

# ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA, VENERIDAE) NA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL

Guisla BOEHS<sup>1</sup>; Theresinha Monteiro ABSHER<sup>2</sup>; Andrea C. da CRUZ-KALED<sup>2</sup>

## RESUMO

O estudo analisou, entre abril de 1996 e dezembro de 1997, a distribuição espaço-temporal e alguns aspectos da estrutura populacional do berbigão, *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) em dois baixios entremarés da Baía de Paranaguá (PR, Brasil). *A. brasiliiana* foi observada desde a entrada do estuário, com salinidade média superior a 30, até setores a montante com salinidade mínima de 17. Áreas preferenciais de assentamento das larvas foram observadas na faixa superior dos baixios, onde as densidades populacionais foram significativamente mais baixas. A redução na densidade das populações no verão deve-se, provavelmente, a incrementos nas taxas de predação e precipitação pluviométrica, e a fatores populacionais intrínsecos, que podem favorecer os assentamentos de *A. brasiliiana* durante o outono.

**Palavras-chave:** *Anomalocardia brasiliiana*; ecologia populacional; planícies de maré; Baía de Paranaguá

## POPULATION ECOLOGY OF *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA, VENERIDAE) ON PARANAGUÁ BAY, PARANÁ, BRAZIL

### ABSTRACT

From April 1996 to December 1997, the spatial and temporal distribution and some aspects of the population structure of the pointed venus, *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), was studied on two tidal flats of the Paranaguá Bay (PR, Brazil). *A. brasiliiana* was observed from the entrance of the estuary, with mean salinity higher than 30, to the inner sectors with a minimum salinity 17. Larval settlement was observed to occur preferentially on the higher level of the tidal flats, where population densities were significantly lower. Summer reductions in population density, were probably due to an increase in predation and pluviosity during this period, and to intrinsic population factors, that may favour the settlement of *A. brasiliiana* during autumn.

**Key words:** *Anomalocardia brasiliiana*; population ecology; tidal flats; Paranaguá Bay

---

Artigo Científico: Recebido em: 15/01/2007; Aprovado em: 29/10/2007

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC; Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, 45.650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil; E-mail: gboehs@uesc.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná/Centro de Estudos do Mar, C.P. 50002, 83.255-000, Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil

## INTRODUÇÃO

*Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) é um molusco bivalve amplamente distribuído ao longo da costa brasileira, principalmente em enseadas, baías e estuários. Sua faixa de ocorrência abrange as Índias Ocidentais (nas Antilhas), o Brasil e o Uruguai (RIOS, 1994). No litoral brasileiro, é conhecida por vários nomes populares, dentre os quais por “berbigão”, “vôngole”, “maçunim” e “chumbinho”. É uma espécie dióica e sem dimorfismo macroscópico das gônadas. A fertilização dos gametas ocorre na água e as larvas, após um estágio planctônico, assentam-se sobre substratos inconsolidados, onde sofrem metamorfose. Conforme MOUËZA *et al.* (1999), esse processo ocorre quando os indivíduos atingem, aproximadamente, 300 micrômetros de comprimento.

Dentre os estudos já efetuados sobre a biologia e a ecologia dessa espécie, estão os realizados no litoral do Estado de São Paulo (NARCHI, 1966, 1972, 1974 e 1976; HIROKI, 1977; SCHAEFFER-NOVELLI, 1980; ARRUDA-SOARES *et al.*, 1982; LEONEL *et al.*, 1983), em Santa Catarina (PEZZUTO e ECHTERNACHT, 1999; BOEHS e MAGALHÃES, 2004), na Paraíba (GROTTA e LUNETTA, 1980), no Ceará (ARAÚJO e ROCHA-BARREIRA, 2004; BARREIRA e ARAÚJO, 2005) e nas Índias Ocidentais Francesas, Antilhas (MONTI *et al.*, 1991; MOUËZA *et al.*, 1999).

*A. brasiliiana* tem importância sócio-econômica, sendo comercializada em diferentes escalas ao longo da costa brasileira, principalmente pelas comunidades litorâneas, que a utilizam também na alimentação familiar. Na Baía de Paranaguá, a espécie forma bancos em vários locais. BOEHS *et al.* (2004) registraram, em assembleias de moluscos desta região, composição proporcional deste bivalve de até 62%. A sua conspicuidade em locais protegidos (*e.g.*, enseadas, baías, estuários) está relatada também para outros locais (SCHAEFFER-NOVELLI, 1980; ARRUDA-SOARES *et al.*, 1982; PEZZUTO e ECHTERNACHT, 1999; BOEHS e MAGALHÃES, 2004). Até o presente, a espécie não é cultivada.

Neste estudo analisaram-se alguns atributos populacionais, como: distribuição espaço-temporal, abundância, proporção de sexos, índices de condição e estrutura de tamanhos de populações naturais de *A. brasiliiana* da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil).

## MATERIAL E MÉTODOS

O complexo estuarino da Baía de Paranaguá

localiza-se no litoral norte do Estado do Paraná (25° 30' S; 48° 30' W), no sul do Brasil, compreendendo várias baías e enseadas, incluindo a Baía de Paranaguá propriamente dita. O clima da região é do tipo *Cfa*, isto é, subtropical úmido mesotérmico, com verão quente (BIGARELLA *et al.*, 1978). Manguezais, formados por *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* Stap. and Lechman (mangue amarelo ou siriúba) (MARTIN, 1993), marismas monoespecíficas de *Spartina alterniflora* Loisel., e baixios entremarés não vegetados ocupam a maior extensão das planícies de maré deste estuário.

O estudo foi conduzido em dois baixios entremarés da Baía de Paranaguá propriamente dita, um na entrada (na Ilha Rasa da Cotinga) e outro no setor mediano do sistema (na desembocadura do Rio Emboguaçu, proximidades da Cidade de Paranaguá) que foram denominados de Estação (Est.) I e de Est. II, respectivamente. Em cada local, foi estabelecida uma transecção de 400 m entre o término da faixa de *S. alterniflora* e o início do infralitoral, sobre a qual foram escolhidos três pontos (níveis) amostrais: o N1-superior, localizado próximo à faixa de *S. alterniflora*, o N2-intermediário, a 200 m deste, e o N3-inferior, a 200 m do N2 e localizado no limite do baixio com o infralitoral durante as baixamares. As coletas foram efetuadas com periodicidade mensal, entre abril de 1996 e dezembro de 1997, durante períodos de maré baixa de sizígia.

