

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DA CONCHA E DENSIDADE POPULACIONAL DE *Littoraria angulifera* (MOLLUSCA: GASTROPODA) EM MANGUEZAIS DO CEARÁ, BRASIL

Shell morphology variation and population density of *Littoraria angulifera* (Mollusca: Gastropoda) in mangrove forests of Ceará State, Brazil

Carlos Glauber Batista de Melo¹, Rafaela Camargo Maia², Cristina de Almeida Rocha-Barreira³

RESUMO

A morfologia dos litorínídeos varia plasticamente entre os ambientes sendo possível relacionar o formato ou tamanho da concha com diferentes condições ambientais. O objetivo desse trabalho foi estudar a distribuição de *Littoraria angulifera* em manguezais, verificando se há diferenças no tamanho da concha ou densidade populacional, e testar a existência de padrões de zonação. Os indivíduos foram coletados em nove estuários da costa cearense. Em cada área, foram sorteados três pontos nos quais foi demarcado um transecto de cinco parcelas com 10m². Em cada parcela foram identificadas as espécies de mangue, obtidos dados de estrutura vegetal e coletados espécimes de *L. angulifera*, que posteriormente tiveram o tamanho medido. Foram identificadas quatro espécies de mangue: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo a última dominante na maioria dos estuários. Os parâmetros de estrutura foram variáveis entre os manguezais. Os valores de tamanho da concha foram correlacionados positivamente com a altura e área basal da árvore, DAP e densidade de indivíduos. Não se observou diferença significativa no tamanho da concha ou densidade de organismos ao longo do gradiente de zonação testado. A variação no tamanho e densidade indica que os indivíduos reconhecem e respondem a diferentes micro-habitats.

Palavras-chaves: caramujo, estuário, Littorinidae, mangue, morfometria, zonação.

ABSTRACT

The morphology of gastropod shells varies considerably among different habitats is possible to relate the shape or size of the shell with different environmental conditions. The objective of this paper was to study the *Littoraria angulifera* distribution in mangroves, checking for differences in shell size or density population, and to test the existence of patterns zonation. Individuals were collected from nine estuaries of the Ceará coast. In each place, three sites were chosen and each area was marked by transects of five shares measuring 10m². In each plot we identified the mangrove vegetation species, obtained data of structure and collected *L. angulifera* specimens, which subsequently had the size measured. Four mangrove species were found: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle*, the latter being dominant in most estuaries. The structural parameters varied among the mangroves. The values of the shell size were positively correlated with height and basal area of tree, DBH and density. There was no significant difference in shell size or density of organisms along the zonation gradient tested. The variation in size and density indicate that individuals recognize and respond to different microhabitats.

Keywords: periwinkle, estuary, Littorinidae, mangrove, morphometry, zonation.

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar-Labomar/UFC. Av. Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza, Ceará. CEP: 60165-081. Brasil. E-mail: glaubermelo_9@hotmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú. Avenida Desembargador Armando de Sales Louzada, s/n, Monsenhor Edson Magalhães, Acaraú, Ceará. CEP: 62580-000. Brasil. E-mail: rafaelamaia@ifce.edu.br

³ Laboratório de Zoobentos. Instituto de Ciências do Mar-Labomar/UFC. Av. Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza, Ceará. CEP: 60165-081. Brasil. E-mail: cristina.labomar@gmail.com

INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais de todo o mundo, sendo caracterizado por uma vegetação lenhosa típica associada a outros componentes da flora e fauna, adaptado às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado, pouco oxigenado e com freqüente submersão pelas marés (Schaeffer-Novelli, 1995). Esses ecossistemas ocupam cerca de 90% (6.786 km) da linha de costa do litoral brasileiro entre o extremo norte no Oiapoque, no Estado do Amapá até seu limite sul em Santa Catarina (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990). A grande importância do manguezal está relacionada ao papel que esse ecossistema possui em manter os estoques pesqueiros e a biodiversidade marinha dando abrigo a essas espécies, além de constituir uma importante fonte de matéria orgânica para as águas adjacentes (Sheridan & Hays, 2003; Manson *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2007).

Com o surgimento dos grandes centros populacionais e econômicos nas regiões litorâneas, o ecossistema manguezal vem sendo ameaçado por conta da intensa utilização de seus recursos naturais (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2000). Como causadores de impactos estão o barramento de rios, a extração de fauna e flora, a agropecuária, incluindo a aqüicultura, salinas e a urbanização, que resultam em alterações no balanço de sedimentos e águas em estuários e no fluxo de nutrientes e poluentes, alterando a estrutura das comunidades (Ellison & Farnsworth, 1996; 2001; Fondo & Martens, 1998; Calvanti *et al.*, 2009).

