

ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE CARANGUEJOS CHAMA-MARÉS (CRUSTACEA: DECAPODA: OCYPODIDAE) EM UM MANGUEZAL NO NORDESTE DO BRASIL

Clarissa F. Pillon¹, Alberto S. Gonçalves², Sandro Santos^{1,3} & Daniela da S.
Castiglioni⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil; e-mail: clarissapillon@gmail.com

² Laboratório de Sensoriamento Remoto da Vegetação, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional Sul. Campus da Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil; e-mail: alberto.senra@gmail.com

³ Departamento de Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil; e-mail: sandro.santos30@gmail.com

⁴ Laboratório de Zoologia e Ecologia, Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Palmeira das Missões, Avenida Independência, 3751, Bairro Vista Alegre, CEP 983000-000, Palmeira das Missões, RS, Brasil; e-mail: danielacastiglioni@yahoo.com.br

RESUMO

No presente estudo analisou-se a estrutura populacional dos caranguejos chama-marés *Leptuca cumulanta* e *Leptuca leptodactyla*, provenientes do manguezal do Rio Formoso no litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil, no período de abril de 2009 a março de 2010. Foram coletados 346 indivíduos de *L. cumulanta*, sendo 211 machos e 135 fêmeas. A espécie *L. leptodactyla* foi 5,9 vezes mais abundante do que *L. cumulanta*, sendo que 2.029 exemplares foram amostrados (1.409 machos e 624 fêmeas). A distribuição de frequência em classes de tamanho foi normal e unimodal para ambos os sexos em *L. cumulanta*, enquanto a espécie *L. leptodactyla* apresentou distribuição de frequência normal, sendo bimodal e unimodal em machos e fêmeas, respectivamente. O tamanho médio de machos e fêmeas de *L. cumulanta* não diferiu, por outro lado os machos de *L. leptodactyla* atingiram tamanhos superiores às fêmeas. A proporção sexual total foi desviada a favor dos machos em ambas as espécies: *L. cumulanta* - 1,56: 1; *L. leptodactyla* – 2,45: 1). Em *L. cumulanta* os machos destros foram significativamente mais frequentes do que os sinistros, enquanto em *L. leptodactyla* os machos

sinistros ocorreram em maior frequência na população. No presente estudo constatou-se que ambas as populações de *Leptuca* estão preservadas no manguezal do Rio Formoso e apresentaram resultados semelhantes a outras populações do gênero já analisadas ao longo da costa brasileira, com exceção apenas do tamanho corpóreo.

PALAVRAS-CHAVE. Chama-marés, Distribuição de frequência do tamanho, Proporção sexual, Tamanho corpóreo.

ABSTRACT

We studied the population structure of the fiddler crabs *Leptuca cumulanta* and *Leptuca leptodactyla*, from Rio Formoso mangrove from southern coast of state of Pernambuco, Brazil, from April 2009 to March 2010. A total of 346 individuals of *L. cumulanta* were sampled: 211 males and 135 females. The species *L. leptodactyla* was 5.9 times more abundant than *L. cumulanta*, were sampled 2,029 individuals (1,405 males and 624 females). The size frequency distribution was normal and unimodal for both sexes in *L. cumulanta*, while in the species *L. leptodactyla* shows normal size-frequency distribution, being bimodal and unimodal in males and females, respectively. The mean size of the males and females of *L. cumulanta* did not differ, but males of *L. leptodactyla* reaching greater size than females. The overall sex ratio was skewed in favor of males in both species *L. cumulanta* - 1.56: 1; *L. leptodactyla* – 2:45: 1). In *L. cumulanta* males were predominantly right-handed, otherwise *L. leptodactyla* were left-handed. In general, population of *L. cumulanta* and *L. leptodactyla* are preserved in Rio Formoso mangrove and data was similar to those previously recorded for other species of the genus along the coast of Brazil, with exception of body size.

KEYWORDS. Body size, Fiddler crabs, Sex ratio, Size frequency distribution.

INTRODUÇÃO

De acordo com Thurman *et al.* (2013) a costa do Brasil possui 9.200 km de extensão com características geológicas, climáticas e hidrológicas distintas e conseqüentemente a composição de espécies e a estrutura das comunidades

ao longo da costa são diversificadas e altamente variadas. Dentre os ecossistemas que encontram-se na costa brasileira, destacam-se os manguezais, sendo estes altamente produtivos, abrigando uma diversidade faunística elevada e assim fornecendo alimento, refúgio e área para reprodução e crescimento para muitas espécies (Rodríguez, 1987; Schaeffer-Novelli, 1995; Nordhaus *et al.*, 2006). Dentre os animais, os caranguejos são os componentes mais conspícuos e abundantes da macrofauna bentônica dos ecossistemas manguezais (Jones, 1984; Skov *et al.*, 2002; Nagelkerken *et al.*, 2008), desempenhando um papel importante na dinâmica do ecossistema, pois atuam na cadeia alimentar, decomposição de matéria orgânica e bioturbação do solo (Crane, 1975; Macintosh, 1988).

Atualmente os manguezais encontram-se sob forte impacto em escala mundial, principalmente em decorrência de processos antrópicos como a poluição por efluentes domésticos e industriais, avanços das cidades e ocupação por aterros sanitários (Vaiphasa *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2014a) além da sobrepesca. Dessa maneira, estudos sobre biologia e ecologia de espécies típicas de manguezais, especialmente os caranguejos, possibilitarão compreender o ciclo de vida das mesmas e fornecerão subsídios para o conhecimento da estabilidade ecológica do habitat e assim contribuir para a preservação das populações remanescentes e de todo o ecossistema.

Entre as famílias de caranguejos (Infraordem Brachyura) associadas aos manguezais da costa brasileira estão: Ocypodidae, Sesarmidae, Varunidae, Pinnotheridae, Plagusiidae, Ucididae, Grapsidae, Gecarcinidae, Portunidae e aquelas da superfamília Xanthoidea (Jones, 1984; Melo, 1996; Ng *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2014a). Dentre estas, os caranguejos ocipodídeos formam o grupo mais característico de invertebrados associados a estuários de costas tropicais e subtropicais, principalmente os manguezais (Jones & Simons, 1983; Costa & Negreiros-Franozo, 2003; Araújo *et al.*, 2014a). Dentre os caranguejos pertencentes à Família Ocypodidae, destacam-se os caranguejos chama-marés que eram representados por 104 espécies, todas elas pertencentes ao gênero *Uca*. No entanto, a partir das análises filogenéticas realizadas por Shih *et al.* (2016), as espécies de caranguejos chama-marés

foram realocados em 11 gêneros, sendo que destes apenas três (*Leptuca* Bott, 1973, *Minuca* Bott, 1954 e *Uca* Leach, 1814) possuem espécies encontradas no Brasil. No Nordeste do Brasil, há registro de nove espécies de caranguejos chama-marés: *Minuca burgersi* (Holthius, 1898), *Leptuca cumulanta* (Crane, 1943), *Leptuca leptodactyla* (Rathbun, 1898), *Uca maracoani* (Latreille, 1803), *Minuca mordax* (Smith, 1870), *Minuca rapax* (Smith, 1870), *Minuca victoriana* (von Hagen, 1987), *Leptuca thayeri* (Rathbun, 1900) e *Minuca vocator* (Herbst, 1804) (Melo, 1996; Castiglioni *et al.*, 2010; Thurman *et al.*, 2013).

Os caranguejos chama-marés ou caranguejos-violinistas, segundo Crane (1975), escavam tocas de profundidade variada, de onde saem durante a maré baixa para realizar as atividades de alimentação e de reprodução e se recolhem dentro das mesmas durante as marés altas. De forma geral, estes caranguejos são caracterizados por acentuado dimorfismo sexual, no qual os machos apresentam um dos quelípodos mais desenvolvido, compreendendo quase a metade da massa corporal do animal, enquanto as fêmeas apresentam os dois quelípodos do mesmo tamanho (Crane, 1975). Os caranguejos chama-maré além de aturem nos níveis tróficos das redes alimentares são fundamentais na ciclagem de nutrientes das áreas de manguezais, uma vez que o ato de escavar tocas traz à superfície matéria orgânica de estratos inferiores (Araújo & Maciel, 1977; Macintosh, 1988; Kristensen, 2008).

Das espécies que ocorrem ao longo da costa brasileira, *L. cumulanta*, habita galerias de lama perto de árvores em áreas de manguezais tropicais e é distribuída ao longo do Atlântico ocidental, América Central, até o norte da América do Sul, Guiana e o Brasil (ocorrendo do nordeste ao sul do Brasil) (Melo, 1996; Bezerra, 2012; Thurman *et al.*, 2013). Já *L. leptodactyla* ocorre em substratos arenosos com influência da água do mar, geralmente inundada durante a maré alta, podendo ser encontrada nas margens de manguezais, bordas de grandes baías ou até mesmo em ilhas em mar aberto ao longo da costa leste do Atlântico, deste o sul dos Estados Unidos (Florida ao Golfo do México) ao nordeste do Brasil (Crane, 1975; Melo, 1996; Cardoso & Negreiros-Fransozo, 2004; Bezerra, 2012).