Os locais foram avaliados quanto a temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, granulometria, matéria orgânica, umidade e carbonato. A temperatura foi medida com um termômetro de mercúrio padrão, a salinidade com um refratômetro óptico manual e o pH com um medidor digital de bancada. O oxigênio dissolvido foi determinado segundo o método de Winkler, descrito em STRICKLAND and PARSONS (1972). Os teores de matéria orgânica e de carbonato biodetrítico do sedimento foram estimados, respectivamente, pelo método de ignição e tratamento com HCl (0,1 N) (DEAN, 1974). O teor de umidade do sedimento foi calculado pela diferença entre os pesos úmido e seco das amostras, após a manutenção das mesmas em estufa (24 h, 70°C). As análises granulométricas foram feitas pelo método de peneiramento, e a porcentagem de finos (siltes e argilas) pelo processo de elutrição (SUGUIO, 1973). A classificação textural foi baseada em SHEPARD (1954) e os resultados foram

expressos em escala  $\phi$  ( $f_i$ ), logaritmo negativo de base 2 da granulometria em milímetro, cujos números inteiros são coincidentes com a escala de Wentworth (SUGUIO, 1973). As análises de sedimento foram realizadas no Laboratório de Oceanografia Geológica do Centro de Estudos do Mar/UFPR. Análises de variância unifatoriais ( $\alpha = 0,05$ ) foram utilizadas para comparar variações nos fatores físico-químicos entre locais, níveis amostrais e no período.

Para o estudo dos atributos populacionais de *Anomalocardia brasiliana*, foram utilizados dois lotes de animais. O lote A foi obtido por coleta manual, constou de 30 animais/mês com tamanho mínimo de 20 mm de comprimento, e destinou-se à verificação da proporção sexual e índices de condição. Este lote de animais foi coletado entre julho de 1996 e dezembro de 1997. O lote B foi coletado com o auxílio de um amostrador cilíndrico de PVC com 25 cm de diâmetro (área: 0,049 m<sup>2</sup>), enterrado a 10 cm no sedimento, com a tomada de cinco repetições aleatorizadas em cada nível amostral, e destinou-se à avaliação de atributos populacionais como: abundância, distribuição espaço-temporal e estrutura de tamanho. O período de coletas deste lote de animais compreendeu abril de 1996 a outubro de 1997.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e transportadas ao Centro de Estudos do Mar/UFPR (Pontal do Sul, PR), onde foram processadas. Os animais do lote B foram triados sobre peneira com 1 mm de abertura de malha, fixados em formaldeído a 4% e após 48 horas transferidos para álcool 70%. Foi tomada a medida de comprimento de concha (eixo ântero-posterior) de cada exemplar, com a utilização de um paquímetro com precisão de 0,01 mm. Os animais do lote A também foram medidos quanto ao comprimento e posteriormente, ainda frescos, foram abertos. Com o auxílio de um bisturi, uma pequena porção do tecido gonádico de cada exemplar foi retirada por punção, posta sobre lâmina e examinada ao microscópio óptico para a identificação dos sexos. Carne e concha deste lote foram pesadas sobre balança com precisão de 0,001 g, para a obtenção do peso úmido. Depois, ambas foram mantidas em estufa durante 24 horas a 80°C, e posteriormente pesadas para a obtenção do peso seco.

Os índices de condição incluíram o cálculo do Rendimento ( $R$ ) =  $(Wb/Wt) \times 100$ , onde  $Wb$  = peso úmido da carne (g) e  $Wt$  = peso úmido total (g), e o Índice de Condição ( $IC$ ) (*Ci-shell*; RAINER and

MANN, 1992):  $IC = (Wb/Wsh) \times 100$ , onde:  $Wb$  = peso seco da carne (g) e  $Wsh$  = peso seco da concha (g). Diferenças significativas entre o número de machos e fêmeas foram verificadas através do teste Qui-Quadrado. ANOVAs unifatoriais ( $\alpha = 0,05$ ) foram utilizadas para comparar a variação espacial e temporal dos índices de condição (lote A), assim como as densidades populacionais (lote B).

## RESULTADOS

### Fatores físico-químicos

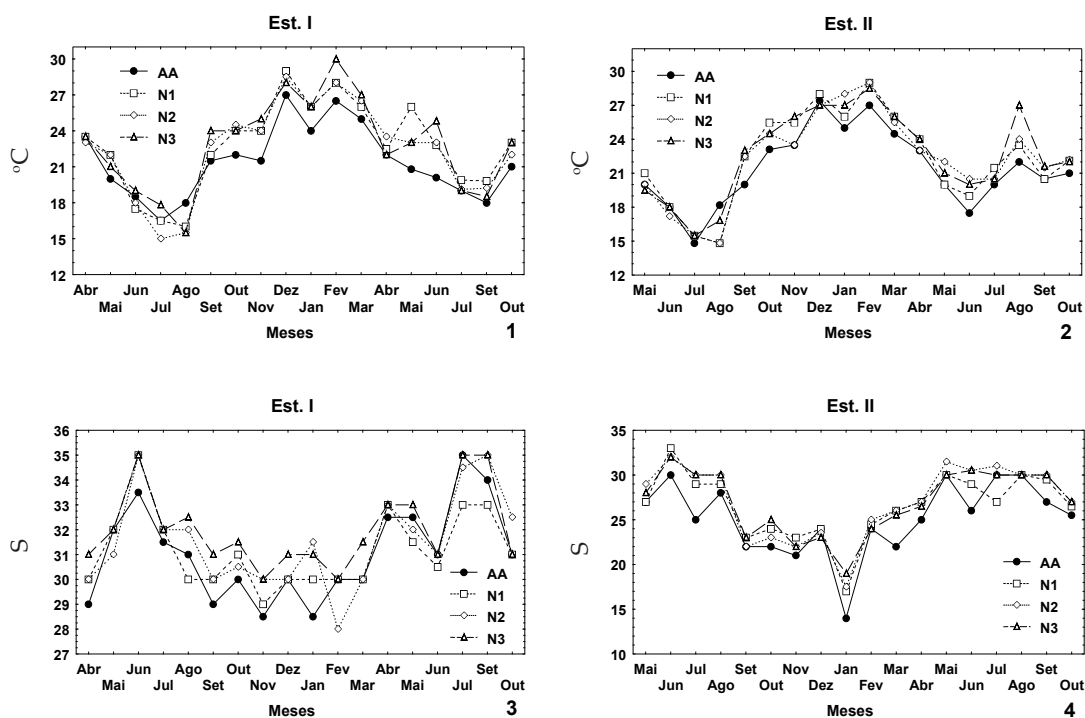
Ambos os baixios apresentaram sedimento arenolodoso, com aproximadamente 90% de areia, 5% de finos (siltes e argilas) e 3% de cascalho. De acordo com a classificação textural de SHEPARD (1954), houve o predomínio de areias muito finas (AMF;  $\phi$  médio = 3,1) na Est. I e de areias finas (AF;  $\phi$  médio = 2,8) na Est. II. Uma diminuição gradual no tamanho médio dos grãos ocorreu do nível entremarés mais baixo (N3) ao mais alto (N1), em ambos os locais. O teor de matéria orgânica no sedimento foi de aproximadamente 2%, a umidade esteve em torno de 25%, e ambos tiveram pequena variação entre locais ( $p > 0,05$ ). O carbonato biodetrítico foi mais alto ( $p < 0,05$ ) na entrada do estuário (Tabela 1) e mais baixo no N1.