Caramujos da família Littorinidae têm como habitat manguezais e costões rochosos, apresentando variações em suas características fenotípicas como a morfologia da concha e polimorfismos de cores que permitem explorar vários ambientes (Chapman, 1995; 1997; Lee & Williams, 2002; Johannesson, 2003). O gastrópode *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) habita as zonas de supralitoral do Atlântico e Caribe, vivendo em troncos e raízes de árvores típicas de mangue e é a única espécie de litorínídeo brasileiro encontrado exclusivamente em manguezais. Este litorínídeo tem hábito alimentar detritívoro e micrófago se alimentando de algas, esponjas e outros microorganismos (Gutierrez, 1988), sendo importante para o fluxo de nutrientes destes sistemas, sendo elo entre os produtores primários e os consumidores (Merkt & Ellison, 1998).

A distribuição desses caramujos dentro do manguezal tende a seguir dois padrões, o primeiro é um gradiente vertical, onde indivíduos com maior

tamanho da concha estão mais próximos a copa das árvores e uma menor abundância nessa área (Vermeij, 1972) e o outro para distribuição de abundância no gradiente horizontal baseado nas variações dos valores de salinidade, levando a mudanças na composição e abundância específica da comunidade (Chaves, 2002). Merkt & Ellison (1998), estudando a proporcionalidade da concha (relação altura/largura) em manguezais com altura média da copa diferente, encontraram que em manguezais com altura média da copa mais alta apresentam uma menor proporcionalidade e manguezais com altura média da copa menor apresentam uma maior proporcionalidade da concha, o que possivelmente ocorre em resposta a exposição à radiação solar e/ou disponibilidade de alimento. Tanaka & Maia (2006) detectaram semelhanças entre litorínídeos oriundos de manguezais perturbados e de áreas de bosques com altura baixa, essa relação se dá possivelmente em resposta à maior exposição à luminosidade/temperatura resultantes do desmatamento. Um mangue perturbado disponibilizará menor área de substrato e menos proteção à dessecação para esses indivíduos, favorecendo a competição intraespecífica.

Para que um plano de gestão ou manejo ecológico em manguezais sejam bem sucedidos deve ser considerado aspectos socioeconômicos, conhecimento sobre seus sistemas biológicos, e processos físicos. Macintosh *et al.* (2002) mostraram que modificações na estrutura de comunidades de moluscos e crustáceos agem nas condições e no funcionamento das florestas de manguezais, podendo ser usadas como indicadores biológicos/ecológicos de degradação nesse ambiente. Devido ao seu papel nos fluxos de energia de manguezais neotropicais, *L. angulifera* poderia funcionar como indicador de degradação nas áreas de manguezal, pois possivelmente responde plasticamente às alterações no ambiente. Esse conhecimento é essencial para se detectar, com maior rapidez, alterações no funcionamento dos manguezais, uma vez que estas regiões estão cada vez mais sujeitas a perturbações antrópicas.

Assim, os objetivos desse trabalho foram estudar a distribuição de *L. angulifera* com relação à estrutura vegetal dos bosques de mangue e verificar padrões de zonação para espécie nos manguezais. Nossa hipótese é que esse gastrópode pode ser um indicador ecológico na avaliação do estado de degradação desses ecossistemas respondendo à perturbação, como o desmatamento, por meio de variações na densidade populacional e na distribuição de comprimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estado do Ceará possui uma área de 148.016 km², com cerca de 570 km de extensão da linha de costa, sendo 182,25 km² de área de manguezais (SEMACE, 2006). O clima é predominantemente semi-árido, com precipitação média anual de 800 mm. A região litorânea está sujeita a um regime de mesomarés (amplitudes de marés entre 2 e 4 metros), possuindo uma costa submetida à alta energia de ondas, predominando nessa região as praias arenosas e sistemas de dunas associadas.

De uma forma geral, as florestas de mangue nessa região ocorrem em pequenas extensões e estão limitadas aos sistemas estuarinos, onde existe menor impacto da alta concentração de sais induzida pelo clima seco, com formação de importantes planícies hipersalinas e onde se encontram áreas abrigadas do hidrodinamismo. As entradas de água doce apresentam baixos valores, a média anual da descarga total dos rios é inferior a 1.000 m³.s⁻¹, apresentando grande sazonalidade. A maior descarga de água doce para o mar ocorre na estação chuvosa, em geral nos meses de dezembro a maio, ocorrendo o oposto durante a estação seca, de junho a novembro.

