

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

**CICLO REPRODUTIVO E DISTRIBUIÇÃO
ESPACIAL DE *Anomalocardia brasiliiana*
(GMELIN, 1791) (MOLLUSCA: BIVALVIA:
VENERIIDAE) NA PRAIA DO CANTO DA
BARRA, FORTIM, CEARÁ**

MARIA LUCIA RODRIGUES ARAUJO

Dissertação apresentada ao mestrado em Ciências
Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do
Mar da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE.

Orientadora:
Cristina de Almeida Rocha Barreira

FORTALEZA-CE
Março – 2004

Após a finalização dos trabalhos da defesa de dissertação de mestrado de **MARIA LÚCIA RODRIGUES ARAÚJO**, intitulada “Ciclo reprodutivo e distribuição espacial de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia: Veneridae) na Praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará”, a Banca Examinadora, considerando o conteúdo do trabalho e a apresentação realizada, considera a **DISSERTAÇÃO APROVADA**.

Profª Drª Cristina de Almeida Rocha Barreira _____
(Orientadora)

Profª Drª Helena Matthews Cascon _____
(membro efetivo)

Profª Drª Aída Maria Eskinazi de Oliveira _____
(membro efetivo)

Toda sabedoria vem do “Senhor”, ela está junto dele desde sempre. A areia do mar, os pingos da chuva, os dias da eternidade, quem os poderá contar? A altura do céu, a amplitude da terra, a profundidade do abismo, que as poderá explorar ? Antes de todas essas coisas foi criada a “Sabedoria”, e a Inteligência prudente existe desde sempre.

(Eclesiásticos).

“In memoriam” a meus pais Francisco Araújo
e Maria do Carmo Rodrigues Araújo, fonte
de eterna “Saudades”.

AGRADECIMENTOS

“A Deus a minha esperança, fortaleza, em Deus está o meu forte rochedo”
(Salmo 61).

Ao Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, por ter concedido-me estagiar no “Laboratório de Zoobentos”, por intermédio da profa. Dra. Tereza Cristina Vasconcelos Gesteira e Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira e a diretoria do LABOMAR.

Em especial a Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira, minha orientadora, pela dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho, por ter me confiado as decisões nesta dissertação.

A coordenação do mestrado, em especial no seu coordenador, Prof. Dr. Luís Drude de Lacerda, e aos professores, pela atenção, esclarecimentos nas disciplinas estudadas durante esta jornada do mestrado.

Aos meus queridos amigos que fazem o “Laboratório de Zoobentos,” que direta ou indiretamente me apoiaram com sua alegria jovial, compreensão, durante o período da minha estadia.

Aos amigos Wilson Franklin Júnior, Rodrigo de Salles, Wesley Felix Batista, Antônio Roberto Gomes, meu primo João Batista Araújo, meu sobrinho Isaac Araújo, Jeane Machado, Adriana Freitas, Juliana Vidal, Luzimeyre Lima, Pedro Saraiva, José Trindade da Silva, enfim todos aqueles que muitas vezes saíram de suas atividades normais para me acompanhar ao campo e que assim colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

Ao Chefe do Departamento de Meteorologia da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), Antônio Geraldo Ferreira, pelo envio dos dados de precipitação pluviométrica.

A bibliotecária Sra. Maria Stella Diogo Vasconcelos pela sua atenção dedicada, quando precisei consultar os livros e tirar dúvidas das referências bibliográficas.

Ao amigo Daniel Amorim Oriá Fernandes pela preparação do abstract.

Aos meus irmãos queridos pelo apoio que me deram, assim como a minha amiga Luci Prata Pereira, que me deu carinho e conforto durante a minha estadia aqui em Fortaleza.

A FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudo tornando possível a realização deste trabalho.

SUMARIO

Agradecimentos

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Abstract

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. Caracterização da área	9
2.2. Procedimento de campo	12
2.3. Procedimento de laboratório	15
2.3.1 Análise do ciclo reprodutivo	15
2.3.2 Densidade populacional	16
2.3.3 Análise granulométrica	16
3. RESULTADOS	17
3.1 Fatores ambientais da área de estudo ao longo dos meses da pesquisa.....	17
3.2 Densidade populacional	19
3.3 Proporção, diferenciação e maturidade sexual	21
3.4 Caracterização da morfologia externa das gônadas	26
3.5 Caracterização das células germinativas	27
3.5.1 Linhagem masculina	27
3.5.2 Linhagem feminina	30
3.6 Caracterização das fases de desenvolvimento gonadal	32
3.6.1 Machos	33
3.6.2 Fêmeas	35
3.7 Ciclo reprodutivo	37
3.7.1 Acompanhamento das fases de desenvolvimento durante o período de estudo.....	37
3.7.2 Fatores ambientais e as fases desenvolvimento gonadal	42
3.8 Parasitismo	45

4. DISCUSSÃO	48
4.1 Distribuição dos organismos na área de estudo	48
4.2 Proporção, diferenciação e maturidade sexual em <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	49
4.3 Ciclo reprodutivo	51
4.4 Parasitismo	57
5. CONCLUSÃO	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
7. ANEXOS	72

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1:	Datas das coletas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> realizadas na Praia do Canto da Barra, Fortim Ceará, durante o período de estudo e dados das condições ambientais observadas no local.....	18
Tabela 2:	Análise granulométrica das amostras coletadas na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará, durante o período de estudo.....	19
Tabela 3:	Densidade populacional de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> nos bancos arenosos na Praia do Canto Barra, Fortim – Ceará, observados durante o período de estudo.....	20
Tabela 4:	Freqüência de exemplares de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> coletados na Praia do Canto da Barra, Fortim- Ceará, durante o período de estudo.....	23
Tabela 5:	Comprimento médio da concha de indivíduos <i>Anomalocardia brasiliiana</i> , coletados na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará, durante o período de estudo.....	24
Tabela 6:	Freqüência de machos e fêmeas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> agrupados por comprimento da concha, coletados na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará, durante o período de estudo.....	24
Tabela 7:	Freqüência de ocorrência das fases de desenvolvimento gonadal de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> de acordo com comprimento de concha, observados durante o período de estudo.....	24
Tabela 8:	Freqüência relativa e absoluta das fases de desenvolvimento gonadal de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> : na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ce, observados ao longo dos meses de estudo.....	40
Tabela 9:	Correlações entre os parâmetros ambientais e as fases de desenvolvimento gonadal de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> , observados durante o período de estudo na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará.....	43
Tabela 10:	Freqüências de indivíduos de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> parasitados por <i>Bucephalus sp.</i> , observados durante o período de estudo.....	46

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1: Vista externa dorsal da concha de *Anomalocardia brasiliiana*..... 5
- Figura 2: Área de estudo. Desembocadura do estuário do Rio Jaguaribe, Fortim - Ceará. A seta indica a Praia do Canto da Barra..... 11
- Figura 3: Foto de sensoriamento remoto da Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ceará. (Satélite QUICKBIRD - UTM, zone 24, South American 1969)..... 12
- Figura 4: Vista da Praia do Canto da Barra, município de Fortim, Ceará, mostrando as áreas de coleta de *Anomalocardia brasiliiana*..... 14
- Figura 5: Vista aproximada das áreas de coleta de *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE..... 14
- Figura 6: Proporção de indivíduos juvenis e adultos de *Anomalocardia brasiliiana* coletados na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, durante o período de estudo..... 21
- Figura 7: Proporção sexual de *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará observada durante o período de estudo. 25
- Figura 8: Frequência relativa de machos, fêmeas e indivíduos indiferenciados de *Anomalocardia brasiliiana*, de acordo com o comprimento da concha, observados durante o período de estudo..... 25
- Figura 9: Desenho esquemático das partes moles de *Anomalocardia brasiliiana*. (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 = bordo do manto; b = boca; br = brânquia; cp = cavidade pericárdia; 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.....26
- Figura 10: Fotomicrografias das células masculinas de *Anomalocardia brasiliiana*. (a) Vista transversal do túbulo testicular, mostrando a distribuição das células; (b) Detalhe das células germinativas. Legenda: eg =

espermatogônia; ep = espermatócitos; em = espermatíde ez = espermatozóide.....	29
Figura 11: Fotomicrografia das células germinativas femininas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> . (a) células germinativas, no interior dos folículos ovarianos; (b) ovogônia; (c) ovócito pré-vitelogênico; (d) ovócito vitelogênico; (e) ovócito maduro.....	31
Figura 12: Fotomicrografia da gônada indiferenciada de <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	32
Figura 13: Fases do desenvolvimento gonadal de machos de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> . (a) em maturação (eM); (b) maduro (M); (c) em eliminação (eE); (d) eliminado (E).....	34
Figura 14: Fases do desenvolvimento gonadal de fêmeas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> . (a) em maturação (eM); (b) maduro (M); (c) em eliminação (eE); (d) eliminado (E).....	36
Figura 15: Fases do desenvolvimento gonadal de machos de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> observadas no período de maio de 2002 a abril de 2003, na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará.....	40
Figura 16: Fases do desenvolvimento gonadal de fêmeas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> observadas no período de maio de 2002 a abril de 2003, na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará.....	41
Figura 17: Ciclo reprodutivo da <i>Anomalocardia brasiliiana</i> na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, considerando o percentual de organismos em período de amadurecimento gonadal (PA) e o período de liberação de gametas (PL).....	41
Figura 18: Correlação entre a salinidade e a freqüência absoluta de machos de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> “em maturação” gonadal observados na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, durante o período de estudo.	43
Figura 19: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> , na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, em relação à salinidade, observados durante o período de estudo. PA = período de amadurecimento gonadal; PL = período de liberação de gametas.....	44

- Figura 20: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de *Anomalocardia brasiliiana*, na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, em relação à precipitação pluviométrica observada, durante o período de estudo. PA = período de amadurecimento gonadal; PL = período de liberação de gametas.....44
- Figura 21: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de *Anomalocardia brasiliiana*, na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, em relação à temperatura da água e do ar, observados durante o período de estudo. PA = período de amadurecimento gonadal; PL = período de liberação de gametas.....45
- Figura 22: Fotomicrografia de *Anomalocardia brasiliiana* mostrando esporocistos e cercárias de *Bucephalus* sp. (a) gônada feminina parasitada; (b) gônada masculina parasitada; (c) detalhe dos esporocistos e cercárias; (d) parasitas na glândula digestiva. Legenda: ce = cercaria; ci = cisto; ez = espermatozóides; ov = ovócito.....47

RESUMO

Os bivalves marinhos são muito apreciados como alimento e no aproveitamento de suas conchas para várias utilidades especialmente como enfeites. A presente pesquisa teve como objetivo estudar o bivalve marinho venerídeo *Anomalocardia brasiliiana*, quanto a densidade populacional e ciclo de reprodução, correlacionando este último aos parâmetros ambientais (salinidade, temperatura e precipitação pluviométrica). As amostragens foram realizadas mensalmente durante o período de maio/02 a abril/03, na praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, no estuário do Rio Jaguaribe. Os indivíduos *Anomalocardia brasiliiana* apresentaram um padrão de distribuição bem característico, com os juvenis concentrados em área com sedimento fino e mais úmido e os adultos em banco arenosos com sedimento mais grosseiro. A diferenciação sexual ocorreu provavelmente entre 12,6mm e 17,9mm de comprimento de conchas. A identificação dos sexos foi realizada utilizando-se técnicas histológicas de rotina. Durante a gametogênese, foram reconhecidas em fêmeas, ovogônias, ovócitos pré-vitelogênicos, ovócitos vitelogênicos e ovócitos maduros, e, em machos, espermatogônias, espermatócitos I, espermatócitos II, espermatídes e espermatozóides. A reprodução da espécie é contínua, entretanto foram observados períodos de maior liberação de gametas de julho a outubro/2002 e de fevereiro a abril/2003. O ciclo reprodutivo caracterizou-se pelas seguintes as fases do desenvolvimento gonadal: “em Maturação”, “Maduro”, “em Eliminação”, “Eliminado”, para ambos os sexos. Dentre os fatores ambientais observados neste estudo, a precipitação pluviométrica e a salinidade foram as que apresentaram as maiores amplitudes de variação. Entretanto, uma influência significativa do efeito da diminuição da salinidade foi observada somente em machos, provavelmente causada pela alta precipitação pluviométrica verificada em abril/03. Durante este estudo, observou-se a ocorrência de parasitas do gênero *Bucephalus* sp. em 6,5% dos indivíduos analisados. Apesar da baixa incidência de organismos parasitados, a ocorrência de parasitismo na população de *Anomalocardia brasiliiana*, no estuário do Rio Jaguaribe, alerta para necessidade de estudo sobre as condições fisiológicas desta espécie na região.

ABSTRACT

Marine bivalves are very appreciated as food and its shell is used for several purposes, especially for ornament. The present research aims to study the marine bivalve *Anomalocardia brasiliiana* in relation to its population density and reproductive cycle, correlating them with environmental parameters (salinity, temperature and precipitation). Monthly samplings were realized from May 2002 to April 2003 at Canto da Barra Beach, in the Jaguaribe River Estuary, Fortim, Ceará. The *Anomalocardia brasiliiana* individuals presented a quite characteristic distribution pattern, with the juvenile ones concentrated in areas with fine and moist sediment (fine sand) and the adult ones concentrated in sandy beds with coarse sediment (medium sand). Sexual differentiation probably occurred when the shell length was between 12,6mm and 17,9mm. Sex determination was realized using custom histological techniques. 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. 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 reproduction cycle was characterized by the following stages in the development: "in Ripening", "Ripe", "in Spawning", "Spawned". Among the environmental agents observed in this study, precipitation and salinity were the ones that presented the largest fluctuation in amplitude. However, a major influence by the salinity reduction effect was only observed in males, probably caused by the high precipitation registered in April 2003. During this study, the occurrence of parasites from the genus *Bucephalus* sp. was observed in 6,5% of the analyzed individuals. Despite the low influence of organisms infected with parasites, the occurrence of parasitism in the *Anomalocardia brasiliiana* population at the Jaguaribe River Estuary alerts the necessity for further studies on the physiological conditions of this species in that area.

1 Introdução

O filo Mollusca, entre outros recursos do mar, atrai a atenção de muitos pesquisadores, pois esses seres vivos apresentam uma variedade de formas as quais habitam também uma variedade de ambientes. Devido a sua diversidade, é de se esperar que a morfologia do sistema reprodutor e os modos de reprodução também se apresentem das mais diversas formas nos mais variados ambientes.

Os moluscos são muito explorados, principalmente nos países em que se impõe cada vez mais a procura de novas fontes de alimentação. Algumas espécies de moluscos têm importância restrita em pequenas comunidades do litoral e interior; outras apresentam possibilidades de futura comercialização, enquanto outras ainda são encontradas nos mercados de grandes cidades (Boffi, 1979).

O interesse pelos moluscos não só está relacionado à alimentação, mas a importância econômica ligada às pequenas indústrias de enfeites muito comuns nas cidades turísticas do litoral. Nessas indústrias, utilizam-se numerosas espécies de moluscos, escolhidos pela beleza de cor e forma, (Lunetta, 1969; Boffi, 1979). A concha de bivalves, tais como *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) são utilizadas também na produção de cal, pavimentação de estradas e produção de farinha (Kneip, 1987).

Os bivalves têm sido utilizados como recurso alimentar pelas populações humanas desde o Neolítico (Morton, 1992). Esta atividade acompanha a própria ocupação da espécie humana no litoral brasileiro, o que pode ser comprovado através de estudos de “sambaquis”. Estas formações são colinas estruturadas por restos de conchas e sedimento, comumente encontradas no litoral (Kneip, 1987; Scheel-Ybert, 2000).

No entanto, estes aspectos que facilitaram o uso de bivalves por milhares de anos por nossos ancestrais, melhorando a qualidade de vida e promovendo a imaginação destas populações humanas, hoje em dia põem em risco muitas espécies de interesse comercial. A importância desses animais na economia prolonga-se até os dias atuais (Morton, 1992), mas a espécie humana tem influenciado na abundância das populações destes organismos, através de coleta

indiscriminada, poluição e aplicação de técnicas inadequadas para o manejo (MacKenzie, 1979).

Muitas destas espécies que são comestíveis, habitam áreas de fácil acesso ao homem, na região de oscilação das marés a beira-mar ou em costões. Certamente, por isso, existe um estímulo à extração de animais, tais como berbigões, mexilhões e ostras, para servirem como fonte de alimento. Segundo Araújo (2001), no Brasil especificamente, essas características proporcionam um consumo intenso de “berbigões” *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,(1791) , “rala-coco” *Trachycardium muricatum* (Linnaeus,1758) , “lambreta” *Lucina pectinata* (Gmelin,1791) “intã” *Iphigenia brasiliiana* (Lamarck,1818) e “unha-de-velho” *Tagelus plebeius* (Lightfoot,1786).

A coleta de moluscos pode constituir-se também na principal fonte de renda familiar ou de complementação de renda oriunda de outras atividades assalariadas. Entretanto, a “catação”, por exigir pouco investimento de capital e compromisso de trabalho, funciona como surgimento de oportunidades. Segundo Nishida (2000), a exploração extrativista destes bivalves ao longo do ano, a degradação ambiental crescente e a falta de estudos que subsidiem sua regulamentação têm comprometido os estoques desses moluscos em diversas regiões no litoral brasileiro.

Sob este ponto de vista, tal como postulado por Quayle (1943) acredita-se que a importância de se adquirir conhecimento em reprodução relaciona-se com a necessidade de um estudo adequado da história de vida das diversas espécies de moluscos e sua pertinência com manejo adequado e a conservação.

McLachlan *et al.* (1996) acentuam a necessidade de planos de manejo tanto para espécies de bivalves de areia de regiões praianas de clima temperado, que apresentam crescimento lento e se localizam em regiões de fácil acesso, assim como para bivalves de áreas tropicais, coletados para a subsistência de populações humanas de baixa renda econômica.

Os estudos sobre a reprodução de bivalves marinhos são tidos como o alicerce para o estabelecimento de programas de manejo desses invertebrados, pois podem possibilitar, a manutenção de estoques naturais, contribuindo para o desenvolvimento de atividades extrativistas e de maricultura (Araújo,2001).

A reprodução, o desenvolvimento embrionário e o ciclo de desenvolvimento gonadal são aspectos importantes para o entendimento da biologia de qualquer

organismo, uma vez que, sem indicações seguras sobre o ritmo e o ciclo reprodutivo, outros aspectos biológicos seriam difíceis de serem compreendidos (Narchi, 1976). A determinação do ciclo sexual, 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 de cada um dos indivíduos que compõem a população, os quais podem ocorrer de forma sincronizada ou não (Christiansen *et al.*, 1973; Fretter & Graham; 1994).

Segundo Giese (1959), o ciclo reprodutivo de uma população, em geral, inclui uma série de eventos sucessivos, como crescimento e gametogênese, amadurecimento de gametas e degeneração ou reabsorção.

Muitos organismos reproduzem-se continuamente, outros concentram sua reprodução em certo período do ano (Grahame, & Branch, 1985). A maturação dos gametas e sua posterior liberação no ambiente podem ser influenciadas por fatores abióticos (Fretter & Graham, 1962; 1994), podendo existir assim uma estreita relação entre o ciclo reprodutivo e as variações ambientais.

Em relação às características reprodutivas dos bivalves marinhos de areia, não tão complexas como as de outros moluscos, sabe-se que em sua maioria, os bivalves dióicos são (sexos separados), apresentando fecundação externa. Estes aspectos determinam a necessidade de sincronismo nas atividades reprodutivas das populações locais de bivalves, resultando em eventos cíclicos em uma 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, estão a temperatura e a salinidade. A primeira é apontada por muitos autores como a mais importante. Um estudo clássico realizado por Orton (1920) sugeriu que alguns animais desovam quando a temperatura excede um nível crítico característico da espécie, enquanto outros o fazem somente mediante uma mudança particular na temperatura ambiente.

Fisiologicamente, de acordo com Grotta & Lunetta (1980), admite-se que a reprodução seja comandada por fatores intrínsecos, como a interação hormonal entre os centros controladores e o ciclo gametogênico e as reservas nutricionais, sendo sincronizada pelos fatores ambientais. Assim, postulam Fretter & Graham

(1964), picos de “desova” (eliminação de gametas) podem ocorrer, determinando períodos reprodutivos com estádios em que ocorre uma alta atividade reprodutiva e outras em que esta atividade está reduzida ou até inexistente. Segundo estes autores, estas pequenas estações de desova resultam quando a maioria dos indivíduos de uma população reage sensivelmente e simultaneamente a uma coordenação de fatores (Fretter & Graham, *op. cit.*).

De acordo com Fretter (1984), a estação reprodutiva pode estar relacionada ainda com a origem geográfica da espécie e com sua estratégia reprodutiva.

A gônada dos animais marinhos sofre periodicamente uma renovação parcial dos seus principais elementos tissulares, passando por transformações celulares, visando produzir gametas viáveis à fertilização. Esta dinâmica celular pode ser, em geral, sincrônica em um mesmo indivíduo ou entre indivíduos de uma mesma população (Christiansen *et al.*, 1973).

O amadurecimento progressivo, na maioria das espécies, é evidenciado por modificações regulares, que geram uma sucessão característica de fases às quais podem ser atribuídos uns determinados graus de maturação (Christiansen *et al.*, 1973). A denominação destas etapas de transformação das células sexuais, usualmente, é feita de acordo com critérios estabelecidos pelo pesquisador. Desta forma, pode ser observada na literatura uma série de classificações.

No Brasil, o estudo sobre a reprodução de moluscos bivalves marinhos iniciou-se no final de década de 60. Um dos trabalhos pioneiros foi realizado por Lunetta (1969), que determinou as características e a seqüência dos fenômenos reprodutivos de *Mytilus perna* (Linnaeus, 1758). Narchi (1976) estabeleceu o ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana* no litoral do Estado de São Paulo. Nascimento & Lunetta (1978) e Assis (1978) descreveram o ciclo sexual da ostra do mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1791) *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) na Baía de Todos os Santos-BA, respectivamente.