De modo geral, as populações de caranguejos chama-maré têm sido analisadas quanto à dinâmica populacional no Brasil, sendo a maioria dos estudos desenvolvidos com espécies que ocorrem em manguezais da região sudeste do Brasil (Costa & Negreiros-Fransozo, 2003; Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.*, 2006; Masunari, 2006; Benetti *et al.*, 2007; Bedê *et al.*, 2008; Hirose & Negreiros-Fransozo, 2008; Costa & Soares-Gomes, 2009; Fransozo *et al.*, 2009).

Apesar da importância ecológica das espécies de *Leptuca*, existem poucos trabalhos publicados sobre dinâmica populacional nos manguezais pernambucanos, como os desenvolvidos por Silva *et al.* (2013) e Farias *et al.* (2014) com *L. thayeri* e Castiglioni *et al.* (2010) com *M. victoriana*. Com relação a *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* foram realizados alguns trabalhos no Brasil, destacando-se os de Aciole *et al.* (2000), Koch *et al.* (2005) e Pralon & Negreiros-Fransozo (2008). Na Venezuela, foram realizados três trabalhos com *L. cumulanta*, um sobre os tipos normais e aberrantes sexuais (Ahmed, 1976) e outros sobre orientação por meio de estímulos químicos e visuais (Chiussí & Díaz, 2001, 2002). Já a espécie *L. leptodactyla* foi analisada quanto a sua fisiologia (Vernberg & Tashian, 1959), comportamento social (Crane, 1975), crescimento relativo (Masunari & Swiech-Ayoub, 2003; Cardoso & Negreiros-Fransozo, 2004) e ecologia populacional (Aciole *et al.*, 2000; Bezerra & Matthews-Cascon, 2006). Além disto, a estrutura populacional de oito espécies de ocipodídeos, dentre elas *L. cumulanta* e *L. leptodactyla*, foi analisada por Bedê *et al.* (2008) numa área de manguezal do estado do Rio de Janeiro.

Vale ressaltar o fato de que populações de caranguejos de áreas estuarinas distintas podem diferir quanto a sua história de vida provavelmente relacionada à diversidade genética e plasticidade fenotípica (Hadfield & Strathmann, 1996) as quais são influenciadas por fatores bióticos ou abióticos como disponibilidade de alimento, grau de dessecação do substrato, composição granulométrica e conteúdo de matéria orgânica do substrato, presença de vegetação, temperatura, marés, salinidade e luminosidade (Crane, 1975; Christy, 1978; Salmon & Hyatt, 1983; Thurman II, 1984; Barnwell, 1986;

Thurman II, 1987; Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004; Nobbs, 2003; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Colpo *et al.*, 2011; Castiglioni *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2013; Araújo *et al.*, 2014b). Dos fatores mencionados acima, a temperatura é considerada como um dos principais, exercendo influência sobre o crescimento e a reprodução das espécies de caranguejos, sendo que aquelas que vivem em áreas de baixa latitude (zona tropical) reproduzem-se continuamente e atingem menores tamanhos do que as de altas latitudes (zona temperada) que apresentam reprodução sazonal (Sastry, 1983; Hartnoll, 2001; Farias *et al.*, 2014). Assim trabalhos que avaliem a dinâmica populacional de espécies que apresentam uma ampla distribuição geográfica são escassos no Brasil e tornam-se necessários para a compreensão da plasticidade fenotípica das espécies frente às diferentes condições ambientais as quais são expostas as populações de caranguejos. Além disto a importância ecológica das espécies de caranguejos chama-marés *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* como recicladoras de matéria orgânica e por apresentarem-se abundantes no manguezal do Rio Formoso, litoral sul do estado de Pernambuco, local que apresenta crescente atividade turística e pesqueira justificam o desenvolvimento deste trabalho. Assim o objetivo deste presente estudo foi caracterizar e comparar a estrutura populacional dos caranguejos chama-marés *Leptuca cumulanta* e *L. leptodactyla*, provenientes do manguezal do Rio Formoso no litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no manguezal do Rio Formoso, município de Rio Formoso, estado de Pernambuco (8° 41'00, 68" S e 35° 06' 09,49" O) (Figura 1), localizado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, 92 km ao sul da cidade de Recife. Parte do território do município de Rio Formoso está incluída em uma Área de Proteção Ambiental – APA (Decreto Estadual n.19.635, de 13 de março de 1997), denominada APA de Guadalupe, que se localiza na porção meridional do litoral sul do estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros (CPRH, 1999). Hidrograficamente, o município de Rio Formoso está

inserido nas bacias dos rios Sirinhaém e Una, além de pequenos grupos de rios litorâneos. Destaca-se neste complexo fluvial, o estuário do rio Formoso, situado entre as coordenadas geográficas 8° 39', 8° 42' S e 35° 10', 35° 05' O, com uma área aproximada de 2.724 hectares (Fidem, 1987).

Os exemplares de *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* foram coletados mensalmente, entre Abril/2009 a Março/2010 em quatro áreas distintas (Figura 1), por meio de esforço de captura de uma pessoa durante 30 minutos por ponto, em período de maré baixa de sizígia. Os caranguejos foram removidos manualmente das tocas, através do revolvimento do sedimento até uma profundidade de aproximadamente 10 cm com auxílio de uma pequena pá de jardim e também foram capturados aqueles exemplares que se encontravam na superfície.

Descrição dos pontos de amostragens: Ponto 1: ambiente de transição entre o ecossistema manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto predominante por *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) e alguns exemplares de *Avicennia shaueriana* Stapf & Leechman; parte da área (aproximadamente 8 m²) não apresentava cobertura vegetal; substrato areno-lamoso; área localizada a aproximadamente 300 m do rio; Ponto 2: ambiente localizado aproximadamente a 200 m do rio no interior do manguezal, e com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *Avicennia schaueriana* e alguns exemplares de *Rhizophora mangle* Linnaeus; área totalmente coberta por espécies arbóreas, com substrato lamoso e localizada a 200 m do rio. Ponto 3: ambiente localizado na margem do rio e sem cobertura vegetal; substrato arenoso na maior área e lamoso na margem do rio; Ponto 4: ambiente localizado na margem do rio, mas com cobertura vegetal, sendo composto predominante por *Rhizophora mangle* e alguns exemplares de *Laguncularia racemosa*; substrato lamoso.

Em laboratório, os caranguejos foram classificados quanto ao sexo e à condição ovígera. Posteriormente os mesmos foram mensurados quanto à largura da carapaça (LC = medida pela distância entre os ângulos ântero-laterais, correspondendo à sua maior dimensão - mm) e comprimento da carapaça (CC = medida tomada no plano de simetria, sobre o dorso do corpo,

a partir da margem anterior da fronte até atingir a parte posterior da carapaça), com o uso de um paquímetro digital ($\pm 0,01$ mm).

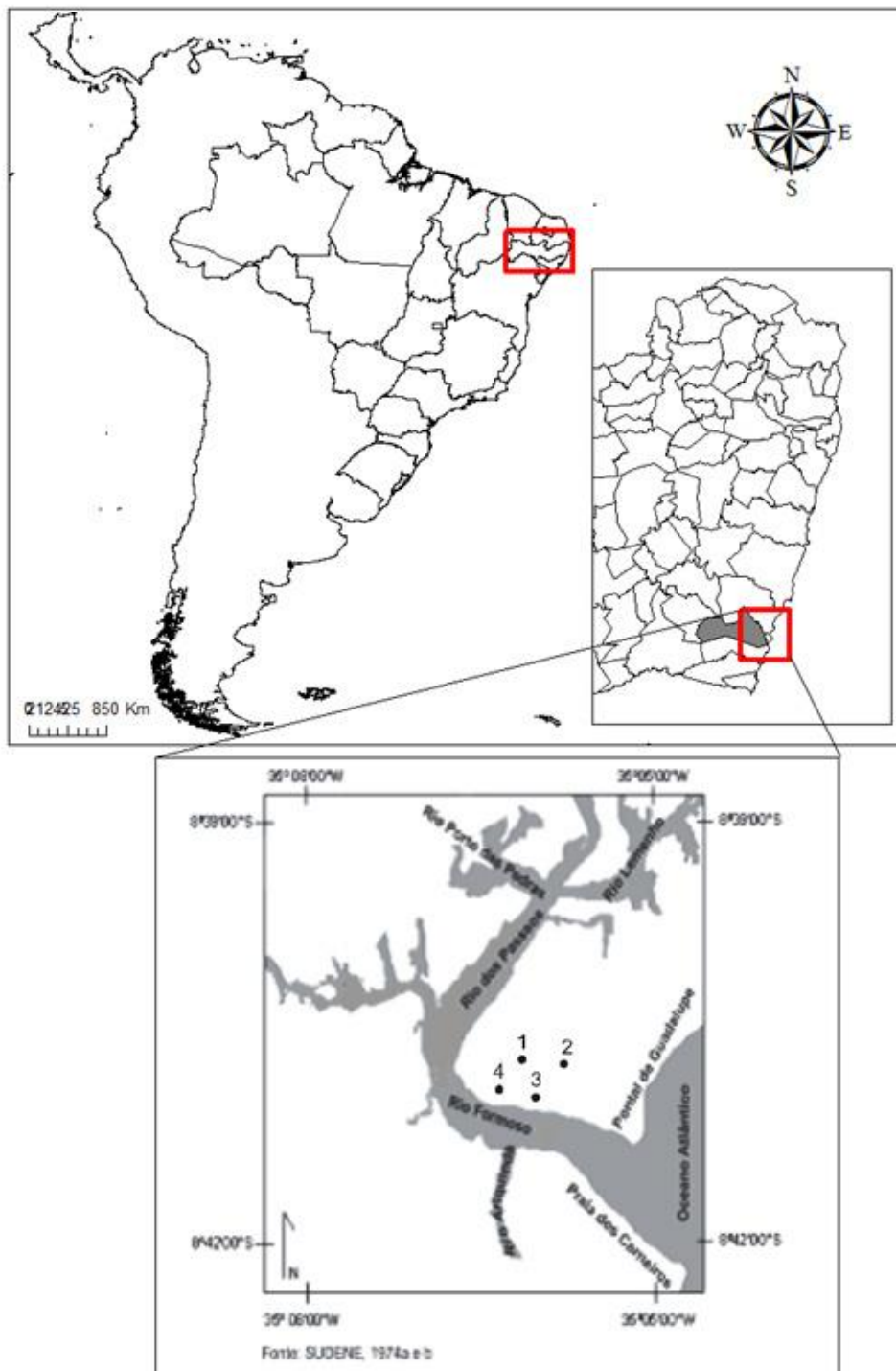


Fig. 1. Localização do manguezal de Rio Formoso, litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil e indicação no detalhe dos quatro pontos de amostragem de *Leptuca cumulanta* Crane, 1943 e *Leptuca leptodactyla* Rathbun (1898).

