

GLÂNDULA DIGESTIVA DE *MYTELLA GUYANENSIS*
(BIVALVIA: MYTILIDAE) — MUDANÇAS CITO FISIOLÓGICAS
NOS TÚBULOS — CICLO DIGESTIVO

Marinei Grotta, Mario Gempel, Francineide M. A. Dantas
e Margarida C. Araújo

ABSTRACT

Digestive gland of *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) — Cytophysiological changes of the tubules — Digestive cycle. Cytophysiological evaluation of digestive tubules and tides synchronism of *Mytella guyanensis*, related to discontinuous feeding process, was performed in the present paper. Ten animals sampling, every two hours intervals over a 12 hour period were collected, fixed in alcoholic Bouin, imbedded in paraffin and stained in Masson's trichomic. The tubules presented digestive cells under the following morphophysiological changes or "phases": I - absorption; II - intracellular digestion; III - assimilation; IV - apocrine secretion; V - restauration and VI - holding phases. Basophilic secreting cells were under the following "phases": I - assimilative/absorptive; II - synthesizing; III - secretive merocrine; IV - secretive apocrine; V - restauration and VI - holding phases. Therefore, digestive gland behaves like a merocrine (when basophilic secretory cells secrete granules), like an apocrine (when acidophilic digestive cells eliminate the apical portion of cytoplasm and its secretion), or like a holocrine one (when all secretory or digestive cells are eliminated). Ducts showed to participate in the food absorption process. Digestive cycle showed to be a consequence of morphophysiological modifications of acidophilic digestive cells, once they were massively present. As a conclusion, *M. guyanensis* presents a feeding cycle with coordinated intracellular and extracellular digestion and its digestive cycle is continuous, but cyclic and triphasic.

Keywords: Mollusca, *Mytella guyanensis*, digestive gland, tubules and digestive cycle.

Descritores: Mollusca, *Mytella guyanensis*, glândula digestiva, túbulos e ciclo digestivo.

INTRODUÇÃO

É sabido, desde a década de 70, que a cada fase do ciclo digestivo, em bivalves da zona de entremarés, que a glândula digestiva ou apresenta os túbulos digestivos com o mesmo aspecto ultraestrutural, denotando um funcionamento sincrônico e concomitante de todos os seus túbulos — ciclo este conhecido como monofásico — ou apresenta túbulos de dois aspectos diferentes, por conseqüência o ciclo é conhecido como difásico. Algumas espécies apresentam o ciclo monofásico, tais como *Cardium edule* (MORTON, 1970), *Ostrea edulis* (MORTON, 1971 e MATHERS, 1972), *Crassostrea gigas* (MORTON, 1977) e *Venerupis decussata* (MATHERS et al., 1979). Estes últimos descreveram, para animais submetidos ao ciclo de maré, um ciclo monofásico realizado em período de 12 horas, o qual permite a nutrição segundo a maré. Estes autores dividiram o ciclo em seis estados (A, B, C, D, E, F, sendo este subdi-

vidido em F1 e F2). No estado A ou "repouso", os túbulos da glândula digestiva estão prontos para receber alimento. O estado B corresponde às "atividades de absorção"; o C corresponde "a digestão"; o D corresponde ao "final da digestão", com a eliminação dos dejetos para a luz dos túbulos, através das esférulas de fragmentação. O estado F corresponde a "regeneração dos túbulos". Não há, jamais, em ciclo monofásico, a desintegração total dos túbulos. As espécies com este ciclo teriam como ponto em comum o fato de se situarem na região inferior da zona entremarés. Em oposição, as espécies que vivem em região superior da zona entremarés, tais como *Lasaea rubra* (McQUISTON, 1969) e *Pecten maximus* (MATHERS, 1976) e *Chlamys varia* (MATHERS et al., 1979), apresentam um ciclo difásico. Neste caso, os túbulos digestivos mostram, simultaneamente, duas fases digestivas diferentes. Uma metade está em fase de espera/absorção, a outra metade em fase de digestão/desintegração. De fato, em ciclo difásico, as células digestivas, em final de digestão, poderiam tanto emitir esférulas de fragmentação, como é observado no ciclo monofásico, ou se desintegrarem totalmente como em *Lasaea*, *Pecten* e *Chlamys*.

Por outro lado, a evolução seqüencial das mudanças citológicas na glândula digestiva, em função de numerosas variáveis, estão sendo cada vez mais discutidas, como disse MORTON (1977): "a perfeita compreensão da nutrição e da digestão de bivalves, assim como as mudanças citológicas das estruturas da glândula digestiva, só será possível quando a relação delas com a maré e as estações do ano forem realmente conhecidas".

Após uma profunda e minuciosa análise da bibliografia relacionada com o assunto, HENRY (1987) concluiu que "não parece que se possa ter um modelo único de digestão entre bivalves", pois, segundo a autora, o processo digestivo está relacionado à espécie e à sua ecologia.

