

## Distribuição e densidade do bivalve *Tivela mactroides* (Born, 1778) em região estuarina tropical do semiárido do nordeste brasileiro

Eudilena Laurindo Medeiros \*

Gabryelle Fernandes Viégas

Gustavo Gonzaga Henry-Silva

Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
CEP 59625-900, Mossoró □RN, Brasil

\*Autor para correspondência  
eudilena@hotmail.com

Submetido em 09/05/2013  
Aceito para publicação em 29/11/2013

### Resumo

O presente estudo avaliou a distribuição (espacial e temporal) e a densidade do molusco *Tivela mactroides* em praias de uma região estuarina tropical do semiárido brasileiro e as suas relações com temperatura, salinidade, matéria orgânica e granulometria do sedimento. Semestralmente (abril/2009 a outubro/2011) foram dispostos 20 transectos perpendicularmente à linha da praia em direção ao mar, com 300 m de comprimento na zona intertidal. Em cada transecto foram definidos sete pontos de coletas com distância de 50 m entre si e coletadas amostras de moluscos e sedimento. As maiores densidades médias de *T. mactroides* foram observadas em abril/2009 (43 indivíduos/m<sup>2</sup>) e outubro/2009 (45 indivíduos/m<sup>2</sup>), enquanto em abril/2010 e outubro/2010 foram constatados os menores valores (11 e 7 indivíduos/m<sup>2</sup>, respectivamente). A redução da densidade nestes meses provavelmente esteve relacionada à intensa precipitação que ocasionou uma diminuição da salinidade na região. A análise de correlação entre a densidade de *T. mactroides* e a distância do estuário do Rio Apodi-Mossoró foi positiva, evidenciando o aumento do número de indivíduos desta espécie ao se afastar da região estuarina. A densidade de *T. mactroides* apresentou correlação negativa com a porcentagem de matéria orgânica. Pôde-se constatar ainda um padrão de distribuição agregado para esta espécie.

**Palavras-chave:** Estuário; Matéria orgânica; Precipitação; Salinidade

### Abstract

**Distribution and density of the bivalve *Tivela mactroides* (Born, 1778) in the tropical estuarine region of semiarid Northeast Brazil.** The present study evaluated the distribution (spatial and temporal) and density of the mollusc *Tivela mactroides* on beaches in a tropical estuarine region of the Brazilian semiarid region and their relationship with temperature, salinity, organic matter and sediment grain size. Semiannually (April 2009 to October 2011), 20 transects were arranged perpendicular to the line of the beach towards the sea, 300 m long in the intertidal zone. Seven sampling points, 50 m apart, were established in each transect, and samples of molluscs and sediment were collected. The highest average densities of *T. mactroides* were observed in April 2009 (43 individuals/m<sup>2</sup>) and October 2009 (45 individuals/m<sup>2</sup>), while the lowest values were found in

April 2010 and October 2010 (11 and 7 individuals/m<sup>2</sup>, respectively). The lower density in these months was probably related to the intense rainfall that caused a decrease in salinity in the region. The correlation between density of *T. mactroides* and distance from the estuary of the Apodi-Mossoró River was positive, indicating an increase in the number of individuals of this species with distance from the estuarine region. The density of *T. mactroides* was negatively correlated with the percentage of organic matter. It was also found that this species has an aggregated distribution pattern.

**Key words:** Estuary; Organic matter; Precipitation; Salinity

## Introdução

As populações de moluscos vêm sendo ameaçadas pela degradação dos ambientes litorâneos e pelas atividades pesqueiras desenvolvidas em ecossistemas de praias e mangues (MENASVETA; CHEEVAPARANAPIWAT, 1981; CHEEVAPORN; MENASVETA, 2003; GELCICH et al., 2008; NAGELKERKEN et al., 2008). Além dos impactos antrópicos, outros fatores influenciam a distribuição e a densidade das populações de moluscos, tais como o hidrodinamismo, granulometria e quantidade de matéria orgânica do sedimento, bem como as características físicas e químicas da água (BAKANOV, 2004; RODIL et al., 2008; BARROSO; MATTHEWS-CASCON, 2009; HERRMANN et al., 2010). O comportamento reprodutivo e a disponibilidade de alimento também podem interferir na distribuição espaço-temporal e na densidade destes organismos bentônicos (RABY et al., 1994; CASTILLA; DEFEO, 2001; PAERL et al., 2003).

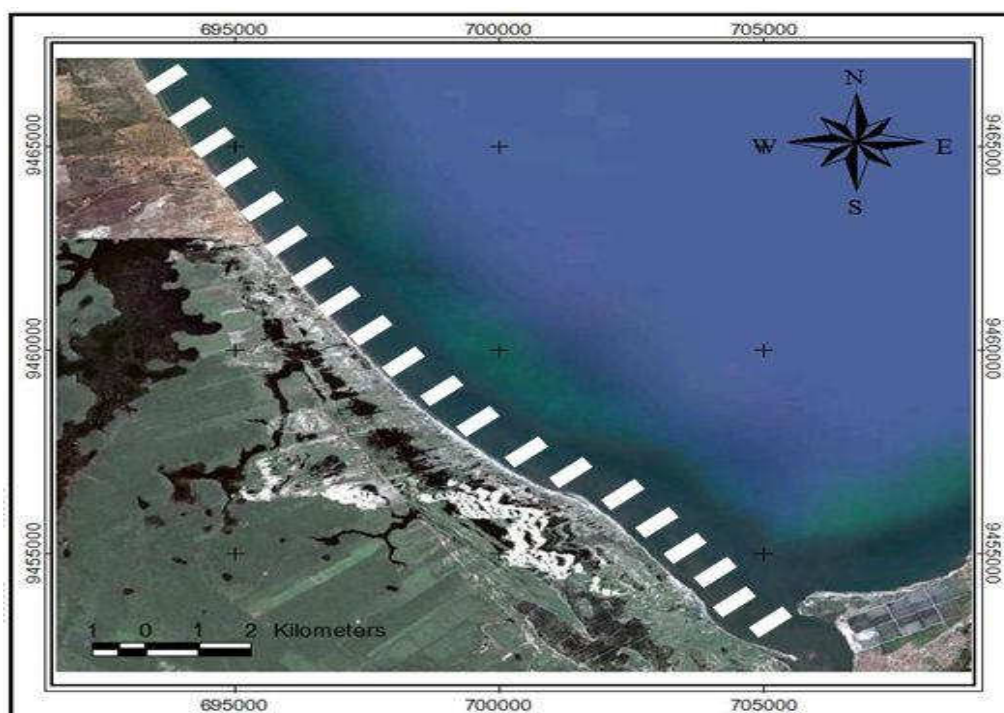
O bivalve *Tivela mactroides* pertence à família Veneridae (Mollusca, Bivalvia) e esta possui aproximadamente 500 espécies, com cerca de cinquenta gêneros e doze subfamílias (CANAPA et al., 1996). Essa diversidade ocorre devido à grande variedade de habitats para os quais estão adaptados, como praias arenosas, areno-lodosas, manguezais e fundos arenosos em ambientes coralíneos (CANTERA, 1991). Essa espécie de molusco é popularmente conhecida como Berbigão, Marisco-de-areia, Sapinhauá e Crioulo, sendo ocasionalmente explorada por marisqueiras do nordeste brasileiro, como meio de subsistência e na complementação da renda familiar. *Tivela mactroides* possui distribuição geográfica desde as Ilhas Ascensão

no México até o sul do Brasil (RIOS, 1994), sendo que no Brasil sua distribuição ocorre desde Santa Catarina até o Ceará (MIGOTTO et al., 1993). Este molusco habita praias expostas à energia de ondas variando de média a alta com substratos de areia grossa a lamoso (MCLACHLAN et al., 1996; DENADAI et al., 2005). Possui valvas triangulares, equilaterais, com concha equivalve, fina e moderadamente inflada. Superfície externa da concha de cor creme, com vários padrões de linhas com a cor marrom (MATTHEWS-CASCON; LOTUFO, 2006).