Para a caracterização da estrutura populacional foram analisados os seguintes parâmetros de cada espécie de caranguejo chama-maré: a abundância e a frequência relativa (%) mensal e por ponto de amostragem, a distribuição de frequência em classes de tamanho da largura da carapaça, o tamanho corpóreo para machos e fêmeas (mínimo, máximo, médio \pm desvio padrão) e razão sexual total, mensal, sazonal e por classes de tamanho. Além disso, registrou-se a lateralidade dos quelípodos hipertrofiados dos machos amostrado ao longo de um ano.

Para *Leptuca cumulanta* e *L. leptodactyla* foram estimadas a abundância de machos, fêmeas e total para cada mês e ponto de amostragem. Além disto, foram calculadas as frequências relativas (%) mensais e por ponto de amostragem através do percentual de cada espécie pela fórmula $FR = n \cdot 100 / N$ (onde n = número de indivíduos por mês ou ponto de amostragem; e N = total de indivíduos na amostra). Posteriormente as frequências mensais e por ponto de amostragem de cada espécie foi comparada através de uma análise de proporções multinomiais (MANAP; $\alpha = 0,05$) (Curi & Moraes, 1981).

Para a análise da distribuição de frequência em classes de tamanho, os exemplares de *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* foram agrupados em 13 e 17 classes de tamanho, respectivamente, baseando-se na largura da carapaça (LC), com amplitude de 0,5 mm. O número de classes foi obtido pela fórmula de Sturges (Conde *et al.*, 1986). Posteriormente, os caranguejos foram agrupados por categoria demográfica (machos e fêmeas) e efetuou-se a distribuição de frequência em classes de tamanho total, utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade das distribuições de frequência ($\alpha = 0,05$) (Zar, 1996).

A comparação do tamanho da largura da carapaça e do comprimento da carapaça médio para machos e fêmeas foi analisada pelo teste t de Student ($\alpha = 0,05$) (Zar, 1996). A proporção sexual de cada espécie de caranguejo chama-maré foi determinada para o total de caranguejos amostrados, para cada mês, estação do ano e classe de tamanho de largura da carapaça. Utilizou-se o teste de ajuste de bondade (Qui-quadrado) a fim de verificar se a razão sexual encontrada para as espécies do gênero *Leptuca* segue a

proporção de 1:1 ($\alpha= 0,05$) (Zar, 1996).

Os machos foram classificados como destros ou canhotos em função do lado no qual estava localizado o maior quelípodo. O teste de ajuste de bondade (Qui-quadrado) foi utilizado a fim de verificar se a proporção de machos destros e canhotos segue a razão de 1:1 ($\alpha= 0,05$) (Zar, 1996).

Para analisar espacialmente a distribuição dos indivíduos em função do seu tamanho e com isso ter um indicativo de aspectos ecológicos das duas espécies, conduziu-se uma análise de variância (ANOVA) de um critério para comparar a largura da carapaça (LC) entre as duas espécies e entre os pontos ($\alpha= 0,05$). A ANOVA foi realizada no ambiente R (R Environment Core Team, 2011).

RESULTADOS

Nas áreas amostradas do manguezal do Rio Formoso, foram coletados 346 exemplares de *L. cumulanta* durante o período de um ano, sendo 211 machos e 135 fêmeas. Já *L. leptodactyla* foi 5,9 vezes mais frequente do que *L. cumulanta*, totalizando 2.029 exemplares amostrados, dos quais 1405 machos e 624 fêmeas. A abundância mensal de machos, fêmeas e total e a frequência relativa (%) de *Leptuca cumulanta* e *L. leptodactyla* estão apresentados na Tabela I, na qual observa-se que ambas as espécies foram amostradas ao longo de todo o ano no manguezal do Rio Formoso

A abundância mensal de machos, fêmeas e total e a frequência relativa (%) de *Leptuca cumulanta* e *L. leptodactyla* amostradas nas diferentes áreas do manguezal do Rio Formoso estão apresentados na Tabela II. O caranguejo chama-maré *L. cumulanta* foi mais frequente no ponto 4, seguido do ponto 2 e não foi observado nenhum exemplar no ponto 3 ($p<0,05$). Entretanto, *L. leptodactyla* foi mais frequente no ponto 3, seguido do ponto 1 ($p<0,05$) (Tabela II).

A distribuição de frequência por classe de tamanho de largura da carapaça de machos e fêmeas de *L. cumulanta* apresentou-se normal (machos $W= 0,9923$; fêmeas $W= 0,9915$; $p>0,05$), sendo unimodal em machos e fêmeas, ambos com pico na classe 8,0 –| 8,5 mm (Figura 2). Já em *L.*

leptodactyla a distribuição de frequência não se apresentou normal (machos $W= 0,96$; fêmeas $W= 0,97$; $p<0,05$), sendo bimodal em machos (picos nas classes 5,0 –| 5,5 mm e 9,5 –| 10,0 mm) e unimodal em fêmeas (pico na classe 8,0 –| 8,5 mm) (Figura 2).

Em relação ao tamanho corpóreo, os tamanhos mínimo, máximo, médio (\pm desvio padrão) da largura da carapaça (LC) e do comprimento da carapaça (CC) de machos e fêmeas de *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* não apresentam diferenças significativas (Tabela III) ($p<0,05$). A análise da comparação do tamanho médio entre machos e fêmeas de *L. cumulanta* demonstrou não haver diferença na largura da carapaça ($t = -0,09$; $p>0,05$) e também do comprimento da carapaça ($t = -0,76$; $p>0,05$). Já em *L. leptodactyla* os machos foram maiores do que as fêmeas quanto a largura do cefalotórax ($t = 4,71$; $p<0,05$) e comprimento do cefalotórax ($t = 2,67$; $p<0,05$).

Tabela I. Número de machos, fêmeas e total de exemplares de *Leptuca cumulanta* Rathbun (1898) e *Leptuca leptodactyla* Crane, 1943 amostrados mensalmente, proporção de machos em relação as fêmeas (M: F) e resultados do χ^2 no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil. O asterisco (*) indica diferença entre machos e fêmeas quanto a proporção.

	<i>Leptuca cumulanta</i>						<i>Leptuca leptodactyla</i>					
	M	F	Total	FR	M:F	χ^2	M	F	Total	FR	M:F	χ^2
Abr/09	14	15	29	8,38	0,93:1	0,03	56	18	60	2,96	3,11: 1	45,07*
Mai/09	15	7	22	6,35	2,14: 1	2,91	122	50	172	8,47	2,44: 1	30,14*
Jun/09	22	17	39	11,3	1,29: 1	0,64	123	18	141	6,65	6,83: 1	78,19*
Jul/09	27	6	33	9,53	4,50: 1	13,36*	130	50	180	8,87	2,60: 1	35,56*
Ago/09	22	6	28	8,09	3,67: 1	9,14*	153	65	218	10,7	2,35: 1	35,52*
Set/09	15	19	34	9,82	0,79: 1	0,47	134	52	186	9,16	2,58: 1	36,15*
Out/09	17	12	29	8,38	1,42: 1	0,86	113	75	188	9,26	1,51: 1	7,68*
Nov/09	18	17	35	10,1	1,06: 1	0,03	119	62	181	8,92	1,92: 1	17,95*
Dez/09	16	8	24	6,93	2,00: 1	2,67	152	42	194	9,56	3,62: 1	62,36*
Jan/10	12	7	19	5,49	1,71: 1	1,32	109	61	170	8,38	1,70: 1	13,55*
Fev/10	20	14	34	9,82	1,43: 1	1,06	100	60	160	7,88	1,67: 1	10,00*
Mar/10	13	7	20	5,78	1,86: 1	1,80	94	71	165	8,13	1,32: 1	3,21
Total	211	135	346		1,56: 1	16,69*	1405	624	2029		2,25: 1	300,62*

Nota: M= machos; F= fêmeas; FR= frequência relativa; M:F= proporção de machos em relação às fêmeas.

