomia realizado com esta espécie e que possibilitará uma comparação com os estudos feitos em outras do mesmo gênero.

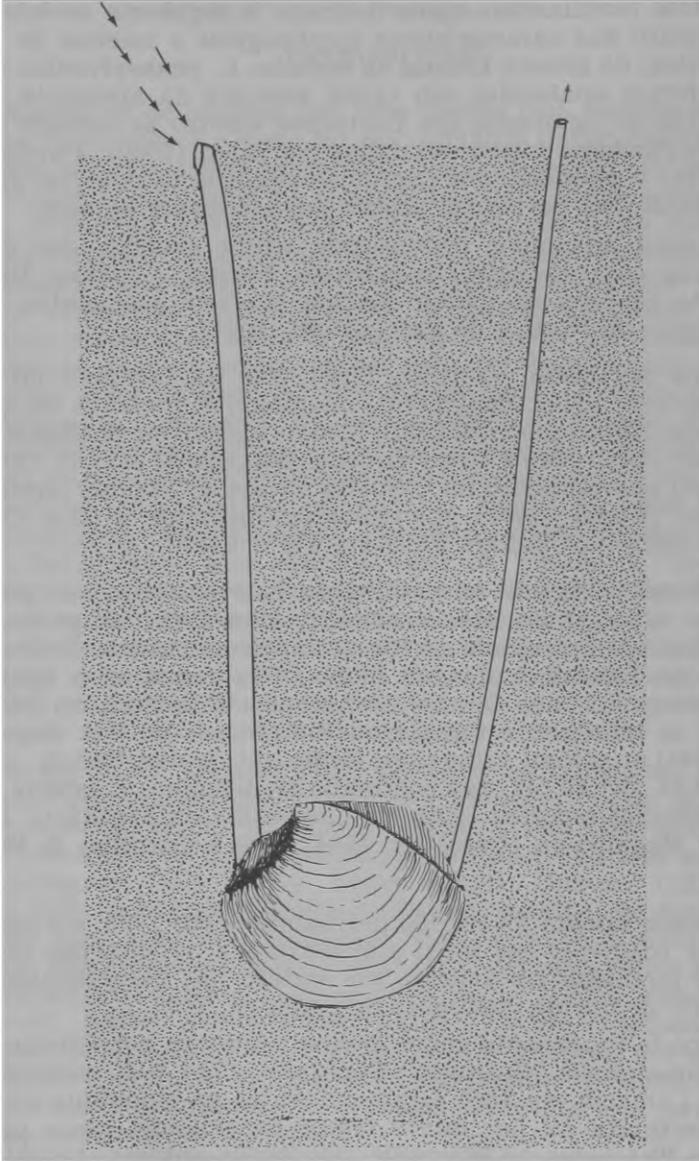


Figura 1 — *Lucina pectinata*. Posição do animal em vida; o espécime se enterra e permanece perpendicularmente em relação à superfície do substrato e escava um tubo inalante na região anterior. Tamanho natural do animal. As flexas indicam a direção das correntes de água.

1 — Material e Métodos

Lucina pectinata (Gmelin, 1791), (Fig. 1) é apreciada pela população costeira como alimento, sendo conhecida vulgarmente como “sernambi” e “lambreta” pelos baianos. No sul, como “sernambi”, é conhecida a espécie *Mesodesma mactroides* (Gofferjé, 1950; Ihering, 1968). Ihering (1897) refere-se a *L. pectinata* como “ameixa” que é encontrada em São Sebastião e Iguape, sendo porém menos apreciada como alimento pela população costeira do que outras espécies. Gofferjé (1950) registrou no Paraná o nome popular “amejoa”

Os animais estudados foram coletados na Praia da Restinga, localizada nas proximidades do vilarejo Jiribatuba, situado ao sul da Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Salvador, Bahia (Lat. 13° 4' S, Long. 38° 48' W) e na praia do Araçá, São Sebastião, São Paulo (Lat. 23° 48' S, Long. 45° 23' W). O canal de Itaparica onde está situada a praia da Restinga e a praia do Araçá apresenta uma faixa de manguezal ao longo da zona entre marés.

As coletas só foram possíveis durante as marés baixas e os animais eram localizados pela presença de pequenos orifícios deixados no substrato, onde se podia visualizar a circulação da água.

L. pectinata é normalmente encontrada enterrada no lodo, em zona de águas calmas, em profundidade que varia de 15 a 20 centímetros.

Os animais ocorrem em substrato onde a fauna acompanhante é muito pobre. Uma espécie comumente encontrada com este bivalve foi *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791). Os espécimes ocorrem em lodo arenoso de cor preta e que exala forte cheiro de anidrido sulfúrico (H₂S). Moore (1958), Hiroki (1971) e Narchi (1974), encontraram respectivamente *Venus mercenaria* Linné e *A. brasiliana* Gmelin em ambientes semelhantes.

Para coletar o animal, usou-se uma pequena pá com a qual os exemplares foram retirados do sedimento. Após isso, eles eram colocados em caixa de isopor, com uma pequena quantidade de água do mar a fim de mantê-los em boas condições. Desta forma eram transportados para o laboratório, onde eram mantidos em pequenos aquários. Nestes colocou-se uma camada de 2 a 3 cm de sedimento e acrescentou-se água do mar até ultrapassar em cerca de 3 centímetros o nível do substrato.

As experiências com animais vivos ou fixados foram realizadas nos Departamentos de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal da Bahia e do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Outras observações foram realizadas nos locais de coleta.

Para o estudo da anatomia foram utilizados animais vivos ou fixados em álcool 70% ou formol neutro a 10%. Os desenhos foram realizados a partir de observações de espécimes vivos ou fixados. Correntes ciliares foram observadas usando-se carmim, aquadag e carborundum fino. Essas substâncias foram aplicadas em animais vivos, dissecados sob microscópio estereoscópico, para visualização das correntes ciliares.

Na reconstituição da anatomia interna utilizou-se cortes histológicos seriados de 10 µm de espessura. Os animais foram fixados em Bouin, incluídos em parafina e corados por Hematoxilina e Eosina.

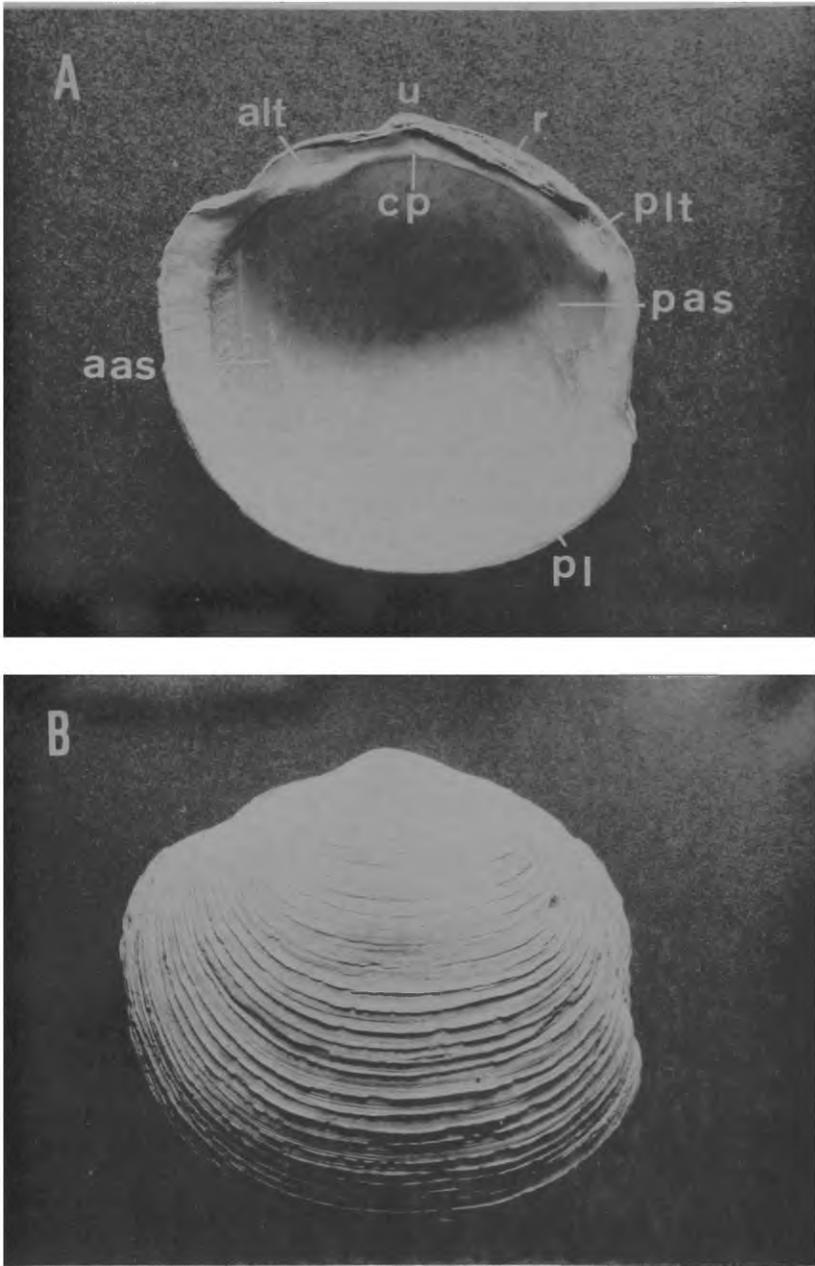


Figura 2 — *Lucina pectinata*. Vista interna e externa das valvas mostrando dentes, cicatrizes dos músculos adutores e linha palial. **A**, valva direita; **B**, valva esquerda; aas, cicatriz do músculo adutor anterior; alt, dente lateral anterior; cp, proeminência cardinal; pas, cicatriz do músculo adutor posterior; pl, linha palial; plt, dente lateral posterior; r, resílio; u, umbo. Tamanho natural.

2 — Concha

A concha de *Lucina pectinata* é grande, sub-orbicular, comprimida a um pouco inflada (Fig. 2). De cor branca pode apresentar manchas amarelo-brilhantes, tendo na região posterior uma depressão suave disposta radialmente e na anterior uma área estreita, rasa e deprimida, que se estende desde o ponto bem abaixo do bico até a união das margens anterodorsal e ventral das valvas. A depressão posterior mais evidente que a anterior, forma uma elevação radial, do umbo à região posterior.

Margem ventral usualmente arredondada, porção anterior sub-truncada; margem anterodorsal sinuosa, posterodorsal suavemente convexa e posterior truncada.

Umbo prosógiro pequeno, bico elevado e um pouco anterior à linha mediana. Lunula profundamente côncava, bem definida. Depressão do ligamento de forma elíptica alongada. Superfície posterior à prodissoconcha esculpura por lamelas concêntricas pouco elevadas e regulares, separadas por espaços nos quais podem-se observar finas elevações concêntricas. Notam-se em geral um ou mais estágios de repouso no disco e de vez em quando nos interespaços parecem existir estrias radiais extremamente vagas observadas com o auxílio de lupa e luz incidente, apenas na região mais nova da concha. As lamelas concêntricas continuam bem evidentes nas depressões anterior e posterior.

Charneira sem dentes cardinais evidentes apenas aparecendo uma elevação mediana na valva direita. Dentes laterais presentes na valva direita, bem desenvolvidos, sendo o anterior bem maior que o posterior, como acontece em *Phacoides* e *Divaricella* (Allen, 1960).

Cicatriz do músculo adutor anterior alongada, suavemente arqueada e a do posterior ovalada. Linha palial simples, inteira, acompanhando a borda livre da concha e unindo-se à cicatriz do músculo anterior próximo à sua extremidade dorsal e à do posterior no ângulo interno da base.

O interior da valva tem coloração amarelo-alaranjada e nos limites internos à linha palial é profusamente punctuado, enquanto as margens nos exemplares maiores têm coloração esbranquiçada.

O perióstraco nas conchas adultas desaparece na porção convexa e quando ocorre, o faz somente na margem livre. É comum encontrarmos conchas de animais vivos com a porção próxima ao umbo muito desgastada, não apresentando as elevações concêntricas.