Este trabalho foi desenvolvido em nove estuários do estado do Ceará, sendo três na região metropolitana de Fortaleza (Ceará, Cocó e Pacoti), três em rios considerados principais (Aca-

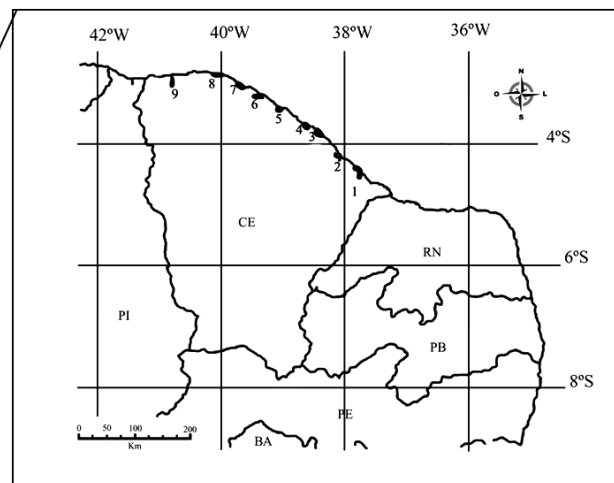
raú, Curú e Jaguaribe) e três em rios considerados secundários (Aracatimirim, Guriú e Barra Grande) (Figura 1). A escolha de cada local de coleta foi de acordo com sua importância e representatividade além da acessibilidade ao local.

METODOLOGIA

A caracterização da estrutura vegetal do manguezal foi baseada na metodologia proposta por Schaffer-Novelli & Cintrón (1986), que consiste no emprego de parcelas múltiplas. Contudo, foi utilizada a replicação dos transectos para que os dados fossem mais representativos e para permitir análises estatísticas mais robustas. Em cada local, foram sorteados três pontos e em cada ponto foi demarcado um transecto de cinco parcelas com 10 m² cada, distanciadas em 5 m. Entretanto, nos estuários dos rios Guriú e Pacoti só foram demarcadas três parcelas em cada transecto devido à pequena extensão do manguezal. As parcelas foram orientadas perpendicularmente ao rio e a primeira distante 10 m de sua ma-



Figura 1 - Mapa do Estado do Ceará, com pontos indicando a localização dos estuários estudados ao longo da costa: 1 - Barra Grande; 2 - Jaguaribe; 3 - Pacoti; 4 - Cocó; 5 - Ceará; 6 - Curú; 7 - Aracatimirim; 8 - Acaurá; 9 - Guriú.



gem. Em cada uma das áreas a salinidade foi verificada com auxílio de um refratômetro.

Em cada parcela, as plantas foram identificadas quanto à espécie, tiveram a altura estimada e a circunferência medida aproximadamente a 1,30 m do solo, com auxílio de uma fita métrica. Posteriormente, os dados da circunferência foram transformados em diâmetro à altura do peito ($DAP = CAP/\pi$) e foram calculados para cada área a altura média, o DAP médio, a área basal dos indivíduos.

Também foram coletados manualmente todos os indivíduos de *L. angulifera* encontrados em cada

parcela demarcada. Em laboratório, os organismos foram fixados em álcool 70% e medidos com relação à altura, largura e altura da abertura da concha com auxílio de um paquímetro (precisão = 0,01mm). Entende-se por altura da concha a distância entre o ápice da concha e o bordo posterior da abertura; a largura é a medida perpendicular ao eixo enquanto a altura da abertura é a distância entre o ponto de encontro do lábio externo da abertura com a volta corporal até o bordo posterior da abertura. Também foi calculada a densidade média de caramujos em cada unidade amostral.

Quanto à análise estatística, primeiramente, foi realizada uma análise descritiva dos dados referentes a estrutura do bosque (densidade, altura da árvore, DAP e área basal), densidade de caramujos e tamanho da concha, todos os parâmetros tiveram sua normalidade e heterogeneidade testada. Para verificar as variações na estrutura dos bosques de mangue e nas flutuações de densidade de caramujos nos diferentes ambientes, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA), quando detectadas diferenças entre as médias ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), o teste de Tukey foi utilizado. Os dados de densidade foram transformados em logaritmo natural (ln) para garantir as premissas dos testes. Para os dados de altura, largura e altura da abertura da concha aplicou-se o teste de Kruskal-wallis, quando verificadas diferenças, foi aplicado o Teste de Comparações Múltiplas. O relacionamento entre a estrutura do bosque, a densidade de moluscos e o tamanho da concha foi avaliado usando uma Análise de Correlação. Para subsidiar a seleção dos descritores ambientais a serem utilizados nessa análise, utilizou-se a uma correlação entre todas as variáveis, retirando das análises os parâmetros altamente correlacionados ($R \geq 0,95$). As análises foram rea-

lizadas utilizando o programa STATISTICA for Windows® versão 7.0.