Tabela II. Número de machos, fêmeas e total de exemplares de *Leptuca cumulanta* Rathbun (1898) e *Leptuca leptodactyla* Crane, 1943 capturados por ponto de amostragem, proporção de machos em relação as fêmeas (M: F) e resultados do χ^2 no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil. Letras iguais na mesma coluna indicam diferença significativa na frequência relativa entre os pontos de amostragem para cada espécie de *Leptuca*.

	<i>Leptuca cumulanta</i>				<i>Leptuca leptodactyla</i>			
	M	F	Total	FR	M	F	Total	FR
Ponto 1	5	0	5	1,44 c	536	160	696	34,30 b
Ponto 2	39	28	67	19,36 b	188	91	279	13,75 c
Ponto 3	0	0	0	0 d	575	328	903	44,50 a
Ponto 4	167	107	274	79,2 a	106	45	151	7,44 d
Total	211	135	346		1405	624	2029	

Nota: M= machos; F= fêmeas; FR= frequência relativa

Tabela III. Largura da carapaça (mm) e comprimento da carapaça (mm) de machos e fêmeas de *Leptuca cumulanta* Crane, 1943 e *Leptuca leptodactyla* Rathbun (1898) amostrados no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil.

<i>Leptuca cumulanta</i>		
Largura da Carapaça (mm)	Machos	Fêmeas
Mínimo	5,46	5,22
Máximo	11,04	10,55
Média ± desvio padrão	7,86 ± 1,07	7,88 ± 1,15 _{ns}
Comprimento da Carapaça (mm)	Machos	Fêmeas
Mínimo	3,10	3,17
Máximo	6,50	6,60
Média ± desvio padrão	4,84 ± 0,68	4,90 ± 0,79 _{ns}
<i>Leptuca leptodactyla</i>		
Largura da Carapaça (mm)	Machos	Fêmeas
Mínimo	3,78	4,32
Máximo	12,98	10,81
Média ± desvio padrão	8,47 ± 1,34	8,17 ± 1,23 *
Comprimento da Carapaça (mm)	Machos	Fêmeas
Mínimo	2,12	2,48
Máximo	8,36	6,76
Média ± desvio padrão	5,14 ± 0,81	5,02 ± 0,78 *

Nota: _{ns} = não significativo; * = significativo 5%

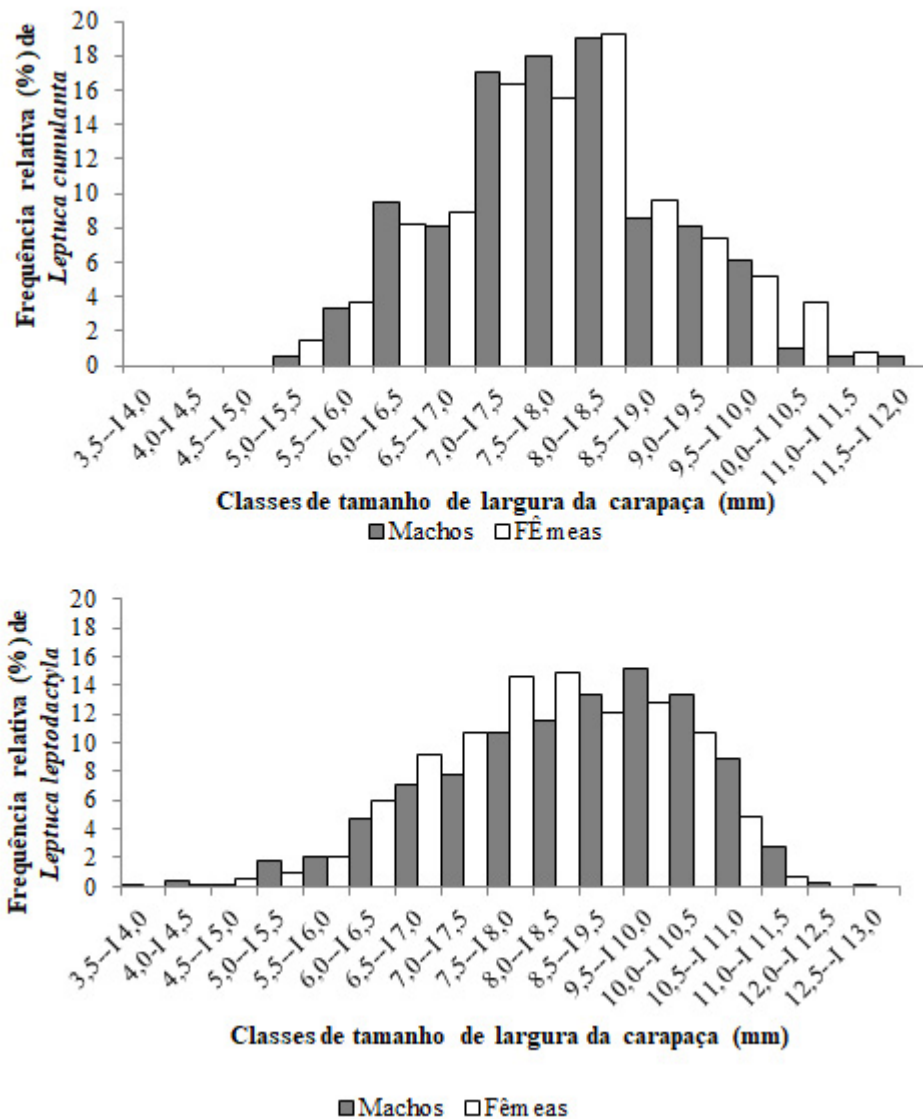


Fig. 2. Frequência relativa (%) de machos e fêmeas de *Leptuca cumulanta* Crane, 1943 e *Leptuca leptodactyla* Rathbun (1898) por classe de tamanho de largura da carapaça (mm), manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil.

A proporção sexual total de *L. cumulanta* foi desviada a favor dos machos (1,56 machos: 1 fêmea; $\chi^2= 16,69$; $p<0,05$). Na análise mensal da proporção sexual, observou-se que os machos foram mais frequentes do que as fêmeas nos meses de julho/2009 (4,5 machos: 1 fêmea; $\chi^2= 13,36$) e agosto/2009 (3,67 machos: 1 fêmea; $\chi^2= 16,69$) ($p<0,05$) (Tabela I). Ao longo das estações do ano foram amostrados mais indivíduos machos no inverno (2,06 machos: 1 fêmea; $\chi^2= 11,46$) e no verão (1,61 machos: 1 fêmea; $\chi^2=$

3,96) ($p < 0,05$) (Figura 3). Na análise da proporção sexual por classes de tamanho, observou-se que apenas na classe 7,5 –| 8,0 mm, os machos foram significativamente mais abundantes do que as fêmeas (1,81 machos: 1 fêmea; $\chi^2 = 4,90$; $p < 0,05$) (Figura 4).

Na população de *L. leptodactyla* a razão sexual total também foi desviada a favor dos machos (2,45 machos: 1 fêmea; $\chi^2 = 300,62$; $p < 0,05$), sendo estes também mais frequentes do que as fêmeas em todos os meses ($p < 0,05$; Tabela I) e estações do ano ($p < 0,05$; Figura 3). A razão sexual por classes de tamanho de largura da carapaça também favoreceu os machos a partir da classe 5,0 –| 5,5 mm ($p < 0,05$; Figura 4).

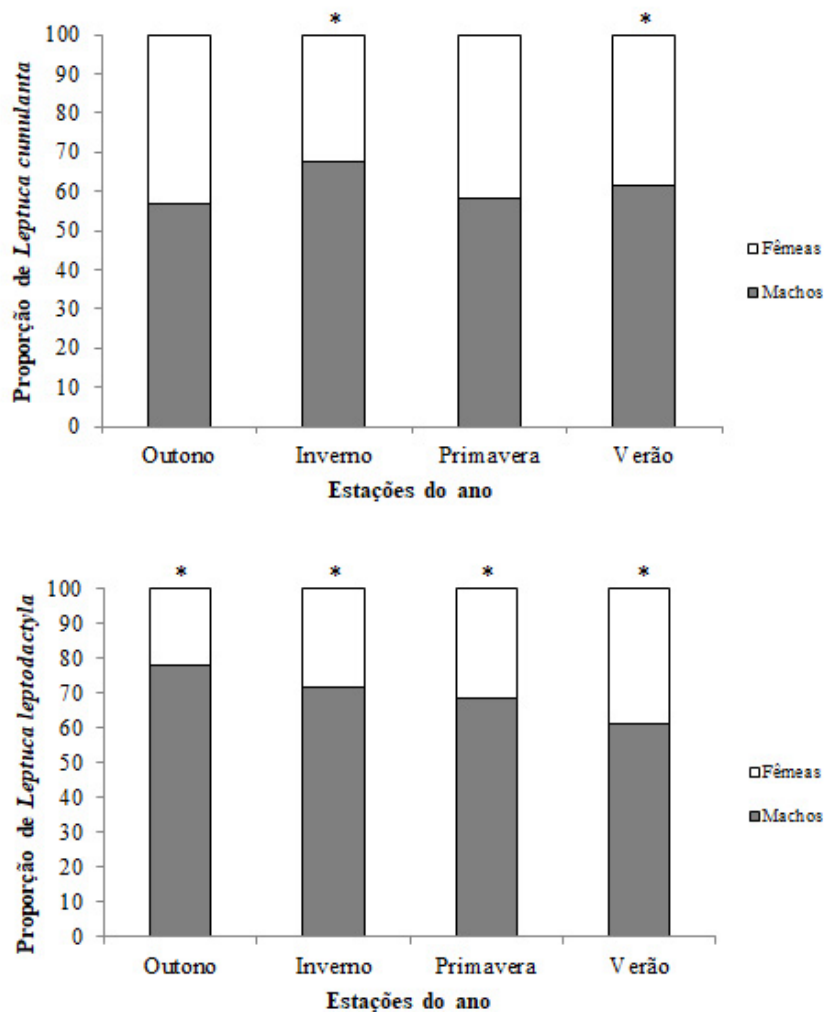


Fig. 3. Proporção sexual sazonal de *Leptuca cumulanta* Crane, 1943 e *Leptuca leptodactyla* Rathbun (1898) no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil. O “*” acima das colunas indica diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

