

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E DENSIDADE DE
Anomalocardia brasiliana (BIVALVIA: VENERIDAE) EM UM
ESTUÁRIO HIPERSALINO (RIO GRANDE DO NORTE, NE BRASIL)**

TATIANNE SOUSA BARBOSA

Campina Grande - PB
Fevereiro de 2012

TATIANNE SOUSA BARBOSA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E DENSIDADE DE *Anomalocardia
brasiliiana* (BIVALVIA-VENERIDAE) EM UM ESTUÁRIO HIPERSALINO (RIO
GRANDE DO NORTE, NE BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba como parte das exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Thelma Lúcia Pereira Dias

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha

Campina Grande - PB
Fevereiro de 2012

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

B238d Barbosa, Tatianne Sousa.

Distribuição espaço-temporal e densidade anomalocardia brasiliana (Bivalvia Veveridae) [manuscrito]: em um estuário hipersalino (Rio Grande do Norte, NE Brasil). / Tatianne Sousa Barbosa. – 2012.

56 f. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias, Departamento Centro de Ciências Biológicas e da Saúde”.

1. Manguezais hipersalinos. 2. Distribuição espacial. 3. Sazonalidade. 4. Biomassa. I. Título.

21. ed. CDD 577.698

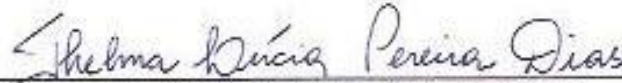
TATIANNE SOUSA BARBOSA

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E DENSIDADE DE *Anomalocardia
brasiliiana* (BIVALVIA-VENERIDAE) EM UM ESTUÁRIO HIPERSALINO (RIO
GRANDE DO NORTE, NE BRASIL)

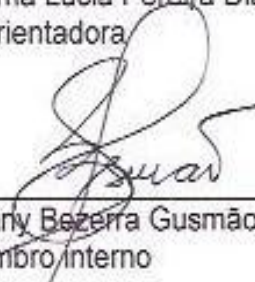
Aprovada em:

27/02/2012

BANCA EXAMINADORA:



Profª Drª Thelma Lúcia Pereira Dias
Orientadora



Profa. Drª Maria Avany Bezerra Gusmão (UEPB)
Membro interno



Profa. Drª Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira (UFPB)
Membro externo

Campina Grande - PB
Fevereiro de 2012

*Sim, a sabedoria é um espírito que ama os homens,
Mas não deixará sem castigo o blasfemador
Pelo crime de seus lábios,
Porque Deus lhe sonda os rins, penetra até o fundo de seu coração,
E ouve as suas palavras.
Sab. 1 – 6.*

DEDICATÓRIA

Às pessoas mais importantes da minha vida...

Meus pais: **Severino** e **Márcia**;

Meus irmãos: **Marianne**, **Vinícius** e **Alinne**;

e minha sobrinha: **Naianne**.

Sem o apoio de vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Pai Eterno, por estar sempre ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis me concebendo força e paciência para realizar os meus objetivos;

À minha amadíssima mãe, Márcia, por ser um exemplo de força e coragem. Sem a sua ajuda, tanto financeira quanto emocional, jamais teria desenvolvido a capacidade de estar realizando este trabalho;

A meu pai, Severino, símbolo de firmeza e perseverança em minha vida;

Aos meus irmãos, Marianne, Alinne e Vinicius, que apesar de tantas “briguinhas” sempre pude contar com a presença e apoio;

A minha sobrinha, Naianne, motivo pelo qual sinto vontade de alçar vôos cada vez mais altos;

À minha orientadora Thelma Dias e ao Luis Carlos, o “Pop” pela coleta e triagem dos 193.800 indivíduos que serviram de base para este estudo e pelo carinho e dedicação sempre a mim concebidos;

Aos companheiros de turma: Macelly, Neto, Silvana e Elimar, que a cada encontro, mesmo com tantas preocupações, encontramos juntos motivos para dar risadas;

À amiga Renata, por sempre colocar o meu astral nas alturas;

Ao amigo Diógenes pelo auxílio e colaboração na confecção dos “nossos mapas”;

Ao meu co-orientador e amigo André Pessanha, pela ajuda para realizar este trabalho e por poder saber que nele, sempre terei uma palavra amiga;

A todos os integrantes da turma de 2010, por compartilhar tantos momentos de alegrias e dificuldades juntos;

Ao programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação da UEPB e a todo o seu corpo funcional;

À Project AWARE Foundation pelo financiamento das coletas;

À CAPES, por me conceder a bolsa de estudos.

O meu muito obrigada a todos.

LISTA DE TABELAS

Tabela I- Pontos de coleta e coordenadas geográficas no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte	22
Tabela II- Valores de correlação entre as variáveis (Temperatura, salinidade, areia, silte e argila) e a densidade de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> com dados sobre a significância.....	40
Tabela III- Valores de correlação entre as variáveis (Temperatura, salinidade, areia, silte e argila) e a biomassa de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> com dados sobre a significância.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, no estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.....	19
Figura 2 – Precipitação (mm) registrada pra os meses de coleta. Fonte: INMET.....	20
Figura 3 – Localização do local de estudo em relação ao Brasil e ao estado do Rio Grande do Norte, e localização dos pontos de coleta 1, 2, 3, 4, 5 e 6 distribuídos ao longo do estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte.....	21
Figura 4 – Imagens do procedimento de coleta dos bivalves nos bancos e do amostrador quadrado de 0,025 x 0,025 m de lado (esquerda) e transecto de 25 metros (direita). Fotos: Thelma Dias (A) e Luis Carlos (B).....	22
Figura 5 – a) Exemplar de <i>Anomalocardia brasiliana</i> sendo medido com paquímetro digital. b) Representação das medidas obtidas para os indivíduos de <i>Anomalocardia brasiliana</i>	23
Figura 6 – Valores médios de salinidade aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	25
Figura 7 – Valores mensais de salinidade aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	26
Figura 8 – Valor médio da temperatura (°C) nos seis pontos de coleta durante os meses de amostragem no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	27
Figura 9 – Valores mensais da temperatura (°C) aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	28
Figura 10 – Percentual de argila (a), silte (b) e areia (c), nos sedimentos analisados provenientes dos seis pontos de coleta no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	29
Figura 11 – Número total de indivíduos registrados nas amostras obtidas nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	30

Figura 12 – Densidade média (ind./0,0625 m ²) de indivíduos registrados nas amostras obtidas nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I...	31
Figura 13 – Densidades de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	32
Figura 14 – Biomassa média (g/0,0625 m ²) de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> nos pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	33
Figura 15 – Biomassa mensal (g/0,0625 m ²) de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> nos pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	34
Figura 16 – Densidade mensal (N ^o ind.m ⁻²) de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I...	37
Figura 17 – Biomassa mensal (g. m ⁻²) de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na tabela I.....	39

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
1. INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1. Estuários e suas diversas definições.....	11
1.2. Importância dos habitats estuarinos	12
1.3. Distribuição de organismos estuarinos em substratos não consolidados	13
1.4. Influência das variáveis abióticas e bióticas sobre a macrofauna bentônica	13
1.5. O molusco <i>Anomalocardia brasiliiana</i> e os ambientes estuarinos	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1. Área de Estudo	19
4.2. Pontos de Coleta e Procedimentos de Amostragem	21
4.3. Análise dos Dados	24
5. RESULTADOS	25
5.1. Fatores Abióticos	25
5.1.1. Salinidade	25
5.1.2. Temperatura	27
5.1.3. Granulometria do Sedimento	29
5.2. Aspectos Populacionais	30
5.2.1. Densidade de <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	30
5.2.2. Biomassa de <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	31
5.2.3. Densidade por classe de tamanho e período de recrutamento de <i>Anomalocardia brasiliiana</i>	33
5.2.4. Biomassa de <i>Anomalocardia brasiliiana</i> por classe de tamanho	35
5.3. Correlação entre as Variáveis	40
6. DISCUSSÃO	41
7. CONCLUSÕES	46
8. REFERÊNCIAS	47

RESUMO

Anomalocardia brasiliiana é um molusco bivalve amplamente encontrado desde o Caribe até o Uruguai. Embora *A. brasiliiana* seja bastante estudada em diversos estuários ao longo da costa brasileira, informações sobre esta espécie em habitats hipersalinos ainda são inexistentes. Nesse contexto, o presente avalia a variação espaço-temporal desta espécie no estuário hipersalino do rio Tubarão, litoral setentrional do Rio Grande do Norte, e verifica se determinados fatores abióticos podem estar influenciando a distribuição da espécie. A coleta de espécimes ocorreu mensalmente entre julho/2005 e junho/2006 em seis pontos de amostragem distribuídos desde a desembocadura até as porções superiores do estuário. Em cada ponto, duas amostras foram coletadas com um amostrador de 0,25 x 0,25 m em ponto sorteado ao longo de um transecto de 25 m de comprimento. Os exemplares foram triados, medidos e pesados. Dados abióticos de salinidade, temperatura, granulometria do substrato e precipitação também foram obtidos. A densidade e biomassa da espécie foram correlacionados com os fatores abióticos. A densidade de *A. brasiliiana* (ind/0,0625m²) exibiu variações espaciais durante os meses de estudo. A densidade média foi maior nos pontos situados na parte superior e intermediária do Rio Tubarão, o mesmo sendo observado para a biomassa. Em relação ao ciclo hidrológico, não se observou diferença significativa para a densidade de *A. brasiliiana* (F=1,081 e p=0,302). Temporalmente, as mais altas biomassas da espécie foram registradas durante o período chuvoso. Estatisticamente, a biomassa não apresentou diferenças significativas espacialmente (F=1,314 e p=0,269). A presença de indivíduos com comprimento da concha <15 mm e entre 15-20 mm sugere que há recrutamento de jovens na população ao longo de todo o ano, não sendo perceptível um período marcante de pico de recrutamento. Entre os parâmetros abióticos analisados, a salinidade foi o único que apresentou influência sobre a distribuição e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário do Rio Tubarão. Os períodos sazonais não apresentaram influência na ocorrência e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* em um ciclo anual. Os dados ora apresentados poderão subsidiar ações de manejo da pesca na área estudada, além de fornecer informações inéditas acerca da distribuição, densidade e biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* de habitats hipersalinos.

Palavras-chave: manguezais hipersalinos, distribuição espacial, sazonalidade, biomassa, Ponta do Tubarão

ABSTRACT

Anomalocardia brasiliiana is a bivalve mollusk widely found from the Caribbean to Uruguay. Although *A. brasiliiana* is widely studied in several estuaries along the Brazilian coast, information about this species in hypersaline habitats are still lacking. In this context, this study evaluates spatiotemporal variation of this species in the estuary of the hypersaline Rio Tubarão, northern coast of Rio Grande do Norte state. It also verifies whether abiotic factors such as temperature, salinity and substrate characteristics may be influencing the distribution of the species. Specimens' collection occurred monthly between July/2005 and June/2006 in six sampling sites distributed from the mouth to the upper portions of the estuary. At each sampling site, two samples collected with a sampler of 0.25 x 0.25 m randomly placed along a transect of 25 m in length. The specimens were sorted, measured and weighed. Abiotic data (e.g. salinity, temperature, substrate grain and precipitation) were also obtained. The density of *A. brasiliiana* (ind/0.0625 m²) exhibited spatial variations during the studied period. The average density was higher in the points located farthest from the mouth of Rio Tubarão, the same was observed for biomass. In relation to the hydrological cycle, there was no significant difference in the density of *A. brasiliiana* ($F = 1.081$ and $p = 0.302$). Temporally, the highest biomass of the species was recorded during the rainy season. Statistically, no significant spatial difference in biomass ($F = 1.314$ and $p = 0.269$) were observed. The presence of individuals in shell length <15 mm and 15-20 mm suggests that recruitment of young is occurring throughout the year. An evident peak of recruitment was not observed. Among the abiotic parameters analyzed, salinity was the only one who had a slight influence on the distribution and density of *Anomalocardia brasiliiana*. The seasons had no influence on the occurrence and density of *A. brasiliiana* in an annual cycle. The data presented here may support programs to fisheries management in the studied area. It also provides relevant information about the distribution, density and biomass of *Anomalocardia brasiliiana* in hypersaline habitats.

Keywords: hypersaline mangroves, spatial distribution, seasonality, biomass, Ponta do Tubarão

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Estuários e as suas diversas definições

Os estuários são ambientes de transição entre o oceano e o continente e que sofrem, com frequência, ação antrópica. Apresentam-se mais produtivos que o rio e oceano adjacentes devido ao estímulo da produção primária causada pelas altas concentrações de nutrientes (MIRANDA *et al.*, 2002). Os fatores que definem um estuário são os movimentos e a mistura entre as massas de água. São ambientes não homogêneos e seus fenômenos variam tanto na escala espacial quanto na temporal e devem abranger as características e processos essenciais assim como o contexto onde está inserido (MIRANDA *et al.* 2002). A definição clássica e amplamente difundida é citada por Pritchard (1967) e Cameron & Pritchard (1963): *“Estuário é um corpo de água costeiro semifechado, com uma ligação livre com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água oriunda da drenagem continental.”*

É comum que se encontre definições de estuários considerando-se a sua funcionalidade, portanto, independentemente do número de conexões com o mar, criou-se o termo “zona estuarina” que inclui lagunas costeiras, baías e canais que também são regiões situadas na faixa de transição entre o continente e o oceano e possuem características semelhantes aos estuários (MIRANDA *et al.* 2002; SANTIAGO, 2004).

Estuários também podem ser classificados de acordo com critérios ambientais, mas as classificações mais conhecidas referem-se à concentração de sal na água. De acordo com Savenije (2006), estuários onde a salinidade diminui gradualmente rio acima são chamados de positivos ou normais. Aqueles cuja salinidade aumenta rio acima são chamados negativos ou inversos, sendo geralmente, hipersalinos. Miranda *et al.* (2002) definem estuário negativo como sendo aquele onde a soma entre a precipitação (P) e a descarga fluvial (Q_f) é menor que o processo de evaporação (E): $P + Q_f < E$. Estes estuários negativos ou inversos geralmente são encontrados em regiões com clima árido ou semiárido e são caracterizados pela ocorrência de salinas (SAVENIJE, 2006).

De um modo geral, os estuários possuem três regiões distintas: i) estuário inferior ou marinho (conexão com o oceano); ii) estuário médio (intensa mistura entre

água doce e salgada) e iii) estuário superior ou fluvial (grande influência de água doce). Portanto o estuário hipersalino produz diferenças de densidade ao longo dele, o que gera movimentos acima devido ao gradiente de pressão (MIRANDA *et al.* 2002). Por outro lado, estuários inversos, apresentam efeitos combinados de intrusão de água ligados a uma inclinação fraca, à falta de entradas de água doce significativa e à evaporação intensa na região (GNING *et al.*, 2009).

1.2. Importâncias dos habitats estuarinos

A dinâmica costeira impulsiona a formação geomorfológica e é a responsável pelo desenvolvimento, não apenas, mas também das praias estuarinas arenosas pelos processos erosivos a partir da deposição sedimentar que as envolve e as mantém em constante alteração (RODRIGUES, 2009). Associados aos estuários, os manguezais desempenham fundamental papel na conservação da biodiversidade e na manutenção de vários recursos pesqueiros que geralmente são utilizados pela população local (SCHAEFFER-NOVELLI, 2005).

