

# Avaliação de efeitos de espécies de mangue na distribuição de *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) no Ceará, nordeste do Brasil

Rafaela C. Maia<sup>1</sup> & Marcel O. Tanaka<sup>2</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Caixa Postal 100644, 24001-970 Niterói, RJ, Brasil. (rafaelacmaia@yahoo.com.br)
2. Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, Caixa Postal 676, 13565-905 São Carlos, SP, Brasil. (martnk@yahoo.com)

**ABSTRACT.** Evaluation of local effects of mangrove species on the distribution of *Melampus coffeus* (Gastropoda, Ellobiidae) in Ceara, northeastern Brazil. *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) is a pulmonate, macrodetritivore gastropod, important in energy flows in Neotropical mangroves, but its distribution in different spatial scales is still unknown in Brazil. The objective of this study was to evaluate the distribution of *M. coffeus*: 1) among the mangrove trees *Rhizophora mangle* Rhizophoraceae and *Laguncularia racemosa* Combretaceae; 2) in relation to the position of *R. mangle* prop roots and 3) among mangroves with different tree heights. Further, its behavior along one tidal cycle was also described. The densities of *M. coffeus* did not differ between *R. mangle* and *L. racemosa*, but the largest snails were found on *R. mangle*. The distribution of snails found on the sediment differed relative to the position of the prop roots, with the highest density in the center and largest size in the edge of the studied areas. However, this distribution was not related with the availability of food resources provided by decayed leaves. Higher densities were also recorded in intermediate and low-stature mangroves when compared with taller ones, but no differences in snail's sizes among mangroves were found. During the high tide, *M. coffeus* individuals climb nearby trees. These results are possibly related to the availability of resources and shelter supplied by *R. mangle*. Thus, studies on the distribution of *M. coffeus* in diverse conditions are essential, because mangroves are being intensively disturbed.

**KEYWORDS.** Distribution, density, mangrove, northeastern Brazil, mollusc.

**RESUMO.** *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) é um gastrópode pulmonado, macrodetritívoro, importante na transferência de energia em manguezais neotropicais, mas sua distribuição em diferentes escalas espaciais ainda é pouco conhecida nas regiões brasileiras. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a distribuição de *M. coffeus* com relação: 1) às espécies *Rhizophora mangle* Rhizophoraceae e *Laguncularia racemosa* Combretaceae; 2) à posição dos rizóforos de *R. mangle* e 3) à altura das árvores em diferentes manguezais. O seu comportamento ao longo do ciclo de marés também foi descrito. A densidade de *M. coffeus* foi similar entre *R. mangle* e *L. racemosa*, porém os maiores caramujos foram encontrados nas árvores de *R. mangle*. A distribuição dos caramujos encontrados no sedimento diferiu em relação aos rizóforos, com maior densidade no centro e o maior tamanho na borda da área amostral. Entretanto, não houve relação com a disponibilidade de recursos alimentares formados por folhas. A densidade também foi maior nos manguezais baixo e médio quando comparados ao alto, porém não foram encontradas diferenças de tamanho dos caramujos em mangues de alturas distintas. Observamos também que, durante a maré alta, *M. coffeus* sobe nas árvores mais próximas. Estes resultados podem estar relacionados principalmente com a disponibilidade de recursos e abrigos fornecidos por *R. mangle*. Desta forma, novos estudos sobre a distribuição de *M. coffeus* sob diversas condições são recomendáveis, já que as regiões de manguezais estão cada vez mais sujeitas a perturbações.

**PALAVRAS-CHAVE.** Distribuição, densidade, manguezal, molusco, Nordeste do Brasil.

*Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) é um gastrópode pulmonado da família Ellobiidae comum em manguezais do Oceano Atlântico, distribuindo-se da Flórida ao Uruguai (RIOS, 1985). Os caramujos do gênero *Melampus* Montfort, 1810 respiram através do teto da cavidade do manto vascularizada, que funciona como um pulmão, mas ainda dependem da água para a reprodução (RUSSEL-HUNTER *et al.*, 1972). Os adultos podem se afogar quando submersos por longos períodos (PRICE, 1980); portanto, indivíduos de *M. coffeus* sobem nas árvores do mangue com a chegada da maré alta, depois de se alimentarem no substrato durante a maré baixa (PROFFITT & DEVLIN, 2005).