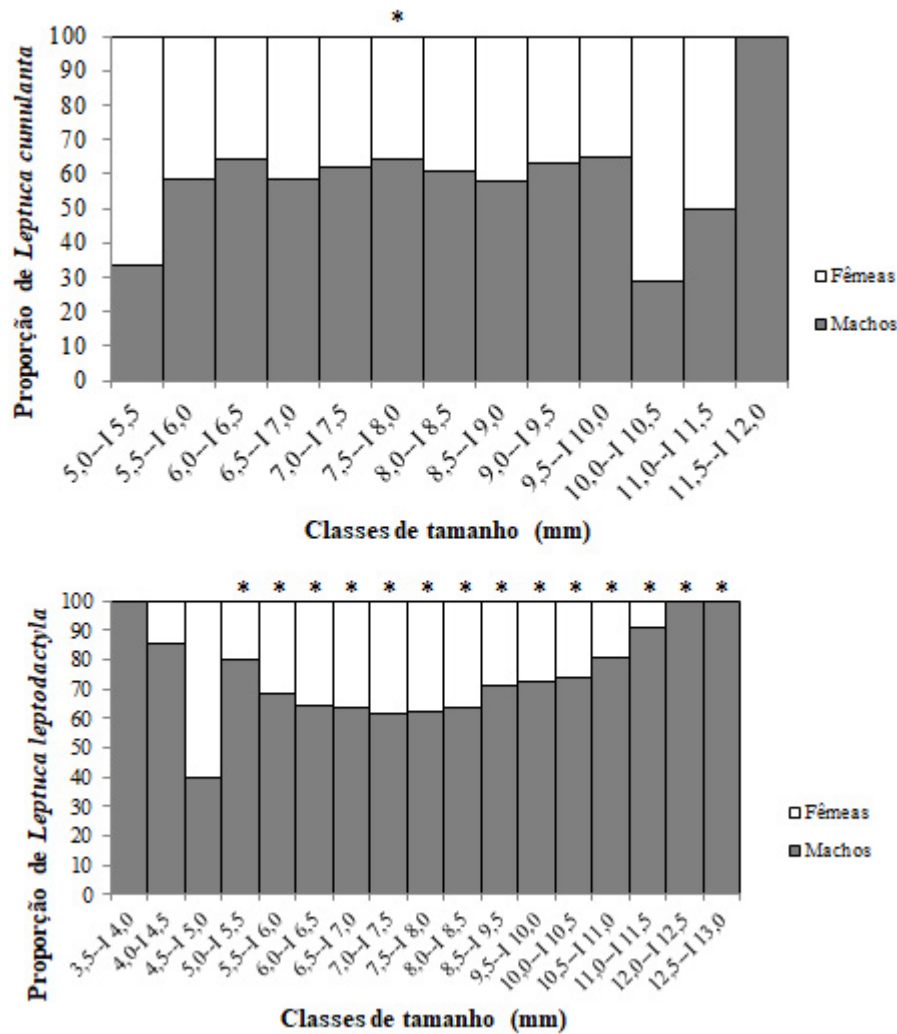


Fig. 4. Proporção sexual por classes de tamanho de largura da carapaça (mm) de *Leptuca cumulanta* Crane, 1943 e *Leptuca leptodactyla* Rathbun (1898) no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil. O “*” acima das colunas indica diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

Dos 211 machos amostrados de *L. cumulanta*, 120 eram destros e 91 canhotos, sendo o número de destros significativamente superior ao de canhotos (1,32 destros: 1 canhoto; $\chi^2 = 3,99$; $p < 0,05$). Em *L. leptodactyla*, foram amostrados 660 machos destros e 745 canhotos, sendo os machos canhotos significativamente mais frequentes do que os destros (0,89 destro: 1 canhoto; $\chi^2 = 5,14$; $p < 0,05$).

A análise de variância mostrou apenas uma diferença entre a largura da carapaça de *L. cumulanta* no ponto 4 em relação aos demais pontos ($p < 0,05$;

Figura 4). O ponto 3 de *L. leptodactyla* teve diferença em relação ao ponto 2 de *L. cumulanta* ($p=0,00001$) (Figura 5). Os pontos 2, 3 e 4 de *L. leptodactyla* tiveram diferentes larguras de carapaça em relação ao ponto 1 da mesma espécie. O ponto 3 foi diferente dos pontos 2 e 4 (Figura 5).

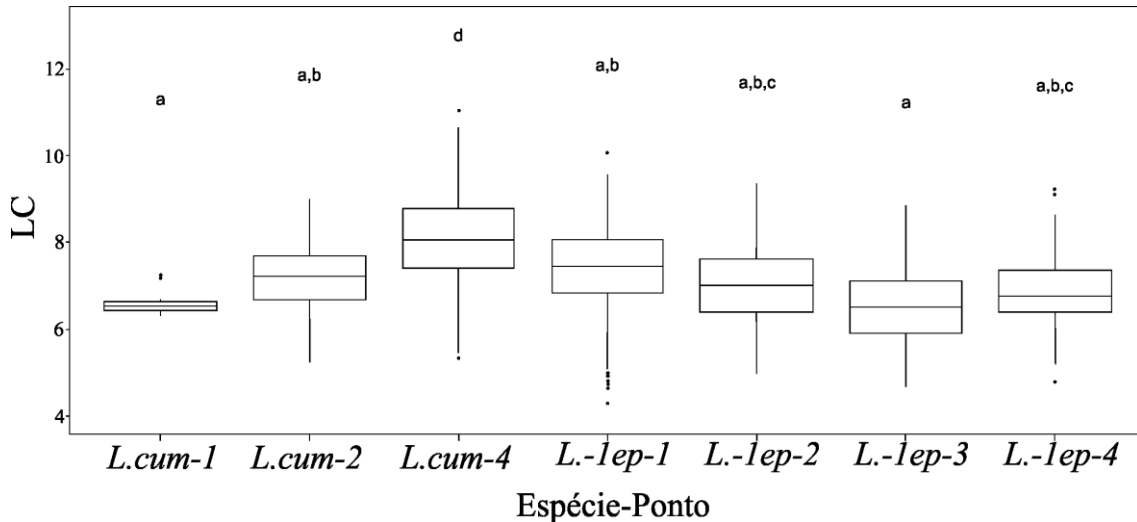


Fig. 5. Análise de variância entre os pontos de amostragem e entre as espécies *Leptuca leptodactyla* Crane, 1943 e *Leptuca cumulanta* Rathbun (1898) no manguezal do Rio Formoso, estado de Pernambuco, Brasil. Foram utilizadas as larguras da carapaça (LC) dos indivíduos. Na parte superior de cada *boxplot* as letras diferentes indicam diferenças significativas entre as comparações ($p < 0,05$).

Discussão

A conservação de determinado ecossistema depende do conhecimento dos aspectos ecológicos de suas populações. Dessa maneira, compreender a abundância e o tamanho de uma população, sua estabilidade, produtividade, posição na cadeia trófica, proporção sexual, período reprodutivo, recrutamento, entre outros fatores, são vitais para sua conservação em longo prazo (Hutchinson, 1981). Além disto, todas as informações sobre a biologia e ecologia de uma espécie auxiliam e norteiam a criação de programas de conservação e avaliação do seu risco de extinção (Brawn & Robinson, 1996).

Ambas as espécies de *Leptuca* analisadas no presente estudo foram amostradas em todos os meses do ano no manguezal do Rio Formoso embora *L. cumulanta*, tenha sido menos frequente do que *L. leptodactyla*. Este resultado foi semelhante ao observado por Araújo *et al.* (2014a) em duas áreas

próximas ao do presente estudo, os manguezais do Rio Mamucabas e do Rio Ariquindá, no município de Tamandaré, estado de Pernambuco. Além disto, a dominância de *L. leptodactyla* também foi observada na Baía de Guaratuba no estado do Paraná por Masunari (2006). De acordo com este mesmo autor, os altos valores de densidade desta espécie podem ser atribuídos parcialmente ao tamanho corpóreo atingido por machos e fêmeas de *L. leptodactyla*, a qual é uma das menores espécies de caranguejos chama-marés que ocorrem nos manguezais brasileiros (Masunari & Swiech-Ayoub, 2003), o que permite a coexistência de diversos caranguejos pequenos numa mesma área. Além disto, os resultados do presente estudo corroboram aos observados por Thurman *et al.* (2013) os quais constataram uma abundância elevada de *L. leptodactyla* e baixa abundância de *L. cumulanta* ao longo da costa brasileira.