Detentoras de numerosas interações biológicas, físicas, geológicas e meteorológicas, as regiões estuarinas apresentam materiais sedimentares, os quais, sob forma de fundos não consolidados apresentam importância no que diz respeito ao tipo de sedimento e sua inferência na estruturação das comunidades que vivem nele. Tais características sugerem a elevada importância destes ecossistemas costeiros para muitas espécies de moluscos, crustáceos e peixes durante o seu ciclo de vida ou em parte dele, devido a grande disponibilidade de recursos alimentares e a proteção contra predadores (ELLIOT & McLUSKY, 2002). Estas características estimulam os estudos sobre a ocorrência e abundância da macrofauna presente bem como o zoneamento destes organismos (BRAZEIRO & DEFEO, 1996).

Estuários hipersalinos normalmente exibem alta diversidade, de modo que o monitoramento faunístico aparece como uma importante ferramenta para identificar e acompanhar as interações das comunidades, em relação às características abióticas do ambiente (LUSK, 2004). O Filo Mollusca é um dos grupos mais importantes nos ambientes estuarinos principalmente para o artesanato local, devido às conchas que produz, pela utilização econômico-alimentícia e também pela facilidade e alta disponibilidade de coleta de exemplares (RODRIGUES, 2009).

1.3. Distribuição de organismos estuarinos em substratos não consolidados e a influência das variáveis abióticas e bióticas sobre a macrofauna bentônica

A macrofauna bentônica é caracterizada por demonstrar mobilidade bastante restrita, o que faz com que esta seja mantida por condições ambientais dominantes e na maioria dos casos funcionam como indicador biológico no monitoramento ambiental costeiro (SOLA & PAIVA, 2001).

Conhecer os padrões espaciais de distribuição e abundância das espécies é primordial para avaliar os processos ecológicos das estruturas das comunidades (JONES *et al.*, 1990). Um fator importante que controla as comunidades marinhas que habitam solos não consolidados é a granulometria dos sedimentos (GRAY, 1981). O tamanho dos grãos de areia afeta biologicamente as comunidades devido à porosidade, a tensão de oxigênio, o teor de água e partículas contaminantes no interior dos poros (DIENER *et al.*, 1995). Estudos que tenham por base a investigação do papel ecológico dos moluscos devem ser fundamentados na distribuição e abundância, assim como nas características do habitat (JONES *et al.*, 1990). O conhecimento sobre a distribuição espacial e temporal dos organismos bentônicos oferece base para detectar os níveis de poluição do ambiente, o que é essencial para avaliar-se e quantificarem-se os efeitos causados pelas perturbações ambientais (GRILLO *et al.*, 1998).

As relações existentes entre os organismos e os parâmetros físicos e químicos do ambiente costeiro fornecem informações sobre processos que interferem na composição e formação das comunidades marinhas (DIENNER *et al.*, 1995). Estes ambientes têm sido caracterizados como fisicamente severos, exibindo heterogeneidade espacial e temporal (BROWN & MCLACHALAN, 1990). Para muitos habitats marinhos a profundidade da água é fator determinante na estrutura das comunidades bentônicas, pois está correlacionada, biologicamente, com diversas variáveis significativas como a luz, a temperatura, os compostos orgânicos, os níveis de oxigênio e o tamanho do sedimento (DIENNER *et al.*, 1995). Desta forma, o tamanho dos grãos dos sedimentos não consolidados é uma variável de controle de populações bentônicas e fornece informações sobre os processos que interferem na composição destas.

Em conjunto com as variáveis físicas e químicas do ambiente existe um passo fundamental para o início de qualquer investigação ecológica que é a descrição dos

padrões espaciais na abundância dos organismos (ANDREW & MAPSTONE, 1987). Dienner *et al.* (1995) monitoraram a infauna no litoral da Califórnia e enfatizaram sobre a importância desse tipo de trabalho realizado próximo ao oceano uma vez que os organismos que vivem em contato com sedimentos, por muitas vezes ingerem as partículas em suspensão que podem conter alimentos orgânicos e também contaminantes. A distribuição, abundância e a diversidade da macrofauna praias têm sido relacionadas a fatores físicos, dos quais a ação das ondas, o tamanho dos grãos de areia e a sua inclinação são considerados os mais importantes (MCLACHLAN, 1983; SOLA & PAIVA, 2001).

Além dos fatores físicos, também existem os fatores biológicos que estruturam as comunidades bentônicas de praias arenosas. Esta estruturação é o resultado de propriedades como a disponibilidade e busca pelo alimento, efeitos da reprodução na dispersão e assentamento, modos de locomoção e padrões de agregação, competição intra e interespecífica e efeitos de predação (KNOX, 2000).

Estudos já revelaram que padrões de variação espacial dependem ou estão relacionados às ações antrópicas, isso para os diversos níveis taxonômicos de macrofauna (WARWICK, 1988, FERRARO & COLE, 1990) e meio-fauna (HEIP *et al.*, 1988, HERMAN & HEIP, 1988), entre outros organismos. Distúrbios antropogênicos influenciam mais em nível de comunidade do que em nível de espécie o que sugere a necessidade da identificação de espécies e seus padrões naturais de variações espaciais em conjunto de macrofauna (SMITH & SIMPSON, 1993).

1.4. O molusco *Anomalocardia brasiliensis* e os ambientes estuarinos

Distribuída ao longo de toda a costa brasileira, *Anomalocardia brasiliensis* (GMELIN, 1791) é um bivalve amplamente encontrado desde o Caribe até o Uruguai (RIOS 2009, MONTI *et al.* 1991). Possui concha de formato trigonal, inflada, sólida, com carena radial delimitando a região dorsal posterior de sua concha e externamente sua coloração apresenta tons variáveis de creme, formatos e desenhos diversos em faixas radiais ou em ziguezague (RODRIGUES *et al.*, 2010). Vive em regiões de águas rasas em áreas protegidas da ação de ondas e de correntes, estando obrigatoriamente enterrados no substrato, nos diversos tipos de sedimento (arenoso, lodoso e areno-lodoso) (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Habita praias arenosas, mas é mais comum em regiões estuarinas ao longo de toda a sua distribuição e pode ser encontrada em diferentes níveis de salinidade: Monti *et al.*, (1991) verificaram a ocorrência de *A. brasiliiana* em salinidade entre 17 e 38, enquanto Boehs (2000) não verificou a presença de exemplares de *A. brasiliiana*, na região da Baía de Paranaguá, em áreas com salinidade abaixo de 17. Por se tratar de um recurso pesqueiro bastante utilizado especialmente nas áreas estuarinas, despertou a necessidade de pesquisas em diferentes áreas (ARAÚJO, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2010; LAVANDER *et al.*, 2011). Estudos voltados ao entendimento do ciclo reprodutivo desta espécie são numerosos ocorrendo registros no litoral da Paraíba (GROTTA & LUNETTA, 1980), na Praia do Canto da Barra – Ceará, (BARREIRA & ARAÚJO, 2005), no litoral paulista por CORTE *et al.*, (2011) e no litoral norte de Pernambuco (LAVANDER *et al.*, 2011)

Embora *A. brasiliiana* seja uma espécie bastante estudada em diversos estuários ao longo da costa brasileira, informações sobre esta espécie em habitats hipersalinos ainda são inexistentes. Nesse contexto, o presente estudo analisa a distribuição espaço-temporal desta espécie em um estuário hipersalino localizado no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte.

O estudo foi realizado em uma área onde a exploração deste recurso pesqueiro é a base da subsistência de dezenas de famílias de marisqueiras (DIAS *et al.*, 2007), sendo necessário conhecer a densidade do recurso em diferentes locais de coleta. Tendo em vista que organismos que vivem em regiões estuarinas são muito expostos às alterações ambientais, torna-se importante o estudo da variação espaço-temporal da densidade de *Anomalocardia brasiliiana*, assim como da biomassa, para servir de base de gerenciamento deste recurso, já que se trata de uma espécie amplamente explorada tanto para o sustento familiar quanto para o comércio (DIAS *et al.*, 2007; NISHIDA *et al.*, 2006; SILVA-CAVALCANTI & COSTA, 2011). Pela falta de estudos sobre esta espécie em habitats hipersalinos, este trabalho busca responder as seguintes perguntas:

- O padrão de distribuição espaço-temporal e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* são iguais em áreas mais próximas ou mais distantes do mar?
- Fatores abióticos como a hipersalinidade, temperatura, precipitação e características do sedimento influenciam os padrões de distribuição espaço-temporal e densidade da espécie?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar a variação espaço-temporal de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário hipersalino do rio Tubarão, e verificar se determinados fatores abióticos podem estar influenciando a distribuição da espécie.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a variação espacial e sazonal na distribuição, densidade e biomassa de *A. brasiliiana* durante um ciclo anual no estuário do rio Tubarão, Macau, RN;
- Identificar o período de recrutamento da espécie na área estudada;
- Verificar se fatores abióticos como salinidade, temperatura e precipitação influenciam a distribuição, abundância e biomassa de *A. brasiliiana* no estuário do rio Tubarão, Macau, RN.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Os principais estudos sobre *A. brasiliiana* enfocam na biologia reprodutiva da espécie. No nordeste brasileiro, as primeiras abordagens reprodutivas foram realizadas por Grotta & Lunetta (1980), que observaram indivíduos reproduzindo o ano todo estuário do Rio Paraíba do Norte. Por estar próxima à linha do Equador, os autores atribuem a esta característica, as condições ambientais consideradas favoráveis, como as altas temperaturas. A formação de células gaméticas maduras e maturidade sexual da espécie são evidenciadas em indivíduos na faixa de comprimento de concha aos 7-8 mm e aos 14-15 mm, respectivamente (BOEHS, 2000).

Arruda-Soares *et al.* (1982), de acordo com o período reprodutivo da espécie, recomendam a captura de *A. brasiliiana* com comprimento de concha acima de 20 mm, quando os indivíduos já têm alcançado um grau de desenvolvimento gonadal que possibilite a reprodução. Um estudo realizado no Ceará constatou que *A. brasiliiana* apresenta reprodução contínua, porém há períodos de maior liberação de gametas (julho a outubro/2002 e fevereiro a abril/2003) e que apenas nos machos, a diminuição da salinidade teve efeito significativo em determinado período do ano (BARREIRA & ARAÚJO, 2005). Corte *et al.* (2011) constataram, no litoral de São Paulo, períodos de reprodução contínua e altos valores na taxa de renovação, porém com maior intensidade em área com menor ação antrópica. Tanto na área tropical como na subtropical, Araújo (2001) e Lavander *et al.* (2011), respectivamente, observaram que as fases de gametogênese, maturação e de eliminação dos gametas ocorreram entre a primavera e o outono, estações do ano caracterizadas por temperaturas mais baixas. Outra característica importante observada por Araújo (2001) foi que os indivíduos alcançaram a maturidade sexual com 15 mm de largura e com 7 mm ocorre o início da diferenciação sexual.

As mudanças sazonais dos fatores ambientais influenciam no processo de reprodução da espécie. Segundo KINNE (1970) (*Apud* GROTTA & LUNETTA, 1980) a interação de fatores intrínsecos seria sincronizada através dos extrínsecos como a temperatura, a salinidade, o fotoperíodo, o alimento entre outros. Um fator considerado fundamental para o desenvolvimento é a quantidade e a qualidade de alimento disponível a estes animais, recursos abundantes em área estuarinas. Estudos sobre a reprodução de bivalves servem de alicerce para contribuir com o

desenvolvimento de práticas extrativistas e de maricultura (ARAÚJO, 2001). Segundo Grotta e Lunetta (1980), o substrato possui papel fundamental desde o nascimento das larvas até o seu desenvolvimento, pois é nele onde as larvas se fixam naturalmente e se alimentam.

Dois fatores ambientais que têm sido destacados como pontos importantes na distribuição desta espécie nos ambientes marinhos: o tipo de substrato e a salinidade. Em trabalho realizado por Grillo *et al.* (1998), no litoral do Rio de Janeiro, observou-se que as maiores densidades de *A. brasiliiana* foram registradas em locais com sedimento mais arenoso. Em outro estudo realizado no Ceará, constatou-se a maior presença de indivíduos jovens em sedimento fino e os adultos em sedimento mais grosso (ARAÚJO & ROCHA-BARREIRA, 2005). Tal fato é corroborado por Oliveira *et al.* (2011), que destacam que a capacidade de retenção do sedimento fino favorece o crescimento de *A. brasiliiana*. A salinidade é outro fator abiótico que tem sido relacionado como um fator regulador da distribuição desta espécie (FOGAÇA & NETO, 2009), sendo este influenciado pelo regime pluviométrico.

Em estudo sobre a ecologia e distribuição de *Anomalocardia brasiliiana*, Oliveira *et al.* (2010) observaram que a maior densidade de indivíduos jovens ocorreu no verão e a mais baixa no inverno, sendo este o período que mais se encontrou indivíduos adultos. Desse modo, conclui-se que o regime sazonal exerce grande influência na abundância desta espécie. Para Monti *et al.* (1991), em consonância com estudo realizado em Guadalupe, as altas taxas de densidade populacional e de crescimento estão relacionadas à localização tropical do ambiente onde *A. brasiliiana* alcança sucesso reprodutivo 3 vezes ao ano. Em trabalho realizado no Rio Grande do Norte, Carneiro (1994) verificou que as maiores densidades populacionais de *A. brasiliiana* ocorrem nos períodos chuvosos, onde, por decorrência, nota-se uma menor salinidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Ponta do Tubarão localiza-se no extremo norte do estado do Rio Grande do Norte (entre 5°2' e 5°16' S e 36°26' e 36°32' W) e abrange parte dos municípios de Macau e Guamaré (DIAS, 2006) (Figura 1). Com uma área total de 12.940,07 hectares, a RDS engloba diversos ecossistemas como área marinha costeira, restinga, estuário e manguezais, campos de dunas e caatinga hiperxerófila (IDEMA, 2004).

A RDS é uma categoria de Unidade de Conservação que faz parte do grupo de unidades de uso sustentável que tem por objetivo a compatibilidade entre a conservação e o manejo no uso da natureza (SNUC, 2002). A criação da RDS Ponta do Tubarão na região das comunidades de Diogo Lopes e Barreiras se deu a partir da Lei Estadual N^o. 8.349 de 18 de julho de 2003 (RIO GRANDE DO NORTE, 2003).

