CICLO REPRODUTIVO DE *Anomalocardia brasiliana* (GMELIN, 1791) (MOLLUSCA, BIVALVIA, VENERIDAE) NA PRAIA DO CANTO DA BARRA, FORTIM, CEARÁ, BRASIL *

Cristina de Almeida Rocha BARREIRA [1,3] e Maria Lúcia Rodrigues ARAÚJO [2]

RESUMO

Os bivalves marinhos são muitos apreciados como alimento e também pela possibilidade de suas conchas serem aproveitadas na confecção de várias utilidades, especialmente enfeites. O ciclo reprodutivo do bivalve marinho venerídeo, *Anomalocardia brasiliana,* foi estudado, sendo correlacionado com parâmetros ambientais, como salinidade, temperatura e precipitação pluviométrica. As amostragens foram realizadas mensalmente, de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, localizada no estuário do Rio Jaguaribe, Município de Fortim, Estado do Ceará. A identificação dos sexos e a caracterização das fases de desenvolvimento da gônada foram realizadas utilizando-se técnicas histológicas de rotina. A diferenciação sexual dos bivalves ocorreu, provavelmente, quando o comprimento da concha estava entre 12,9 mm e 17,9 mm. Durante a gametogênese identificaram-se, em fêmeas, ovogônias, ovócitos pré-vitelogênicos, vitolegênicos e maduros, e em machos, espermatogônias, espermatócitos I, espermatócitos II, espermátides e espermatozóides. A reprodução da espécie é contínua; entretanto foram observados períodos de maior liberação de gametas: julho a outubro/2002 e fevereiro a abril/2003. Foram reconhecidas, para ambos os sexos, as seguintes etapas de desenvolvimento gonadal: "em Maturação", "Maduro", "em Eliminação" e "Eliminado". Dentre os fatores ambientais observados, a precipitação pluviométrica e a salinidade foram os que apresentaram as maiores amplitudes de variação, entretanto, efeito significativo da diminuição da salinidade foi observado somente em machos, em abril/2003.

Palavras-chave: ciclo reprodutivo; molusco bivalve; *Anomalocardia brasiliana*; Ceará

REPRODUCTIVE CYCLE OF *Anomalocardia brasiliana* (GMELIN, 1791) (MOLLUSCA, BIVALVIA, VENERIDAE) AT CANTO DA BARRA BEACH, FORTIM, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT

Marine bivalves are very appreciated as food and due to the use of their shall in the manufacturing of artistical pieces. The reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliana* and its correlation with environmental variables, as salinity, temperature and pluviometric precipitation, were studied. Monthly samplings were realized from May 2002 to April 2003, at Canto da Barra Beach in the Jaguaribe River Estuary, Fortim, Ceará, Brazil (04°27'07'' S; 37°47'50'' W). Sex determination was done using custom histological techniques. Sexual differentiation probably occurred when the shell had between 12.9 mm and 17.9 mm of length. During gametogenesis, oogonia, previtellogenic oocytes, vitellogenic oocytes and mature oocytes were recognized in females, and spermatogonia, spermatocytes I, spermatocytes II, spermatids and spermatozoa were recognized in males. It was verified that the reproductive cycle is continuous. Nevertheless, periods of intense gamete liberation were observed from July to October 2002 and from February to April 2003. For both sexes, the reproductive cycle was characterized by the following stages of development: "in Ripening", "Ripe", "in Spawning", "Spawned". Among the environmental agents observed in this study, pluviometric precipitation and water salinity presented the largest fluctuation amplitude. However, a significant effect of salinity reduction was observed only in males, on April 2003.

Key words: reproductive cycle; bivalve mollusk; *Anomalocardia brasiliana;* Ceará State

Artigo Científico: Recebido em 26/07/2004 – Aprovado em 14/06/2005

[1] *Instituto de Ciências do Mar/Universidade Federal do Ceará - e-mail: cristina@labomar.ufc.br*
[2] *Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais/Instituto de Ciências do Mar/Universidade Federal do Ceará*
[3] *Endereço/Address: Instituto de Ciências do Mar/Universidade Federal do Ceará Av. da Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza, CE, Brasil - CEP: 60165-081*
* *Pesquisa financiada pela Fundação Cearense de Amparo ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)*

INTRODUÇÃO

Muitas espécies de bivalves presentes em áreas intermareais são comestíveis e têm sido amplamente coletadas em várias regiões do Brasil. Estudos sobre a reprodução de bivalves marinhos são tidos como o alicerce para o estabelecimento de programas de manejo desses invertebrados, pois podem favorecer a manutenção de estoques naturais e, assim, contribuir para o desenvolvimento de atividades extrativistas e de maricultura (ARAÚJO, 2001).

O ciclo de desenvolvimento da gônada constitui aspecto importante para o entendimento da biologia de qualquer organismo, uma vez que, sem indicações seguras sobre o ritmo e o ciclo reprodutivo, seria difícil compreender outros aspectos biológicos (Narchi, 1976). A determinação do ciclo sexual de bivalves, incluindo os picos de maturidade sexual em uma determinada área, possibilita a previsão de épocas de recrutamento (HEFFERNAN *et al.*, 1989). O ciclo reprodutivo pode ser considerado, fundamentalmente, como o somatório dos ciclos gametogênicos dos indivíduos que compõem a população, podendo tais ciclos ocorrer de forma sincronizada ou não (CHRISTIANSEN *et al.*, 1973; FRETTER e GRAHAM, 1994).

As características reprodutivas de bivalves marinhos de areia não são tão complexas como as de outros moluscos. Sabe-se que, em sua maioria, os bivalves são dióicos e a fecundação é externa. Esses aspectos determinam a necessidade de sincronismo das atividades reprodutivas das populações locais de bivalves, resultando em eventos cíclicos, em escala anual (EVERSOLE, 1989).

Dentre os principais fatores abióticos que podem regular ou sincronizar o ciclo reprodutivo dos moluscos e da maioria dos invertebrados marinhos, pode-se citar a temperatura e a salinidade. A primeira é apontada por muitos autores como a mais importante.

No Brasil, o estudo sobre a reprodução de moluscos bivalves marinhos teve início por volta de 1970. Um dos trabalhos pioneiros foi realizado por LUNETTA (1969), que determinou as características e a seqüência dos fenômenos reprodutivos em *Mytilus perna* (=*Perna perna*) (Linnaeus, 1758).