*Melampus coffeus* é um macrodetritívoro, alimentando-se preferencialmente de folhas de mangue caídas, o que o torna um importante componente da cadeia alimentar desse ecossistema (PROFFITT *et al.*, 1993; PROFFITT & DEVLIN, 2005). Esses caramujos demonstram preferência por folhas de certas espécies de mangue, como

*Rhizophora mangle* Rhizophoraceae e *Avicennia germinans* Combretaceae, consumindo mais rapidamente folhas mais velhas (PROFFITT *et al.*, 1993). Estudos sugerem que espécies de *Melampus* - como por exemplo *M. bidentatus* - ocorrem em grandes densidades em áreas de alta salinidade (FELL & WILLIAMS, 1985; BURNHAM & FELL, 1989), apesar de outros fatores como competição, predação e regimes de maré poderem alterar estes padrões (FELL & WILLIAMS, 1985).

É possível que a composição arbórea dos manguezais e estrutura etária das espécies influencie na distribuição de *M. coffeus* devido à variação na quantidade de folhas disponíveis para consumo em diferentes mangues. Entretanto, apesar de sua importância na ciclagem de nutrientes em manguezais, existem poucos estudos que avaliem a distribuição espacial de *M. coffeus* em diferentes escalas, como entre espécies arbóreas ou mesmo entre manguezais com diferentes características.

O objetivo deste trabalho foi descrever a distribuição de *M. coffeus* em diferentes escalas espaciais em manguezais no Ceará, nordeste brasileiro. Diversas amostragens foram realizadas para se testar as seguintes hipóteses: 1) se a distribuição de *M. coffeus* difere entre espécies arbóreas num mesmo manguezal, pois as diferentes espécies oferecem distintas estruturas de habitat para os caramujos; 2) se densidades maiores de caramujos no sedimento são encontradas próximo a rizóforos de *R. mangle* num mesmo manguezal devido à proteção oferecida por estas estruturas; 3) se *M. coffeus* ocorre em diferentes densidades em manguezais dominados por árvores de diferentes alturas devido à variação nas condições ambientais e disponibilidade de recursos; 4) se o comportamento de *M. coffeus* é influenciado pelo ciclo de marés.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em manguezais da Praia de Arpoeiros, na região de Acaraú, Ceará, Brasil (02°53'08"S, 40°07'12"W), entre 2002 e 2005. O local apresenta um regime semidiurno de marés, com nível médio de 1,48 m. O clima é tropical, com temperatura média de 27°C e pluviosidade aproximada de 1.100 mm ao ano, sendo o período de chuvas de janeiro a junho (VASCONCELLOS, 1996). As principais espécies vegetais encontradas nessa área são *R. mangle*, *L. racemosa*, *Avicennia* sp., *Batis maritima* Bataceae e *Conocarpus erecta* Combretaceae.

Para avaliar a distribuição de *M. coffeus* entre espécies de árvores em um manguezal, em 2002 foram selecionadas aleatoriamente dez árvores de *R. mangle* e dez de *L. racemosa*, que tiveram suas alturas estimadas com auxílio de um clinômetro. Também foi medido o diâmetro à altura do peito (DAP) dos troncos. Em cada árvore, foram coletados todos os exemplares de *M. coffeus* encontrados em uma faixa de 0,5 m de altura a partir do substrato, no mesmo nível de marés, e medido o comprimento das conchas com paquímetro (precisão=0,05 mm).

Para verificar a distribuição de *M. coffeus* em relação à posição dos rizóforos de *R. mangle* em 2003 foram escolhidas aleatoriamente cinco árvores. Em cada uma foram demarcadas três parcelas não-contínuas de 1m<sup>2</sup>, sendo a primeira no centro do perímetro ocupado pela árvore, a segunda na borda e a terceira fora do limite das árvores e das raízes. Em uma segunda amostragem, foram demarcadas parcelas contínuas de 1m<sup>2</sup> em dez árvores, formando um transecto. Todos os caramujos encontrados no sedimento foram coletados e seu comprimento medido com auxílio de um paquímetro (precisão = 0,05 mm). Para avaliar se essa distribuição é influenciada pela disponibilidade de recursos alimentares, todas as folhas no interior das parcelas foram coletadas e o comprimento medido com uma régua (precisão = 1mm).