RESULTADOS

Caracterização estrutural do bosque

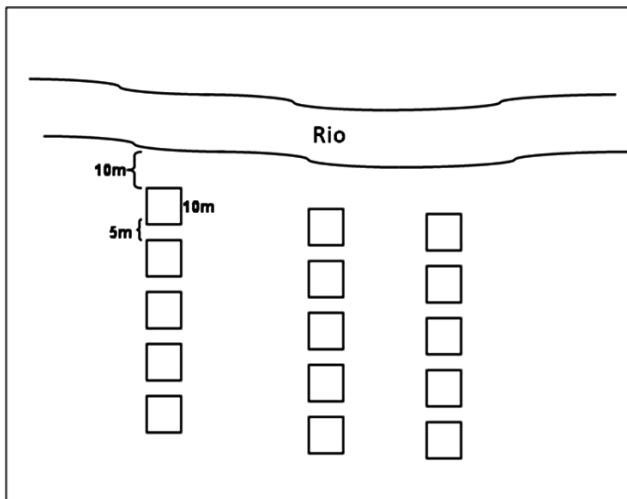
Foram registradas quatro espécies de mangue nos nove estuários amostrados no estado do Ceará: *Avicennia germinans* (L.) L., *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (Acanthaceae), *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) e *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae). No entanto, houve variação quanto a presença das espécies em alguns mangues, no caso de Barra Grande não encontramos *A. germinans* e no Aracatimirim, *L. racemosa* estava ausente. A espécie dominante na maioria dos locais foi a *R. mangle*, levando-se em consideração a área basal total dos indivíduos. Entretanto, nos manguezais do rio Ceará e Cocó, houve uma maior abundância de *A. schaueriana* e no rio Jaguaribe de *A. germinans*. No manguezal do rio Acaraú, houve co-dominância de *R. mangle* e *A. germinans*. *Rhizophora mangle* também foi a espécie mais freqüente nos bosques dos estuários do Barra Grande, Aracatimirim, Pacoti e Curú. Nos rios Acaraú e Guriú, *A. germinans* foi tão freqüente quanto *R. mangle* enquanto no Ceará e Cocó, *A. schaueriana* foi a mais comum (Tabela I). A densidade de árvores foi significativamente diferente entre os manguezais ($F_{8,18} = 3,589$; $p = 0,012$), sendo observado três grupos distintos: o primeiro composto por manguezais mais densos, entre eles Acaraú, Ceará e Guriú, o segundo formado pelo Barra Grande, Jaguaribe e Pacoti com valores intermediários, e o terceiro grupo inclui as áreas menos densas, Aracatimirim, Cocó e Curú.

A altura média dos bosques estudados também diferiu significativamente entre os manguezais ($H_{8,126}$

Tabela I - Dominância (Do) e Frequência (Freq) relativas das espécies de mangue nos estuários. Valores expressos em %.

Parâmetros/ Estuários	Barra Grande	Jaguaribe	Cocó	Pacoti	Ceará	Curú	Acaraú	Aracatimirim	Guriú
Do <i>R. mangle</i>	92,42	35,45	22,36	52,36	13,59	94,91	43,78	49,96	61,11
Do <i>A. germinans</i>	0	44,00	6,28	9,58	1,57	2,24	41,03	34,04	34,09
Do <i>A. schaueriana</i>	7,57	9,36	45,35	11,61	53,61	0,97	10,86	16,00	4,37
Do <i>L. racemosa</i>	0,01	11,19	26,01	26,45	31,23	1,87	4,33	0	0,42
Freq <i>R. mangle</i>	61,9	27,03	31,43	34,62	32,58	57,69	31,82	48,00	37,50
Freq <i>A. germinans</i>	0	29,73	8,57	19,23	12,36	11,54	29,55	20,00	37,50
Freq <i>A. schaueriana</i>	33,33	18,92	34,29	26,92	37,45	11,54	22,73	32,00	20,83
Freq <i>L. racemosa</i>	4,76	24,32	25,71	19,23	17,60	19,23	15,91	0	4,17

= 185,2; $p < 0,001$), sendo observados três padrões de altura distintos, o primeiro formado por manguezais mais altos, Ceará e Cocó ($8,77 \text{ m} \pm 5,07$), outro com mangues de altura intermediária, Aracatimirim e Curú ($8,16 \pm 2,98$), e o terceiro formado por indivíduos com baixos valores de estatura ($5,04 \text{ m} \pm 3,52$), são eles: Acaraú, Jaguaribe, Guriú, Barra Grande e Pacoti. Também foram verificadas diferenças significativas no DAP entre as áreas de estudo ($H_{8,126} = 157,4$; $p < 0,001$), sendo os valores médios do rio Guriú significativamente menores dos que os encontrados nos outros estuários amostrados. Como os valores de DAP são utilizados para calcular a área basal, essas variáveis apresentaram um padrão semelhante. O manguezal do rio Guriú apresentou valores semelhantes e significativamente menores que nas outras áreas estudadas ($H_{8,126} = 145,1$; $p < 0,001$).