Anomalocardia brasiliana é uma espécie de molusco bivalve lamelibrânquio, da família Veneridae, bastante comum ao longo de todo litoral brasileiro (RIOS, 1994). Estudos sobre o ciclo reprodutivo da espécie foram realizados por NARCHI (1976), no litoral de São Paulo; por GROTTA (1979), na Paraíba; PESO (1980), na Bahia; BOEHS (2000), na Baía de Paranaguá (Paraná); e por ARAÚJO (2001), na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé, em Santa Catarina.

Na comunidade Fortim, no Estado do Ceará, as "marisqueiras", como são chamadas as mulheres dos pescadores que trabalham coletando moluscos bivalves na maré baixa do estuário, na localidade de Praia do Canto da Barra e na comunidade de Viçosa, têm o costume de coletar *A. brasiliana* e utilizá-la na alimentação da família. Muitas vezes, esses organismos constituem o prato principal do almoço ou do jantar, quando não há nenhum outro recurso oriundo da pesca.

Considerando o aspecto socioeconômico destacado anteriormente, como também a importância de estudos comparativos sobre a biologia reprodutiva de diferentes populações de *A. brasiliana* ao longo do litoral brasileiro, esta pesquisa teve como objetivo estudar o ciclo reprodutivo dessa espécie de molusco bivalve na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Exemplares de *Anomalocardia brasiliana* foram coletados mensalmente, de maio de 2002 a abril de 2003, sempre em marés baixas de sizígia, na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará (04º27'07" S; 37º47'50" W) (Figura 1).

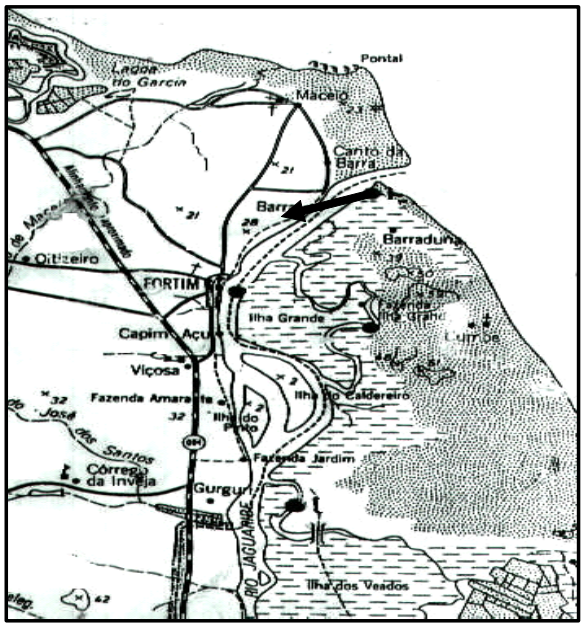

Figura 1. Área de estudo. Estuário do Rio Jaguaribe, Município de Fortim, Ceará. (A seta indica a Praia do Canto da Barra.)

Em virtude do hábito cavador superficial da espécie *A. brasiliana,* os exemplares foram coletados manualmente, utilizando-se pá de jardinagem para escavar o sedimento até a profundidade de, aproximadamente, cinco centímetros. Assim, cerca de 500 exemplares foram coletados ao longo de toda a praia, e, após medidos no eixo ântero-posterior, separados por tamanho (comprimento) em quatro lotes: <1,5 cm; 1,6 cm a 2,0 cm; 2,1 cm a 2,5 cm; >3,0 centímetros. De cada lote retiraram-se aleatoriamente 10 indivíduos, os quais foram utilizados em análises histológicas das gônadas, sendo os demais devolvidos ao ambiente. Os indivíduos selecionados foram acondi-cionados em caixa de isopor de 10 L, contendo água do mar, e levados para o Laboratório de Zoobentos, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

A temperatura do ar e da água e a salinidade da água foram medidas no local em que os indivíduos foram coletados. Dados de precipitação pluviométrica da região do município de Fortim, Ceará, foram obtidos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Os animais, levados ao laboratório ainda vivos, foram fixados em solução de Bouin salino, onde permaneceram por 12 horas. Após esse período, as partes moles foram retiradas da concha, lavadas em água corrente e preservadas em álcool etílico 70%. Para as análises histológicas aplicaram-se os procedimentos de rotina, passando o material por uma série de desidratações em álcool e diafanização em xilol, até sua inclusão em parafina. Cortes transversais foram realizados em micrótomo manual, com espessuras de 5 a 7 µm, sendo corados com Hematoxilina de Harris-Eosina (HE) e PAS (Periodic Acid Schiff) modificado de JUNQUEIRA e JUNQUEIRA (1983). As células foram observadas e fotografadas em microscópio óptico STANDARD 25, ZEISS, e medidas utilizando-se ocular micrométrica.

Com base no estudo microscópico de secções longitudinais da gônada de machos e de fêmeas de *A. brasiliana,* as células germinativas foram identificadas e descritas de acordo com o grau de desenvolvimento da gônada.

A determinação da proporção de indivíduos de cada sexo foi efetivada a partir do total de machos e de fêmeas coletados mensalmente.

RESULTADOS

Proporção e diferenciação sexual

Durante este estudo, 480 exemplares de *A. brasiliana* foram analisados histologicamente. A determinação do sexo dos animais foi realizada através do exame da gônada, tendo sido identificados 225 machos, 170 fêmeas, 72 imaturos e 13 estéreis, devido ao parasitismo pelo trematódeo *Bucephalus* sp.

Ao longo do período de estudo, a proporção entre machos e fêmeas oscilou de 0,88 a 2,86, sendo os machos, em geral, pouco mais abundantes que as fêmeas. A cada mês foi calculado o comprimento médio da concha de machos e de fêmeas, obtendo-se no período total, para machos, tamanho médio de 22,8±3,73 mm, e para fêmeas, 22,4±3,15 mm, valores estes, que não foram estatisticamente diferentes. Considerando o maior e o menor valor de comprimento total da concha observados, os animais foram distribuídos em 8 classes de comprimento, ou intervalos de tamanho. As freqüências relativas dos sexos e as proporções entre eles, observadas em cada intervalo de tamanho, demonstram que, ao longo do período de estudo, os machos se apresentaram em maior proporção, sendo, de um modo geral, mantido esse padrão à medida que o tamanho dos animais aumentava (Figura 2).