Dentre os componentes do ecossistema manguezal, acredita-se que a vegetação, o substrato, a disponibilidade de alimento, a salinidade, a exposição a marés e a presença de outros animais, são os principais fatores a exercer influência na distribuição dos caranguejos chama-marés (Icely & Jones, 1978; Thurman *et al.*, 2003; Nobbs, 2003; César *et al.*, 2005). Assim, no presente estudo observou-se que *L. cumulanta* foi amostrada em maior abundância no ponto 4, o qual possuía substrato lamoso (argiloso) e com cobertura vegetal predominada por *Rhizophora mangle* e alguns exemplares de *Laguncularia racemosa*. No entanto, *L. leptodactyla* foi amostrada com maior frequência nas áreas que possuíam substrato arenoso e sem cobertura vegetal (ponto 3, seguido do ponto 1), resultado semelhante ao observado por Masunari (2006) na Baía de Guaratuba no estado do Paraná. Além disto, num estudo conduzido por Thurman *et al.* (2013) sobre a distribuição dos caranguejos chama-marés ao longo da costa brasileira, foi verificado que cada espécie de caranguejo parece preferir um nicho específico definido por um conjunto de fatores físicos. Assim, de acordo com estes autores, *L. leptodactyla* ocorre preferencialmente em substratos arenosos e com salinidades meso a eurialina e *L. cumulanta* ocorre com maior frequência em substratos areno-argilosos e também substratos arenosos com um pouco de argila, resultados semelhantes aos observados no presente estudo.

No presente estudo verificou-se um padrão unimodal na distribuição de frequência em classes de tamanho de largura da carapaça para machos e fêmeas de *L. cumulanta* e em fêmeas de *L. leptodactyla*, resultado observado também por Bedê *et al.* (2008) em outras populações de *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* assim como também em *M. mordax*, *M. rapax*, *L. uruguayensis* e *M. victoriana* numa área de manguezal no estado do Rio de Janeiro. A unimodalidade já foi observada em outras espécies de caranguejos chama-maré ao longo da costa brasileira, como por exemplo, em *M. rapax* (Castiglioni *et al.*, 2006), *L. leptodactyla* (Bezerra & Matthews-Cascon, 2006), *U. maracoani* (Benedetto & Masunari, 2009), *M. victoriana* (Castiglioni *et al.*, 2010) e *L. thayeri* (Silva *et al.*, 2013; Farias *et al.*, 2014). De acordo com Thurman II (1985) e Díaz & Conde (1989), unimodalidade em distribuição de frequência de tamanho é usualmente característica de uma população estável, que apresenta reprodução e recrutamento contínuo e uma constante taxa de mortalidade através das diferentes fases da vida.

A análise estatística de dados biométricos utilizando teste *t* de Student para amostras independentes mostrou que machos e fêmeas de *L. cumulanta* não apresentaram diferença significativa em relação ao tamanho de largura e comprimento de carapaça, resultado diferente do observado por Bedê *et al.* (2008), os quais observaram para esta mesma espécie, machos maiores do que as fêmeas numa área de manguezal do estado do Rio de Janeiro. Na população de *L. leptodactyla*, os machos apresentaram uma largura da carapaça média superior ao das fêmeas, diferente dos resultados observados por Bezerra & Matthews-Cascon (2006) e Bedê *et al.* (2008), os quais não observaram diferença significativa entre machos e fêmeas desta mesma espécie.

Em geral, as populações de *Leptuca* apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas menores do que machos (Spivak *et al.*, 1991; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Litulo, 2005a, b; Castiglioni *et al.*, 2006; Bedê *et al.*, 2008; Hirose & Negreiros-Fransozo, 2008; Benedetto & Masunari, 2009; Fransozo *et al.*, 2009; Castiglioni *et al.*, 2011) e isso provavelmente pelo fato delas concentrarem parte de suas reservas energéticas para o

desenvolvimento gonadal e manutenção da massa de ovos durante o período de incubação (Warner, 1967; Johnson, 2003; Hartnoll, 2006). Entretanto, os machos que atingem grandes tamanhos corpóreos possuem quelípodos maiores e assim aumentam seu sucesso reprodutivo e, além disto, possuem maiores possibilidades de vencer combates com outros machos (Christy & Salmon, 1984; Rosenberg, 2001; Backweel *et al.*, 1999). Porém, existem outros fatores que podem influenciar as taxas diferenciais de crescimento entre machos e fêmeas de braquiúros como taxas de mortalidade, migração, maior facilidade de um dos sexos suportar as adversidades ambientais, desequilíbrio espacial e temporal na utilização dos recursos e padrões comportamentais diferenciais entre os sexos (Giesel, 1972; Crane, 1975; Wolf *et al.*, 1975; Montague, 1980).

Quando comparado à outra população de *L. cumulanta* já analisada no estado do Rio de Janeiro (Bedê *et al.*, 2008), os machos e fêmeas do presente estudo apresentaram um tamanho corpóreo médio (largura da carapaça) superior. Além disto, esta espécie de caranguejo apresentou um tamanho similar a uma população estudada por Koch *et al.* (2005) num manguezal localizado no estado do Pará. Já em *L. leptodactyla*, machos e fêmeas do presente estudo apresentaram um tamanho médio de largura da carapaça inferior a machos e fêmeas de uma população analisada no estado do Rio de Janeiro por Bedê *et al.* (2008) e superior a outra população estudada no estado do Ceará por Bezerra & Matthews-Cascon (2006). Provavelmente esta diferença de tamanho observada nas espécies de caranguejos chama-marés está relacionada à sua plasticidade fenotípica a qual é influenciada por diversos fatores ambientes, especialmente a temperatura (Crane, 1975; Jones & Simons, 1983).

Geralmente populações de caranguejos que habitam áreas tropicais atingem menores tamanhos e atingem a maturidade sexual com tamanhos inferiores àquelas que vivem em áreas temperadas (Jones & Simons, 1983; Hartnoll, 2001; Bas *et al.*, 2005; Castiglioni *et al.*, 2011), como observado no presente estudo. Além disto, condições físicas e biológicas locais, como por exemplo, tipo de substrato, salinidade, competição e predação, também

poderiam selecionar as variações da história de vida entre as populações de caranguejos intertidais e subtidais (Simons & Jones, 1981; Jones & Simons, 1983; Hines, 1989).

No presente estudo, os resultados de proporção sexual total demonstraram uma predominância de machos em relação a fêmeas em *L. cumulanta* e *L. leptodactyla*, resultado semelhante ao observado por Masunari & Swiech-Ayoub (2003) em *L. leptodactyla* e por Bedê *et al.* (2008) em *L. cumulanta*. Segundo Góes & Fransozo (2000), a equivalência na proporção de machos e fêmeas, pode variar muito entre os crustáceos da Infraordem Brachyura. Segundo Genoni (1985), populações de caranguejos chama-marés geralmente apresentam desvios da proporção 1:1, sendo os machos mais abundantes que as fêmeas, como observado em várias populações ao longo da costa brasileira: *L. thayeri* (Costa & Negreiros-Fransozo, 2003), *M. vocator* (Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004), *M. mordax* (Masunari & Dissenha, 2005); *M. rapax* (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2006); *M. burgersi* (Benetti *et al.*, 2007), *M. rapax*, *M. mordax*, *L. uruguayensis* e *M. vocator* (Bedê *et al.*, 2008), *U. maracoani* (Hirose & Negreiros-Fransozo, 2008), *M. victoriana* (Castiglioni *et al.*, 2010). Em geral, os desvios na proporção sexual estão relacionados com a sua dinâmica reprodutiva, pois os machos do gênero *Leptuca* desempenham comportamentos relacionados à corte ou à defesa e disputa do território, permanecendo mais tempo expostos na superfície e assim se tornando mais suscetíveis à predação ou à amostragem (Emmerson, 1994; Genoni, 1985; Johnson, 2003).

Este resultado deve-se provavelmente ao hábito das fêmeas se abrigarem em suas tocas no período de reprodução e incubação dos ovos, sem sair para se alimentar, como observado em outras espécies de *Leptuca* de “frente larga”, como a espécie *M. rapax* (Castiglioni *et al.*, 2006) e *M. victoriana* (Castiglioni *et al.*, 2010). Esse comportamento das fêmeas de se manter abrigadas pode ser explicado pelas atividades de acasalamento e postura de ovos que ocorre dentro da toca nos caranguejos de “frente larga”, que é o caso de *L. cumulanta* e *L. leptodactyla*. Como o abdômen dessas fêmeas não recobre totalmente a massa de ovos, esse comportamento de permanecer

dentro da toca evita a dessecação e perda dos ovos (Salmon, 1987). Já nas espécies de “frente estreita”, o acasalamento se dá, geralmente, na superfície, as fêmeas produzem pequenas massas de ovos que ficam cobertas pelo abdômen, alimentam-se e mantêm as demais atividades durante o período de incubação. Por isso são mais fáceis de serem capturadas durante o período reprodutivo (Salmon, 1987). Em concordância com os resultados observados neste trabalho, uma menor ocorrência das fêmeas na superfície em época reprodutiva também foi verificada por Acirole *et al.* (2000) em *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* e por Bezerra & Matthews-Cascon (2006) em *L. leptodactyla*.