As dimensões máximas e mínimas dos espécimes estudados foram respectivamente as seguintes: 6.61 e 3.46 cm de comprimento; 6.14 e 3.20 cm de altura e 3.61 e 1.19 cm de espessura, bem maiores que as encontradas por Gofferjé (1950) em exemplares do litoral paranaense.

3 — Sifões

Os sifões dos bivalves são originados pela fusão das dobras do manto e pertencem aos tipos A, B, C e D (Yonge, 1948). Os sifões de *L. pectinata* são do tipo A, isto é, formados pelas pregas internas do manto. Nos Lucinidae em geral, a fusão das pregas internas do manto restringe-se a um mínimo na região anterior e deixa o músculo adutor ante-

rior completamente visível. Este músculo apresenta-se alongado ventralmente e sua face externa, juntamente com as dobras internas do manto formam um canal inalante que une o tubo inalante anterior, externo, com a cavidade do manto.

Apesar de haver variações de extensão de fusão entre a abertura inalante e a abertura do pé em diferentes espécies de Lucinidae (Allen, 1958), as dobras do manto na região posterior em *L. pectinata* não se unem na totalidade de sua extensão.

L. pectinata como *L. chrysostoma* e *L. pennsylvanica* (Allen, op. cit.) não apresenta papilas sensoriais ao redor da abertura inalante; nesta espécie assim como em todas as outras desta família, o sifão inalante é sésil. Não ocorrem também músculos retratores do sifão do tipo comumente encontrado nos Bivalvia, assim como não se evidencia o seio palial. O sifão exalante quando retraído é invaginado e abriga-se na cavidade supra-branquial; quando distendido, atinge em extensão, como o pé, cerca de 6 vezes o comprimento da concha.

Um par de músculos pouco desenvolvido se origina na região anterior da abertura inalante posterior e estende-se como fibras longitudinais da base do sifão ao longo de seu comprimento. Entre os epitélios interno e externo do sifão existem duas camadas de fibras musculares circulares envolvendo uma de longitudinais. Allen (1958) descreveu o mesmo para os Lucinidae, assim como a ausência de tratos nervosos do tipo encontrado por Yonge (1949) nos Tellinacea.

4 — Manto

A borda do manto dos bivalves é formada por 3 dobras: a externa que secreta a parte calcária da concha e o perióstraco, a média com função sensorial podendo em alguns bivalves apresentar olhos e tentáculos e a interna, muscular, móvel e que controla o fluxo de água (Yonge, 1957).

Nos Lucinidae, a margem do manto apresenta também três dobras paralelas (Fig. 3). A externa (ol) secreta as camadas calcárias externas da concha, enquanto que o perióstraco (p) é originado de células no fundo de um sulco bem definido, próximo da dobra mediana (ml). Esta é bem desenvolvida em *L. pectinata* possuindo: duas franjas delicadas que não apresentam tentáculos, como em *Phacoides borealis* e *Loripes lucinalis* (Allen, 1958). A dobra interna (il) é bem desenvolvida e forma uma plataforma ao longo da margem livre da concha, na qual existe um trato de rejeição (rt). Em *L. pectinata* ocorre neste trato uma terceira franja incipiente (fi).

Os detalhes histológicos do manto são semelhantes aos encontrados por Allen (1958, op. cit.) nos Lucinacea. O epitélio que limita a cavidade palial é ciliado e apresenta células secretoras de muco localizadas entre as células epiteliais ou abaixo delas. As lacunas sanguíneas internas (bs) variam de tamanho na decorrência da quantidade de sangue nelas contida. O epitélio que secreta a concha (sc) é típico, com células grandes, colunares, vacuolizadas cujo citoplasma é confinado a uma camada fina ao longo da parede celular. Esse epitélio tem uma espessura variada que foi no máximo de 150 μm , encontrado em exem-

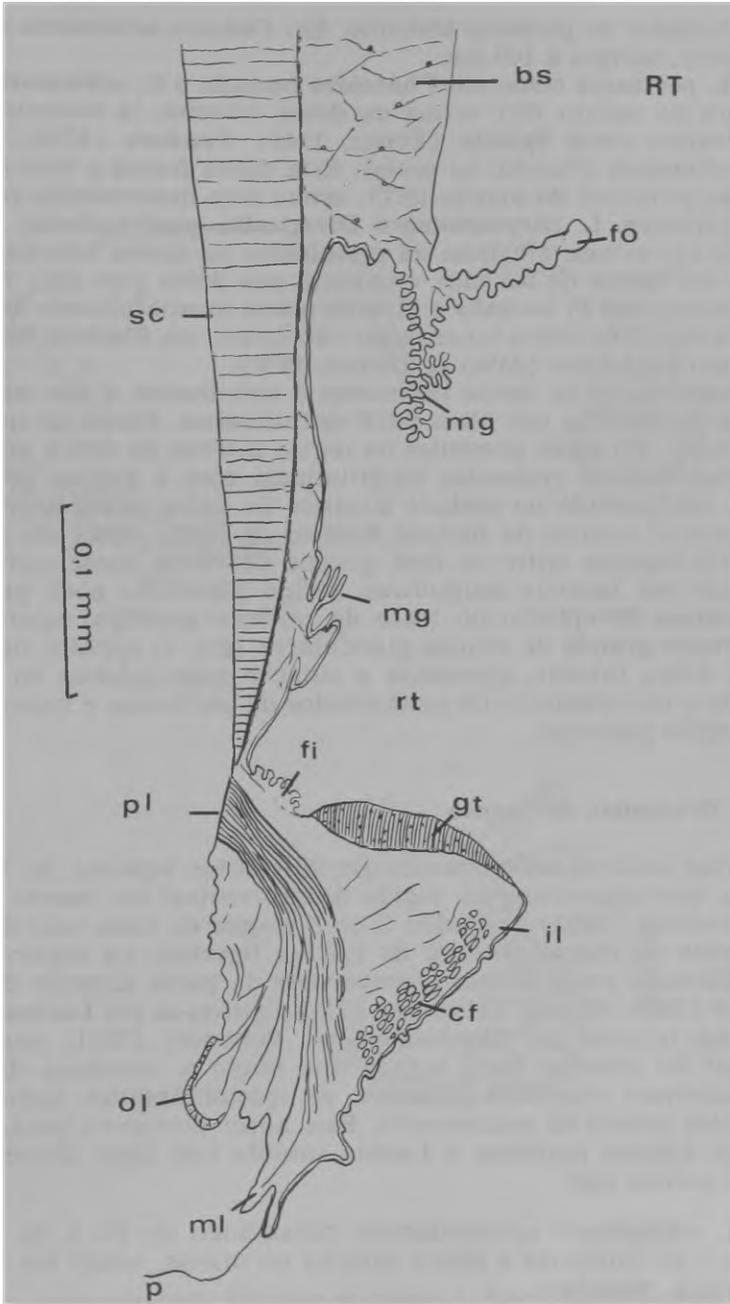


Figura 3 — *Lucina pectinata*. Corte transversal da borda do manto; bs, lacuna sangüinea; cf, fibras musculares concrecentes; fi, franja incipiente; fo, dobra do manto; gt, células glandulares; il, dobra interna; mg, brânquias do manto; ml, dobra mediana; ol, dobra externa; p, perióstraco; pl, linha palial; sc, epitélio secretor da concha.

plares estudados no presente trabalho. Em *Codakia orbicularis* segundo Allen (1958), atingiu a 160 μ m.

Em *L. pectinata* como em *Phacoides borealis* e *C. orbicularis* existe uma dobra do manto (fo) acima da dobra interna, já encontrada em outros bivalves como *Spisula* (Yonge, 1948). *Pandora* (Allen, 1954) e *Caecella chinensis* (Narchi, no prelo). Esta dobra forma a base do trato de rejeição principal do manto (RT), sendo bem desenvolvida como em *L. pennsylvanica*, *L. chrysostoma* e *Divaricella quadrisulcata*; situa-se na espécie em estudo afastada da plataforma da dobra interna a uma distância em média de 0.3 mm, enquanto que Allen (op. cit.) refere-se à sua presença em *P. borealis* e *C. orbicularis* imediatamente acima da dobra interna. Esta dobra no entanto não ocorre em *Fimbria fimbriata*, também um *Lucinidae* (Allen & Turner, 1970).

A musculatura da borda do manto é semelhante a dos outros bivalves e a da descrita por Allen para os *Lucinacea*. Feixes de músculos concrecentes (cf) estão presentes na região interna da dobra muscular. Além destes existem músculos longitudinais com 2 grupos principais de fibras, um inserido na metade superior da linha palial unindo-se à dobra sensorial e outro da metade inferior da linha palial até a dobra externa. Os espaços entre os dois grupos de fibras musculares estão preenchidos por lacunas sanguíneas, tecido glandular e de preenchimento. Abaixo do epitélio do trato de rejeição principal aparece um número muito grande de células glandulares (gt). O epitélio, na plataforma da dobra interna, apresenta a ciliação mais intensa do manto, garantindo o deslocamento de aglomerados de partículas e muco em direção à região posterior.

5 — Brânquias do manto

Diversos autores encontraram em diferentes espécies de bivalves formações que apareciam na região ântero-ventral do manto (Allen, 1958) Duvernoy (1853) assinalou 7 ou 8 pregas de cada lado do manto, alargadas na região anterior de *Lucina tigerina*; na explicação da figura indicou-as como pregas permanentes da parte anterior do manto. Semper (1880, cit. seg. Pelseneer, 1911) figurou-as em *Lucina philippinensis* sob o nome de "Mantelkiemen" Pelseneer (1911) mostrou a necessidade de estudar esses órgãos que tendo a estrutura de brânquias lembravam ctenídios plissados de opistobrânquios assim como de brânquias paliais de pulmonados. Esse autor descreveu para *Lucina exasperata*, *Lucina punctata* e *Lucina tumida* três tipos diferentes de brânquias paliais que:

1 *L. exasperata* apresentam-se consistindo de 24 a 25 lamelas ântero-ventrais próximas a dobra interna do manto, sendo em número de cinco em *L. punctata*.

2. *L. exasperata* aparece também um tipo de brânquia formado por uma longa e profunda prega da região posterior do lobo do manto até o músculo adutor anterior.

3. *L. tumida* no entanto apresenta-se com apenas 1 prega muito dobrada próxima ao músculo adutor anterior.

