

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL
DE *Melampus coffeus* (MOLLUSCA:
GASTROPODA) EM MANGUEZAIS
ESTUARINOS DA REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA,
CEARÁ, BRASIL**

Rafaela Camargo Maia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará, campus de Acaraú

Alesson Braga Rodrigues

Laboratório de Zoobentos, Instituto de Ciências do
Mar, Universidade Federal do Ceará

Cristina Almeida Rocha-Barreira

Laboratório de Zoobentos, Instituto de Ciências do
Mar, Universidade Federal do Ceará

RESUMO

A distribuição de caramujos no ecossistema manguezal varia em resposta a diferentes fatores ambientais tais, como: salinidade, nível de maré e teor de matéria orgânica. Nesse estudo, nós testamos a hipótese que *Melampus coffeus* apresenta variações na densidade populacional e no tamanho da concha em relação ao período do ano (estação seca e chuvosa) e à distância do leito do rio. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a distribuição de *M. coffeus* em três estuários na região metropolitana de Fortaleza, quais sejam, dos rios Ceará, Cocó e Pacoti, considerando as variáveis salinidade, temperatura e composição sedimentar. A densidade média de *M. coffeus* variou significativamente entre as estações seca e chuvosa nos manguezais da região metropolitana de Fortaleza, sendo as maiores densidades registradas no período chuvoso, enquanto o tamanho da concha tende a ser maior no período seco. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas na densidade populacional ou tamanho de *M. coffeus* entre as parcelas amostradas nos manguezais, nem na estação seca nem na chuvosa. Entretanto, ao compararmos os manguezais estuarinos estudados, constatamos que, ao longo do tempo, os padrões de variações sazonais tendem a ser semelhantes para densidade e tamanho da concha, indicando que nesse caso, a variação temporal é preponderante à espacial.

Palavras-chave: *Gastropódes. Estuário. Ellobiidae.*

ABSTRACT

The distribution of snails in mangrove ecosystem varies in response to different environmental factors such as salinity, tidal level and organic matter content. In this study, we tested the hypothesis that Melampus coffeus presents variations in population density and shell size in relation to the seasons (wet and dry) and distance from river bed. Thus, the objective of this paper was to study the M. coffeus distribution in three estuaries in the metropolitan region of Fortaleza, evaluating variables such as salinity, temperature and sediment composition. The average density of M. coffeus varied significantly between the dry and rainy seasons in the mangroves of the Fortaleza metropolitan region, with the highest density recorded in the rainy season, while the size of the shell tends to be higher during the dry season. There were no significant differences in population density or size of M. coffeus among the sampled plots in mangrove forests, neither in the dry nor in the rainy seasons. Comparing the mangrove estuaries studied, we found out that along the time, patterns of seasonal variations are similar in density and shell size, indicating that in this case, temporal variation is dominant over space variation.

Keywords: *Gastropods. Estuary. Ellobiidae.*

1 INTRODUÇÃO

A distribuição de caramujos marinhos varia consideravelmente entre os habitats em resposta a diferentes fatores ambientais. Vermeij (1972) propôs que em um gradiente de distribuição vertical, o tamanho da concha de moluscos tende a aumentar em direção ao supralitoral para espécies características da franja do supralitoral, enquanto espécies típicas de níveis inferiores da região entremarés tendem a uma diminuição da concha. Esses padrões de distribuição estão associados a uma tendência inversa de abundância, o que seria causado por fatores biológicos como a competição intraespecífica, a disponibilidade de alimento, a predação, a densidade e por fatores físicos como as temperaturas extremas e a salinidade (Vermeij, 1972; Chapman 1995; Magalhães 1998; Vilarly & Polaina, 2002; Yijie & Shixiao, 2007). Além desta zonation no gradiente vertical, existem variações na distribuição dos organismos e na composição e abundância específica das comunidades entremarés no gradiente horizontal,

principalmente com relação à salinidade, ao hidrodinamismo e à perturbação (Vermeij, 1973; Tanaka & Maia, 2006; Barroso & Matthews-Cascon, 2009).