Em praias do litoral do Rio Grande do Norte são encontradas diversas espécies de bivalves que são extraídas comercialmente pelas populações locais, tais como *Anomalocardia brasiliana*, *Donax striatus* e *T. mactroides*. A densidade e a distribuição destas espécies podem variar de acordo com a época do ano e com as variáveis ambientais (RODRIGUES et al., 2010). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivos avaliar a distribuição (espacial e temporal) e a densidade do molusco *T. mactroides* em praias de uma região estuarina tropical do semiárido brasileiro e as suas relações com as variáveis abióticas.

## Material e Métodos

As coletas foram realizadas na região litorânea oeste do Rio Grande do Norte em uma área de estudo que compreendeu 22 km de praias iniciando na região estuarina do rio Apodi/Mossoró (04°58'47"S; 37°09'17"W), situada entre os municípios de Grossos e Tibau, RN, que pertence à subzona salineira do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

FIGURA 1: Locais de coleta de *T. mactroides* em 22 km de praias entre os municípios de Grossos e Tibau, RN.

Entre abril de 2009 e outubro de 2011 foram realizadas seis coletas, totalizando três períodos chuvosos e três períodos de seca. Semestralmente foram dispostos 20 transectos perpendicularmente à linha da praia em direção ao mar, com 300 m de comprimento na zona intertidal durante a maré baixa. Em cada transecto foram definidos sete pontos de coletas com distância de 50 m entre si.

Em cada ponto foram coletados indivíduos de *T. mactroides*, com um coletor circular de 15,7 cm de diâmetro e 12 cm de altura. Nos mesmos pontos foram coletadas amostras de sedimento, com um coletor circular de ferro galvanizado de 5,6 cm de largura e 10 cm de altura. As amostras de sedimento e moluscos foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por pontos, colocadas em caixas térmicas e transportadas para laboratório onde foram conservadas congeladas até o momento das análises. A temperatura da água foi obtida em campo com um multisensor de variáveis limnológicas (marca Horiba) e a salinidade foi verificada com o auxílio de um refratômetro óptico manual.

Em laboratório, foram feitas a contagem dos indivíduos vivos de *T. mactroides*. As amostras de sedimento foram secas em estufa a 50°C, para posteriormente se efetuar a análise granulométrica utilizando técnicas de peneiramento (SUGUIO, 1973). Os pesos dos sedimentos foram obtidos em cada uma das peneiras (2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125 e 0,053 mm) e classificados em (i) cascalho, (ii) areia grossa e muito grossa, (iii) areia média, (iv) areia fina, (v) areia muito fina e silte + argila (SHEPARD, 1954). A determinação da matéria orgânica foi realizada pelo método gravimétrico, segundo Wetzel e Likens (1991). Os dados de precipitação pluviométrica da região estudada foram obtidos através da Agência Nacional das Águas (ANA), em que se utilizou a média aritmética de oito estações climatológicas distribuídas pela bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró.

A distribuição espacial de *T. mactroides* foi verificada para cada período de coleta por meio do índice de Morisita ( $I\delta$ ), segundo Equação 1, com significância estatística verificada pelo teste F (LUDWIG; REYNOLDS, 1998), sendo que, quando  $I\delta = 1$ , a distribuição é aleatória; quando  $I\delta > 1$ , a distribuição é agregada e quando  $I\delta < 1$ , a distribuição é uniforme.

EQUAÇÃO 1: Cálculo para obter o valor do índice de Morisita.

$$I_{\delta} = N \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

$I_{\delta}$  = Índice de Morisita; N = número de unidades amostrais;  $\sum x$  = somatório dos indivíduos presentes nas unidades.

Foram produzidos mapas de distribuição potencial para verificar a variação da densidade de *T. mactroides* com relação à distância do estuário. Para a elaboração dos mapas foi capturada a imagem da área de estudo no formato JPG, através do programa Google Earth (GOOGLE), em seguida realizou-se a transformação da imagem para o formato TIFF. Através do programa IMPIMA, que está inserido no pacote do SPRING 5.1, foi realizada a separação das bandas da imagem. Posteriormente, utilizando o programa SPRING 5.1, foi realizado o registro das bandas 1, 2, 3 na cor verdadeira. Com o sistema de informações geográficas ArcView 3.2, realizou-se a interpolação dos dados espaciais, utilizando o método *IDW* (*Inverse Distance Weighted*), descrito por (MELLO et al., 2003) (Equação 2).

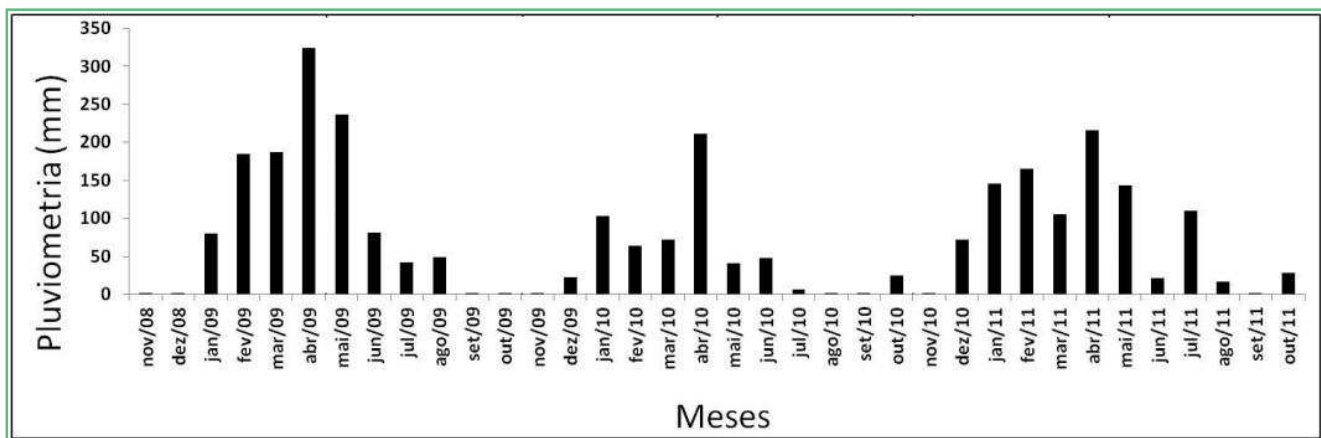
EQUAÇÃO 2: Cálculo do valor interpolado pelo método IDW.

Onde  $X_p$  é o atributo interpolado;  $X_i$  é o valor do atributo do  $i$ -ésimo ponto de amostragem;  $d_i$  é a distância euclidiana entre o  $i$ -ésimo ponto da vizinhança e o ponto amostrado; e  $n$  é o número de amostras.