A espécie *Anomalocardia brasiliiana* (figura 1) é um molusco bivalve lamelibrânquio da família Veneridae. Além desta espécie, para o gênero *Anomalocardia* (Schumacher, 1817), são conhecidas as seguintes espécies, *Anomalocardia squamosa* (Linnaeus, 1758), *Anomalocardia cuneimeris* (Conrad, 1846), *Anomalocardia producta* (Kuroda & Habe, 1951), as quais não são encontradas no Brasil. De acordo com Rios (1994), *Anomalocardia brasiliiana* é bastante comum ao longo de todo litoral brasileiro, podendo ser reconhecida por

diferentes nomes populares de acordo com a região tais como: “berbigão”, “vôngole”, “mija-mija”, “sarnambi” “sarnambi pequeno”, “sarnambitinga”, “papa-fumo”, “chumbinho”, “marisco-pedra”, “maçunim”, “pedrinha”, “samanguaiá”, “sarro-de-peito”, “simongoiá” (Tobias & Silva, 1957; Narchi, 1972; Boffi, 1979; Arruda Soares *et al* 1982; Rios,1994). No estado do Ceará, estes bivalves são chamados de “búzios” ou “mariscos”, na região do município de Fortim e de “fumim” no município de Chaval, regiões onde são muito apreciados como alimento.



Figura 1: Vista externa da concha de *Anomalocardia brasiliiana*.

Segundo Rios (1994), a distribuição geográfica desta espécie estende-se das Antilhas até Uruguai e Índias Ocidentais. Habitam baías e enseadas, locais com água calma, sem arrebentação. Este bivalve vive na zona entre marés de fundos areno-lodosos, enterrando-se a pequena profundidade (Boffi, 1979). Apresenta concha com formato triangular, medindo em média 45mm de comprimento antero-posterior (Rios, 1994).

A espécie *Anomalocardia brasiliiana* tem sexos separados e não apresenta dimorfismo sexual externo e, internamente, as gônadas são esbranquiçadas quando maduras em ambos os sexos (Narchi, 1974, 1976; Grotta & Lunetta, 1980). Caracteriza-se por ser euritérmica e eurihalina, apresentando grande resistência à deficiência de oxigênio (Schaeffer – Noveli,1976), sobrevivendo até 240 horas em condições de anoxia (Hiroki, 1971) e temperatura limite de 42°C (Read, 1964), características que facilitam seu transporte e comercialização (Arruda Soares *et al*, 1982).

Diversos estudos já foram realizados sobre a biologia de *Anomalocardia brasiliiana*, considerando-se os aspectos morfofuncionais adaptativos e ecológicos (Narchi 1965, 1972, 1974); os estudos de dinâmica populacional nos litorais baiano (Peso, 1980), paulista (Schaeffer – Novelli, 1976; Arruda Soares *et al.*, 1982), catarinense (Rosa, 1989), paranaense (Lana *et al.*, 1989; Netto & Lana, 1994; Boehs, 2000) e as observações sobre distribuição demográfica, crescimento e repovoamento na região caribenha (Monti *et al.*, 1991). Aspectos fisiológicos foram estudados em São Paulo, em termos de sobrevivência em diferentes níveis de salinidade (Leonel *et al.*, 1981, 1982 a, 1983) e deficiência de oxigênio (Hiroki, 1971); sobre resistência de brânquias à deficiência de oxigênio dissolvido na água do mar e adição de sulfeto de hidrogênio, relacionado com condições de ambientes poluídos (Hiroki, 1977); caracterização dos canais iônicos de membranas de células epiteliais secretoras do manto (Beirão & Sorenson, 1981 ; Nascimento & Beirão, 1982 a, b; Beirão & Nascimento, 1989); variações da concentração osmótica sanguínea em função do meio externo (Leonel *et al.*, 1982b); caracterização de rotas bioquímicas de degradação de glicosaminoglicanas, de sulfato de condroitina (Souza *et al.*, 1985, 1990); modificações histomorfológicas e fisiológicas da glândula digestiva (Mourão, 1994; Mourão *et al.*, 1994) e emprego de cálcio de conchas no tratamento de reposição óssea (Menda, 1995). Aspectos nutricionais foram analisados por Tobias & Silva (1957) e Maltz & Faerman (1958), para os litorais baiano e paulista, respectivamente. Mello (1979) destacou a importância alimentar de *Anomalocardia brasiliiana*, considerando seu elevado valor protéico e Paiva (1990) demonstrou que a heparina dos moluscos apresentou maior atividade anticoagulante quando comparadas com heparinas de mamíferos. Almeida (1990), também na Baía de Todos os Santos, avaliou a relação entre os parâmetros biológicos de *Anomalocardia brasiliiana* e os níveis de contaminação industrial. Na área de parasitologia, foi citado à identificação de trematódeos na massa visceral de *Anomalocardia brasiliiana* (Narchi, 1966; Boehs, 2000) e a descrição de ciliados parasitas na cavidade palial (Netto, 1992).

Apesar de já existirem diversos estudos sobre o ciclo de reprodução em bivalves, ainda há carência a cerca dos dados biológicos básicos da maior parte das espécies de bivalves de areia encontrada no litoral brasileiro. Especificamente sobre *Anomalocardia brasiliiana*, apesar de ser uma espécie abundante na costa leste da América Latina, incluindo também o Caribe, onde também se verifica essa mesma

situação (Monti *et al.* , 1991). A sua ampla distribuição geográfica também, pode refletir em variações significativas nas suas características reprodutivas.

Estudos sobre o ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* foram realizados por Narchi (1972;1974; 1976) no litoral do Estado de São Paulo e por Grotta (1979) no Estado da Paraíba. Esta autora comparou os resultados obtidos em seu trabalho com aqueles obtidos por Narchi (1976), considerando as diferenças de latitude entre os locais de estudo, com a conseqüente variação climática. Peso (1980), para o Estado da Bahia, determinou o ciclo sexual, idade e tamanho de comprimento de concha da primeira maturação sexual, com observações macroscópicas do desenvolvimento gonadal. Boehs (2000) utilizou índice de condição gonadal para definir as etapas do ciclo sexual no litoral paranaense, e técnicas histológicas para definir as características da maturidade sexual na Baía de Paranaguá (Paraná). O trabalho mais recente sobre a biologia reprodutiva de *Anomalocardia brasiliiana* foi realizado por Araújo (2001) na Reserva Extrativista de Marinha de Pirajubaé em Santa Catarina. Ainda relacionado com a biologia reprodutiva de *Anomalocardia brasiliiana*, Grotta (1979) e Grotta & Lunetta (1982b, c) realizaram estudos histoquímicos para caracterização do processo de gametogênese, assim como análises das diferentes fases da gametogênese feminina e masculina, em microscopia de luz e eletrônica, enfatizando a diversidade morfológica do retículo endoplasmático rugoso e do desenvolvimento de grânulos de vitelo. Análises das características de larvicultura foram realizadas por Narchi (1974), Silveira *et al.* (1995), Absher & Christo (1995) de forma mais completa, por Moueza *et al.* (1999), que revelaram aspectos ultra-estruturais de embriões e larvas.

Na comunidade Fortim – Ce, as “marisqueiras,” como são chamadas as mulheres dos pescadores que trabalham coletando moluscos bivalves na maré baixa do estuário na localidade de Praia Canto da Barra e na comunidade de Viçosa, têm o costume de coletar *Anomalocardia brasiliiana* e utilizá-la na alimentação de sua família. Muitas vezes, estes organismos constituem o prato principal do almoço ou jantar, quando não há nenhum outro recurso oriundo da pesca.

Considerando o aspecto sócio-econômico destacado acima, como também a importância de estudos comparativos sobre a biologia reprodutiva de diferentes populações desta espécie ao longo do litoral brasileiro, esta pesquisa teve como objetivo estudar o molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da

Barra, Fortim – Ceará, considerando aspectos da sua biologia populacional e do seu ciclo reprodutivo.

Desta forma, foi avaliada a dinâmica populacional de espécie considerando a sua distribuição espacial e sua densidade. As gônadas de cada sexo foram analisadas histologicamente, para a caracterização das células da linhagem germinativa, a fim de identificar as principais modificações ocorridas nos tecidos gonadais. O ciclo reprodutivo foi determinado a partir da identificação das fases do desenvolvimento gonadal e correlação destas com os principais fatores abióticos atuantes na região (temperatura, salinidade e precipitação pluviométrica).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

A Praia do Canto da Barra, no município de Fortim, Ceará, foi o local escolhido para a realização deste estudo (Figura 2).

A cidade de Fortim (04°27'07"S e 37°47'50"W) localiza-se no litoral leste do Estado do Ceará, a 140 Km de Fortaleza, fazendo limites ao norte com o Oceano Atlântico e o Município de Beberibe, ao sul com o Município de Aracati, a leste com Aracati e o Oceano Atlântico, e a oeste com Beberibe e Aracati (Dantas-Neto, 2001).

As principais unidades geoambientais do município consistem na planície litorânea, representada pelas praias, campo de dunas, planícies fluvio-marinhas e tabuleiros pré-litorâneos, estes últimos representados por formas dissecadas em interflúvios tabulares. Toda a paisagem litorânea e a desembocadura do Rio Jaguaribe apresentam-se como elevado potencial paisagístico (Dantas-Neto, 2001).

O manguezal do Rio Jaguaribe é um ecossistema de grande importância para o equilíbrio ecológico, sendo um ambiente favorável ao desenvolvimento de muitas espécies de animais e plantas. Várias espécies de moluscos, crustáceos, aves e peixes passam pelo menos uma parte de seu ciclo de vida neste ambiente, onde encontram alimento, refúgio contra predadores e área para reprodução e crescimento (Dantas-Neto, 2001).

De acordo com Dantas-Neto (2001), dentre as espécies faunísticas habitantes dos manguezais do baixo Jaguaribe, foi registrada *in loco* a presença de moluscos ("búzios", *Anomalocardia brasiliiana*, caramujos *Thais sp*, e ostras *Crassostrea rhizophorae*, crustáceos caranguejo chama-maré *Uca sp*, caranguejo uçá *Ucides cordatus*, (Linnaeus,1763) aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille,1803) lagosta sapateiro *Scyllarus sp*, e camarões *Litopenaeus spp* e *Farfantepenaeus spp*. e peixes sirigado *Mycteroperca venenosa* (Linnaeus,1758) e caranha *Lutjanus griseu* (Linnaeus,1758) entre outros.

A região estuarina do Rio Jaguaribe é composta por uma exuberante vegetação de mangue, limitada praticamente à margem direita do rio, já que a margem esquerda, onde se situa a sede da cidade de Fortim, é caracterizada pela

ocupação urbana e pela ocorrência de ações antrópicas que já modificaram bastante a paisagem local (Figura 3). Alia-se a isto a especulação imobiliária nesta margem, que já ocasionou muitas vendas de casas de pescadores nativos para a construção de verdadeiras mansões, além da degradação ambiental causada pela derrubada da vegetação nativa (Dantas-Neto, 2001).

Devido às características intrínsecas da região, o manguezal possui importantes funções ecológicas na área de desembocadura do Rio Jaguaribe: ameniza o impacto do mar com a terra, controla a erosão do solo devido à conformação das raízes do mangue e retém sedimentos e nutrientes. A região também é explorada pelo turismo, que tem nos passeios de barco a melhor oportunidade de vislumbrar a paisagem e despertar a consciência ecológica de que tanto carece a população local. Como todo ecossistema deste tipo, esse nativo manguezal tem muito a oferecer para a comunidade de Fortim, porém, o seu potencial deve ser explorado de maneira racional, de forma sustentada e atendendo às suas necessidades de recomposição, tais como períodos de desovas e perfloração das espécies vegetais, entre outras (Dantas-Neto, 2001).

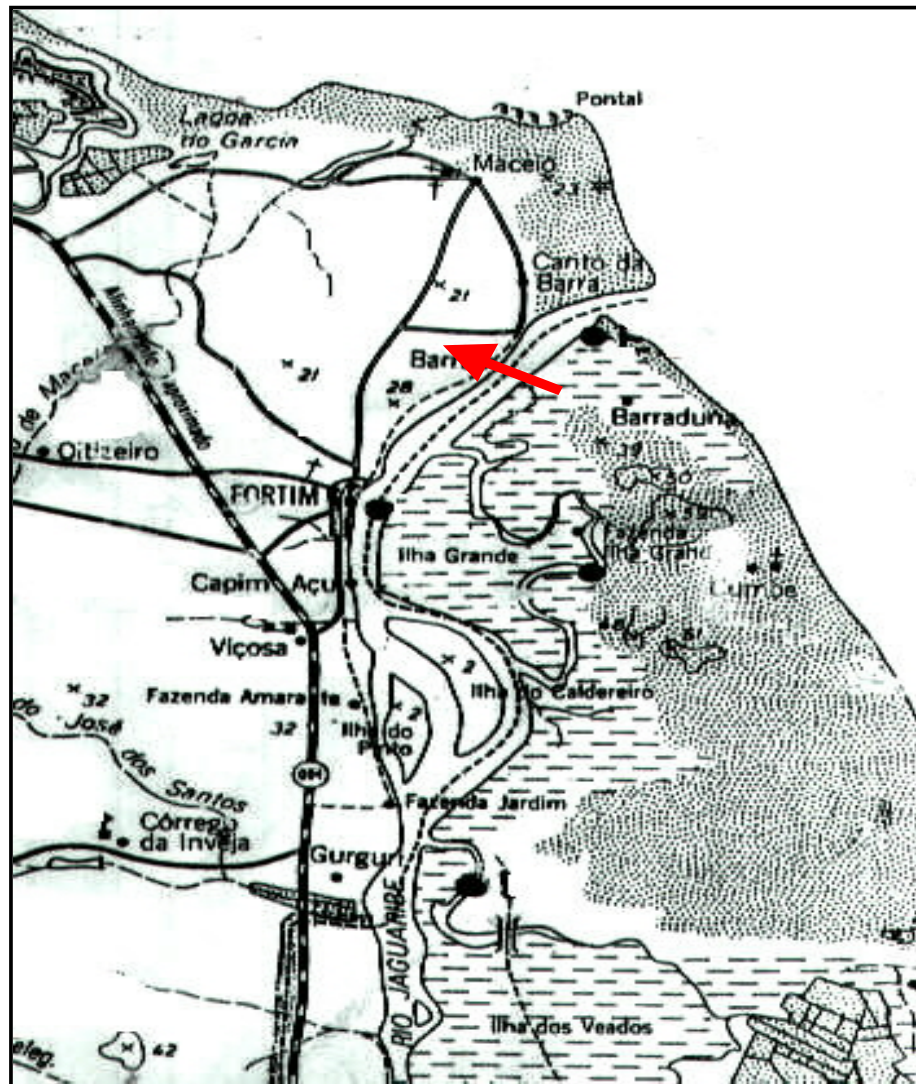


Figura 2: Área de estudo. Desembocadura do estuário do Rio Jaguaribe, Fortim - Ceará. A seta indica a Praia do Canto da Barra.

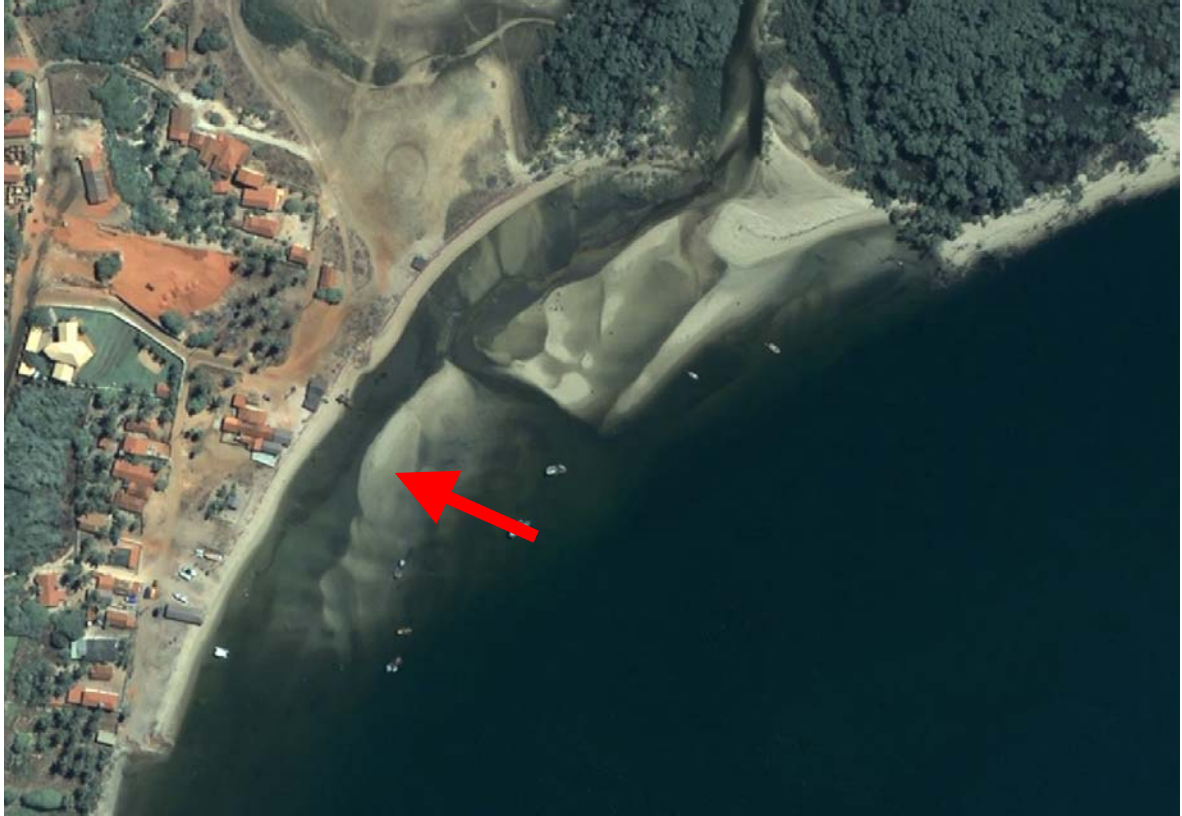


Figura 3: Foto de sensoriamento remoto da Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ceará. (Satélite QUICKBIRD - UTM, zone 24, South American 1969).

2.2 Procedimento de campo

Os exemplares de *Anomalocardia brasiliiana* foram coletados mensalmente de maio de 2002 a abril de 2003. As amostragens foram realizadas em maré de sizígia, de acordo com as Tábuas de Maré divulgada pelo Departamento de Hidrologia e Navegação da Marinha (DHN) para os anos de 2002 e 2003 (Brasil, 2001; 2002).

Em virtude de seu hábito cavador superficial, os exemplares *Anomalocardia brasiliiana* foram coletados manualmente, durante a maré baixa, utilizando-se uma pá de jardinagem para escavar o sedimento até aproximadamente 5cm de profundidade.

Aproximadamente 500 organismos foram coletados manualmente ao longo de toda a praia, os quais foram medidos e separados em 4 lotes de tamanhos diferentes (<1,5cm; 1,6cm a 2,0cm; 2,1cm a 2,5cm; >3,0 cm). De cada lote, foram retirados aleatoriamente 10 indivíduos, os quais foram utilizados na análise histológica das gônadas. Este procedimento foi utilizado por Grotta(1979) para o

estudo do ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário do Rio Paraíba do Norte – PB. Os organismos restantes foram, em seguida, devolvidos para o ambiente. Os organismos selecionados foram acondicionados em uma caixa de isopor de 10l contendo água do mar para o Laboratório de Zoobentos no Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

Para o estudo da densidade populacional de *Anomalocardia brasiliiana*, foi utilizado um quadrado de 50X50 cm como amostrador, para a retirada de amostra de sedimento em 3 áreas ao longo da praia. Desta forma, foram retiradas 5 amostras de cada sub-área definidas como: Banco 1 superior (correspondente a parte mais alta do banco mais seca e exposta durante a maré baixa) (Figura 4, 5); Banco 1 inferior (parte mais baixa, adjacente ao banco 1 superior, onde mesmo na maré baixa havia acúmulo de água) (Figura 4, 5); e Banco 2 (banco de areia semelhante ao banco 1 superior porém mais próximo às barracas de praia presente na região). No total foram retiradas, mensalmente, 15 amostras em cada sub-área. Em cada banco, foi demarcado 1 transecto paralelo à linha de curso do rio. Neste transecto, o quadrado era lançado aleatoriamente, retirando-se o sedimento até uma profundidade de 5cm. O sedimento foi peneirado em uma malha de nylon com 1mm de abertura entre nós. O material biológico retido foi colocado em sacos plásticos etiquetados e fixado em formol salino 10%.

A temperatura do ar e da água e a salinidade também foram medidas na margem onde os indivíduos foram coletados. Para observação da temperatura, da água e do ar, foi utilizado um termômetro com coluna e bulbo de mercúrio, o qual era, respectivamente imerso na água e depois exposto ao ar, até a estabilização da temperatura e em seguida feita a leitura. Para as medidas de salinidade, foi utilizado um refratômetro manual portátil, modelo SR 1 com compensação de temperatura da Aquatic Ecosystems Inc., capaz de registrar salinidade de 0 a 100‰ com acuidade de $\pm 1‰$.

Dados de precipitação pluviométrica para a região do município de Fortim, Ceará, foram obtidos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

As amostras do sedimento foram coletadas nos meses de maio e julho de 2002 e abril de 2003, nas 3 áreas definidas acima (Banco 1 superior, Banco 1 inferior e Banco 2), para a análise granulométrica.

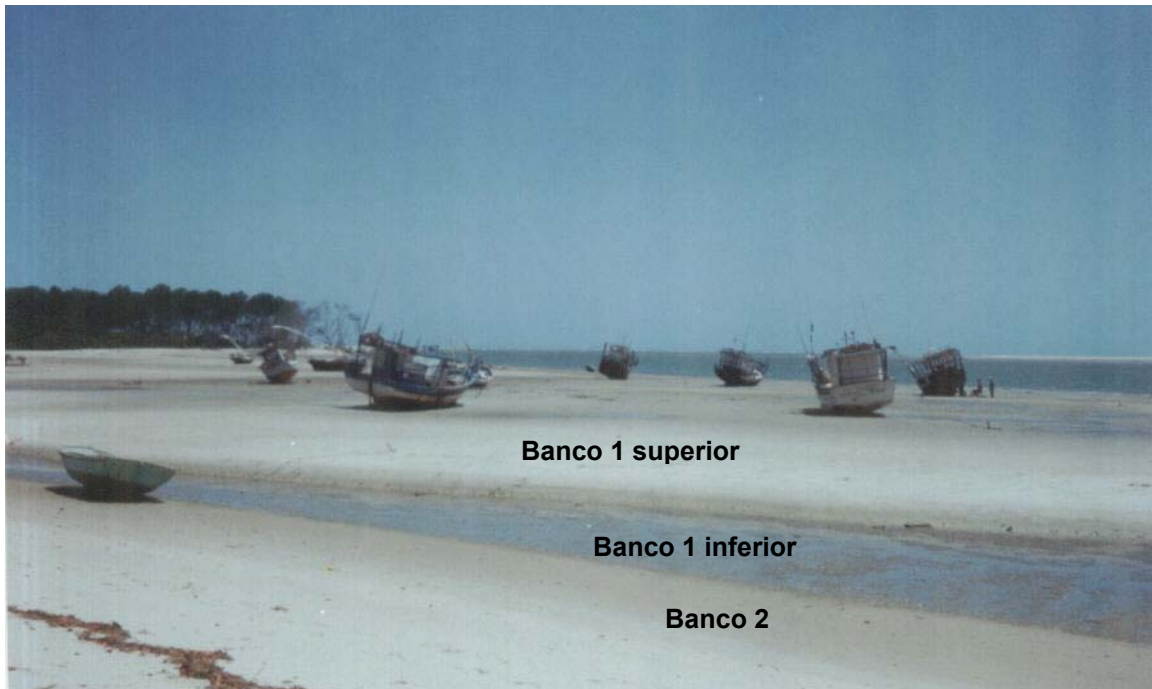


Figura 4: Vista da Praia do Canto da Barra, município de Fortim, Ceará, mostrando as áreas de coleta de *Anomalocardia brasiliana*.