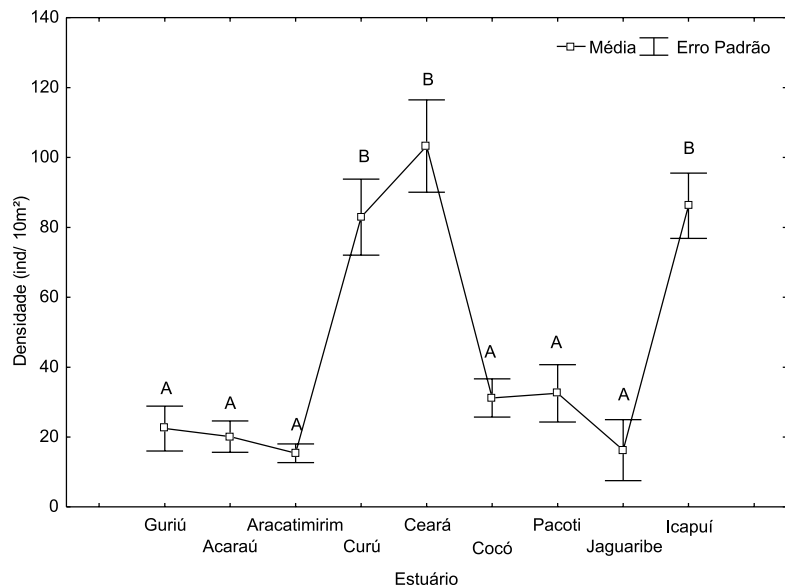
Padrões de distribuição de *L. angulifera*

Foram coletados 6156 exemplares de *L. angulifera*, sendo a maior abundância registrada no rio Ceará com 1549 indivíduos a menor no Aracatimirim com 231 espécimes. Com a aplicação da ANOVA para os valores de totais de densidade, constataram-se diferenças significativas entre os nove estuários analisados ($F_{8,126} = 11,029$; $p < 0,001$). Em seguida, por meio do teste de Tukey se constatou que a densidade de *L. angulifera* nos estuários Guriú, Acaraú, Aracatimirim, Cocó, Pacoti e Jaguaribe são semelhantes enquanto os outros três estuários (Ceará, Ceará e Barra Grande) são significativamente maiores e diferentes dos demais (Figura 3).

Com relação aos valores de tamanho da concha, houve diferença significativa entre os estuários para os dados de altura da concha ($H = 78,045$; $gl = 8$; $p < 0,001$), largura da concha ($H = 81,70$; $gl = 8$; $p < 0,001$) e

Figura 2 - Representação esquemática da metodologia de coleta.

Figura 3 - Densidade total + erro padrão, as letras indicam as diferenças significativas obtidas de acordo com o Teste de Tukey.



altura da abertura da concha ($H = 78,69$; $gl = 8$; $p < 0,001$). Os caramujos coletados nos estuários dos rios Guriú, Aracatimirim, Cocó, Pacoti e Jaguaribe são estatisticamente similares e menores que os amostrados nos demais estuários; os rios Acaraú, Curú, Cocó e Barra Grande apresentaram valores intermediários enquanto nos rios Ceará e na Barra Grande encontramos os maiores tamanhos de concha (Figura 4).