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^N \left( \frac{1}{d_i^2} \times X_i \right)}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{1}{d_i^2} \right)}$$

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi empregado na verificação da existência de diferenças significativas das variáveis abióticas (temperatura, matéria orgânica e salinidade) ao longo do tempo. Quando identificadas essas diferenças significativas, foi aplicado o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls. O nível de significância utilizado foi de 0,05. Análise de Regressão Linear Múltipla foi utilizada para verificar a dependência da abundância de *T. mactroides* com as diferentes classes texturais analisadas. Testes de correlação foram aplicados entre a densidade de *T. mactroides* e as variáveis abióticas (temperatura, salinidade), além de granulometria e matéria orgânica do sedimento.

FIGURA 2: Precipitação média (mm) da Bacia Hidrográfica do rio Apodi/Mossoró de novembro/2008 a outubro/2011 (Fonte: Agência Nacional de Águas/ANA - 2008/2011).



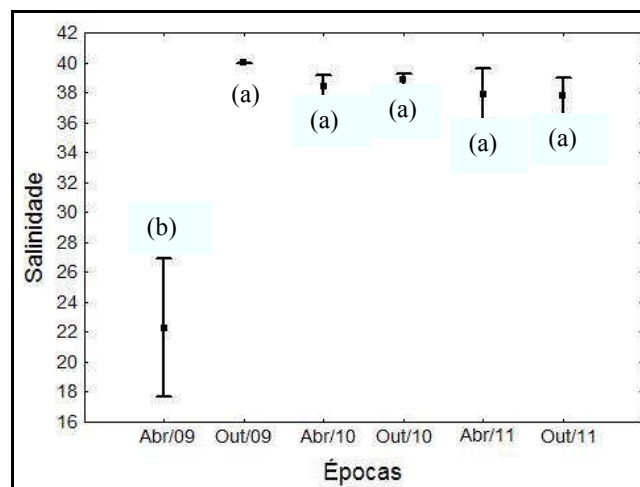
## Resultados e Discussão

No ano de 2009 ocorreram chuvas em todos os meses, com exceção de setembro, outubro e novembro, com uma precipitação anual de 1185 mm. Em 2010 e 2011 ocorreu uma diminuição na precipitação média quando comparada com a precipitação observada em 2009 (Figura 2). É importante destacar, que entre 2008 e 2009 a região semiárida nordestina foi influenciada pelo La Niña que proporcionou modificações hidrodinâmicas em várias de suas bacias hidrográficas, devido aos elevados índices pluviométricos (CPTEC/INPE, 2010). Este grande aporte de água doce afetou as características abióticas da região estuarina da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró (BELÉM et al., 2013).

Com relação à salinidade, nas áreas de ocorrência de *T. mactroides* constatou-se que o maior valor (40) ocorreu no mês de outubro/09. Já a salinidade média mais baixa (22) ocorreu no mês de abril/09. Verificou-se diferença significativa apenas no primeiro mês de coleta (abril/2009) (Kruskal-Wallis:  $H = 25,3$ ;  $p = 0,0001$ ), sendo que o valor médio para este mês foi significativamente inferior aos valores constatados nos demais períodos analisados (Figura 3). O valor médio mais baixo da salinidade em abril/2009, provavelmente esteve relacionado ao período chuvoso atípico que aumentou o aporte de água doce oriunda do Rio Apodi-Mossoró. Já o valor mais elevado que ocorreu no mês de outubro/2009, provavelmente esteve relacionado à redução da precipitação, que diminuiu o aporte de água do doce do Rio Apodi-Mossoró. De acordo com Câmara (2011), o fenômeno La Niña foi o principal fator ambiental que modificou a estrutura morfofuncional e desencadeou variações temporais em comunidades de ambientes aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, RN, durante o período de fevereiro/2008 a janeiro/2009. Este período de Instabilidade Hidrodinâmica observado na Bacia do Rio Piranhas-Açu coincide com o observado na Bacia do Rio Apodi-Mossoró e provavelmente foi o responsável pelo grande aporte de água doce em sua região estuarina, visto que no período de fevereiro a junho/2009 o acumulado de chuvas na bacia foi em

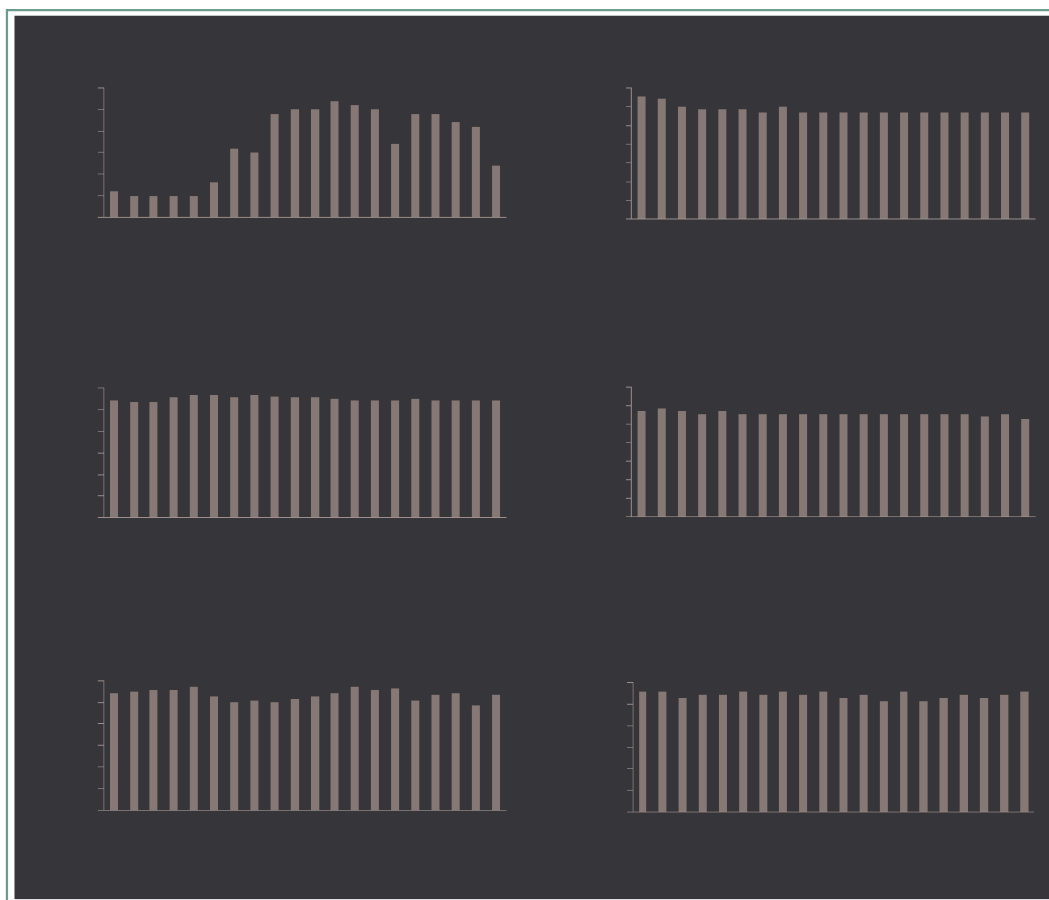
torno de 1000 mm em apenas cinco meses. Este aporte de água doce proveniente de toda a bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró provavelmente foi o responsável pela queda drástica da salinidade da região estuarina no mês de Abril/2009.

