

**BIOLOGIA POPULACIONAL DE *MINUCA RAPAX* (SMITH, 1870)  
(CRUSTACEA, DECAPODA, OCYPODIDAE) EM UM MANGUEZAL DO  
NORDESTE BRASILEIRO**

Jaqueline Becker<sup>1</sup>, Daiana da Silva Castiglioni<sup>2</sup>, Aline Vasum Ozga<sup>3</sup>, Daniela da  
Silva Castiglioni<sup>3,4</sup>

1. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Av. Unisinos, 950, Bairro Cristo Rei, CEP: 93.022.000, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: jacke\_becker@yahoo.com.br

2. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Av. Unisinos, 950. Bairro Cristo Rei, CEP: 93.022.000, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: dcastiglioni@unisinos.br

3. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alinevasum@yahoo.com.br

4. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus de Palmeira das Missões, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751, Vista Alegre, CEP 98300-000, Palmeira das Missões, RS, Brasil; danielacastiglioni@yahoo.com.br

## RESUMO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar a biologia populacional do caranguejo violinista *Minuca rapax*. Foram analisados os seguintes aspectos: tamanho da largura da carapaça (LC), maturidade sexual morfológica, distribuição de frequência, proporção sexual e recrutamento. As amostragens foram realizadas mensalmente, durante um ano (Abril/2009 a Março/2010), manualmente por duas pessoas em um período de 30 minutos durante a maré baixa de sizígia. Foram amostrados 646 machos e 261 fêmeas. Os machos apresentaram um tamanho corpóreo médio da largura da carapaça ( $\pm$  sd) significativamente superior ao das fêmeas (machos  $-14,04 \pm 3,14$  mm; fêmeas  $- 13,34 \pm 2,52$  mm). Na determinação da maturidade sexual morfológica, foram considerados maduros (50%) os machos com 12,4 mm de LC e as fêmeas com 9,9 mm de LC. Machos jovens apresentaram crescimento diferencial significativo no comprimento do própodo do quelípodo (CPQ) em relação aos adultos. Nas fêmeas foi observada diferença significativa no crescimento da largura do abdome entre jovens e adultas. A distribuição de frequência na população da espécie estudada foi unimodal, sugerindo uma população estável. A proporção sexual diferiu de 1:1, sendo observado 2,48

machos:1 fêmea. Na análise do recrutamento foi observado um maior número de juvenis em maio enquanto o menor número foi registrado em outubro, onde apenas um espécime foi amostrado. Os resultados do presente trabalho poderão contribuir com informações sobre a biologia da espécie e assim fornecer subsídios para a conservação da espécie no manguezal do Rio Formoso.

Palavras-chave: Distribuição de frequência. Maturidade sexual. Proporção sexual. Recrutamento. Tamanho corpóreo.

### **ABSTRACT**

This study was conducted to characterize the population biology of the fiddler crab *Minuca rapax*. The following aspects were analyzed: carapace width (LC), morphological sexual maturity, frequency distribution, sexual ratio and recruitment. Samplings were performed monthly, for one year (April 2009 to March 2010), manually by two people in a period of 30 minutes during low tide of syzygy. A total of 646 males and 261 females were sampled. Males had a mean body size of carapace width ( $\pm$  sd) significantly higher than females (males -  $14.04 \pm 3.14$  mm, females -  $13.34 \pm 2.52$  mm). In the determination of morphological sexual maturity, males with 12.4 mm of LC and females with 9.9 mm of LC were considered mature (50%). Juveniles males showed a significant differential growth in the cheliped propodus length (CPL) in relation to adults. In the females, a significant difference was observed in the growth of the abdomen width (AW) between juveniles and adults. The distribution of frequency in the population of the studied species was unimodal, suggesting a stable population. It was observed the sex ratio of 1: 1, being observed 2.48 males: 1 female. In the recruitment analysis it was observed a greater number of juveniles on May while the lowest number has been registered in October, where only one specimen was sampled. The results of this study will contribute information on the biology of the species and thus provide subsidies for the conservation of the species in the Formoso River mangrove.

Keywords: Body size. Frequency distribution. Sex ratio. Sexual maturity. Recruitment.