Os indivíduos sexualmente indiferenciados representaram 15,4% do total de organismos analisados e mediram entre 10,4 e 25,4 mm, sendo mais freqüentes aqueles com até 17,9 mm de comprimento. Considerando que 89% dos indivíduos com sexo indeterminado apresentaram comprimento da concha de até 19,7 mm e que foram observados machos e fêmeas com comprimento abaixo desse valor, é provável que o processo de diferenciação sexual de *A. brasiliana*, da população em estudo, ocorra quando os indivíduos têm entre 12,9 e 17,9 mm de comprimento. Considerando a proporção entre machos e fêmeas, verifica-se, no presente trabalho, que a ocorrência de machos foi relativamente superior à das fêmeas (Figura 2). Entre os animais não diferenciados sexualmente observaram-se cinco indivíduos com comprimento da concha superior a 17,9 mm, os quais, provavelmente, já teriam passado por um processo de diferenciação sexual, estando em fase de renovação dos tecidos da gônada, ou porque, graças a algum fator não conhecido, tivessem o processo de diferenciação sexual retardado.

Para conhecimento do tamanho no qual os organismos atingem a maturidade sexual, considerou-se o tamanho mínimo de machos e de fêmeas em que foi observada gônada madura. Desta forma, verificou-se que tanto os machos como as fêmeas iniciaram a maturidade sexual com comprimento de concha a partir de 12,9 milímetros.

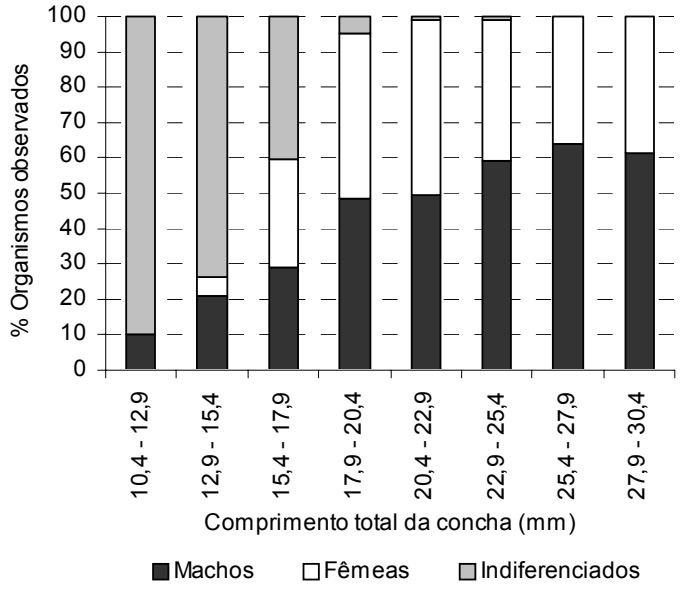

Figura 2. Freqüência relativa de organismos machos, fêmeas e indiferenciados de *Anomalocardia brasiliana*, de acordo com o comprimento da concha, observados no período de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, Ceará

Caracterização da morfologia externa e interna das gônadas

A distinção entre os sexos só pôde ser realizada através da análise histológica. Externamente, as gônadas apresentavam-se esbranquiçadas quando maduras, sendo difícil diferenciá-las das demais estruturas da massa visceral, exceto da glândula digestiva, cuja cor é verde acastanhada.

O sistema reprodutor de *A. brasiliana* é bastante simples, sendo a gônada constituída por um par de glândulas, que preenchem, quando maduras, todo o espaço disponível, circundando a glândula digestiva e a região superior da massa visceral e ocupando o espaço delimitado pelo umbo. As gônadas são formadas por uma rede de tubos ramificados, que se reúnem em um ducto comum, o qual se abre para o exterior através de uma papila situada próximo à porção anterior do rim (Figura 3).

As células germinativas masculinas encontram-se junto às células da parede dos folículos testiculares. Neste estudo reconheceram-se espermatogônias, espermatócitos I, espermatócitos II, espermátides e espermatozóides (Figura 4).

Em fêmeas pôde-se reconher ovogônias, ovócitos pré-vitelogênicos, ovócitos vitelogênicos e ovócitos maduros (Figura 5).

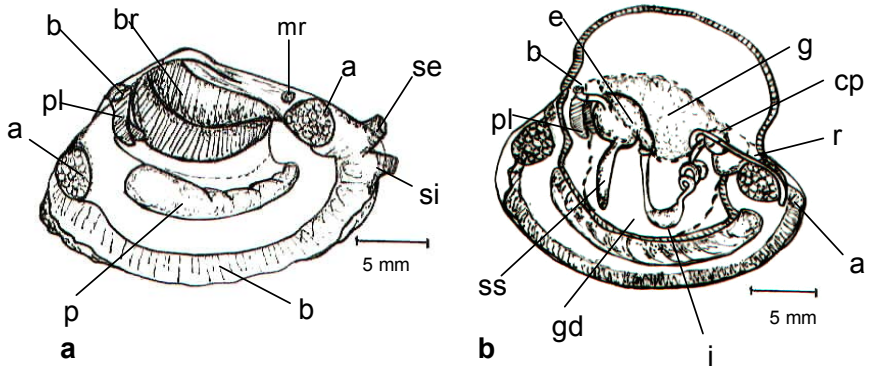

Figura 3. Desenho esquemático das partes moles de *Anomalocardia brasiliana.* (**a**) vista das partes moles por transparência através do manto; (**b**) vista da região visceral com o manto rebatido. Legenda: a = anus; aa = músculo adutor anterior; ap = músculo adutor posterior; bm = borda do manto; b = boca; br = brânquia; cp = cavidade pericárdica; e = estômago; g = gônada; gd = glândula digestiva; i = intestino; mr = músculo retrator; p = pé; pl = palpos labiais; r = reto; se = sifão exalante; si = sifão inalante; ss = saco do estilete

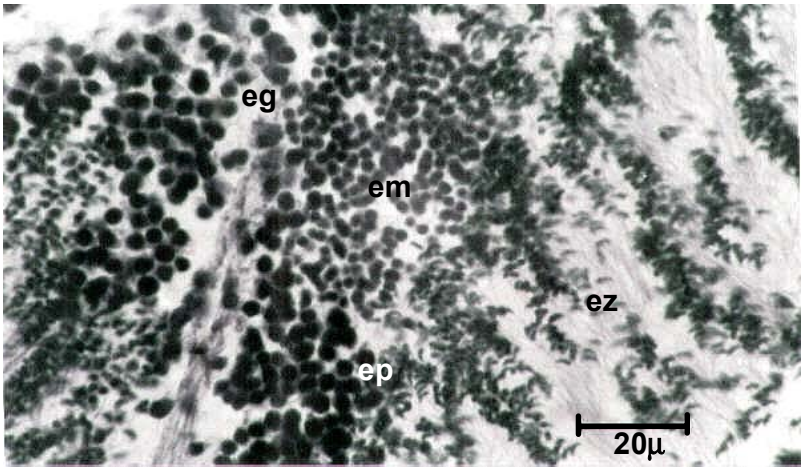

Figura 4. Fotomicrografia das células masculinas de *Anomalocardia brasiliana*. Legenda: eg = espermatogônia; ep = espermatócitos; em = espermátide; ez = espermatozóide (µ = µm)