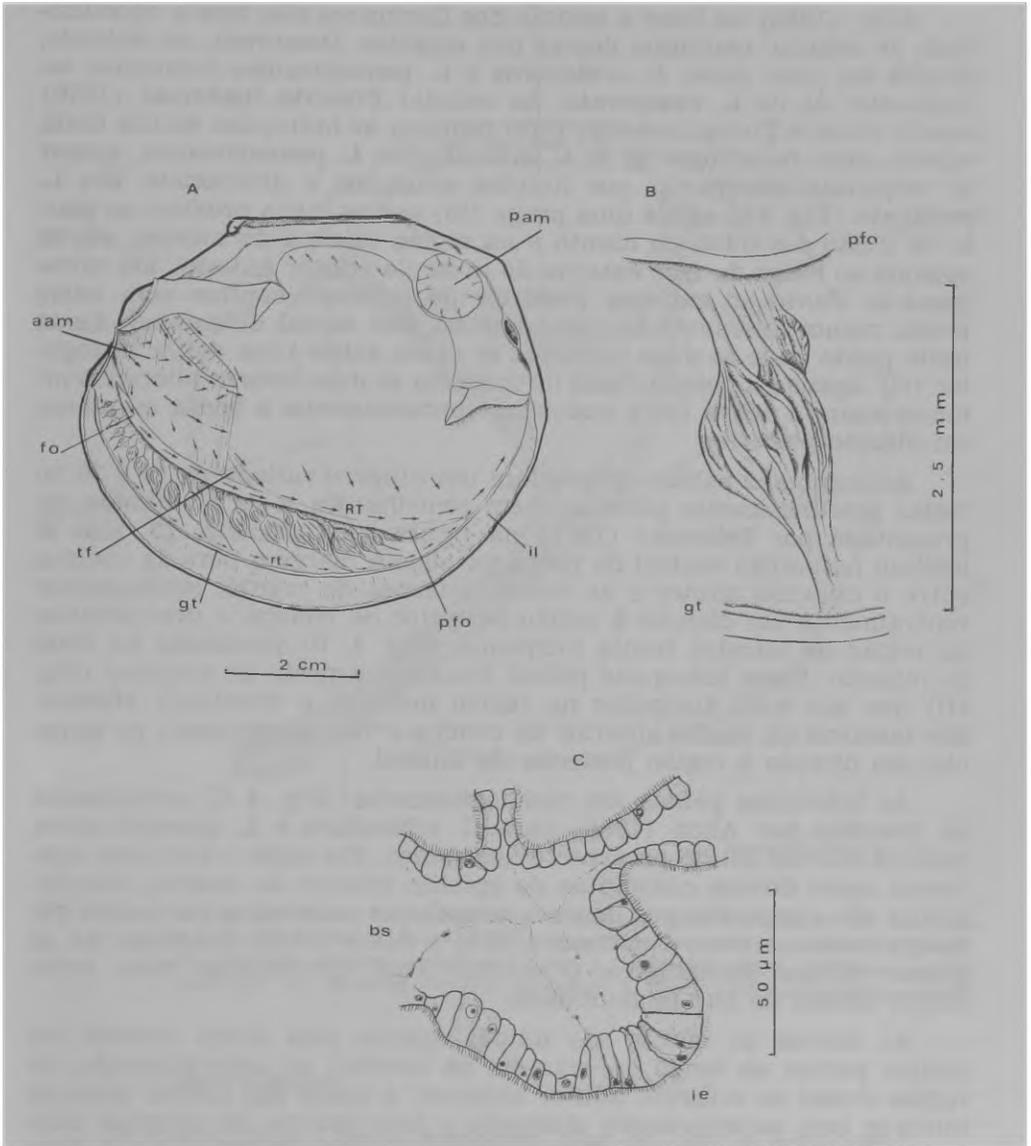


Figura 4 — *Lucina pectinata*. Brânquias do manto. A, lobo direito do manto mostrando a distribuição das brânquias e as direções das correntes ciliares. B, detalhe de um conjunto de brânquias. C, corte transversal através das brânquias; aam, músculo adutor anterior; bs, lacuna sangüínea; fo, dobra do manto; gt, células glandulares; ie, epitélio interno do manto; il, dobra interna; pam, músculo adutor posterior; pfo, dobra posterior; tf, dobra triangular.

Allen (1958) ao fazer a revisão dos Lucinacea não teve a oportunidade de estudar nenhuma dessas três espécies. Descreveu, no entanto, apenas em duas delas, *C. orbicularis* e *L. pennsylvanica* brânquias semelhantes às de *L. exasperata*. Ao estudar *Fimbria fimbriata* (1970) aquele autor e Turner consideraram também as brânquias paliais desta espécie como homólogas às de *C. orbicularis* e *L. pennsylvanica*, apesar de responsabilizarem-nas por funções sensoriais e direcionais. Em *L. pectinata* (Fig. 4A) existe uma prega (fo) que se inicia próximo ao ponto de união dos lobos do manto e na região interna do mesmo; ela se estende ao longo da face externa do músculo adutor anterior até ultrapassá-lo. Junto ao extremo posterior do músculo conflue com outra prega, menos desenvolvida que existe na face dorsal do mesmo. Ainda neste ponto onde as duas elevações se unem existe uma dobra triangular (tf) ligando a porção distal do músculo às duas dobras laterais. Forma-se assim a dobra (pfo) que ocorre paralelamente à borda do manto em direção posterior.

As brânquias paliais apresentam um número variado de 16 a 30 lamelas profundamente plicadas, bem semelhantes a de *L. tumida* representada por Pelseneer (1911) na figura 9 da prancha 13. Elas se iniciam na porção ventral da prega paralela à margem livre da concha, entre o músculo adutor e as dobras internas do manto, inclinando-se ventralmente em direção à região posterior da concha e prendendo-se na região da terceira franja incipiente (Fig. 3, fi) localizada no trato de rejeição. Essas brânquias paliais tomam o aspecto de ampolas (Fig. 4B) que são mais alargadas na região mediana e terminam afiladas. São menores na região anterior da concha e vão aumentando de tamanho em direção à região posterior do animal.

As brânquias paliais são histologicamente (Fig. 4 C) semelhantes às descritas por Allen (1958) para *C. orbicularis* e *L. pennsylvanica*, embora difiram muito no aspecto anatômico. Em corte transversal aparecem como dobras convolutas do epitélio interno do manto; internamente são compostas por lacunas sanguíneas envolvidas por tecido parenquimatoso e como Pelseneer (1911) e Allen (1958) notaram, há algumas células glandulares. O epitélio aqui apresenta-se mais fortemente ciliado do que no do manto.

As dobras do manto são unidas apenas pela dobra interna em quatro pontos ao longo da margem da concha; a) anteriormente, na região dorsal ao músculo adutor anterior; a fusão das dobras internas inicia-se bem anteriormente deixando a face externa do músculo adutor completamente visível. Esta redução é correlacionada com o tubo inalante anterior e nos Lucinidae é sempre ampla; b) posteriormente, na região dorsal ao sifão exalante; c) entre os sifões exalante e inalante; d) posteriormente, entre a abertura do pé e o sifão inalante. Allen (1958) demonstrou que dentre os Lucinacea, a família Lucinidae apresenta a maior extensão na fusão entre a abertura inalante e a do pé.

A união das dobras do manto em quatro pontos determina a presença de três aberturas: exalante, inalante e abertura da saída do pé, sendo esta última a mais ampla, extendendo-se desde a região anterior do músculo adutor até a região posterior, abaixo do sifão inalante.

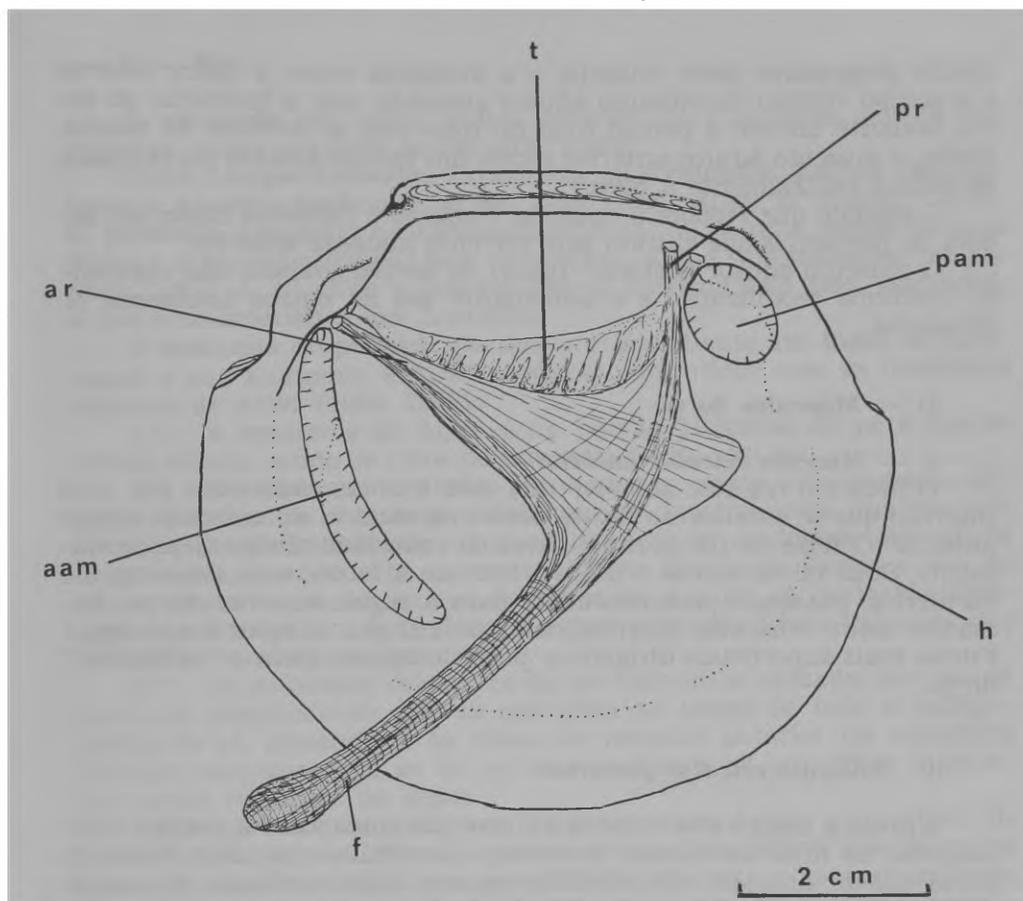


Figura 5 — *Lucina pectinata*. Disposição dos músculos, após a remoção do lobo esquerdo do manto e do ctenídio esquerdo; aam, músculo adutor anterior; ar, músculo retrator anterior; f, pé; h, calcanhar; pam, músculo adutor posterior; pr, músculo retrator posterior; t, fibras musculares transversais.

6 — Musculatura

Os músculos de *Lucina pectinata* (Fig. 5), são os seguintes:

- A — músculos adutores
- B — músculos do pé
- C — músculos do manto

A — Músculos adutores

O músculo adutor anterior (aam) alongado, situa-se paralelamente à borda do manto e em grande parte é ventral e posterior à boca. Segundo Allen (1958) seu grau de desenvolvimento está associado com a habilidade do animal em formar o tubo inalante anterior. O alonga-

mento progressivo deste músculo e a distância entre a dobra interna e a porção ventral do músculo adutor aumenta com a formação do canal inalante unindo a porção final do tubo com a cavidade do manto. Assim, o músculo adutor anterior forma um escudo através da cavidade do manto ventralmente à boca.

O epitélio que recobre o músculo é ciliado e funciona como um seletor de partículas que entram pela corrente inalante anterior.

O músculo adutor posterior (pam) de secção ovalada não apresenta nenhuma modificação e é semelhante aos de outros *Lucinacea* já estudados.

B — Músculos do pé

a — Músculo retrator anterior

O músculo retrator anterior (ar) está fixo em cada valva por uma inserção que se localiza no limite dorsal da cicatriz do músculo adutor anterior. O feixe de fibras musculares de cada lado, dirige-se posteriormente. Suas fibras não se cruzam e formam 2 feixes, o da esquerda e o da direita, passando profundamente para a região superior do pé, formando assim músculos longitudinais que atingem o ápice deste órgão. Fibras mais superficiais dirigem-se posteriormente, para o “calcanhar” do pé.

b. Músculo retrator posterior

É preso à cada valva através da inserção justaposta à porção antero-dorsal do músculo adutor posterior. Constitui-se por dois feixes de fibras que se dirigem ventralmente para a linha mediana, cruzam-se e divergem para os lados direito e esquerdo do corpo do animal. Depois passam em direção ântero-ventral, penetrando profundamente na região ventral do pé, formando o embasamento no qual as fibras do músculo retrator anterior se assentam. No “calcanhar”, fibras do músculo retrator posterior dirigem-se obliquamente.

Os músculos do pé acima descritos constituem o que Graham (1934) considerou como musculatura extrínseca. Além dessa musculatura há uma variedade de músculos intrínsecos na massa visceral. Principalmente abaixo do epitélio desta, existem muitos ramos de músculos circulares, indo na direção ântero posterior e envolvendo completamente a massa visceral. Outras fibras dispõem-se transversalmente, indo do epitélio da massa visceral de um lado, através das voltas do intestino e divertículos das gônadas, até o epitélio do lado oposto.

C — Músculos do manto

O músculo marginal do manto em *Lucina pectinata* estende-se desde o músculo adutor anterior até o adutor posterior, percorrendo toda a borda do manto. Esse músculo é constituído de fibras radiais e de longitudinais que se dispõem entre elas.