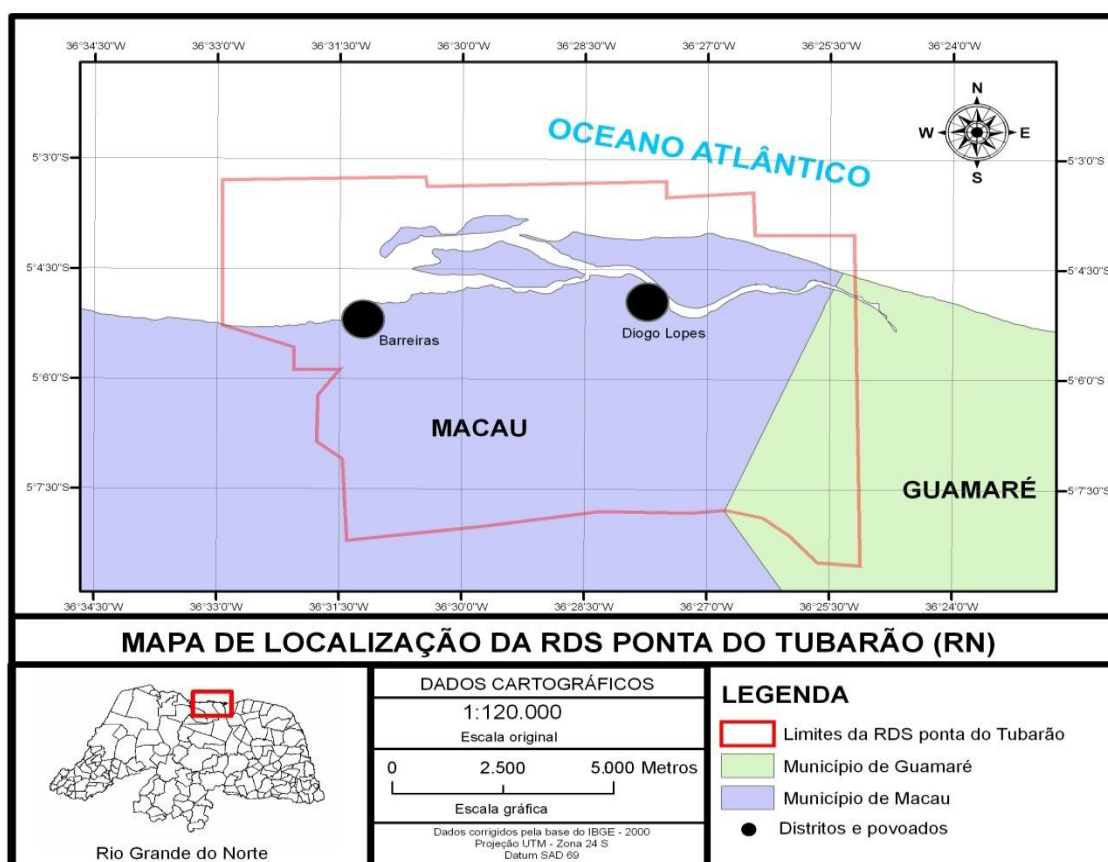


Figura 1: Mapa de localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, no estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.

A área de estudo localiza-se em uma região de clima semiárido, sendo caracterizada pela baixa precipitação e alta taxa de evaporação ocasionada pelos fortes ventos presentes na maior parte do ano (IDEMA, 2004). Dessa forma, não se observa estações climatológicas bem definidas, sendo reconhecidos dois períodos ao longo do ano: o período chuvoso, que se estende geralmente de março a maio, e o período seco, que é mais longo, estendendo-se, geralmente, de junho a fevereiro.

No período estudado, a pluviosidade máxima ocorreu no mês de abril de 2005 quando foi registrado um volume de 140 mm (INMET – www.inmet.gov.br)(Figura 2). O período seco foi definido entre os meses de julho e dezembro onde foi observada ausência de precipitação nos meses de agosto e outubro. As maiores precipitações, no entanto, ocorreram nos meses de março e abril, exatamente no meio do período chuvoso com volumes de 130 mm e 140 mm, respectivamente.

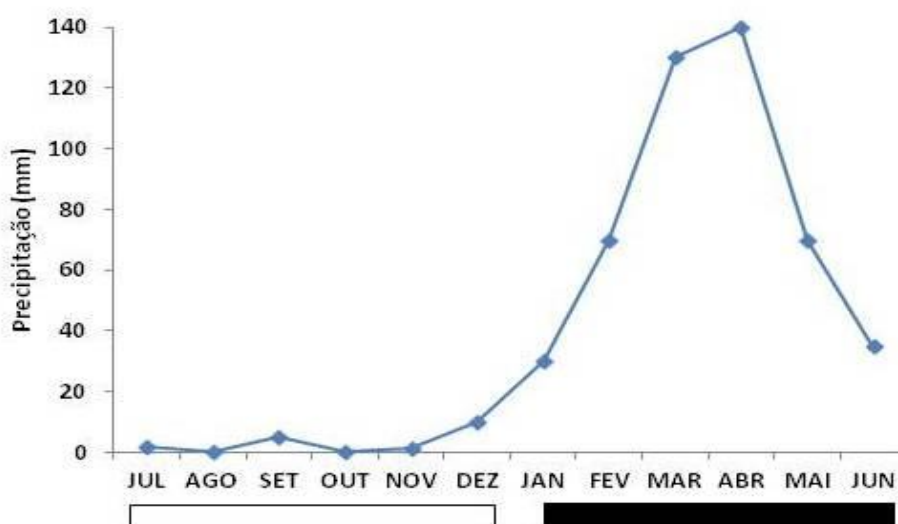


Figura 2: Precipitação (mm) registrada pra os meses de coleta. Fonte: INMET.

O rio Tubarão estende-se por cerca de 10 km de extensão, e embora apresente florestas de mangue em toda a sua extensão, estas são mais densas nas porções intermediárias e mais altas do rio. A profundidade varia desde áreas rasas intertidais até 6-8 m nos canais principais e camboas.

4.2. Pontos de coleta e procedimentos de amostragem

A coleta de espécimes de *Anomalocardia brasiliensis* ocorreu mensalmente entre julho/2005 e junho/2006 como parte do Projeto “Sustentabilidade de *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veneridae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, nordeste do Brasil”, financiado pela Project AWARE Foundation. Seis pontos de amostragem distribuídos ao longo do Rio Tubarão, localizado no distrito de Diogo Lopes, foram utilizados para amostrar exemplares da espécie-alvo do estudo (Tabela I). Estes pontos amostrais são áreas de tradicional captura de mariscos por parte das marisqueiras locais (DIAS et al., 2007).

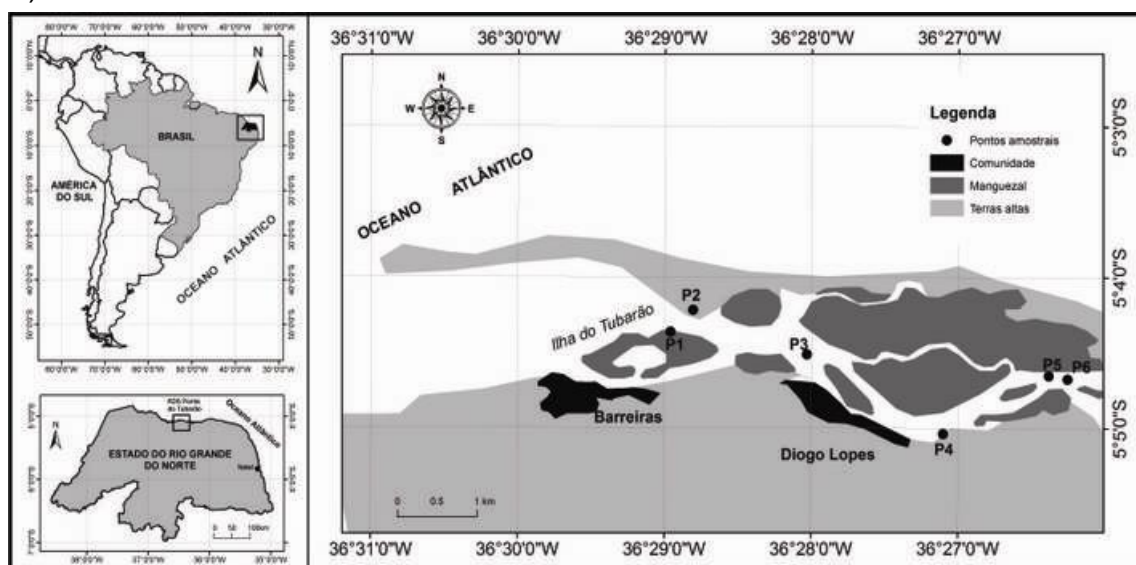


Figura 3: Localização do local de estudo em relação ao Brasil e ao estado do Rio Grande do Norte, e localização dos pontos de coleta 1, 2, 3, 4, 5 e 6 distribuídos ao longo do estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte.

Os pontos de coleta foram bancos sedimentares (lama e areia) localmente conhecidos como crôas. Para facilitar a análise dos dados, estes pontos foram organizados de acordo com um gradiente de salinidade, sendo distribuídos em três setores: dois pontos mais influenciados pela desembocadura (à jusante), dois pontos em localização mediana na extensão do Rio e outros dois pontos à montante, estes últimos, sendo os mais distantes da foz (Figura 3).

Tabela I. Pontos de coleta, coordenadas geográficas dos pontos de coleta como local de captura de *Anomalocardia brasiliensis* no manguezal do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte.

Locais de coleta	Ponto	Latitude	Longitude	Localização em relação ao mar
Crôa das Meninas	1	05°04'25"S	36°28'52,7"W	Próxima
Crôa da Caixa D'água	2	05°04'16,9"S	36°28'43,1"W	Próxima
Porto do Fede	3	05°04'34,3"S	36°27'56,9"W	Intermediária
Crôa de Sérgio	4	05°04'01,9"S	36°27'16"W	Intermediária
Morro Branco (Areia)	5	05°04'42,5"S	36°26'18,4"W	Distante
Morro Branco (Lama)	6	05°04'43,6"S	36°26'10,2"W	Distante

As coletas foram realizadas durante a baixa-mar, quando os bancos ficavam expostos por até 4 horas nos locais mais rasos. Em cada ponto de coleta, as amostras foram realizadas ao longo de um transecto aleatório de 25 metros. Considerando que a maioria dos exemplares de *Anomalocardia brasiliana* tende a se distribuir principalmente até os 10 centímetros na coluna do sedimento (NARCHI, 1972; SILVA & SILVEIRA, 1992), para a coleta do substrato foi utilizado um amostrador de alumínio com borda de madeira, de área igual a 0,0625 m², enterrado a 10 cm de profundidade (Figura 4).

Figura 4: Imagens do procedimento de coleta dos bivalves nos bancos e do amostrador quadrado de 0,25 x 0,25 m de lado (esquerda) e transecto de 25 metros (direita). Fotos: Thelma Dias (A) e Luis Carlos (B).



Em cada transecto, foram coletadas duas amostras de substrato contendo os espécimes. O material escavado foi acondicionado em depósitos plásticos, devidamente identificados, para posterior triagem dos indivíduos. Durante a coleta em cada ponto, utilizou-se um termômetro de vidro (escala: 0 a 40°C) para medir a temperatura superficial da água nos bancos. Adicionalmente, foi coletada uma amostra de água para medir a salinidade de cada ponto, utilizando-se um

refratômetro portátil. Uma amostra de sedimento de cada ponto foi obtida para análise granulométrica.

Após a coleta, os indivíduos foram triados e o comprimento da concha (CC) foi medido com auxílio de um paquímetro digital (escala: 0 a 150 mm) com precisão de 0,01 mm (Figura 5a). O comprimento da concha corresponde à distância entre a extremidade anterior e posterior do animal (Figura 5b). Em seguida, foi obtido o peso de cada indivíduo (concha + parte mole) através de uma mini-balança digital (escala: 0 a 300 g) com precisão de 0,1 g.

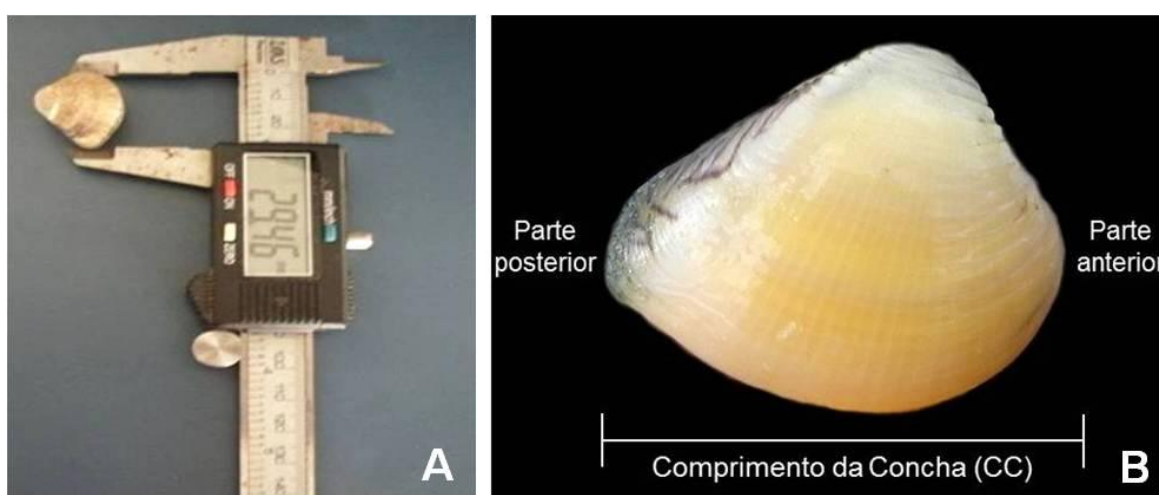


Figura 5: a) Exemplar de *Anomalocardia brasiliiana* sendo medido com paquímetro digital. b) Representação das medidas obtidas para os indivíduos de *Anomalocardia brasiliiana*.

4.3. Análise dos dados

Para a avaliação da variação espacial e temporal foi feita análise de variância (ANOVA) aplicada sobre a densidade, biomassa e para os fatores ambientais visando comparar as suas médias. A normalidade e a homocedasticidade das variáveis, foram determinadas através do teste de Barlet, e como a maioria dos dados não atendeu a estes requisitos, foi utilizada a transformação logarítmica. Tais transformações foram feitas previamente à análise de variância, a qual foi seguida do teste de Tukey ao nível de confiança de 95% ($p < 0,05$), para determinação de quais médias são significativamente diferentes. A variação espacial foi analisada considerando-se os pontos de coleta e a variação sazonal foi feita considerando o ciclo hidrológico. Os dados pluviométricos referentes ao período de coleta foram obtidos através do site do

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia – <http://www.inmet.gov.br/>). Para as análises estatísticas foi utilizado o programa SPSS (versão 17).

Para facilitar a compreensão e acompanhar melhor as fases de vida em que os indivíduos foram coletados, foram estabelecidas classes de comprimento de concha (CC) de *A. brasiliiana*, onde: CC1= indivíduos menores de 15 mm; CC2= indivíduos entre 15 e 20 mm; CC3= indivíduos de 20,1 a 25 mm e por fim, a CC4= com indivíduos de tamanhos entre 25,1 e 30 mm (OLIVEIRA, 2010).

Para a análise do sedimento, foram utilizados 50g de material, colocados em decímetro de Bonyoercos para conseguinte leitura. Os sedimentos foram classificados em argila (mais fino), silte (fino) e areia (mais grosso). A análise foi realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande.

5. RESULTADOS

5.1. FATORES ABIÓTICOS

5.1.1. Salinidade

Houve variação da salinidade da água entre os meses em todos os pontos de coleta, mas a salinidade média nos seis pontos amostrais foi superior a 40 (Figura 6). Os maiores valores de salinidade foram registrados nos pontos 5 e 6 apresentando respectivamente os valores 50 (out/2005) e 49 (jan/2006). Os menores valores foram observados no ponto 2 quando a salinidade encontrava-se em 37 (Figura 7). Sazonalmente, os maiores valores foram registrados durante o período seco e o menor durante o chuvoso, como já se esperava, pois no período seco a evaporação é maior e há menor entrada de água doce no estuário.