A temperatura da água e do sedimento variou de 14,8°C a 30°C, com pouca variação entre locais (Tabela 1) e níveis, mas com diferença acentuada ( $p < 0,05$ ) entre o inverno (junho-agosto) e o verão (dezembro-fevereiro) (Figuras 1 e 2). A salinidade foi mais baixa durante o verão, período de chuvas na região, o que ficou mais evidente na Est. II, onde há um aporte próximo de água fluvial (Figuras 3 e 4). Na Est. I, localizada na entrada do estuário, as salinidades foram mais altas ( $p < 0,05$ ) do que na Est. II (Tabela 1; Figuras 3 e 4). Não houve diferença significativa deste fator entre níveis amostrais. O potencial hidrogeniônico (pH) foi mais baixo na Est. II (Tabela 1) e no nível superior (N1) de ambos os locais. Os valores de oxigênio dissolvido (OD) da água intersticial foram, em geral, expressivamente mais baixos do que os da água adjacente aos baixios (Tabela 1). Condições de hipoxia e de anoxia foram frequentes na água intersticial, especialmente no N1. Não houve diferença acentuada desse fator entre locais, entretanto, a água intersticial da Est. I apresentou valores mais altos ( $p < 0,05$ ) durante o verão (dezembro-fevereiro).

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do sedimento, água intersticial e água adjacente, de dois baixos entremarés da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil) (Est. I, entrada do estuário e Est. II, setor mediano), entre abril de 1996 e outubro de 1997.

	Est. I			Est. II		
	Média ( $\pm$ DP)	Valores mín. - máx.	N	Média ( $\pm$ DP)	Valores mín. - máx.	N
<b>Sedimento:</b>						
Temperatura (°C)	22,6 ( $\pm$ 3,7)	15 - 30	54	22,4 ( $\pm$ 3,8)	14,8 - 29	54
Diâmetro dos grãos ( $\phi$ )	3,1 ( $\pm$ 0,1)	9 <sup>1</sup> - -1 <sup>1</sup>	6	2,8 ( $\pm$ 0,2)	9 <sup>1</sup> - -1 <sup>1</sup>	6
Umidade (%)	25,8 ( $\pm$ 2,5)	19,2 - 30,9	54	25,1 ( $\pm$ 2,2)	21,1 - 34,4	54
Matéria orgânica (%)	2,3 ( $\pm$ 0,8)	0,8 - 6	54	2,1 ( $\pm$ 0,5)	0,9 - 3,9	54
Carbonato biodetrítico (%)	5,9 ( $\pm$ 2,6)	1,6 - 11,3	54	4,6 ( $\pm$ 2,2)	1,4 - 13,1	54
<b>Água intersticial:</b>						
Salinidade	31,6 ( $\pm$ 1,7)	28 - 35	54	26,9 ( $\pm$ 3,7)	17 - 33	54
Oxigênio dissolvido (%)	7,7 ( $\pm$ 7,3)	0 - 28,1	48	6,6 ( $\pm$ 6,2)	0 - 25,4	42
Potencial hidrogeniônico	7,9 ( $\pm$ 0,3)	7,2 - 8,8	54	7,7 ( $\pm$ 0,3)	6,8 - 8,5	54
<b>Água adjacente:</b>						
Temperatura (°C)	21,4 ( $\pm$ 2,9)	16,5 - 27	18	21,4 ( $\pm$ 3,3)	14,8 - 27,4	18
Salinidade	31,1 ( $\pm$ 1,9)	28,5 - 35	18	25,1 ( $\pm$ 4,1)	14 - 30	18
Oxigênio dissolvido (%)	18,5 ( $\pm$ 2,7)	12,7 - 24,1	16	17 ( $\pm$ 5,1)	9,6 - 28,9	16
Potencial hidrogeniônico	8,1 ( $\pm$ 0,3)	7,1 - 8,5	18	7,6 ( $\pm$ 0,3)	6,7 - 8,1	18

<sup>1</sup> Intervalo de  $\phi$



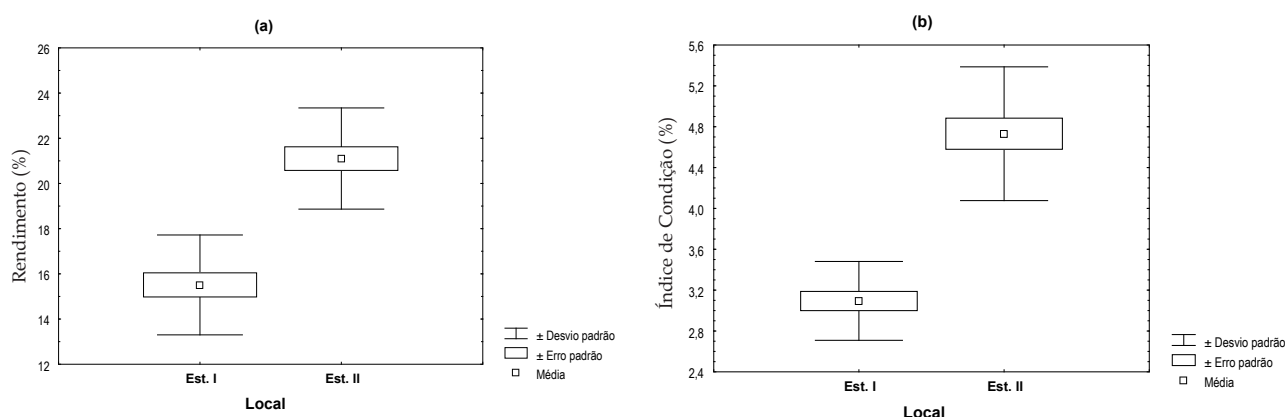
**Figuras 1-4.** Variação da temperatura (°C) e da salinidade (S) na água e no sedimento da Baía de Paranaguá, entre abril de 1996 e outubro de 1997. AA = água adjacente aos locais; N1 = nível amostral-superior; N2 = nível amostral-intermediário; N3 = nível amostral-inferior