FIGURA 3: Valores médios e desvios padrão da salinidade na área de ocorrência de *T. mactroides*, nas diferentes épocas do ano.



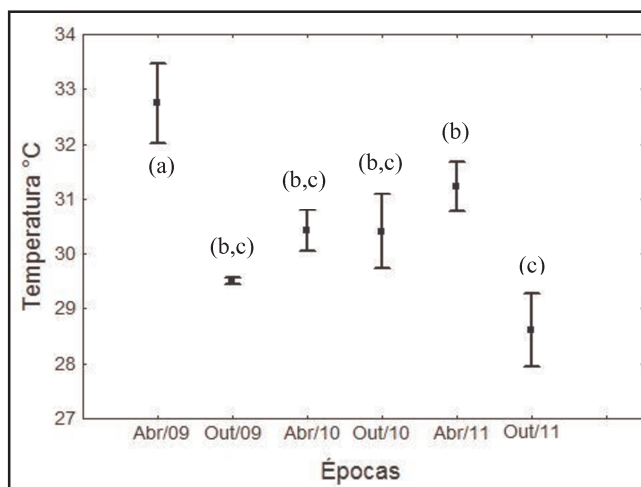
Relacionando a salinidade com a distância do estuário, constatou-se que em abril de 2009 foi o único mês em que foi detectada uma elevada amplitude de variação, com valores menores próximos à região estuarina do rio Apodi-Mossoró. O valor mínimo de salinidade detectado neste período foi de cinco e máximo de 27. Para os demais períodos não foi verificada grande amplitude de variação dos valores entre os pontos de coleta (Figura 4). Os valores baixos da salinidade que ocorreram próximo à região estuarina no mês de abril/2009, provavelmente estiveram relacionados com a grande incidência de chuvas na bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, que conseqüentemente ocasionou um aumento no aporte de água doce do estuário, reduzindo assim o valor da salinidade. Rodrigues et al. (2010), relataram que valores elevados da salinidade na região estuarina do rio Apodi/Mossoró, estão relacionados com a redução na precipitação pluviométrica, além do aporte de água hipersalina, oriunda das salinas presentes na região.

FIGURA 4: Valores da salinidade em cada transecto ao longo da área de estudo (22 km de praia) entre Abril de 2009 e Outubro de 2011.



Em abril/2009 foi constatada a temperatura média mais elevada, com o valor de 32,7°C, enquanto no mês de outubro/2011, observou-se a menor temperatura média (28,5°C). As temperaturas médias dos demais meses avaliados foram: 29,5°C em outubro/2009, 30,43°C em abril/2010, 30,41°C em outubro/2010, 31,2°C em abril/2011. Apesar da reduzida amplitude de variação da temperatura entre os meses de coleta, foram verificadas diferenças significativas entre os períodos amostrados (Kruskal-Wallis:  $H = 26,6$ ;  $p = 0,0001$ ), sendo que no mês de abril/2009, o valor foi significativamente superior aos observados nos demais meses avaliados (Figura 5).

Não foram verificadas variações acentuadas da temperatura ao longo da área de estudo. A menor variação da temperatura foi encontrada no mês de abril/2010 com 1,3°C de diferença entre os valores máximos e mínimos, já a maior variação foi observada no mês de abril/2011 com um valor de 4,5°C de diferença

FIGURA 5: Valores médios e desvios padrão da temperatura na área de ocorrência de *T. mactroides*, nas diferentes épocas do ano.

entre valores máximos e mínimos (Figura 6). Segundo Rodrigues et al. (2010), a região de estudo é classificada como semiárida e possui uma uniformidade climática e, provavelmente devido a esse fato, existe uma reduzida amplitude de variação da temperatura na área estudada e nas diferentes épocas do ano. Constatou-se uma maior porcentagem média de matéria orgânica no mês de abril/2009 (2,15%). Nos meses de outubro/2009, abril/2010, outubro/2010, abril/2011 e outubro/2011 os valores médios foram de 1,61%, 1,76%, 1,83%, 1,70% e 1,00%, respectivamente. Não foram constatadas diferenças significativas nos valores de matéria orgânica entre os períodos de coleta (Kruskal-Wallis:  $H = 7,2$ ;  $p = 0,2029$ ) (Figura 7). A maior porcentagem média de matéria orgânica observada no mês de abril/2009, provavelmente esteve relacionada com o aporte de material particulado proveniente da Bacia do Rio Apodi-Mossoró, enquanto a menor porcentagem média observada em outubro/2011, provavelmente esteve relacionada à redução da precipitação.

Analisando a variação espacial da matéria orgânica ao longo da área de estudo observou-se que nos seis períodos avaliados existe uma maior concentração de matéria orgânica em praias mais próximas na região estuarina (Figura 8). A correlação foi significativa e negativa ( $p \leq 0,05$ ;  $R^2 = 0,546$ ) com a distância do estuário, corroborando o fato que os maiores valores de matéria orgânica encontram-se próximos da região estuarina (Figura 9).

Em relação à granulometria do sedimento, pôde-se constatar que a maior variação entre os meses ocorreu na classe areia muito fina, silte e argila, sendo que a porcentagem média mínima foi de 1,5% no mês de abril/2011 e a máxima de 45,6% no mês de abril/2009 (Figura 10). Os maiores valores de areia muito fina, silte e argila em abril/2009, provavelmente estiveram relacionados à precipitação intensa nesse período em toda a bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró, que carregou uma grande quantidade de material particulado para a região estuarina.

FIGURA 6: Valores da temperatura (°C) em cada transecto ao longo da área de estudo (22 km de praia) entre Abril de 2009 e Outubro de 2011.