No que diz respeito à digestão de mexilhões *Mytilus edulis*, LANGTON (1975) manteve animais alimentados descontinuamente, em laboratório, num regime de seis horas com e seis horas sem alimento e observou quatro tipos de túbulos: I - fase normal ou de espera; II - fase absorativa; III - fase desintegradora e IV - fase de reconstituição, porém, quando os mexilhões ficaram em jejum por duas a seis semanas, a percentagem dos túbulos do tipo I, fase de espera, aumentou em relação aos do tipo II. LANGTON (1975) concluiu que "a glândula digestiva de *Mytilus edulis* não é um estado fixo mas um sistema dinâmico que é modulado pela exposição ao ar e submersão, na praia, e alimentação e jejum, no laboratório".

A partir do conhecimento adquirido através da bibliografia acima consultada, houve o interesse de se pesquisar a dinâmica da glândula digestiva de *Mytella guyanensis*, espécie da região inferior da zona entremarés, somente exposta seis horas e imersa seis horas, quando a maré é de sizígia (0,0).

MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *M. guyanensis* foram coletados na praia da Ribeira, Município de Lucena (6° 57' S; 34° 51' W), litoral norte do Estado da Paraíba. A coleta teve início na maré baixa. Durante 12 horas, num intervalo constante de duas horas, lotes de 10

animais foram coletados e fixados imediatamente em paraformaldeído a 2%, em água do local de coleta. Após a fixação, os animais foram incluídos em histo-resina, cortados com 1 μ m de espessura, corados pela hematoxilina de Harris/eosina de Lison, conforme inovações técnicas de JUNQUEIRA et al. (1989).

As ilustrações esquemáticas foram feitas com auxílio de uma câmara clara Leitz Wetzlar, adaptada a um microscópio Wild/Leitz/Brasil, e as fotomicrografias foram feitas em um fotomicroscópio Nikon.

RESULTADOS

As modificações citomorfológicas dos túbulos digestivos podem ser acompanhadas mesmo ao nível da microscopia óptica (Fig. 1A).

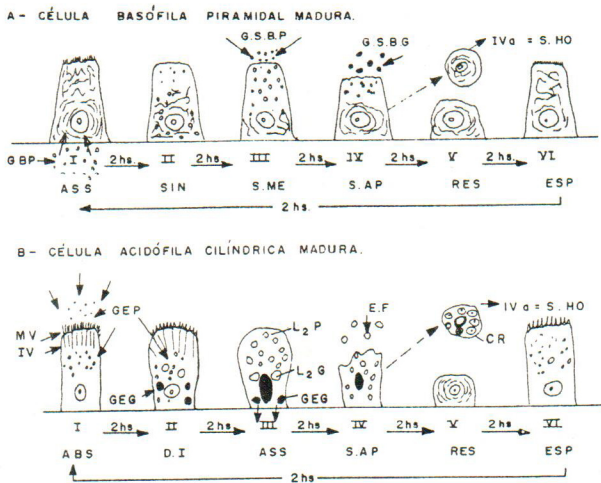


FIGURA 1 - Representação esquemática das fases das células dos túbulos digestivos de *M. guyanensis*. Ampliação: $\pm 325\times$. (A) - I - Fase de assimilação; II - Fase de síntese; III - Fase de secreção merócrina; IV - Fase de secreção apócrina; IVa - Fase de secreção holócrina; V - Fase de restauração; VI - Fase de espera. (B) - I - Fase de absorção; II - Fase de digestão intracelular; III - Fase de assimilação; IV - Fase de secreção apócrina; IVa - Fase de secreção holócrina (esporádica); V - Fase de restauração; VI - Fase de espera).

As células acidófilas da linhagem digestiva passam por modificações citológicas denominadas fases.

Na fase I (absorção), as células acidófilas digestivas maduras apresentam microvilosidades (M.V.) numerosas e altas, fortemente coradas pela fucsina ácida do

tricolor de Masson, e intervalos (I.V.) numerosas e longas, que se formam durante o encaminhamento das partículas absorvidas até a região supra-nuclear, onde se desprendem e formam os grânulos eosinófilos pequenos (G.E.P.).

Na fase II (digestão intracelular), as células acidófilas digestivas maduras se apresentam bojudas e os grânulos eosinófilos pequenos se fundem, formando grânulos eosinófilos grandes (G.E.G.). Os lisossomos primários aí existentes injetam as suas enzimas digestivas dentro de fagossomos, formando os lisossomos secundários pequenos (L.2.P.) e, em seguida, os lisossomos secundários grandes (L.2.G.). Neles está ocorrendo a digestão intracelular.

Na fase III (assimilação), os grânulos eosinófilos pequenos e grandes passam por difusão através da membrana basal e podem ser vistos no interior dos macrófagos (Ma) subjacentes aos túbulos, que estão nas proximidades do pólo basal.

Na fase IV (secreção apócrina), o pólo apical das células, apresenta-se irregular em consequência da fragmentação da membrana. Os lisossomos secundários pequenos (L.2.P.) e os grandes (L.2.G.), que ficam sempre na posição supra-nuclear, são eliminados na forma de esférulas de fragmentação (E.F.).