7 — Pé

L. pectinata tem, como outras espécies dos Lucinacea, um pé vermiforme, longo que pode se expandir muito.

Como *Loripes lucinalis*, *Divaricella quadrisulcata*, *Lucina chryso-toma* e *Fimbria fimbriata* (Allen 1953, 1958; Allen & Turner, 1970), *L. pectinata* apresenta na extremidade distal do pé uma região bulbosa típica e a porção proximal bem delimitada, a que denominamos “calcanhar” (Fig. 5, h). Não apresenta sulcos longitudinais bem marcados, o que é característica dos Lucinidae.

A anatomia do pé de *L. pectinata* é semelhante em todos os Lucinacea e sua anatomia e funcionamento concordam com as descrições recentes de Allen (1953, 1958):

1.º) A epiderme do ápice e da porção proximal do pé é densamente ciliada, sendo os cílios de tamanho muito regular.

2.º) Imediatamente abaixo da epiderme existe uma camada delgada de músculos circulares e mais para o interior uma fina camada de músculos longitudinais, os quais seguem os contornos dos sulcos transversais, quando o pé se contrai. Essas fibras são curtas e vão de uma crista a outra dos sulcos, de tal modo que no pé contraído apresentam a forma de um U. Elas são derivadas das fibras externas dos músculos retratores do pé.

3.º) Os músculos retratores do pé formam a camada interna de músculos longitudinais que se estendem ao longo de todo o comprimento do pé, situando-se as fibras do retrator anterior na superfície superior, enquanto que as do retrator posterior na superfície inferior, não sendo evidentes no ápice.

Entre as duas camadas longitudinais existe tecido conjuntivo, fibras musculares circulares e algumas células glandulares que secretam muco. As lacunas sangüíneas que existem em todo o comprimento do pé não são claramente delimitadas. Ao longo do pé, lacunas sangüíneas laterais unem-se às centrais dando o aparecimento à uma estrutura esponjosa. A lacuna central está atravessada por numerosas fibras musculares transversas.

O ápice do pé torna-se adaptado à construção do tubo inalante: a epiderme é ciliada, os músculos longitudinais são muito reduzidos e há um aumento das células glandulares e de músculos circulares. Isto faz com que a região terminal do pé apresente um grande seio sangüíneo facilitando assim a penetração do órgão no substrato. Não foi possível verificar glândula do bisso nos animais estudados.

8 — Observações com animais vivos

Para o animal cavar, o “calcanhar” do pé, bem desenvolvido, atua como um elemento adicional para que o bivalve se enterre. Ele funciona como se fosse uma faca durante os movimentos de “cadeira de balanço” que a concha faz e que é comum à grande maioria dos Veneridae (Narchi, 1972, 1974).

O animal em vida forma uma espécie de tubo na região anterior. Abaixo da superfície, na posição normal, a concha permanece vertical-

mente, com o umbo voltado para a superfície; na formação do tubo que se localizará na região anterior do animal, o pé se distende entre as valvas para a região anterior da abertura pedal e através de uma série de extensões e contrações força o substrato até alcançar a superfície. O ápice do pé pode se distender totalmente e as glândulas mucosas ali localizadas secretam anéis de muco que serão sobrepostos, sucessivamente, até a completa formação do tubo anterior. As partículas do substrato são aderidas ao muco; como Allen (1958) observou, não há seleção de partículas e o tubo tem as mesmas características do substrato. O muco endurece e é possível obter, se tivermos cuidado durante a coleta, espécimens com tubos intactos, o que não ocorreu no presente estudo.

O tubo não se abre verticalmente para a superfície, mas sim ligeiramente inclinado (Fig. 1). A região apical do tubo é frágil e frequentemente se quebra. Segundo Allen (1958) o animal pode repará-la, o que não foi observado no presente estudo.

Uma vez o tubo formado, o animal permanece por longos períodos no mesmo lugar; antes de iniciar a formação do tubo, no laboratório, observou-se que o animal efetuava pequenos deslocamentos na horizontal.

Segundo Yonge (1949), os deslocamentos horizontais em animais da zona entre marés facilitaria a proteção contra eventuais inimigos, ou permitiria também a exploração dos suprimentos disponíveis no substrato.

9 — Cavidade do manto

A. Topografia

A disposição dos principais órgãos da cavidade do manto está representada na figura 6, feita após a remoção da valva e lobo esquerdo do manto.

B. Ctenídios

Os ctenídios dos Lucinacea foram estudados por vários autores, dentre os quais, Allen (1958) que aventou a possível origem da redução gradativa da demibrânquia externa nos Ungulinidae e Thyasiridae e que nos Lucinidae é totalmente ausente.

Os ctenídios dos Lucinidae pertencem ao tipo G, da classificação de Atkins (1973), compõe-se apenas da demibrânquia interna, em cuja borda ventral ocorre um sulco ciliado bem profundo. Alguns autores acreditam que a demibrânquia externa tenha se perdido, com o que Purchon (1939) não concorda. No entanto, em *L. pectinata* (Fig. 7A) além do sulco na borda ventral existem dois sulcos presentes nas regiões proximais das lamelas ascendente e descendente na demibrânquia interna com duas correntes de aceitação, cujos cílios enviam partículas para a região anterior do animal. Desta forma, os ctenídios de *L. pectinata* foram colocados no tipo G⁽¹⁾, que difere do tipo G descrito por Atkins (op. cit.). As demibrânquias se dispõem da região an-

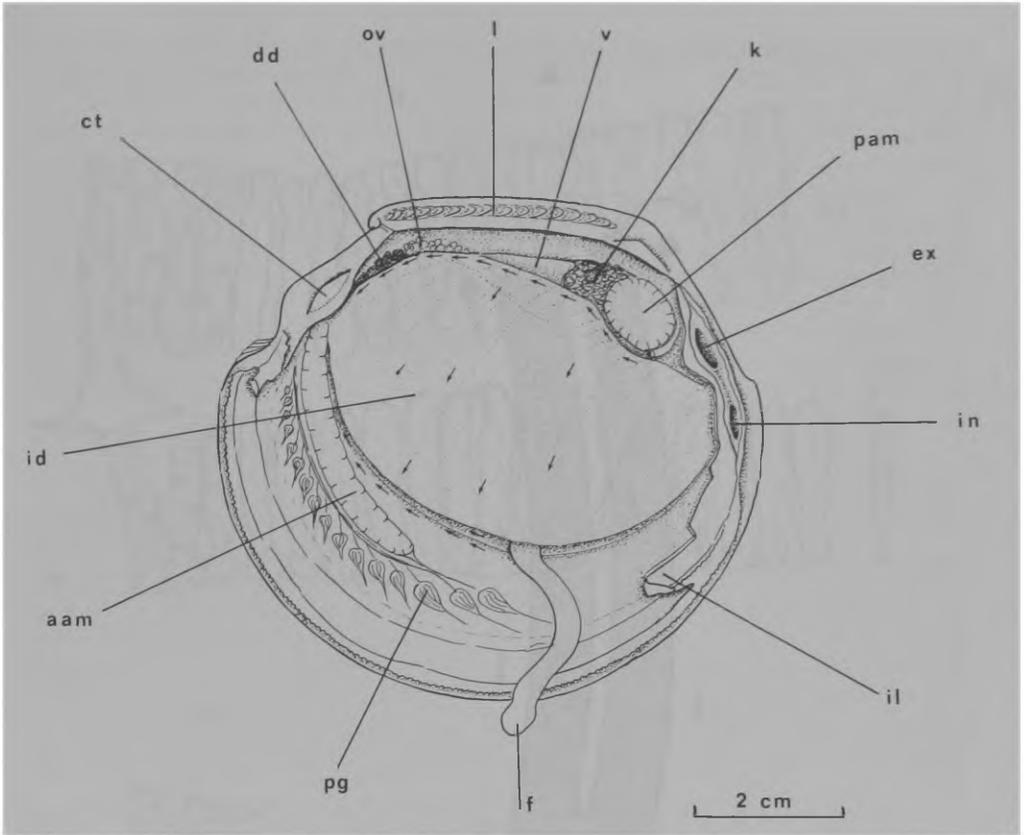


Figura 6 — *Lucina pectinata*. Topografia da cavidade do manto após remoção da valva esquerda e do lobo esquerdo do manto; aam, músculo adutor anterior; ct, dente lateral; dd, divertículo digestivo; ex, sifão exalante; f, pé; id, demibrânquia interna; il, dobra interna do manto; in, sifão inalante; k, rim; l, ligamento; ov, ovário; pam, músculo adutor posterior; pg, brânquias paliais; v, região do ventrículo.

terior, próximo à cavidade do umbo, indo diagonalmente em direção posterior e ventral, terminando próximo à base dos sifões, ultrapassando o limite posterior da massa visceral.

As demibrânquias de *L. pectinata* são achatadas e homorháblicas (Ridewood, 1903). Os filamentos são colocados uns junto aos outros e o ctenídio é grosso, com muito tecido subfilamentar (Fig. 7B). Existem também células grandes com pigmento granular marrom (Fig. 7D, bp), que ocorrem quase até o limite interno do filamento. Células secretoras de muco (Fig. 7C, mc) localizam-se comumente ao longo da porção mediana do filamento. A coloração geral do ctenídio é cor de vinho. As demibrânquias são constituídas por duas lamelas; as ascendentes dos dois lados do corpo, unem-se por junção ciliar ao epitélio da massa visceral e posteriormente a esta fundem-se através do tecido que as compõem.

As duas lamelas da demibrânquia estão unidas por septos perpendiculares ao eixo dos ctenídios (junção interlamelar — ilj). Os septos