Em manguezais, a distância do mar aberto ou estuário e o período submersão pelas marés influencia diretamente a distribuição das populações de gastrópodes (Berry, 1975). Isso porque, devido à topografia dessas regiões, algumas zonas são inundadas diariamente, enquanto outras serão atingidas apenas algumas vezes, em determinadas épocas, pelas grandes preamares de sizígia. Essa variação na frequência de inundação do manguezal pelas marés pode acarretar diferenças nas concentrações de sal, tanto em relação à distância do mar, como em relação à fonte de água doce. Dessa forma, esses organismos estão sujeitos a condições diferenciais como, longos períodos sem a cobertura da maré, salinidades muito variáveis, grande abundância de matéria orgânica, alta umidade, temperaturas altas e estáveis sob a copa das árvores e uma variedade de sedimento e vegetação (Sasekumar, 1974; Chapman & Tolhurst, 2004; Beasley *et al.*, 2005; Barroso & Matthews-Cascon, 2009).

Melampus coffeus (Linnaeus, 1758) (Ellobiidae) é uma espécie comum em manguezais e marismas do oceano Atlântico, distribuindo-se do estado americano da Flórida ao Uruguai (Rios, 1985). Pertence a um grupo primitivo de moluscos pulmonados, primordialmente marinhos, habitantes dos níveis superiores da zona entremarés. Esses caramujos respiram o ar através da cavidade do manto, que funciona como um pulmão, mas ainda dependem da água para reprodução (Russel-Hunter, 1972). *Melampus coffeus* realiza um processo de migração vertical diária uma vez que os indivíduos adultos dessa espécie necessitam subir na vegetação para não se afogarem com a subida da maré, depois de terem se alimentado no substrato durante a maré baixa (Proffitt & Devlin, 2005; Maia & Tanaka, 2007). Esse gastrópode é um macrodetritívoro que se alimenta de detritos vegetais, preferencialmente de folhas de mangue, o que o torna um importante componente da cadeia alimentar desse ecossistema (Proffitt *et al.*, 1993; Proffitt & Devlin, 2005). Em muitas regiões é considerado o principal detritívoro existente, sendo responsável pela degradação da maior parte da matéria orgânica que posteriormente, será exportada para os ecossistemas adjacentes (Mook, 1986; McKee & Faulkner, 2000; Raulerson, 2004).

Estudos indicam que os principais fatores determinantes da distribuição e abundância desses organismos são o tipo de sedimento, a salinidade e o estresse de dessecação (Price, 1980; McMahon & Russel-Hunter, 1981; Fell & Williams, 1985; Burnham & Fell, 1989). Também são importantes fatores como: umidade relativa, proporção de submersão, exposição às marés e, em algumas espécies, presença e ausência de luz. Por exemplo, *Melampus bidentatus* Say 1822 é capaz de sobreviver por vários dias a temperaturas extremas (12 - 40°C) ou à dessecação, de 0% de umidade relativa (por 27 - 36 h) (Price, 1980). Além disso, a espécie é encontrada em maiores densidades em áreas estuarinas com alta salinidade (Fell & Williams, 1985). Outros estudos demonstraram a relação da abundância desses gastrópodes com a vegetação, sendo a composição específica da flora, a densidade de árvores do *habitat* e a produção de serapilheira os principais fatores que determinam a sua ocorrência (Kerwin, 1972; Burnham & Fell, 1989; Proffitt *et al.*, 1993; Proffitt & Devlin, 2005; Maia & Tanaka, 2007). Entretanto, ainda pouco se sabe sobre a importância dessas variáveis, para esses caramujos no ecossistema manguezal.

Neste estudo, nós testamos a hipótese que *M. coffeus* apresenta variações na densidade populacional e no tamanho da concha em relação ao período do ano (estação seca e chuvosa) e à distância do leito do rio. Sendo assim, o objetivo geral desse trabalho foi estudar a distribuição de *M. coffeus* em três estuários na região metropolitana de Fortaleza, em função de variáveis ambientais como salinidade, temperatura, pluviosidade e composição sedimentar nas áreas amostradas. Essas informações são fundamentais para ajudar no entendimento das relações energéticas dos manguezais e da produtividade dos bosques.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Esse estudo foi desenvolvido na porção média de três estuários da região metropolitana de Fortaleza (3°49'13"S; 38°24'8"W), nos manguezais dos rios Ceará, Cocó e Pacoti, no estado do Ceará, Brasil. O rio Ceará possui cerca de 60 km de extensão e apresenta um manguezal na sua desembocadura na divisa dos municípios de Fortaleza e Caucaia. O rio Cocó drena em sua totalidade uma área de aproximadamente 517,2

km², deságua no Oceano Atlântico entre a Praia do Futuro e Sabiaguaba na cidade de Fortaleza. O rio Pacoti é o maior curso d'água que atravessa a região metropolitana de Fortaleza e abriga uma área de drenagem de 1.359,9 km², desembocando entre as cidades de Aquiraz e Fortaleza.