A fase IVa (secreção holócrina) pode ocorrer esporadicamente, quando a célula não consegue se restaurar, e é eliminada juntamente com os corpos residuais (C.R.), que restam no interior do citoplasma.

Na fase V (restauração), começa a restauração da membrana plasmática apical e a formação das microvilosidades.

Na fase VI (de espera), ocorre a reposição das organelas apicais perdidas.

As células basófilas da linhagem secretora passam também por modificações citomorfológicas (Fig. 1B).

Na fase I (absorção/assimilação), observam-se microvilosidades no pólo apical e uma forte basofilia na região peri- e infra-nuclear. Esta configuração indica que a matéria prima é absorvida através do pólo apical e assimilada pelo basal.

Na fase II (de síntese), a matéria prima absorvida pelo pólo apical forma, juntamente com os lisossomos primários, os grânulos de secreção basófilos pequenos (G.S.B.P.) e a assimilada pelo pólo basal forma os grânulos de secreção basófilos grandes (G.S.B.G.).

Na fase III (merócrina), são eliminados somente os grânulos de secreção pequenos, sem haver destruição da membrana apical da célula.

Na fase IV (apócrina), são eliminados os grânulos de secreção maiores, juntamente com o pólo apical da célula.

Na fase IVa (holócrina), o restante da célula em fase IV, que não se restaura, exaurida, é extrusada.

Na fase V (restauração), ocorre a reconstituição do ergastoplasma e a restauração da porção apical da célula.

Na fase VI (espera), toda célula se reconstitui.

Através da análise dos numerosos cortes histológicos, transversais e longitudinais do animal, pode-se observar, acompanhando a Fig. 2, que as características mais comumente encontradas, na glândula digestiva como um todo, sempre descritas do ístmo para a base, passando pelo colo, foram:

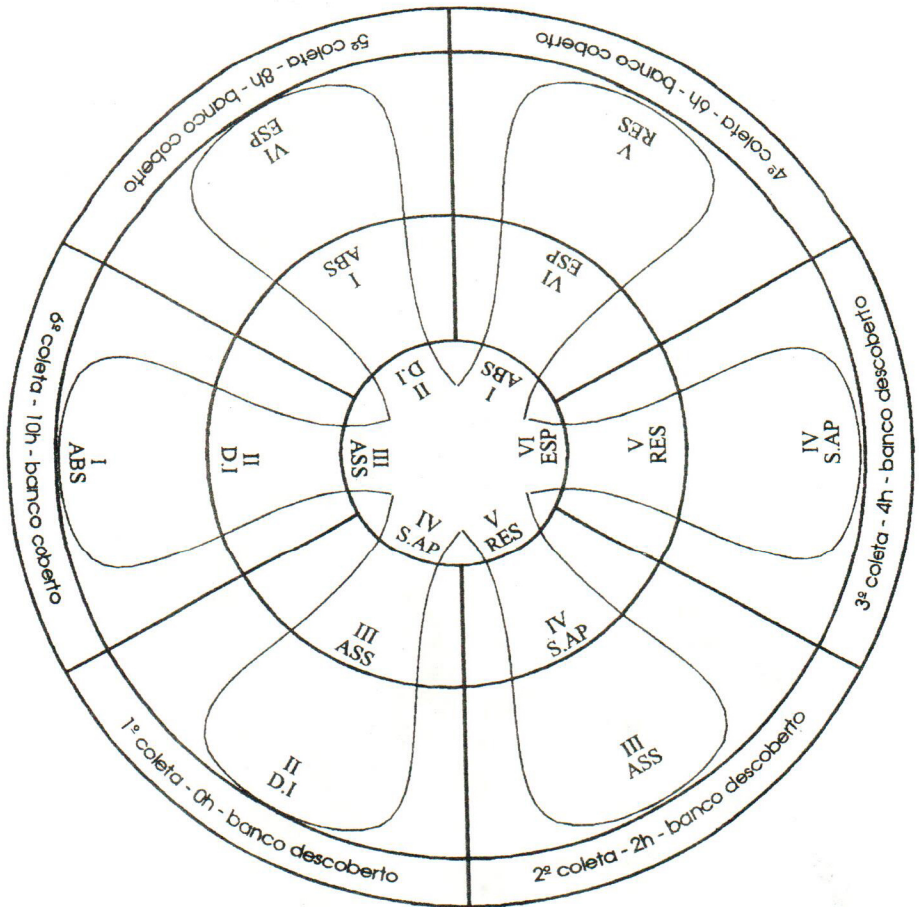


FIGURA 2 – Representação esquemática dos túbulos digestivos de *M. guyanensis*, durante um ciclo de maré.