Figura 5: Vista aproximada das áreas de coleta de *Anomalocardia brasiliana* na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE.

2.3 Procedimento de laboratório

Todos os procedimentos para análise dos organismos foram realizados no Laboratório de Zoobentos da Divisão de Oceanografia Biótica do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

2.3.1 Análise do Ciclo Reprodutivo

O estudo do ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* foi realizado com o auxílio de técnicas histológicas. Segundo Christiansen *et al.* (1973), o estudo histológico dos tecidos gonadais permite analisar as mudanças e transições que ocorrem em sua constituição, as quais acompanham variações do meio exterior, podendo ser relacionadas com atributos populacionais.

Os animais, trazidos ao laboratório ainda vivos, foram colocados em bandejas plásticas com água salgada. Cada indivíduo teve o comprimento antero posterior da concha novamente medido através de um paquímetro de precisão 0,05mm. Através da introdução de uma lâmina de bisturi entre as valvas, seccionando-se os músculos adutores, anterior e posterior, as valvas foram abertas e um palito (de fósforo) foi colocado para mantê-las entreabertas. O animal foi, então, fixado em solução de Bouin salino por 12 horas. Após este período, as partes moles foram retiradas da concha e depois lavadas em água corrente, para a retirada do excesso do fixador, e foram preservadas em álcool etílico 70%.

O processamento histológico seguiu os procedimentos de rotina, passando por uma série de desidratação em álcool e diafanização em xilol, até a inclusão em parafina. Cortes transversais foram realizados em micrótomo manual em espessuras de 5 a 7 μ m. Estes cortes foram submetidos aos corantes Hematoxilina de Harris-Eosina (H – E) e PAS (Periodic Acid Schiff) modificado de Junqueira & Junqueira (1983) (ver anexos).

As células foram observadas e fotografadas em microscópio óptico STANDARD 25, ZEISS, e medidas utilizando-se uma ocular micrometrada.

Com base no estudo microscópio de secções longitudinais das gônadas de machos e fêmeas de *Anomalocardia brasiliiana*, foram identificadas e descritas suas células germinativas de acordo com o grau de desenvolvimento gonadal.

A determinação da proporção sexual foi efetivada a partir do total de machos e fêmeas coletadas mensalmente.

2.3.2 Densidade populacional

Em laboratório, foi realizada a triagem das amostras (material biológico mais sedimento), sendo separados os exemplares de *Anomalocardia brasiliiana* presentes. Os demais organismos, pertencentes a outros grupos taxonômicos ou mesmos outros moluscos foram separados, porém não foram considerados neste estudo.

Todos os exemplares de *Anomalocardia brasiliiana* foram medidos com auxílio de um paquímetro com precisão 0,05mm e contados por amostras. A densidade populacional para *Anomalocardia brasiliiana* foi definida considerando a média de indivíduos coletados nas 5 amostras retiradas de cada uma das 3 áreas definidas (Banco1 superior, Banco1 inferior e Banco2). A densidade foi expressa em número de indivíduos/m², tendo sido registrada mensalmente durante o período desta pesquisa (de maio de 2002 a abril de 2003).

As densidades médias obtidas nas 3 áreas de coleta e ao longo dos meses de estudo foram comparadas através de análise de variância não-paramétrica de Kruskal-Wallis, utilizando-se o programa STATISTICA ® versão 5.0.

2.3.3 Análise granulométrica

As análises granulométricas do sedimento foram realizadas no Laboratório de Geologia Marinha da Divisão de Oceanografia Abiótica do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

Após a chegada do campo, as amostras foram lavadas e posteriormente, secas em estufa a uma temperatura 60°C. A seguir, foram quarteadas, para obtenção de uma quantidade próxima a 50g de sedimento. As amostras foram peneiradas em peneiras de ½ phi de abertura de malha (phi = -log₂). As frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão analítica. Os parâmetros estatísticos, média e mediana, assim como a seleção, classificação textual do sedimento, foram obtidos, através do programa SYSGRAM ® versão 2.0.

3. RESULTADOS

3.1 Fatores Ambientais da Área de Estudo ao Longo dos Meses da Pesquisa

No decorrer dessa pesquisa, a salinidade variou entre 16 a 41‰, sendo a mínima registrada em abril 2003 e a máxima em janeiro do mesmo ano (Tabela 1).

A temperatura do ar, variou entre 32°C, registrada em fevereiro e 26°C em março de 2003. A temperatura da água, variou entre 26°C em maio de 2002 e 33°C em fevereiro de 2003 (Tabela 1.).

A precipitação mensal no Município de Fortim - Ce, durante o período de estudo, ficou entre 325,6 mm observada em março de 2003 e 0,0 mm de agosto a dezembro de 2002 (Tabela 1).

De acordo com os dados obtidos, foram observados 2 períodos chuvosos, durante o período de estudo entre maio e julho de 2002 e entre janeiro e abril de 2003. Um período de estiagem foi caracteristicamente observado entre os meses de agosto a dezembro de 2002.

A caracterização granulométrica do sedimento presente nas 3 faixas de coleta de organismos, definidos como Banco 1 superior, Banco 1 inferior e Banco 2, foi realizada nos meses, maio e julho de 2002 e abril de 2003. Os resultados obtidos desta análise são apresentadas na Tabela 2. Ao longo do período de estudo, as áreas selecionadas para a coleta dos bivalves não sofreram alterações importantes na sua constituição granulométrica.

No Banco 1 superior, o diâmetro médio dos grãos ficou entre 1,64 a 1,92 phi correspondendo a areia média, com a classificação textual moderadamente selecionada e apresentando 99% do total de areia. No Banco 1 inferior, o tamanho médio dos grãos de sedimento ficou entre 2,21 a 2,29 phi correspondendo a de areia fina, sendo pobremente selecionado e apresentando 94,8% de areia. No Banco 2 a média dos grãos o diâmetro variou entre 2,14 a 2,55 phi correspondendo a areia fina, sendo moderadamente selecionado e com 99% de areia.

Tabela 1: Datas das Coletas de *Anomalocardia brasiliiana* realizadas na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará, durante o período de estudo e dados das condições ambientais observadas no local.

Coleta	Nível da Maré	Salinidade ‰	Precipitação (mm)*		Temperatura (°C)	
			Média	Observada	Ar	Água
27.05.2002	0,1	30,0	235,4	175,6	28,0	26,0
27.06.2002	0,3	37,0	104,0	121,0	29,0	28,5
30.07.2002	0,7	33,0	44,2	19,0	27,0	28,5
22.08.2002	0,3	35,0	5,2	0,0	30,0	26,5
18.09.2002	0,5	36,0	8,4	0,0	28,5	28,0
22.10.2002	0,4	37,5	10,9	0,0	29,5	28,0
22.11.2002	0,5	35,0	14,8	0,0	30,0	26,5
18.12.2002	0,5	35,0	45,0	0,0	28,0	30,0
21.01.2003	0,4	41,0	134,2	70,4	28,0	30,0
19.02.2003	0,1	40,0	196,6	83,0	32,0	33,0
21.03.2003	0,1	29,0	332,8	325,6	26,0	28,0
15.04.2003	0,1	16,0	303,9	236,2	30,3	29,8

* Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)

Tabela 2: Análise granulométrica das amostras coletadas na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará, durante o período de estudo.

Amostras	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	% Areia	% Finos
B1 sup. (maio/02)	1,92	Areia Média	1,91	0,58	Moderadamente selecionado	100	0
B1 inf. (maio/02)	2,24	Areia Fina	1,89	1,24	Pobrememente selecionado	94,8	5,19
Banco2 (maio/02)	2,55	Areia Fina	2,39	0,92	Moderadamente selecionado	89,19	10,81
B1sup. (jul/02)	1,92	Areia Média	1,91	0,57	Moderadamente selecionado	99,89	0,11
B1inf. (jul/02)	2,29	Areia Fina	1,95	1,05	Pobrememente selecionado	95,3	4,70
Banco2 (jul/02)	2,36	Areia Fina	2,30	0,68	Moderadamente selecionado	99,72	0,28
B1sup. (abr/03)	1,64	Areia Média	1,58	0,50	Moderadamente selecionado	99,84	0,16
B1inf. (abr/03)	2,21	Areia Fina	2,02	0,95	Moderadamente selecionado	98,47	1,53
Banco (abr/03)	2,14	Areia Fina	2,26	0,74	Moderadamente selecionado	99,96	0,04

3.2. Densidade populacional

Durante o período de estudo, foram coletados exemplares de *Anomalocardia brasiliiana*, em três sub-áreas na Praia do Canto Barra, Fortim – Ce, caracterizados como: Banco 1 superior, Banco 1 inferior e Banco 2.

Considerando estas sub-áreas, foi observado uma diferença significativa na densidade de *Anomalocardia brasiliiana* durante os doze meses de pesquisa.

As maiores ocorrências foram registradas no Banco 1 inferior, principalmente nos meses de novembro/02, com 2118 ind./m², agosto/02 com 1641 ind./m² e junho/02 com 1286 ind./m². A área do Banco1 superior, apresentou as menores densidades durante o período de estudo, com um máximo de apenas 176 ind. /m² no mês de outubro de 2002. No Banco 2, observou-se também um

valor significativo de indivíduos nesta população, com 1561 ind./m² em fevereiro de 2003. A tabela 3 apresenta os resultados de densidade populacional obtidos durante o estudo

O Banco 1 superior caracterizou-se pela ocorrência principalmente de adultos (76,6%). No Banco 2 e no Banco 1 inferior, os juvenis menores que 10mm de comprimento de concha, foram mais abundantes, representando 72,2% e 80,68% do total de indivíduos coletados, respectivamente (Figura 6).

Tabela 3: Densidade Populacional de *Anomalocardia brasiliiana* nos bancos arenosos na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ce, observados durante o período de estudo.

Meses de Coleta	Densidade (N° ind./m ²)		
	Banco 1 (Superior)	Banco 1 (Inferior)	Banco 2
Maio/2002	54,4	281,6	1280
Junho/2002	83,2	1286,4	137,6
Julho/2002	32	166,4	35,2
Agosto/2002	64	1641,6	16
Setembro/2002	16	236,8	684,8
Outubro/2002	92,8	1353,6	134,4
Novembro/2002	44,8	2118,4	108,8
Dezembro/2002	28,8	131,2	25,6
Janeiro/2003	44,8	28,8	12,8
Fevereiro/2003	48	54,4	1561,6
Março/2003	176	816	624
Abril/2003	22,4	128	147,2

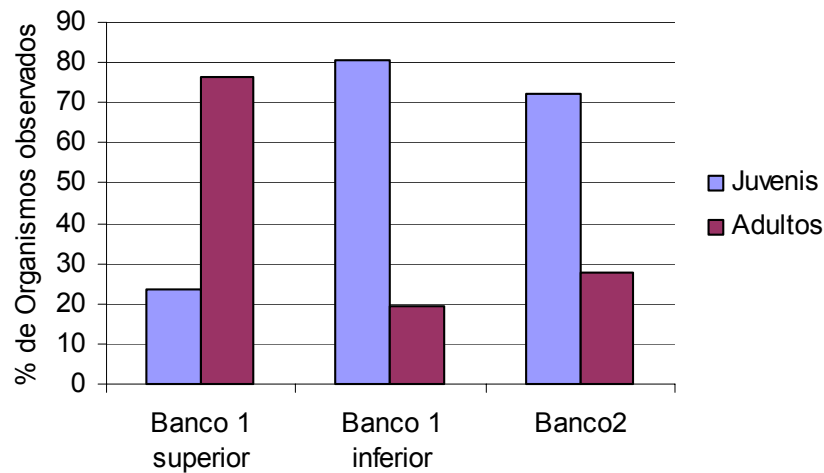


Figura 6: Proporção de indivíduos juvenis e adultos de *Anomalocardia brasiliiana* coletados na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, durante o período de estudo.

3.3 Proporção e diferenciação e maturidade sexual

Durante este estudo, foram analisados 480 exemplares de *Anomalocardia brasiliiana*. As freqüências e as proporções sexuais observadas, durante este período são apresentadas na tabela 4.

A determinação sexual destes animais foi realizada através do exame histológico da gônada, tendo sido identificados 225 machos, 170 fêmeas, 72 imaturos e 13 organismos estéreis devido ao parasitismo (Tabela 4). Detalhes sobre a caracterização histológica, que permitiu o reconhecimento dos sexos, são apresentados adiante.

Para a análise da diferenciação sexual e da proporção sexual, os indivíduos estéreis pelo parasitismo não foram considerados. Ao longo dos meses de estudo, a proporção de machos e fêmeas oscilou de 0,88 a 2,86 (Tabela 4), sendo os machos um pouco mais abundantes que as fêmeas, entretanto, considerando a média do período, nota-se que a proporção sexual ficou em torno de 1:1 (Figura 7).

A cada mês foi calculado o comprimento médio da concha de machos e fêmeas, os resultados obtidos são apresentados na tabela 5. Os machos apresentaram tamanho médio de 22,8 mm ($\pm 3,73$) e as fêmeas 22,4 mm ($\pm 3,15$). Estes valores da média não foram estatisticamente diferentes.

Considerando o maior e menor comprimento total da concha observados, os animais foram agrupados em 8 intervalos de tamanho, como mostra a tabela 6. As freqüências relativas dos sexos e as proporções sexuais observadas de acordo com os intervalos de tamanho, demonstraram que ao longo do período de estudo, os machos apresentaram maiores proporções sendo, de um modo geral mantido este padrão a medida que o tamanho dos organismos aumentava (Tabela 6; Figura 8).

Os indivíduos indiferenciados sexualmente, ou seja, não apresentando tecido gonadal diferenciado representam 15,4% do total de organismos analisados. Estes animais apresentaram comprimento da concha variando entre 10,4 a 25,4 mm, sendo mais freqüentes aqueles medindo até 17,9mm de comprimento (Tabela 6). Considerando que 89% dos indivíduos com sexo indeterminado mediram até 17,9mm de comprimento da concha, e que foram observados machos e fêmeas medindo abaixo deste valor, é provável que o processo de diferenciação sexual dos indivíduos *Anomalocardia brasiliiana*, na população em estudo, ocorra entre 12,6 a 17,9 mm de comprimento, sendo a proporção de surgimento de machos relativamente superior ao das fêmeas (Tabela 6, Figura 8).

Entre os animais não diferenciados sexualmente, foram observados 5 indivíduos com comprimento da concha superior a 17,9mm. Provavelmente, estes já passaram por um processo de diferenciação sexual e estão em fase de renovação de seus tecidos gonadais ou, por algum motivo não conhecido, tiveram o processo de diferenciação sexual retardado.

Para conhecimento do tamanho no qual os organismos atingem a maturidade sexual, foram considerados o tamanho mínimo em que observou-se a gônada madura em cada um dos sexos (a caracterização das fases do desenvolvimento gonadal será apresentada adiante). Desta forma, observou-se que os machos e fêmeas atingiram a maturidade sexual com tamanho a partir de 12,6 mm de comprimento antero-posterior da concha. (Tabela 7).

Tabela 4: Proporção sexual de exemplares de *Anomalocardia brasiliiana* coletados na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ce, durante o período de estudo.

Mês de Coleta	Machos		Fêmeas		Indiferenciados sexualmente		Indivíduos Estéreis		Total	Proporção Sexual
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Mai/02	20	50,0	12	30	8	20	0	0	40	1,67
Jun/02	23	57,5	16	40	1	2,5	0	0	40	1,38
Jul/02	20	50	7	17,5	13	32,5	0	0	40	2,86
Ago/02	20	50	17	42,5	3	7,5	0	0	40	1,18
Set/02	16	40	11	27,5	11	27,5	2	5	40	1,45
Out/02	14	35	17	42,5	8	20	1	2,5	40	0,88
Nov/02	17	42,5	16	40	5	12,5	2	5	40	1,06
Dez/02	19	47,5	17	39,5	1	2,5	3	7,5	40	1,12
Jan/03	14	35	15	37,5	10	25	1	2,5	40	1
Fev/03	21	52,5	11	27,5	7	17,5	1	2,5	40	2
Mar/03	17	42,5	17	42,5	4	10	2	5	40	1
Abr/03	24	60	14	35	1	2,5	1	2,5	40	1,71
Total	225	44,4	170	34,2	72	15	13	2,71	480	1,36

Tabela 5: Comprimento médio da concha de indivíduos de *Anomalocardia brasiliiana* coletados na Praia Canto da Barra Fortim – Ce, durante o período de estudo.

Mês de Coleta	Machos				Fêmeas			
	Tamanho (mm)		Média	Desvio padrão	Tamanho (mm)		Média	Desvio padrão
	mínimo	máximo			Mínimo	máximo		
Mai/02	14,8	27,6	22,93	3,72	16,6	26,6	22,18	3,16
Jun/02	13,2	28,3	21,91	3,49	20,4	25,9	22,58	1,77
Jul/02	18,7	28,7	23,56	2,75	17,6	23,7	21,1	2,48
Ago/02	16,5	27,2	22,08	2,74	17,6	28,3	22,48	3,6
Set/02	18,7	26,1	23,3	2,49	14,7	28,7	23,64	3,94
Out/02	20,4	27,1	22,86	2,3	18,6	27,6	22,85	2,57
Nov/02	15,4	29,8	22,49	4,38	13,7	28,7	21,63	4,19
Dez/02	20,9	27,2	24,8	1,64	17,6	26,1	22,65	3,05
Jan/03	15,4	28,7	22,99	5	17,6	25,9	22,48	2,72
Fev/03	12,6	28,7	23,18	4,47	15,9	26,1	22,55	3,49
Mar/03	16,1	29,4	23,79	4,01	15,9	28,7	22,31	3,49
Abr/03	12,6	27,6	20,55	4,88	17,6	26,5	22,02	3,2
Todo Período	12,6	29,8	22,8	3,73	13,7	28,7	22,41	3,14

Tabela 6: Freqüência de machos, fêmeas e indivíduos indiferenciados de *Anomalocardia brasiliiana* agrupados por comprimento da concha, coletados na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ce, durante o período de estudo.

Tamanho (mm)	Machos		Fêmeas		Indiferenciados sexualmente		Indivíduos Estéries		Total	Indiferenciad os Estéries
	N	%	N	%	N	%	N	%		
10,4 - 12,9	2	0,42	0	0	18	3,75	0	0	20	2
12,9 - 15,4	8	1,67	2	0,42	28	5,83	0	0	38	4
15,4 - 17,9	15	3,13	16	3,33	21	4,38	0	0	52	0,93
17,9 - 20,4	29	6,04	28	5,83	3	0,63	2	0,42	62	1,03
20,4 - 22,9	49	10,2	49	10,2	1	0,21	3	0,63	102	1
22,9 - 25,4	55	11,5	37	7,71	1	0,21	2	0,42	95	1,48
25,4 - 27,9	59	12,3	33	6,88	0	0	4	0,83	96	1,78
27,9 - 30,4	8	1,67	5	1,04	0	0	2	0,42	15	1,6
Total	225	46,9	170	35,4	72	15	13	2,71	480	1,32

Tabela 7: Freqüência de ocorrência das fases de desenvolvimento gonadal de *Anomalocardia brasiliiana*, de acordo com o comprimento da concha, observados durante o período de estudo.

Tamanho (mm)	Fases de desenvolvimento gonadal							
	Machos				Fêmeas			
	eM	M	eE	E	eM	M	eE	E
10,4 - 12,9	0	1	0	0	0	0	0	0
12,9 - 15,4	2	1	0	1	1	0	1	0
15,4 - 17,9	0	5	2	1	9	2	0	1
17,9 - 20,4	2	9	2	0	5	4	11	1
20,4 - 22,9	5	29	7	0	9	12	29	1
22,9 - 25,4	0	22	9	0	4	9	17	2
25,4 - 27,9	6	25	7	1	5	5	26	0
27,9 - 30,4	0	4	0	0	0	0	4	0

eM= "em Maturação", M= "Maduro", eE="em Eliminação", E= "Eliminado".

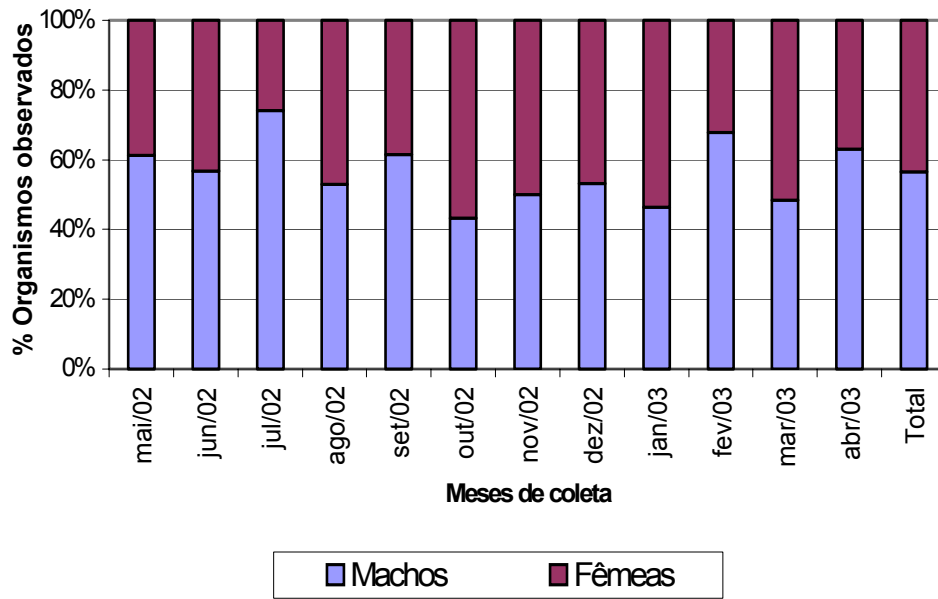


Figura 7: Proporção sexual de *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará observada durante o período de estudo.