## INTRODUÇÃO

Muitas espécies de caranguejos são encontradas nos manguezais ao longo da costa brasileira, mas as espécies de caranguejos conhecidas popularmente como chama-marés ou caranguejos-violinistas (Crane, 1975), estão entre as mais representativas (Bezerra *et al.* 2010; Colpo *et al.* 2011; Thurman *et al.* 2013; Araújo *et al.* 2014). Esses crustáceos, pertencentes à Família Ocypodidae Rafinesque (1815) estimulam o metabolismo microbiano, auxiliam na degradação da matéria orgânica, promovendo a ciclagem de nutrientes e alteram ativamente a composição biogeoquímica do sedimento, sendo responsáveis pela criação e modificação de habitat para organismos do meio e macrofauna, além de favorecer o crescimento de mudas de mangues (Macintosh, 1988; Kristensen, 2008). Os caranguejos ocipodídeos constroem tocas no substrato para protegerem-se de temperaturas e salinidades extremas, dessecação, predadores e agressão de caranguejos vizinhos, além de serem utilizadas para atividades de reprodução e muda e para armazenar oxigênio (Crane, 1975; Hyatt & Salmon, 1977; Henmi & Kaneto 1989; Fusi *et al.* 2015).

Há aproximadamente 104 espécies descritas de caranguejos chama-marés, divididas em 11 gêneros, sendo a maioria habitante de áreas tropicais e subtropicais (Rosemberg, 2001; Nabout *et al.* 2009). Na costa do Brasil, ocorrem dez espécies pertencentes a três gêneros: *Leptuca cumulanta* (Rathun, 1898), *L. leptodactyla* (Rathbun, 1898), *L. thayeri* (Rathbun 1900), *L. uruguayensis* (Nobile 1901), *Minuca burgersi* (Holthuis, 1967), *Uca maracoani* (Latreille, 1802), *M. mordax* (Smith, 1870), *M. rapax* (Smith, 1870), *M. victoriana* (Von Hagen, 1987) e *M. vocator* (Herbst, 1804) (Bezerra, 2012; Araújo *et al.* 2014). Destas, somente *L. uruguayensis* não ocorre no nordeste brasileiro (Melo, 1996; Bezerra *et al.* 2010; Thurman *et al.* 2013).

Dentre as espécies de caranguejos que ocorrem em manguezais brasileiros, a espécie *M. rapax* é uma das mais abundantes e geralmente

ocorre em substratos arenosos a silte-argilosos da zona supratidal e de salinidade meso a eurihalinas (Thurman *et al.* 2013). Distribui-se na Flórida, Golfo do México, Antilhas, Venezuela e Brasil (do Estado do Pará até o Estado de Santa Catarina) (Coelho *et al.* 2008). Essa espécie de caranguejo chama-maré apresenta tolerância às variações ambientais extremas, como a dessecação e as variações de salinidade (Zanders & Rojas, 1996) e é abundante nos manguezais do litoral do norte do Estado de São Paulo e do sul do Rio de Janeiro (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2006a) como também nos manguezais do litoral dos estados do Norte e Nordeste do Brasil (Bezerra, 2012).

Por serem os animais mais característicos e abundantes dos manguezais (Nagelkerken *et al.* 2008) e também pelo fato de desempenharem uma função importante na dinâmica do ecossistema manguezal (Crane, 1975; Macintosh, 1988), várias pesquisas já foram realizadas com populações de caranguejos ao longo da costa brasileira, especialmente com espécies de chama-maré, destacando-se os trabalhos sobre dinâmica populacional com as seguintes espécies: *Leptuca thayeri* (Costa & Negreiros-Fransozo, 2003), *Minuca vocator* (Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004), *L. thayeri* e *L. uruguayensis* (Costa *et al.* 2006), *L. leptodactyla* (Bezerra & Mattheus-Cascon, 2006), *L. thayeri* (Bezerra & Matthews-Cascon, 2007), *M. burgersi* (Benetti *et al.* 2007), *U. maracoani* (Hirose & Negreiros-Fransozo, 2008; Benedetto & Masunari, 2009), *M. mordax* (Fransozo *et al.* 2009), *L. cumulanta* e *L. leptodactyla* (Aciole *et al.* 2000). Além destes trabalhos, Koch *et al.* (2005) realizaram a comparação da dinâmica populacional de quatro espécies de chama-maré (*L. cumulanta*, *U. maracoani*, *M. rapax* e *M. vocator*) no manguezal de Caeté, Estado do Pará, Masunari (2006) avaliou a distribuição e abundância de espécie de chama-máres na Baía de Guaratuba, Estado do Paraná e Bedê *et al.* (2008) analisaram e compararam a biologia populacional de oito espécies de chama-maré de uma área de manguezal do Estado do Rio de Janeiro. Com relação a estudos populacionais realizados com *M. rapax*, a maioria foi realizado com populações das regiões norte (Koch *et al.* 2005) e

sudeste do Brasil (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.* 2006; Bedê *et al.* 2008; Costa & Soares-Gomes 2009).