Na primeira coleta a maré estava baixa, portanto o banco estava descoberto. Nos cortes histológicos transversais observa-se a glândula digestiva apresentando túbulos em três fases distintas. Na porção proximal da glândula, denominada ístmo, ocorrem células em fase de secreção apócrina (S.AP. = IV), na porção mediana, denominada colo, ocorrem células em fase de assimilação (ASS. = III) e na porção distal da glân-

dula, em fundo cego, denominada base do túbulo, ocorrem células em fase de digestão intracelular (D.I. = II).

Na segunda coleta, os animais fixados duas horas após o início do experimento, o banco estava ainda descoberto. Nesta situação encontramos, no ístmo, fase de restauração (RES. = V), no colo, fase de secreção apócrina (S.AP. = IV) e na base, fase de assimilação (ASS. = III).

Na terceira coleta, os animais fixados quatro horas após o início do experimento, o banco ainda estava descoberto. Nesse período (Fig. 3), encontramos fase de espera (ESP. = VI), de restauração (RES. = V) e de secreção apócrina (S.AP. = IV).

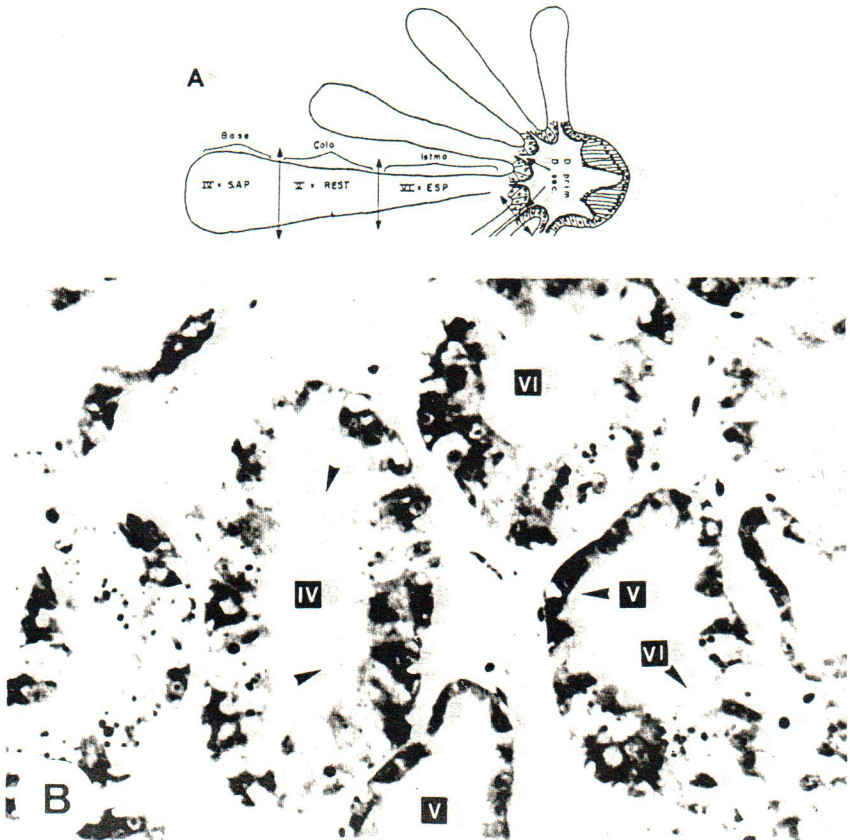


FIGURA 3 – A: Representação esquemática do adenômero (túbulos e ductos) de *M. guyanensis*, nos diferentes planos de corte. Amp. \pm 180x. B – Corte transversal de túbulos digestivos de *M. guyanensis* nas seguintes fases: IV = células em fase de secreção apócrina, (pontas de setas = esférulas de fragmentação); V = células em fase de restauração; VI = células em fase de espera. Amp. \pm 360x

Na quarta coleta, os animais fixados seis horas após o início do experimento, a maré estava alta e o banco coberto. Durante este período encontramos fase absorviva (ABS. = I), de espera (ESP. = VI) e de restauração (RES. = V).

Na quinta coleta, os animais fixados oito horas após o início do experimento, a maré ainda estava cheia e o banco continuava coberto. Os túbulos se apresentaram nas fases de digestão intracelular (D.I. = II), absorviva (ABS. = I) e espera (ESP. = VI).

Na sexta coleta, animais fixados 10 horas após o início do experimento, o banco continuava coberto. Neste período encontramos as fases de assimilação (ASS. = III), digestão intracelular (D.I. = II) e absorviva (ABS. = I).

Na sétima coleta, animais fixados 12 horas após o início do experimento, a situação foi igual à primeira, portanto não será descrita.

DISCUSSÃO

1 – CICLO DIGESTIVO TRIFÁSICO

De início, a análise dos numerosos cortes histológicos da glândula digestiva de *M. guyanensis*, durante as coletas efetuadas de duas em duas horas, dá a nítida impressão de falta de sincronismo na glândula. Somente após se lançar mão dos conhecimentos do ciclo digestivo como um todo, desde a tomada do alimento, do processo de seleção e de fragmentação que ocorrem no estômago (digestão mecânica e química), é que conseguimos visualizar o processo coordenado como o apresentado no esquema das Figs. 2 e 4.