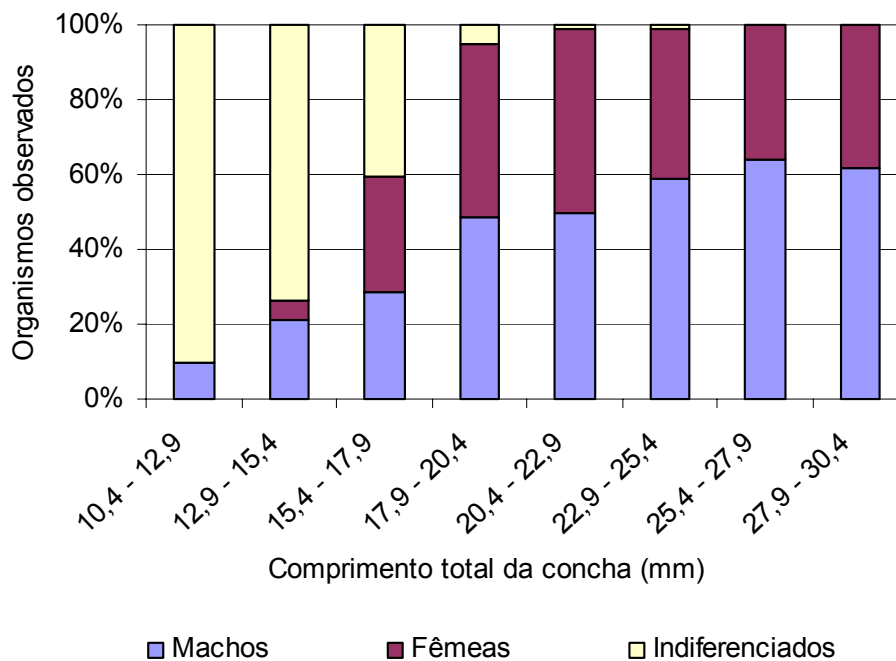


Figura 8: Frequência relativa de machos, fêmeas e indivíduos indiferenciados de *Anomalocardia brasiliiana*, de acordo com o comprimento da concha, observados durante o período de estudo.

3.4 Caracterização da morfologia externa das gônadas

Na presente pesquisa, não foi possível, fazer a distinção macroscópica entre os sexos, uma vez que as gônadas apresentavam-se esbranquiçadas quando maduras em ambos e sendo difíceis de serem diferenciadas das demais estruturas da massa visceral, exceto da glândula digestiva a qual apresenta cor verde acastanhada. Desta forma, a determinação do sexo somente foi possível com auxílio de técnicas histológicas.

O sistema reprodutor de *Anomalocardia brasiliana* é bastante simples, constituído por um par de gônadas, que preenchem, quando maduras, todo o espaço disponível, circulando a glândula digestiva, e a região superior da massa visceral tomando toda a porção do umbo. As gônadas formadas por uma rede de tubos ramificados com um ducto comum, o qual se abre para o exterior numa papila situada próxima à porção anterior do rim (Figura 9).

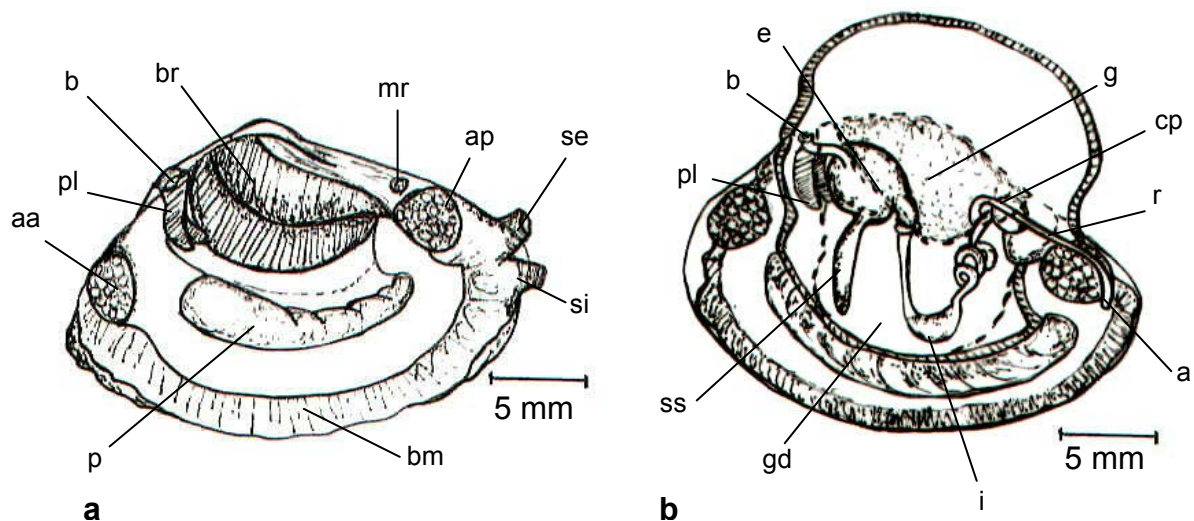


Figura 9: Desenho esquemático das partes moles de *Anomalocardia brasiliana*. (a) vista das partes moles por transparência através do manto. (b) vista da região visceral com o manto rebatido. Legenda: a = anus; aa = músculo adutor anterior; ap = músculo adutor posterior; bm = bordo do manto; b = boca; 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.

3.5 Caracterização das células germinativas

Com base no estudo microscópico de secções longitudinais das gônadas de machos e fêmeas de *Anomalocardia brasiliiana*, foi possível identificar e descrever suas células germinativas de acordo com o grau de desenvolvimento gonadal.

A determinação dos tipos celulares foi realizada baseada na morfologia e afinidade aos corantes empregados, tendo sido feitas comparações com os estudos de Narchi (1976), Grotta (1979) e Araújo (2001) para mesma espécie.

3.5.1. Linhagem masculina

Baseados nas alterações morfológicas das células germinativas presentes nos túbulos testiculares de machos de *Anomalocardia brasiliiana*, foi possível identificar os seguintes os tipos celulares: (1) espermatogônias; (2) espermatócitos I; (3) espermatócitos II; (4) espermatídes; e (5) espermatozóides (Figura 10 a).

As células germinativas se originam a partir das células dos túbulos testiculares, presas em suas paredes no interior das gônadas. A espermatogônia, primeiro tipo celular a se diferenciar, apresentou forma esférica, sendo volumosa, e com núcleo basófilo bem desenvolvido contendo granulações também basófilas e citoplasma acidófilo (Figura 10b). As espermatogônias mediram em média 8,75 μ de diâmetro, e caracteristicamente crescem e se multiplicam gerando várias células, através de várias divisões sucessivas de mitose e meiose. Na medida que se modificam, as células sexuais masculinas sofrem alterações morfológicas e migram em direção ao centro do túbulo até seu completo amadurecimento.

Mais distante da parede do túbulo testicular, foram encontrados os espermatócitos I, oriundos da divisão mitótica sofrida pela espermatogônia, medindo aproximadamente 6,25 μ de diâmetro. Assim como as espermatogônias, estas células também demonstraram basofilia. Os espermatócitos I caracterizam-se pelo crescimento do núcleo em relação ao citoplasma. No núcleo, a cromatina granulosa encontra-se aleatoriamente dispersa, e o volume citoplasmático está ainda mais reduzido que nas espermatogônias.

Os espermatócitos II resultam da primeira divisão meiótica do espermatócito I, sendo bem menores e possuindo citoplasma acidófilo bastante reduzido e núcleo basófilo, central ocupando quase todo volume celular, e medindo aproximadamente 5 μ de diâmetro. A cromatina, fortemente condensada, apresentou afinidade pela hematoxilina.

As espermatídes apresentaram tamanho diminuto, com citoplasma muito reduzido, pouco perceptível e núcleo arredondado. Estas células são provenientes da segunda divisão meiótica, que ocorre durante a espermatogênese sofrida pelo espermatócito II. Apresentaram forma elíptica medindo 2,5 μ de comprimento em média (Figura 10a, b).

Os espermatozóides são células maduras diferenciadas. Desenvolvem-se a partir das espermatídes, sendo relativamente alongados na região da cabeça basófila com aproximadamente 1,25 μ de comprimento. Parte do citoplasma constitui o flagelo basófilo, o qual é comprido e muito fino. Os espermatozóides foram observados dispostos em feixes no lúmen do túbulo testicular (Figura 10a, b).

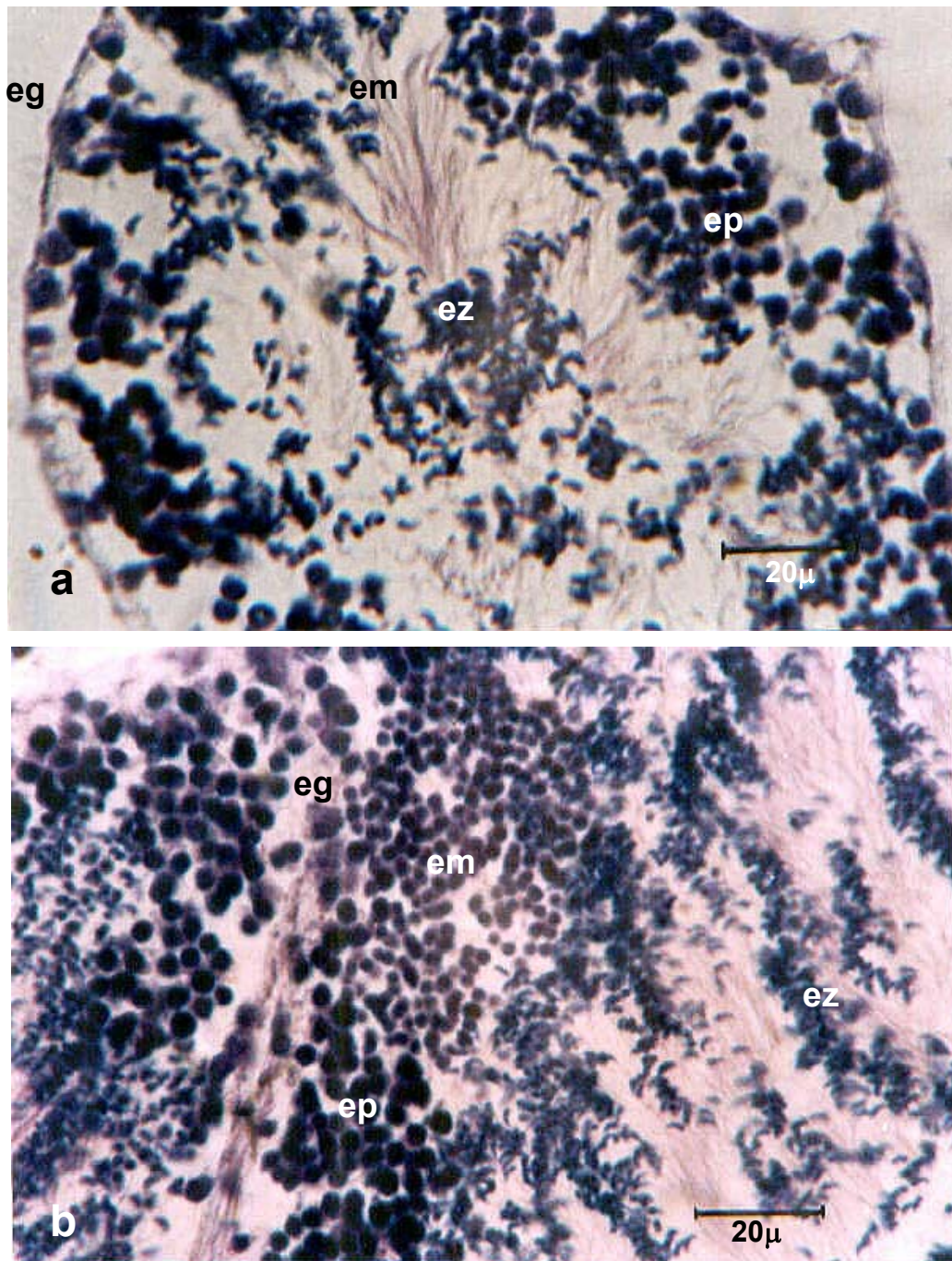


Figura 10: Fotomicrografias das células masculinas de *Anomalocardia brasiliana*. (a) Vista transversal do túbulo testicular, mostrando a distribuição das células; (b) Detalhe das células germinativas. Legenda: eg = espermatogônia; ep = espermatócitos; em = espermatíde; ez = espermatozóide.

3.5.2.Linhagem feminina

De acordo com as alterações morfológicas sofridas pelas células germinativas, femininas foi possível identificar os seguintes tipos celulares: (1) ovogônias; (2) ovócitos pré-vitelogênicos; (3) ovócitos vitelogênicos e (4) ovócitos maduros. Estas células encontram-se dentro de envoltórios formados por células foliculares, chamados folículos ovarianos (Figura 11a).

O desenvolvimento das células germinativas ocorreu a partir do epitélio germinativo, localizado logo a seguir da parede folicular.

As ovogônias (Figura 11b) são células germinadas da parede do tecido folicular com forma cúbica medindo 11,25 μ de comprimento estando ainda presa nesses tecidos. O citoplasma acidófilo, apresentou volume reduzido proporcional ao núcleo esférico. Estas células, da mesma forma que as espermatogônias crescem e se multiplicam por divisões sucessivas de mitose e meiose. Durante processo gametogênico, as células sexuais femininas migram em direção ao centro do folículo gonadal.

Os ovócitos pré-vitelogênicos (Figura 11c) apresentaram formato oval ou piriforme dependendo se estavam presos ou não à parede folicular. Foi observado um grande volume citoplasmático, sendo seu aumento notável devido ao acúmulo de substâncias nutritivas, o vitelo. Em média, o diâmetro maior da célula foi de 100 μ . O citoplasma apresentou-se ainda levemente acidófilo. O núcleo volumoso apresentou um nucléolo grande e fortemente basófilo, e cromatina condensada aderida a porção interna do envoltório nuclear, o que possibilita sua visualização através da reação à hematoxilina.

Os ovócitos vitelogênicos (Figura 11d) também apresentaram formato piriforme, pedunculado, como os pré-vitelogênicos, entretanto foi mais freqüente estarem soltos no interior do folículo. A parte mais volumosa da célula onde se encontra o núcleo, está voltada para o centro do folículo mediu em média 112,5 μ de altura, e 7,5 μ de largura.

Ovócitos maduros (Figura 11e) são células maduras livres no centro do folículo com formato oval, núcleo basófilo e citoplasma acidófilo. Seu diâmetro maior foi, em média, de 100 μ . Envolvendo os ovócitos maduros, adjacente à membrana celular, foi observado uma fina camada coriônica, a qual apresentou

reação positiva ao teste histoquímico PAS, indicando que esta apresenta-se constituída por carboidratos.

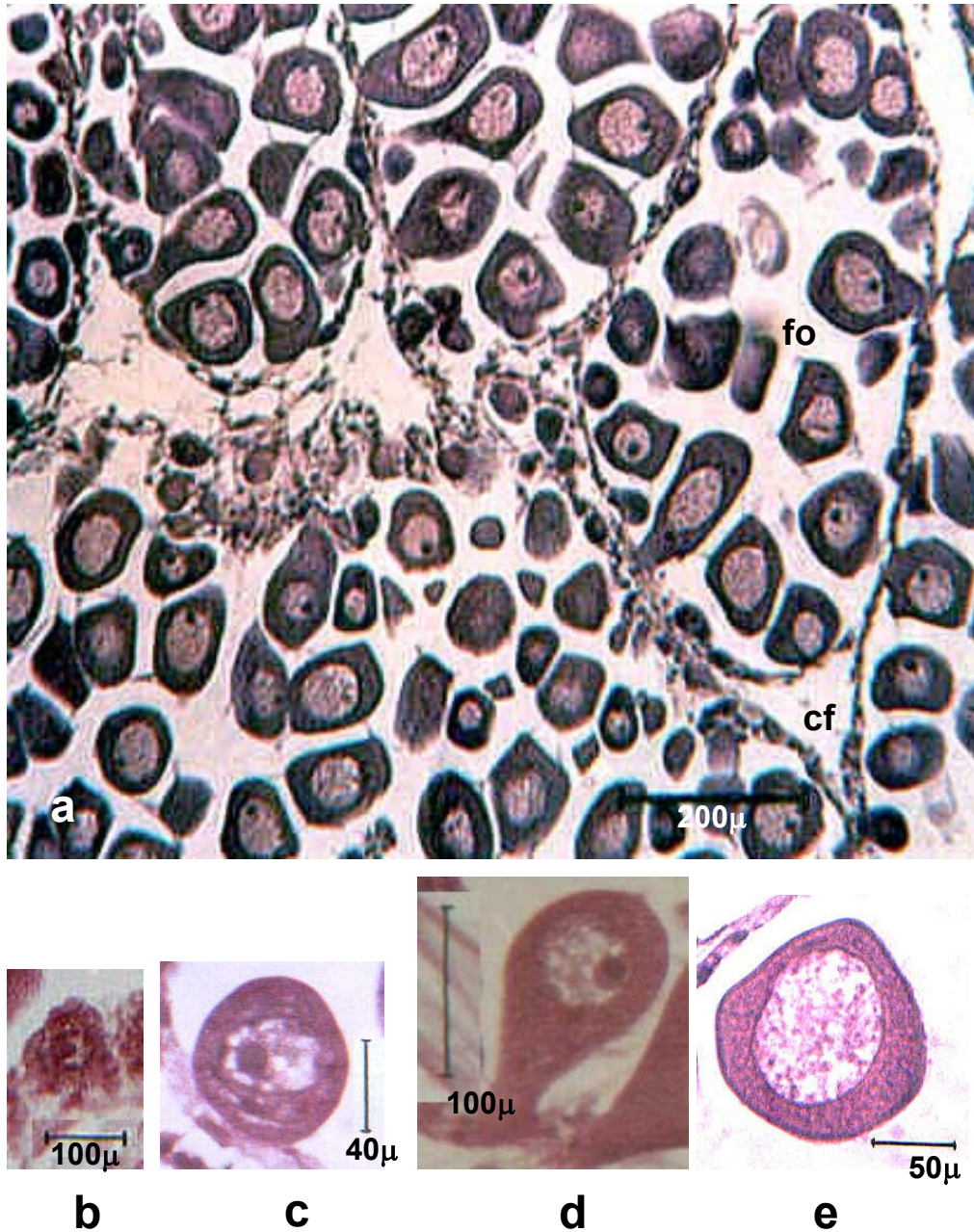


Figura 11: Fotomicrografia das células germinativas femininas de *Anomalocardia brasiliana*. (a) células germinativas no interior dos folículos ovarianos; (b) ovogônia; (c) ovócito pré-vitelogênico; (d) ovócito vitelogênico; (e) ovócito maduro. Legenda: cf = células foliculares; fo = folículo ovariano.

3.6 Caracterização das fases de desenvolvimento gonadal

Durante os meses de maio de 2002 a abril de 2003, foram analisados histologicamente as gônadas de 225 machos e 170 fêmeas de *Anomalocardia brasiliiana*, os quais serviram de base para a determinação das fases do desenvolvimento gonadal para espécie.

Com base na observação histológica das gônadas de *Anomalocardia brasiliiana*, considerando a predominância das células germinativas, a estrutura da parede dos túbulos testiculares e dos folículos ovarianos, foram identificadas as seguintes fases do desenvolvimento gonadal para ambos os sexos: (1) "Indiferenciado", (2) "em Maturação", (3) "Maduro", (4) "em Eliminação", (5) "Eliminado"

Organismos considerados como "Indiferenciados" apresentaram a região da gônada preenchida por tecido germinativo indiferenciado e grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo, não sendo possível de determinação do sexo do indivíduo (Figura 12). Os organismos nesta fase apresentaram tamanho inferior a 14,3 mm de comprimento da concha.

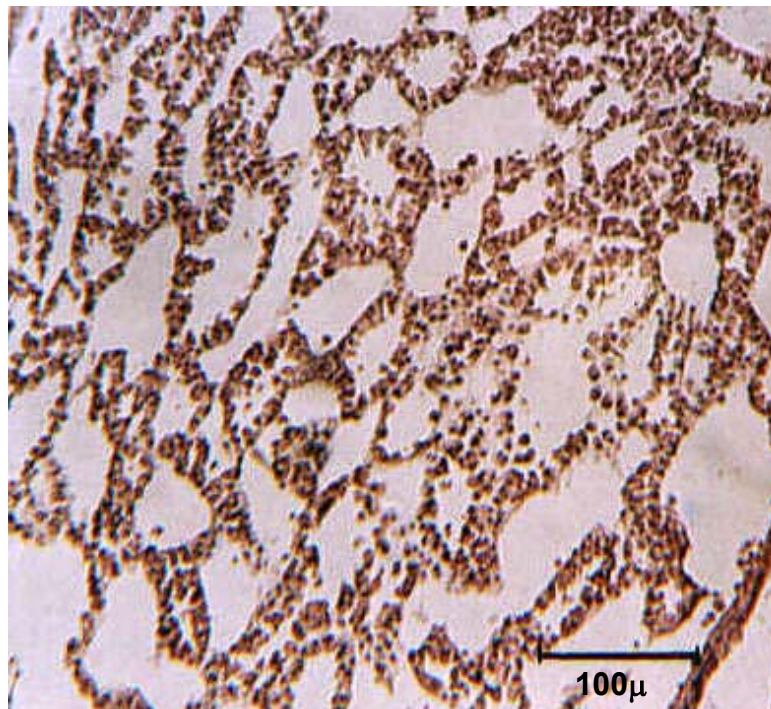


Figura 12: Fotomicrografia da gônada indiferenciada de *Anomalocardia brasiliiana*.

3.6.1. Machos

A fase “em Maturação” (Figura 13a) do desenvolvimento gonadal caracterizou-se por intensa atividade celular. Os túbulos testiculares encontraram-se bastante espessos pelo acúmulo de células em desenvolvimento. Esta fase do ciclo reprodutivo, as células estão passando 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.

Na fase “Maduro” (Figura 13b), observou-se a predominância das células maduras, os espermatozóides, tendo sido observado também pouco espaço entre os túbulos testiculares. Mesmo a gônada estando madura, túbulos gonadais ainda apresentaram células em fase iniciais de desenvolvimento.