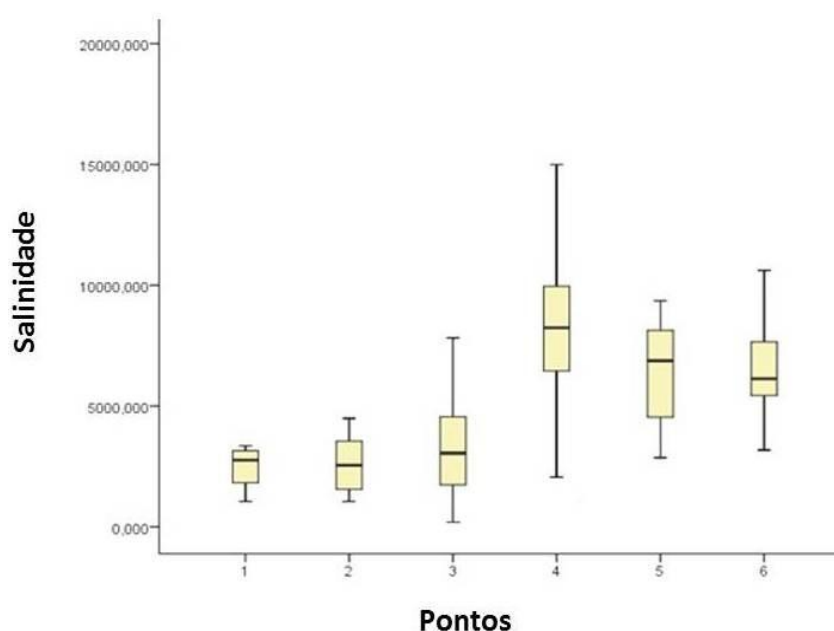


Figura 6: Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão de salinidade aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

Para a variação espacial, a salinidade apresentou valores significativos, onde os pontos da parte superior do estuário (pontos 4, 5 e 6) diferiram da salinidade dos pontos da parte intermediária e inferior (pontos 1, 2 e 3) com $F=10,509$ e $p=0,000$. Entre os períodos chuvoso e seco não foi observada diferença significativa ($F=0,168$ e $p=0,683$). O padrão de oscilação de salinidade, em um ano de coleta, foi o mesmo

em todos os pontos, sendo visível um decréscimo salino na transição do período seco para o chuvoso (Figura 7).

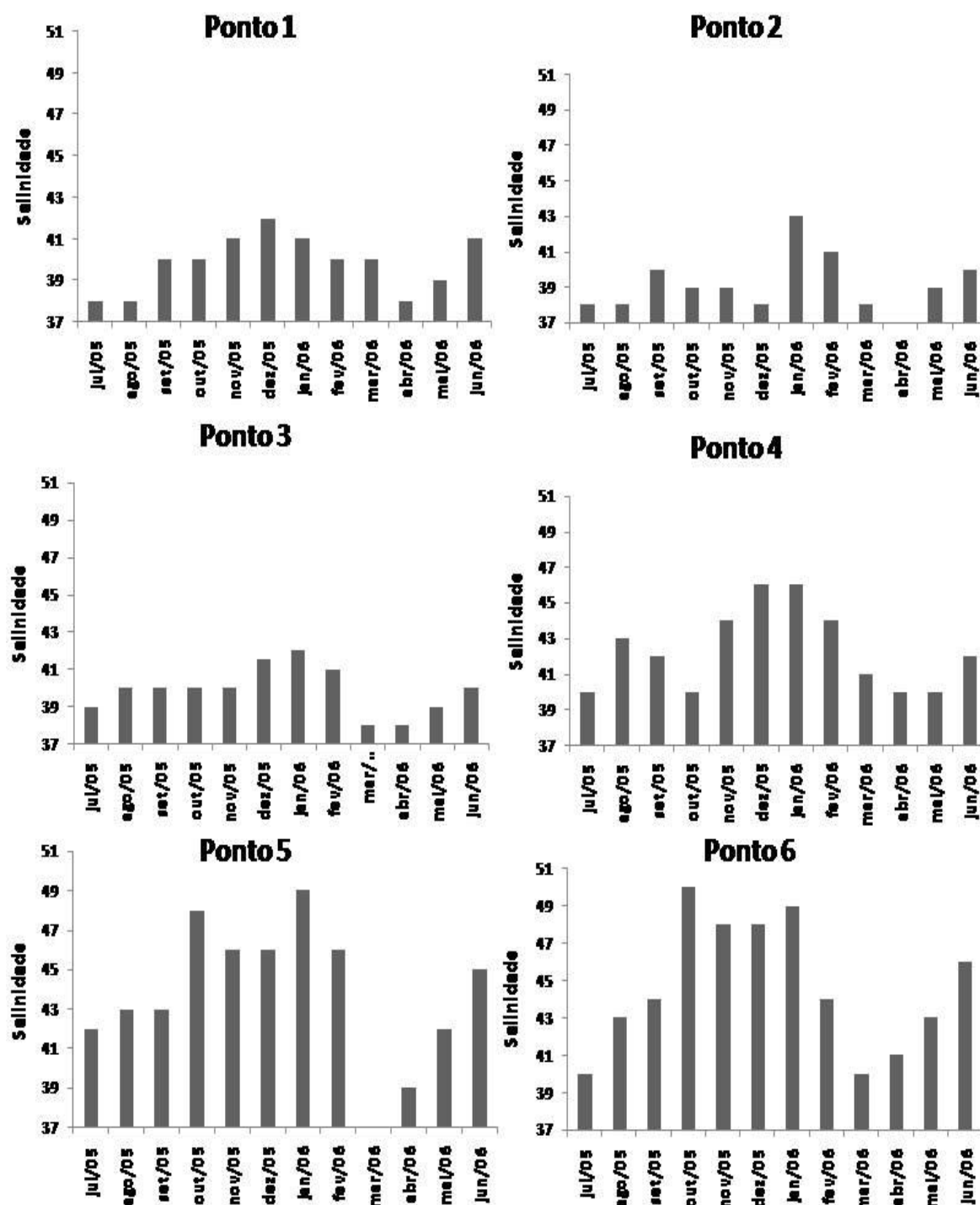


Figura 7: Valores mensais de salinidade aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

5.1.2. Temperatura

A temperatura da água foi um parâmetro ambiental que não apresentou grandes variações entre os pontos de coleta ($F=1,848$ e $p=0,116$), tampouco sazonalmente ($F=0,168$ e $p=0,683$), não havendo diferenças significativas. Observando-se cada um dos pontos amostrais, percebe-se que a temperatura média foi superior a 29°C (Figura 8).

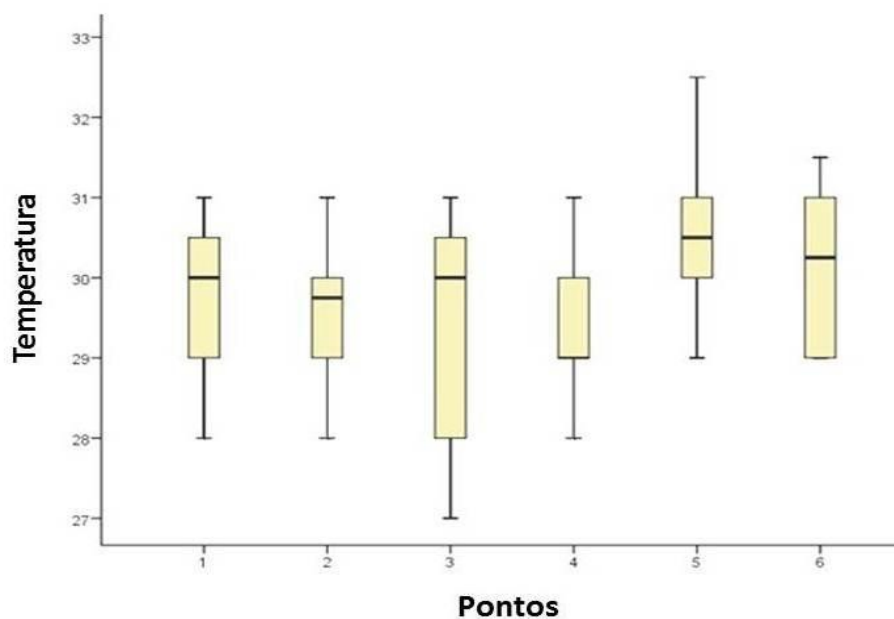


Figura 8: Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão da temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) nos seis pontos de coleta durante os meses de amostragem no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

No ciclo anual, a temperatura máxima de $32,5^{\circ}\text{C}$ foi registrada no ponto 5 (rio à montante) e a mínima de 27°C no ponto 1 (próximo à foz) (Figura 9). Nos meses que compreendem o período seco (junho a fevereiro), observou-se que a temperatura foi mais alta, com valores de 29°C a $32,5^{\circ}\text{C}$, e que nos meses do período chuvoso (geralmente março a maio), a amplitude térmica variou entre 27°C e 30°C (Figura 9).

Assim como foi observado para a salinidade, a temperatura da água apresentou uma variação padrão em todos os pontos de coleta durante os doze meses de amostragem. Percebe-se um declínio térmico com a chegada do período chuvoso (Figura 9).

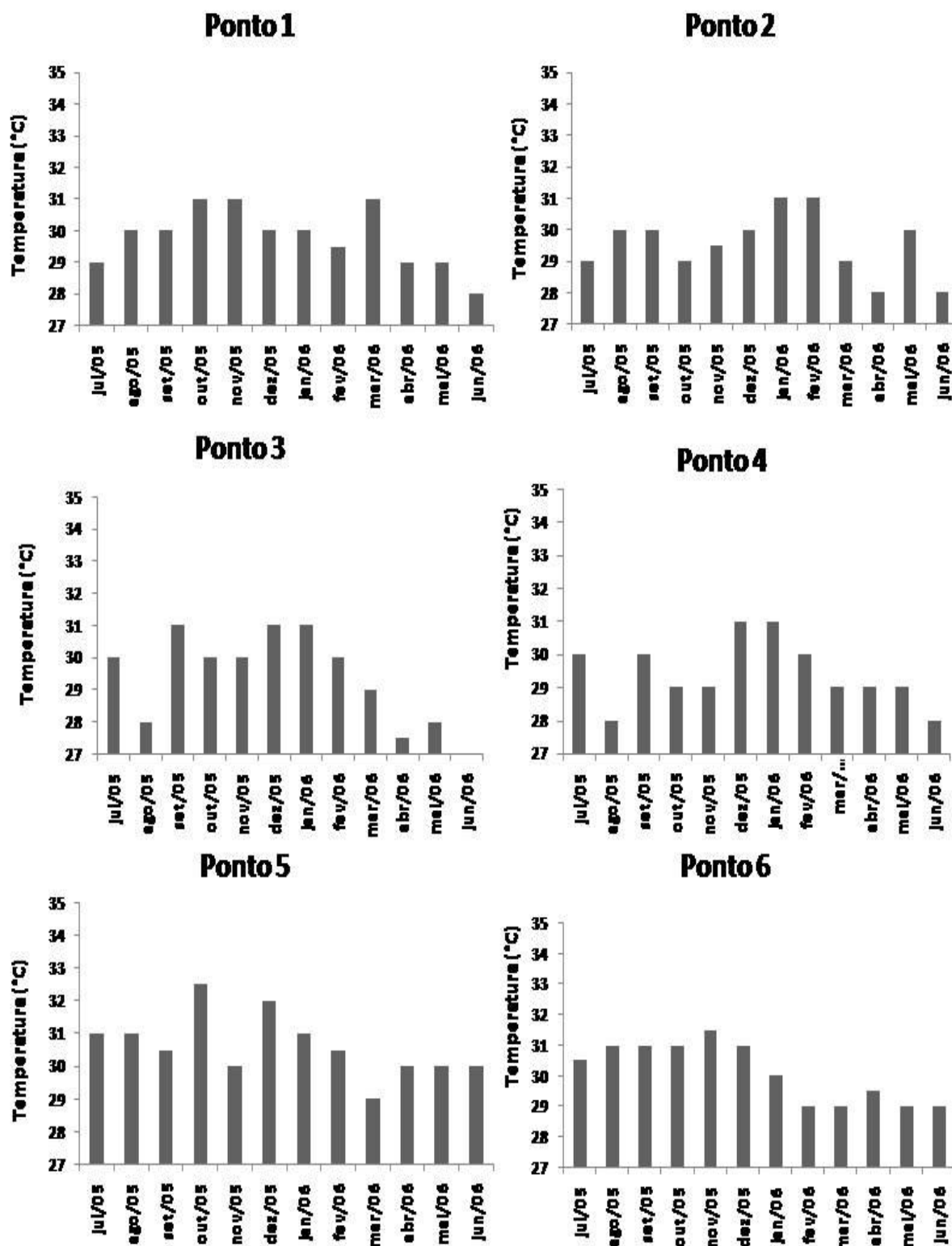


Figura 9: Valores mensais da temperatura da água (°C) aferida nos seis pontos de coleta entre julho/2005 e junho/2006 no estuário do Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

5.1.3. Granulometria do sedimento

A análise granulométrica do sedimento revelou um alto percentual de areia em todos os pontos de amostragem (Figura 10). Grãos mais finos, do tipo silte e argila, também foram observados nas amostras, mas em pequenas porcentagens. Os pontos 4 e 5 apresentaram o maior percentual de areia em seus sedimentos, com 94,41% e 95,42%, respectivamente. Nestes mesmos pontos foi observada a menor porcentagem de grãos muito finos (silte e argila) com um total de apenas 5,59% e 4,58%, respectivamente. O ponto 6, considerado o mais argiloso, apresentou a menor quantidade de grãos arenosos em sua textura, 64,81%, mesmo assim, a areia predominou na amostra (Figura 10).

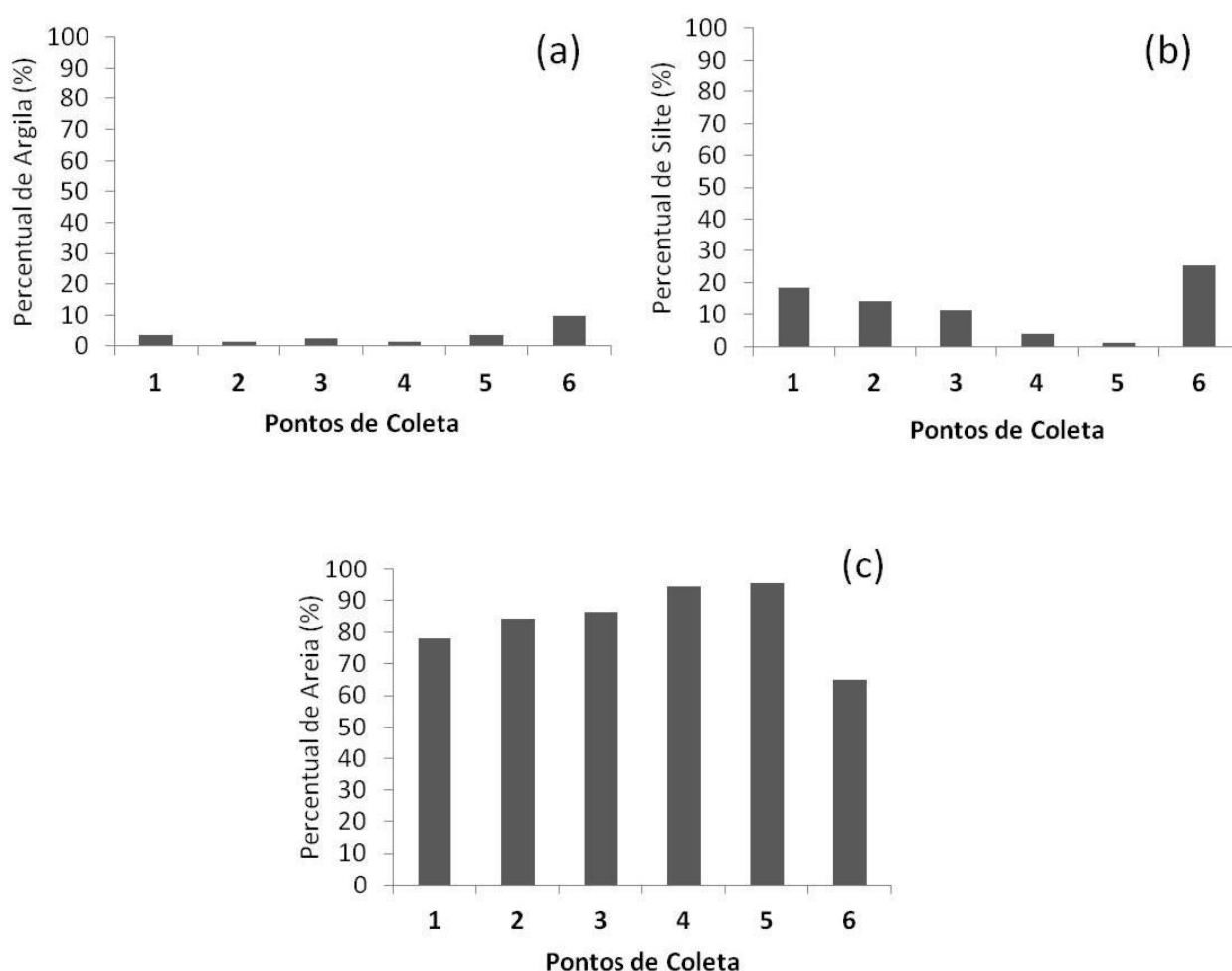


Figura 10: Percentual de argila (a), silte (b) e areia (c), nos sedimentos analisados provenientes dos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

5.2. ASPECTOS POPULACIONAIS

5.2.1. Densidade de *Anomalocardia brasiliana*

Em relação ao número total de indivíduos registrados, o ponto 4 se destacou, apresentando 43.120 indivíduos amostrados nos 12 meses de coleta (Figura 11). O ponto 2 apresentou o menor número de indivíduos coletados nos período estudado, perfazendo 13.968 exemplares de *A. brasiliana*.