Para compreender esta “falta de coordenação”, entre os túbulos digestivos de um animal, é necessário, de início, compreender a glândula digestiva como um todo e, em seguida, o trato digestivo.

Um fato a ser considerado, diz respeito à anatomia do animal e, em conseqüência, a do estômago e a da glândula digestiva de *M. guyanensis*. O animal apresenta um comprimento praticamente três vezes maior do que a altura e cinco vezes maior do que a largura, ($\pm C = 5,0$; $A = 1,7$ e $L = 1,0$, em média; GROTTA, com. pess.), com isso o estômago é “tubular” e a porção secretora da glândula digestiva é, também, tubular, diferentemente de *A. brasiliiana*, na qual o estômago é saculiforme e a porção secretora da glândula é acinosa (arredondada), segundo MOURÃO et al. (1994a, b).

Por conta desta “organização arquitetônica”, ou seja, pelo fato da unidade secretora da glândula ser tubular, na primeira tomada do alimento, este não penetra, simultaneamente, no túbulo todo. Assim que ele alcança o túbulo, é logo absorvido na porção inicial deste, na chamada região do istmo. Somente após, mais ou menos duas horas é que novamente chegará alimento neste túbulo, quando a primeira porção já passou da fase absorviva, agora é a segunda porção, região denominada de colo, que está em condições de absorvê-lo e, finalmente, duas horas depois, novamente chega alimento neste túbulo, porém, agora, é a região chamada base que absorverá este alimento.