A fase “em Eliminação” (Figura 13c) indica o início do período de liberação de gametas. Observou-se que alguns túbulos testiculares encontravam-se vazios ou já apresentavam espaços entre as células. Entretanto, 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.

Na fase “Eliminada” (Figura 13d), observou-se uma certa quantidade de tecido conjuntivo frouxo no interior dos túbulos testiculares. A parede dos túbulos apresentou-se bastante reduzida devido à diminuição da quantidade de células germinativas em seu interior, a maior parte em fase inicial da gametogênese.

Organismos que não puderam ser caracterizados sexualmente, pois apresentaram apenas esboços de tecido germinativo, foram classificados como “Indiferenciados”. Nestes indivíduos, as gônadas apresentaram grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo, com células primordiais indiferenciadas aleatoriamente dispersas neste tecido.

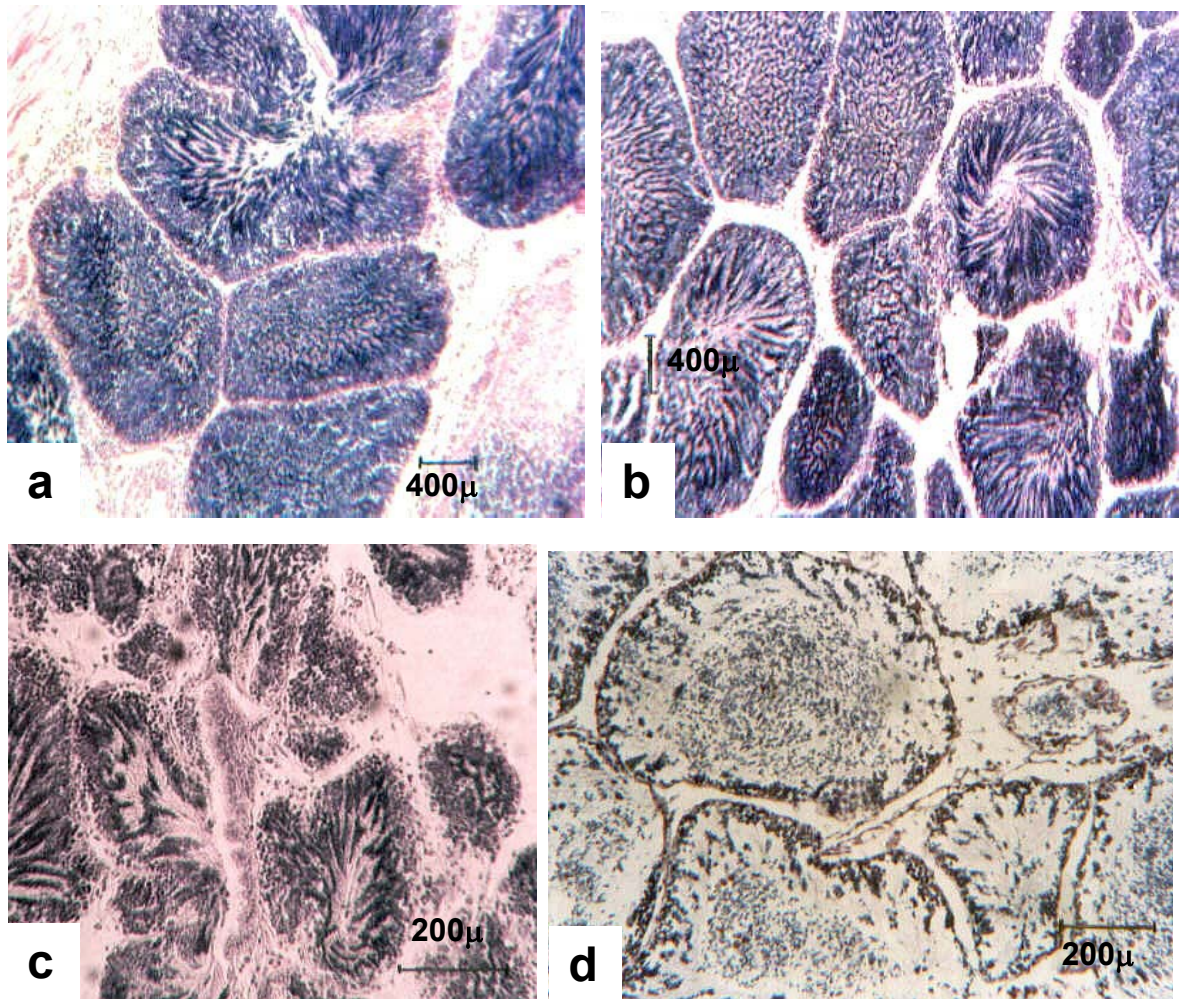


Figura 13: Fases do desenvolvimento gonadal de machos de *Anomalocardia brasiliiana*. (a) em maturação (eM); (b) maduro (M); (c) em eliminação (eE); (d) eliminado (E).

3.6.2.Fêmeas

As fêmeas “em Maturação” (Figura 14a) apresentaram 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.

Na fase “Maduro” (Figura 14b), a gônada encontrava-se cheia, bastante compacta com a predominância de ovócitos maduros, poucos ovócitos pré-vitelogênicos e vitelogênicos. Observou-se ausência de tecido conjuntivo entre os folículos.

Na fase “em Eliminação” (Figura 14c), os ovócitos maduros começam a ser eliminados. Observou-se espaços no centro dos folículos, entre os ovócitos maduros.

Na fase “Eliminada” (Figura 14d), quase todos os ovócitos maduros já foram lançados ao meio externo. No interior dos folículos, observaram-se poucas células, principalmente ovócitos maduros. Entre os folículos, existe grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo, contendo células macrofágicas. Algumas ovogônias foram observadas, presas às paredes do tecido folicular.

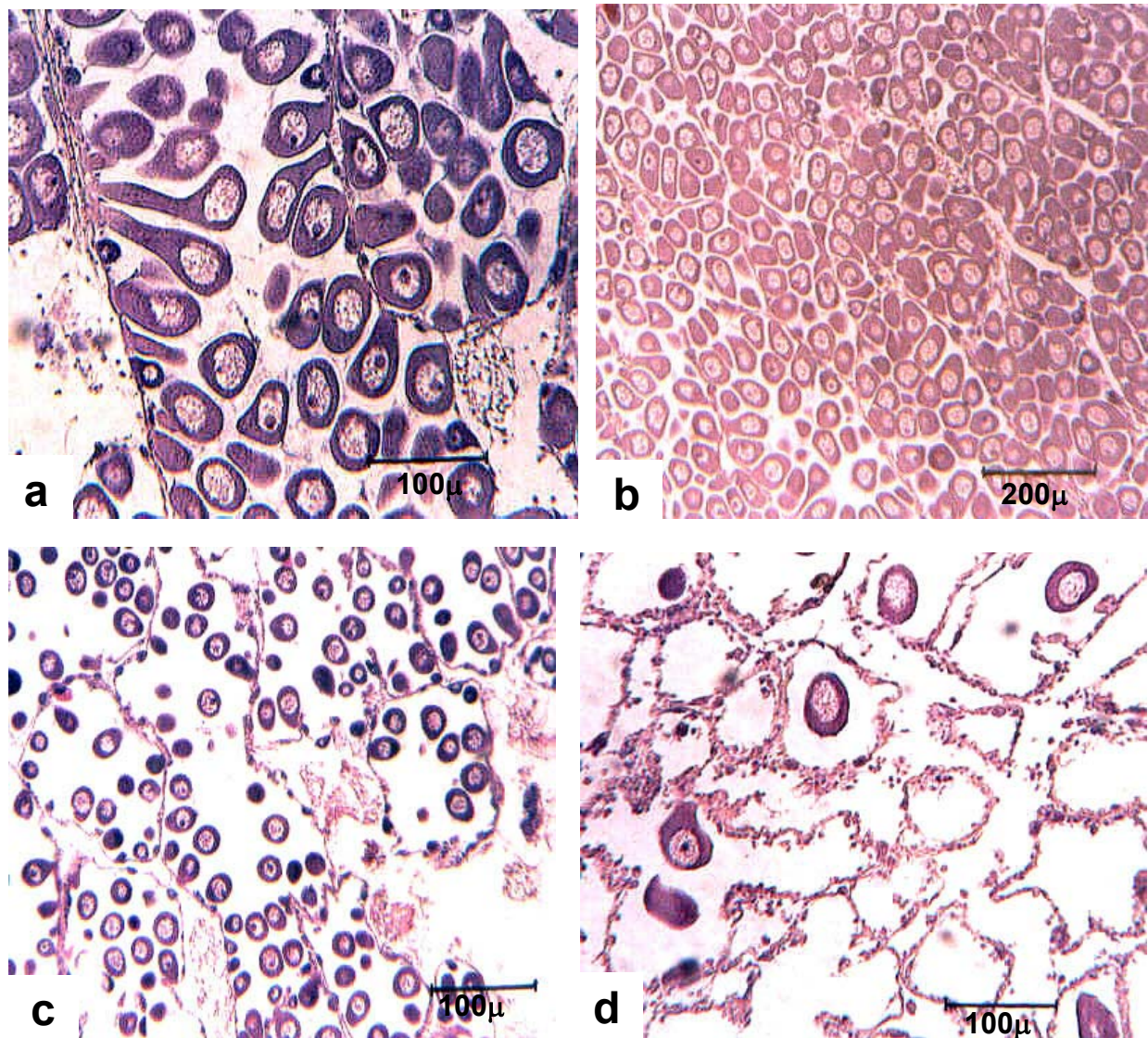


Figura 14: Fases do desenvolvimento gonadal de fêmeas de *Anomalocardia brasiliana*. (a) em maturação (eM); (b) maduro (M); (c) em eliminação (eE); (d) eliminado (E).

3.7 Ciclo reprodutivo

3.7.1 Acompanhamento das fases de desenvolvimento durante o período de estudo

A longo dos 12 meses de estudo, foram observadas 5 fases de desenvolvimento gonadal na população de *Anomalocardia brasiliiana*, da Praia do Canto da Barra, conforme descrito no item anterior, entretanto, para efeito do acompanhamento do ciclo de reprodução, foram considerados apenas as fases: “em Maturação”, “Maduro”, “em Eliminação,” e “Eliminado”. As proporções mensais de cada uma destas fases, para ambos os sexos são apresentadas na tabela 8.

Em Maio de 2002, 15,8% dos machos encontravam-se na fase “em Maturação” e 47,3% estavam “Maduros”, enquanto que as fêmeas, 25% estavam em fase de “em Maturação” e 16,7% estavam “Maduros.” Foi observado ainda que 36,8% dos machos e 58% das fêmeas encontravam-se “em Eliminação”. Não foram observados organismos na fase “Eliminado”.

Em Junho de 2002, os organismos apresentaram um pico de maturação, com percentual de 86,9% dos machos e 62,5% das fêmeas na fase “Madura”. Foi observado ainda que 8,7% dos machos e 38% das fêmeas estavam na fase “em Eliminação”. Nenhuma das fêmeas foi encontrada na fase “Eliminada” e que somente 4,3% dos machos estavam nesta fase.

Em Julho de 2002, 15% dos machos e 42,9% as fêmeas encontravam-se maduras e não tendo sido verificado a presença de organismos na fase “em Maturação”. Organismos na fase de “em Eliminação”, apresentaram percentual de 80% e 57% para machos e fêmeas respectivamente.

Em Agosto de 2002, observou-se uma diminuição de machos “em Maturação” (11,1%) e um aumento de “maduros” (44,4%), estando boa parte destes “em Eliminação” (38,9%) e, ainda 5,6% “Eliminados”. As fêmeas encontravam-se 18,8% “em Maturação”, 6,25% “Maduras” e a grande maioria (69%) “em Eliminação”.

Em Setembro de 2002 houve um leve aumento no percentual de machos “em Maturação” (25%) em relação ao mês anterior, não tendo sido observados

organismos maduros. A maioria dos organismos encontrava-se em eliminação de gametas 75% dos machos e 100% das fêmeas.

Em Outubro de 2002, apenas 15,3% dos machos encontravam-se “em Maturação”, 46,1% estavam “Maduros”, 38% encontravam-se em fase “em Eliminação” e 7,7% estavam “Eliminados”. Quanto as fêmeas, 17,6% estavam “em Maturação”, 71% encontravam-se “em Eliminação” e 11,8% estavam “Eliminadas”.

Em Novembro de 2002, 73,3% dos machos encontravam-se “Maduros” e não foram observados na fase “em Maturação”. Machos “em Eliminação” representaram 13,3% e este mesmo percentual foi observado para machos eliminados. Fêmeas “em Maturação” representaram 53,3%, e além destas 20% estavam na fase “Madura”, 20% estavam “em Eliminação” e somente 6,67% delas encontravam-se na fase “Eliminado”.

Em Dezembro de 2002, observou-se um aumento no número de machos na fase “Madura” (82,3%) e nenhum destes estavam na fase “em Maturação”, enquanto que as fêmeas 33,3% delas estavam em fase de “em Maturação” e 20% “Madura”. Na fase de “em Eliminação”, foram encontrados 15% dos machos e na mesma fase encontravam-se 47% das fêmeas. Não foram encontrados organismos na fase “Eliminado”.

Em Janeiro de 2003, 8,33% dos machos estavam “em Maturação”, 41,6% estavam “Maduros”, enquanto que as fêmeas apresentaram um aumento de 50% “em Maturação” e 31,3% “Maduras”. Os machos, 50% deles encontravam-se “em Eliminação” e apenas 19% das fêmeas, também na mesma fase. Não foram encontrados organismos na fase de “Eliminado”.

Em Fevereiro de 2003, foram encontrados 47,6% dos machos e 50% de fêmeas “Maduros”, não sendo encontrados organismo “em Maturação”. Na fase “em Eliminação”, 47,6% foram de machos e 50% de fêmeas.

Em Março de 2003, o número de machos na fase “Maduro” caiu para 12,6%, não sendo nenhum encontrado “em Maturação”. Com relação às fêmeas, 17,6% encontravam-se “em Maturação” e apenas 11,8% delas estavam “maduras.” Observou-se um maior aumento no número de organismos “em Eliminação”, 75% dos machos e 65% das fêmeas. Percentuais baixos de organismos em fase “Eliminado” foram observados 13% para machos e 5,88% para fêmeas.

Em Abril de 2003, 25% dos machos encontravam-se “em Maturação” e 29,1% na fase “Madura”, enquanto que as fêmeas 14,3% “em Maturação” e 14,3% na fase “Maduro”. Fêmeas “em maturação” e “maduras” apresentaram os mesmos percentuais de ocorrências (14,3%). Observou-se uma diminuição no número de machos “em eliminação” (45,8%). Entretanto, 71% das fêmeas foram observadas nesta fase. Não foram observados organismos eliminados.

Para melhor caracterizar o ciclo reprodutivo desta população, as fases de desenvolvimento gonadal observadas foram agrupadas em dois períodos: Período de Amadurecimento Gonadal e Período de Liberação de Gametas. O período de amadurecimento Gonadal caracterizou-se pela predominância (superior a 50%) de indivíduos nas fases de “em Maturação” e “Maduro”. O período de liberação de gametas caracterizou-se pela predominância (superior a 50%) de indivíduos “em Eliminação” e “Eliminado”.

As figuras 15 e 16 apresentam os percentuais das fases de desenvolvimento gonadal observados ao longo deste estudo para machos e fêmeas, respectivamente.

Desta forma, durante os 12 meses de estudo, observou-se dois períodos de amadurecimento. O primeiro, nos meses de maio e junho de 2002 e segundo, de novembro /02 a janeiro/03 (Figura 17). Períodos de liberação de gametas foram observados de julho a outubro/02 e em fevereiro e abril /03 (Figura 18).

Tabela 8: Freqüências relativa e absoluta das fases de desenvolvimento gonadal de *Anomalocardia brasiliana*: na Praia do Canto da Barra, Fortim - CE, observadas ao longo dos meses de estudo.

Meses de coleta	Fases de Desenvolvimento*																	
	MACHOS									FÊMEAS								
	eM		M		EE		E		Total	eM		M		eE		E		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%		N	%	N	%	N	%	N	%	
Mai/02	3	15,8	9	47,3	7	36,8	0	0	19	3	25	2	16,7	7	58	0	0	12
Jun/02	0	0	20	86,9	2	8,7	1	4,3	23	0	0	10	62,5	6	38	0	0	16
Jul/02	0	0	3	15	16	80	1	5	20	3	42,9	0	0	4	57	0	0	7
Ago/02	2	11,1	8	44,4	7	38,9	1	5,6	18	3	18,8	1	6,25	11	69	1	6,25	16
Set/02	0	0	4	25	12	75	0	0	16	0	0	0	0	10	100	0	0	10
Out/02	2	15,3	6	46,1	4	30,8	1	7,7	13	3	17,6	0	0	12	71	2	11,8	17
Nov/02	0	0	11	73,3	2	13,3	2	13	15	8	53,3	3	20	3	20	1	6,67	15
Dez/02	0	0	14	82,3	3	17,6	0	0	17	5	33,3	3	20	7	47	0	0	15
Jan/03	1	8,33	5	41,6	6	50	0	0	12	8	50	5	31,3	3	19	0	0	16
Fev/03	0	0	10	47,6	10	47,6	1	4,8	21	0	0	5	50	5	50	0	0	10
Mar/03	0	0	2	12,5	12	75	2	13	16	3	17,6	2	11,8	11	65	1	5,88	17
Abr/03	6	25	7	29,1	11	45,8	0	0	24	2	14,3	2	14,3	10	71	0	0	14
Total	14	6,54	99	46,2	92	43	9	4,2	214	38	23	33	20	89	54	5	3,03	165

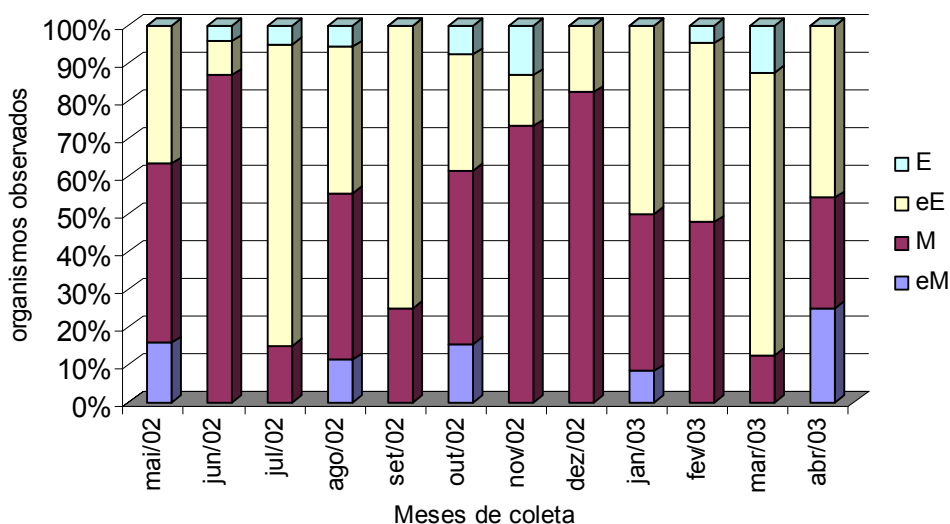


Figura 15: Fases do desenvolvimento gonadal de machos de *Anomalocardia brasiliana* observadas no período de maio de 2002 a abril de 2003, na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará e em maturação (eM); maduro (M); em eliminação (eE); eliminado (E).

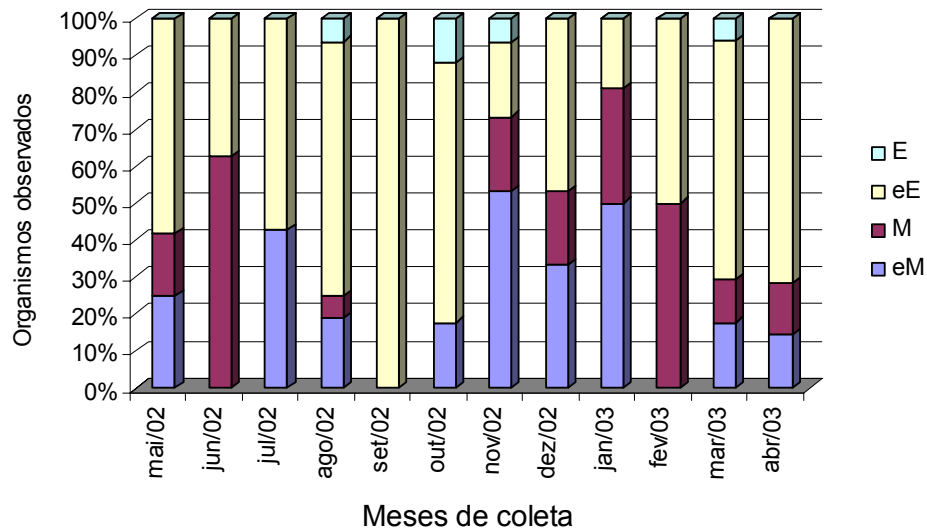


Figura 16: Fases do desenvolvimento gonadal de fêmeas de *Anomalocardia brasiliana* observadas no período de maio de 2002 a abril de 2003, na Praia do Canto da Barra, Fortim – Ceará e em maturação (eM); maduro(M); em Eliminação (eE); eliminado (E).

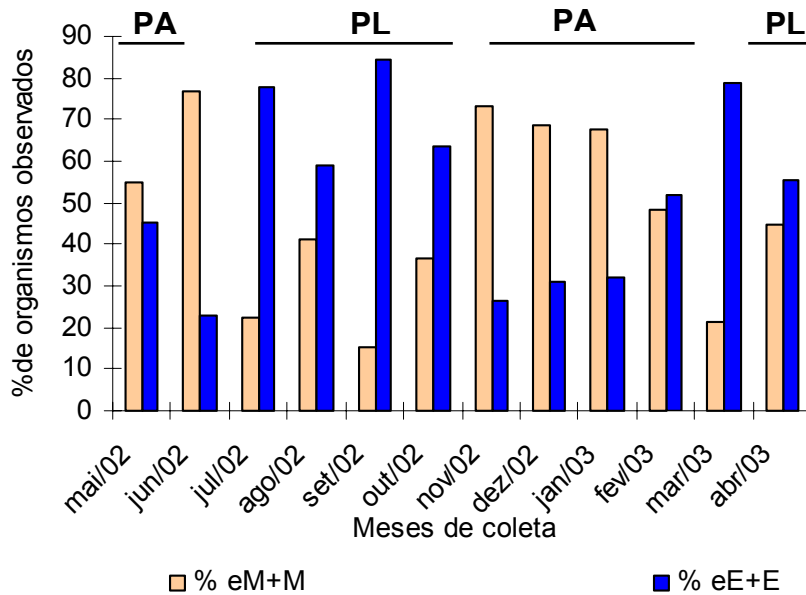


Figura 17: Ciclo reprodutivo da *Anomalocardia brasiliana* na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ce, considerando o percentual de organismos em período de amadurecimento gonadal (PA) = em maturação + maduro e o período de liberação de gametas (PL) = em eliminação + eliminado.