A

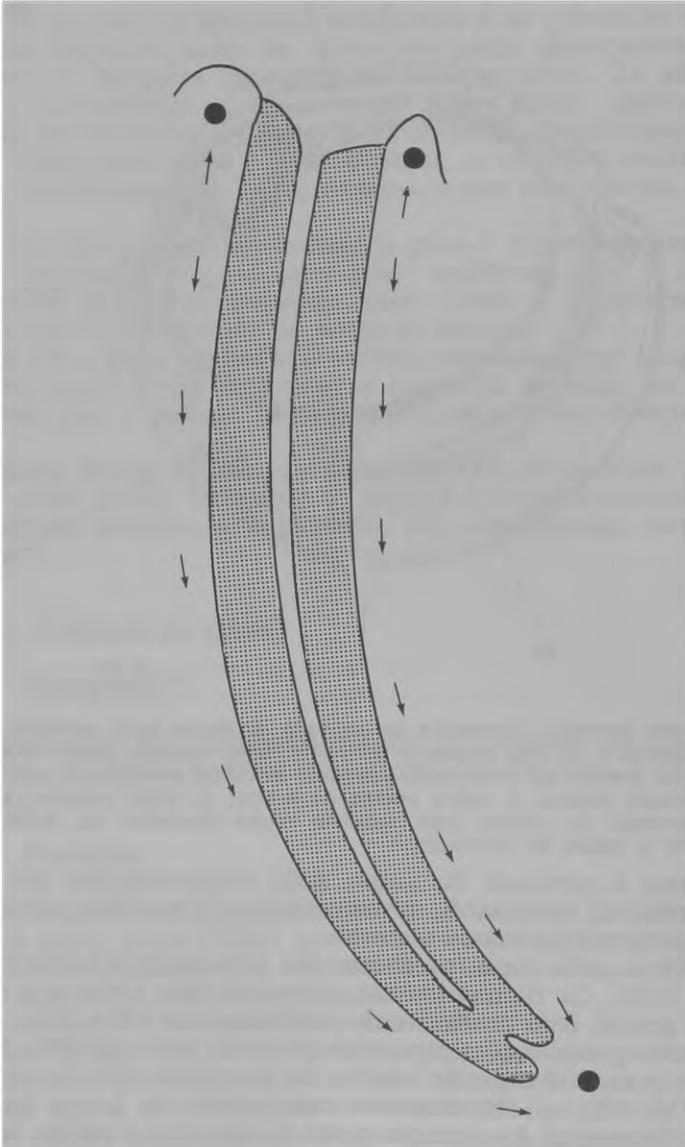
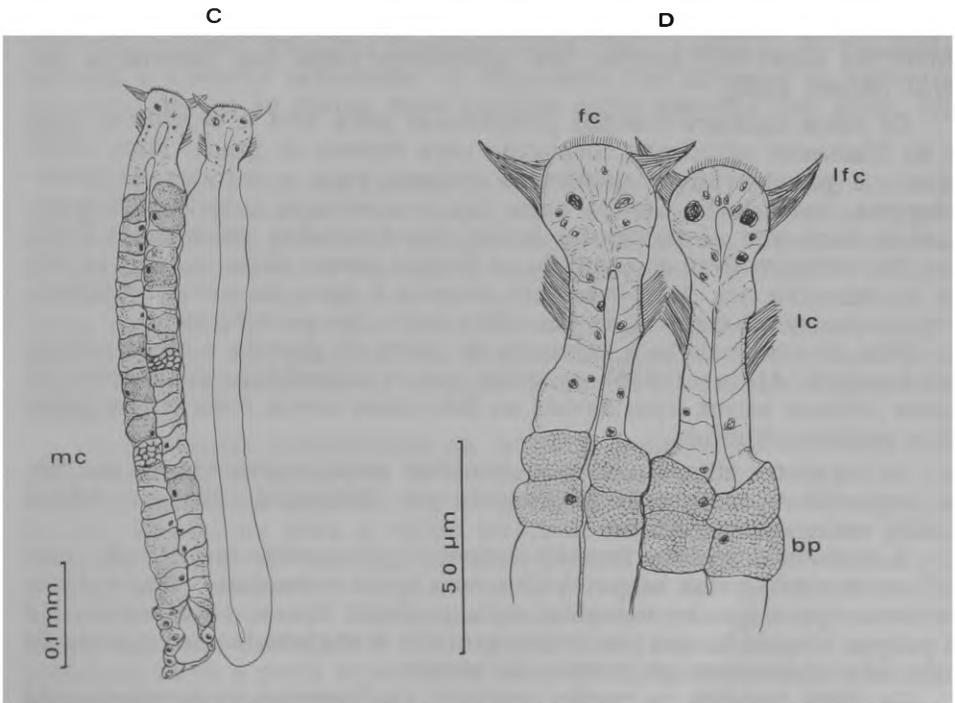
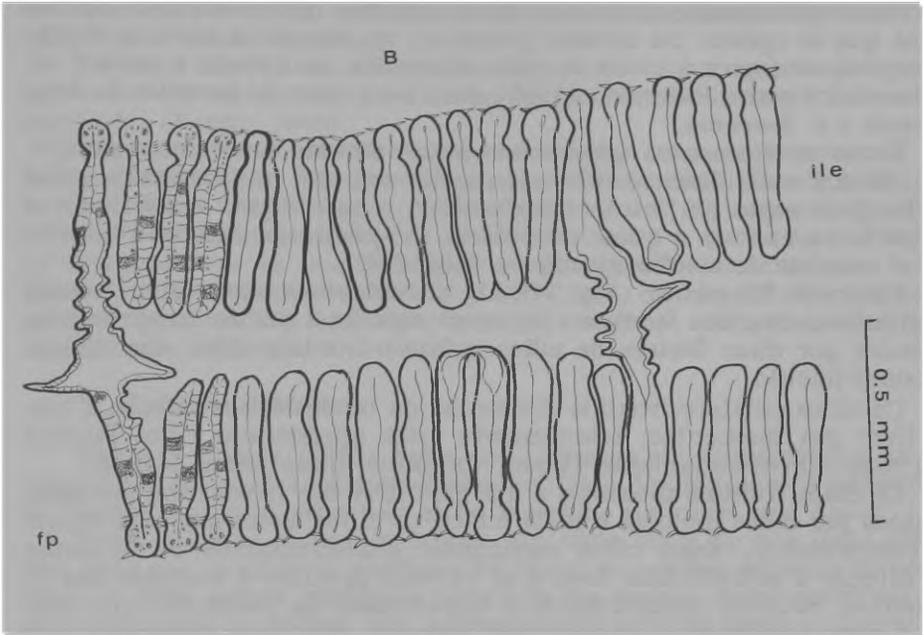


figura 1 — *Lucina pectinata*. A, esquema da secção vertical através do ctenídio; as flexas indicam a direção das correntes ciliares; correntes com direção oral. B, secção transversal da demibrânquia; C, secção transversal total de dois filamentos; D, detalhe dos filamentos evidenciando os cílios; bp, células contendo grânulos de pigmento marrom; fc, cílios frontais; fp, filamento propriamente dito; ile, extensão filamentar; ilj, junção interlamelar; lamelar; lc, cílios laterais; lfc, cílios eulátero-frontais; mc, célula mucosa.



ocorrem regularmente unindo as faces internas dos filamentos das lamelas que se opõem. Da metade proximal, em direção à câmara supra-branquial, os septos tornam-se mais espaçados, ocorrendo a cada 6 ou 8 filamentos como Ridewood (1903) descreveu para *L. borealis*, *L. bengalensis* e *L. leucoma*.

Todos os filamentos apresentam internamente um reforço de quitina. Este é mais desenvolvido nas regiões em que os filamentos estão unidos pelo septo de junção interlamelar, sendo fibroso e contínuo; a cavidade na maioria é quase obliterada. O epitélio da extensão interlamelar consiste de células grandes e definidas.

Em cada filamento (Fig. 7C, D) encontramos uma faixa frontal longitudinal de cílios frontais (fc) com cerca de 3 μm de comprimento, ladeados por duas fileiras de cílios eulátero-frontais (lfc) com 22 μm de comprimento.

Os cílios eulátero-frontais diminuem de tamanho em direção à borda livre dos filamentos; lateralmente estes apresentam cílios laterais (lc) com aproximadamente 19 μm , formando duas faixas largas.

Os cílios frontais próximos à margem livre dos filamentos são substituídos por cílios maiores e mais fortes, os cílios terminais com 30 μm de comprimento. Esses cílios aumentam gradativamente de tamanho em direção à extremidade livre e se curvam próximo a margem dos filamentos, batendo obliquamente e empurrando as partículas em direção à região anterior. A não ser pela presença dos cílios terminais mais longos, aqui não ocorre nenhum cílio especializado. Os cílios frontais próximos aos eulátero-frontais batem em direção à margem livre e ao centro da superfície frontal dos filamentos como nos Lucinacea em geral (Allen, 1958).

Os cílios eulátero-frontais projetam-se para fora e cruzam-se com os do filamento adjacente, formando uma espécie de grade. Estes cílios evitam a penetração de partículas maiores para o interior da demibrânquia, batendo de dentro para fora nos espaços interfilamentares, fazendo com que as partículas sejam transportadas pelos cílios frontais. Na margem livre do ctenídio as fileiras desses cílios curvam-se antes do término dos filamentos em direção à base do sulco marginal. O sulco marginal é revestido por cílios pequenos e uniformes.

Não foi evidenciada a presença de cílios de guarda e cílios pró-látero-frontais. Atkins (1938) concluiu que a dificuldade de observação destes últimos talvez fosse devida ao fato deles serem mascarados pelos cílios eulátero-frontais.

As correntes ciliares sobre os ctenídios estão representadas na Fig. 7A, segundo representação empregada por Ridewood (1903) e Atkins (1937) entre outros autores.

A maioria dos cílios frontais batem regularmente em direção ventral conduzindo todas as partículas com igual velocidade. Eles enviam partículas para o sulco marginal onde material fino é transportado até os palpos, enquanto que partículas grandes e englobadas em massas de muco são eliminadas em direção ao manto.

Os cílios frontais da região proximal das lamelas da demibrânquia batem em direção à região dorsal do animal, conduzindo partículas para 2 correntes axiais presentes: uma no limite entre a lamela da demi-

brânquia com o manto e outra na confluência da lamela da demibrânquia com a massa visceral.

Os cílios laterais em filamentos adjacentes batem em direções opostas, causando fortes correntes de água, auxiliando na respiração e alimentação (Yonge, 1946).

Pequenas partículas de carmim colocadas sobre as lamelas da demibrânquia chegam rapidamente à extremidade dos filamentos sem sofrer nenhuma triagem; as que alcançam o sulco oral através do sulco marginal da demibrânquia são conduzidas para a boca. As partículas na margem livre da demibrânquia ou passam diretamente para a cavidade do manto através dos cílios terminais, ou são levadas por uma corrente longitudinal ao longo do sulco marginal, em geral caindo na cavidade do manto.

C — Palpos labiais

Segundo Stasek (1963) todos os Lucinacea são enquadrados na categoria III, na qual as extremidades ventrais dos filamentos anteriores da demibrânquia interna não estão inseridas no sulco oral distal.

Nos Lucinidae os palpos labiais são nada mais do que duas elevações lisas que limitam a abertura da boca; em certas espécies somente uma ou duas pregas vestigiais presentes na porção distal mostram serem originados de palpos que apresentaram muitas pregas. Representam um alargamento suave dos lábios anterior à margem livre dos filamentos proximais da brânquia (Allen, 1958). *L. pectinata* (Fig. 8) não tem pregas como *Thyasira flexuosa*, sendo lisos como os de *Phacoides borealis* e *Codakia orbiculata*. A disposição dos lábios e as correntes são semelhantes às destas duas espécies como descrita por Allen (op. cit.).

Partículas pequenas triadas pelo ctenídio e provenientes do sulco marginal continuam-se entre os palpos e são levadas diretamente para a boca. Partículas grandes e pesadas são rapidamente eliminadas; existe também considerável rejeição de material devido ao fato do trato de aceitação do músculo adutor ser muito estreito e da proximidade de fortes correntes de rejeição. Todas as outras partículas nos palpos, próximas ao sulco oral proximal são aceitas. Se adicionarmos grande quantidade de partículas, haverá secreção de muito muco, sendo as mesmas rejeitadas.

As partículas provenientes da corrente inalante anterior são aceitas assim que alcançam os lábios juntando-se a um trato ciliar que existe na união do músculo adutor e do lábio externo. Partículas aceitas são levadas ou para a região terminal do lábio externo ou para o trato de rejeição do manto. Algumas poucas podem ser levadas pelo trato ciliar e retornar eventualmente à corrente das partículas aceitas sobre o músculo adutor. Partículas que alcançam a região posterior dos lábios externos juntamente com outras que chegam das brânquias e presentes sobre a parte superior do lábio são dirigidas para a boca através do sulco oral proximal.

Às vezes, fios de muco com partículas passam sobre o músculo adutor e daí sobre o lábio externo, indo diretamente para a boca.