Em 2004, foram escolhidos três manguezais dominados por *R. mangle* na praia de Arpoeiros com o objetivo de verificar a distribuição de indivíduos de *M. coffeus* em mangues de diferentes alturas. No mangue baixo, a altura média das árvores de *R. mangle* era inferior a 5 m, no mangue médio entre 5 e 10 m e no mangue alto

superior a 10 m. Em cada um dos manguezais, foram selecionadas aleatoriamente cinco árvores e, entre os rizóforos de cada árvore foi demarcada uma parcela de 0,5m<sup>2</sup>. Todos os indivíduos de *M. coffeus* e as folhas encontradas nas parcelas foram coletados e medidos conforme descrito acima.

O comportamento de *M. coffeus* com a mudança de maré foi observado em cinco árvores de *R. mangle* em um manguezal no ano de 2005. Durante a maré baixa, quando não havia água no manguezal, foram marcados dez indivíduos adultos, de tamanho semelhante, por árvore. Na maré cheia, duas horas depois da marcação e com 50 cm de água no manguezal, os caramujos marcados foram localizados e tiveram sua localização marcada.

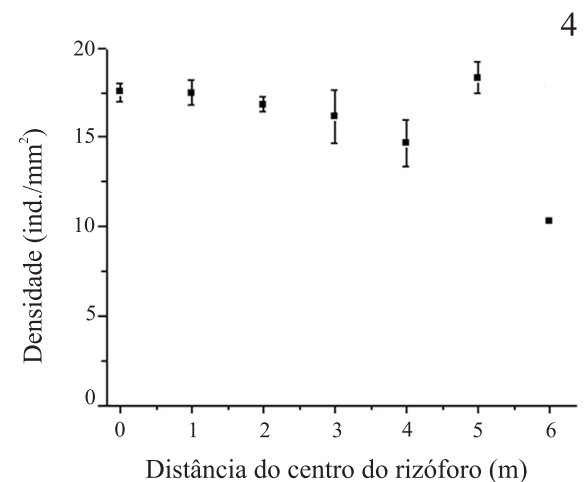
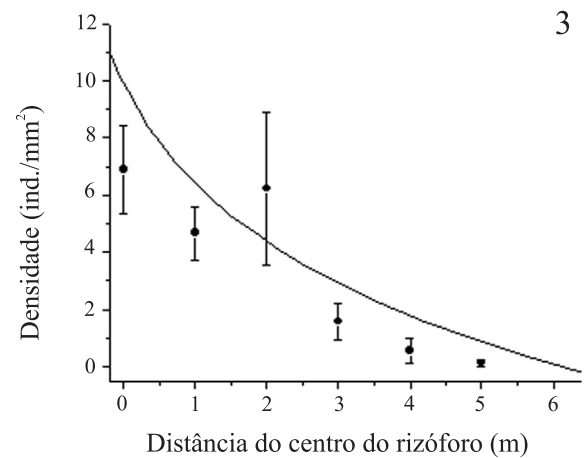
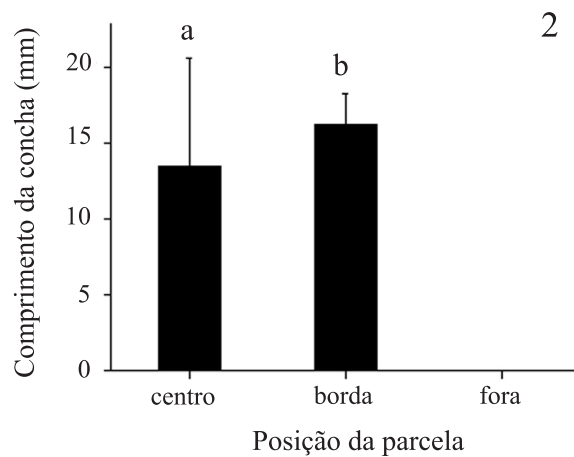
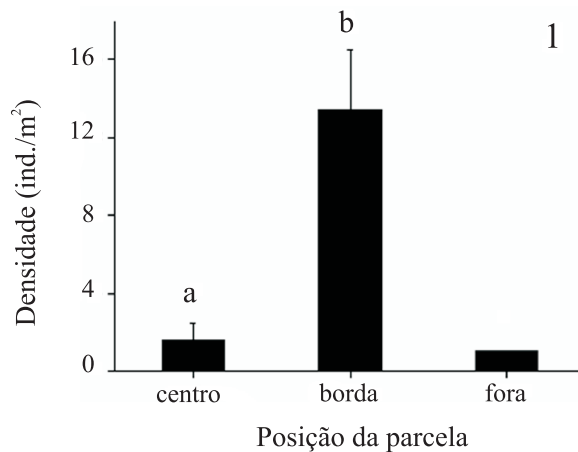
Para comparar o comprimento e a densidade de *M. coffeus* entre as duas espécies de árvores, foi usado o teste *t* de Student. Para comparar a densidade e comprimento da concha e das folhas a diferentes distâncias dos rizóforos de *R. mangle* e entre manguezais, utilizou-se uma ANOVA simples. A diferença entre as médias foi determinada com o teste de comparações múltiplas de Tukey, sendo os dados transformados para se obter homogeneidade de variâncias quando necessário. Para verificar se a distribuição de *M. coffeus* estava relacionada com a distância das árvores de *R. mangle* nas parcelas contínuas, foi adotada regressão ( $y = a + b \log_{10} x$ ). Os resíduos foram analisados graficamente.