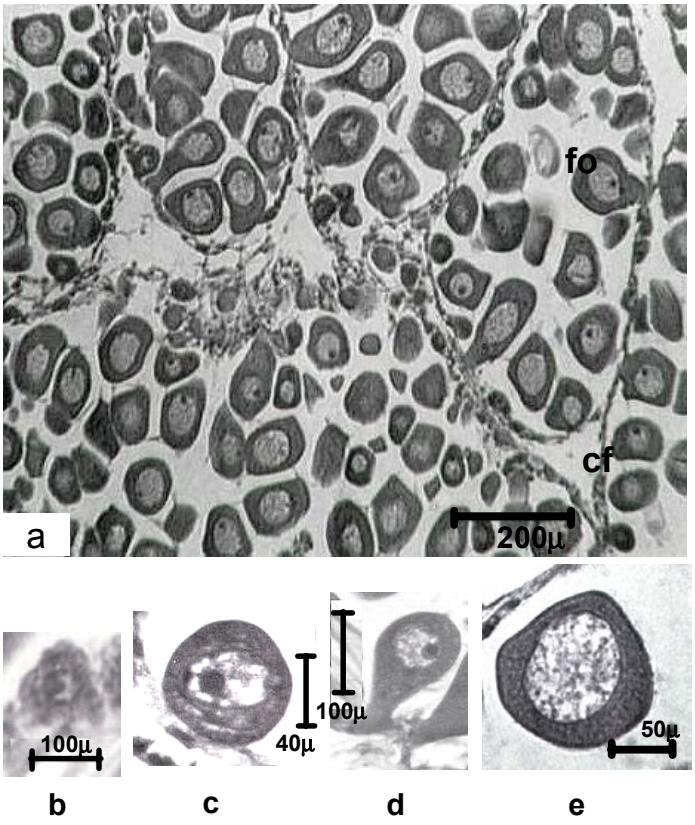

Figura 5. Fotomicrografias das células da linhagem germinativa feminina de *Anomalocardia brasiliana*. (**a**) células germinativas no interior dos folículos ovarianos; (**b**) ovogônia; (**c**) ovócito pré-vitelogênico; (**d**) ovócito vitelogênico; (**e**) ovócito maduro. Legenda: cf = células foliculares; fo = folículo ovariano (µ = µm)

Caracterização das fases de desenvolvimento das gônadas

Foram identificadas as seguintes fases do desenvolvimento das gônadas feminina e masculina: (1) "Indiferenciado", (2) "em Maturação", (3) "Maduro", (4) "em Eliminação", (5) "Eliminado". Organismos considerados "Indiferenciados" apresentaram a região da gônada preenchida por tecido germinativo indiferenciado e grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo, não sendo possível a determinação do sexo.

A fase "em Maturação" caracterizou-se por intensa atividade celular. Nos machos, os folículos testiculares apresentaram-se bastante espessos em razão do acúmulo de células em desenvolvimento, que passavam por várias divisões sucessivas de mitose e meiose, com a ocorrência predominante de espermatogônias e espermatócitos I e II. Observou-se também a presença de alguns espermatozóides no centro dos túbulos. Os espaços entre os túbulos estavam preenchidos por tecido conjuntivo frouxo (Figura 6a). As fêmeas apresentavam grande quantidade de ovogônias e ovócitos pré-vitelogênicos presos à parede folicular. Algumas células maduras, ovócitos livres no interior do tecido folicular, também foram observadas (Figura 7a).

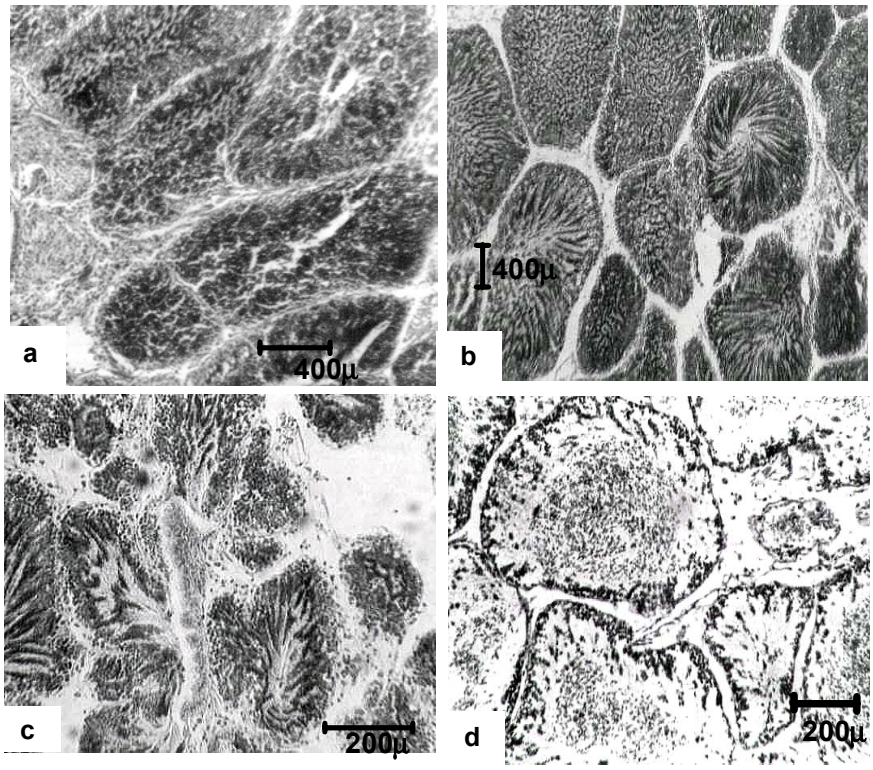

Figura 6. Fotomicrografias das fases do desenvolvimento da gônada de macho de *Anomalocardia brasiliana*. (**a**) em Maturação (eM); (**b**) Maduro (M); (**c**) em Eliminação (eE); (**d**) Eliminado (E) (µ = µm)

Na fase "Maduro" observou-se predominância de células maduras, tanto em machos quanto em fêmeas. Grande quantidade de espermatozóides foi observada ocupando todos os espaços intrafoliculares (Figura 6b). Nas fêmeas, os ovários apresentavam-se bastante compactados, com predominância de ovócitos maduros (Figura 7b). Em ambos os sexos, até mesmo em gônada madura ainda eram observadas células em fase inicial de desenvolvimento.