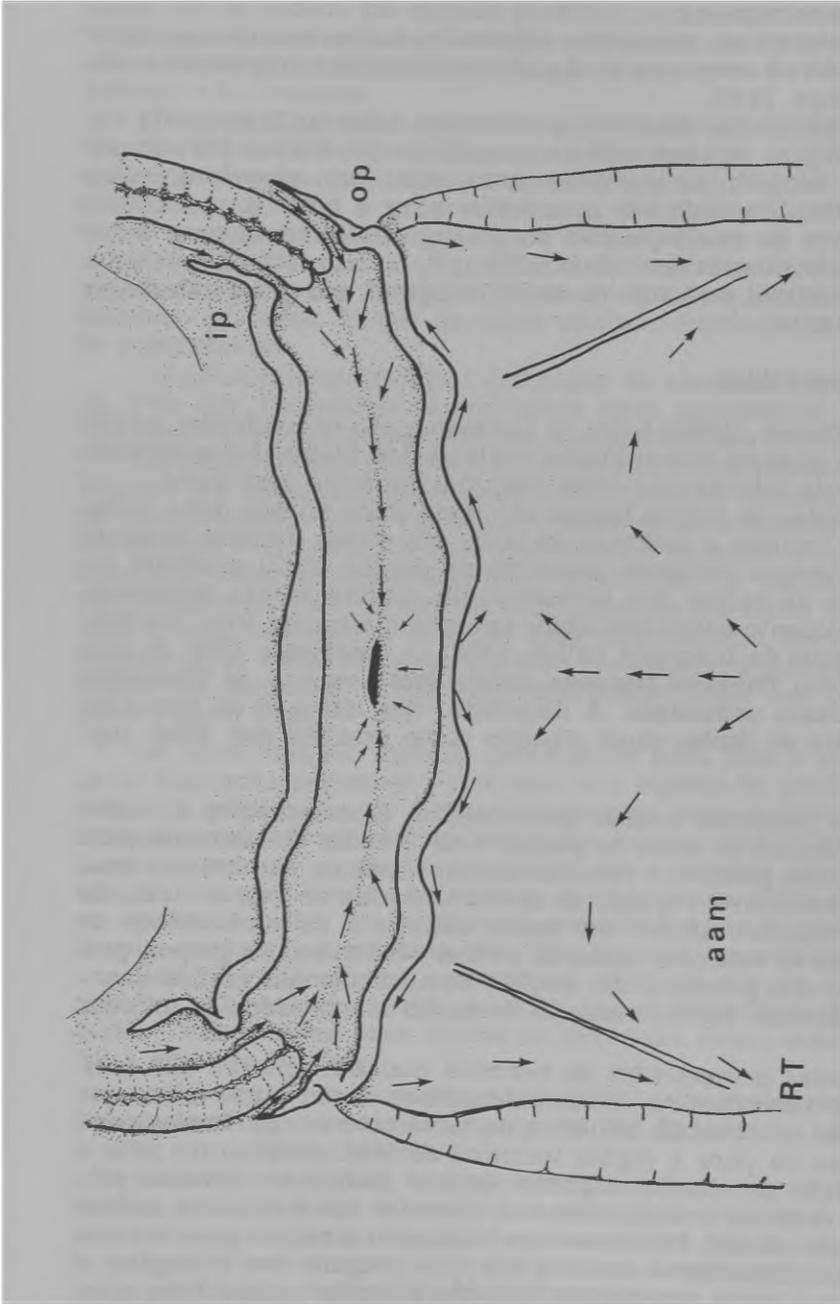


Figura 8 — *Lucina pectinata*. Desenho diagramático evidenciando a direção das correntes ciliares na região da boca e palpos labiais (x 35): aam, músculo adutor anterior; ip, palpo interno; op, palpo externo; RT, trato de rejeição principal.

O desenvolvimento de mecanismos de triagem na cavidade do manto é pequeno e ao canal alimentar são encaminhadas partículas grandes que podem ser posteriormente englobadas.

D — Correntes ciliares na superfície do manto

Para o estudo detalhado das correntes ciliares da superfície do manto foram removidos os ctenídios e a massa visceral. Feito isso, a preparação foi deixada em repouso na água do mar para que houvesse um certo relaxamento.

A atividade ciliar mais intensa foi observada na região anterior próxima ao músculo adutor anterior e na região ventral, não existindo uniformidade na velocidade das correntes. Na região onde se localizam as brânquias existe uma área de inatividade ciliar.

Duas correntes inalantes estão presentes, a anterior e a posterior, sendo que a primeira é a mais forte. Ao entrar na cavidade do manto as partículas estão sujeitas aos cílios do manto sobre o músculo adutor anterior e no manto, lateralmente ao músculo. Partículas finas são aceitas por um trato ciliar estreito na região central do músculo adutor e enviadas para a boca. A maioria do material que entra através da corrente anterior nunca atinge as brânquias e a triagem é feita pelos cílios sobre o músculo adutor anterior, palpos e pelos cílios do manto entre o adutor e a dobra interna do manto. A corrente de aceitação sobre o músculo é a de maior importância sendo que poucas partículas escapam de sua influência. As partículas que não são aceitas passam para os lados do músculo e daí para o trato de rejeição do manto que se dirige para a abertura inalante posterior.

As partes do manto que ficam entre o adutor anterior e as dobras internas que nada mais são do que os lados do canal que unem o tubo inalante com a cavidade do manto, tem um papel importante na triagem das partículas. Nessa região o batimento ciliar no lobo interno e no manto que envolve o músculo adutor anterior produz um movimento espiral da água. Partículas finas em geral passam rapidamente para o canal e tendem a ser carregadas pelo trato de aceitação. Partículas pesadas caem desse redemoinho e são eliminadas pelo trato de rejeição próximo ao ápice do músculo ou sobre a dobra interna.

No limite posterior do músculo adutor anterior, os tratos de rejeição laterais ao músculo se encontram e encaminham partículas em direção à abertura inalante, enquanto que o trato de aceitação encaminha partículas ao redor do músculo para a boca. Este fato já fora descrito por Allen (op. cit.) que observou também que algumas partículas nunca alcançam as brânquias sendo triadas pelo adutor e palpos.

Em *L. pectinata* como em *L. chrysostoma* a dobra do manto forma uma área triangular posterior ao músculo adutor que atua como separador de correntes dos lados dorsal e ventral. As partículas rejeitadas de cada lado do adutor anterior são levadas posteriormente ao longo do lado correspondente da área triangular. As partículas aceitas são encaminhadas ao redor do músculo adutor em direção à boca. A dobra bem desenvolvida que serve de suporte dorsal às brânquias paliais, divide a câmara inalante anterior em duas metades. Sustenta as brân-

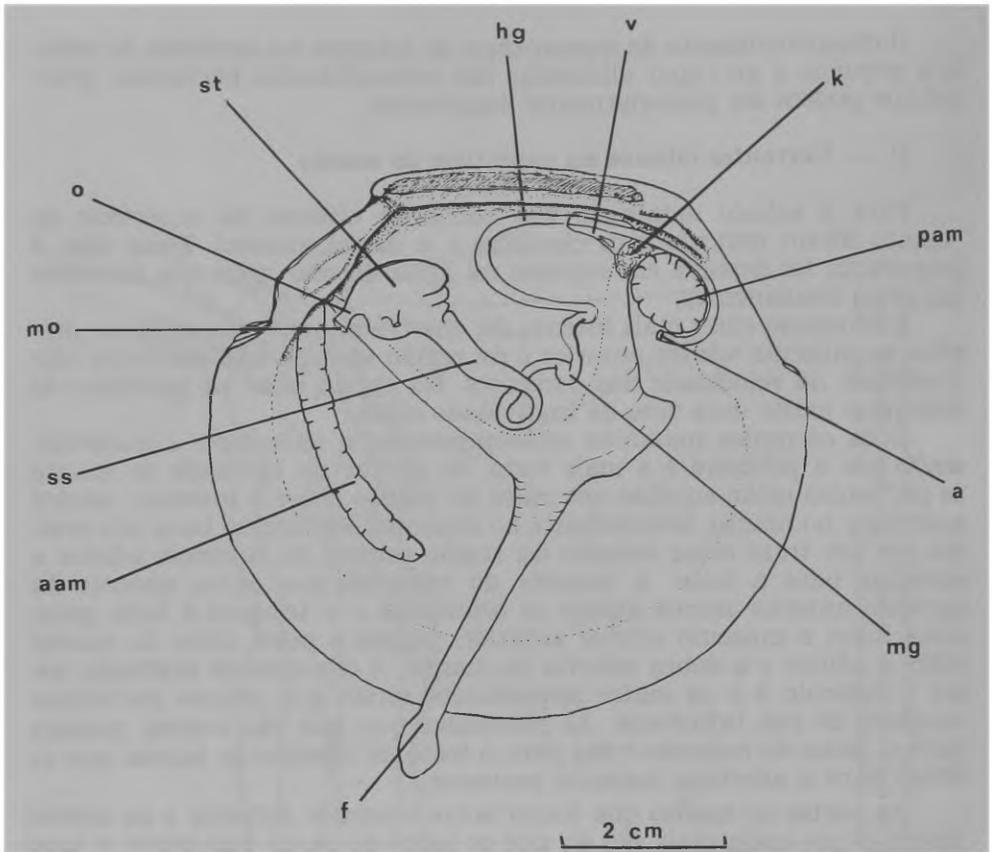


Figura 9 — *Lucina pectinata*. Aparelho digestivo visto do lado esquerdo; aam, músculo adutor anterior; ap, papila anal; f, pé; hg, intestino posterior; k, rim; mg, intestino médio; mo, boca; o, esôfago; pam, músculo adutor posterior; ss, saco do estilete; st, estômago; v, região do ventrículo.

quias que se colocam numa posição quase que paralela ao deslocamento da corrente inalante. As partículas são rejeitadas em pequenos grumos argamassadas em muco que se acumulam numa região situada na parte posterior da concha diametralmente oposta ao músculo adutor anterior. Essas massas atingem a cavidade do manto quando as valvas se abrem ou podem passar para a abertura inalante posterior. Como em *P. borealis*, na base desta o material fica girando, sendo desta forma compactado e rejeitado como pseudo-fezes.

10 — Canal Alimentar

A — Estrutura Geral

A disposição dos órgãos do canal alimentar está representada na Figura 9.

A boca (mo) em forma de fenda, localiza-se posteriormente ao músculo adutor anterior (aam), no fundo de uma depressão formada pela

aposição dos lábios. Após a boca, o esôfago (o) curto, achatado dorso-ventralmente, abre-se no estômago (st) elíptico, relativamente desenvolvido e situado na porção ântero-mediana da massa visceral. O capuz dorsal situado do lado esquerdo do estômago é pouco desenvolvido. O saco do estilete (ss) e o intestino médio, unidos, abrem-se na região posterior e ventral do estômago e continuam-se para a região póstero-ventral da massa visceral. Segue-se o intestino médio (mg) que descreve uma alça na massa visceral e depois de formar duas curvas em direção dorsal, atinge a região posterior do animal, formando o intestino posterior (hg). Este, após ser envolvido pelo pericárdio e ventrículo (v), descreve um arco sobre o músculo adutor posterior (pam) e termina na papila anal (ap). O estômago é recoberto pelos túbulos dos divertículos digestivos, de cor marrom e pelas gônadas.

B — Estrutura detalhada do estômago

O estômago dos Lucinidae na concepção de Allen (1958) é muito simples. Realmente os trabalhos de Purchon (1958, 1960) sobre o estômago dos Bivalvia demonstram que, em geral, nos Lucinacea o estômago é pouco complexo. Allen (1958), após estudar nove espécies pôde constatar apenas pequenas diferenças na morfologia do estômago que obedeciam a um plano básico comum.

O estômago de *L. pectinata* (Fig. 10) é tão simples quanto aos dos Lucinidae descritos por Allen (op. cit.). Como o estudo deste órgão pode trazer esclarecimentos com relação às adaptações que essa espécie sofreu, uma descrição minuciosa do mesmo se faz necessária.

Como definido por Purchon (1958), o estômago de *L. pectinata* classifica-se como sendo do tipo IV.

O esôfago (o) abre-se no estômago dorsalmente; o saco do estilete (ss) combinado com o intestino médio situa-se na parede póstero-ventral do estômago e aprofunda-se posteriormente em direção ventral dentro da massa visceral.

A tiflosole menor (mt) termina no lado direito do estômago próximo ao orifício do intestino médio.