A densidade de *A. brasiliana* (ind/0,0625m²) exibiu variações espaciais durante os meses de estudo. A densidade média foi maior nos pontos 4, 5 e 6, todos situados na parte superior e intermediária do Rio Tubarão (Figura 12). A menor densidade foi observada no ponto 2 (Figura 12). Através da ANOVA constatou-se diferenças significativas entre os pontos amostrados ($F=19,73$ e $p=0,000$). Os pontos 5 e 6 apresentam as maiores densidades (3.317 ind/0,0625m² e 3.401 ind/0,0625m², respectivamente).

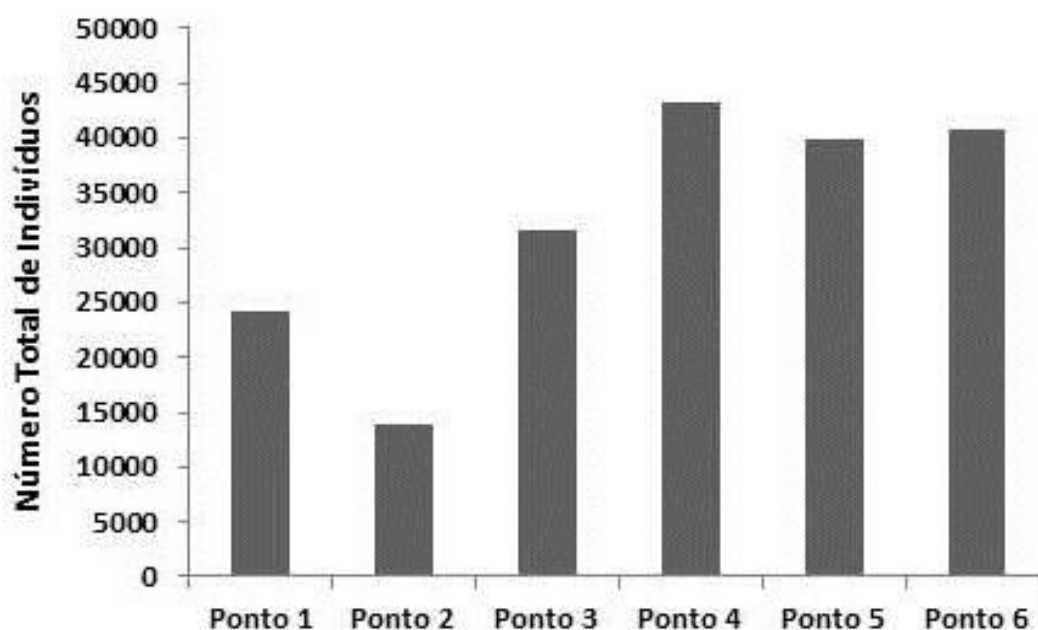


Figura 11: Número total de indivíduos registrados nas amostras obtidas nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

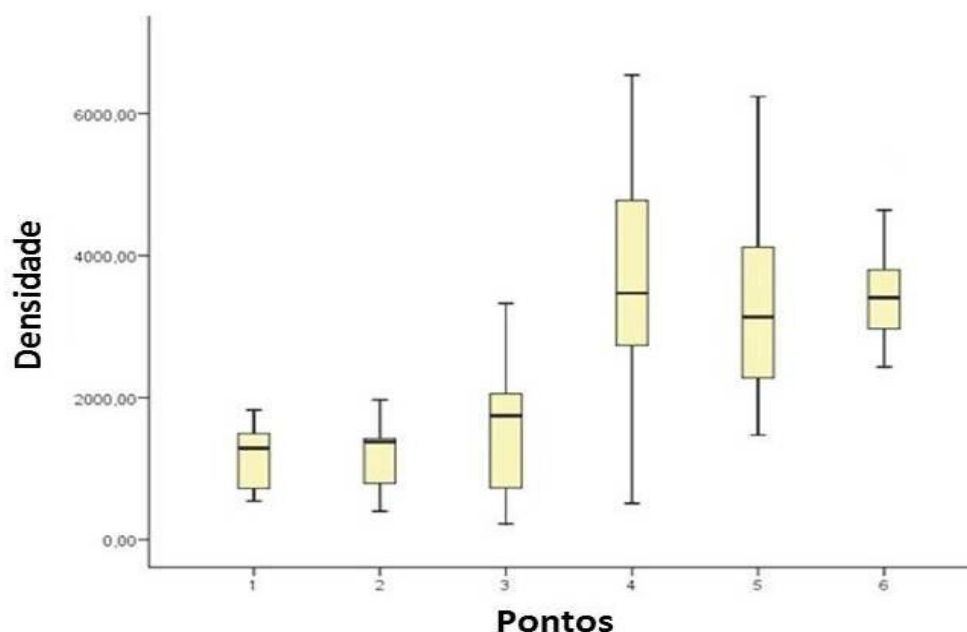


Figura 12: Valores médios, mínimos, máximos e desvio padrão da densidade (ind./0,0625m²) de indivíduos registrados nas amostras obtidas nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de amostragem. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

Observando-se mês a mês, é possível detectar que a maior densidade foi registrada no mês de junho/06 com 6.544 ind/0,0625m² no ponto 4, e a menor ocorreu no mês de dezembro/05 com 224 ind/0,0625m² no ponto 3 (Figura 13).

Em relação ao ciclo hidrológico, não se observou diferença significativa para a densidade de *A. brasiliensis* ($F=1,081$ e $p=0,302$). Contudo, é possível verificar na Figura 13 que as maiores densidades de *A. brasiliensis* foram registradas nos meses chuvosos. Os meses correspondentes ao período seco mostraram as menores densidades.

5.2.2. Biomassa de *Anomalocardia brasiliensis*

A biomassa de *A. brasiliensis* verificada nos pontos ao longo do estuário apresentou variação espacial nos pontos amostrados. Em média, as maiores biomassas foram registradas para os pontos 4 e 6 (8272,28 e 6835,09 g/0,0625m², respectivamente), enquanto as menores foram observadas nos pontos 1 e 2 (Figura 14).

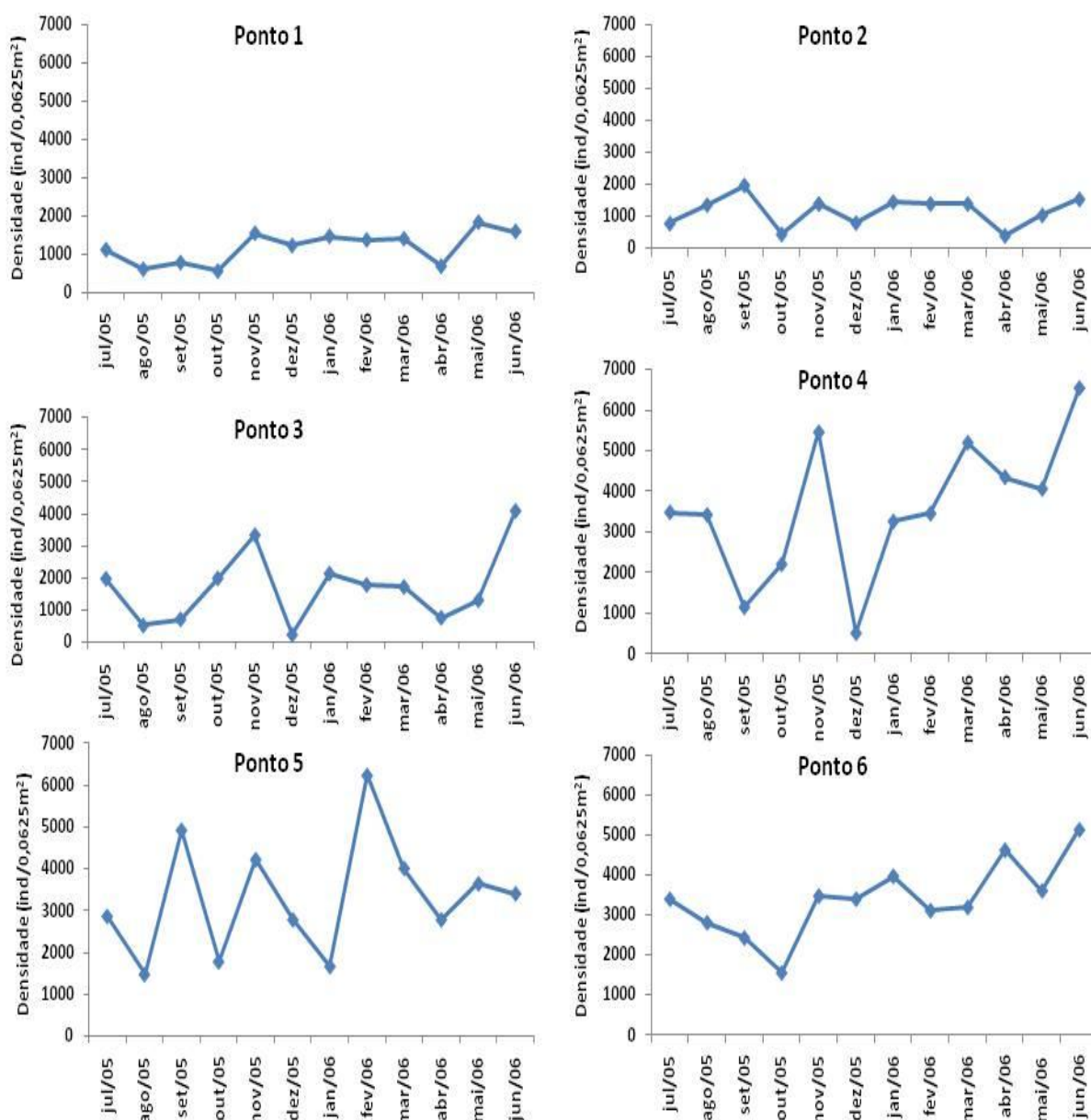


Figura 13: Densidades de *Anomalocardia brasiliana* nos pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

De um modo geral, os maiores valores foram registrados na parte superior do estuário (pontos 4, 5 e 6), enquanto os menores ocorreram nos pontos situados na parte inferior do estuário (pontos 1, 2 e 3). A maior biomassa do local de estudo foi observada no ponto 4 com 15661,44 g/0,0625m² no mês de junho, final do período chuvoso. A menor biomassa de *A. brasiliana*, foi registrada no ponto 3 no mês de dezembro (18,24 g/0,0625m²), considerado mês do período seco na região (Figura 14).

Temporalmente, as mais altas biomassas da espécie foram registradas durante o período chuvoso. Estatisticamente, a biomassa não apresentou diferenças

significativas espacialmente ($F=1,314$ e $p=0,269$). A variação temporal da biomassa também não apresentou diferença significativa ($F=3,935$ e $p=0,051$).

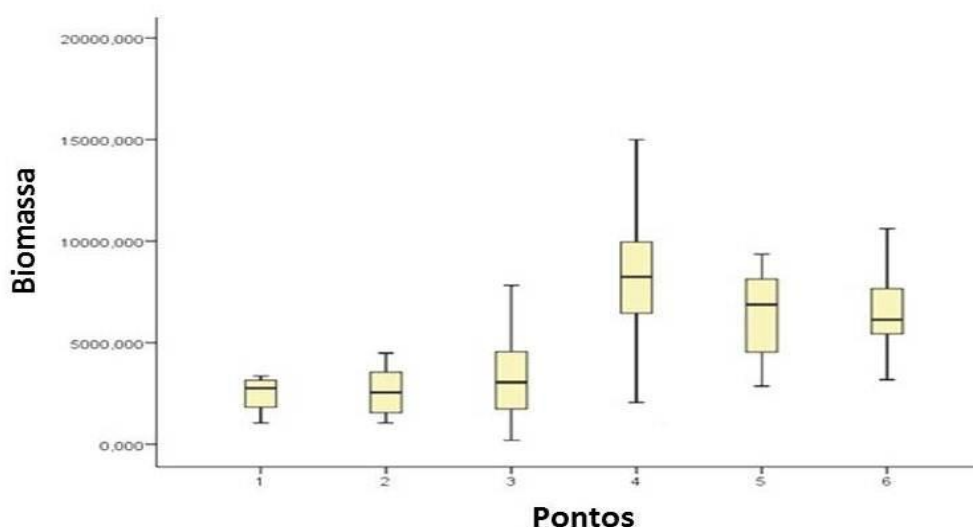


Figura 14: Biomassa média ($g/0,0625m^2$) de *Anomalocardia brasiliana* nos pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

5.2.3. Densidade por classes de tamanho e período de recrutamento de *Anomalocardia brasiliana*

Analisando-se a densidade de *A. brasiliana* entre as classes de tamanho estabelecidas, observa-se que ocorre uma distribuição de valores entre as áreas e meses, porém, fica evidente que os pontos amostrais à montante do rio apresentaram as maiores densidades (Figura 16). De um modo geral, os indivíduos com comprimento da concha inferior a 15 mm foram mais numerosos em todos os pontos ao longo do ano (Figura 16).