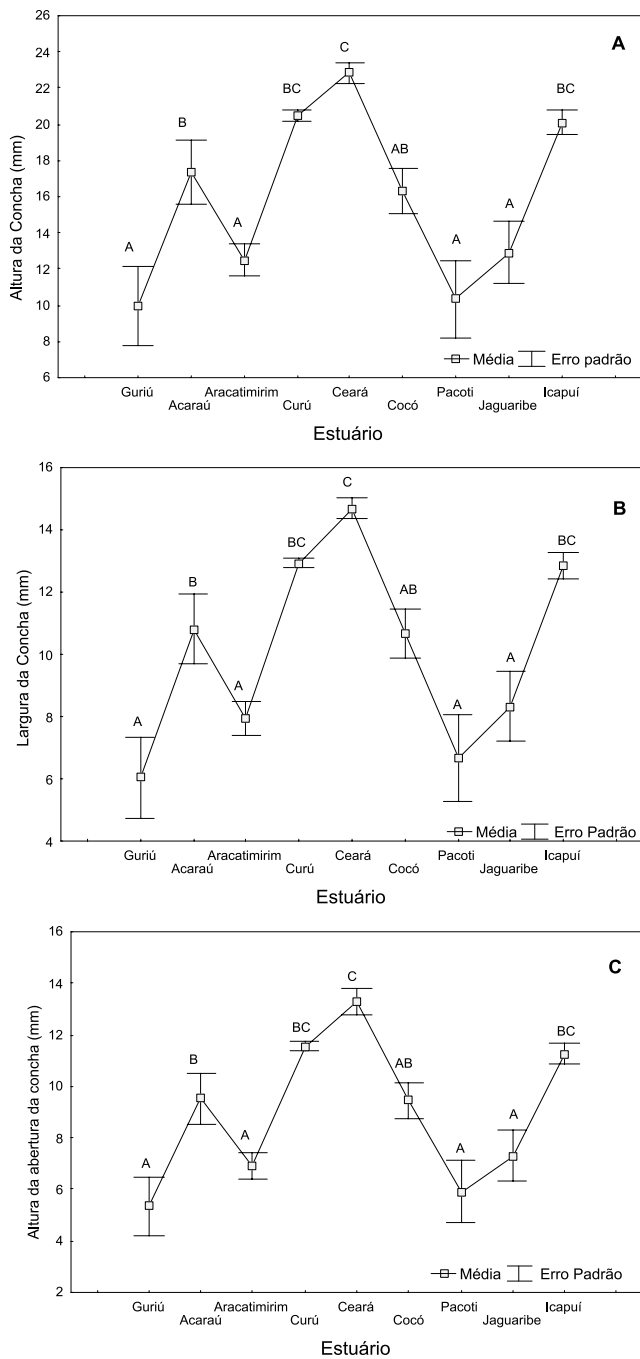


Figura 4 - Altura (A), largura (B) e abertura (C) média da concha + erro padrão. As letras distintas indicam a diferença significativa entre os estuários obtidos a partir do teste de comparações múltiplas.

A análise de correlação indicou que a densidade de *L. angulifera* se correlaciona significativamente com a altura ($r = 0,83$) e largura da concha ($r = 0,70$), altura da árvore ($r = 0,26$) e DAP ($r = 0,20$), entretanto não foram observadas relações estatísticas com a composição do bosque de mangue e salinidade. Também foram significativas as relações entre a altura da concha com a altura da árvore ($r = 0,34$) e DAP ($r = 0,32$).

Os dados de densidade não apresentaram diferenças significativas entre as parcelas dentro de cada estuário (Tabela II). No entanto, nas três primeiras parcelas, mais próximas a linha d'água, a densidade de *L. angulifera* tende a ser maior que nas duas últimas nos estuários dos rios Ceará, Cocó, Pacoti e Jaguaribe, ocorrendo o inverso nos manguezais de Acaraú, Aracatimirim e Jaguaribe.

Os valores de altura, largura e altura da abertura da concha também não apresentaram diferenças significativas entre as parcelas dentro de cada estuário (Tabela III), porém se constatou uma tendência na distribuição por tamanho no estuário do rio Ceará, onde os indivíduos maiores estariam nas três últimas parcelas. Nos manguezais de Acaraú,

Tabela II - Resultados da Análise de Variância (ANOVA) para densidade de *Littoraria angulifera* entre os estuários estudados.

Estuário	F	gl	p
Barra Grande	0,189	4	0,939
Jaguaribe	1,645	4	0,238
Cocó	0,733	4	0,590
Pacoti	4,212	3	0,078
Ceará	0,840	4	0,531
Curú	0,476	4	0,753
Aracatimirim	1,064	4	0,423
Acaraú	0,081	4	0,986
Guriú	2,534	2	0,159

Tabela III - Resultados do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para tamanho da concha entre as parcelas amostradas em cada estuário.

Estuário	Altura da concha				Largura da concha				Abertura da concha			
	H	p	gl	N	H	p	gl	N	H	p	gl	N
Barra Grande	0,333	0,988	4	15	0,433	0,980	4	15	0,433	0,980	4	15
Jaguaribe	7,588	0,101	4	15	7,118	0,130	4	15	7,588	0,108	4	15
Cocó	0,233	0,994	4	15	0,267	0,992	4	15	0,167	0,997	4	15
Pacoti	2,956	0,399	3	9	3,311	0,346	3	9	3,311	0,346	3	9
Ceará	8,033	0,090	4	15	8,167	0,086	4	15	6,200	0,185	4	15
Curú	5,033	0,284	4	15	6,233	0,182	4	15	5,600	0,231	4	15
Aracatimirim	3,167	0,530	4	15	2,967	0,563	4	15	3,500	0,478	4	15
Acaraú	7,790	0,099	4	15	8,624	0,071	4	15	7,790	0,099	4	15
Guriú	1,067	0,587	2	9	1,067	0,587	2	9	1,067	0,587	2	9

Aracatimirim e Jaguaribe, observou-se uma tendência de distribuição de tamanho inversa. Nos demais estuários não se observaram diferenças significativas no tamanho da concha entre as parcelas.