A zona costeira do estado do Ceará está compreendida no segmento IV da divisão do litoral brasileiro proposta por Schaeffer-Novelli *et al.* (1990). Nessa área, a pluviosidade é reduzida, levando a um acúmulo de sal enquanto a temperatura se mantém constante durante todo o ano. Dessa forma, ocorrem na região apenas duas estações sazonais bem definidas, a chuvosa e a seca. Nesses ambientes, a média de temperatura é de 28°C e a pluviosidade média anual é de 1600 mm (FUNCEME, 2009).

2.2 Metodologia

Foram realizadas duas coletas em cada estuário, uma no período chuvoso (março/2007) e outra no seco (outubro/2007). Em cada local, foram sorteados três pontos e em cada ponto foi demarcado um transecto de cinco parcelas com 100m² cada, distanciadas em 5 metros (Figura 1). As parcelas foram orientadas perpendicularmente ao rio e a primeira estava a 10 metros de sua margem. Em cada parcela, foram demarcadas aleatoriamente cinco unidades amostrais de 1 m² cada. Todos os caramujos encontrados nessas réplicas foram coletados manualmente e a seguir fixados em álcool 70%. Posteriormente, foi calculada a densidade populacional. Para avaliar as diferenças na distribuição de tamanho, todos os animais foram medidos em relação à altura, largura e altura da abertura da concha, com auxílio de um paquímetro (precisão = 0,01mm). Ainda em campo, foram registradas as temperaturas da água, do ar, do sedimento e umidade relativa com ajuda de um termohigrômetro e foi verificada a salinidade com um refratômetro. Também foram coletadas três amostras de sedimento superficial (0 - 15 cm), uma em cada transecto, para posteriores procedimentos de análise granulométrica e teor de matéria orgânica.

Para análise granulométrica, as amostras de sedimentos coletadas, inicialmente, foram acondicionadas a 60°C em estufa para secagem, em seguida foram quarteadas para homogeneização e fracionadas em 100,0g de amostra de sedimento. A seguir, o processado

seguiu para o mecanismo de peneiramento úmido o qual separa a fração lama da arenosa (limites das classes = 0,062mm de diâmetro). Depois, a amostra sofreu o peneiramento mecânico, donde se separaram as classes arenosas e cascalhos, ou seja, frações de 0,062mm até 2,00mm diamétrais, para as classes de areia, e frações com diâmetro superior a 2,00mm, para as definições de cascalho. Os resultados das análises granulométricas (valores de phi de cada amostra) foram submetidos ao Programa de Análise Granulométrica ANASED 5j (versão 5.0), desenvolvido no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da Universidade Federal do Ceará. Para obtenção do teor de matéria orgânica, calculamos a diferença entre a massa inicial conhecida do sedimento (± 3 g) e a sua massa após a calcinação em forno mufla a 450°C por 2 h. A seguir, utilizamos a seguinte expressão:

$$\text{matéria orgânica} = (\text{massa perdida} \times 100) / (\text{massa do sedimento})$$

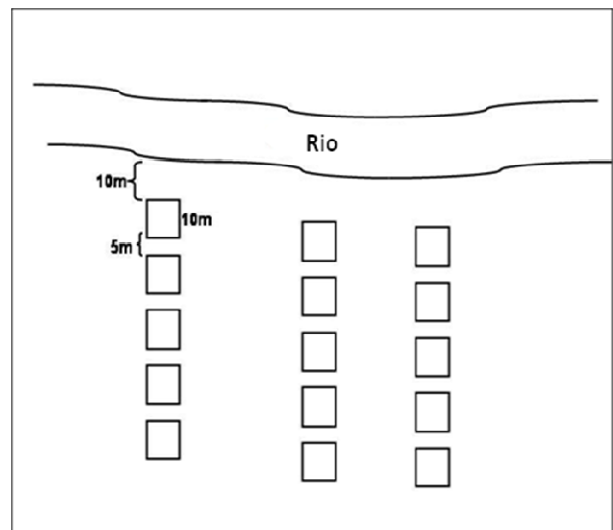


Figura 1 - Desenho esquemático da metodologia utilizada para distribuição espaço-temporal de *M. coffeus* nos bosques de mangue da região metropolitana de Fortaleza.