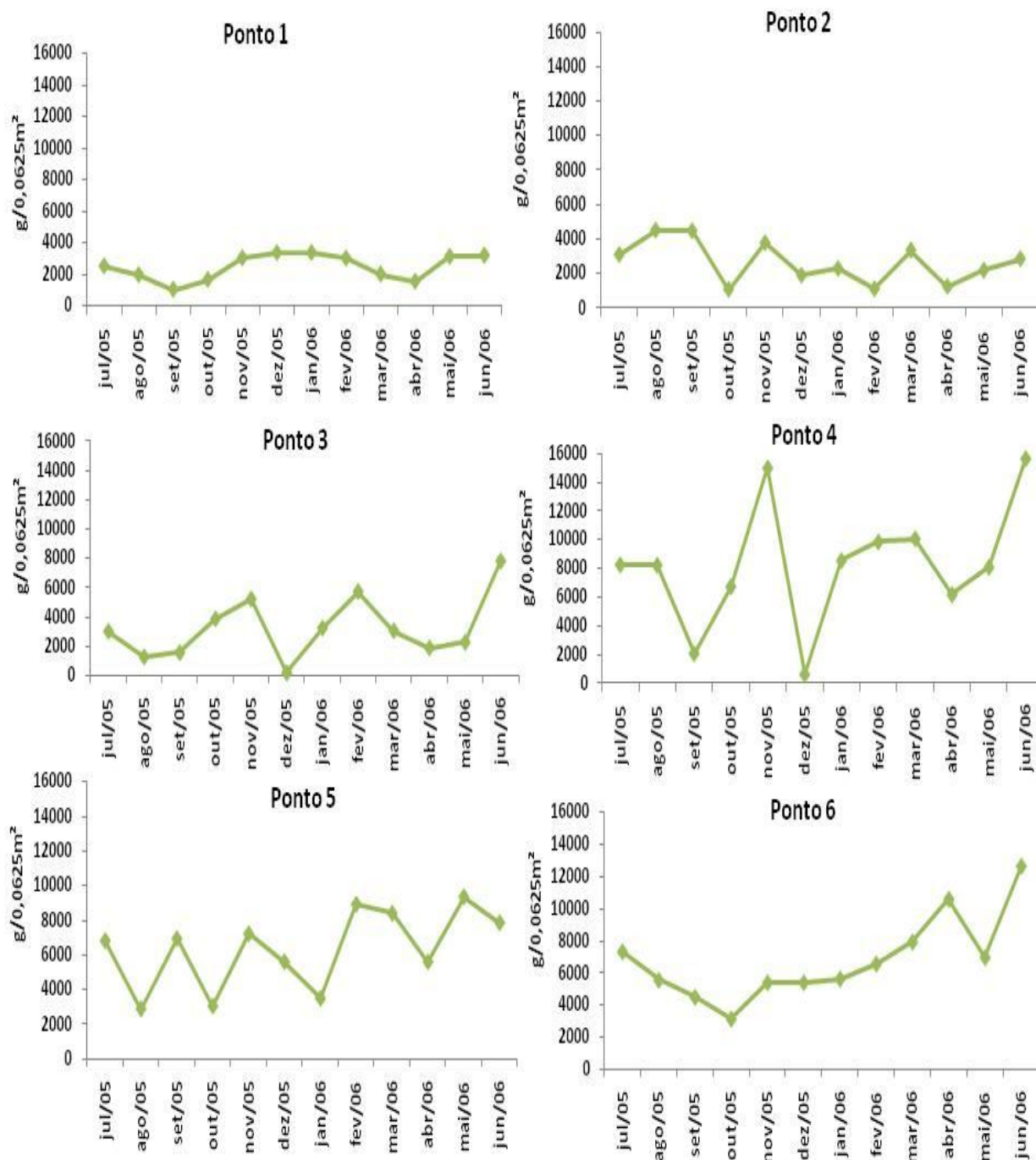


Figura 15: Biomassa mensal ($\text{g}/0,0625\text{m}^2$) de *Anomalocardia brasiliana* nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

Também em todos os pontos amostrais e em todos os meses estudados, a densidade de indivíduos com comprimento da concha entre 25,1 e 30 mm foi baixa. Indivíduos com o comprimento da concha inferior a 15 mm foram abundantes principalmente no período seco. Um total de 3504 ind/0,0625m², de comprimento da

concha <15 mm foi observado no mês de fevereiro/06 no ponto 5, localizado na parte superior do estuário, representando a maior densidade nesta classe de comprimento (Figura 16).

Os pontos de coleta localizados na porção superior do Rio Tubarão (pontos 4 a 6) exibiram uma discrepância na densidade de indivíduos maiores de 25 mm em relação às demais classes de tamanho (Figura 16). Contudo, a mais expressiva densidade de indivíduos nessa classe foi observada no ponto 4, onde no mês de junho/06 obteve-se densidade de 256 ind/0,0625m², seguido do mês de novembro/05 onde foi verificada densidade de 160 ind/0,0625m². Os únicos meses do ponto 4 que não foram encontrados indivíduos desta classe foram julho e dezembro/05 (Figura 16). Nos pontos 1 e 5, parte inferior e superior do estuário, respectivamente, foi observada a ausência de exemplares com comprimento da concha de 25,1 a 30 mm.

A presença de indivíduos das classes 1 e 2 (<15 mm e entre 15-20 mm) sugere o recrutamento de jovens na população ao longo de todo o ano, não sendo perceptível um período claro de pico de recrutamento. Porém, está claro que nos pontos de amostragem 4, 5 e 6, a densidade de indivíduos nestas classes é maior.

5.2.4. Biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* por classes de tamanho

A maior biomassa de *A. brasiliiana* foi observada no período chuvoso. Este padrão de distribuição foi observado em todos os pontos de coleta. As maiores biomassas foram registradas para *A. brasiliiana* com comprimento da concha entre 20,1-25 mm nos pontos 4 e 6 com 9350,4 g/m² (em novembro/05 – mês seco) e 7930,77 g/m² (em junho/06 – fim do mês chuvoso), respectivamente (Figura 17).

No ponto 4, situado na parte intermediária do estuário, observou-se ainda outro alto valor para biomassa no comprimento da concha entre 20,1-25 mm apresentando 8152 g/m² de *A. brasiliiana*. O ponto 6 apresentou uma variação crescente da biomassa de indivíduos com este comprimento da concha, com valores menores nos meses do período seco e maiores nos meses chuvosos (Figura 17).

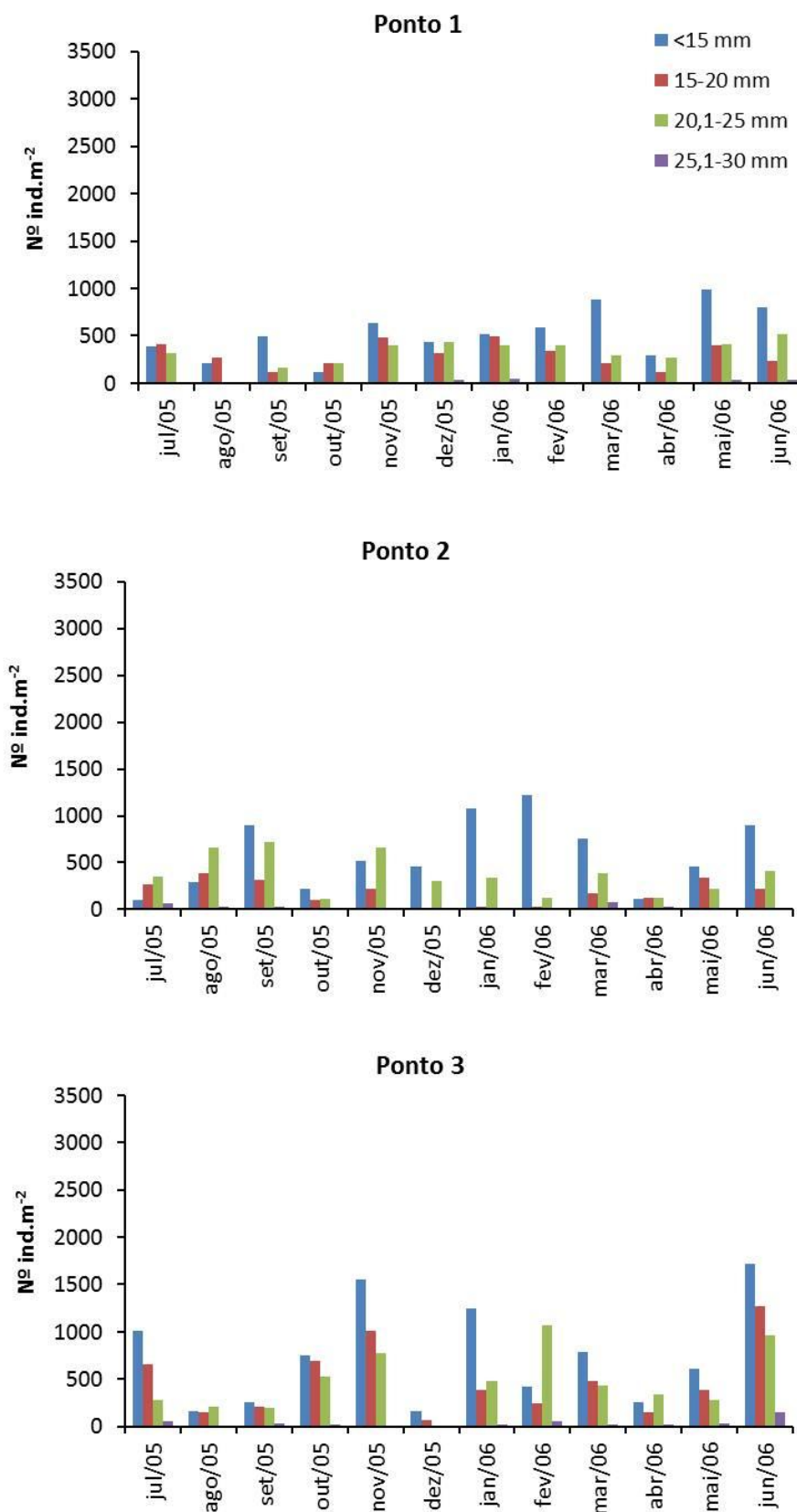


Figura 16: Densidade mensal ($N^{\circ} \text{Ind.m}^{-2}$) de *Anomalocardia brasiliana* por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

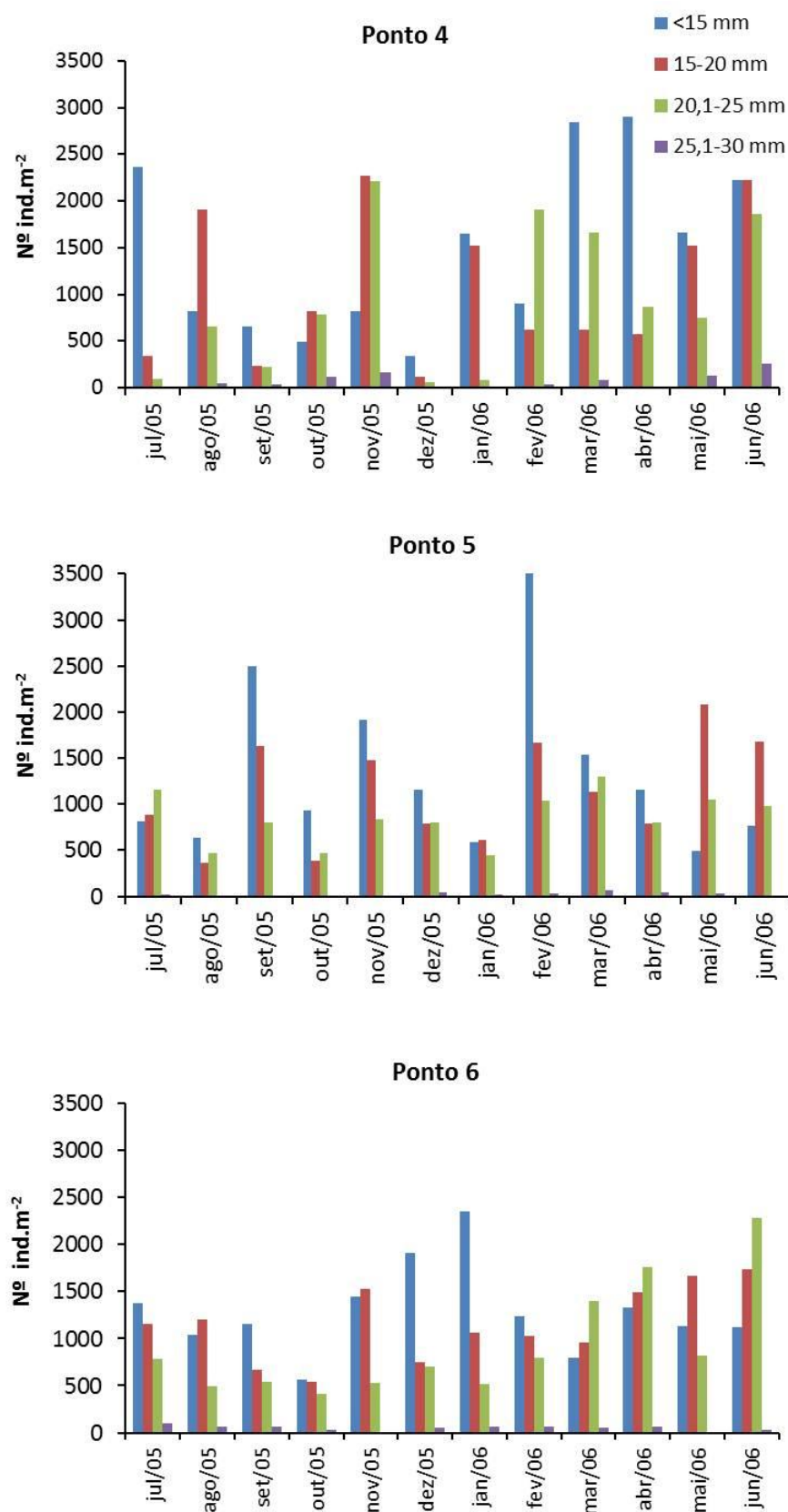


Figura 16 (Continuação): Densidade mensal (Nº.Ind.m⁻²) de *Anomalocardia brasiliana* por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

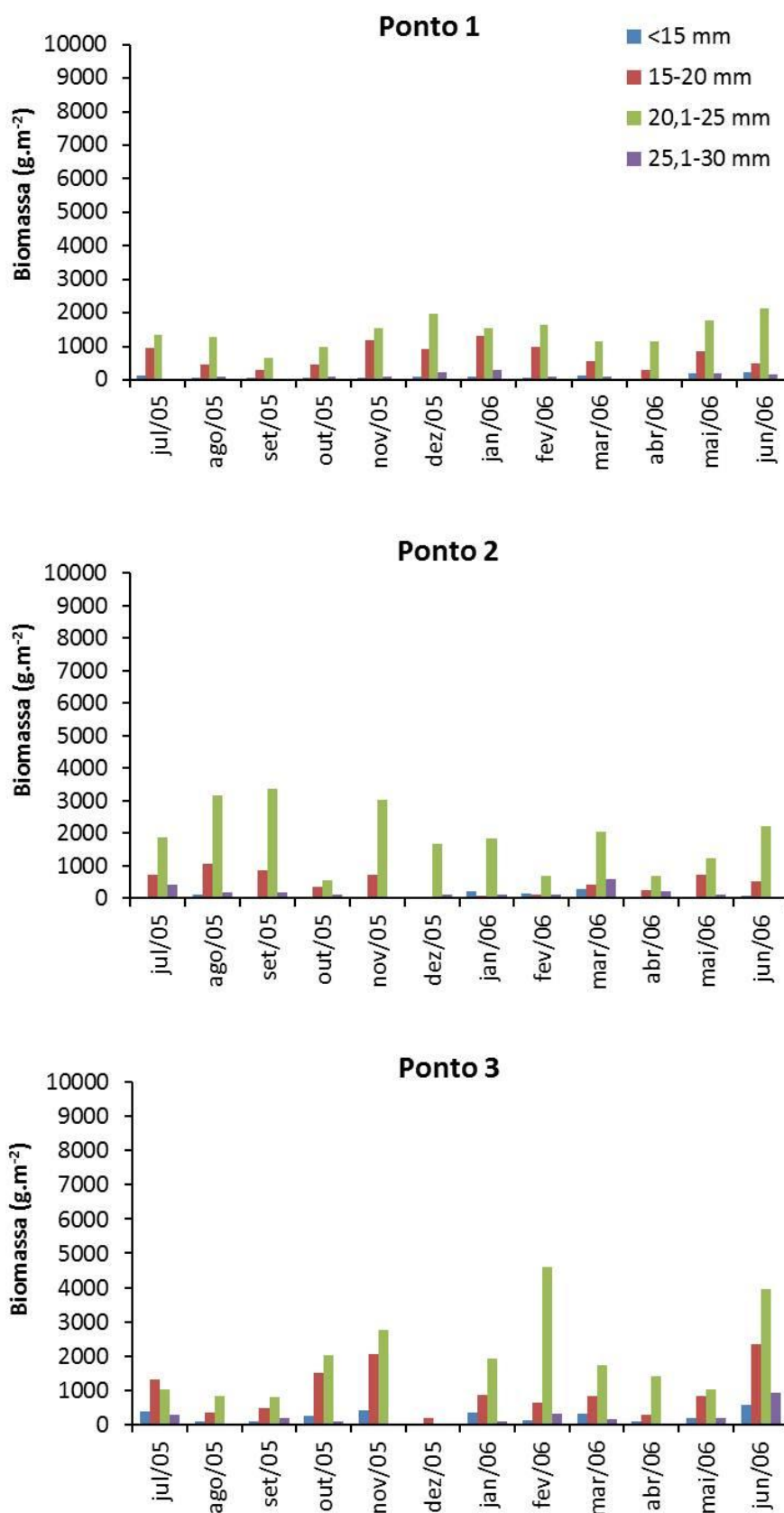


Figura 17: Biomassa mensal (g.m^{-2}) de *Anomalocardia brasiliana* por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