A fase "em Eliminação" indica o início do período de liberação de gametas. Em machos observou-se que alguns túbulos testiculares encontravam-se vazios ou já apresentavam espaços entre as células. Em alguns pontos do testículo era possível encontrar túbulos contendo espermatócitos e muitos espermatozóides. Entre os túbulos também se observaram espaços, os quais, em alguns pontos, estavam preenchidos por tecido conjuntivo frouxo (Figura 6c). Nas fêmeas, esta fase se caracterizou pelo presença de espaços no centro dos folículos, com os ovócitos maduros espalhados em seu interior (Figura 7c).

A fase "Eliminado", nos machos, caracterizou-se pela presença de restos de células em degeneração no interior dos folículos testiculares. A parede dos folículos apresentou-se bastante reduzida devido à diminuição da quantidade de células germinativas, as quais, em sua maioria, estavam em fase inicial de gametogênese (Figura 6d). Em fêmeas observou-se que quase todos os ovócitos maduros já haviam sido lançados ao meio externo. No interior dos folículos registraram-se poucas células, principalmente ovócitos maduros (Figura 7d). Entre os folículos observou-se grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo contendo células macrofágicas.

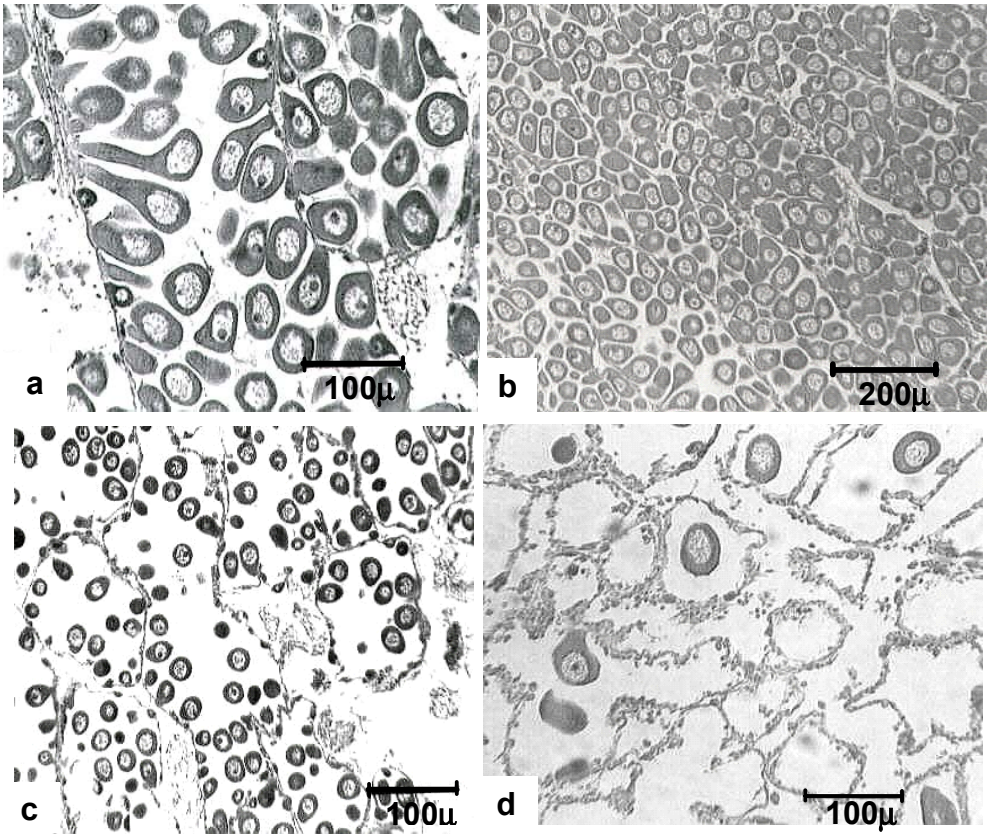

Figura 7. Fotomicrografias das fases do desenvolvimento da gônada de fêmea de *Anomalocardia brasiliana*. (**a**) em Maturação (eM); (**b**) Maduro (M); (**c**) em Eliminação (eE); (**d**) Eliminado (E) (µ = µm)

Caracterização do ciclo reprodutivo

Nas figuras 8 e 9, respectivamente, estão representados os porcentuais de ocorrência de organismos machos e fêmeas de *A. brasiliana* em diferentes fases de desenvolvimento da gônada, observados no período de estudos.

As fases de desenvolvimento das gônadas observadas foram agrupadas em dois períodos: Período de Amadurecimento da gônada e Período de Liberação de gametas. O Período de Amadurecimento da gônada caracterizou-se pela predominância (superior a 50%) de indivíduos nas fases "em Maturação" e "Maduro", e o Período de Liberação de gametas, pela predominância (superior a 50%) de indivíduos nas fases "em Eliminação" e "Eliminado". Desta forma, durante os 12 meses de estudo observaram-se dois Períodos de Amadurecimento. O primeiro, nos meses de maio e junho/2002 e segundo, de novembro/2002 a janeiro/2003. Períodos de Liberação de gametas foram observados de julho a outubro/2002 e em fevereiro a abril/2003.

As freqüências de ocorrência de organismos *A. brasiliana,* nas fases de desenvolvimento da gônada, ao longo do período de estudo, foram correlacionadas com os fatores ambientais: temperatura do ar e da água, salinidade e precipitação pluviométrica, não tendo sido observadas fortes correlações. A freqüência de machos "em Maturação" (r=-0,58; p=0,045) apresentou fraca correlação significativa com a salinidade. Este resultado mostra que, à medida que a salinidade diminuiu, ocorreu aumento do porcentual de machos nessa fase (Figuras 8 e 10). Esta correlação foi influenciada pela baixa salinidade verificada em abril/2003 (16‰), mês em que a freqüência de ocorrência de machos na fase "em Maturação" foi de 25%.