3.7.2 Fatores ambientais e as Fases Desenvolvimento Gonadal

Os fatores ambientais, temperatura do ambiente e da água, salinidade e precipitação pluviométrica, foram correlacionados com as frequências de ocorrência das fases de desenvolvimento gonadal de *Anomalocardia brasiliiana*, ao longo do período de estudo. Com base nesta análise, não foram observadas correlações significativas exceto quando considerando, a salinidade, a qual apresentou uma fraca correlação significativa com a frequência de machos “em Maturação”. Este resultado mostra que, na medida em que a salinidade diminuiu, ocorreu um aumento no percentual de machos nesta fase (Figura 18). Esta correlação foi fortemente influenciada pela baixa salinidade verificada em abril de 2003 (16‰), tendo sido observado neste mês um percentual de ocorrência de machos na fase “em Maturação” de 25% (Tabela 9).

Considerando os dois períodos do ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da Barra, o Período de Amadurecimento Gonadal (PA) e Período de Liberação de Gametas (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/03 a abril/03), onde a salinidade parece ter influenciado a liberação de gametas (Figura 19).

Embora exista um ciclo sazonal de precipitação pluviométrica bem definido na região, este parece não ter influenciado diretamente no padrão de reprodução da população de *Anomalocardia brasiliiana*, exceto no 2º período de liberação de gametas, onde a precipitação pluviométrica contribuiu para a diminuição da salinidade (Figura 20).

A temperatura apresentou uma amplitude de variação relativamente pequena e parece também não influenciar diretamente na população (Figura 21).

Tabela 9: Correlações entre os parâmetros ambientais e as fases de desenvolvimento gonadal de *Anomalocardia brasiliiana* observados durante o período de estudo na Praia do Canto de Barra, Fortim - Ce.

Fases	Salinidade		Precipitação		Temperatura			
	r	p	r	p	Ar		Água	
					r	p	r	p
Machos								
EM	-0,58	0,045*	0,26	0,403	0,24	0,443	-0,15	0,621
M	0,34	0,266	-0,35	0,257	0,33	0,279	0,01	0,973
EE	-0,16	0,611	0,24	0,44	-0,42	0,167	0,1	0,746
E	0,1	0,753	0,08	0,782	-0,03	0,915	-0,29	0,357
Fêmeas								
EM	0,07	0,805	-0,24	0,437	-0,32	0,303	-0,24	0,439
M	0,3	0,336	0,17	0,596	0,35	0,261	0,48	0,11
EE	-0,34	0,266	0,08	0,8	-0,05	0,872	-0,14	0,66
E	0,11	0,722	-0,14	0,648	0,07	0,813	-0,42	0,166

EM= “em Maturação”, M= “Maduro”, EE= “em Eliminação”, E= “Eliminado”.

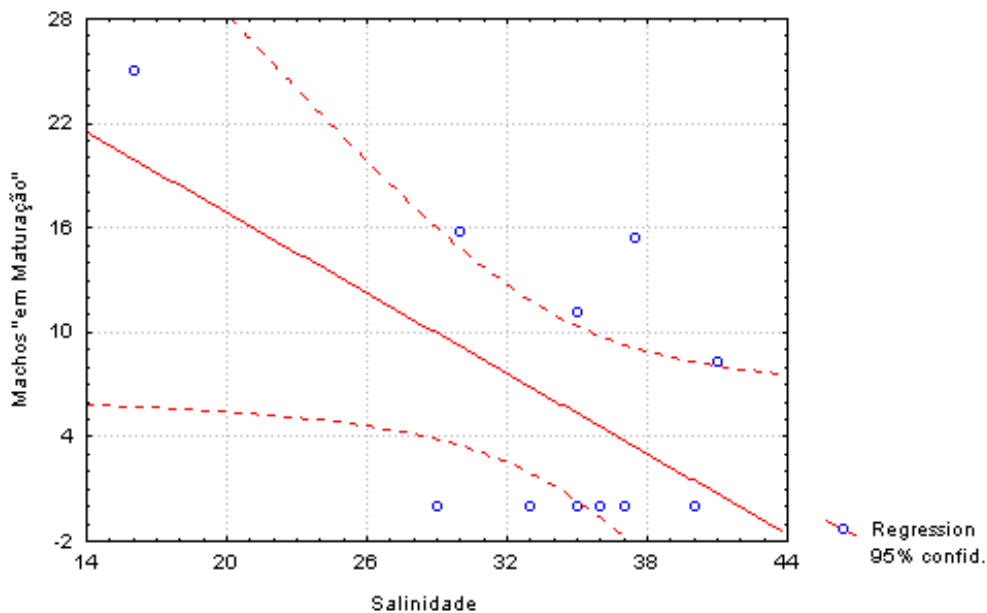


Figura 18: Correlação entre a salinidade e a freqüência absoluta de machos de *Anomalocardia brasiliiana* “em maturação” gonadal observados na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – CE, durante o período de estudo.

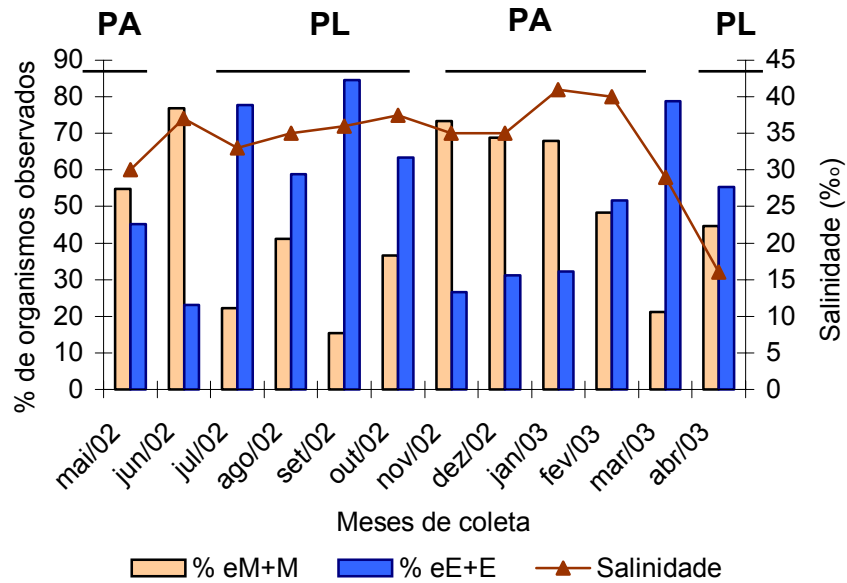


Figura 19: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de *Anomalocardia brasiliana*, na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ce em relação à salinidade, observados durante o período de estudo: em maturação + maduro = período de amadurecimento gonadal (PA); em eliminação + eliminado = período de liberação de gametas (PL).

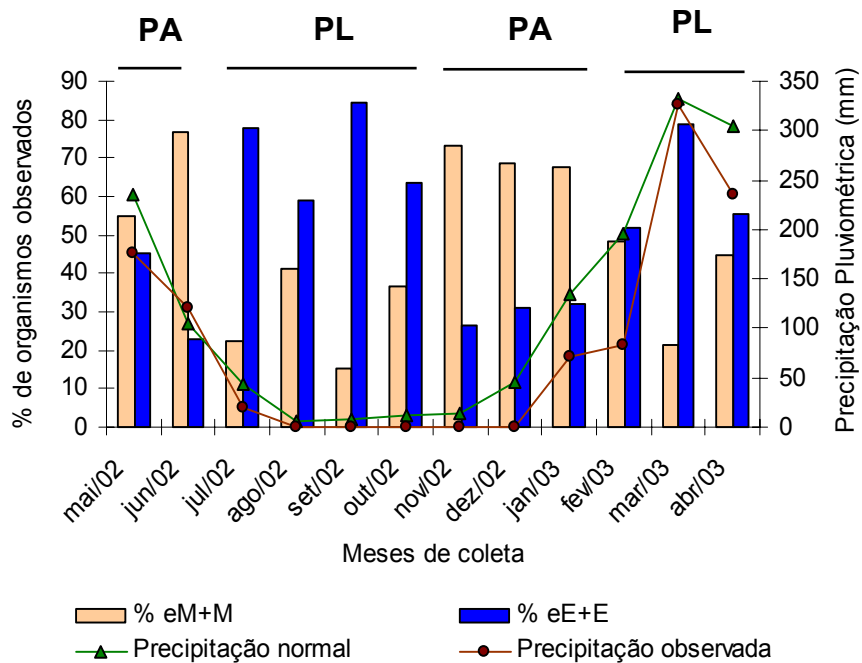


Figura 20: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de *Anomalocardia brasiliana*, na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ce, em relação à precipitação pluviométrica observada, durante o período de estudo: em maturação + maduro = período de amadurecimento gonadal (PA); em eliminação + eliminado = liberação de gametas (PL).

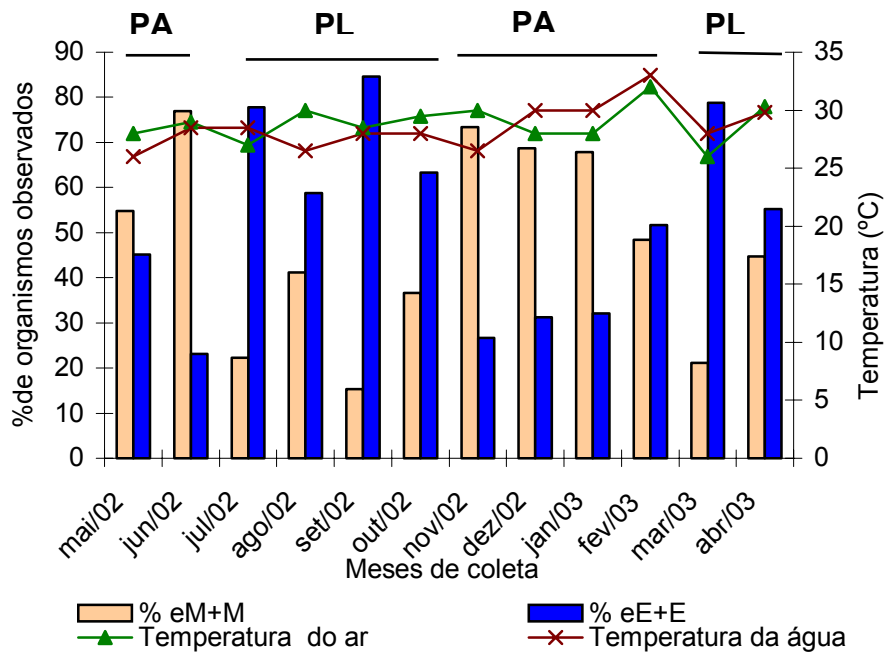


Figura 21: Períodos de amadurecimento gonadal e de liberação de gametas de *Anomalocardia brasiliana*, na Praia do Canto da Barra, município de Fortim – Ce, em relação à temperatura da água e do ar, observados durante o período de estudo: em maturação + maduro = período de amadurecimento gonadal (PA); em eliminação + eliminado período de liberação de gametas (PL).

3.8. Parasitismo

Durante a análise histológica para a determinação sexual de *Anomalocardia brasiliana*, foram observados animais apresentando esporocistos e cercárias do trematódeo bucefalídeo *Bucephalus sp* entre os tecidos gonadais.

Os trematódeos instalaram-se preferencialmente nas gônadas dos organismos rompendo as paredes dos folículos ovarianos (Figura 22a) e túbulos testiculares (Figura 22b) e destruindo as células germinativas, impedindo em alguns casos a determinação do sexo do bivalve. A figura 22c mostra em detalhe os esporocistos e cercarias deste bucefalídeo.

Esporocistos e cercárias foram encontrados também entre os ductos da glândula digestiva (Figura 22d).

Do total de 480 organismos analisados, 6,5% apresentaram sinais de parasitismo, o que correspondeu 11 machos, 7 fêmeas e 13 indivíduos completamente estéreis, sem possibilidade de determinação sexual.

A ocorrência de parasitas foi observada em indivíduos medindo a partir de 15mm de comprimento total de concha, entretanto a maior incidência ocorreu entre indivíduos medindo acima de 20mm. Os machos foram os mais parasitados, 35,5% de todos os organismos com parasitas. Entretanto, cerca de 42% dos organismos parasitados apresentaram as gônadas completamente ocupadas por parasitas, tornando impossível a determinação do sexo (Tabela 10).

Tabela 10: Freqüências de indivíduos de *Anomalocardia brasiliiana* parasitados por *Bucephalus* sp. observados durante o período de estudo.

Tamanho (mm)	Machos		Fêmeas		Indivíduos Estéreis		Total
	N	%	N	%	N	%	
10,4 - 12,9	0	0	0	0	0	0	0
12,9 - 15,4	0	0	0	0	0	0	0
15,4 - 17,9	0	0	1	3,2	1	3,23	2
17,9 - 20,4	1	3,23	0	0	1	3,23	2
20,4 - 22,9	0	0	4	13	5	16,1	9
22,9 - 25,4	6	19,4	1	3,2	0	0	7
25,4 - 27,9	4	12,9	1	3,2	4	12,9	9
27,9 - 30,4	0	0	0	0	2	6,45	2
Total	11	35,5	7	23	13	41,9	31

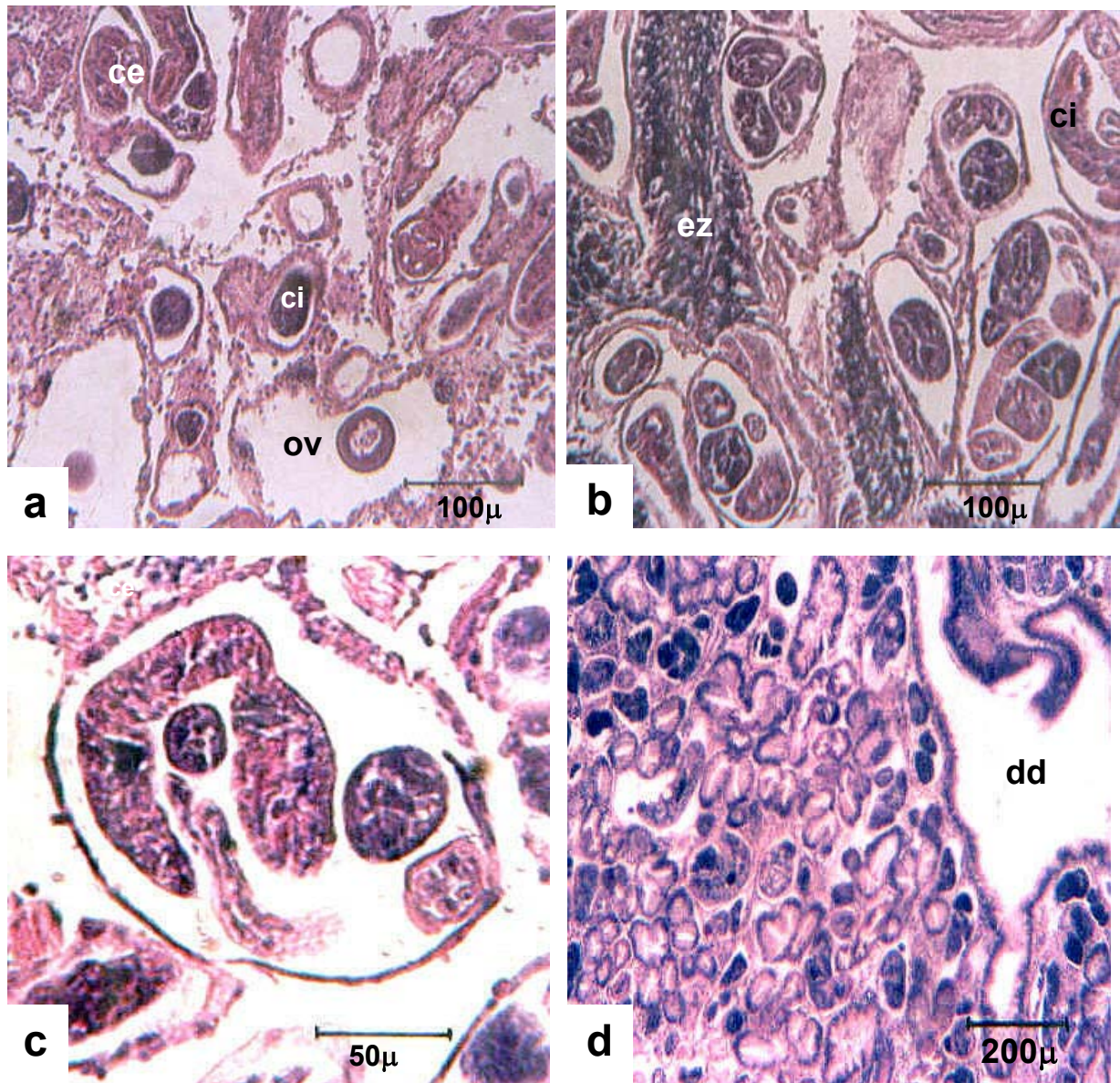


Figura 22: Fotomicrografia de *Anomalocardia brasiliana* mostrando esporocistos e cercárias de *Bucephalus* sp. (a) gônada feminina parasitada; (b) gônada masculina parasitada; (c) detalhe dos esporocistos e cercárias; (d) parasitas dentro do ducto da glândula digestiva. Legenda: ce = cercaria; ci = cisto; dd = divertículo da glândula digestiva; ez = espermatozóides; ov = ovócito.

4. DISCUSSÃO

4.1 Distribuição dos organismos na área de estudo

A natureza do substrato pode ser considerada como um super parâmetro ambiental para a fauna bentônica, fornecendo local para morar, alimento e proteção. Os organismos, em geral, apresentam, uma intrínseca relação com o substrato, podendo modificar suas características, mas em geral, é o substrato que determina a composição específica, riqueza, abundância e biomassa da fauna bentônica (Rhoads & Boyer, 1984).

No presente estudo, os indivíduos de *Anomalocardia brasiliiana* apresentaram um padrão de distribuição bem característico, com os juvenis concentrados em área com sedimento fino e mais úmido (banco 1 inferior e banco 2), e os adultos podendo ser encontrados no banco 1 superior, caracterizados em um sedimento mais grosseiro (areia média). Este padrão de distribuição foi evidenciado ao longo de todo o período de estudo. Boehs (2000) também observou este padrão predominantemente agregado na população de *Anomalocardia brasiliiana* de baixios entre-marés, não-vegetado do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá no Paraná. A concentração dos indivíduos juvenis e de adultos em áreas diferenciadas da área estudada, pode estar relacionada a diferentes fatores. O padrão de circulação de água presente nesta região, que movimenta o sedimento grosseiro (bancos arenosos) e áreas de deposição de sedimento fino, (áreas mais baixas) com menor turbulência, onde se acumula também matéria orgânica, e onde, geralmente, o sedimento permanece bastante úmido mesmo durante a maré baixa.

A capacidade de sobrevivência dos indivíduos também está relacionada com sua distribuição. Nas áreas de sedimento mais grosseiro, o estresse ambiental é mais rigoroso na maré baixa, estando os organismos sujeitos a dessecação, salinidade e temperaturas elevadas. Os adultos de *Anomalocardia brasiliiana*, mais comuns nesta região, poderiam melhor sobreviver a estas condições durante a maré baixa. Nas áreas de sedimento fino, principalmente onde um filme de água permanece na maré baixa, estas condições são menos rigorosas para os juvenis. A maior disponibilidade de alimento também pode favorecer a ocorrência dos juvenis nestas áreas.

De acordo com Boehs (2000), no complexo estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná), o bivalve *Anomalocardia brasiliiana* apresenta uma ampla distribuição, ocorrendo desde a desembocadura até setores estuarinos com salinidade média de 17ppm. No estuário do Rio Jaguaribe, a principal área de ocorrência de *Anomalocardia brasiliiana* está restrita aos bancos arenosos lamosos próximos a desembocadura do estuário (Praia do Canto da Barra), onde, durante o presente estudo, a salinidade variou de 16 a 41ppm. A tolerância relativamente limitada da espécie *Anomalocardia brasiliiana* à salinidades muito baixas pode ser responsável por um fenômeno bastante comum, relatado pelos “catadores de búzios” da região. Segundo estes, durante o período chuvoso estes organismos aparecem moribundos, devido ao excesso de água doce no estuário tornando-os impróprios para o consumo humano.

A maior densidade de organismos observada nos banco 1 inferior e banco 2 deveu-se principalmente a ocorrência de juvenis.

4.2 Proporção, diferenciação e maturidade sexual em *Anomalocardia brasiliiana*

A existência de sexos separados, com igual número de machos e fêmeas, é uma estratégia reprodutiva para a grande maioria dos bivalves marinhos (Coe, 1943).

Vários trabalhos revelam que a proporção sexual de 1:1 em bivalves marinhos adultos é a regra, tal como observado por Lunetta (1969) em *Perna perna* (Linnaeus,1758), por McLachlan & Hanekom (1979) para *Donax serra* (Röding,1798), por Peredo *et al.* (1987) em *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818), por Hooker & Creese (1995) para *Paphies australis* (Gmelin,1790), por Grant & Creese (1995) para *Paphies subtriangulata* (Wood,1828). Segundo Morton (1991), variações neste padrão podem, entretanto, ser observadas em diversos casos, provavelmente, relacionadas com a variedade dos ambientes aquáticos, considerando os marinhos, dulcícolas e estuarinos. Diferenças na proporção sexual podem ocorrer também em função da idade dos organismos da população, bem como ser diferente entre populações da mesma espécie (Morton, 1991).