DISCUSSÃO

Os resultados da composição específica e dos parâmetros estruturais obtidos para os nove estuários estudados demonstraram diferenças nos bosques de mangue, as quais podem corresponder às variações da frequência e periodicidade das energias subsidiárias tais como: marés, água doce e aporte de nutrientes (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1994) ou da ação de tensores naturais ou antrópicos como erosão, sedimentação e poluição (Soares, 1999; Cavalcanti *et al.*, 2009). Por exemplo, *Rhizophora mangle* encontra condições bastante favoráveis para um bom desenvolvimento em quase todas as áreas amostradas, o que é evidenciado pela sua frequência e dominância. Em algumas regiões, no entanto, essa espécie é substituída por *Avicennia germinans* ou *Avicennia schaueriana*. O gênero *Avicennia* é mais tolerante ao estresse ambiental podendo ser encontrada em abundância em áreas com distúrbios induzidos pelo homem (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992). Nesse trabalho, *R. mangle* é suprimida por *Avicennia* spp em duas áreas na região metropolitana da capital do estado (estuários do rios Cocó e Ceará) e em uma área com destacada atividade de carcinicultura (rio Jaguaribe), ou seja, locais sujeitos a forte perturbação ambiental.

A densidade e tamanho da concha de *L. angulifera* também variaram significativamente entre essas áreas estuarinas, indicando que os indivíduos reconhecem e respondem a diferentes micro-habitat (Gallagher & Reid, 1979; Chapman, 1997; Crowe, 1999; Lee & Williams, 2002; Suzuki *et al.*, 2002). Diferenças morfométricas na concha e na abundância de caramujos da família Littorinidae em regiões geograficamente próximas, já foram observadas por alguns trabalhos (*e.g.*, Chapman & Underwood, 1994; Merkt & Ellison, 1998; Johannesson *et al.*, 2003). Os autores sugerem que essas variações podem ser resultantes de resposta genética à seleção natural imposta pela ação das ondas, dessecação, competição ou predação.

Nos manguezais estudados, a competição intraespecífica não parece ser fator relevante uma vez que encontramos uma forte correlação positiva entre a densidade e o tamanho da concha. Ou seja, quanto maior a quantidade de indivíduos maior o tamanho das conchas de *L. angulifera*. Percebemos assim que a

população está longe da capacidade suporte do ambiente, não levando à competição por condições e recursos. Entretanto, muitos estudos realizados com litorinídeos em manguezais sugerem que o tamanho ou formato da concha estão relacionados com reservas de água, diferenças no crescimento e sobrevivência em resposta a dessecação (Merkt & Ellison, 1998; Chaves, 2002; Suzuki *et al.*, 2002; Tanaka & Maia, 2006), sendo aqueles indivíduos mais resistentes a dessecação os que possuem conchas maiores e mais largas, pois tendem a conter mais água. Assim, possivelmente, nesses ambientes maiores conchas levariam a vantagens competitivas em resposta às condições ambientais existentes.

Nos estuários analisados, não se obteve um padrão claro de distribuição por tamanho, sendo observada uma tendência de aumento de tamanho a partir das parcelas mais próximas do rio. Britton (1992) constatou que áreas mais próximas à margem do rio tendem a apresentar uma maior densidade, indicando a vantagem de os indivíduos estarem próximos ao corpo d'água minimizando assim a dessecação. Outros estudos indicam que com o distanciamento do corpo d'água o tamanho da concha tende a aumentar e que, quanto mais próximo da água o indivíduo estiver, menores serão suas medidas de altura, largura e altura da abertura da concha (Vermeij, 1972; Chaves, 2002). As variações na topografia aliada a outros fatores como presença de animais sésseis ou algas nessa área de manguezal, ocasionam uma variabilidade de habitats que age também sobre os padrões de distribuição e abundância de litorinídeos (Chapman, 1994; Chapman & Underwood, 1994). A presença de pequenos canais de maré no interior dos bosques pode explicar a ausência de alterações na morfologia da concha ao longo do gradiente estudado nos estuários amostrados, pois diminuiria assim o estresse devido à dessecação.

Agradecimentos - Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Britton, J. C. Evaporative water loss, behaviour during emersion, and upper thermal tolerance limits in seven species of eulittoral-fringe Littorinidae (Mollusca: Gastropoda). *Third International Symposium on Littorinidae Biology*, p.69-83, 1992.