Atributos populacionais de *Anomalocardia brasiliana*

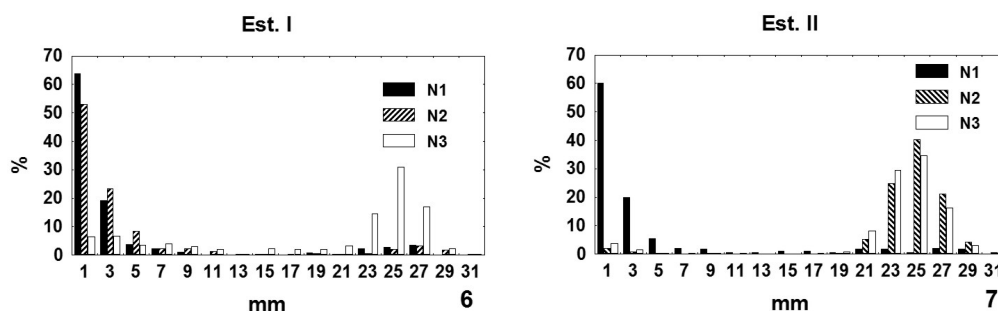
Machos (M) representaram 53,5% do total de indivíduos ( $n = 480$ ) na Est. I e 61,7% ( $n = 510$ ) na Est. II. A razão sexual F: M foi de 1: 1,15 e de 1: 1,61, respectivamente, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na Est. II. Nas gônadas de berbigões de ambos os sexos foi observada a presença freqüente de larvas de trematódeos digenéticos da família Bucephalidae, porém, não foi realizada a quantificação da infestação. O Rendimento ( $R$ ) médio dos berbigões foi de 15,5% ( $DP \pm 2,2$ ) na Est. I e de 21,1% ( $DP \pm 2,2$ ) na Est. II ( $p < 0,05$  entre locais) (Figura 5a). O Índice de

Condição ( $IC$ ) apresentou valor médio de 3,1% ( $DP \pm 0,4$ ) e de 4,7% ( $DP \pm 0,6$ ), respectivamente (Figura 5b), e ambos os índices diferiram significativamente entre locais. Não houve variação temporal significativa dos índices em ambas as populações.

As densidades de *A. brasiliana* apresentaram variações significativas nos locais, entre os locais e no período. As mais baixas densidades ocorreram na faixa superior dos baixios (N1), onde, entretanto, os animais de pequeno tamanho (menores a 5 mm) foram mais expressivos do que os demais, principalmente em relação ao N3 (inferior) (Figuras 6 e 7).



**Figura 5.** Comparação gráfica do Rendimento ( $R$ ) (a) e do Índice de Condição ( $IC$ ) (b) em berbigões *Anomalocardia brasiliana* maiores a 20 mm obtidos mensalmente em dois locais da Baía de Paranaguá (PR) entre julho de 1996 e dezembro de 1997. Total de indivíduos analisados: 1.050 (Est. I: 510; Est. II: 540). Nível de significância: 95%



**Figuras 6-7.** Densidades das diferentes classes de comprimento de *Anomalocardia brasiliana* nos níveis entremarés (N1-superior; N2-intermediário e N3-inferior) de dois baixios entremarés da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil) no período entre abril de 1996 e outubro de 1997 (Est. I: 1.950 animais; Est. II: 6.724)

Os valores médios de densidade foram de 95 inds.m<sup>2</sup> na Est. I e de 489 inds.m<sup>2</sup> na Est. II. Os valores máximos foram de 885 e 1.804 inds.m<sup>2</sup>, respectivamente. Na Est. I, as densidades mais altas ocorreram durante o outono (março-maio), particularmente no segundo ano de amostragem, fato que foi fortemente influenciado pela presença

de indivíduos recém assentados no local, isto é, com comprimento inferior a 3 mm (Figura 8). Na Est. II houve diminuição de abundância do primeiro ao segundo ano de amostragem e o recrutamento do inverno/97 (junho-agosto) pouca influência teve sobre o tamanho da população (Figura 9).