2.3 Análise estatística

Foi realizada, primeiramente, uma análise descritiva da densidade e dos parâmetros de tamanho da concha analisados (altura, largura e abertura). A seguir, foram testadas a normalidade dos dados e a homogeneidade da variâncias. Para comparar a densidade de *M. coffeus* entre os manguezais e as estações, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (estuário e período do ano). A mesma análise foi utilizada para comparar o tamanho da concha

(altura, largura e altura da abertura). Quando detectadas diferenças entre as médias ($p < 0,05$), o teste de comparações múltiplas de Tukey foi utilizado. Todos os dados utilizados nessa análise foram transformados em logaritmo neperiano, para alcançar as premissas do teste.

A Análise de Variância Multifatorial também foi utilizada a fim de verificar a existência de um padrão diferencial de distribuição espacial com relação à distância do leito do rio, avaliando a densidade populacional e o tamanho da concha de *M. coffeus* (altura, altura da abertura e largura) entre as parcelas. Dessa forma, foi utilizada uma MANOVA de três fatores: estações (seca e chuvosa), estuário (Ceará, Cocó e Pacoti) e parcela (1 a 5).

A seguir, foi realizada uma análise de correlação não paramétrica de Spearman entre densidade e altura da concha de *M. coffeus* com variáveis abióticas medidas (temperatura, umidade e salinidade) e com as variáveis do sedimento (porcentagens de cascalho, areia, argila e matéria orgânica). As demais variáveis de tamanho não foram utilizadas nessa análise por estarem altamente correlacionadas ($R > 0,95$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa STATISTICA for Windows® versão 7.0.

3 RESULTADOS

A Análise de Variância de dois fatores indicou que a densidade média de *M. coffeus* variou significativamente entre as estações seca e chuvosa nos manguezais da região metropolitana de Fortaleza ($F_{2,82} = 7,6835$, $p = 0,00087$). De acordo com o teste comparações múltiplas de Tukey, o estuário do rio Ceará apresentou maiores valores médios de densidade na estação chuvosa, enquanto os demais manguezais apresentaram valores semelhantes durante os períodos do ano estudados (Figura 2). Esse estuário também registrou um maior número de caramujos por unidade de área, independente da estação amostrada, enquanto os manguezais do Pacoti e Cocó apresentaram resultados estatisticamente similares e inferiores.

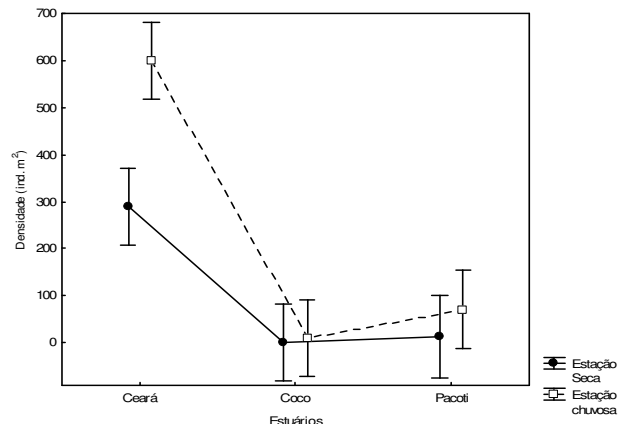


Figura 2 - Densidade média \pm erro-padrão de *M. coffeus* nas estações seca e chuvosa nos estuários do rio Ceará, Cocó e Pacoti.

Não foram observadas diferenças significativas na densidade populacional de *M. coffeus* entre as parcelas amostradas nos manguezais, nem na estação seca nem na chuvosa ($F_{8,58} = 0,97413$, $p = 0,46521$). Também não foram encontradas diferenças estatísticas na altura ($F_{3,37} = 0,47379$, $p = 0,70241$), altura da abertura ($F_{3,37} = 0,55842$, $p = 0,64508$) e largura da concha ($F_{3,37} = 0,72249$, $p = 0,54499$) entre as parcelas em nenhum estuário no período estudado. Não foi possível a observação de um padrão claro de zonação entre a margem do rio e o interior do bosque de mangue para nenhum dos parâmetros estudados.