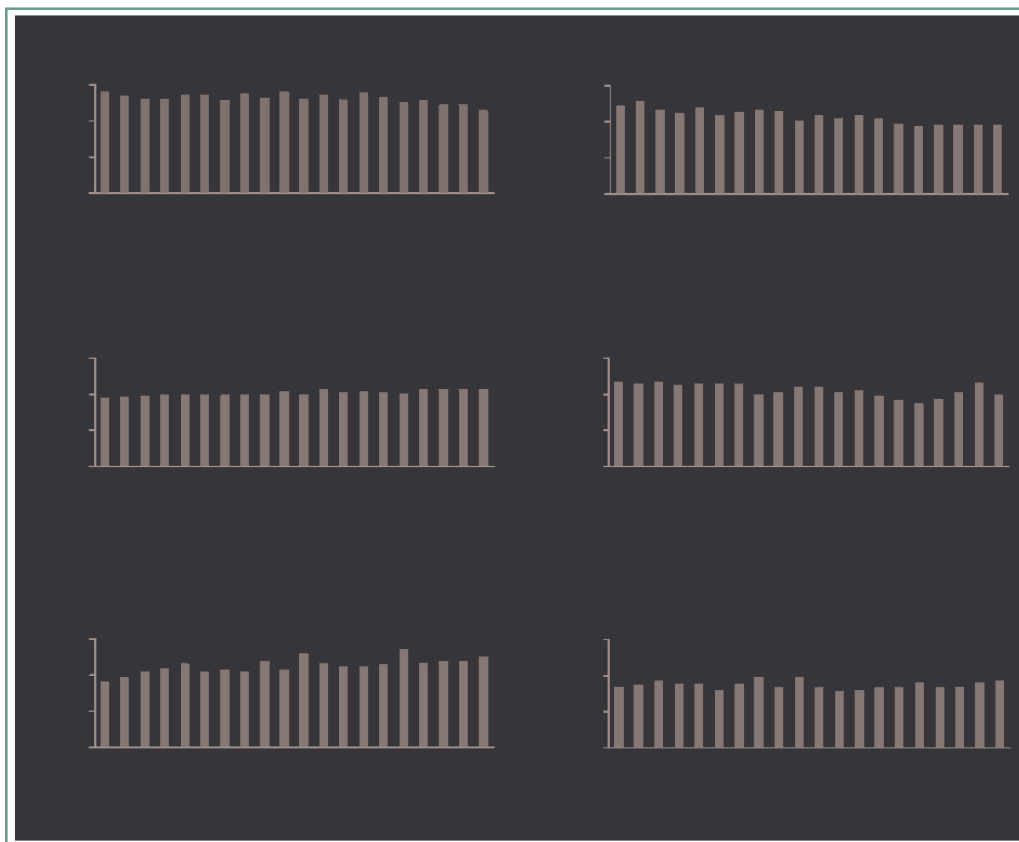
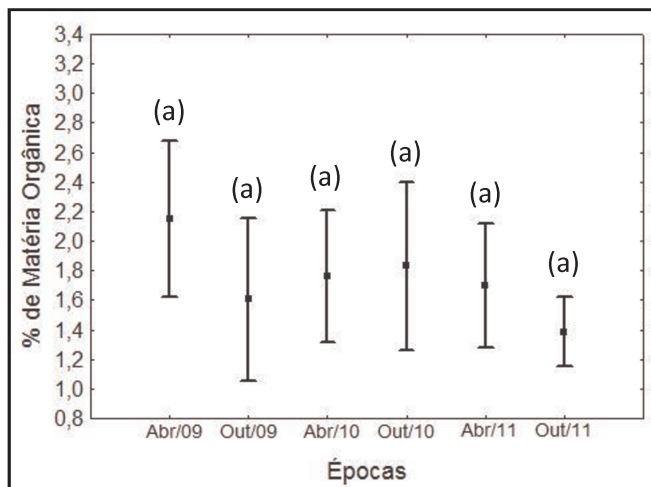


FIGURA 7: Valores médios e desvios padrão da porcentagem de matéria orgânica do sedimento na área de ocorrência de *T. mactroides*, nas diferentes épocas do ano.



No mês de abril/2009 foi observada a ocorrência de *T. mactroides*, a partir de 7,6 km de distância do estuário, nesse mesmo período a densidade média foi de 43 ind/m<sup>2</sup>. Em outubro/2009, a ocorrência dos indivíduos ocorreu a partir de 11,6 km de distância do estuário, nesse caso os indivíduos ocorreram somente em uma faixa de 10 km de extensão. No mês de abril/2010, a faixa de ocorrência dos indivíduos foi de 12 km (5,6 a 17,6 km de distância do estuário), porém no mês de outubro/2010 esta faixa aumentou, ficando em 15 km. No mês subsequente (abril/2011) houve um decréscimo na faixa de ocorrência do molusco, visto que os indivíduos somente foram encontrados em uma faixa de 5 km (6,6 a 11,6 km de distância do estuário). Já no mês de outubro/2011 foram encontrados indivíduos numa faixa de 7,6 a 19,6 km de distância do estuário (Figura 11).

FIGURA 8: Valores de matéria orgânica ao longo da área de estudo em diferentes épocas do ano.

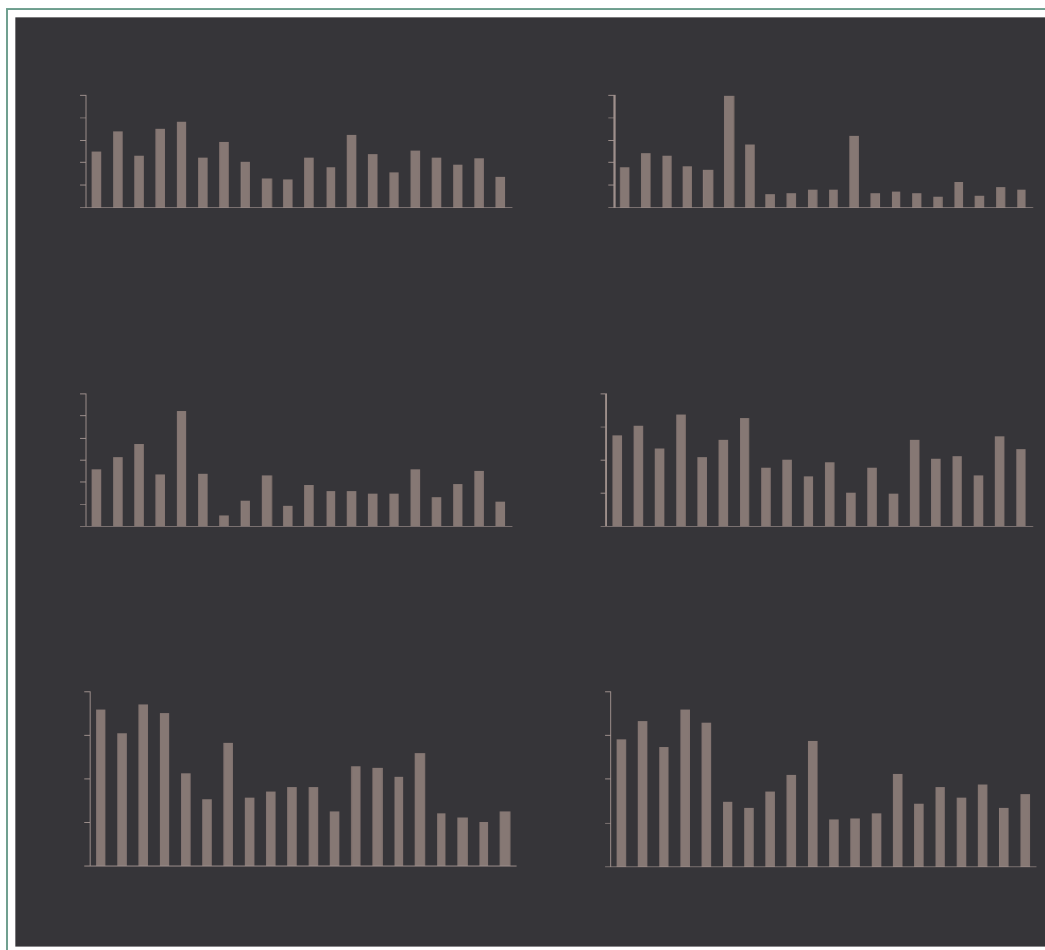




FIGURA 9: Correlação entre os valores médios da porcentagem de matéria orgânica e a distância do estuário do Rio Apodi/Mossoró.

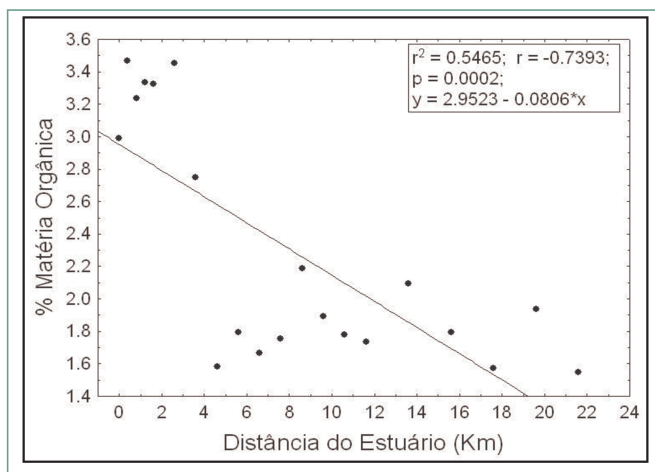


FIGURA 10: Porcentagem das classes texturais nas áreas de ocorrência, em diferentes épocas do ano.