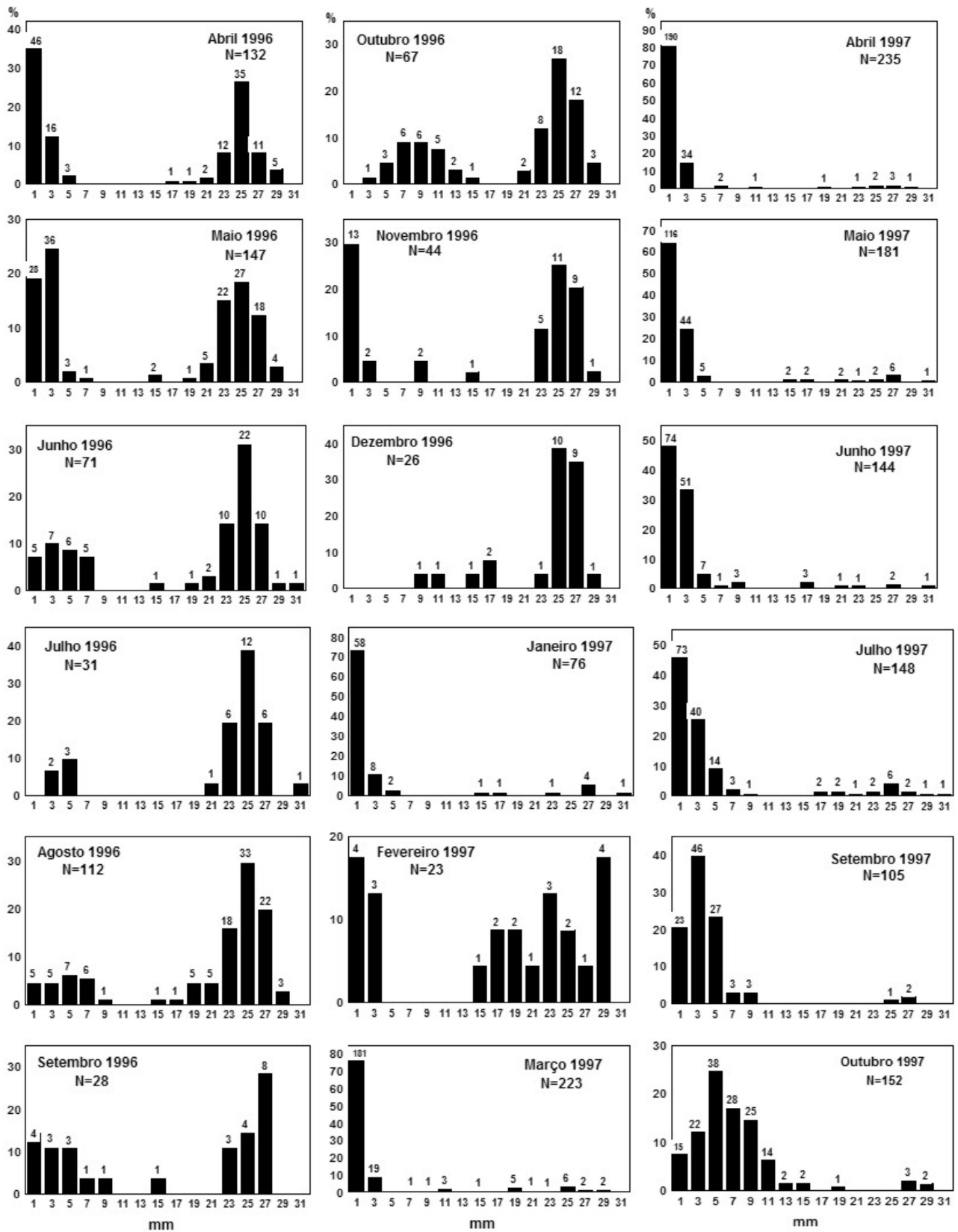


Figura 8. Histogramas mostrando as freqüências relativa e absoluta das classes de comprimento (mm) de *Anomalocardia brasiliensis* na população da Est. I (N = 1.950), entre abril de 1996 e outubro de 1997

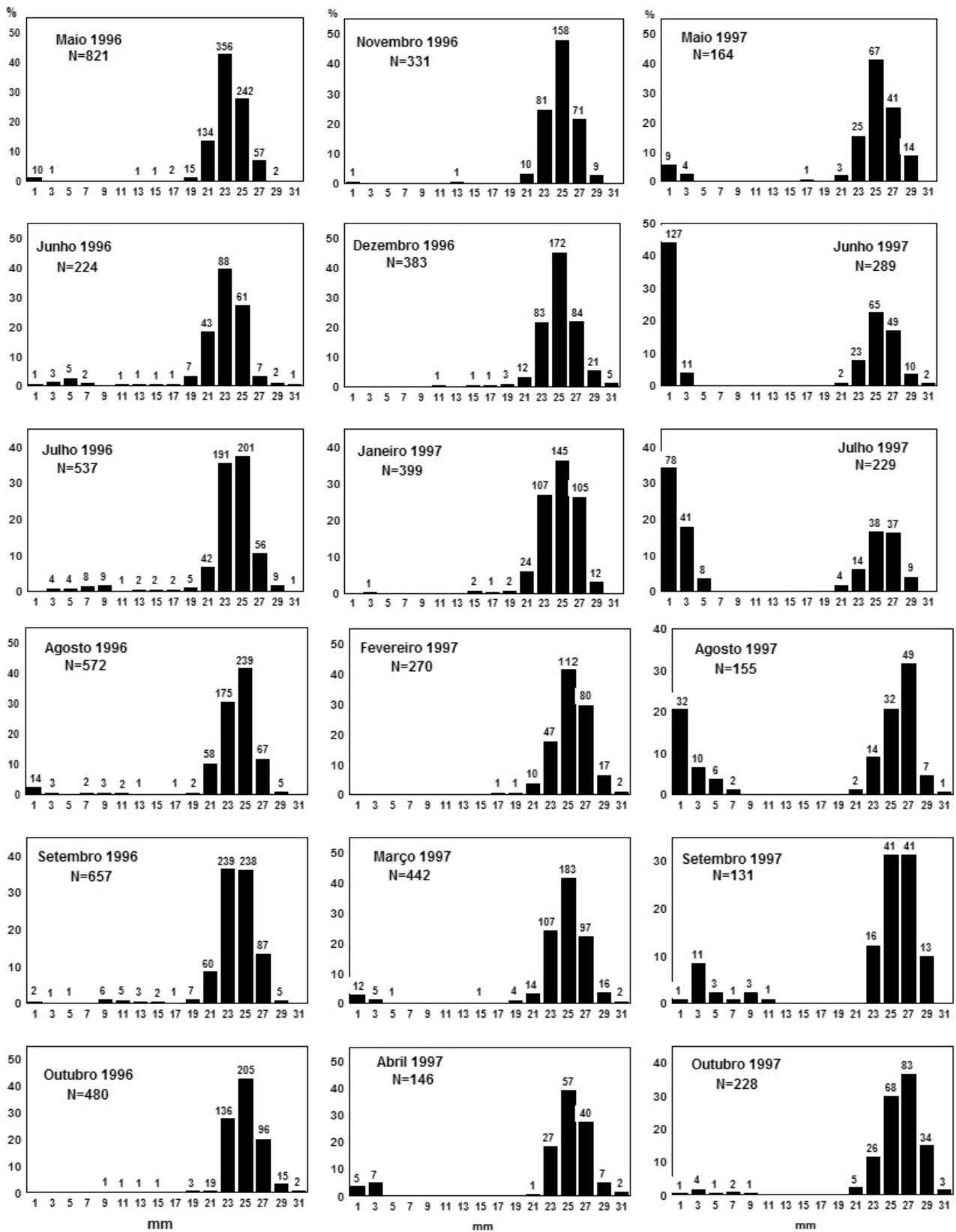


Figura 9. Histogramas mostrando as freqüências relativa e absoluta das classes de comprimento (mm) de *Anomalocardia brasiliiana* na população da Est. II (N = 6.724), entre maio de 1996 e outubro de 1997