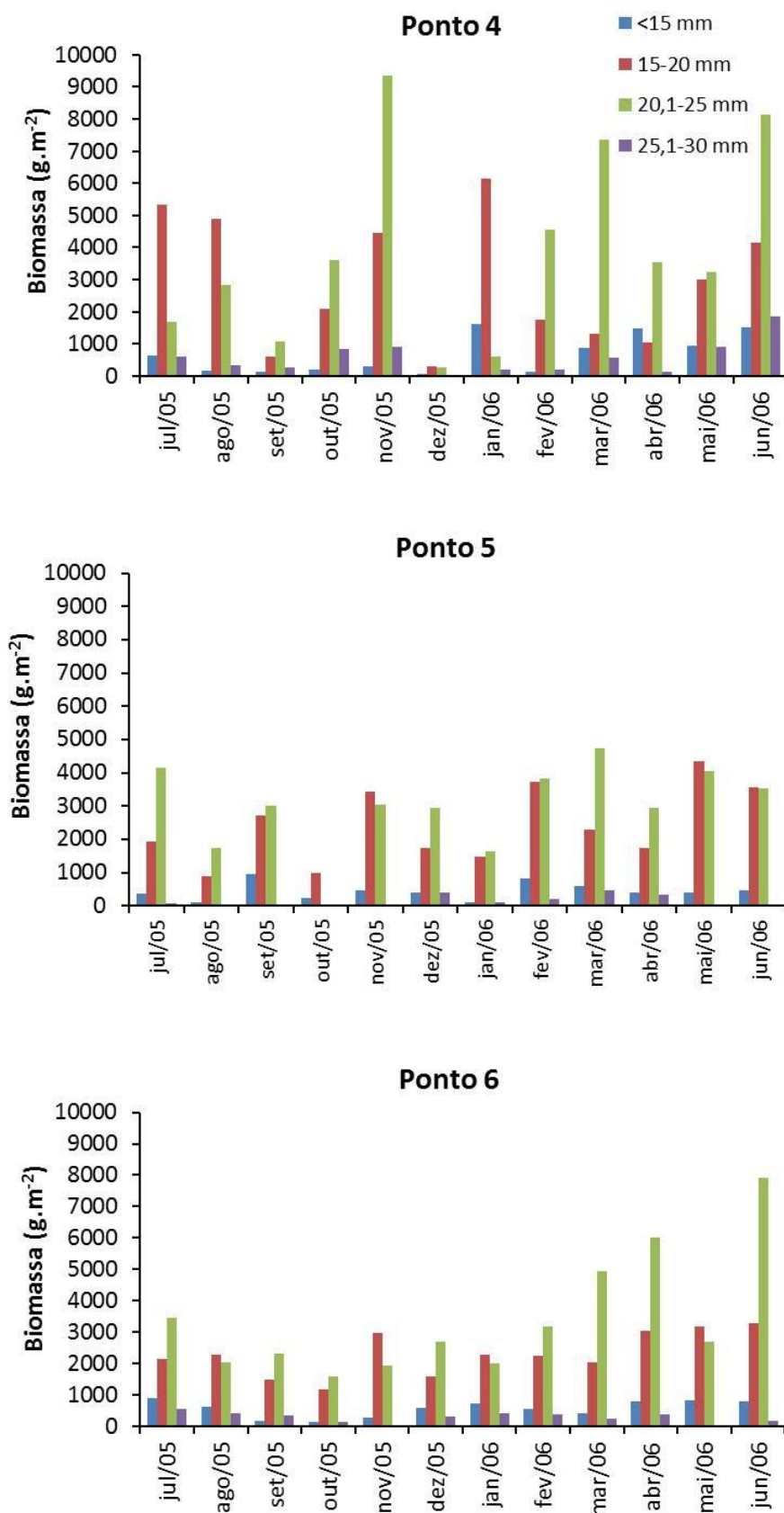


Figura 17 (Continuação): Biomassa mensal ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) de *Anomalocardia brasiliana* por classe de tamanho nos seis pontos de coleta no Rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte, ao longo dos 12 meses de estudo. Identificação dos pontos de coleta fornecida na Tabela I.

Assim como foi constatado para a densidade, a biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* foi menor nos pontos amostrais situados mais próximos à desembocadura do Rio Tubarão (Figura 17). No ponto 5, o mês de fevereiro/06, que se destacou pela alta densidade de indivíduos, especialmente na classe de tamanho <15 mm, apresentou baixa biomassa, refletindo o menor peso dos indivíduos pequenos.

5.3. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS

Para a densidade de *Anomalocardia brasiliiana*, a correlação entre as variáveis apresentou alta significância apenas para a salinidade (0,001**) e a quantidade de argila do substrato apresentou baixa significância na correlação com a densidade da espécie (0,020*). As outras variáveis: temperatura, areia e silte não apresentaram correlação de significância para a densidade da espécie. Observar a tabela II.

Tabela II: Valores de correlação entre as variáveis (Temperatura, salinidade, areia, silte e argila) e a densidade de *Anomalocardia brasiliiana* com dados sobre a significância.

DENSIDADE	r	Significância
Temperatura	- 0,104	0,386 (NS)
Salinidade	0,374	0,001 **
Areia	0,097	0,418 (NS)
Silte	- 0,214	0,071 (NS)
Argila	0,273	0,020 *

NS= Não apresenta significância; ** Alta significância e * Baixa significância.

Para a biomassa de *Anomalocardia brasiliiana*, a correlação entre as variáveis apresentou baixa significância para a salinidade (0,017*) e nenhuma significância para a temperatura, areia, silte e argila. Observar a Tabela III.

Tabela III: Valores de correlação entre as variáveis (Temperatura, salinidade, areia, silte e argila) e a biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* com dados sobre a significância.

BIOMASSA	r	Significância
Temperatura	- 0,193	0,104 (NS)
Salinidade	0,280	0,017 *
Areia	0,120	0,315 (NS)
Silte	- 0,219	0,065 (NS)
Argila	0,202	0,089 (NS)

NS= Não apresenta significância; ** Alta significância e * Baixa significância

6. DISCUSSÃO

Anomalocardia brasiliiana está distribuída ao longo de toda a costa brasileira, especialmente nos manguezais positivos, conforme registrado por diversos autores (e.g. SCHAEFFER-NOVELLI, 1976; PESO, 1980; BARREIRA & ARAÚJO, 2005). No manguezal hipersalino estudado, ficou evidente, pela alta densidade da espécie, que *A. brasiliiana* está perfeitamente adaptada à habitats hipersalinos, como também já foi observado por Silva *et al.* (2005) na Lagoa hipersalina de Araruama (RJ), onde *A. brasiliiana* é a espécie de macroinvertebrado bentônico mais frequente em termos de ocorrência.

A frequente dominância de *A. brasiliiana* sobre as demais espécies macrobentônicas é observada em várias regiões do litoral brasileiro (SCHAEFFER-NOVELLI, 1976; PESO, 1980; BOEHS, 2000). *A. brasiliiana* demonstra ser uma espécie bem adaptada às variações das condições ambientais mesmo quando consideradas estressantes a outros organismos, como a oscilação da temperatura e da salinidade e reduções da umidade do sedimento (BOEHS, 2000). Leonel *et al.* (1983) relatam que a tolerância desta espécie aos meios hiperosmóticos constituem uma adaptação à exposição no período de baixa-mar. Essa estratégia, o hábito alimentar suspensívoro e o fato de ser considerada uma espécie euri térmica e eurihalina (SCHAEFFER-NOVELLI, 1980; LEONEL *et al.*, 1983) podem explicar o sucesso e dominância dela nos ambientes de entre-marés.

No Rio Tubarão, *A. brasiliiana* demonstrou-se resistente às variações de salinidades observadas, estando presente nas áreas com menor (37) e maior salinidade (50), mesmo que em densidades diferentes. Por se tratar de um ambiente hipersalino e mesmo na presença das chuvas em determinado período do ano, a espécie foi observada em altas densidades principalmente nos pontos localizados na parte superior do estuário, que são mais salinas. Na Lagoa de Araruama, onde a salinidade atinge 80, esta espécie foi considerada bastante frequente (SILVA *et al.*, 2005). Na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé (SC), Souza (2007) afirma que *A. brasiliiana* ocorre em maior abundância exatamente na parte mais baixa do estuário, onde a salinidade é maior devido à proximidade com o oceano. No Rio Tubarão, que tem características de estuários inversos, o padrão de densidade foi diferente, mas a presença desta espécie em áreas salinas é reforçada.

Em alguns estudos relatam que o molusco não consegue suportar baixas severas da salinidade nos períodos chuvosos, causando a morte ou redução de *A. brasiliiana* (CAPITOLI *et al.*, 1978; MONTI *et al.*, 1991). As chuvas também contribuíram para a redução das populações da espécie no litoral do Estado do Paraná (BOEHS, 2000), o que levou à morte dos animais por asfixia e pelo estresse fisiológico devido os efeitos da precipitação. De acordo com Barreira & Araújo (2005), o efeito da diminuição da salinidade foi mais evidente nos indivíduos machos de *A. brasiliiana*.

Em relação à temperatura, este parâmetro não parece ser muito relevante na determinação dos padrões de distribuição e densidade de *Anomalocardia brasiliiana*, tendo em vista que ela ocorre ao longo de uma ampla faixa latitudinal (RIOS, 2009). No entanto, estudos mais detalhados devem ser realizados para investigar com maior cuidado, uma possível influência da temperatura sobre a dinâmica populacional de *A. brasiliiana* em diferentes latitudes.

Características do substrato também pode ser fator ambiental importante na compreensão da distribuição da espécie ao longo do estuário, mas não demonstrou ser limitante. Todos os pontos amostrais estudados exibiram alta concentração de areia, não havendo uma presença significativa de sedimentos finos em nenhum deles. Segundo Araújo & Rocha-Barreira (2005), a natureza do substrato pode ser considerada um parâmetro ambiental importante para a fauna bentônica, fornecendo abrigo, alimento e proteção. Os organismos podem mostrar um alto grau de relação de dependência com o substrato e este determina a composição específica, riqueza, abundância e biomassa da fauna bentônica (RHOADS & BOYER, 1984).

No presente estudo, *A. brasiliiana* ocorreu em densidades altas em sedimento com maiores concentrações de areia (pontos 4 e 5), e nos locais que apresentaram sedimento fino as densidades da espécie, em todos os comprimentos de concha, foram menores (pontos 1, 2 e 3). Valores coerentes com estes resultados foram encontrados também por Boehs *et al.* (2008), no estado do Paraná, onde *A. brasiliiana* ocorreu em sedimento areno-lodoso composto por 90% de areia. Fogaça & Neto (2009) corroboram com este fato, em estudo realizado no Sistema Estuarino de Laguna-SC, onde foi constatado que áreas de sedimento areno-lodosos com texturas finas de até 20% e salinidade média de 22 são os locais onde as densidades de *A. brasiliiana* são mais altas e nos locais com sedimento muito fino não foi observada sequer a ocorrência da espécie. Magalhães *et al.* (1991) também observaram a

ausência de *A. brasiliiana* em locais de substrato duro com granulação fina e grande quantidade de matéria orgânica. Isto possivelmente está associado ao hábito infaunal da espécie, que, de acordo com Narchi (1972), utiliza o pé para se enterrar a profundidade de 5 cm no substrato. Os curtos sífões permanecem captando água para alimentação e respiração e os substratos mais compactados dificultariam a escavação pelo pé.

No manguezal do Rio Tubarão, os indivíduos jovens de *A. brasiliiana* ocorreram em todos os meses de coleta com os leves picos observados nos meses de fevereiro, março e abril, o que é corroborado com o trabalho realizado por Grotta e Lunetta (1980), considerado o pioneiro para a espécie na região do litoral paraibano. Neste estudo, os autores não observaram nenhum período de repouso sexual nos indivíduos de *A. brasiliiana*, porém nos meses de janeiro, agosto e setembro foram verificados os maiores picos de eliminação total de gametas para ambos os sexos. Grotta & Lunetta (1980) afirmam que “*enquanto progridem as diferentes fases da gametogênese, ocorre, simultaneamente, a eliminação de grande quantidade de gametas: oócitos, nas fêmeas e espermatozóides, nos machos*”. Este fato pode estar relacionado com as condições térmicas favoráveis da região com a presença de temperaturas médias próximas a 30°C.

Peso (1980) observou, no litoral baiano, desovas contínuas de *A. brasiliiana* com períodos mais intensos de eliminação de gametas na primavera, outono e início do inverno. No litoral paulista observou-se a presença de jovens o ano inteiro com um pico reprodutivo na primavera (ARRUDA-SOARES *et al.*, 1982). Este fato também foi observado por Boehs (2000), na Baía de Paranaguá, onde *A. brasiliiana* apresentou reprodução contínua com picos de eliminação dos gametas na primavera e no outono. Em São Paulo, Narchi (1972) relata ter observado dois importantes períodos de emissão de gametas, também na primavera (agosto-novembro) e outono (fevereiro-abril), sendo o primeiro considerado o mais longo. A intensa gametogênese de *A. brasiliiana* registrada na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé por Araújo (2001) aponta para picos da gametogênese ocorrendo de fevereiro até o final de abril para machos e fêmeas da espécie, o que sugere uma sincronia dos ciclos sexuais.

Mesmo em densidades diferentes, *Anomalocardia brasiliiana* esteve distribuída ao longo de todo o estuário do Rio Tubarão, em todos os pontos dispostos desde a desembocadura até as porções mais altas, distantes cerca de 10km da foz. No entanto, as maiores densidades foram registradas nos pontos mais distantes da

desembocadura, com salinidade entre 37 e 49. No período chuvoso, em que houve uma pequena diminuição na salinidade, registrou-se as maiores densidades de organismos. Boehs (2000) constatou que em ambientes estuarinos positivos observa-se uma redução das espécies marinhas em direção à montante, devido à diminuição da salinidade nas regiões mais internas. No entanto, neste estudo o padrão foi invertido, o que provavelmente está relacionado ao fato de ser um estuário inverso. De qualquer forma, há alguma resposta dos mariscos ao período chuvoso, o que fica evidenciado através do conhecimento popular local. No período de chuvas, as catadoras de mariscos, marisqueiras, relatam que os mariscos apresentam aspecto moribundo, choco, que os torna impróprios para o consumo humano (DIAS *et al.*, 2007).