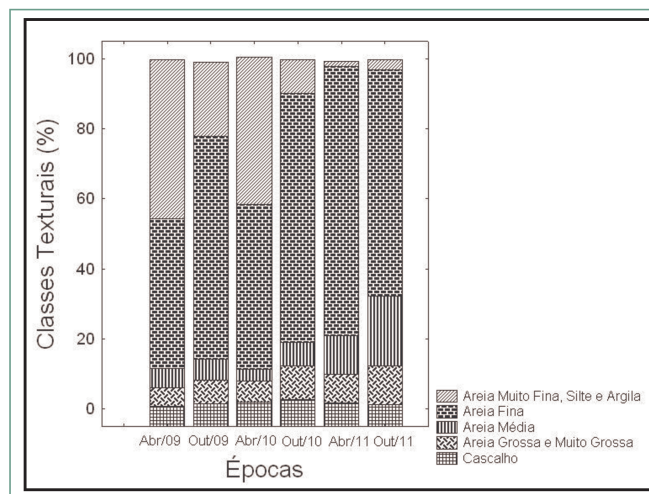
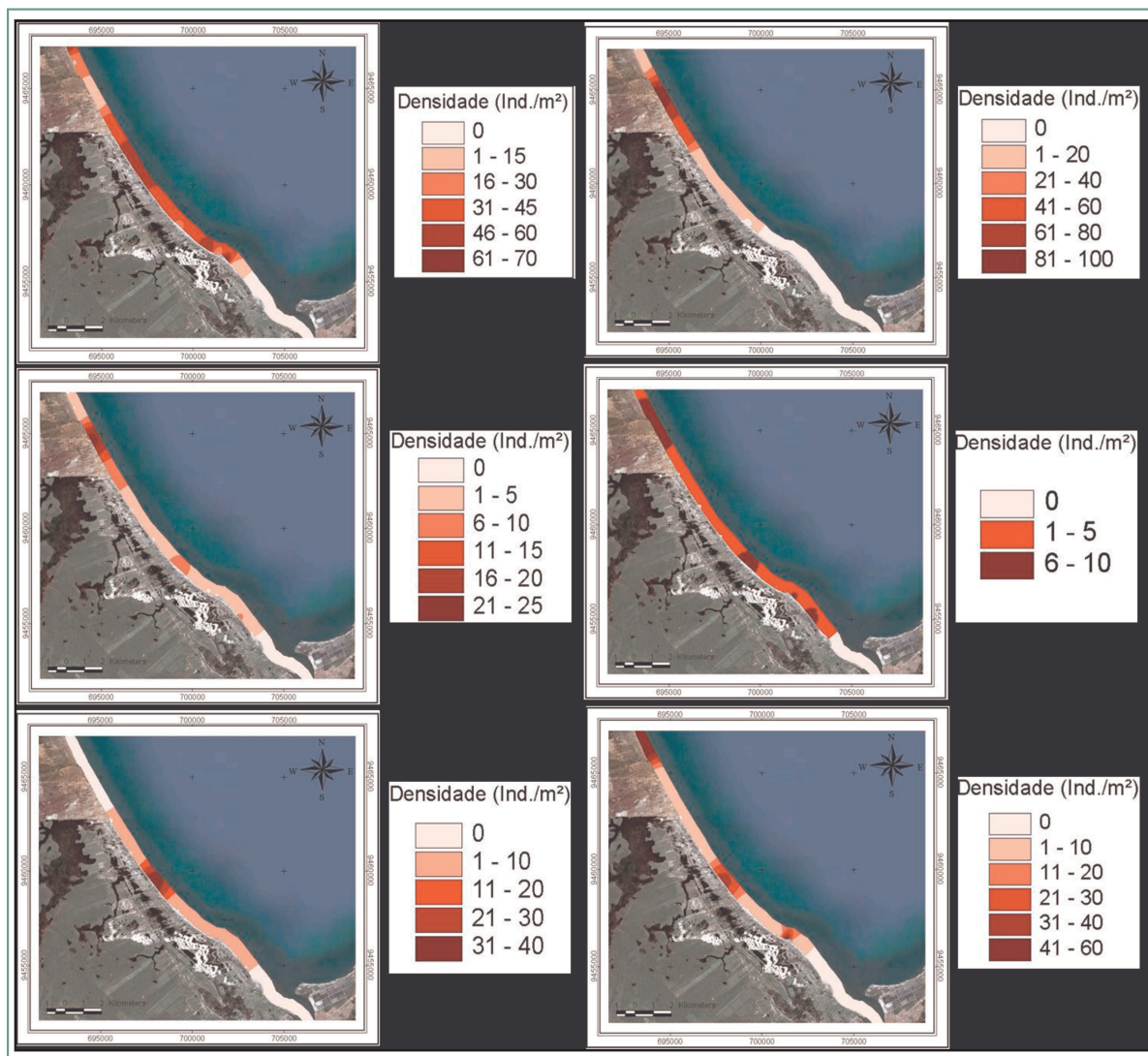
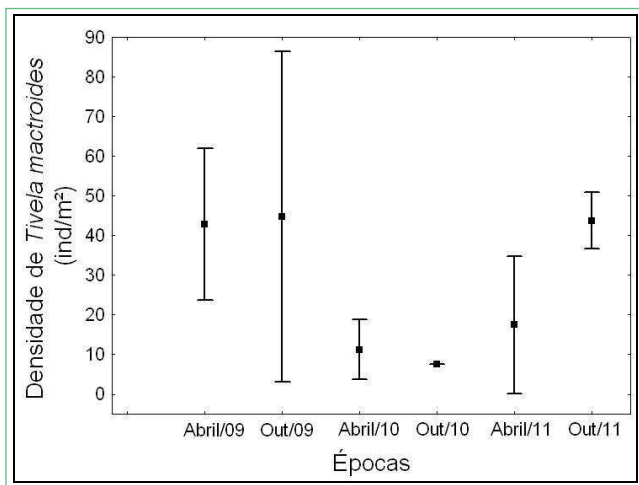


FIGURA 11: Mapas da distribuição potencial de *T. mactroides* ao longo da área de estudo em diferentes épocas do ano.



A densidade média da *T. mactroides* no mês de abril/2009 foi de 43 ind/m<sup>2</sup> e em outubro/2009 foi de 45 ind/m<sup>2</sup>. Nos dois meses subsequentes ocorreu uma queda gradativa, sendo que em abril/2010 os valores foram de 11 ind/m<sup>2</sup> e em outubro/2010 de sete ind/m<sup>2</sup>. Nos meses de abril/2011 e outubro/2011, a densidade média do molusco aumentou apresentando respectivamente valores de 17 e 41 ind/m<sup>2</sup> (Figura 12). A densidade de *T. mactroides* teve uma drástica redução, após os dois primeiros períodos de coleta, esse fato provavelmente esteve relacionado à intensa precipitação que ocorreu nos meses de março a maio/2009, na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, que ocasionou uma diminuição da salinidade e um aumento da quantidade de areia muito fina, silte e argila, acarretando uma mudança no ambiente.