No caso da população de *Anomalocardia brasiliiana* estudada na Praia do Canto da Barra, a proporção sexual apresentou-se relativamente desigual, com machos sendo, em geral, mais freqüentes. Esta diferença foi observada

considerando-se os meses de estudo e também as diferentes classes de tamanho. Vários estudos têm demonstrado diferentes proporções sexuais em populações de *Anomalocardia brasiliana* no litoral brasileiro. Um desvio a favor dos machos, principalmente nas classes juvenis, tem sido observado em diversos bivalves marinhos infaunais, inclusive em populações de berbigões em várias regiões do Brasil (Araújo, 2001). Resultados semelhantes aos observados no presente estudo, foram registrados também por Narchi (1976), Grotta (1979), Grotta & Lunetta (1980; 1982), Peso (1980) e Boehs (2000) para populações de *Anomalocardia brasiliana* no litoral de São Paulo, da Paraíba, na Baía de Todos os Santos – BA e na Baía de Paranaguá – PR, respectivamente.

Os argumentos utilizados para explicar este fenômeno têm sido também bastante variados. De acordo com Boehs (2000), a tendência em *Anomalocardia brasiliana* apresentar um aumento no número de machos poderia estar relacionada provavelmente, com um maior suprimento alimentar do hábitat e maior mortalidade das fêmeas após a eliminação de gametas. Entretanto, segundo Araújo (2001), a autora não explica como a maior quantidade de recursos de nutrientes poderia beneficiar somente o desenvolvimento do sexo masculino. Morton (1990, 1991) estudando organismos estuarinos, atribuiu o desequilíbrio sexual, com a pressão exercida pela predação nas classes juvenis. Outro argumento, seria que o desvio favorável ao sexo masculino esteja relacionado com perdas gaméticas associadas com fluxos de marés, entretanto, deve-se considerar que as perdas de gametas femininos também são intensas.

Diferentemente do observado no presente estudo, Araújo (2001), estudando uma população de *Anomalocardia brasiliana* na Reserva de Pirajubaé, em Santa Catarina, observou que os machos ocorreram em menores proporções, principalmente entre os indivíduos adultos. Segundo esta autora, uma justificativa para isto seria um tempo de vida mais prolongado das fêmeas tal como observado por Brousseau (1995) em *Crassostrea virginica*.

A diferenciação sexual em *Anomalocardia brasiliana* caracterizou-se pelo surgimento de folículos gonadais que se proliferam simultaneamente ao crescimento do animal, passando a envolver o estômago e intestino, preenchendo o tecido conjuntivo. Na população de *Anomalocardia brasiliana* da Praia do Canto da Barra, estas características próprias do processo do desenvolvimento inicial das gônadas foram observadas em organismos com comprimento de concha inferior a 10mm. A

diferenciação sexual foi observada em organismos medindo de 12,6 a 17,9mm de comprimento de concha. Organismos maduros, ou seja, com tecido gonadal preenchido principalmente por espermatozóides e ovócitos maduros, foram observados a partir 12,6 mm de comprimento de concha.

Araújo (2001) observou o surgimento de células germinativas em indivíduos medindo em média 7mm de comprimento de concha, sendo a determinação sexual simultânea para ambos os sexos, sendo considerados maduros organismos com uma média equivalente a 15,74mm para machos, e 16,74mm comprimento de concha, para fêmeas. Boehs (2000), observou os primórdios foliculares a partir de 6mm de comprimento de concha, com ovócitos sendo visualizados a partir de 9mm, o aparecimento de espermatozóides foi visualizado em indivíduos, entre 10 e 12mm de comprimento de concha.

De um modo geral, as faixas de tamanho do animal observadas nos diferentes estudos citados acima e no presente estudo são bastante semelhantes, mesmo levando-se em conta as diferenças latitudinais das áreas estudadas. Segundo Orton (1920), geralmente, a precocidade na maturidade sexual está relacionada com as condições ambientais favoráveis, especialmente, a temperatura em que estes organismos desenvolvem-se a partir da sua eclosão, tanto em regiões tropicais, como temperadas. Segundo Eversole (1989), uma mesma espécie pode alcançar a diferenciação em idades distintas dependendo de sua localização, ressaltando-se que a idade de maturação sexual dos bivalves infaunais pode ser também fortemente influenciada pela temperatura, pela quantidade de nutrientes na água, pelo fotoperíodo e pela variação de marés.

4.3 Ciclo Reprodutivo

Os bivalves, por serem bilateralmente simétricos, apresentam duas gônadas que envolvem as alças intestinais e são de tal forma adjacente que a condição par é difícil de ser detectada. Os gonodutos são simples e uma vez que não há copulação, primitivamente, abrem-se na cavidade do manto através dos nefrídios (prosobrânquios e lamelibrânquios filibrânquios). Em formas mais evoluídas, eles se abrem em separado embora possam estar ainda abertos em uma papila urogenital. Não existe dimorfismo sexual em bivalves, as diferenças só vão estar presentes a nível de gônada (Purchon, 1983).

Na maior parte dos bivalves, a fertilização ocorre na água circundante. Os gametas são liberados para o interior da cavidade suprabranquial, sendo então eliminados pela corrente exalante (Purchon, 1983).

A determinação dos tipos celulares foi realizada ao nível microscópico, para conhecimento das células germinativas de ambos os sexos, o que possibilitou a caracterização das transformações celulares ao longo do desenvolvimento do seu ciclo de reprodução.

Com base na literatura consultada, observou-se a denominação das fases de transformação, por que passam as células sexuais, em geral, são determinadas de acordo com critérios estabelecidos por cada pesquisador. Em estudos específicos sobre a gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana*, foi possível também observar esta variação. Narchi (1976) determinou as células gaméticas para o sexo masculino em: “célula-mãe”, espermatogônios, espermatócitos de 1ª ordem, espermatócitos de 2ª ordem, espermatídes e espermatozóides, para o sexo feminino, em: célula-mãe, oogônia, oócito pre-vitelogênese, oócito vitelogênese e oócito maduro. Através de estudos morfológicos de citometria e de histoquímica, Grotta (1979) identificou distintas fases de processo de gametogênese masculino e feminino, denominando-as de forma semelhante ao proposto por Narchi (1976), usando apenas um termo diferenciado para oócito basófilo. Araújo (2001) seguiu também a terminologia adotada pelos autores anteriores, fazendo modificações apenas para a adequação à língua portuguesa dos termos oogônias para ovogônias e oócito para ovócito. Assim, optou-se por utilizar uma classificação simples, mas que representasse as principais modificações celulares ocorridas, durante o ciclo de desenvolvimento das células germinativas. Desta forma, foram os seguintes tipos celulares para os machos em: espermatogônias, espermatócitos I, espermatócitos II, espermatídes e espermatozóides. Para as fêmeas, as células germinativas foram classificadas em: ovogônias, ovócitos pré-vitelogênicos, ovócitos vitelogênicos e ovócitos maduros.

Tal como foi observado por Orton *et al.*, (1956) em outras espécies de moluscos verificou-se que o desenvolvimento das células sexuais tanto masculinas como femininas, ocorre da margem para o centro do folículo. Assim, ligadas às paredes foliculares, localizam-se espermatogônias e ovogônias e, na região central, espermatozóides e ovócitos maduros, respectivamente para machos e fêmeas. Observou-se ainda, que em uma mesma gônada, encontravam-se presentes células

em diferentes estádios de desenvolvimento, indicando que o processo de amadurecimento celular ocorre continuamente e de forma independente.

Segundo Narchi (1976), no início do desenvolvimento das gônadas surgem zonas foliculares de elementos germinativos, que são as “células-mãe” das gônias, as gônias primárias e as espermatogônias ou oogônias, comparáveis aos descritos em *Mytilus* por Lubett (1959). De acordo com Braccetti & Afzelius (1976), podem ser reconhecidos dois tipos de espermatozóides em moluscos: o tipo primitivo e o tipo modificado. O espermatozóide primitivo consiste de três regiões bem definidas: cabeça e cauda (ou flagelo). Segundo Dohmen (1983), o corpo é constituído por mitocôndrias circundando dois centríolos. Os espermatozóides primitivos são produzidos por espécies que apresentam fertilização externa, sendo eficientes nadadores (Fretter, 1984). Considerando as características observadas nos espermatozóides de *Anomalocardia brasiliiana*, estes podem ser definidos como do tipo primitivo, tal como proposto por Braccetti & Afzelius (1976) e Fretter (1984).

Os testes com P.A.S. apontavam que a camada coriônica que envolve o ovócito maduro é constituída por carboidratos. Grotta (1979) realizou uma análise histoquímica minuciosa das células germinativas femininas de *Anomalocardia brasiliiana* e apontou também esta característica. Segundo a referida autora, os ovócitos maduros deste bivalve apresentam vitelo constituído de grânulos de natureza glicoprotéica entrando ainda na sua composição lipídios de caráter ácido e neutro, a camada coriônica seria constituída predominantemente por mucopolissacarídeos de caráter ácido carboxilato.

Narchi (1976), estudando a gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana*, propôs uma classificação baseada em Chipperfield (1953) para distinguir as etapas de desenvolvimento das gônadas em 3 estágios: estágio I (esboços foliculares presentes); estágio II (multiplicação das gônias); estágio III (maturidade sexual já atingida e os espécimes em diferentes estágios de emissão de gametas). Grotta (1979) fundamentou a sua pesquisa em animais que se encontravam sexualmente maduros, portanto, no “estádio III”, proposto por Narchi (1976), o qual foi subdividido nos sub-estádios IIIAa (maturação ativa), IIIBC (eliminação parcial/recuperação), IIIB (eliminação total), IIIC (recuperação propriamente dita). Araújo (2001) estabeleceu para as fêmeas 4 estádios do ciclo sexual: gametogênese, maturidade, eliminação parcial de gametas e eliminação total/repouso, considerando, para machos, as

etapas de gametogênese e maturidade como uma única fase, decorrente da intensa produção de espermatozóides.

Com base nas características apresentadas pela espécie *Anomalocardia brasiliiana*, da Praia do Canto Barra, optou-se em estabelecer as fases do desenvolvimento gonadal para ambos os sexos de maneira mais simples e de fácil entendimento (em Maturação, Maduro, em Eliminação e Eliminado). Esta classificação foi utilizada baseado nos estudos de Frichtman (1961) para o gênero *Acmaea*, Rocha (1995) para *Collisella subrugosa* e Rocha Barreira (2001) para *Olivancillaria vesica auricularia*. Apesar destes estudos terem sido realizados com gastrópodes, o esquema de classificação das fases do desenvolvimento gonadal apresenta aspectos como simplicidade e facilidade de entendimento, desejados para o presente estudo. Além disso, pode ser facilmente adaptado para população de *Anomalocardia brasiliiana* estudada.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a população de *Anomalocardia brasiliiana*, estudada apresenta ciclo de reprodução contínuo, onde as 4 fases de desenvolvimento gonadal foram observadas simultaneamente em quase todos os meses de estudos (em Maturação = eM; Maduro = M; em Eliminação = eE; Eliminado = E).

Durante o acompanhamento das fases do desenvolvimento gonadal de *Anomalocardia brasiliiana*, observou-se que tanto machos como fêmeas comportaram-se de forma semelhante na fase “em Maturação” e “Madura”. Araújo (2001) também verificou este fato, principalmente em machos, e considerou, para estes, as etapas de gametogênese e maturidade como uma única fase, decorrente da intensa produção de espermatozóides.

Na fase “em Eliminação”, entretanto, o esvaziamento das gônadas foi mais evidente nas fêmeas, e que não ocorreu com os machos, pois suas gônadas sempre apresentaram células de toda a linhagem gametogenética. De um modo geral, as fêmeas apresentaram percentagens maiores em indivíduos na fase “em Eliminação” durante todos os meses deste estudo. Tal fato também foi observado por Grotta & Lunetta (1980). Este fato pode estar, provavelmente, relacionado a maior energia dispendida pelas fêmeas na síntese do vitelo, e maior tempo gasto na produção dos ovócitos. Ao passo que os machos, o consumo energético para uma produção abundante de espermatozóide é menor (Warner, 1975; Branch, 1974; Hughes, 1986), portanto, esta produção poderia ocorrer de uma forma mais rápida. Embora existam

evidências do desenvolvimento da gônada primária ser mais precoce em fêmeas, a progressão das fases proliferativas (multiplicação das ovogônias) e vegetativa (crescimento dos ovócitos) é mais lenta do que nas fases correspondentes nos machos (Boehs, 2000).

Narchi (1976), estudando a reprodução de *Anomalocardia brasiliiana*, na Baía de Santos, no estado de São Paulo, verificou que este bivalve tem um ciclo sexual 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 baixo de emissão de gametas no inverno. Segundo Grotta & Lunetta (1980), a eliminação de gametas é contínua durante o ano em uma população de *Anomalocardia brasiliiana* no litoral da Paraíba, não tendo sido observado por estes autores um período de repouso sexual. Peso (1980), no litoral baiano, registrou que, embora o ciclo reprodutivo seja contínuo na diferentes populações analisadas, as épocas de maior intensidade de eliminação de gametas não foram coincidentes. Boehs (2000), na Baía de Paranaguá, estado do Paraná, observou os maiores picos de eliminação de gametas no outono e primavera sem ter sido identificado um período de repouso reprodutivo total. Araújo (2001), na Reserva Extrativista de Pirajubaé, estado de Santa Catarina, observou os picos mais elevados de eliminação de gametas em *Anomalocardia brasiliiana* no verão e na primavera, com período de repouso bem definido no inverno.

Comparando os resultados obtidos neste estudo com aqueles obtidos pelos diferentes autores citados acima, é possível observar que as populações do litoral, baiano (Peso, 1980), paraibano (Grotta & Lunetta, 1980) e cearense (este estudo) apresentaram ciclos de reprodução bastante semelhantes, com eliminação de gametas ao longo de todo o ano, ciclo sexual contínuo, e com fêmeas eliminando mais gametas que os machos. Entretanto, os períodos de maior eliminação de gametas não foram coincidentes. De acordo com Morton (1990), diferenças nos períodos de eliminação de gametas entre populações de regiões próximas podem ocorrer naturalmente.

Diferentemente dos resultados encontrados para as populações da região Nordeste, nas populações do litoral paulista (Narchi, 1976), paranaense (Boehs, 2000) e catarinense (Araújo, 2001), os períodos de eliminação de gametas foram coincidentes. Destas três regiões, somente Araújo (2001), em Santa Catarina, observou um período de repouso reprodutivo total.

Desta forma, as diferenças observadas entre as populações das regiões Nordeste, Sudeste e Sul estão relacionadas com a extensão dos períodos de reprodução, provavelmente, como reflexo das amplitudes de variação da temperatura, em função de diferenças latitudinais, tal como mencionaram Grotta & Lunetta (1980), Boehs (2000) e Araújo (2001). Localmente, a população de *Anomalocardia brasiliiana* da Praia do Canto da Barra, parece não sofrer influência significativa da temperatura da água e do ar, tal como também foi observado por Grotta & Lunetta (1980) na Paraíba.

Vários autores têm ressaltado a importância da temperatura da água em distintas latitudes com o ciclo sexual de invertebrados marinhos (Orton, 1920; Chipperfield, 1953; Giese, 1959; Sastry (1979 apud Araújo, 2001). Entretanto, principalmente em áreas tropicais, onde as amplitudes de variação da temperatura são muito pequenas, outros fatores ambientais, e até mesmo fatores endógenos, podem influenciar de forma mais significativa a reprodução dos organismos. Newell *et al.*, (1982) afirmou que a gametogênese depende principalmente da disponibilidade de nutrientes, tanto das reservas nutritivas teciduais como dos nutrientes filtrados do ambiente. Ansell (1961) relacionou a proliferação gonadal de *Venus striatula* (da Costa, 1778) nos meses de maior quantidade de fitoplâncton, sem ação direta com altas temperaturas, podendo esta agir de forma indireta, implicando em aumento de taxa de filtração pelos bivalves.

Dentre os fatores ambientais observados neste estudo, a precipitação pluviométrica e a salinidade foram as que apresentaram as maiores amplitudes de variação durante o período de estudo. Entretanto, uma influência significativa do efeito da diminuição da salinidade foi observada somente em machos, provavelmente causada pela alta precipitação pluviométrica verificada em abril/03.

A variação da salinidade, segundo Grotta & Lunetta (1980), tem sido apontada como um outro possível fator que regula e sincroniza a reprodução em alguns invertebrados marinhos. Na região estudada, observou-se que a diminuição da salinidade, em função do aumento da precipitação pluviométrica, pode influenciar a reprodução de *Anomalocardia brasiliiana*. Provavelmente atuando como um indicador da maior disponibilidade de alimento na coluna d'água, devido ao maior aporte de nutrientes fluviais e incremento da atividade fitoplanctônica na área.

Outros fatores também podem atuar de alguma forma na descarga de gametas, como a periodicidade lunar (variações de marés) e o fotoperíodo, a

profundidade e a latitude onde os animais habitam (Fritchman, 1961; Branch, 1974; Underwood, 1974 e Creese, 1980).

4.4 Parasitismo

Bivalves marinhos podem servir de abrigo para diversos parasitas e microorganismos (Bower *et al.*, 1994), o que pode causar mortalidade e resultar em perdas econômicas, especialmente em espécies cultivadas.

A ocorrência de trematódeos bucefalídeos parasitas de moluscos bivalves tem sido registrada em ambientes naturais e de cultivo ao longo da costa brasileira. Segundo Joaber *et al.* (1996), o parasita *Bucephalus variacus* parece utilizar o mexilhão *Perna perna* como hospedeiro intermediário em seu ciclo de vida no litoral do Rio Grande do Sul. A ocorrência de *Bucephalus sp.* parasitando esta espécie de mitilídeo foi registrada por Magalhães (1998) e Silva *et al.* (2002) na costa do estado de Santa Catarina. Galvão *et al.* (2000) encontrou esporocistos e cercárias de *Bucephalus sp.* nas gônadas de *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) do estuário de Cananéia, São Paulo.

Neste presente estudo, foram observados trematódeos de *Bucephalus sp.* parasitando as gônadas de *Anomalocardia brasiliiana*. Os Gasterostomata são trematódeos digenéticos que se caracterizam pela presença da ventosa oral na região mediano-ventral, sendo Bucephalidae a única família dentre dessa subordem, cuja principal característica é a furcocercária (bulbo caudal com duas furcas), daí o nome da família (Boehs, 2000).

Os trematódeos instalaram-se preferencialmente nas gônadas de *Anomalocardia brasiliiana*, rompendo as paredes dos folículos ovarianos, túbulos testiculares e destruindo as células germinativas, impedindo em alguns casos a determinação do sexo do bivalve. Esporocistos e cercárias foram encontrados também entre os ductos da glândula digestiva. De acordo com Magalhães (1998), no mexilhão *Perna perna*, dependendo do grau de infestação, os trematódeos bucefalídeos podem danificar severamente os tecidos gonadais do molusco hospedeiro, podendo causar a esterilidade do animal. Os efeitos deletérios, do parasita parecem estar relacionados, principalmente à utilização das reservas

glicídicas e lipídicas do hospedeiro, impedindo que este se reproduza (Magalhães, 1998).

A ocorrência destes parasitas provavelmente deve estar relacionada a fatores ambientais tais como temperatura, salinidade e quantidade de alimento disponível, bem como ao impacto provocado pelo homem no meio marinho, pois esses fatores podem interferir nos mecanismos de defesa do animal hospedeiro (Galvão *et al.*, 2000).

Apesar da baixa incidência de organismos parasitados observados neste estudo, a ocorrência de parasitas na população de *Anomalocardia brasiliiana* na Praia do Canto da Barra, alerta para necessidade de estudo sobre as condições fisiológicas desta espécie na região.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho com o molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), foi realizado na Praia do Canto da Barra, no município de Fortim – Ce, no estuário do Rio Jaguaribe, teve os resultados as seguintes conclusões:

Os indivíduos de *Anomalocardia brasiliiana* apresentaram um padrão de distribuição espacial bem característico com os juvenis concentrados em áreas com sedimento fino e mais úmido. Os adultos foram mais freqüentes nos bancos arenosos áreas com sedimentos mais grosseiros.

A distribuição dos indivíduos em áreas diferenciadas da região estudada, juvenis concentrados em áreas com sedimento fino (areia fina) e úmido e adultos em bancos de areia média, parece estar relacionada a diferentes fatores: o padrão de circulação da água presente nesta região, que movimenta o sedimento grosseiro (bancos arenosos); áreas de deposição de sedimento fino (áreas mais baixas) com menor turbulência, onde se acumula também matéria orgânica e geralmente o sedimento permanece bastante úmido mesmo durante a maré baixa.

O ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* é contínuo o ano todo.

Foram observados 2 períodos no ciclo reprodutivo, intercalando-se em Períodos de Amadurecimento gonadal e Período de Liberação de Gametas, cada um destes apresentando 2 fases. A primeira fase do Período de Amadurecimento gonadal nos meses de maio e junho/ 2002 e o segundo de novembro/2002 a janeiro/2003. O Período de Liberação de gametas na primeira fase nos meses de julho a outubro/2002 e o segundo de fevereiro e abril/2003.

A temperatura da água e do ar parece não influenciar de forma significativa a reprodução desses indivíduos.

A influência significativa do efeito da diminuição da salinidade, devido ao aumento da precipitação pluviométrica, parece influenciar a reprodução dos indivíduos, como um mecanismo para acelerar a liberação de gametas.

Provavelmente ativando como indicador da maior disponibilidade de alimento na coluna de água, devido o maior aporte de nutrientes fluviais e incremento da atividade fitoplanctônica na área.

Esses bivalves “búzios” como é conhecido no município Fortim, apesar de terem o ciclo reprodutivo contínuo, são bastante consumidos no local, alerta-se para futuro defeso da espécie nesta região, principalmente nos períodos de reprodução que ocorre nos meses de julho a outubro e fevereiro a abril.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absher, T. M. Christo, S. W. Reprodução em molusco bivalves de importância econômica do litoral do Paraná, Brasil. *In*: 14^o Encontro Brasileiro de Malacologia, 2^o Congresso Latino-Americano de Malacologia, 1^a Reunião Nacional dos Conquiologistas, 1^a Feira Internacional sobre moluscos, Porto Alegre. Programa e resumos. Porto Alegre: PUC-RS, p.57, 1995.
- Ansell, A. D. The Development of the primary gonad in *Venus striatula* (da Costa) *Proc. Mal. Soc. London*, v. 34, n. 5, p. 243-247, 1961.
- Araújo, C. M. *Biologia Reprodutiva do Berbigão Anomalocardia brasiliana (Mollusca: Bivalvia, Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI), Estado de Santa Catarina*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 203 p. 2001.
- Almeida, T. C. A. *Anomalocardia brasiliana: relação entre os níveis de mercúrio e parâmetros biológicos em populações naturais da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, v. 1, 121p. 1990.
- Arruda-Soares, H.; Schaeffer-Novelli, Y. & Mendelli, JR., J. "Berbigão" *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin,1791), bivalve comestível da região da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil: aspectos biológicos de interesse para a pesca comercial, *Bol. Inst. Pesca*, 9 (único): p.21-38, 1982.
- Assis, R. C. F. *Anatomia funcional de Lucina pectinata (Gmelin,1791) (Bivalvia:Lucinidae), um subsídio ao conhecimento do ciclo sexual*. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da USP, 93p. 1978.
- Beirão & Sorenson, A. L. *Ionic mechanism of the action potential of a secretory epithelium of marine clams*. *In*: Congress of the Sociedade Brasileira de Biofísica, 6, 74p. 1981.