## RESULTADOS

A densidade de *M. coffeus* entre as duas espécies de árvores estudadas não diferiu ( $t = -0,384$ ;  $gl = 27$ ;  $p = 0,05$ ), sendo similar entre *R. mangle* ( $0,40 \pm 0,52$  ind./m<sup>2</sup>) e *L. racemosa* ( $0,30 \pm 0,48$  ind./m<sup>2</sup>). Porém, os maiores caramujos foram encontrados nas árvores de *R. mangle* ( $t = -2,675$ ;  $gl = 27$ ;  $p = 0,013$ ) ( $5,96 \pm 7,82$  mm). A altura média das árvores de *R. mangle* neste mangue foi  $3,97 \text{ m} \pm 0,86 \text{ DP}$  e o DAP médio foi  $10,40 \text{ cm} \pm 3,39 \text{ DP}$ . Para *L. racemosa* os valores correspondentes foram  $1,25 \text{ m} \pm 0,19 \text{ DP}$  e  $4,16 \text{ cm} \pm 1,99 \text{ DP}$ .

Nos caramujos encontrados no sedimento, houve diferença na densidade e tamanho em diferentes posições em relação ao rizóforo de *R. mangle*. A densidade foi maior na borda dos rizóforos (ANOVA  $F_{2,12} = 69,189$ ;  $p < 0,001$ ), enquanto as parcelas no centro e fora dos rizóforos apresentaram valores similares (Fig. 1). Além disso, os caramujos coletados na borda apresentaram o maior comprimento (Fig. 2), seguido do centro (ANOVA  $F_{2,12} = 14,166$ ;  $p = 0,001$ ). Não houve relação com a disponibilidade de recursos alimentares, pois o número de folhas foi similar entre as parcelas (ANOVA  $F_{2,12} = 2,52$ ;  $p = 0,122$ ). Entretanto, as maiores folhas foram encontradas na parcela de fora e as menores no centro (ANOVA  $F_{2,19} = 7,112$ ;  $p = 0,005$ ).

Em uma nova amostragem, com as parcelas contínuas, o número de indivíduos de *M. coffeus* por parcela aumentou com a distância aos rizóforos de *R. mangle* ( $y = 10,1 - 11,1 \log_{10} x$ ;  $r^2 = 0,87$ ;  $p = 0,002$ ), mas não houve diferença significativa no tamanho das conchas ao longo do transecto ( $y = 18,5 - 5,0 \log_{10} x$ ;  $r^2 = 0,29$ ;  $p = 0,211$ ) (Figs. 3, 4).



Figs. 1,2. 1, Densidade média de *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) nas três parcelas demarcadas; 2, comprimento médio da concha de *M. coffeus* nas três parcelas demarcadas (barras indicam o erro padrão; letras iguais indicam as médias que não diferem entre si; Tukey,  $p > 0,05$ ).

Figs. 3, 4. 3, Densidade média ( $\pm$  EP) de *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758); 4, Comprimento médio da concha ( $\pm$  EP) de *M. coffeus* em relação à distância do centro do rizóforo de *Rhizophora mangle* Rhizophoraceae.

Entre os manguezais com diferentes alturas de *R. mangle*, a densidade de *M. coffeus* foi um pouco maior nos manguezais baixo e médio quando comparados ao alto (Fig. 5), mas as diferenças não foram significativas (ANOVA  $F_{2,12} = 3,658$ ;  $p = 0,057$ ). Além disso, não foram encontradas diferenças no comprimento dos caramujos em mangues com altura de copa distinta (ANOVA  $F_{2,12} = 2,188$ ;  $p = 0,155$ ) (Fig. 6).