FIGURA 12: Valores médios e desvios padrão das densidades de *T. mactroides* nos locais de ocorrência em diferentes épocas do ano.



Belém et al. (2013), em estudo com o molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* em praias da região estuarina do Rio Apodi/Mossoró, relataram que no período de 2009 a 2010, a densidade média mais elevada desta espécie foi de 226 ind/m<sup>2</sup>. Este valor é muito superior ao encontrado para *T. mactroides* na mesma

região de estudo. O fato da *A. brasiliana* ser encontrada em maior densidade do que *T. mactroides* provavelmente esteve relacionado às características adaptativas que essa espécie possui como a rusticidade que favorece o seu estabelecimento nas regiões entremarés, faixas de reconhecida variabilidade ambiental, além de possuir boa adaptação a condições de hipóxia (HIROKI, 1977; RODRIGUES et al., 2010).

Observando os valores de densidade da *T. mactroides* entre os transectos, constatou-se que em todos os meses de amostragem avaliados os valores do Índice de Morisita ficaram acima de 1,0, mostrando que a espécie possui uma distribuição agregada com maiores de densidade nos 150 m iniciais da região de entremarés (Figura 13). Esse tipo de distribuição ocorre preferencialmente quando existem condições que favoreçam a sobrevivência e reprodução dos organismos (RICKLEFS, 2008). Martell et al. (2002) e Morton et al. (2002) afirmam que a distribuição do tipo agregada pode ser uma importante estratégia para a sobrevivência de moluscos. Existem alguns fatores importantes que podem favorecer a existência do padrão agregativo, tais como, a facilidade de encontrar parceiros para o acasalamento, obtenção de alimento, além de proteção contra predadores.

Relacionando os valores médios de densidade com a distância do estuário, observou-se que a correlação foi significativamente positiva, evidenciando que a densidade de *T. mactroides* aumentou à medida que se afasta do estuário do Rio Apodi-Mossoró (Figura 14).

Relacionando a densidade de *T. mactroides* com a matéria orgânica, observou-se que nesse caso a correlação foi significativa e negativa ( $P \leq 0,05$ ;  $R^2 = 0,9549$ ) (Figura 15), mostrando que esta variável abiótica exerce influência sobre a densidade de *T. mactroides*. A densidade deste molusco na região estudada não apresentou correlação significativa com as demais variáveis abióticas analisadas.

FIGURA 13: Valores médios de densidade entre os pontos dos transectos com aplicação do índice de Morisita.

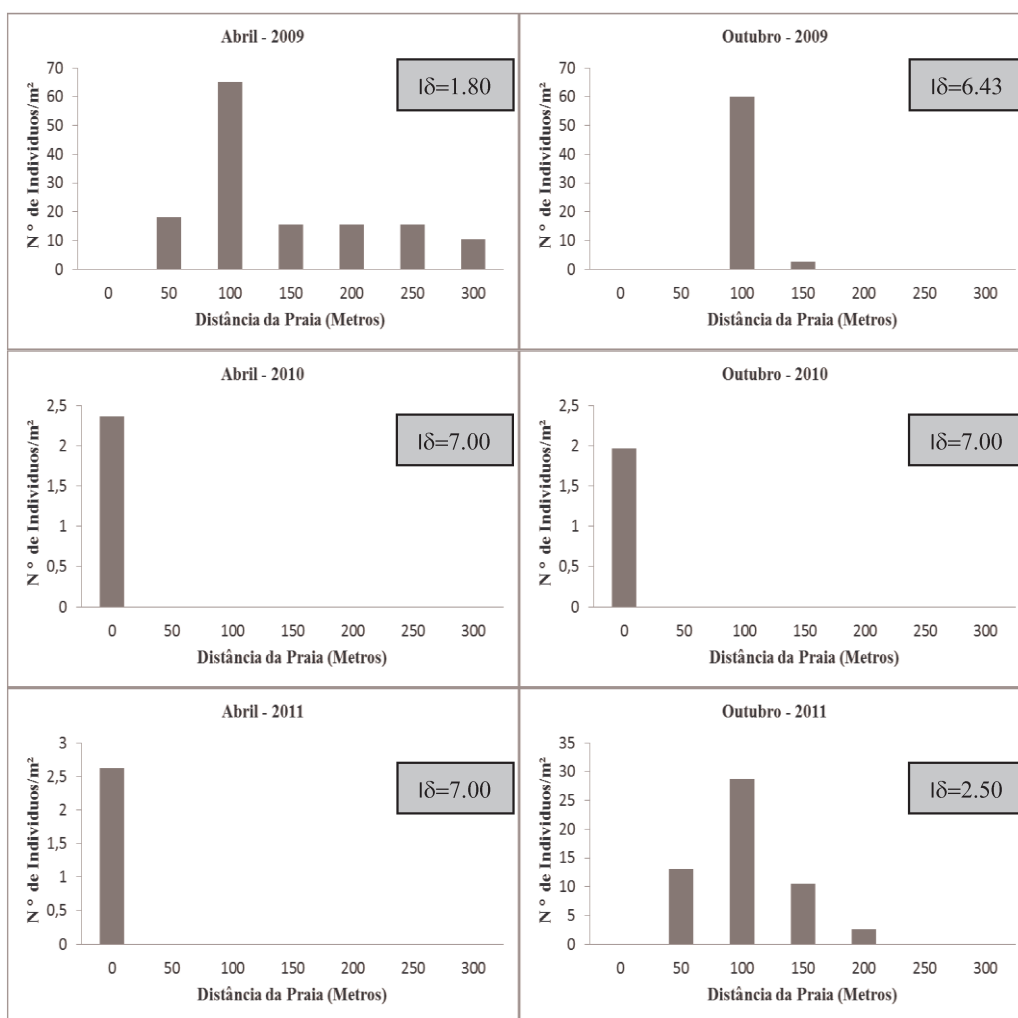


FIGURA 14: Correlação entre a densidade de *T. mactroides* e a distância do estuário do Rio Apodi/Mossoró.

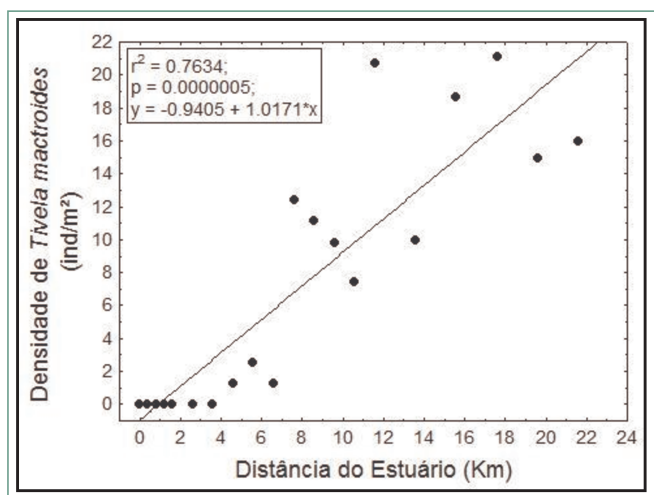
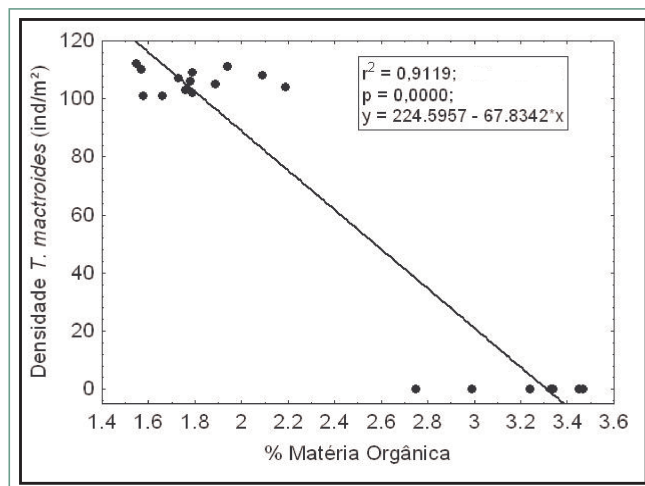


FIGURA 15: Correlação entre a densidade de *T. mactroides* e os valores médios de matéria orgânica.