Beirão, P. S., Nascimento, J. H. M. Sodium and Calcium Dependent Mechanisms in the Action Potential of the Secretary Epithelium of a Clam Mantle. *J. Exp. Biol.*, v. 145, p.395-402, 1989.

Boehs, G. *Ecologia Populacional, Reprodução e Contribuição em Biomassa de Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) (Bivalvia:Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 201p. 2000.

Boffi, A. V. *Moluscos brasileiros de Interesse Médico e Econômico*. São Paulo: HUCITEC, 182p, 1979.

Bower, S. M.; McGladdery, S. E.; & Price, I. M. Synopsis of infection diseases and parasites of commercially exploited shellfish. *Annu. Rev. Fish. Dis.* v.4, p. 1-199, 1994.

Braccetti, B. & Afzelius, B. A. The biology of the sperm cell. *Monogr. Dev. Biol.*, 10. 1976.

Brousseau, D. J. Gametogenesis and spawning in intertidal oysters (*Crassostrea virginica*) from Western Long Island Sound. *J. Shellfish Res.*, v. 14, n. 2, p. 483-487, 1995.

Branch, G. M. The ecology of *Patella* Linnaeus from the Cape Peninsula, South Africa. III. growth rates. *Trans. Roy. Soc.S. Afr.*, v.41, n.2, p.161-193,1974.

Brasil. Ministério da Marinha. Diretoria de Hidrologia e Navegação. *Tábuas das Marés*, 2001. Rio de Janeiro,198p.

Brasil. Ministério da Marinha. Diretoria de Hidrologia e Navegação. *Tábuas das Marés*, 2002. Rio de Janeiro, 198p.

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

Chipperfield, P. N. J. Observtion on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L.) in british warters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, v. 32, p. 449-476, 1953.

Christiansen, H. E.; Brodsk, R. S. & Cabrera, M. E. La microscopia aplicada com criterio poblacional en el estudio de las gónadas de los vertebrados y invertebrados marinos. *Physis*, sec. A, v.32, n.35, p. 467-480, 1973

Creese, R. G. Reproductive cycles and fecundities of four common eastern australian archaeogastropd limpets (Mollusca:Gastropoda). *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, Melbourne, v.31, n.1, p.49-61,1980.

Dantas-Neto, M. A *Ostreicultura como atividade sustentável em Fortim, Ceará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 78p., 2001.

Dohmen, M. R. Gametogenesis. *In: Verdonk, N. H.; vanden Biggelaar, J. A.; Tompa, A. S. (eds.) The Mollusca-Development*. New York: Academic Press, v. 3, p. 1-48, 1983.

Eversole, A. G. Gametogenesis and spawning in north american clam population for culture. *In: Manzi, J. J.; Castagna, M. (eds.) Clam Mariculture in North America. Developments in Aquaculture and Fishries Science*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V, p.75-109, 1989.

Fretter, V. Prosobranchs. *In: Wilbur, K. M.; Yonge, C. M. (eds.) Mollusca, Reproduction*. New York: Academic Press, v. 7, p.1-45, 1984.

Fretter, V; & Graham, A. *British prosobranch molluscs (their funtional anatomical and ecology)*. London: Royal Society of London, 755p.,1962.

Fretter, V; Graham, A. Reproduction. *In: Wilbur, K. M. & Yonge, C. M. (Eds.) Physiology of Mollusca*. New York: Academic Press, v.1, p.473, 1964.

Fretter, V.; & Graham, A. *British prosobranch molluscs (their functional anatomical and ecology)*. Revised and updated edition. London: Royal Society of London, 820p, 1994.

Fritchman, H. K. A study of the reproductive cycle in the California Acmaeidae (Gastropoda). Part I. The *Veliger*, v.3, n.3, p.57-63, 1961.

Galvão, M. S. N.; Pereira, O. M.; Machado, I. C. & Henriques, M. B. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP. (25⁰ S; 48⁰W), *Bol. Inst. Pesca*, v.26, n.2, p.147-162, 2000.

Giese, A. C. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Ann. Rev. Physiol.*, v.21, p.547-576, 1959.

Grant, C.M. & Creese, R.G. The reproductive cycle of the tua tua- *Paphies subtriangulata* (Wood,1828), in New Zealand. *Jour. Shellfish Res.*, v.14, n.2, p.287-292,1995.

Grahame, J., & Branch, G. M. Reproductive patterns of marine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Res.*, 23,p.373-398, 1985.

Grotta, M. *Histofisiologia da reprodução de Anomalocardia brasiliana (Gmelin,1791) (Mollusca brasiliana: Bivalvia) do litoral do Estado da Paraíba*. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da USP, 138p., 1979.

Grotta, M. & Lunetta, J.E. Ciclo sexual de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin,1791) do litoral do Estado da Paraíba. *Revista Nordest. Biol*, v.3.n.1, p.5-55.p,1980.

Grotta, M.; & Lunetta, J. E. Morpho-functional alterations in the rough endoplasmic reticulum of vegetative oocytes in *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791). *Rev. Nordest. Biol.*, v.5, n.1 p. 29-34, 1982.

- Grotta, M.; & Lunetta, J. E. Origin and development of yolk granules in *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791) oocytes. *Rev. Nordest. Biol.* V.5,n.2,p.185-190,1982.
- Heffernan, P. B.; Walker, R. L.; & Carr, J. L. Gametogenic cycles of three bivalves Wassaw Sound, Georgia: I. *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758). *Jour. Shellfish Res.*, v.8,n.1,p.51-60,1989.
- Hiroki K. On the resistance of isolated bivalve gill pieces to oxygen deficiency and hydrogen sulphide. *Bol. Fisiol. Animal, Univ. São Paulo*, v.1,p. 9-20, 1977.
- Hiroki, K. Fisiocologia de invertebrados marinhos resistência à anoxia. *Biol. Zool. Biol. Mar, N. S.*, n.28, p.315-341,1971.
- Hooker, S. H.; & Creese, R.G. The reproductive biology of pipi, *Paphies australis* (Gmelin,1790) (Bivalvia: Mesodesmatidae). I. the Temporal patterns of reproductive cycle. *Jou.f Shellfish Res.*, v.14, n.1 ,p. 7-15, 1995.
- Hughes, R. N. *A funtional biology of marine gastropods*. London: Croom Helm. Ltd., 245p.,1986.
- Joaber, Jr., P. Robaldo, R.B., & Souto-Raiter, V.M.M. Um possível ciclo de vida de *Bucephalus varicus* Manter, (Trematoda, Bucephalidae) no Rio Grande do Sul. *Com. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS. Ser. Zool.* 9, p.31-36,1996.
- Junqueira, L.C.; & Junqueira, L.M.M.S. *Técnicas básicas de citologia e histologia*. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 123p.1983.
- Kneip, L. M. Sambaquis na Pré-História do Brasil. *Ciência Hoje*, v.6,n.33, p.50-54,1987.

Lana, P. C. Almeida, M. V. O.; Freitas, C. A. F. de Couto, E. C. G.; Conti, L. M. P.; Gonzalez-Peronti, A. L.; Giles, A. G.; Lopes, M. J. S.; Silva, M. H. C. da; & Pedroso, L. A. Estrutura Espacial de Associações Macrobênticas Sublitorais da Gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná). *Nerítica*, v.4 n.1/2, p.119-136,1989.

Leonel, R.M.V. *Influência da salinidade sobre algumas respostas osmóticas de Anomalocardia brasiliiana (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo,189p. 1981.

Leonel, R .M. V. Magalhães, A. R. M.; & Lunetta, J. E. Survival rate of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca:Bivalvia) at different levels of salinity. *In: Congress of the Sociedade Brasileira de Fisiologia*, 16., 1982, Proceedings, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v.15,n.4-5, p.231-348, 1982a.

Leonel, R. M. V.; Lunetta, J. E. & Salomão, L. C. Effects of variation in salinity on the osmotic regulation of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia). *In: Congress of the Sociedade Brasileira de Fisiologia*, 16, 1982. Proceeding. p.335,1982b.

Leonel, R. M. V.; Magalhães, A R.M.; & Lunetta, J.E. Sobrevivência de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791) (Mollusca:Bivalvia), em diferentes salinidades. *Biol. Fisiol. Animal*, Univ. São Paulo, v.7, p.63-72,1983.

Lubett, P. *Rescherches sur le cycle de l' émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinades*. Paris, Tese de doutorado, Universidade de Paris, 162p., 1959.

Lunetta, J.E. Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca, Lamelibranchia).*Bolm. Zool. Biol. Mar.*, v.26, p.33-111,1969.

Mackenzie, C. L. Jr. Management for increasing clam abundance. *Mar. Fish. Rev.*, v.41, p.10-22,1979.

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

McLachan, A. Dugan, J. E.; Defeo, O.; Ansell, A. D. Hubbard, D. M.; Jaramillo, E.; & Penchaszadeh, P. E. Beach Clam Fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Annual Rev.*, v. 34, p. 163-232, 1996.

McLachan, A.; & Hanekom, N. Aspects of the biology, ecology and seasonal fluctuations in biochemical composition of *Donax serra* in the East Cape. *S. Afr. Jour. Zool.*, v.14, p. 183-193. 1979.

Maltz, A; & Faerman, S. Moluscos Comestíveis do Brasil. Berbigões e mexilhões comuns do litoral paulista. *An Farm. Quim.*, v.9, n.3-4, p.45-49,1958.

Mello, R. L. S. *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791): estudos ecológicos e importância alimentar (Mollusca:Bivalvia) *In: Anais do V Encontro de Malacologistas Brasileiros, Mossoró, RN. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, p.169-173, 1979.*

Menda, N. Cálcio de ostras: Uma revolução no tratamento da Osteoporose. *In: 14^o Encontro Brasileiro de Malacologia - 2^o Congresso Latino-Americano de Malacologia – 1^a Reunião Nacional dos Conquiologistas - 1^a Feira Internacional Sobre Moluscos. Porto Alegre: PUC-RS, p. 31-33, 1995.*

Monti, D.; Frenkiel, L.; & Mouëza, M. Demography and growth of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmeli,1791) (Bivalvia:Veneridae) in a mangrove, in Guadeloupe (French West Indies). *Jour. Moll. Stud.*, v.57, p.249-257, 1991.

Morton, B. The Bivalvia: Future directions for research. *Am. Malacological Bull*, v.9, n.2, p.107-116, 1992.

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

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

Mouëza, M.; Gros, O & Frenkiel, L. Embryonic, Larval and Postlarval Development of the Tropical Clam, *Anomalocardia brasiliiana*, (Bivalvia:Veneridae). *Jour. Moll. Stud.*, v.64, p.73-88, 1999.

Mourão, J. S.; Grotta, M. & Gempel, M. Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791) (Bivalvia:Veneridae) 3ª parte - modificações citofisiológicas dos ácidos. *Rev. Brasil. Biol.*, v.54, n.4, p.587-592, 1994.

Mourão, J. S. Glândula digestiva de *Anomalocardia brasiliiana* 4ª parte-ciclo digestivo. *Rev. Brasil. Biol.*, v.54, n.4, p.587-592, 1994.

Narchi, W. Preliminary contribution of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliiana* (Bivalvia, Veneridae) from the litoral of São Paulo. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, v. 37, 1965.

Narchi, W. Encontro de *Bucephalopsis haimeana* (Lacaze-Duthiers) no Brasil. *Ciências e Cultura*, v. 18, n.1,p.22-24,1966.

Narchi, W. Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born,1778) (Bivalvia, Veneridae). *Bull. Mar. Sci.*, v. 22, n. 3, p.643-670.1972.

Narchi, W. Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 27,n.19, p.235-262,1974

Narchi, W. Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin,1791) (Mollusca:Bivalvia). *Bolm. Zool. Univer. São Paulo*, v.1, p.331-350, 1976.

Nascimento, I. A; & Lunetta, J.E. Ciclo sexual da ostra do mangue e sua importância para o cultivo. *Bolm. Fisiol. Animal. Univer. São Paulo*, v.2,p.63-98, 1978.

Nascimento, J. H. M.; & Beirão, P.S. Electrogenesis of the plateau of the action potential of secretory epithelium. *In: Congress of the Sociedade Brasileira de Biofísica*, 7., 429p. 1982a

Nascimento, J. H. M. & Beirão, P. S. Considerations on the regulation of the action potential of a secretory epithelium. *In: Congress of the Sociedade Brasileira de Biofísica*, 7, p.429, 1982b.

Neto, J. D. Da S. Observations sur la structure et l' ultrastructure die Cilié *Myxophthirus anomalocardiae* gen. nov. sp. nov. (Scuticociliatida, Thigmphryidae), parasite du bivalve *Anomalocardia brasiliiana* Gmelin,1791. *Europeam. Jour. Protistology*, Stuttgart, v.28, p.421-429,1992.

Netto, S. A.; & Lana, P. C. Effects of sediment disturbance on the structure of benthic fauna in a subtropical tidal creek of southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 106, p.239-247,1994.

Newell, R. I. E.; Hilhish, T. J; Koehn, R. K.; & Newell. C. J. Temporal variation in the reproductive of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia:Mytilidae) from localities on the east coast, of the United States. *Biol. Bull.*, v.162, p.299-310, 1982.

Nishida, A. K. *Catadores de moluscos do litoral paraibano: estratégias de subsistência e algumas formas de manejo*. João Pessoa. Dissertação de

doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, v.1, 125p., 2000.

Orton, J. H.; Southward, A. J. & Dodd, J. M. Studies on the biology of limpets II. The breeding of *Patella vulgata* L. in Britain. *Journal Mar. Biol. Ass. U. K*, Cambridge, v.35, p.149-176, 1956.

Orton, J. H. Sea- Temperature, Breeding and Distribution in Marine Animals. *Journal Mar. Biol. Ass. U. K*, v.12, p. 339-366, 1920.

Paiva, J. F. *Heparina em moluscos: evidências físicas, físico-químicas, bioquímicas e biológicas na manutenção da estrutura e atividade através da evolução*. Dissertação de doutorado, Universidade Federal de São Paulo, v.1, 108p.,1990.

Peredo, S.;Parada, E.; & Valdevenito, I. Gametogenesis and *Mesodesma donacium* (Lamarck,1818) (Bivalvia:Mesodesmatidae) at Queule Beach, Southern Chile. *Veliger*, v. 30, p. 55-68, 1987.

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

Purchon, R. D. *The biology of the Mollusca*. London: Pergamon Press.; 2ª edição, 560p., 1983.

Quayle, D.B. Sex, Gonad Development and Seasonal Gonad Changes in *Paphia staminea* Conrad. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, v. 6,n.2,p.140-151, 1943.

Read, K. R. H. Ecology and environmental physiology of some Puerto Rican bivalve molluscs and a comparison with boreal forms. *Carib. J. Sci.*, Mayaguez, v. 4, p.459-465, 1964.

Rios, E. C. *Seashells of Brazil*. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 2ª edição, 492p., Rio Grande, 1994.

Rocha, C. A. *Estudo da proporção sexual e ciclo reprodutivo de Collisella subrugosa (Orbigny, 1846) (Mollusca:Gastropoda:Acmaeidae) no nordeste brasileiro*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, 173p., 1995.

Rocha-Barreira, C. A. *Biologia de Olivancillaria vesica auricularia (Lamarck, 1810) (Mollusca:Gastropoda:Olividae) na Praia do Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul- Brasil*. Dissertação de Doutorado, Fundação Universidade Federal do Rio grande, 243p., 2001.

Rosa, G. J. H. Da. *Distribuição e Densidade do Berbigão Anomalocardia brasiliiana (Gmelin, 1791) (Mollusca:Bivalvia) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, S. C.* Monografia de Especialização, Universidade Federal de Santa Catarina, 53p., 1989.

Rhoads, D. C.; Boyer, L. F. The effects of marine benthos on physical properties of sediments: a successional perspective. *In: McCall, P. L.; Tevesz, M. J. S. Animal-sediment relations*. New York: Plenum Press. 336 p. 1984.

Silva, P. M.; Magalhães, A. M.; & Barracco, M.A. Effects of *Bucephalus* sp. (Trematoda:Bucephalidae) on *Perna perna* mussels from a culture station in Ratones Grande Island, Brazil. *Jour. Inv. Patho.*, v.79, p. 154-162, 2002.

Schaeffer-Novelli, Y. *Alguns aspectos ecológicos e análise da população de Anomalocardia brasiliiana (Gmelin, 1791). (Mollusca:Bivalvia), na Praia do Saco da Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo*. São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 119p., 1976.

Scheel-Ybert, R. Os vegetais na vida dos sambaqueiros. *Ciência Hoje*, v.28,n.165, p.26-31, 2000.

Silveira, N. Jr. *et al.* Resultados preliminares do desenvolvimento de tecnologia de cultivo larval de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia). In: 14^o Encontro Brasileiro de Malacologia – 2^o Congresso Latino-Americano de Malacologia - 1^a Reunião Nacional dos Conquiologistas – 1^a Feira Internacional Sobre Moluscos, Porto Alegre: PUC-RS, 84p., 1995.

Souza, J. F. de.; Medeiros, M. G. L.; Paiva, V. M. P.; Nader, H. B.; & Dietrich, C. P. Enzymatic degradation of glucosaminoglycans in molluscs: formation of glucuronic acid and N. acetylhexosamines from heparan sulfate and chondroitin sulfate by enzymes from three species of molluscs of the classes gastropoda and pelecypoda. *Comp. Biochem. Physiol. Great Britain*, v.828, n.2, p. 223-227, 1985.

Souza, J. F.; Jr.; Nader, H. B.; & Dietrich, C. P. Sequential Degradation of Chondroitin Sulfate in Molluscs: Desulfation of Chondroitin Sulfate, without prior Depolymerization by a Novel Sulfatase from *Anomalocardia brasiliiana*. *Jour. Biol. Chem.*, v. 265, n. 33, p. 20150-20155, 1990.

Tobias & Silva, M.M. Moluscos Comestíveis do Brasil, Estudo Químico-Bromatológico de dois tipos de Sarnambi. *An Farm. Quim*, v.8, n.5/6, p. 5-13, 1957.

Underwood, A. J. The reproductive cycle and geographical distributions of some common eastern australian prosobranchs. *Aus. Jour. Mar. Fresh. Res.*, v. 25, p.63-88, 1974.

Warner, R. R. The adaptative significance of sequential hermaphroditism in animals. *Am. Natur.*, v.109, p.61-82, 1975.

ANEXOS

PROCEDIMENTO DE PREPARAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE *Anomalocardia brasiliiana* PARA ANÁLISE HISTOLÓGICA.

Desidratação em álcool etílico (após a fixação com solução de Bouin, preservar em álcool 70%):

Álcool 80% por 1 hora;

Álcool 90% por 1 hora;

Álcool 95% I por 1 hora (primeira passagem);

Álcool 95% II por 1 hora (segunda passagem);

Álcool P. A. por 1 hora (primeira passagem);

Álcool P. A. por 1 hora (primeira passagem);

Diafanização em xilol P. A. por 20 minutos;

Impregnação em parafina:

Parafina a 60°C por 1 hora e 10 minutos (primeiro banho);

Parafina a 60°C por 1 hora e 30 minutos (segundo, banho);

Inclusão (emblocamento).

PROCEDIMENTO DE COLORAÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS, UTILIZANDO-SE HEMATOXILINA DE HARRIS E EOSINA AQUOSA 1% (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983).

Retirada da Parafina:

Xilol P. A. por 10 minutos (primeira passagem);

Xilol P. A. por 10 minutos (segunda passagem);

Rehidratação:

Álcool P. A. por 3 minutos (primeira passagem);

Álcool P. A. por 3 minutos (segunda passagem);

Álcool 95% I por 3 minutos (primeira passagem);

Álcool 95%II por 3 minutos (segunda passagem);

Álcool 80% por 3 minutos;

Álcool 70% por 3 minutos;

Lavagem em água corrente por 5 minutos.

Coloração:

Hematoxilina por 10 segundos;

Lavagem em água corrente por 10 minutos;

Eosina aquosa por 20 segundos.

Desidratação:

Álcool 70% por 30 segundos;

Álcool 80% por 30 segundos;

Álcool 95% I por 30 segundos (primeira passagem);

Álcool 95% II por 30 segundos (segunda passagem);

Álcool P. A. por 30 segundos (primeira passagem);

Álcool P. A. por 30 segundos (segunda passagem);

Diafanização:

Xilol por 1 minuto (primeira passagem);

Xilol por 1 minuto (segunda passagem);

Montagem da lâmina permanente (resina sintética).

PROCEDIMENTO DE COLORAÇÃO DAS LAMINAS HISTOLÓGICAS, UTILIZANDO-SE, TÉCNICAS PAS (PERIODIC ACID SCHIFF) (modificado de Junqueira & Junqueira, 1983)

Retirada da Parafina:

Xilol P. A. por 10 minutos (primeira passagem);

Xilol P. A. por 10 minutos (segunda passagem);

Rehidratação:

Álcool P. A. por 3 minutos (primeira passagem);

Álcool P. A. por 3 minutos (segunda passagem);

Álcool 95% I por 3 minutos (primeira passagem);

Álcool 95%II por 3 minutos (segunda passagem);

Álcool 80% por 3 minutos;

Álcool 70% por 3 minutos;

Lavagem em água corrente por 5 minutos.

Coloração:

Solução de Ácido Periódico por 5 minutos

Lavar em água destilada

Colocar no Reagente de Schiff por 5 minutos

Lavar em água corrente

Contracorar com Hematoxilina 3 minutos

Desidratação:

Álcool 70% por 30 segundos;

Álcool 80% por 30 segundos;

Álcool 95% I por 30 segundos (primeira passagem);

Álcool 95% II por 30 segundos (segunda passagem);

Álcool P. A. por 30 segundos (primeira passagem);

Álcool P. A. por 30 segundos (segunda passagem);

Diafanização:

Xilol por 1 minuto (primeira passagem);

Xilol por 1 minuto (segunda passagem);

Montagem da lâmina permanente (resina sintética)