Considerando os dois períodos do ciclo reprodutivo de *A. brasiliana* na Praia do Canto da Barra (PA e PL), não foi possível identificar a existência de padrão sazonal levando-se em conta a salinidade, exceto no 2º Período de Liberação de gametas (fevereiro/2003 a abril/2003), em que a salinidade parece ter influenciado a liberação de gametas.

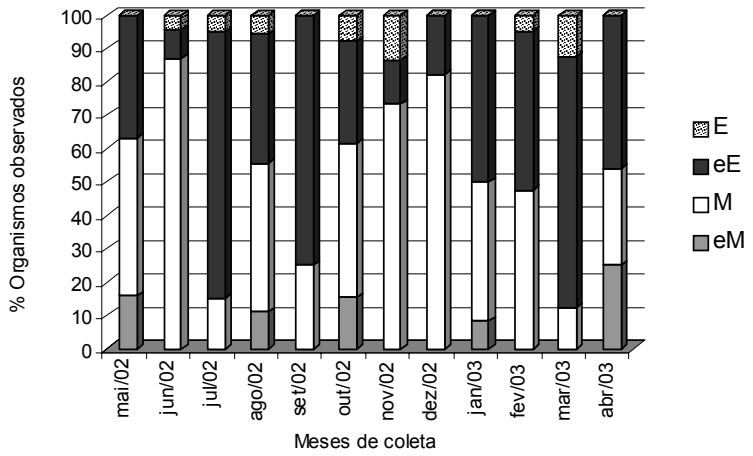

Figura 8. Freqüência de ocorrência de organismos machos de *Anomalocardia brasiliana,* em diferentes fases de desenvolvimento da gônada: "em Maturação" (eM); "Maduro" (M); "em Eliminação" (eE); "Eliminado" (E), observados no período de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará

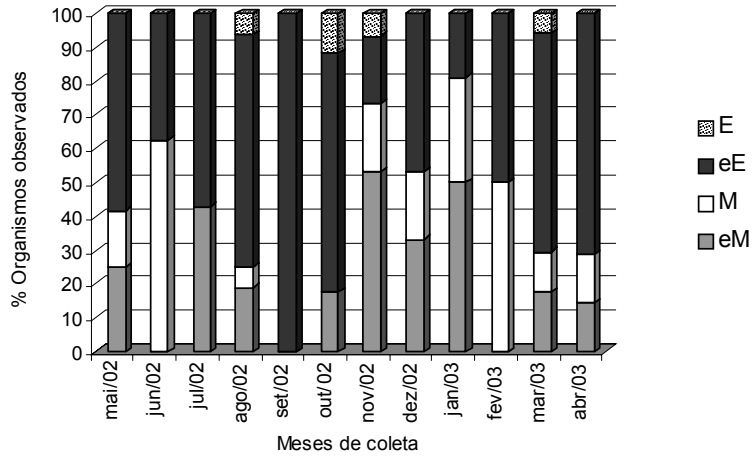

Figura 9. Freqüência de ocorrência de organismos fêmeas de *Anomalocardia brasiliana,* em diferentes fases de desenvolvimento da gônada: "em Maturação" (eM); "Maduro" (M); "em Eliminação" (eE); "Eliminado" (E), observados no período de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará

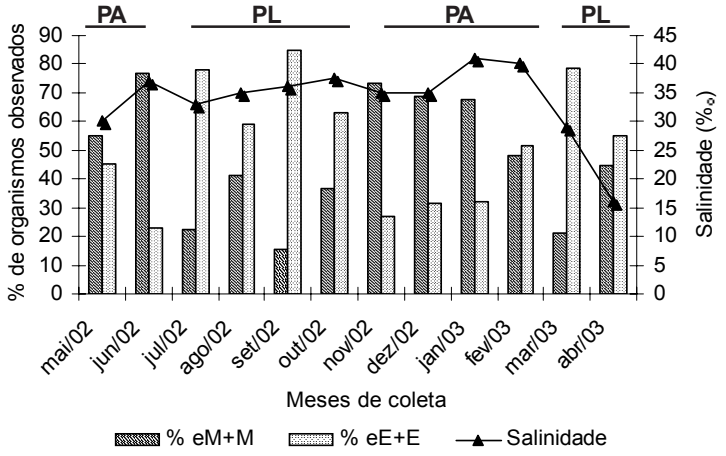

Figura 10. Freqüência mensal de ocorrência de organismos *Anomalocardia brasiliana,* nas fases de desenvolvimento "em Maturação"+"Maduro" (%eM+M) e "em Eliminação"+"Eliminado" (%eE+E), com indicação dos Períodos de Amadurecimento da gônada (PA) e de Liberação de gametas (PL), e valores mensais da salinidade, observados no período de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará

O ciclo sazonal de precipitação pluviométrica da região, embora bem definido, parece não ter influído diretamente no padrão de reprodução da população de *Anomalocardia brasilian*a, exceto no 2º Período de Liberação de gametas, em que a precipitação pluviométrica contribuiu para a diminuição da salinidade (Figura 11). A temperatura apresentou amplitude de variação relativamente pequena e parece que também, como a precipitação pluviométrica, não influiu diretamente sobre a população.

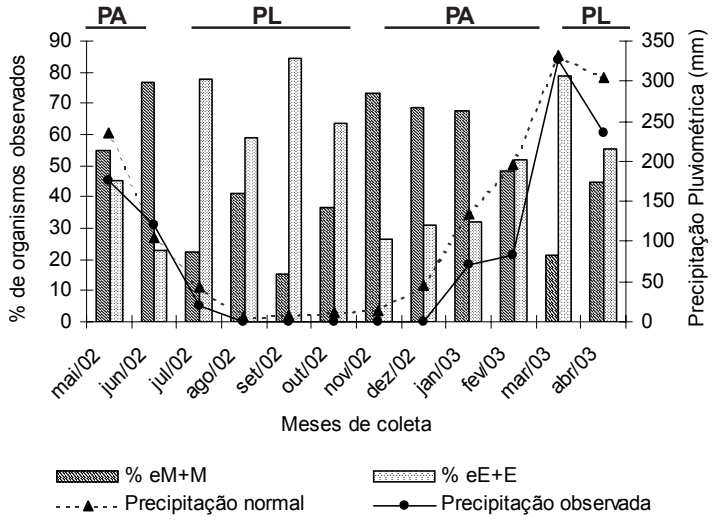

Figura 11. Freqüência mensal de ocorrência de organismos *Anomalocardia brasiliana,* nas fases de desenvolvimento "em Maturação"+"Maduro" (%eM+M) e "em Eliminação"+"Eliminado" (%eE+E), com indicação dos Períodos de Amadurecimento da gônada (PA) e de Liberação de gametas (PL), e valores mensais de precipitação pluviométrica observada e normal, registrados no período de mai./2002 a abr./2003, na Praia do Canto da Barra, Município de Fortim, Ceará