Os valores máximos de densidade encontrados neste estudo (6.544 ind./m² e 6.240 ind./m²) foram bem superiores aos encontrados por Fogaça & Neto (2009), no Complexo Estuarino de Laguna – SC com apenas 513 ind./m²; por Pezzuto & Echternach (1999), na Ilha de Santa Catarina com 2.135 ind./m²; por Boehs (2000), na Baía de Paranaguá-PR com média de 1.804 ind./m²; por Souza (2007), na Reserva Extrativista de Pirajubaé-SC com 1.431 ind./m²; por Rodrigues *et al.*, (2010) com 1.215 ind./m² e por Araújo & Rocha-Barreira (2005), na praia do Canto da Barra (Fortim-CE) com valor máximo de 2.118 ind./m². Comparando-se o presente estudo com estes dados supramencionados, podemos sugerir que o manguezal do Rio Tubarão apresenta uma das maiores densidades desta espécie já registradas para estuários do Nordeste.

As variações nas densidades de *A. brasiliiana* entre os pontos de coleta não parecem estar relacionadas apenas com a salinidade e o tipo de fundo, mas também com os meses do ano e períodos de recrutamento da espécie, fatores que talvez sejam evidenciados pelas características do local de estudo. Corte *et al.* (2011), no litoral paulista, observou que o substrato e a salinidade não estão relacionados com as poucas variações observadas nas densidades médias de *A. brasiliiana* nos pontos de coleta no local de estudo.

Quanto ao tamanho de *A. brasiliiana*, no presente estudo foi observado o valor máximo do comprimento da concha em 30 mm, valor igual ao registrado por Souza, (2007) na Reserva Extrativista de Pirajubaé (SC). Alguns valores máximos em outros trabalhos realizados no Brasil seguem: 39,5 mm, 34 mm e 31,8 mm no litoral de Santa Catarina (PEZZUTO & ECHTERNACHT, 1999; TREMEL, 1994; BOEHS &

MAGALHÃES, 2004, respectivamente); 34 mm e 33 mm no Paraná (BOEHS, 2000; BOEHS *et al.* 2008, respectivamente); 34,2 mm no litoral baiano (PESO, 1980); 22,13 mm no litoral Norte de Pernambuco (LAVANDER *et al.*, 2011). A captura de exemplares de *A. brasiliiana* é recomendada para indivíduos com comprimento de concha acima de 20 mm, pois segundo Arruda Soares *et al.*, (1982) este é o tamanho em que a espécie alcança o sucesso reprodutivo onde grau de desenvolvimento das gônadas é mais evidente. No Rio Tubarão, o baixo número de exemplares com tamanho entre 25 e 30 mm pode ser um reflexo da captura de indivíduos maiores para consumo e comercialização. De acordo com Dias *et al.* (2007), os locais estudados consistem nas principais áreas de captura deste bivalve. Estes autores afirmam ainda que uma das estratégias de manejo desenvolvidas pelas marisqueiras é a escolha dos indivíduos maiores.

As informações aprofundadas sobre a biologia, dinâmica populacional e levantamento dos estoques de espécies como *A. brasiliiana*, com reconhecido valor comercial e pesqueiro, são de extrema importância para que se evite a sobreexploração deste recurso. Assim, faz-se necessário o manejo adequado e estudos integrados que analisem a ecologia da espécie e as variações ambientais decorrentes das ações humanas.

7. CONCLUSÕES

- *Anomalocardia brasiliiana* apresentou ampla distribuição em todos os pontos amostrados no estuário do Rio Tubarão, porém as maiores abundâncias da espécie foram registradas na parte superior, mais distante da desembocadura e com substrato essencialmente arenoso;
- A parte superior do estuário, onde estão localizados os pontos 4, 5 e 6, apresentou as maiores concentrações de *Anomalocardia brasiliiana* em todas as suas classes de comprimento de concha;
- A salinidade foi o único parâmetro abiótico analisado que apresentou uma leve influência sobre a distribuição e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário do Rio Tubarão;
- A temperatura não foi considerada fator determinante para a distribuição e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* na área estudada;
- Os períodos sazonais não apresentaram influência na ocorrência e densidade de *Anomalocardia brasiliiana* em um ciclo anual;
- A reprodução e conseqüente recrutamento de jovens ocorreu ao longo do ano, mas um leve pico de recrutamento de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário do Rio Tubarão foi observado nos meses de fevereiro, março e abril;
- Os dados ora apresentados poderão subsidiar ações de manejo da pesca na área estudada, além de fornecer informações inéditas acerca da distribuição, densidade e biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* de habitats hipersalinos.

8. REFERÊNCIAS

ANDREW, N. L., MAPSTONE, B. D. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, 25: 39-90.

ARAÚJO, C.M. 2001. **Biologia reprodutiva do Berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé.** São Paulo/SP. Tese Doutorado. Universidade de São Paulo, 204p.

ARAÚJO, M. L. R. & ROCHA-BARREIRA, C. A. 2005. Distribuição Espacial de *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (MOLLUSCA, BIVALVIA, VENERIDAE) na Praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 31 (1): 21-31.

ARRUDA-SOARES H, Y SCHAEFFER-NOVELLI & J MANDELLI-JÚNIOR. 1982. “Berbigão” *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), bivalve comestível da região da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil: aspectos biológicos de interesse para a pesca comercial. **Boletim do Instituto de Pesca**, 9: 21-38.

BARREIRA, C.A.R & ARAÚJO, M.L.R. 2005. Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 31 (1): 9- 20.

BOEHS, G. 2000. **Ecologia populacional, reprodução e contribuição em biomassa de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** Curitiba/PR. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 102p.

BOEHS, G; ABSHER, T. M & CRUZ-KALED, A. C. 2008. Ecologia Populacional de *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA, VENERIDAE) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 34 (2): 259-270.

BOEHS, G. & 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. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (4): 865-869.

CAPITOLI, R. R.; BEMVENUTI, C. & GIANUCA, N. M. 1978. Estudos de Ecologia bêntica na Região Estuarina da Lagoa dos Patos. I – As comunidades bentônicas. **Atlântica**, 3: 5-22.

BRAZEIRO, A. & DEFEO, O. 1996. Macrofauna zonation in microtidal Sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Stirling, 42 (4): 523-536.

BROWN, A.C. & MCLACHALAN, A. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdã: **Elsevier**. 327p.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, N. H. 1963. "Estuaries". In: Hill, M. N. (Ed.). *The Sea. Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas*. New York, Interscience, 306-324p.

CARNEIRO, C. R. 1994. **Densidade populacional da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) na praia de Barra, município de Grossos – RN**. Mossoró/RN Monografia de Graduação. Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CORTE, G. N. YOKOYAMA, L.Q., & AMARAL, A.C.Z. 2011. **Dinâmica Reprodutiva e Taxa de Renovação do Berbigão *Anomalocardia brasiliana* em Áreas de Captura do Litoral Paulista**. V Simpósio Brasileiro de Oceanografia: Oceanografia e Políticas Públicas. Santos-SP.

DIAS, T. L. P. 2006. **Os peixes, a pesca e os pescadores a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil**. João Pessoa/PB. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, 168p.

DIAS, T. L. P; ROSA, R. S & DAMASCENO, L. C. P. 2007. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, 1 (1): 25-35.

DIENER, D. R; FULLER, S. C.; LISSNER, A.; HAYDOCK, C. 1.; MAURER, D.; ROBERTSON, G. & GERLINGER, T. 1995. Spatial and temporal patterns of the infaunal community near a major outfall in Southern California. **Marine Pollution Bulletin**, 30 (12): 861-878.

ELLIOTT, M., MCLUSKY, D.S., 2002. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 55: 815–827.

FERRARO, S. P. & COLE, F. A. 1990. Taxonomic level and sample size sufficient for assessing pollution impacts on the Southern California Bight macrobenthos. **Marine Ecology Progress Series**, 67: 251-262.

FOGAÇA. J. & NETO, S. A. 2009. **Distribuição e Abundância do Berbigão *Anomalocardia brasiliiana* no Sistema Estuarino de Laguna (SC, BRASIL)**. Congresso de Ecologia do Brasil: São Lourenço - MG.

GNING, N.; LOC'H, F. L.; THIAW, O. T.; ALIAUME, C. and VIDY, G. 2010. Estuarine resources use by juvenile Flagfin mojarra (*Eucinostomus melanopterus*) in an inverse tropical estuary (Sine Saloum, Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 86 (4): 683–691.

GRAY, J. S. 1981. **The ecology of marine sediments**. Cambridge University Press, Cambridge, 234p.

GRILLO, M. C. G; VENTURA, C. R. R & SILVA, S. H. G. 1998. Spatial distribution of bivalvia (Mollusca) in the soft-bottoms of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 4 (1): 19-31.

GROTTA, M. & LUNETTA, J. N. 1980. Ciclo Sexual de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) do Litoral do Estado da Paraíba. **Revista Nordestina de Biologia**, 3 (1): 5-55.

HEIP, C., WARWICK, R. M., CARR, M. R., HERMAN, P. M. J., HUYS, R., SMOL, N., VAN HOLSBEKE, K. 1988. Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierfjord/ Langesundfjord. **Marine Ecology Progress Series**, 46: 171-180.

HERMAN, P. M. J., HEIP, C. 1988. On the use of meiofauna in ecological monitoring: who needs taxonomy? **Marine Pollution Bulletin**, 19: 665-668.

IDEMA. 2004. **Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte**. Mapeamento geoambiental da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão. Relatório Técnico, Natal, Brasil, 23p.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2011.

JONES, G. P.; FERRELL, D. 1. & SALE, P. F. 1990. Spatial pattern in the abundance and structure of mollusk populations in the soft sediments of a coral reef lagoon. **Marine Ecology Progress Series**, 62 (1-2): 109-120.

KNOX, G. A. 2000. The role of polichaetes in benthic soft-bottom communities. **In Essays on Polichaetous Annelids**, in Memory of Dr Olga Hartman, 547-604.

LAVANDER, H. D. *et al.* 2011. Biologia Reprodutiva de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) no Litoral de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 6 (2): 344-350.

LEONEL, R.M.V., MAGALHÃES, A.R.M. & LUNETTA, J.E. 1983. Sobrevivência de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia), em diferentes salinidades. **Boletim de Fisiologia da Universidade de São Paulo**, 7: 63-72.

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

MCLACHLAN, A. Sandy beach ecology – a review. 1983. In: McLachlan, A.; Erasmus, T. (eds.), **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: W. Junk, p. 321-380p.

MIRANDA, L. B. de; CASTRO, B. M. de; KJERFVE, B. 2002. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 210 p.

MONTI, D.; FRENKIEL, L e MOÛEZA, M. 1991. Demography and growth of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin) (Bivalvia: Veneridae) in a mangrove in Guadeloupe (French West Indies). **Journal of Molluscan Studies**, 57: 249-257.

NARCHI, W. 1972. Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia: Veneridae). **Bulletin of Marine Science**, 22 (3): 643-670.

OLIVEIRA, I.; AMORIM, A.; LAVANDER, H.; PEIXOTO, S. & GÁLVEZ, A. O. 2011. Spatial and temporal distribution of the shellfish *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) on Mangue Seco beach, Pernambuco, Brazil. **International Journal of Aquatic Science**, 2 (1): 68-79.

PEZZUTO, P. R. & ECHTERNACHT, A. M. 1999. Avaliação de impactos da construção da via expressa SC-Sul sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791)(Mollusca: Pelecypoda) na reserva extrativista marinha do Pirajubaé (Florianópolis, Santa Catarina, Brasil). **Atlântica**, 21: 105-119.

PRITCHARD, D. W. 1967. What is an Estuary: Physical Viewpoint. **American Association for the Advancement of Science**, 83: 3 -5.

Rio Grande do Norte. Lei 8.349 de 18 de julho de 2003. **Criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, na região de Diogo**

Lopes e Barreiras nos Municípios de Macau e Guamaré no Rio Grande do Norte e dá outras providências.

RIOS, E. C. 2009. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. FURG, Rio Grande. 668p.

RHOADS, D. C.; BOYER, L. F. 1984. The effects of marine benthos on physical properties of sediments: a successional perspective. In McCall, P. L.; Tevesz, M. J. S. (Eds), Animal-sediment relations. **New York: Plenum Press**, 3-52p.

RODRIGUES, A. M. L. 2009. *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (Bivalvia, Veneridae) em Praias da Região Estuarina do Rio Apodi/Mossoró - RN. Dissertação de Mestrado. Ciência Animal. UFERSA, 33p.

RODRIGUES, A. M. L; BORGES-AZEVEDO, C. M & HENRY-SILVA, G. G. 2010. Ecologia Populacional do Molusco Bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) (BIVALVIA, VENERIDAE). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 8 (4): 377-383.

SANTIAGO, M. F. *et al.* 2004. **Ciclo Nictemeral de Variáveis Ambientais no Estuário Hipersalino Tropical Brasileiro**. Associação Brasileira de Oceanografia. 845-856p.

SAVENIJE, H. H. G. 2006. Salinity and Tides in Alluvial Estuaries. **Elsevier Science**. Amsterdam, 208 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1976. 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. **Tese de Doutorado**. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 119p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2005. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum: principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e usos sustentáveis**. Brasília/DF: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

SILVA, E., SOARES-GOMES, A., FERNANDES, F. & ABREU, C. M. 2005. Sandy beach macrobenthos assemblages at a hypersaline coastal lagoon, Lagoa de Araruama, RJ, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI (42): 265-270.

SILVA-CAVALCANTI, J. S. & COSTA, M. F. 2011. Fisheries of *Anomalocardia brasiliensis* in Tropical Estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Science** 6 (2): 86-99.

SMITH, S. D. A. & SIMPSON, R. D. 1993. The effects of pollution on the holdfast macrofauna of the kelp *Ecklonia radata*: discrimination at different taxonomic levels. **Marine Ecology Progress Series**, 96: 199-208.

SNUC. 2002. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Decreto Federal nº 4340.

SOLA, M. C. R & PAIVA, P. C. V. 2001. Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 49:1/2, 137-142.

SOUZA, D. S. 2007. Caracterização da Pesca do Berbigão *Anomalocardia brasiliensis* (GMELIN, 1791) (MOLLUSCA: BIVALVIA) na Reserva Extrativista do Pirajubaé (Florianópolis/SC): Subsídios Para o Manejo. Itajaí. 62p. **Dissertação de Mestrado**. Universidade do Vale do Itajaí.

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

PEZZUTO, P. R. & ECHTERNACHT, A. M. 1999. Avaliação dos Impactos da Construção da Via Expressa SC-Sul sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (Florianópolis, SC – Brasil). **Atlântica**, Rio Grande, 21: 105-119.

PRITCHARD, D. W. 1967. What is an Estuary: Physical Viewpoint. **American Association for the Advancement of Science**, 3-5p.

TREMEL, E. 1994. Exploração Racional do berbigão. Casqueiro – Informativo sobre cultivo de Moluscos e Aquicultura Marinha. **Laboratórios de Cultivo de Moluscos Marinhos**, 2: 2.

WARWICK, R. M. 1988. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. **Marine Ecology Progress Series**, 46: 167-170.