Estudos sobre dinâmica populacional são de extrema importância para se compreender a estabilidade ecológica de uma determinada espécie e também sua interação com o meio ambiente. Além disto, diversas espécies de caranguejos possuem uma distribuição ampla ao longo da costa brasileira e assim podem apresentar uma dinâmica populacional distinta entre as diferentes áreas de ocorrência, provavelmente relacionada à diversidade genética e plasticidade fenotípica (Hadfield & Strathmann, 1996). Fatores ambientais tais como disponibilidade de alimento, temperatura, ciclo de maré, salinidade, luminosidade, presença de vegetação, grau de dessecação do substrato, composição granulométrica e o conteúdo orgânico do substrato estão entre os principais fatores que podem exercer influência sobre a história de vida dos caranguejos chama-maré (Smith & Miller, 1973; Crane, 1975; Christy, 1978; Salmon & Hyatt, 1983; Thurman, 1984; Barnwell, 1986; Thurman, 1987, Nobbs, 2003; Bezerra *et al.* 2006; Masunari, 2006; Colpo *et al.* 2011; Thurman *et al.* 2013).

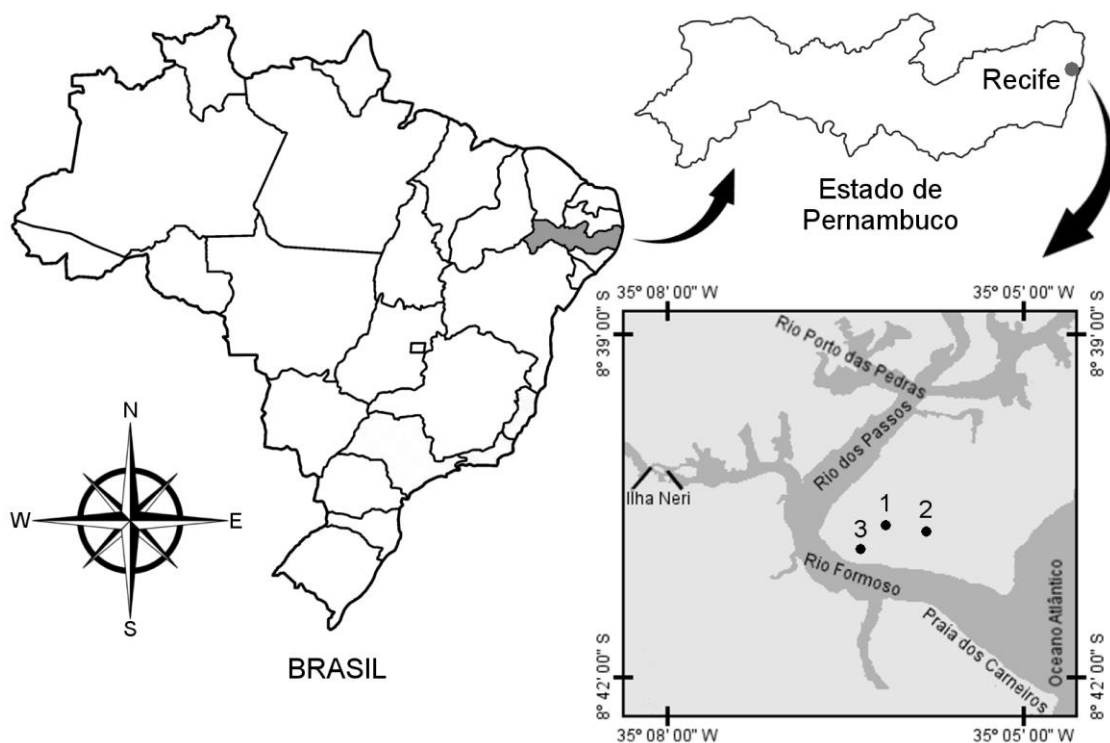
A presente pesquisa tem como objetivo caracterizar a biologia populacional de *M. rapax* do manguezal do Rio Formoso, litoral sul do Estado de Pernambuco e para isto foram analisados o tamanho corpóreo (largura da carapaça) de machos e fêmeas, a maturidade sexual morfológica, a distribuição de frequência em classes de tamanho (largura da carapaça) machos e fêmeas, a proporção sexual e o período de recrutamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado com dados obtidos do caranguejo *M. rapax* amostrado no manguezal do Rio Formoso, município de Rio Formoso (8°41'00.68"S e 35°06'09.49"W), litoral sul do Estado de Pernambuco, Brasil. Essa área está situada na região fisiográfica da Mata Meridional do Estado de Pernambuco, localizada a 92 km de Recife, sendo que parte de seu território está incluída em uma Área de Proteção Ambiental (APA) (BRASIL, 1997). O município de Rio Formoso está inserido hidrograficamente nas bacias dos rios