DISCUSSÃO

A ocorrência de sexos separados e igual número de machos e de fêmeas é uma estratégia reprodutiva da grande maioria dos bivalves marinhos (COE, 1943). Segundo MORTON (1991), variações desse padrão podem, entretanto, ser observadas, estando, em diversos casos, provavelmente relacionadas à variedade de ambientes aquáticos, considerando os marinhos, os dulcícolas e os estuarinos. Diferenças na proporção sexual podem ocorrer também em função da idade dos organismos da população, bem como entre diferentes populações da mesma espécie (MORTON, 1991). No caso da população de *A. brasiliana* estudada na Praia do Canto da Barra, as proporções de machos e de fêmeas foram relativamente desiguais, com os machos sendo, em geral, mais freqüentes. Essa diferença foi observada considerando-se os meses de estudo e também as diferentes classes de tamanho. Resultados semelhantes aos observados neste estudo foram registrados também para populações de *A. brasiliana* no litoral de São Paulo (NARCHI, 1976) e da Paraíba (GROTTA, 1979; GROTTA e LUNETTA, 1980), na Baía de Todos os Santos, BA (PESO, 1980) e na Baía de Paranaguá, PR (BOEHS, 2000).

A diferenciação sexual caracteriza-se pelo surgimento de folículos gonadais que proliferam simultaneamente ao crescimento do animal, passando a envolver o estômago e o intestino, preenchendo o tecido conjuntivo. Na população de *A. brasiliana* da Praia do Canto da Barra, essas características foram observadas em organismos com comprimento de concha inferior a 10 mm, sendo a diferenciação sexual verificada em organismos medindo de 12,9 a 17,9 mm de comprimento. De modo geral, este resultado é bastante semelhante àqueles registrados por BOEHS (2000) e ARAÚJO (2001), mesmo levando-se em conta as diferenças latitudinais das áreas estudadas. Segundo ORTON (1920), a precocidade da maturidade sexual está geralmente relacionada a condições ambientais favoráveis, especialmente da temperatura em que os organismos se desenvolvem a partir da sua eclosão, tanto em regiões tropicais como temperadas.

Espécimes de *A. brasiliana* parasitados por trematódeos do gênero *Bucephalus* sp. foram observados na área de estudo do presente trabalho, por ARAÚJO e ROCHA-BARREIRA (2004). A ocorrência de trematódios bucefalídeos parasitando moluscos bivalves tem sido registrada no Brasil, tanto em

ambientes naturais como em cultivos (JOABER *et al.*, 1996; MAGALHÃES, 1998; GALVÃO *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2002). Esses parasitos foram encontrados na forma de esporocistos e cercárias de *Bucephalus* sp., preferencialmente na gônada do molusco, causando ruptura das paredes foliculares e destruindo as células germinativas. De acordo com MAGALHÃES (1998), é provável que o grau dos danos causados pelo parasito nos tecidos da gônada do molusco se correlacione positivamente com a intensidade da infestação, pois esta, dependendo de sua intensidade, pode provocar grave redução do potencial reprodutivo ou mesmo castração do bivalve.

A população de *Anomalocardia brasiliana* estudada apresentou ciclo de reprodução contínuo, no qual as quatro fases de desenvolvimento da gônada foram observadas simultaneamente em quase todos os meses de estudo. Tanto machos como fêmeas se comportaram de forma semelhante nas fases "em Maturação" e "Maduro". ARAÚJO (2001) também constatou esse fato, considerando nos machos as etapas de gametogênese e maturidade como uma única fase, em decorrência da intensa produção de espermatozóides. Na fase "em Eliminação", entretanto, o esvaziamento da gônada foi mais evidente nas fêmeas, fato esse também observado por GROTTA e LUNETTA (1980) e que pode estar relacionado ao maior gasto de energia pelas fêmeas na síntese do vitelo e ao maior tempo despendido na produção dos ovócitos, ao passo que, nos machos, sendo menor o consumo energético para uma produção abundante de espermatozóides (BRANCH, 1974), tal produção poderia ocorrer de forma mais rápida.

NARCHI (1976), estudando a reprodução de *A. brasiliana* da Baía de Santos, Estado de São Paulo, constatou que o ciclo é contínuo, com dois períodos de eliminação de gametas - um mais longo, nos meses de agosto a novembro (primavera) e outro mais curto, de fevereiro a abril (outono) - e ainda um período de baixa emissão de gametas, no inverno. GROTTA e LUNETTA (1980) verificaram que a eliminação de gametas é contínua durante o ano, em uma população de *A. brasiliana* do litoral da Paraíba, não tendo sido observado período de repouso sexual. PESO (1980) constatou, no litoral baiano, que, apesar de o ciclo reprodutivo de *A. brasiliana* ser contínuo, as épocas de maior intensidade de eliminação de gametas não foram coincidentes nas diferentes populações analisadas. BOEHS (2000) observou, na Baía de Paranaguá, Paraná, os maiores picos de eliminação de gametas no outono e primavera, não sendo identificado período de repouso reprodutivo total. ARAÚJO (2001), na Reserva Extrativista de Pirajubaé, em Santa Catarina, registrou os picos mais elevados de eliminação de gametas no verão e na primavera, com período de repouso bem definido no inverno. Comparando os resultados obtidos neste estudo com aqueles apresentados por PESO (1980) e por GROTTA e LUNETTA (1980), verifica-se que as populações de *Anomalocardia brasiliana* do litoral cearense (deste estudo), do litoral baiano e do paraibano apresentaram ciclos de reprodução bastante semelhantes, com eliminação de gametas ao longo de todo o ano, isto é, ciclo sexual contínuo, e com fêmeas eliminando maior quantidade de gametas que os machos. Entretanto, os períodos de maior eliminação de gametas não foram coincidentes, mas, segundo MORTON (1990), diferenças nos períodos de eliminação de gametas entre populações de regiões próximas podem ocorrer naturalmente.