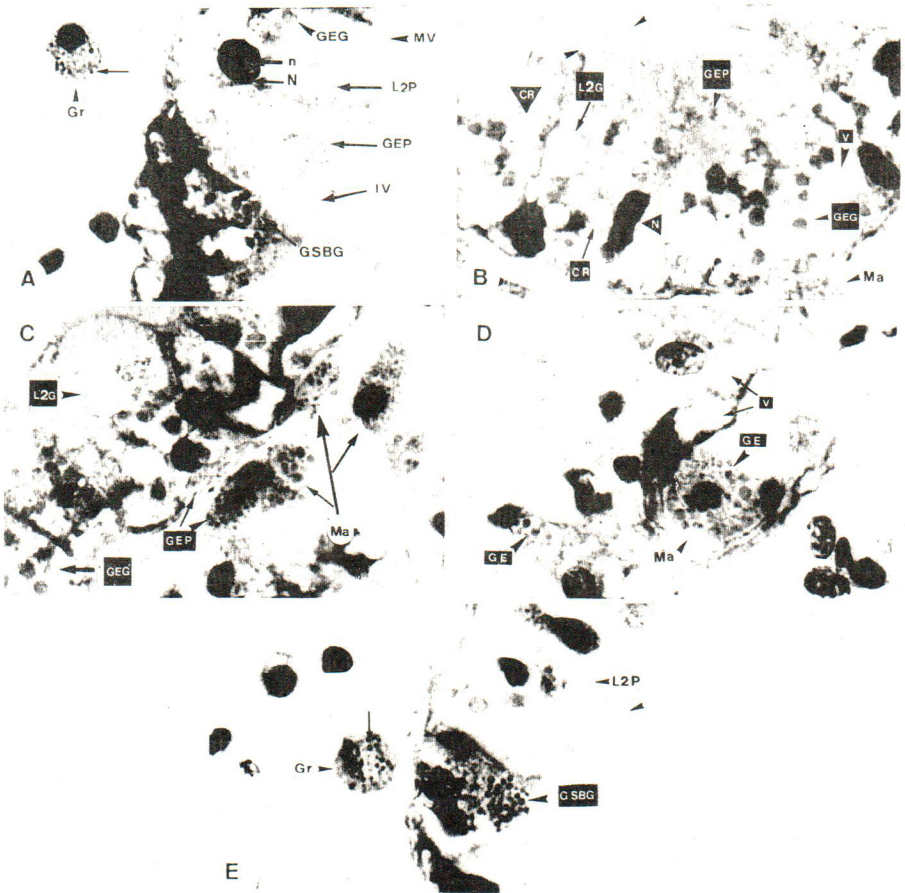


FIGURA 4 – Fotomicrografias de paredes de túbulos digestivos de *M. guyanensis*. Amp. = $\pm 900\times$. **A** – Células acidófila, fase de digestão intracelular: Microvilosidades (M.V.); intervilosidades (I.V.); grânulos eosinófilos pequenos (G.E.P.) e grandes (G.E.G.); lisossomos secundários pequenos (L.2.P.); núcleo (N); nucléolo (n). Célula basófila piramidal madura, fase de secreção merócrina: Grânulos de secreção basófilos grandes (G.S.B.G.); Granulócito (Gr) contendo grânulos basófilos pequenos (seta). **B** – Células acidófilas, fase de assimilação: Grânulos eosinófilos pequenos (G.E.P.); Grânulos eosinófilos grandes (G.E.G.); vacúolos (V); Macrófago (Ma). Células acifófilas, fase de secreção apócrina: Lisossomos secundários pequenos e grandes (L.2.G.); corpos residuais (C.R.); Pólo apical sendo extrusado (ponta de seta); Núcleo (N). **C** – Células acidófilas, fase de assimilação: Grânulos eosinófilos pequenos e grandes (G.E.P. e G.); Lisossomos secundários pequenos (L.2.P.); Macrófagos (Ma); Grânulos eosinófilos pequenos (G.E.P.). **D** - Célula eosinófila vacuolizada na base (V) e outra contendo grânulos eosinófilos (G.E.); Macrófago (Ma); Grânulos eosinófilos grandes e pequenos (G.E.). **E** – Célula acidófila, fase de secreção apócrina, pólo apical sendo extrusado (ponta de seta); Lisossomos secundários pequenos. Célula basófila piramidal madura: Grânulos de secreção basófilos grandes (G.S.B.G.); Granulócito (Gr) repleto de grânulos basófilos pequenos (seta).

Portanto, as mudanças morfofisiológicas de cada túbulo estão coordenadas entre si, de acordo com a chegada do alimento, absorção, digestão intracelular, assimilação, fragmentação, reconstituição da membrana e das organelas celulares.

Nos cortes histológicos da glândula digestiva de *M. guyanensis* podem ser verificadas seis fases cíclicas de digestão: Fase de absorção (I), de digestão intracelular (II), de assimilação (III), de secreção apócrina (IV), de restauração (V) e de espera (VI). A partir da maré alta, o istmo dos túbulos passam pelas fases I, II e III, quando a maré baixa, passam pelas fases IV, V e VI. Em função dos túbulos serem muito alongados, enquanto o istmo está na fase I, o colo está na fase IV e a base na fase V, portanto, o dinamismo do ciclo digestivo de *M. guyanensis*, é uma somatória de módulos dinâmicos dos túbulos, que se modificam a cada duas horas, num ciclo de 12 horas, seis de exposição ao ar e seis de submersão.

Em função do sincronismo iniciar nos túbulos e posteriormente na glândula como um todo, na maré alta nós encontramos as fases I, IV e V, na quarta coleta; II, I e IV, na quinta coleta; III, II e I, na sexta coleta; na maré baixa nós encontramos as fases: IV, III e II, na primeira coleta; V, IV e III na segunda coleta e VI, V e IV, na terceira coleta, sempre analisando o adenômero do istmo em direção à base, passando pelo colo. Portanto, num corte transversal, a glândula se apresenta sempre com três configurações diferentes, portanto o ciclo digestivo é trifásico.

2 – RITMO DIGESTIVO – CONTÍNUO – CÍCLICO

Para facilitar a interpretação e a compreensão do processo fisiológico digestivo de *M. guyanensis*, como um todo, iniciaremos analisando o ciclo digestivo, a partir da quarta coleta, porque, segundo LUBET (1978), no primeiro fluxo da maré ocorre a tomada do alimento e é quando se inicia a digestão extracelular.

Com relação à digestão de bivalves entremarés MORTON (1973) propôs um modelo que explica o ciclo de nutrição/digestão, em relação ao ritmo de abertura/fechamento das valvas. Entre estes animais, salvo exceções, o animal não se alimenta quando a maré está baixa e mantém suas valvas fechadas ou ligeiramente abertas, dependendo da espécie.

De acordo com MORTON (1983), assim que o alimento chega ao estômago, o material particulado mais fino é encaminhado diretamente para a glândula digestiva, sendo parte dele já absorvido pela região dorsal dos ductos primários e secundários, conforme concluiu HENRY (1987) e GROTTA e GREMPEL (no prelo a, b) em *Venerupis decussatus* e *A. brasiliiana*, respectivamente. Neste momento, as células digestivas do istmo dos túbulos de *M. guyanensis* encontram-se na fase absorviva (I), quarta coleta, e observa-se um material eosinófilo sobre as microvilosidades, dentro das intervalosidades e, também, formando os grânulos eosinófilos pequenos na região supra-nuclear. Segundo HENRY (1987), este material nutritivo é facilmente absorvido por pinocitose, em *V. decussatus*.

Enquanto isso, no estômago, inicia-se um processo de fragmentação mecânica, através da rotação do estilete cristalino, segundo MORTON (1973), formação gelatinosa, contra o escudo gástrico, parte da parede do estômago revestida por queratina,

descrita por BEZERRA (1993) em *Anomalocardia brasiliana*. Nesse processo, as enzimas liberadas — laminarinases e celulasas (SOVA et al, 1969), amilases (JACOBBER et al, 1980) e glucanases, em *Crassostrea gigas*, (BOUCAUD-CAMOU et al, 1983) — pelo desgaste do estilete cristalino na fase de dissolução, segundo (MORTON, 1973), juntamente com as peptidases (BOUCAUD-CAMOU et. al., 1983) liberadas pelas células da parede do estômago, realizam o processo de digestão extracelular. As partículas assim fragmentadas são selecionadas pelo batimento ciliar (GRASSÉ et al. 1970) de um epitélio com profundas dobras e cílios longos (BEZERRA, 1993), região esta denominada de área de seleção. Portanto, através destas ações conjuntas, ocorre, no estômago, uma nova triagem e um segundo fluxo de partículas vão sendo encaminhado aos túbulos, chegando à região do colo, mais ou menos duas horas após o primeiro fluxo (quinta coleta), quando estas células se encontram na fase de absorção (I).