O comprimento máximo de *A. brasiliiana* registrado para a região foi de 33 mm. Na Est. I, os animais com tamanho entre 23 e 28 mm, seguramente adultos, predominaram na primeira fase de coletas (abril-dezembro/96). No restante do período, de forma geral, os indivíduos recrutas e juvenis foram mais freqüentes em relação aos adultos. Nesse local, observou-se recrutamento praticamente contínuo, porém com maior expressividade no outono (março-maio), e no segundo ano de coletas, também no inverno e na primavera (junho-outubro) (Figura 8). Na Est. II, o recrutamento foi mais restrito em relação à Est. I e inexpressivo no primeiro ano de amostragem. Nesse local, apesar de ter ocorrido uma diminuição gradativa na proporção de animais nas classes maiores, os adultos foram predominantes durante todo o período. E, similarmente ao ocorrido na Est. I, uma expressiva fase de recrutamento foi observada no outono-inverno (março-setembro) do segundo ano de amostragens (Figura 9).

## DISCUSSÃO

Conforme observado neste e em estudos anteriores (GOFFERJÉ, 1950; NARCHI, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI, 1980; MONTI *et al.*, 1991), *A. brasiliiana* habita locais com águas calmas, com sedimento arenoso e, principalmente, areno-lodoso, onde enterra-se superficialmente no sedimento, tanto no infralitoral raso quanto nas regiões entremarés, incluindo as marismas e os baixios não vegetados, sendo pouco freqüente nos manguezais. Nesses locais, pode ser numericamente dominante sobre outras espécies bênticas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1980; BOEHS *et al.*, 2004) formando, muitas vezes, os bancos de *A. brasiliiana*. Nas assembléias de moluscos correspondentes às estações I e II do presente estudo, BOEHS *et al.* (2004) observaram proporções de *A. brasiliiana* de 30% e de 62%, respectivamente. PEZZUTO e ECHTERNACHT (1999) observaram densidade média de até 2.135 inds./m<sup>2</sup> desse molusco na Ilha de Santa Catarina (SC) em época de recrutamento, valor que supera os valores máximos encontrados no presente estudo.

A rusticidade de *A. brasiliiana* provavelmente favorece o seu estabelecimento nas regiões entremarés, faixas de reconhecida variabilidade ambiental. HIROKI (1977) verificou, através de um estudo experimental, que essa espécie é bastante resistente, tanto à deficiência do oxigênio dissolvido quanto à presença do sulfeto de hidrogênio, condições freqüentemente observadas nesses locais. Condições

de hipoxia e até de anoxia foram registradas com certa freqüência em ambos os baixios deste estudo, principalmente no N1, uma faixa com granulação mais fina (o que dificulta a difusão do oxigênio do ar para dentro do sedimento) e maior quantidade de siltes e argilas, onde, embora em densidades mais baixas, *A. brasiliiana* esteve presente. O aumento significativo do oxigênio dissolvido na água intersticial da Est. I durante o verão (dezembro-fevereiro) observado neste estudo, é provavelmente o resultado de aumentos nas taxas de produção microfotobêntica durante essa época do ano no setor do estuário em que se localiza este baixio, fato anteriormente observado por FONSECA (1998).

Mecanismos fisiológicos e comportamentais provavelmente auxiliam *A. brasiliiana* na redução de estresses ambientais possíveis de ocorrerem, tanto durante as baixamares (*e.g.*, resultantes de choque térmico e/ou dessecação) quanto nas preamares (*e.g.*, em função de choque osmótico). Com relação à salinidade, LEONEL *et al.* (1983) classificaram essa espécie como eurihalina, com grande tolerância aos meios hiperosmóticos, o que provavelmente favorece a sua sobrevivência durante períodos de entrada da água oceânica durante as marés altas. Com relação aos períodos de exposição ao ar, NARCHI (1972) observou que estes animais enterram-se muito rapidamente no sedimento durante as marés baixas, o que diminui riscos de choque térmico e dessecação. Esse autor também relatou a retenção da capacidade de mobilidade horizontal nesta e em outras espécies de Veneracea, fato que potencialmente permite migrações nas faixas entremarés para áreas com menor adversidade ambiental.

Ao sucesso do estabelecimento de *A. brasiliiana* no setor mediano da Baía de Paranaguá, isto é, na Est. II, BOEHS *et al.* (2004) levantaram a hipótese de menor competição interespecífica em relação à Est. I, local com maior riqueza de espécies. O setor mediano da Baía de Paranaguá sofre eutrofização em algumas épocas do ano e a principal causa seria a descarga doméstica da Cidade de Paranaguá (MACHADO *et al.*, 1997). O esgoto resulta em matéria orgânica e a decomposição desta pelas bactérias do sedimento pode reduzir o teor de oxigênio dissolvido no substrato. Por possuir boa adaptação a condições de hipoxia, esse fato pode, supostamente, favorecer a presença de *A. brasiliiana* em locais com essa condição, em relação a outras espécies. BORGES (1989) considerou também a importância dos detritos orgânicos em suspensão para os bivalves,



como alimentos por si só e no favorecimento da proliferação do fitoplâncton, um dos principais itens alimentares desses moluscos. Ainda nesse contexto, SCHAEFFER-NOVELLI (1980) observou altas densidades de *A. brasiliana* em um local próximo ao despejo de uma pequena indústria de pescado, em Ubatuba (SP), levando em conta esse fato. Na Est. II, também o Rendimento e o Índice de Condição dos berbigões foram significativamente mais altos em relação à Est. I, o que reforça a hipótese de ser este um local particularmente propício ao desenvolvimento de *A. brasiliana*.