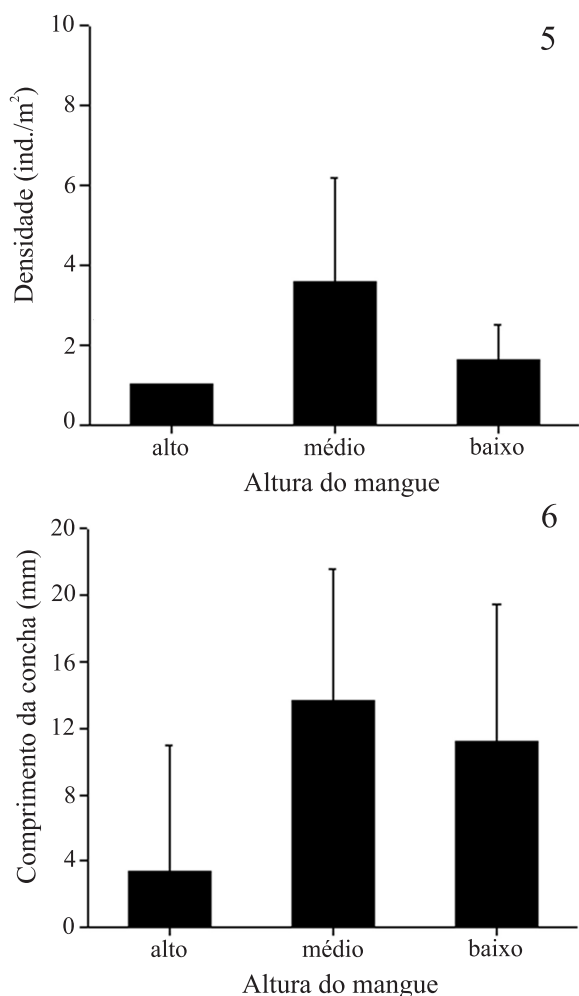
Dos 50 caramujos marcados no sedimento na maré baixa, 43 foram encontrados sobre as raízes de *R. mangle* durante a maré alta e sete não foram localizados. Os indivíduos que subiram nas árvores encontravam-se no mínimo a 14 cm do nível de água e, com exceção de apenas um caramujo, todos subiram na raiz mais próxima. Durante o período que permaneceram nas raízes de *R. mangle*, os indivíduos dividiram espaço com *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822).

## DISCUSSÃO

Entre as duas espécies de árvores estudadas, os indivíduos de *M. coffeus* coletados em *L. racemosa* foram menores que aqueles em *R. mangle*. Este padrão pode

estar relacionado com a baixa estatura e DAP das árvores, com recursos insuficientes para sustentar indivíduos de maior tamanho. Entretanto, não encontramos diferenças na densidade de caramujos entre as árvores de mangue estudadas, apesar de *M. coffeus* apresentar preferência por folhas de *R. mangle* (PROFFITT *et al.*, 1993). Portanto, diferentes espécies podem ser usadas como substrato por *M. coffeus*, mas há uma divisão de tamanho de acordo com o substrato disponível. Substratos pequenos e finos podem ser utilizados por pequenos caramujos, enquanto substratos maiores e mais espessos podem ser utilizados tanto por caramujos grandes como por pequenos. Assim, a distribuição de *M. coffeus* pode estar relacionada a fatores como áreas de retenção de detritos, possíveis competidores ou ainda a densidade e ao tamanho de suportes para abrigo.

A maior densidade de *M. coffeus* encontrada nas regiões entre rizóforos de *R. mangle* corresponde diretamente à presença de refúgios em marés altas. Caramujos adultos devem subir nessas raízes para evitar o afogamento, comportamento já descrito para outras espécies do gênero. Por exemplo, PRICE (1984) demonstrou que adultos de *M. bidentatus* realizam migrações verticais



Figs. 5, 6. 5, Densidade de *Melampus coffeus* (Linnaeus, 1758) em mangues de diferentes alturas; 6, Comprimento da concha de *M. coffeus* em cada um dos mangues (barras indicam o erro padrão).

durante a maré alta para controle das funções respiratórias, enquanto indivíduos jovens permanecem no substrato. Além disso, para *M. bidentatus* a vegetação oferece abrigo contra predação por peixes (JOYCE & WEISBERG, 1986), o que também pode estar influenciando a distribuição e abundância de *M. coffeus*.