Um terceiro fluxo, resultante do mesmo processo de fragmentação mecânica, digestão, fragmentação enzimática e seleção que continua no estômago, até a dissolução do estilete cristalino, chega mais ou menos duas horas depois (sexta coleta), quando as células da base dos túbulos se encontram na fase de absorção (I).

Em seguida, o processo fisiológico digestivo continua e as células do istmo dos túbulos digestivos na primeira coleta apresentam-se em fase de secreção apócrina (IV), nesta ocorre a fragmentação da membrana celular no pólo apical da célula digestiva, possibilitando a liberação dos lisossomos secundário pequenos e grandes aí acumulados, liberando-os na forma de esférulas de fragmentação que, segundo MORTON (1983), se dirigem para o estômago. Estas esférulas, contendo glucanases e proteases, que participarão do processo de reconstituição do estilete cristalino, juntamente com as peptidases produzidas pelas células secretoras da parede do estômago, de acordo com BOUCAUD-CAMOU et al. (1983). JUDD (1979) demonstrou que as células B e D do saco do estilete secretam a base do estilete.

Enquanto o estilete cristalino se reconstitue — fase de secreção — na glândula digestiva, na segunda coleta, as células digestivas do istmo passam pela fase de restauração (V), quando, às custas das próprias organelas celulares, o pólo apical se reconstitue e, em seguida, ocorre a fase de espera (VI), quando na realidade a célula está passando por um processo ativo de síntese protéica, para reconstituir seu patrimônio celular, enquanto aguarda um novo fluxo de maré, para reiniciarem o processo.

A partir da maré baixa, portanto, na primeira coleta, inicia-se a digestão intracelular, a qual passaremos agora a analisar. Nesta fase (II), os lisossomos primários fundem-se com os fagossomos contendo o material particulado absorvido na fase anterior, formando os lisossomos secundários pequenos e grandes. Estas etapas foram descritas por HENRY (1987) através da microscopia eletrônica, porém, a autora, denominou estas estruturas de vacúolos heterogêneos e esquematizou o mecanismo de liberação pela membrana basal ou lateral. Em *M. guyanensis*, ficou claro, como pode ser visto na Fig. 4, que somente os grânulos eosinófilos saem diretamente por estas vias — nós podemos acompanhá-las através da afinidade tintorial diferencial dos mesmos.

A fase assimilativa (III) acontece quando os grânulos eosinófilos atravessam a membrana plasmática lateral e basal da própria célula e o conteúdo deles é captado pelos macrófagos do tecido conjuntivo. Nesta situação recebem o nome de metabólitos

e são veiculados do tecido conjuntivo para a hemolinfa de onde serão encaminhados para os músculos adutores e as gônadas, de acordo com Le PENNEC et al. (1991).