Sirinhaém e Una, além de pequenos grupos de rios litorâneos. Destaca-se, neste complexo fluvial, o estuário do Rio Formoso (Figura 1) ( $8^{\circ}39' - 8^{\circ}42'S$  e  $35^{\circ}05' - 35^{\circ}08'W$ ), com uma área aproximada de 2.724 hectares CONDEPE/FIDEM (1987).

As amostragens foram realizadas mensalmente, durante um ano (abril/2009 a março/2010), por esforço de captura (CPUE) de duas pessoas em um período de 30 minutos durante a maré baixa de sizígia. Os caranguejos foram amostrados por meio de escavação do substrato até uma profundidade de 15 cm, utilizando uma pá de jardim. Além disto, caranguejos que se encontravam na superfície do manguezal também foram amostrados.



**Figura 1.** Localização do estuário do rio Formoso, Estado de Pernambuco, Brasil.

Os caranguejos amostrados foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e transportados em caixas térmicas até o laboratório, onde foram identificados (Melo, 1996; Shih et al. 2016), separados por sexo e mensurados



quanto à largura da carapaça (LC) (dimensão correspondente à maior largura da carapaça) com um paquímetro digital de precisão 0,1mm.

Os caranguejos foram agrupados em 18 classes de tamanho considerando a largura da carapaça (LC), com amplitude de 1,5 mm. O número de classes foi obtido pela fórmula de Sturges (Conde *et al.* 1986). A distribuição de frequência foi analisada para o total de caranguejos machos e fêmeas amostrados. Para essas análises foi utilizado o teste Shapiro-Wilk, a fim de testar a normalidade das distribuições de frequências ( $\alpha=0,05$ ) (Zar, 1996).

Para machos e fêmeas foram estimados os tamanhos mínimo, máximo e médio ( $\pm$  desvio padrão) da largura da carapaça (LC). Posteriormente, o tamanho médio da largura da carapaça (LC) dos machos e fêmeas foi comparado usando-se o teste *t* de Student ao nível de significância de 5% (Zar, 1996).

A determinação da maturidade sexual morfológica de *M. rapax* foi baseada na relação entre o comprimento do própodo do quelípodo (CPQ) e largura da carapaça (LC) para machos e largura do abdome (LA) e largura da carapaça (LC) para as fêmeas. Cabe salientar que a escolha destas relações foi tomada levando-se em consideração a importância das variáveis dependentes (CPQ e LA) nos processos reprodutivos de machos e fêmeas como observado respectivamente por Araújo *et al.* (2012), Farias *et al.* (2014) e Hirose *et al.* (2015). Para a determinação das categorias etárias (jovens e adultos), foi realizada a análise de “K-means clustering” seguida de uma análise discriminante bivariada (Sampedro *et al.* 1999; Corgos & Freire, 2006; Araújo *et al.* 2012; Hirose *et al.* 2015). Posteriormente foram calculadas as proporções de jovens e adultos em cada classe de largura da carapaça (1,5 mm de amplitude), sendo a proporção de adultos ajustado a uma equação logística ( $y = a/(1+be^{-cx})$ ). Finalmente foi realizada uma interpolação para se determinar o tamanho da largura da carapaça onde 50% dos machos e fêmeas se encontravam na forma adulta (Corgos & Freire, 2006; Araújo *et al.* 2012; Farias *et al.* 2014; Hirose *et al.* 2015). Depois da separação entre jovens e adultos, os dados foram transformados ( $\log_{10}$ ) e submetidos à uma análise de covariância (ANCOVA) para testar os coeficientes angulares e lineares entre os

grupos (juvenis e adultos) de machos e fêmeas separadamente ( $\alpha= 0.05$ ) (Zar, 1996).