A tiflosole maior (ty) inicia-se na abertura do intestino médio e passa para a região anterior sobre o assoalho do estômago acompanhada em seu percurso pelo sulco intestinal. Esta estrutura curva-se gradualmente para o lado esquerdo e termina no ceco esquerdo (lc), no assoalho anterior esquerdo do estômago. Não existe em *L. pectinata* ceco do lado direito; ali abrem-se dois dutos do divertículo digestivo (dd_1 e dd_2) diretamente no assoalho do estômago e seus orifícios estão relativamente próximos do sulco intestinal (ig). Entre os dois orifícios existe uma área de triagem (sa) com sulcos e elevações finas que invadem aquelas aberturas como ocorre em *Brechites penis* (L.) (Purchon, 1960). Allen (1958) descreveu para os Lucinidae a ausência de ceco direito e a presença de um ceco esquerdo muito reduzido, sendo que apenas um duto isolado direito foi localizado. O divertículo digestivo no lado esquerdo do corpo do animal abre-se no interior do estômago dentro do ceco esquerdo situado na parede esquerda anterior do estômago, anterior e ventral à suave depressão que constitui a bolsa

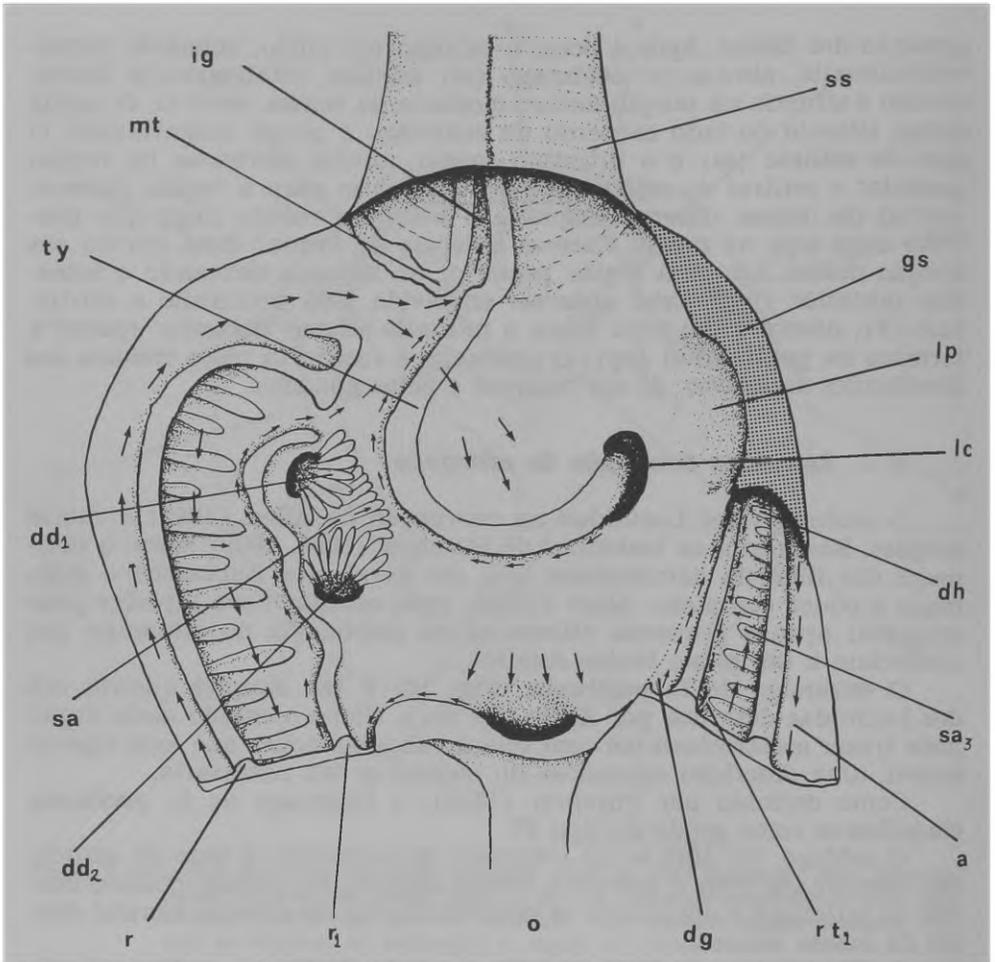


Figura 10 — *Lucina pectinata*. Representação diagramática evidenciando as estruturas e correntes ciliares principais do estômago. As setas indicam a direção das correntes ciliares principais; at, trato de aceitação; dd₁ e dd₂, dutos do divertículo digestivo; dg, sulco dorsal; dh, capuz dorsal; gs, escudo gástrico; ig, sulco intestinal; lc, ceco esquerdo; lp, bolsa esquerda; mt, tiflosole menor; o, esôfago; r, dobra posterior; r₂, dobra anterior; rt, sulco de rejeição; sa, área de triagem no assoalho do estômago; sa₃, área de triagem posterior; ss, saco do estilete; ty, tiflosole maior.

esquerda (lp). A tiflosole descreve um semi-círculo no interior do ceco esquerdo. Este recebe cinco dutos do divertículo digestivo regularmente dispostos. A tiflosole maior emite projeções para dentro das aberturas dos dutos, facilmente visualizadas na dissecação. Em geral, a regra é a de que os animais que apresentam os estômagos dos tipos IV e V tenham os cecos direito e esquerdo invadidos pela tiflosole maior. *L. pectinata* não apresenta o ceco direito como Allen descreve para os Lucinidae, mas o ceco esquerdo não é de forma nenhuma reduzido, lembrando, apenas neste aspecto, o de *Diplodonta punctata* (Allen, 1958).

O escudo gástrico (gs) é pouco desenvolvido e estreito; a projeção que se localiza na abertura do capuz dorsal (dh) apesar de reduzida está presente; a projeção lateral do escudo se perde, o que é compreensível uma vez que a bolsa esquerda se transforma em apenas uma depressão. Na configuração geral, o estômago de *L. pectinata* lembra o de *Thyasira flexuosa* (Allen, op. cit.).

O capuz dorsal é semelhante ao de *D. punctata*; abre-se no lado esquerdo do estômago e próximo a sua abertura localiza-se a bolsa esquerda, que nada mais é do que uma depressão suave. No capuz dorsal terminam o trato de aceitação (at), um sulco de rejeição (rt₁), a dobra posterior (r), a área de triagem posterior (sa₃), a dobra anterior (r₁) e o sulco dorsal (dg) com a projeção do escudo gástrico.

A área de triagem mais desenvolvida é a posterior (sa₃) que se inicia na parede lateral direita do estômago passando para o teto e encaminhando-se para o lado esquerdo onde termina no capuz dorsal. Essa área, semelhante às encontradas em outros bivalves, é formada por dobras e sulcos sendo limitada no lado dorsal pela dobra posterior (r) e os sulcos longitudinais do trato de aceitação (at); ventralmente se limita pela dobra anterior (r₁) que a separa da região dos dutos do lado direito. Além desta existe ainda uma área com sulcos e elevações finas no assoalho do estômago (sa).

C — Funcionamento do estômago

A maioria das partículas aceitas entram pelo esôfago embebidas em muco. Este se enrola no ápice do estilete cristalino que apresenta um movimento de rotação no sentido horário quando visto do teto do estômago. A rotação do estilete nunca foi verificada em animais cujo estômago fora dissecado; no entanto, o movimento de partículas visto através da parede do estômago por transparência concorda com as observações de Owen (1953, 1955) pois as mesmas eram levadas pelo estilete para a área de triagem posterior. Partículas leves e finas eram enviadas através do batimento ciliar pelo trato de aceitação na parede lateral direita do estômago e conduzidas para dentro do capuz dorsal. Somente partículas finas atingem o ápice do capuz de onde são levadas pela corrente na parede posterior deste até o escudo gástrico e incluídas à massa do ápice do estilete. Partículas pesadas são levadas pelos cílios do sulco de rejeição à região do sulco intestinal. Outras partículas provenientes da região situada abaixo da cabeça do estilete são captadas pelos cílios da área de triagem (sa₃) e conduzidas para a rejeição através do sulco intestinal ou levadas para as correntes da tiflosole maior, quando se tratar de material fino. Muitas destas partículas passam para o trato de aceitação e ou são enviadas para o capuz dorsal ou para o sulco intestinal.

Partículas alcançando o escudo gástrico são ou carregadas para o sulco do trato de aceitação ou são enviadas ao longo da aba do escudo para o ápice do estilete cristalino. Essas partículas podem ser trituradas antes de se unirem às partículas do trato de aceitação.

Partículas provenientes da região apical do estilete são levadas ventralmente sobre a parede lateral direita do estômago e alcançando a abertura do saco do estilete são enviadas para as correntes do assoalho

do estômago em direção das aberturas do divertículo digestivo do lado direito e do ceco esquerdo. Dentro do ceco, principalmente, sobre as extensões da tiflosole, partículas são encaminhadas até o divertículo digestivo. Para as aberturas isoladas e ceco esquerdo chegam também partículas que originadas do trato de aceitação e levadas para a região posterior até o ápice da tiflosole menor passam para a tiflosole maior e daí para a região anterior. Partículas muito grandes ou em excesso voltam para a circulação geral.

Material rejeitado dos dutos isolados do lado direito ou do ceco esquerdo é enviado para o intestino médio através da região basal da tiflosole maior. Algum material pode ser enviado até a abertura do esôfago e daí ao sulco dorsal e então pode entrar na circulação dentro do estômago.

O material ingerido é submetido a uma seleção intensa que parece ser principalmente quantitativa (Owen, 1953). A dobra da tiflosole maior isola as correntes do sulco intestinal, mas apesar dos dutos do lado direito terminarem no estômago o material rejeitado é conduzido pelos cílios da área de triagem (sa) para o sulco intestinal, assim como o que é rejeitado pelo ceco esquerdo.

O material que é carregado pelo sulco intestinal é proveniente da área de triagem posterior e das correntes de rejeição dos divertículos digestivos.

Conclusões e Discussão

Lucina pectinata (Gmelin, 1791) é um bivalve que vive enterrado à uma profundidade de 15 a 20 cm, em praias areno lodosas, alimentando-se de material em suspensão e revelando uma série de adaptações a esse tipo de habitat. Nos locais em que ocorre, a fauna é, em geral, pobre. Este animal não é comum onde existe grande número de exemplares de outras espécies da fauna entre-marés. A quantidade excessiva de sulfeto de hidrogênio ocasiona a pobreza da fauna local e o aparecimento de *L. pectinata* nessas regiões talvez seja devido a possibilidade do animal poder escavar o tubo inalante anterior tornando-o apto a viver com sucesso nesse ambiente. Allen (1958) já havia levantado esta hipótese para os Lucinidae. No entanto os trabalhos de Moore (1958) e Narchi (1974) apontam espécies de Veneridae vivendo em ambiente anóxico, respectivamente *Venus mercenaria* Linné e *Anomalocardia brasiliensis* Gmelin, que não formam tubo inalante anterior.

Apesar de possuírem as aberturas inalante e exalante posteriores, *L. pectinata* tem o tubo inalante anterior considerado por Allen (op. cit.) como uma especialização secundária. O aparecimento deste tubo anterior é acompanhado pela modificação de muitas estruturas relacionadas com a tomada de alimento. Sem dúvida nenhuma, a principal corrente respiratória é a anterior e este fato mostra a possibilidade desses animais viverem em substratos onde o conteúdo de oxigênio é insignificante. A corrente inalante posterior é pequena e pouco ou nenhum alimento entra por ali.

A abertura inalante posterior não se estende como um sifão; é pouco provável que ela seja usada para outro fim que não a eliminação das pseudofezes.

O pé é bem adaptado no sentido de poder cavar e construir o tubo inalante anterior. Nesta espécie, o canto do pé (calcanhar) é usado para movimentos no substrato enquanto que sua parte vermiforme é usada quase que exclusivamente para a construção do tubo inalante. Pelo seu desenvolvimento, a análise das características do "calcanhar" sugere que *Lucina pectinata* tenha uma existência sedentária.

Elementos que funcionam na seleção de partículas são: manto, o epitélio do músculo adutor anterior, ctenídeos, palpos e estômago.

O grande desenvolvimento da musculatura na borda do manto mostra que o animal tem a possibilidade de permanecer fechado durante longos períodos de tempo com os lobos do manto retraídos, o que condiz com o ambiente pobre em oxigênio onde a espécie vive. O manto apresenta uma dobra que serve de base para o principal trato de rejeição e abaixo dela, na porção da dobra interna da margem livre do manto, mais próximo à concha, ocorre outro trato de rejeição. Essas duas dobras delimitam um canal na região inferior da cavidade palial e ali aparecem formações conhecidas como brânquias do manto. Dentro do canal, a corrente de rejeição aglutina partículas com o muco proveniente das células glandulares localizadas no lobo interno; esse trato de rejeição mostra um fluxo constante de partículas em direção à região posterior do animal com velocidade inferior ao do trato de rejeição principal. As inúmeras brânquias do manto, muito dobradas são presas de tal forma na câmara inferior da cavidade do manto que podem aproveitar o fluxo de água no sentido ântero-posterior. Além disso estão associadas a vasos sanguíneos paliais, o que indica uma função respiratória auxiliar, apesar de Allen & Turner (1970) referirem-se também à função sensorial e direcional. Fundamentalmente o desenvolvimento dessas estruturas decorreria de uma adaptação para o aproveitamento maior do suprimento de oxigênio.