Em algumas populações de caranguejos chama-marés analisadas ao longo da costa brasileira, foi observado um padrão anômalo na proporção sexual por classes de tamanho de LC, com machos predominando nas classes superiores de tamanho e as fêmeas nas classes intermediárias, assim como neste estudo, por exemplo, em *M. rapax* (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.*, 2006), *M. burgersi* (Benetti *et al.*, 2007), *U. maracoani* (Hirose & Negreiros-Fransozo, 2008), *M. victoriana* (Castiglioni *et al.*, 2010) e em *L. thayeri* (Silva *et al.*, 2013; Farias *et al.*, 2014).

Nas espécies de *Leptuca*, o quelípodo hipertrofiado nem sempre está presente nos primeiros estágios dos machos, mas se desenvolve enormemente durante o período de maturidade sexual (Yamaguchi, 1977; Spivak *et al.*, 1991; Vernberg & Costlow, 1966). No presente estudo foi encontrado um desvio da proporção 1:1 de destros e canhotos, havendo uma predominância de destros em relação aos canhotos na população de *L. cumulanta* e de canhotos em relação aos destros em *L. leptodactyla*.

De acordo com Morgan (1920), a assimetria dos quelípodos de machos de caranguejos chama-marés é induzida pela perda acidental de um dos quelípodos. Todavia para Vernberg & Costlow (1966) por meio de experimentos com *M. rapax* e *L. pugilator* (Bosc, 1801), a destreza é determinada geneticamente e não acidentalmente. Ahmed (1976) analisou a regeneração de quelípodos de *L. cumulanta* e observou que o quelípodo regenerado era sempre menor e o remanescente se tornava maior e sugeriu

que as diferenças encontradas devam ser específicas ou causadas por influências ambientais.

Yamaguchi (1977) examinando *Paraleptuca lactea* (De Haan, 1835) confirmou que existem quatro tipos de combinações de quelípodos para este caranguejo: dois quelípodos grandes, dois pequenos, um grande e um pequeno ou o direito ou esquerdo perdido. Neste caso, todos nos primeiros estágios de desenvolvimento possuiriam os dois quelípodos pequenos, entre o período de transição se dividiam em dois grupos: os com apenas um quelípodo e os com os dois desenvolvidos. Ahmed (1976), não encontrou diferença da taxa 1:1 de machos destros e canhotos para as espécies de *M. rapax* e *L. cumulanta* em seu estudo na Venezuela. Para ele as causas ambientais podem estar influenciando nas diferenças da condição do quelípodo em *L. cumulanta*. Da mesma forma que Yamaguchi & Henmi (2001) afirmam que a maioria dos caranguejos chama-maré apresenta igual proporção na heteroquelia do quelípodo hipertrofiado. Assim é provável que a condição destra predominante do quelípodo hipertrofiado de *L. cumulanta* e da condição sinistra em *L. leptodactyla* deste estudo seja devido a condições específicas do ambiente.

Mesmo as populações analisadas no presente estudo ocorrendo numa área de manguezal tropical, apresentaram uma estrutura populacional semelhante a outras populações do gênero com ocorrência em áreas subtropicais. No entanto, ambas as espécies de *Leptuca* apresentaram um tamanho corpóreo distinto de outras populações analisadas na costa brasileira, provavelmente em decorrência de características ambientais distintas. Como a região na qual se localiza o manguezal do Rio Formoso vem sofrendo impactos decorrentes do crescimento das cidades adjacentes e intenso turismo são necessárias mais pesquisas que avaliem estas e outras populações de caranguejos em longo prazo para determinar o seu status de conservação.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora (CFP) é grata a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado. A segunda autora (DSC) é grata ao CNPq (Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) pela bolsa DCR (Desenvolvimento Científico Regional) e financiamento concedido (APQ 0108-2.04/07). Ao Sr. Adriano Martins pelo auxílio nas saídas de campo. Este trabalho foi desenvolvido de acordo com a lei federal concedida para a captura de animais silvestres no Brasil (ICMBio nº 14340-1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aciole, S.D.G.; E.C. Sousa & T.C.S. Calado. 2000. Aspectos bioecológicos de *Uca cumulanta* Crane, 1943 e *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba - Maceió, Estado de Alagoas. Boletim de Estudos de Ciências do Mar, 79: 79-100.
- Ahmed, M.A. 1976. Study of the normal and aberrant sexual types of the Venezuelan fiddler crabs *Uca cumulanta* e *Uca rapax*. Bulletin of Marine Science, 26: 499-505.
- Araújo, D.S.D. & N.C. Maciel. 1977. Os manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara; relatório preliminar. RJ, DECAM-DEPOL/FEEMA. Volume 1 e 2. 195p.
- Araújo, M.S.L.C.; D.O. Tenório & D.S. Castiglioni. 2014. Diversidade e distribuição dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul de Pernambuco, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, (3): 483-499.
- Backweel, P.R.Y.; M.D. Jennions; J.H. Christy & N.I. Passmore. 1999. Females choice in the synchronously waving fiddler crab *Uca annulipes*. Ethology, 105: 415-421.
- Barnwell, F.H. 1986. Fiddler crabs of Jamaica (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae, Genus *Uca*). Crustaceana, 50(2): 146-165.
- Bas, C.; T. Luppi & E. Spivak. 2005. Population structure of the South American estuarine crab, *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Varunidae) near the southern limit of its geographical distribution: comparison with northern populations. Hydrobiologia, 537: 217-228.
- Bedê, M.L.; L.M.Y. Oshiro; M.L.D. Mendes & A.A. Silva. 2008. Comparação da estrutura populacional das espécies de *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) no Manguezal de Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 25(4): 601-607.

- Benedetto Di, M. & S. Masunari. 2009. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. *Iheringia*, 99(4): 381-389.
- Benetti, A.S.; M.L. Negreiros-Fransozo & T.M. Costa. 2007. Population and reproductive biology of the crab *Uca burgersi* (Crustacea: Ocypodidae) in three subtropical mangrove forests. *Revista Biologia Tropical*, (55): 55-70.
- Bezerra, L.E.A. 2012. The fiddler crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae: Genus *Uca*) of the South Atlantic Ocean. *Nauplius*, 20(2): 203-246.
- Bezerra, L.E.A. & H. Matthews-Cascon. 2006. Population structure of the Fiddler crab *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical mangrove of north-eastern Brazil. *Thalassas*, 22: 65-74.
- Bezerra, L.E.A. & H. Matthews-Cascon. 2007. Population and reproductive biology of the Fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from northeast Brazil. *Acta Oecologica*, (31): 251-258.
- Brawn, J.D. & S.K. Robinson. 1996. Dynamics may complicate the interpretation of long-term census data. *Ecology*, 77(1): 3-12.
- Cardoso, R.C.F. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2004. A comparison of the allometric growth in *Uca leptodactyla* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from two subtropical estuaries. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84: 733-735.
- Castiglioni, D.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2005. Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from two subtropical mangrove habitats on the Brazilian coast. *Journal of Natural History*, 39(19), 1627-1640.
- Castiglioni, D.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2006. Ciclo reprodutivo do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) habitante de um estuário degradado em Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (2): 331-339.
- Castiglioni, D.S.; M.L. Negreiros-Fransozo & R.C. Mortari. 2006. Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodoidea) proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. *Atlântica*, 28(2): 73-86.

Castiglioni, D.S; A.O. Almeida & L.E.A. Bezerra. 2010. More common than reported: range extension, size-frequency and sex-ratio of *Uca (Minuca) victoriana* (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 3: 1-8.

Castiglioni, D.S; P.J.A. Oliveira; J.S. Silva & P.A. Coelho. 2011. Population dynamics of *Sesarma rectum* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) in the Ariquindá River mangrove, north-east of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-7.

César, I.I.; L.C. Armendariz & R.V. Becerra. 2005. Bioecology of the fiddler crab *Uca uruguayensis* and the burrowing crab *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Brachyura) in the Refugio de Vida Silvestre Bahía Samborombón, Argentina. *Hydrobiologia*, 545(1):237-248.

Chiussí, R. & H. Díaz. 2001. Multiple reference usage in the zonal recovery behavior by the fiddler crab *Uca cumulanta*. *Journal of Crustacean Biology*, 21(2): 407-413.

Chiussí, R. & H. Díaz. 2002. Orientation of the fiddler crab, *Uca cumulanta*: Responses to chemical and visual cues. *Journal of Chemical Ecology*, 9(28):1787-1796.

Christy, J.H. & M. Salmon. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (Genus *Uca*). *Biological Review*, 59:483-509.

Christy, J.H. 1978. Adaptive significance of reproductive cycles in the fiddler crab *Uca pugilator*. A hypothesis. *Science*, 199: 453-455.

Colpo, K.D. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2004. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forests. *Scientia Marina*, 68(1): 139-146.

Colpo, K.D.; M.M. Chacur; F.J. Guimarães & M.L. Negreiros-Fransozo. 2011. Subtropical Brazilian mangroves as a refuge of crab (Decapoda: Brachyura) diversity. *Biodiversity Conservation*, (20): 3239-3250.

Conde, J.E.; V. Rull & T. Vegas. 1986. Análisis exploratório de datos ecológicos y biométricos: gráficos stem-and-leaf (talo-y-roja) y boxplot (caja's gráficas). *Enseñanza de las Ciencias*, (4):153-162.