Também encontrou-se maior densidade e comprimento das conchas nas parcelas da borda dos rizóforos de *R. mangle*, o que deve estar relacionado à tendência de movimentação da espécie com as marés. Nesta região, as raízes se fixam ao sedimento do manguezal permitindo a migração vertical dos caramujos, diferentemente do que ocorre na parcela central, onde não há rizóforos imediatamente disponíveis. Entretanto, num estudo realizado em outro ano, houve forte influência da distância ao rizóforo na densidade de *M. coffeus*, apesar de indivíduos de tamanho similar terem sido encontrados. Desta forma, as raízes de *R. mangle* são fundamentais para a distribuição de *M. coffeus* havendo maior densidade destes caramujos em áreas onde ocorram mais rizóforos fixos ao sedimento.

Uma hipótese alternativa seria que a quantidade de folhas, seu principal recurso alimentar, influenciasse a abundância de *M. coffeus* (PROFFITT *et al.*, 1993). Porém, a disponibilidade de folhas foi similar entre as parcelas amostradas neste mangue, indicando que outros fatores, além de recursos alimentares, poderiam influenciar sua distribuição.

Os dados aqui apresentados demonstram que não houve diferença na densidade e tamanho de *M. coffeus* em mangues de diferentes alturas. Como os três manguezais eram dominados por *R. mangle*, talvez a densidade de rizóforos no substrato fosse similar, e não houvesse diferença na disponibilidade de abrigos para *M. coffeus*. Entretanto, não há dados sobre a densidade de rizóforos. Os resultados encontrados no presente estudo indicam que a disponibilidade de recursos alimentares não influenciou a distribuição de *M. coffeus* em diferentes manguezais, mas que possivelmente a disponibilidade de abrigos para escapar aos períodos de maré alta pode influenciar a densidade e distribuição de tamanhos destes caramujos. Portanto, o desmatamento de áreas naturais de manguezais pode ter grande influência na distribuição de *M. coffeus*, com possíveis efeitos indiretos sobre o funcionamento destes ecossistemas. Por conseguinte, mais estudos são necessários para se compreender melhor estas interações.

**Agradecimentos.** A Paulo S. Ribeiro pelo auxílio no trabalho de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURNHAM, B. H. & FELL, P. E. 1989. Distribution of *Melampus bidentatus* (Say) and *Succinea wilsoni* (Lea) within a tidal marsh in eastern Connecticut. **The Nautilus** 103:109-112.
- FELL, P. E. & WILLIAMS, J. H. 1985. Distribution of the snail, *Melampus bidentatus*, and the mussel, *Geukensia demissa*, along the Pataguanset estuary (Connecticut) in relation to salinity and other tidal marsh invertebrates. **The Nautilus** 99:21-28.
- JOYCE, A. A. & WEISBERG, S. B. 1986. The effects of predation by the mummichog, *Fundulus heteroclitus* (L.), on the abundance and distribution of the salt marsh snail, *Melampus bidentatus* (Say). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 100:295-306.
- PRICE, C. H. 1980. Water relations and physiological ecology of the salt marsh, *Melampus bidentatus* Say. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 45:51-67.
- . 1984. Tidal migrations of the littoral salt marsh snail *Melampus bidentatus* Say. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 78:111-126.
- PROFFITT, C. E. & DEVLIN, D. J. 2005. Grazing by the intertidal gastropod *Melampus coffeus* greatly increases mangrove leaf litter degradation rates. **Marine Ecology Progress Series** 296:209-218.
- 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. 1993. Field and laboratory experiments on the consumption of mangrove leaf litter by the macrodetritivore *Melampus coffeus* L. (Gastropoda: Pulmonata). **Florida Scientist** 56:211-222.
- RIOS, E. C. 1985. **Seashells of Brazil**. 2ed. Museu Oceanográfico da FURG, Rio Grande. 492p.
- RUSSEL-HUNTER, W. D.; APLEY, M. L. & HUNTER, R. D. 1972. Early life-history of *Melampus* and the significance of semilunar synchrony. **Biology Bulletin** 143:625-656.
- VASCONCELLOS, P. C. 1996. **Acaraú, terra da gente**. Imprensa Oficial do Ceará. 121p.