O músculo adutor anterior e seu mecanismo ciliar de triagem apresenta-se muito desenvolvido e segundo Allen (1958) este fato pode ser correlacionado com a habilidade do animal formar o tubo inalante anterior. Este músculo sofre um alongamento, aumentando a formação do canal inalante; como o epitélio que recobre o músculo é ciliado ele funciona como um seletor de partículas que entram através da corrente inalante anterior. As partículas finas passam por um trato ciliar estreito na região central do músculo adutor e são enviadas para a boca. Essa corrente de aceitação é importante pois são poucas as partículas que escapam de sua influência; as que são rejeitadas passam para os lados do músculo e daí para os tratos de rejeição do manto. Partículas pesadas são eliminadas pelos tratos de rejeição próximo ao ápice do músculo ou sobre a dobra interna. Como a eficiência deste mecanismo de triagem é grande há uma redução do tamanho dos palpos e da atuação das brânquias na seleção de partículas. No entanto, é evidente que os mecanismos ciliares ao longo do músculo adutor anterior não tenham a mesma eficiência na triagem das partículas que a encontrada nas brânquias e palpos de outros bivalves, o que facilita a entrada de partículas grandes para o interior do trato digestivo.

Os ctenídeos de *L. pectinata* compõe-se apenas da demibrânquia interna, em cuja borda ventral existe um sulco ciliado revestido por cílios pequenos. Ocorrem outros dois sulcos nas regiões proximais das la-

melas ascendente e descendente; isto faz com que este tipo não concorde com o descrito por Atkins (1937) como G, no qual só existe 1 sulco na margem livre da demibrânquia interna. Desta forma classificou-se como do tipo G₍₁₎ ao ctenídeo de *L. pectinata*.

O ctenídeo é grosso e rico em tecido subfilamentar, o que só foi verificado nos membros desta família. Além disso, existem também células grandes contendo grânulos de pigmento marrom. A importância desse fato ainda não foi aventada por nenhum especialista mas na decorrência do ambiente onde os animais vivem poderia se tratar de reservas que supririam as necessidades desses bivalves em períodos difíceis. A ausência de cílios ao redor do sulco marginal e a falta de outros cílios especiais provam que a quantidade de partículas em suspensão é pequena.

Os palpos labiais de *L. pectinata* são muito pequenos como nos Lucinidae em geral e não têm a eficiência necessária para impedir a entrada de partículas grandes ou de fios de muco com partículas aglutinadas.

O estômago apresenta certas modificações, como a presença de áreas de triagem pouco desenvolvidas o que demonstra a adaptação deste animal a tratar com partículas alimentares grandes.

O estômago de *L. pectinata* basicamente é tão simples quanto dos Lucinidae descritos por Allen (1958). Na classificação de Purchon de estômago tipo IV uma das características é a de que a tiflosole maior penetra no ceco direito e ao sair do mesmo passa sobre o assoalho do estômago e penetra no ceco esquerdo, onde irá terminar. Em *L. pectinata* não existe o ceco direito; no seu lugar abrem-se dois dutos do divertículo digestivo diretamente no assoalho do estômago sendo que seus orifícios estão situados relativamente próximos ao sulco intestinal. O ceco esquerdo no entanto é bem desenvolvido e recebe cinco dutos do divertículo digestivo. Na maioria dos Lucinidae conhecidos não existe ceco direito e apenas um duto isolado no assoalho do estômago do lado direito foi localizado; o ceco esquerdo é muito reduzido. A atuação maior do estômago não é no sentido de rejeitar partículas e sim na aceitação das mesmas de tal forma que têm maior importância a atuação do trato de aceitação, da tiflosole, do ceco esquerdo muito desenvolvido e do sulco dorsal. A atividade muscular do estômago ajuda na distribuição das partículas não ficando as mesmas, como Purchon (1955) definiu, na dependência da atividade ciliar.

O intestino de *L. pectinata* é curto e pouco enrolado, o que está relacionado com a rápida passagem pelo trato digestivo das partículas rejeitadas. Os mecanismos ciliares de triagem ao longo do músculo adutor anterior, a falta de cílios ao redor do sulco marginal e de outros cílios especiais na demibrânquia, as modificações do estômago para que o animal trate com partículas alimentares grandes são provas de que a espécie está adaptada a viver num ambiente onde o alimento é restrito a um mínimo, inclusive em partículas alimentares finas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, R.T., 1974 — *American Seashells*. 2 ed. New York, D. Van Nostrand Reinhold Co, 663 p.

- ALLEN, J.A., 1953 — Function of the foot in the Lucinacea (Eulamellibranchia). *Nature*, 171: 1117.
- 1954 — On the structure and adaptations of *Pandora inaequalis* and *P. pinna*. *Q. Jl. microsc. Sci. N.S.*, 95: 473-482.
- 1958 — On the basic form and adaptations to habit in the Lucinacea (Eulamellibranchia). *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B*, 241: 421-484.
- 1960 — The ligament of the Lucinacea (Eulamellibranchia). *Q. Jl. microsc. Sci. N.S.*, 101: 25-36.
- ALLEN, J.A. & TURNER, J.F., 1970 — The morphology of *Fimbria fimbriata* (Linné) (Bivalvia: Lucinidae). *Pac. Sci.*, 24: 147-154.
- ALTENA, C.O. Van R., 1971 — The marine Mollusca of Suriname (Dutch Guiana) Holocene and Recent. Part II. Bivalvia and Scaphopoda. *Zool. Verh.*, 119: 1-100.
- ATKINS, D., 1937 — On the ciliary mechanisms and interrelationships of Lamellibranchs. Part III. Types of Lamellibranch Gills and their Food Currents. *Q. Jl. microsc. Sci. N.S.*, 79: 375-421.
- ATKINS, D., 1938 — On the ciliary mechanisms and interrelationships of Lamellibranchs. Part VI. The pattern of the lateral ciliated cells of the gill filaments of the Lamellibranchia. *Q. Jl. microsc. Sci. N.S.*, 80: 331-344.
- CARCELLES, A., 1944. Catálogo de los moluscos marinos de Puerto Quequén. *Rev. Mus. La Plata, N.S., Zool.*, 3: 233-309.
- CARCELLES, A.R., 1950. Catálogo de los moluscos marinos de Patagonia. *Ann. Mus. Nahuel-Huapi*, 2: 41-102.
- CARCELLES, A.R. & WILLIAMSON, S.L., 1951. Catálogo de los moluscos marinos de la provincia Magallánica. *Rev. Inst. nac. Inv. Cienc. Nat.*, 2 (5): 225-383.
- CHAVAN, A., 1937 — Essai critique de classification des Lucines. *J. Conchyliol.*, 81: 133-153, 198-216, 237-282.
- 1938 — Essai critique de classification des Lucines. *J. Conchyliol.*, 82: 59-97, 105-130, 215-243.
- DALL, W.H., 1901 — Synopsis of the Lucinacea and of the American Species. *Proc. U.S. nat. Mus.*, 23: 779-833.
- DUVERNOY, G.L., 1853 — Mémoires sur le système nerveux des Mollusques acephales. *Mem. Acad. Sci., Paris*, 33: 1-115.
- FISCHER, P., 1887 — *Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique*. Paris, Librairie F. Savy, 1369 p.
- GOFFERJE, C.N., 1950 — Contribuição à zoogeografia da malacofauna do litoral do Estado do Paraná. *Archos. Mus. parana.*, 8: 221-282.
- GRAHAM, A., 1934 — The structure and relationship of lamellibranchs possessing a cruciform muscle. *Proc. R. Soc. Edinb.*, 54: 158-187.
- HIROKI, K., 1971 — Fisiocologia de invertebrados marinhos. Resistência à anoxia. *Bolm. Zool. Biol. mar., N.S.*, 28: 315-341.
- IHERING, H. von. 1897 — A ilha de São Sebastião. *Rev. Mus. Paulista*, 2: 129-164.
- IHERING, R., 1968 — *Dicionário dos animais do Brasil*. Brasília, Ed. Univ. Brasília, 790 p.
- LAMY, E., 1920 — Revision des Lucinacea vivants du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. *J. Conchyliol.*, 65: 71-388.
- LANGE DE MORRETES, F., 1949 — Ensaio de catálogo dos moluscos do Brasil. *Archos. Mus. parana.*, 7: 5-216.
- MCLEAN, R.A., 1951 — The pelecypoda or bivalve mollusks of Puerto Rico and Virgin Islands. *Scient. Surv. P. Rico*. 17 (1): 1-183.
- MOORE, H.B., 1958 — *Marine ecology*. New York, Wiley 493 p.
- NARCHI, W., 1972 — Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). *Bull. mar. Sci.*, 22: 643-670.
- 1974 — Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. *Papeis Dep. Zool., S. Paulo*, 27 (19): 235-262.
- 1976 — Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Molusca, Bivalvia). *Bolm. Zool., Univ. S. Paulo* 1: 331-350.
- no prelo — Comparative study of the functional morphology of *Caecella chinensis* Deshayes, 1855 and *Asaphis dichotoma* (Anton, 1839) from Ma Shi Chau, Hong Kong. *Proc. Hong Kong Malac. Workshop*.

- OWEN, G., 1953 — On the biology of *Glossus humanus* (L.) (*Isocardia cor* Lam.). *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 32: 85-106.
- 1955 — Observations on the stomach and digestive diverticula of the Lamellibranchia. Part I: Anisomyaria and Eulamellibranchia. *Q. Jl. microsc. Sci. N.S.*, 96 (4): 517-537.
- PELSENEER, P., 1911 — Les lamellibranchs de l'expédition du Siboga. In: *Siboga Expédition monogr. Partie anatomique*. Leiden, E.J. Brill. 53a: 1-125, 26 pls.
- PURCHON, R.D., 1939 — Reduction in the ctenidia in the Lamellibranchia. *Nature Lond.* 144: 206.
- 1955 — The functional morphology of the rockboring lamellibranch *Petricola pholadiformis* Lamarck. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 34: 257-278.
- 1958 — The stomach in the Eulamellibranchia; stomach type IV. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 131: 487-525.
- 1960 — The stomach in the Eulamellibranchia; stomach types IV and V. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 135 (3): 431-489.
- RIDEWOOD, W.G., 1903 — On the structure of the gills of the lamellibranchia. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, B*, 195: 147-284.
- RIOS, E.C., 1970 — *Coastal Brazilian Seashells*. Rio Grande, Fundação Universidade do Rio Grande, 255 p. 60 pls.
- 1975 — *Brazilian Marine Mollusks Iconography*. Rio Grande, Fundação Universidade do Rio Grande, 331 p. 91 pls.
- STASEK, C.R., 1963 — Synopsis and discussion of the association of ctenidia and labial palp in bivalved Mollusca. *Veliger*, 6 (2): 91-97.
- WARMKE, G.L. & ABBOTT, R.T., 1961 — *Caribbean Seashells*. Pennsylvania, Livingston Publishing Co. 348 p.
- YONGE, C.M., 1946 — On the habits and adaptations of *Aloidis* (*Cordula*) *gibba*. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 26: 358-376.
- 1948 — Formation of siphons in Lamellibranchia. *Nature, Lond.*, 161: 198-199.
- 1949 — On the structure and adaptation of the Tellinacea, deposit-feeding Eulamellibranchia. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 234: 29-76.
- 1957 — Mantle fusion in the Lamellibranchia. *Publ. Staz. zool. Napoli*, 29: 151-171.