Diferentemente do observado nas populações da Região Nordeste, os períodos de eliminação de gametas nas populações do litoral paulista (NARCHI, 1976), paranaense (BOEHS, 2000) e catarinense (ARAÚJO, 2001) foram coincidentes. Das populações destas três regiões, somente a de Santa Catarina apresentou período de repouso reprodutivo total (ARAÚJO, 2001). Assim, verifica-se que as diferenças constatadas entre as populações do bivalve das Regiões Nordeste, Sudeste e Sul relacionam-se com a extensão dos períodos de reprodução, reflexo, provavelmente, das amplitudes de variação da temperatura, devidas a diferenças latitudinais, tal como mencionam GROTTA e LUNETTA (1980); BOEHS (2000); e ARAÚJO (2001). Localmente, a população de *A. brasiliana* da Praia do Canto da Barra parece não sofrer influência significativa da temperatura da água e do ar, tal como também observado por GROTTA e LUNETTA (1980) no litoral da Paraíba.

Dentre os fatores ambientais considerados neste estudo, a precipitação pluviométrica e a salinidade foram os que apresentaram as maiores amplitudes de variação durante o período de estudo. Entretanto, influência significativa da diminuição da salinidade foi observada somente em machos, em abril/2003, sendo tal diminuição causada, provavelmente, pela elevada precipitação pluviométrica ocorrida em abril/2003. Segundo GROTTA e LUNETTA (1980), a variação da salinidade tem sido apontada como outro fator que possivelmente regula e sincroniza a

reprodução de alguns invertebrados marinhos. Na região estudada observou-se que a diminuição da salinidade, em razão do aumento da precipitação pluviométrica, pode influenciar a reprodução de *Anomalocardia brasiliana*, uma vez que induz as células do animal à realização de ajustes da osmolaridade. Sabe-se também que, sob grandes alterações ambientais, várias espécies de bivalves respondem eliminando gametas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C.M. 2001 *Biologia reprodutiva do berbigão **Anomalocardia brasiliana** (Mollusca: Bivalvia, Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI), Estado de Santa Catarina.* Florianópolis. 203p. (Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo).

ARAÚJO, M.L.R. e ROCHA-BARREIRA, C.A. 2004 Occurrence of *Bucephalus* sp. (Trematoda: Bucephalidae) in *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Veneridae) from Canto da Barra Beach, Fortim, Ceará State, Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, *37* (no prelo).

BOEHS, G. 2000 *Ecologia populacional, reprodução e contribuição em biomassa de **Anomalocardia brasiliana** (Gmelin, 1791) (Bivalvia:Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.* Curitiba. 201p. (Tese de Doutoramento. Universidade Federal do Paraná).

BRANCH, G.M. 1974 The ecology of *Patella* Linnaeus from the Cape Peninsula, South Africa. III. Growth rates. *Trans. Roy. Soc. S. Afr.*, *41*(2): 161-193.

CHRISTIANSEN, H.E.; BRODSK, R.S.; CABRERA, M.E. 1973 La microscopia aplicada com criterio poblacional en el estudio de las gónadas de los vertebrados y invertebrados marinos. *Physis, 32*(35): 467-480.

COE, W.R. 1943 Development of the primary gonads differentiation of sexuality in *Teredo navalis* and other pelecypod mollusk. *Biol. Bull.*, Woods Hole, *84*: 178-186.

EVERSOLE, A.G. 1989 Gametogenesis and spawning in North American clam population for culture. In: MANZI, J.J. e CASTAGNA, M. (Eds.). *Clam Mariculture in North America. Developments in Aquaculture and Fishries Science.* Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. p.75-109.

FRETTER, V. e GRAHAM, A. 1994 *British prosobranch molluscs (their functional anatomical and ecology).* London: Royal Society of London. 820p.

GALVÃO, M.S.N.; PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B. 2000 Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25° S; 48° W). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, *26*(2): 147-162.

GROTTA, M. 1979 *Histofisiologia da reprodução de Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) do litoral do Estado da Paraíba.* João Pessoa. 138p. (Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo).

GROTTA, M. e LUNETTA, J.E. 1980 Ciclo sexual de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) do litoral do Estado da Paraíba. *Revista Nordest. Biol.*, João Pessoa, *3*(1): 5-55.

HEFFERNAN, P.B.; WALKER, R.L.; CARR, J.L. 1989 Gametogenic cycles of three bivalves Wassaw Sound, Georgia: I. *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758). *Jour. Shellfish Res., 8*(1): 51-60.

JOABER JR., P.; ROBALDO, R.B.; SOUTO-RAITER, V.M.M. 1996 Um possível ciclo de vida de *Bucephalus varicus* Manter, 1949 (Trematoda, Bucephalidae) no Rio grande do Sul. *Com. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS*, Serie Zoologia, Porto Alegre, *9*: 31-36.

JUNQUEIRA, L.C. e JUNQUEIRA, L.M.M.S. 1983 *Técnicas básicas de citologia e histologia.* São Paulo: Livraria e Editora Santos. 123p.

LUNETTA, J.E. 1969 Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca, Lamelibranchia). *Bolm. Zool. Biol. Mar.*, São Paulo, *26*: 33-111.

MAGALHÃES, A.R.M. 1998 *Efeito da parasitose por trematoda Bucephalidae na reprodução, composição bioquímica e índice de condição de mexilhões **Perna perna** (L.).* São Paulo. 185p. (Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo).

MORTON, B. 1990 The life cycle and sexual strategy of *Grafrarium pectinatum* (Bivalvia: Veneridae) in a Hong Kong mangrove. *Malacological Rev.*, *23*: 53-62.

MORTON, B. 1991 Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategies?. A Hong Kong model. *J. Zool. Lond*., London, *223*: 131-142.

NARCHI, W. 1976 Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia). *Bolm. Zool. Univ. São Paulo*, São Paulo, *1*: 331-350.

ORTON, J.H. 1920 Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. *Journal Mar. Biol. Ass. U. K*, London, *12*: 339-366.

PESO, M.C. 1980 *Bivalves comestíveis da Baía de Todos os Santos: estudo quantitativo com especial referência a* ***Anomalocardia brasiliana*** *(Gmelin, 1791) (Bivalvia:Veneridae).* Curitiba. 174p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná).

RIOS, E.C. 1994 *Seashells of Brazil*. 2. Ed. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade do Rio Grande. 492p.

SILVA, P.M; MAGALHÃES, A.R.M.; BARRACCO, M.A. 2002 Effects of *Bucephalus* sp. (Trematoda: Bucephalidae) on *Perna perna* mussels from a culture station in Ratones Grande Island, Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, *79*: 154-162.