## Agradecimentos

Ao CNPq e à ONG World Fisheries Trust pelo apoio financeiro para a realização do Projeto Gente da Maré. Ao Rodrigo Sávio Teixeira de Moura pelo auxílio na confecção dos mapas de distribuição potencial.

## Referências

- BAKANOV, A. I. Assessment of water and sediment quality in fresh water bodies based on characteristics of benthic communities. **Russian Journal of Ecology**, Yekaterinburg, v. 35, n. 6, p. 464-467, 2004.
- BARROSO, C. X.; MATTHEWS-CASCON H. Distribuição espacial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, Rio Grande, v. 4, n. 1, p. 79-86, 2009.
- BELÉM, T. P.; MOURA, R. S. T.; HENRY-SILVA, G. G. Distribuição e densidade do bivalve *Anomalocardia brasiliana* em praias do Rio Grande do Norte durante um período de pluviosidade atípica. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 109-122, 2013.
- CÂMARA, F. R. A. **Relação ecológica entre as comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica em reservatório eutrofizado durante período de pluviosidade atípica**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) □ Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2011.
- CANAPA, A.; MAROTA, I.; ROLLO, F.; OLMO, E. Phylogenetic analysis of Veneridae (Bivalvia), comparison of molecular and paleontological data. **Journal of Molecular Evolution**, Portland, v. 43, p. 517-522, 1996.
- CANTERA, J. R. Shallow-water venerid clams (Bivalvia: Veneridae) from the Pacific coast of Colombia. **The Veliger**, Santa Barbara, v. 34, p. 78-84, 1991.
- CASTILLA, J. C.; DEFEQ, O. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, Washington, v. 11, p. 1-30, 2001.
- CHEEVAPORN, V.; MENASVETA, P. Water pollution and habitat degradation in the Gulf of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**, Amsterdam, v. 47, p. 43-51, 2003.
- CPTEC/INPE □ CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2010. Disponível em: <www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 5 maio 2010.
- DENADAI, M. R.; AMARAL, A. C. Z.; TURRA A. Along and across-shore components of the spatial distribution of the clam *Tivela mactroides* (Born, 1778). **Journal of Natural History**, London, v. 39, p. 3275-3295, 2005.
- GELCICH, S.; MICHEL, J. K.; CASTILLA, J. C.; EDWARDS-JONES, G. Engagement in co-management of marine benthic resources influences environmental perceptions of artisanal fishers. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 35, n. 1, p. 36-45, 2008.
- HERRMANN M.; BARREIRA, C. A. R.; WOLF, E.; LAUDIEN, A. J.; PABLO, E.; PENCHASZADEH, P. E. Testing the habitat harshness hypothesis: reproductive biology of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on three Argentinean sandy beaches with contrasting morphodynamics. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 76, p. 33-47, 2010.
- HIROKI, K. On the resistance of isolated bivalve gill pieces to oxygen deficiency and hydrogen sulphide. **Boletim de Fisiologia Animal**, São Paulo, v. 1, p. 9-20, 1977.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1998. 337 p.
- MARTELL, K. A.; TUNNICLIFFE, V.; MACDONALD, I. R. Biological features of a buccinid whelk (Gastropoda, Neogastropoda) at the Endeavor ventfields of Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 68, p. 45-53, 2002.
- MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M. C. **Biota marinha da costa oeste do Ceará**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2006. 249 p.
- MCLACHLAN, A.; DUGAN, J. E.; DEFEQ, O.; ANSELL, A. D.; HUBBARD, D. M.; JARAMILLO, E.; PENCHASZADEH, P. E. Beach clam fisheries. **Oceanography and Marine Biology: an Annual Review**, London, v. 34, p. 163-232, 1996.
- MELLO, C. R.; LIMA J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 925-933, 2003.
- MENASVETA, P.; CHEEVAPARANAPIWAT, V. Heavy metals, organochlorine pesticides, and PCBs in green mussels, mullets, and sediments of river mouths of Thailand. **Marine Pollution Bulletin**, Amsterdam, v. 12, p. 19-25, 1981.
- MIGOTTO, A. E.; TIAGO, C. G.; MAGALHÃES, A. R. M. Malacofauna marinha da região costeira do Canal de São Sebastião, SP, Brasil: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora e Scaphopoda. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 41, n. 1/2, p. 13-27, 1993.
- MORTON, B.; BLACKMORE, G.; KWOK, C. T. Corallivory and prey choice by *Drupella rugosa* (Gastropoda: Muricidae) in Hong Kong. **Journal of Molluscan Studies**, London, v. 68, p. 217-223, 2002.
- NAGELKERKEN, I.; BLABER, S. J. M.; BOUILLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J. O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H. M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P. J. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany**, Gainesville, v. 89, p. 155-185, 2008.
- PAERL, H. W.; DYBLE, J.; MOISANDER, P. H.; NOBLE, R. T.; PIEHLER, M. F.; PINCKNEY, J. L.; STEPPE, T. F.; TWOMEY, L.; VALDES, L. M. Microbial indicators of aquatic ecosystem change: current applications to eutrophication studies. **Federation of European Microbiological Societies Microbiology Ecology**, New Brunswick, v. 46, n. 3, p. 233-246, 2003.
- RABY, D.; LAGADEUC, Y.; DODSON, J. J.; MINGELBIER, M. Relationship between feeding and vertical distribution of bivalve larvae in stratified and mixed waters. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, v. 103, p. 275-284, 1994.
- RICKLEFS, R.E. **The economy of nature**. New York: W. H. Freeman & Company, 2008. 546 p.

- RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: Fundação Universidade do Rio Grande, 1994. 492 p.
- RODIL, I. F.; CIVIDANES, S.; LASTRA, M.; LÓPEZ, J. Seasonal variability in the vertical distribution of benthic macrofauna and sedimentary organic matter in an estuarine beach (NW Spain). **Journal of the Coastal and Estuarine Research Federation**, Port Republic, v. 31, p. 382-395, 2008.
- RODRIGUES, A. M. L.; AZEVEDO, C. M. B.; HENRY-SILVA, G. G. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 377-383, 2010.
- SHEPARD, F. P. Nomenclature based and sand-silt-clay ratios. **Journal of Sedimentary Research**, Boulder, v. 24, n. 3, p. 151-158, 1954.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 317 p.
- WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis**. New York: Springer Verlag, 1991. 391 p.