Características abióticas devem ser também consideradas no bom desenvolvimento de *A. brasiliana* no setor mediano da baía. LEONEL *et al.* (1983) demonstraram, experimentalmente, que esse molusco suporta variações salinas entre 17 e 42, com *ótimo* em torno de 22, valor próximo às médias encontradas na Est. II. Por outro lado, salinidades muito baixas parecem restringir a ocorrência dessa espécie, o que foi também observado na Baía de Paranaguá. A espécie esteve ausente em áreas com salinidades abaixo de 17. Os resultados do presente estudo também corroboram as observações feitas por MONTI *et al.* (1991), em Guadalupe, que verificaram a ocorrência de *A. brasiliana* em áreas com salinidade entre 17 e 38.

A ausência de *A. brasiliana* nas áreas mais internas da Baía de Paranaguá está, provavelmente, também relacionada a hidrodinâmica e a características texturais. Nesses setores, juntamente com materiais de aportes fluviais e detritos de manguezais, ocorrem altas proporções de siltes e argilas, presentes tanto no sedimento quanto em suspensão (BIGARELLA *et al.*, 1978). NARCHI (1974) relatou que essa espécie habita locais com pouco material em suspensão, com sedimentos formados por areias finas e com teores de finos em torno de 2%, condições também verificadas nos baixios analisados. Conforme esse mesmo autor, a presença de sífões curtos e fundidos, com tentáculos simples, impede o estabelecimento dos berbigões em áreas com ressuspensão freqüente de sedimentos. Por esse motivo, *A. brasiliana* estaria também ausente em regiões de turbulência e alta energia ambiental, como em praias expostas e em áreas estuarinas com fortes correntes. PEZZUTO e ECHTERNACHT (1999) relataram mortalidade alta desses animais em um local que sofreu um forte impacto antrópico na Ilha de Santa Catarina, em função da deposição de lamas provenientes de um aterro. Segundo os autores, aparentemente os animais morreram em

decorrência de asfixia causada pela elevação da turbidez do local.

No que se refere a grande flutuação temporal das populações de *A. brasiliana*, observada neste e em estudos anteriores (MONTI *et al.*, 1991; PEZZUTO e ECHTERNACHT, 1999), MONTI *et al.* (1991) concluíram que o tamanho das populações nessa espécie é regulado, em grande parte, pelas altas densidades populacionais e por uma forte competição intraespecífica. Uma auto-limitação natural seria imposta, principalmente pelas classes mais velhas da população, que, estando presentes em altas densidades, causariam diminuição de espaço e de alimento para os animais pequenos. Conseqüentemente, o sucesso dos recrutamentos estaria condicionado à redução dos estoques adultos. Os resultados do estudo em pauta convergem com as interpretações desses autores, já que a maior expressividade de recrutas e juvenis foi observada tanto em locais quanto em épocas com menor freqüência de adultos. O assentamento preferencial dos recrutas nos níveis superiores dos baixios pode estar relacionado às baixas freqüências de adultos nessas faixas entremarés, o que foi também observado nos mesmos locais para outras espécies de bivalves, como *Lucina pectinata* (Gmelin), *Tagelus plebeius* (Lightfoot) e *T. divisus* (Spengler) (BOEHS *et al.*, 2004). Os resultados aqui obtidos também são coincidentes com as observações feitas por PEZZUTO e ECHTERNACHT (1999) na Ilha de Santa Catarina, no que se refere a intensas variações interanuais nos recrutamentos de *A. brasiliana*. Essas variações foram interpretadas por esses autores como ocasionadas por flutuações naturais na intensidade do recrutamento ou mesmo relacionadas a processos de regulação intrapopulacional, conforme já havia sido sugerido por MONTI *et al.* (1991).

Na Baía de Paranaguá, a redução das densidades de *A. brasiliana* durante o verão (dezembro-fevereiro) está provavelmente também relacionada a aumentos nas taxas de precipitação pluviométrica nessa época do ano na região. Em Guadalupe, MONTI *et al.* (1991) observaram alta mortalidade de berbigões após períodos de chuvas intensas. Além de ocasionarem reduções bruscas na salinidade (causando choques osmóticos), as chuvas podem causar ressuspensão de material do fundo, com conseqüente aumento da carga de sedimentos em suspensão, condição que parece ser inadequada para esses moluscos. Por sua vez, LANA and GUISS (1991) preconizaram uma diminuição nas densidades de invertebrados

bênticos nas faixas entremarés da Baía de Paranaguá durante o verão em função de aumentos nas taxas de predação. Não obstante, considerando-se a influência conjunta de fatores intrínsecos e extrínsecos na regulação das populações de *A. brasiliana*, na Baía de Paranaguá, a diminuição dos estoques de berbigões adultos durante o verão, potencialmente favorece o estabelecimento dos juvenis no período subsequente, isto é, a partir do outono. Nesse contexto, além de ocorrer a liberação de espaço para o assentamento dos recrutas, o crescimento das *coortes* recrutadas no final do verão e no início do outono, pode ainda ser favorecido, na região, tanto pela redução das chuvas quanto pela diminuição das taxas de predação durante o inverno.

Conforme também evidenciado por outras técnicas (BOEHS, 2000), *A. brasiliana* parece apresentar reprodução contínua no litoral paranaense, com dois picos reprodutivos, um na primavera (setembro-outubro) e outro no outono (março-maio). NARCHI (1976) verificou um resultado idêntico no litoral norte do Estado de São Paulo. O presente estudo mostrou que na Baía de Paranaguá, os assentamentos provenientes da eliminação de gametas na primavera, parecem se caracterizar pela baixa taxa de sobrevivência dos recrutas nos meses subsequentes, isto é, durante o verão, fato talvez relacionado a choques osmóticos e à predação. ARRUDA-SOARES *et al.* (1982) observaram, no litoral sul do Estado de São Paulo, juvenis presentes em todas as estações do ano, com incrementos na primavera, o que talvez seja o reflexo dos assentamentos bem sucedidos do outono, naquela região. Também PEZZUTO e ECHTERNACHT (1999) observaram, em Santa Catarina, maior expressividade de juvenis na primavera, atribuída a uma emissão de gametas no outono.

A leve predominância de machos em *A. brasiliana* foi verificada também em outras regiões da costa brasileira (GROTTA e LUNETTA, 1980; ARRUDA-SOARES *et al.*, 1982; BARREIRA e ARAÚJO, 2005). A presença de trematódeos digenéticos em *A. brasiliana* foi anteriormente observada por NARCHI (1966) (São Paulo), BOEHS e MAGALHÃES (2004) (Santa Catarina), e ARAÚJO e ROCHA-BARREIRA (2004) (Ceará).