Costa, T.M. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2003. Population biology of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical South American

- mangrove area: results from transect and catch-per-unit-effort techniques. *Crustaceana*, (75): 1201-1218.
- Costa, T. & A. Soares-Gomes. 2009. Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda: Ocypodidae) in a subtropical coastal lagoon, southeast Brazil. *Zoologia*, 26(4): 647-657.
- Cprh. 1999. Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Acesso em 5/11/13 <www.cprh.pe.gov.br> 2013.
- Crane, J. 1975. Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus *Uca*. Princeton, Princeton University Press, XXIV + 736p.
- Curi, P.R. & R.V. Moraes. 1981. Associação, homogeneidade e contrastes entre proporções em tabelas contendo distribuições multinomiais. *Ciência e Cultura*, 33(5): 712-722.
- Díaz, H. & J.E. Conde. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, (45): 148-163.
- Emmerson, W.D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. *Journal of Crustacean Biology*, 14: 568-578.
- Farias, A.C.A.; D.S. Castiglioni & J.E. Garcia. 2014. Population structure of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) in a tropical mangrove. *Thalassas*, 30: 21-37.
- Fidem. 1987. Região Metropolitana do Recife: Reservas Ecológicas. Recife, Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Planejamento do Estado de Pernambuco, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife. 108p.
- Fransozo, V.; R.C. Mortari & A.S. Benetti. 2009. Population biology of *Uca mordax* (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) do litoral sudeste do Brasil. *Estudos de Biologia*, 31(73/74/75): 23-31.
- Genoni, G.P. 1985. Food limitation in salt marsh fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) (Decapoda, Ocypodidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 87: 97-110.

- Giesel, J.T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. *American Naturalist*, 106(949): 380-387.
- Góes, J.M. & A. Fransozo. 2000. Sex ratio analysis *Eriphia gonagra* (Decapoda, Xanthidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 88: 151-157.
- Hadfield, M.G. & M.F. Strathmann. 1996. Variability, flexibility and plasticity in life histories of marine invertebrates. *Oceanologica Acta*, 19 (3-4): 323-333.
- Hartnoll, R.G. 2001. Growth in Crustacea: twenty years on. *Hydrobiologia*, 449(1-3): 111-122.
- Hartnoll, R.G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*, 557, 31-40.
- Hines, A. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science*, 45: 356-368.
- Hirose, G.L. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2008. Population biology of *Uca maracoani* Latreille 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) on the south-east of Brazil. *Pan American Journal of Aquatic Science*, 3(3): 373-383.
- Hutchinson, G.E. 1981. *Introducción a la ecología de poblaciones*. Editora Blume, Barcelona, 492p.
- Icely, J.D. & D.A. Jones. 1978. Factors affecting the distribution of the genus *Uca* (Crustacea: Ocypodidae) on the East African Shire. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 6(3): 315-325.
- Johnson, P.T.J. 2003. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae): A review and evaluation of the influence of sampling method, size class, and sex-specific mortality. *Crustaceana*, 76: 559-580.
- Jones, D.A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. Pp. 89-109. *In*: Por, F. & I. Dor (Eds.). *Hydrobiology of the Mangal*. W. Junk Publishers, Boston.
- Jones, D.S. & R.W. George. 1982. Handedness in fiddler crabs as an aid in taxonomic grouping of the genus *Uca* (Decapoda, Ocypodidae). *Crustaceana*, 43: 100-101.
- Jones, M.B. & M.J. Simons. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bulletin of Marine Science*, 33: 656-670.

- Koch, V.; M. Wolf & K. Diele. 2005. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a North Brazilian mangrove ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 291: 177-188.
- Kristensen, K. 2008. Mangrove crabs as ecosystems engineers: with emphasis on sediment process. *Journal of Sea Research*, 59:30-43.
- Litulo, C. 2005a. Population biology of the Fiddler crab *Uca annulipes* (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical East Africa mangrove (Mozambique). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62: 283-290.
- Litulo, C. 2005b. Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca inversa* (Hoffman, 1874) (Brachyura: Ocypodidae). *Acta Oecologica*, 27: 135-141.
- Macintosh, D.J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. *Symposium of the Zoology Society of London*, 59: 315-341.
- Masunari, S. 2006. Distribuição e abundância dos caranguejos *Uca* Leach (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (4): 901-914.
- Masunari, S. & B.P. Swiech-Ayoub. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 487-491.
- Masunari, S. & N. Dissenha. 2005. Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (4): 984-990.
- Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo. Ed Plêiade Fapesp, 603p.
- Montague, C.L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs (genus *Uca*) with reference of their impact on the salt marsh. *Contributions in Marine Science*, 23: 25-55.
- Morgan, T.H. 1920. Variations in the secondary sexual characters of the fiddler crabs. *American Naturalist*, 4: 220-247.
- Nagelkerken, I.; S.J.M. Blaber & S. Bouillon. 2008. The habitat function of mangrove for terrestrial and marine fauna: a review. *Aqua Bot*, 89: 1550185.



- Ng, P.K.L.; D. Guinot & P.J.F. Davie. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. Raffles Bulletin of Zoology, 17: 1-286.
- Nobbs, M. 2003. Effects of vegetation differ among three species of fiddler crabs (*Uca* spp.). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 284: 41-50.
- Nordhaus, I.; M. Wolff & K. Diele. 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in an intertidal forest in northern Brazil. Estuarine and Coastal Shelf Science, 67: 239-250.
- Pralon, B.G.N. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2008. Relative growth and morphological sexual maturity of *Uca cumulanta* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) from a tropical Brazilian mangrove population. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88(3): 569-574.
- Rodríguez, G. 1987. Structure and production in neotropical mangroves. Tree, 2(9): 264-267.
- Rosenberg, M. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. Journal of Crustacean Biology, 21(3): 839-869.
- Salmon, M. & G.W. Hyatt. 1983. Spatial and temporal aspects of reproduction in North Carolina fiddler crabs (*Uca pugilator* Bosc). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 70(1): 21-43.
- Salmon, M. 1987. On the reproductive behavior of the fiddler crab *Uca thayeri*, with comparisons to *Uca pugilator* and *Uca vocans*: evidence of behavioral divergence. Journal of Crustacean Biology, 7(1): 25-44.
- Sastry, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: Vernberg, F.J. & W.B. Vernberg, (Eds.). The Biology of Crustacea. Behavior and Ecology. New York: Academic Press. 7: 79-255.
- Schaeffer-Novelli, Y. 1995. Manguezal – ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo, EDUSP, 64p.
- Shih, HT; P.K.L. Ng; P.J.F. Davie; C.D. Schubart; M. Turkey; R. Naderloo; D. Jones & M.Y. Liu. 2016. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensu lato and its subgenera. Raffles Bulletin of Zoology, 64:139175.

- Silva, J.V.C.L.; D.S. Azevedo & D.S. Castiglioni. 2013. Caracterização e comparação da biologia populacional de *Uca thayeri* (Crustacea, Ocypodidae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco. Boletim Técnico e Científico do CEPENE, 19(1): 53-67.
- Simons, M.J. & M.B. Jones. 1981. Population and reproductive biology of the mud crab *Macrophthalmus hirtipes* (Jacquinot, 1853) (Ocypodidae), from marine and estuarine habitats. Journal of Natural History, 15: 981-994.
- Skov, M.W.; M. Vannini; J.P. Shunnula; R.G. Hartnoll & S. Cannicci, 2002. Quantifying the density of mangrove crabs. Ocypodidae and Grapsidae. Marine Biology, 141: 725-732.
- Spivak, E.D; M.A. Gavio & C.E. Navarro. 1991. Life history and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). Bulletin of Marine Science, 48 (3): 679-688.
- Thurman, L.C.; S.C. Faria & J.C. Mcnamara. 2013. The distribution of fiddler crabs (*Uca*) along the coast of Brazil: implications for biogeography of the western Atlantic Ocean. Marine Biodiversity records, 6(1): 1-21.
- Thurman, C.L. 1984. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. Journal of Crustacean Biology, 4(4): 665-681.
- Thurman II, C.L. 1985. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica* (Stimpson). Biological Bulletin, 169:215-229.
- Thurman II, C.L. 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana, 53(1): 94-105.
- Vaiphasa, C.; A.K. Skidmore & W.F.A. Boer. 2006. A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 61(1): 1-10.
- Vernberg, F.J. & R.E. Tashian. 1959. Studies on the physiological variation between tropical and temperate zone fiddler crabs on the genus *Uca*. I. Thermal death limits. Ecology, 40: 589-593.
- Vernberg, F.J. & J.D. Costlow. 1966. Handedness in fiddler crabs. Crustaceana, 1: 61-64.



- Warner, G.F. 1967. The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. Journal of Zoology, 53:321-335.
- Wolf, P.S.F. Shanholtaer & Reimold, R.J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh. Georgia, USA. Crustaceana, 29: 79-91.
- Yamaguchi, T. 1977. Studies on the handedness of the fiddler crab *Uca lactea*. Biological Bulletin, 152: 424-436.
- Yamaguchi, T. & Y. Henmi. 2001. Studies on the differentiation of handedness in the fiddler crab, *Uca arcuata*. Crustaceana, 74(8): 735-747.
- Zar, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, 941p.

Submetido: 10/04/2019

Aceito: 02/07/2019