Com relação ao tamanho da concha, os resultados da análise estatística mostraram que as maiores alturas da concha de *M. coffeus* foram registradas durante a estação seca no estuário do rio Pacoti ($F_{2,55} = 4,9692$, $p = 0,01038$) (Figura 3A). Um padrão semelhante foi observado para altura da abertura da concha ($F_{2,55} = 5,8288$, $p = 0,00506$) (Figura 3B). Já para largura da concha, não foram encontradas diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa nos três estuários amostrados ($F_{2,55} = 2,1335$, $p = 0,12812$) (Figura 3C). Entretanto, para todas as áreas estudadas, os exemplares encontrados na estação seca apresentaram os maiores valores de largura de concha.

Os valores registrados para as amostras de sedimento nos três estuários amostrados estão expressos na tabela I, enquanto os parâmetros abióticos estão na tabela II. Não foram observadas correlações estatísticas fortes entre as variáveis bióticas testadas (tamanho da concha e densidade)

e a composição sedimentar das áreas (porcentagens de cascalho, areia, argila e matéria orgânica) ou parâmetros abióticos (temperatura do ar, da água e do solo, umidade e salinidade) estudados. Entretanto, foi encontrada uma correlação significativa moderada entre o tamanho da concha de *M. coffeus* com a temperatura da água ($r = 0,52$) e com a salinidade ($r = 0,64$).