RESUMO

A finalidade desta pesquisa foi fornecer uma avaliação citofisiológica do sincronismo entre os túbulos digestivos de *Mytella guyanensis*, em relação ao ciclo de maré, em resposta a um regime alimentar descontínuo. Com este objetivo, lotes de dez exemplares de *M. guyanensis* (Bivalvia-Mytilidae) foram coletados durante 12 horas, num intervalo constante de duas horas, fixados em Bouin alcoólico, incluídos em parafina e corados pelo tricrômico de Masson. Concluiu-se que os túbulos contêm células acidófilas digestivas, que passam por modificações morfofisiológicas denominadas "fases": I - de absorção, II - de digestão intracelular, III - de assimilação, IV - de secreção apócrina, V - de restauração e VI - de espera. Apresentam também células secretoras basófilas secretoras que passam pelas "fases" I - de assimilação/absorção, II - de síntese, III - de secreção merócrina, IV - de secreção apócrina, V - de restauração e VI - de espera. Desta forma, a glândula digestiva se comporta como uma glândula de secreção merócrina (quando as células basófilas secretoras só eliminam os grânulos de secreção), apócrina (quando as células acidófilas digestivas eliminam a porção apical do citoplasma, juntamente com a secreção) e, esporadicamente, também, holócrina (quando toda a célula, quer seja secretora ou digestiva, é eliminada). Os ductos participam, também, da absorção de alimentos. O ciclo digestivo é consequência das modificações morfofisiológicas das células acidófilas digestivas, visto que elas são a maioria. Concluiu-se que, na natureza, *M. guyanensis* apresenta um ciclo de alimentação, digestão intracelular e extracelular coordenados. O ciclo digestivo é contínuo, porém cíclico, e do tipo trifásico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, T.F.M. 1993 – **Histomorfologia do trato digestivo de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), (Bivalvia-Veneridae) – Costinha – Paraíba, Brasil.** Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 37 p.
- BOUCAUD-CAMOU, E., LEBESNERAIS, C., LUBET, P. e LIHRMANN, I. 1983 – Dynamique et enzymologie de la digestion chez l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Actes du colloque de Montpellier Bases Biol. de l'Aquaculture Ifremer* 1:75-96.
- GRASSÉ, P.P., POISSON, R.A. e TUZET, O. 1970. **Zoologie. I. Invertébrés.** Masson, Paris.
- GROTTA, M e GREMPEL, M. (no prelo a) – Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliana* – 1ª Parte: Caracterização, localização e renovação das células dos ácinos. *Rev. Bras. Biol.*
- GROTTA, M. e GREMPEL, M. (no prelo b) – Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliana* – 2ª Parte: Caracterização citológica dos ductos. *Rev. Bras. Biol.*
- HENRY, M. 1987 – **Glande digestive de la palourde *Ruditapes decussatus*.** 2 Vols. Thèse (Le grade de Docteur ES-Sciences) - Université de Droit D'Economie et de Sciences D'Aix, Marseille.
- JACOBBER, L.F., RICE, C. e AGRAND, J.R. 1980 – Characterization of the carbohydrate degrading enzymes in the surf clam crystalline style. *J. Food. Sci.* 45:381-385.
- JUDD, W. 1979 – The secretions and fine structure of bivalvia crystalline style sacs. *Ophelia* 3:187-232.
- LANGTON, R.W. 1975 – Synchrony in the digestive diverticula of *Mytilus edulis* L. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 55:221-230.

- Le PENNEC, M., BENINGER, P.G., DORANGE, G. e PAULET, Y.-M. 1991 – Trophic sources and pathways to the developing gametes of *Pecten maximus* (Bivalvia:Pectinidae). *J. mar. biol. Ass. U. K.* 71:451-463
- LUBET, P. 1978 – Nutrition des lamellibranches (Huitres, Moules). *Oceanis* 4:23-54.
- MATHERS, N.S. 1972 – The tracing of natural algal food labelled with a carbon 14 isotope through the digestive tract of *Ostrea edulis* L. *Proc. Malac. Soc. London*, 40:115-124.
- MATHERS, N.S. 1976 – The effects of tidal currents of the rhythm of feeding and digestion in *Pecten maximus* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 24:271-283.
- MATHERS, N.F.; SMITH, T. e COLLINS, N. 1979 – Monophasic and diphasic digestive cycles in *Venerupis decussata* and *Chlamys varia*. *J. Moll. Stud.* 45:68-81.
- MCQUISTON, R.W. 1969 – Cyclic activity in the digestive diverticula of *Lasaea* (Montagu) (Bivalvia: Eulamellibranchia). *Proc. Malacol. Soc. London* 38:483-492.
- MORTON, B.S. 1970 – The tidal rhythm and rhythm feeding and digestion in *Cardium edule*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 50:499-512.
- MORTON, B.S. 1971 – The daily rhythm and the tidal rhythm feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *Biol. J. Linnean Soc.* 3:329-342.
- MORTON, B.S. 1973 – A new theory of feeding and digestion in the filter feeding Lamellibranchia. *Malacologia* 14:63-79.
- MORTON, B.S. 1977 – The tidal rhythm of feeding and digestion in the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 26:135-151.
- MORTON, B.S. 1983 – Feeding and digestion in bivalvia; pp. 65-147. In: SALEUDDIN e WILBUR, Eds., **The Mollusca**, Vol. 5, Physiology Part. 2. Academic Press, New York.
- MOURÃO, J.S., GROTTA, M. e GREMPEL, M. 1994a – Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliiana* – 3ª Parte: Modificações citofisiológicas dos ácinos. *Rev. Bras. Biol.* 54(4):563-568.
- MOURÃO, J.S., GROTTA, M. e GREMPEL, M. 1994b – Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliiana* – 4ª Parte: Ciclo digestivo. *Rev. Bras. Biol.* 54(4):587-592.
- SOVA, V.V., ELYAKOVA, L.A. e VASKOVSKY, V.E. 1969 – The distribution of laminarase in marine invertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.* 32:459-464.

Marinei Grotta

Departamento de Morfologia-CCS/NEPREMAR-CCEN
Universidade Federal da Paraíba
Campus Universitário
58059-900 João Pessoa, PB
BRASIL

Mario Grempele

Departamento de Sistemática e Ecologia
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Universidade Federal da Paraíba
Campus Universitário
58059-900 João Pessoa, PB
BRASIL

Francineide M. A. Dantas

e

Margarida C. Araújo

Núcleo de Estudos e Pesquisas dos Recursos do Mar – NEPREMAR
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Universidade Federal da Paraíba
Campus Universitário
58059-900 João Pessoa, PB
BRASIL