Cavalcanti, V.E.; Soares, M.L.G.; Estradat, G.C.D. &

- Chavest, F.O. Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest. *J. Cost. Res.*, v.56, p.390-394, 2009.
- Chapman, M.G. Spatial patterns of shell of three species of co-existing littorinid snails in New South Wales, Australia. *J. Moll. Stud.*, v. 61, p. 141-162, 1995.
- Chapman, M.G. Relationships between shell shape, water reserves, survival and growth of highshore Littorinids under experimental conditions in New South Wales, Australia. *J. Moll. Stud.*, v. 63, p. 511-529, 1997.
- Chapman, M.G. & Underwood, A.J. Dispersal of the intertidal snail, *Nodilittorina pyramidalis*, in response to the topographic complexity of the substratum. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, v. 179, p. 145-169, 1994.
- Chaves, A.M.R. *Entre o seco e o molhado, do costão ao manguezal: distribuição de gastrópodes da família Littorinidae em gradientes vertical e horizontal no litoral do estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 100 p., Campinas, 2002.
- Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli, Y. Ecology and management New World mangroves, p. 233-258, in Seeliger, U. (ed.), *Coastal plant communities of Latin América*. Academic Press, 392 p, San Diego, 1992.
- Crowe, T.P. Limits to generality: seasonal and temporal variation in dispersal of an intertidal gastropod. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, v. 232, p. 177-196, 1999.
- Ellison, A.M. & Farnsworth, E.J. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends and future predictions. *Biotropica*, v. 28, p. 549-565, 1996.
- Ellison, A.M. & Farnsworth, E.J. Mangrove communities, in Berthness, M.D.; Gaines, S. & Hey, M.E (eds.), *Marine community ecology*. Sinauer Press, 550 p., Sunderland, 2001.
- Fernandes, M.E.B; Nascimento, A.A.M. do & Carvalho, M.L. Estimativa da produção anual de serapiheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. *Revista Árvore*, v. 31, p. 949-958, 2007.
- Fondo, E.N. & Martens, E. E. Effects of mangrove deforestation on macrofaunal densities, Gazi bay, Kenya. *Mangroves and Salt Marshes*, v. 2, p. 75-83, 1998.
- Gallagher, S.B. & Reid, G.K. Population dynamics and zonation in the periwinkle snail, *Littorina angulifera*, of the Tampa Bay, Florida region. *The Nautilus*, v. 94, p. 162-178, 1979.
- Johannesson, K. Evolution in *Littorina*: ecology matters. *J. Sea Res.*, v. 49, p. 107-117, 2003.
- Lee, O.H.K. & Williams, G.A. Spatial distribution patterns of *Littoraria* species in Hong Kong mangroves. *Hydrobiologia*, v. 481, p. 137-145, 2002.
- Macintosh, D.J.; Ashton, E.C. & Havanon, S. Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand. *Est. Coast. Shelf Sci.*, v. 55, p. 331-345, 2002.
- Manson, F.J.; Loneragan, N.R.; Skilleter, G.A. & Phinn, S.R. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: a synthesis of the literature and identification of research directions. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v. 43, p. 485-515, 2005.
- Merkt, R.E. & Ellison, A.M. Geographic and habitat-specific morphological variation of *Littoraria (Littorinopsis) angulifera* (Lamarck, 1822). *Malacologia*, v. 40, p. 279-295, 1998.
- Schaeffer-Novelli, Y. *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. Caribbean Ecological Research, XIII+64p., São Paulo, 1995.
- Schaeffer-Novelli, Y. & Cintrón, G. *Guia de estudos de áreas de manguezal: estrutura, função e flora*. Caribbean Ecological Research, 150 p., São Paulo, 1986.
- Schaeffer-Novelli, Y. & Cinton-Molero, G. Manguezais brasileiros: uma síntese sobre aspectos históricos (séculos XVI a XIX), zonação, estrutura e impactos ambientais, pp. 333-341, in *Anais do Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira - subsídios a um gerenciamento ambiental - v.1*, São Paulo, 1994.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Molero, G. C.; Soares, M. L. G.; De Rosa, T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 561-570, 2000.
- Sheridan, P. & Hays, C. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods? *Wetlands*, v. 23, p. 449-458, 2003.
- SEMACE. *Manguezais do Nordeste do Brasil. Avaliação das áreas de manguezais dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco*. SEMACE, 123 p., Fortaleza, 2006.
- Soares, M.L.G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, v. 59, p. 5003-15, 1999.
- Suzuki, T.; Nishihira, M. & Paphavasit, N. Size struc-

ture and distribution of *Ovassiminea brevicula* (Gastropoda) in a Thai mangrove swamp. *Wetlands Ecology and Management*, v. 10, p 265-271, 2002.

Tanaka, M. O. & Maia, R. C. Shell morphological variation of *Littoraria angulifera* among and within

mangroves in NE Brazil. *Hydrobiologia*, v.559, p.193-202, 2006.

Vermeij, G.J. Intraspecific shore-level size gradients in intertidal molluscs. *Ecology*, v.53, p. 693-700, 1972.