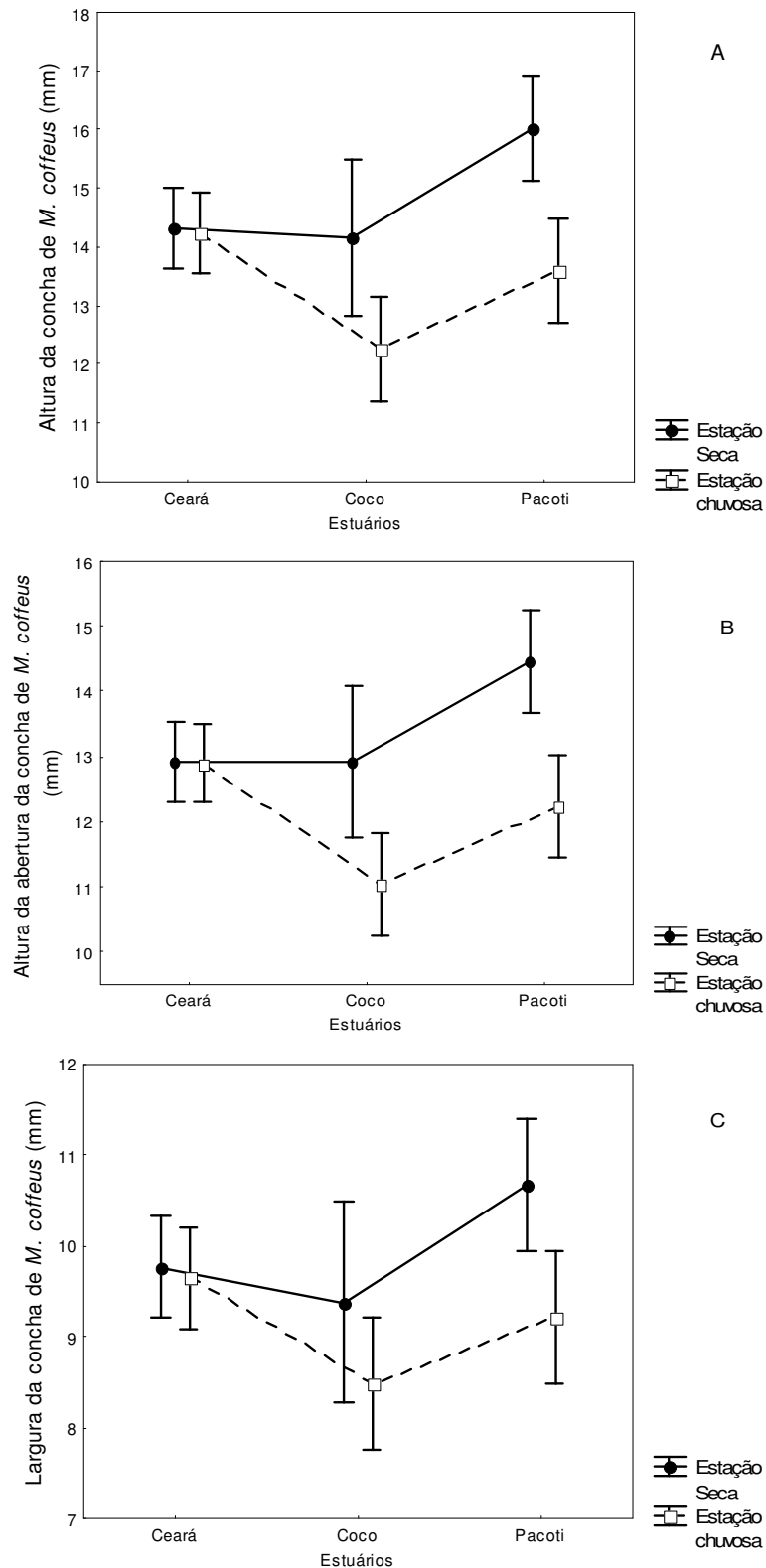


Figura 3 - Altura (A), altura da abertura (B) e largura (C) da concha de *M. coffeus* nas estações seca e chuvosa nos estuários do rio Ceará, Cócó e Pacoti.

Tabela I - Classificação granulométrica do sedimento e teor de matéria orgânica (MO) nos manguezais amostrados.

Estuário	Amostra	Estação	Cascalho(%)	Areia(%)	Lama(%)	Argila(%)	MO(%)
Ceará	1	seca	3,85	17,64	78,51	78,51	28,41
Ceará	2	seca	8,31	18,21	73,48	73,48	34,95
Ceará	3	seca	1,99	24,13	73,87	73,87	37,82
Ceará	1	chuvosa	2,68	68,75	28,57	28,57	28,09
Ceará	2	chuvosa	1,33	17,34	81,34	81,33	27,46
Ceará	3	chuvosa	0,72	31,91	67,37	67,37	28,83
Cocó	1	seca	1,60	88,26	10,13	10,14	3,39
Cocó	2	seca	0,95	71,41	27,65	27,65	8,82
Cocó	3	seca	0,18	84,79	15,03	15,03	0,95
Cocó	1	chuvosa	0,28	64,22	35,50	35,5	7,10
Cocó	2	chuvosa	0,28	64,22	35,50	35,50	7,10
Cocó	3	chuvosa	0,28	64,22	35,50	35,50	7,10
Pacoti	1	seca	0,28	42,03	57,71	57,71	10,42
Pacoti	2	seca	0,38	49,11	50,51	50,51	14,19
Pacoti	3	seca	0,52	52,32	47,16	47,16	9,43
Pacoti	1	chuvosa	0,07	77,41	22,52	22,52	2,62
Pacoti	2	chuvosa	0,07	77,41	22,52	22,52	2,62
Pacoti	3	chuvosa	0,07	77,41	22,52	22,52	2,62

Tabela II – Parâmetros abióticos observados nos manguezais estudados.

Estuário	Estação	T° ambiente	T° água	T° solo	Umidade (%)	Salinidade
Ceará	chuvosa	26,7	26,4	26,3	92	9
Cocó	chuvosa	27,2	29	29	75	36
Pacoti	chuvosa	37,7	27,4	39,3	40	11
Ceará	seca	32,6	30,7	30	48	29
Cocó	seca	30,5	29,4	31,4	61	38
Pacoti	seca	30,7	30	29,7	57	40

4 DISCUSSÃO

Os dados apresentados neste trabalho indicam que o estuário do rio Ceará apresenta as maiores densidades populacionais de *M. coffeus* independente da estação do ano amostrada. Cabe destacar que, entre as regiões amostradas, essa área é a mais urbanizada e que ainda não possui um sistema de tratamento eficiente dos efluentes domésticos. Tal fato acarreta em um aumento da concentração de nutrientes no estuário, podendo levar a um aumento nas taxas de produção primária e de geração de biomassa (Marques-Junior *et al.*, 2002). Esses dados podem ser corroborados pelos altos valores de matéria orgânica registrados no local de amostragem expressos na tabela 1.

Os resultados também indicam que, de maneira geral, nos períodos de estiagem, as populações de *Melampus coffeus* tendem a apresentar uma baixa

densidade e são compostas por indivíduos adultos de grande porte. Após essa estação, quando os valores de pluviosidade aumentam e a salinidade diminui, as populações tendem a ser bastante densas e predominam indivíduos pequenos devido ao recrutamento. Esses fatos são evidenciados pelas análises de variância e correlação. Seus resultados indicam que a salinidade é um dos principais fatores determinantes da distribuição e abundância das espécies do gênero *Melampus*, entretanto contradizem alguns autores que relacionam a ocorrência de populações mais densas em áreas mais salinas dos estuários (Kerwin, 1972; Fell & Williams, 1985; Burnham & Fell, 1989; Martins, 2001). É provável que condições salinas sejam necessárias para a manutenção das populações, porém, devido à fase reprodutiva estar condicionada às baixas de salinidade (Maia, 2010), os picos de recrutamento elevam pontualmente a densidade populacional nos períodos de elevada precipitação.