Principalmente por se tratar de uma espécie de interesse comercial e com potencial para o cultivo, os dados sobre densidade e recrutamento são importantes para o manejo dos estoques e tentativas de cultivar *A. brasiliana*. Os bancos analisados

aparentemente não sofreram impactos significativos nos dez anos que transcorreram entre a coleta dos dados e a divulgação dos resultados, entretanto, sugere-se a realização de novos estudos nos locais, que possam corroborar ou não esse pressuposto.

#### AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor. Ao Centro de Estudos do Mar da UFPR (CEM), pelo apoio logístico. À Márcia S. Bernini e Sirlei Ghisi, do Laboratório de Oceanografia Geológica do CEM, pelas análises granulométricas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M.L.R. and ROCHA-BARREIRA, C.A. 2004 Occurrence of *Bucephalus* sp. (Trematoda: Bucephalidae) in *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Veneridae) at Canto da Barra Beach, Fortim, Ceará State, Brazil. *Arq. Ciênc. Mar, Fortaleza*, 37: 35-37.
- ARRUDA-SOARES, H.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e MANDELLI JR., J. 1982 "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. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 9: 21-38.
- BARREIRA, C.A.R. e ARAÚJO, M.L.R. 2005 Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 31(1): 9-20.
- BIGARELLA, J.J.; KLEIN, R.M.; LANGE, R.B.; LOYOLA E SILVA, J.; LARACH, J.O.I. e RAUEN, M.J. 1978 *A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná*. Curitiba: Secretaria do Planejamento, Governo do Estado do Paraná. 249p.
- BOEHS, G. 2000 *Ecologia populacional, reprodução e contribuição em biomassa de Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. Curitiba. 201p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná).
- BOEHS, G.; ABSHER, T.M. and CRUZ-KALED, A.C. 2004 Composition and distribution of benthic molluscs on intertidal flats of Paranaguá Bay (Paraná, Brazil). *Scientia Marina, Barcelona*, 68 (4): 537-543.

- BOEHS, G. e MAGALHÃES, A.R.M. 2004 Simbiontes associados com *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Ilha de Santa Catarina e região continental adjacente, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, 21(4): 865-869.
- BORGES, M.T.M. 1989 *Sobre a nutrição de moluscos bivalves em cultura controlada, com especial referência aos aspectos qualitativos*. Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", Universidade do Porto, Portugal. Série "Monografias" n.º. 3, 87p.
- DEAN JR., W.E. 1974 Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J. Sedim. Petrol.*, New York, 44: 242-248.
- FONSECA, A.L.O. 1998 *Composição, distribuição, variabilidade sazonal e produção primária do microfitobentos na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)*. 95p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná).
- GOFFERJÉ, C.N. 1950 Contribuição à zoogeografia da malacofauna do litoral do Estado do Paraná. *Arq. Museu Paran.*, Curitiba, 8: 221-281.
- GROTTA, M. e LUNETTA, J.E. 1980 Ciclo sexual de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca - Bivalvia) do litoral do Estado da Paraíba. *Rev. Nordest. Biol.*, João Pessoa, 3: 5-55.
- HIROKI, K. 1977 On the resistance of isolated bivalve gill pieces to oxygen deficiency and hydrogen sulphide. *Bolm. Fisiol. Animal Univ. S. Paulo*, São Paulo, 1: 9-20.
- LANA, P.C. and GUISS, C. 1991 Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Berlin, 73: 231-244.
- LEONEL, R.M.V.; MAGALHÃES, A.R.M. e LUNETTA, J.E. 1983 Sobrevivência de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia), em diferentes salinidades. *Bolm. Fisiol. Animal Univ. S. Paulo*, São Paulo, 7: 63-72.
- MACHADO, E.C.; DANIEL, C.B.; BRANDINI, N. and QUEIROZ, R.L.V. 1997 Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, Pr, Brazil. *Nerítica*, Pontal do Sul, 11: 15-34.
- MARTIN, F. 1993 *Ètude de l'ecosystème mangrove de la Baie de Paranaguá (Paraná, Bresil); analyse dès impacts et propositions de gestion rationnelle*. Paris. 289p. (Tese de Doutorado, Universidade de Paris).
- MONTI, D.; FRENKIEL, L. and MOUËZA, M. 1991 Demography and growth of *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin) (Bivalvia, Veneridae) in a mangrove, in Guadeloupe (French West Indies). *J. Moll. Stud.*, Londres, 57: 249-257.
- MOUËZA, M.; GROS, O. and FRENKIEL, L. 1999 Embryonic, larval and postlarval development of the tropical clam, *Anomalocardia brasiliana* (Bivalvia, Veneridae). *J. Moll. Stud.*, Londres, 65: 73-88.
- NARCHI, W. 1966 Encontro de *Bucephalopsis haimeana* (Lacaze-Duthiers) no Brasil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 18: 22-24.
- NARCHI, W. 1972 Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). *Bull. Mar. Sci.*, Miami, 22: 643-670.
- NARCHI, W. 1974 Aspectos ecológicos e adaptativos de alguns bivalves do litoral paulista. *Papéis Avulsos Zool.*, São Paulo, 27: 235-262.
- NARCHI, W. 1976 Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca Bivalvia). *Bolm. Zool. Univ. São Paulo*, São Paulo, 1: 331-350.
- PEZZUTO, P.R. e ECHTERNACHT, A.M. 1999 Avaliação de impactos da construção da Via Expressa SC-Sul sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Pelecypoda) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (Florianópolis, SC - Brasil). *Atlântica*, Rio Grande, 21: 105-119.
- RIOS, E.C. 1994 *Seashells of Brazil*. Rio Grande: Fundação Universidade do Rio Grande. 330p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1980 Análise populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), na Praia do Saco do Ribeira, Ubatuba, Estado de São Paulo. *B. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29: 351-355.
- SHEPARD, F.P. 1954 Nomenclature based and

sand-silt-clay ratios. *J. Sedim. Petrol.*, Nova York, 24: 151-158.

STRICKLAND, J.L.H. and PARSONS, T.R. 1972 A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, Quebec, 167: 341p.

SUGUIO, K. 1973 *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo: Edgar Blücher/EDUSP. 317p.