Ao compararmos os ambientes estudados, os manguezais dos rios Ceará, Cocó e Pacoti, percebemos que, ao longo do tempo, os padrões de variações sazonais tendem a ser semelhantes para densidade e tamanho da concha enquanto entre as parcelas amostradas nos manguezais não foram observadas diferenças estatísticas significativas na densidade populacional ou tamanho de *M. coffeus*. Tal fato indica que nesse caso, a variação temporal é preponderante à espacial. Esse resultado confirmou o observado por Candera e colaboradores (1999) que afirmaram que a fauna que habita os manguezais dificilmente ocorre em diferentes zonas do ambiente, devido a complexidade do ecossistema expressa pela infinidade de fatores que estão atuando ao mesmo tempo. Entretanto, em outros ambientes, como praias e costões rochosos, os ellobiídeos apresentam um modelo claro de distribuição, dependente da espécie, mas de forma geral associado ao nível de maré (Martins, 2001). Assim, percebemos que os dados apresentados representam um primeiro passo para o entendimento das relações energéticas e de produtividade dos manguezais estudados, visto que esse macrodetritivo é um importante elemento desse ecossistema.

REFERÊNCIAS

- [1] 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**, Uruguai, v. 4, n. 1, p. 79-86, mar. 2009.
- [2] BEASLY, C. R.; FERNANDES, C. M.; GOMES, C. P.; BRITO, B. A.; SANTOS, S. M. L. ; TAGLIARO, C. H. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of northern Brazil. **Ecotropica**, Alemanha, v.11, n. 1, p. 9-20, fev. 2005.
- [3] BERRY, A. J. Molluscs colonizing mangrove tree with observations on *Enigmonia rosea* (Anomiidae). **Proceedings Malacological Society of London**, v. 41, n. 1, p. 589-600, abr.1975.
- [4] BURNHAM, B. H.; FELL, P. E. Distribution of *Melampus bidentatus* (Say) and *Succinea wilsoni* (Lea) within a tidal marsh in eastern Connecticut. **The Nautilus**, Florida, v. 103, n. 1, p. 109-112, jun. 1989.
- [5] CANDERA, J. R.; THOMASSIN, B. A.; ARNAUD, P. M. Faunal zonation and assemblages in the pacific Colombian mangroves. **Hydrobiologia**, Bélgica, v. 413, n. 0, p. 17-33, out. 1999.
- [6] CHAPMAN, M. G. Spatial patterns of shell of three species of co-existing littorinid snails in New South Wales, Australia. **Journal of Molluscan Studies**, Londres, v. 61, n. 2, p. 141-162, mai.1995.
- [7] CHAPMAN, M.G. ; TOLHURST, T. J. The relationship between invertebrate assemblages and bio-dependant properties of sediment in urbanized temperate mangrove forests. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Flórida, v. 304, n. 1, p. 51-73, jun. 2004.
- [8] FELL, P. E. ; WILLIAMS, J. H. Distribution of the snail, *Melampus bidentatus*, and the mussel, *Geukensia demissa*, along the Pataguanset estuary (Connecticut) in relation to a and other tidal marsh invertebrates. **The Nautilus**, Flórida, v. 99, n. 1, p. 21- 28, mar.1985.
- [9] FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – Posto de Fortaleza. Total de chuvas por mês. Disponível em: <<http://www.funceme.br>> Acesso em 29 nov. 2009.
- [10] KERWIN, J. A. Distribution of the salt marsh snail (*Melampus bidentatus* Say) in relation to marsh plants in the Poropotank river area, Virginia. **Chesapeake Science**, Estados Unidos, v.13, n. 1, p. 150 – 153, mar.1972.
- [11] MAGALHÃES, C. A. Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, Bélgica, v. 378, n. 1-3, p. 143-148, jan.1998.
- [12] MAIA, R. C. ; TANAKA, M. O. Avaliação de efeitos locais de espécies de mangue na distribuição de *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) no Ceará, Nordeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 97, n. 4, p. 379-382, dez .2007.
- [13] MAIA, R. C. **O uso do gastrópode *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) como indicador ecológico do estado de degradação**

ambiental dos manguezais do Ceará. Niterói: Ed UFF, 2010. 222 p.

[14] MARQUES-JÚNIOR, A. N.; MORAES, R. B. C. ; MOURAT, M. C. Poluição Marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Ed.) **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. capítulo 14, p. 311-334,

[15] MARTINS, A. M. de F. Ellobiidae – Lost between land and sea. **Journal of Shellfish Research,** Flórida, v. 20, n. 1, p. 441-466, mar. 2001.

[16] MCKEE, K.L. ; FAULKNER, P. L. Restoration of biogeochemical function in mangrove forests. **Restoration Ecology,** Australia, v. 8, n. 3, p. 247-259, set. 2000.

[17] MCMAHON, R. F. ; RUSSELL-HUNTER, W. D. The effects of physical variables and acclimation on survival and oxygen consumption in the high littoral salt-marsh snail, *Melampus bidentatus* Say. **Biological Bulletin,** Massachusetts, v. 161, n. 2, p. 246-269, abr.1981.

[18] MOOK, D. Absorption efficiencies of the intertidal mangrove dwelling mollusk *Melampus coffeus* and the rocky intertidal mollusk *Acanthopleura granulata* Gmelin. **Marine Ecology,** Itália, v.7, n. 2, p. 105-113, jun.1986.

[19] PRICE, C. H. Water relations and physiological ecology of the salt marsh, *Melampus bidentatus* Say. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,** Flórida, v. 45, n.1 , p. 51-67, mar.1980.

[20] PROFFITT, C. E., JOHNS, K. M.; COCHRANE, C. B.; DEVLIN, D. J.; REYNOLDS, T. A.; PAYNE, D. L.; JEPPESEN, S; PEEL, D. W. ; LINDEN, D. Field and laboratory experiments on the consumption of mangrove leaf litter by the macrodetritivore *Melampus coffeus* L. (Gastropoda: Pulmonata). **Florida Scientist,** Estados Unidos, v. 56, n. 4, p. 211-222, out. 1993.

[21] PROFFITT, C. E. ; DEVLIN, D. J. Grazing by the intertidal gastropod *Melampus coffeus* greatly increases mangrove leaf litter degradation rates. **Marine Ecology Progress Series,** Alemanha, v. 296, n. 1, p. 209-218, jul. 2005.

[22] RAULERSON, G. E. **Leaf litter processing by macrodetritivores in natural and restored neotropical mangrove forests.** Louisiana: Ed Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 2004. 155 p.

[23] RIOS, E. C. Seashells of Brazil. 2.ed. Rio Grande: Editora Museu Oceanográfico da FURG, 1985. 492 p.

[24] RUSSEL-HUNTER, W. D.; APLEY, M. L.; HUNTER, R. D. Early life-history of *Melampus* and the significance of semilunar synchrony. **Biological Bulletin,** Massachusetts, v. 143, n. 3, p. 625-656, dez.1972.

[25] SASEKUMAR, A. The distribution of macrofauna on a Malayan mangrove shore. **Journal of Animal Ecology,** Grã-Bretanha, v. 43, n. 1, p. 51-69, mar.1974.

[26] SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MOLERO, G. C.; ADAIME, R. R. ; CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries,** Local, v. 13, n. 2, p. 204-218, ago.1990.

[27] TANAKA, M. O.; MAIA, R. C. Shell Morphological Variation of *Littoraria angulifera* among and within mangroves in NE Brazil. **Hydrobiologia,** Bélgica, v. 559, n. 1, p. 192-202, ago. 2006.

[28] VERMEIJ, G. J. Intraspecific shore-level size gradients in intertidal molluscs. **Ecology,** Califórnia, v. 53, n. 4, p. 693 – 700, jul.1972.

[29] VERMEIJ, G. J. Molluscs in mangrove swamps: physiognomy, diversity, and regional differences. **Systematic Zoology,**Oxford, v. 22, n.4, p. 609-624, jul.1973.

[30] VILARDY, S. ; POLANIA, J. Mollusc fauna of the mangrove root-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andres and Old Providence. **Wetlands Ecology and Management,** Local, v.10, n.3, p. 273-282, Estados Unidos. 2002.

[31] YIJIE, T. ; SHIXIAO, Y. Spatial zonation of macrobenthic fauna in Zhanjiang Mangrove Nature Reserve, Guangdong, China. **Acta Ecologica Sinica,** China, v. 27, n. 5, p. 1703-1714, mai.2007.