A razão sexual foi determinada para o número total de caranguejos, para cada mês de amostragem e também para cada classe de tamanho (LC). Nessas análises foi aplicado o teste de ajuste de bondade (Qui-quadrado;  $\alpha=0,05$ ) (Zar, 1996) para verificar se a razão sexual observada em *M. rapax* segue a proporção de 1:1.

Para a análise do recrutamento, os juvenis foram separados dos adultos pela análise da maturidade sexual morfológica. O período de recrutamento foi determinado através da proporção de juvenis em relação ao total de caranguejos amostrados mensalmente e a proporção de juvenis foi comparada através do teste de proporções multinomiais ( $\alpha=0,05$ ) (MANAP) (Cury & Moraes, 1981).

## RESULTADOS

Durante todo período amostral foram amostrados 907 espécimes de *M. rapax*, representados por 646 machos e 261 fêmeas (sendo quatro fêmeas ovígeras). Na tabela I estão apresentadas as abundâncias mensais de machos e fêmeas, na qual se observa que ambos foram amostrados ao longo do ano.

Os machos mostraram uma variação de 5,66 a 25,93 mm de largura da carapaça (média  $\pm$  desvio padrão: 14,04  $\pm$  3,14), enquanto nas fêmeas a largura da carapaça variou de 5,49 a 19,93 mm (média  $\pm$  desvio padrão: 13,34  $\pm$  2,52 mm). Observou-se uma diferença significativa no tamanho médio da largura da carapaça dos machos quando comparado com as fêmeas ( $t= 3,18$ ;  $p<0,05$ ).

Tabela I. Exemplos de *Minuca rapax* amostrados mensalmente entre Abril/2009 e Março/2010 no manguezal do Rio Formoso, Estado de Pernambuco, Brasil. Número de machos, fêmeas, total de exemplares, proporção de machos em relação as fêmeas (M: F) e resultados do  $\chi^2$ .

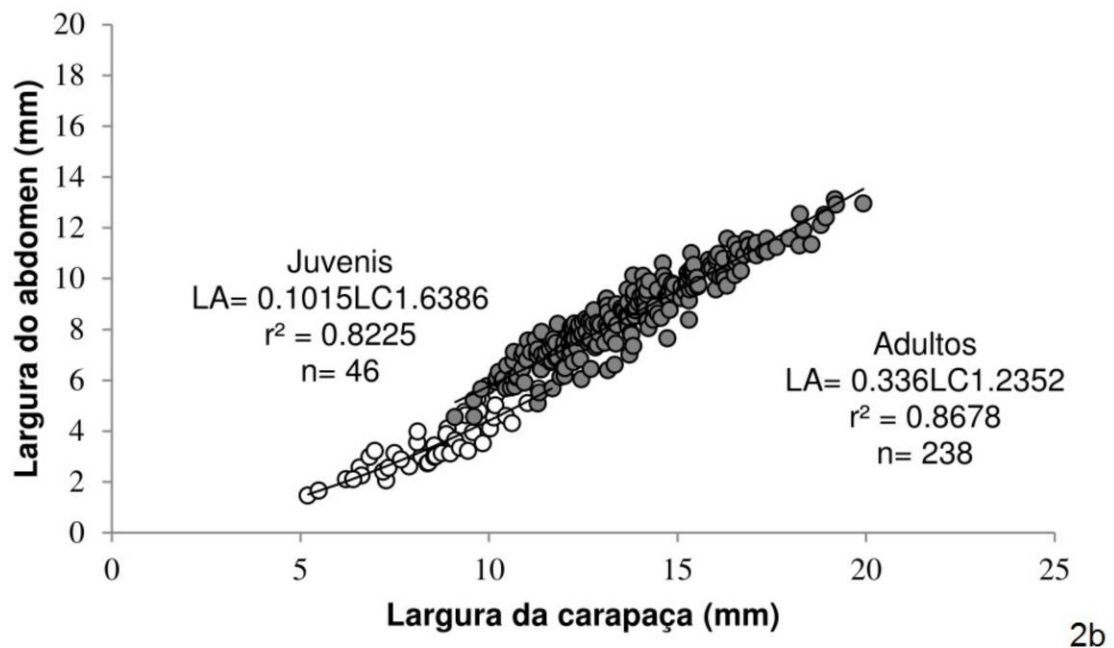
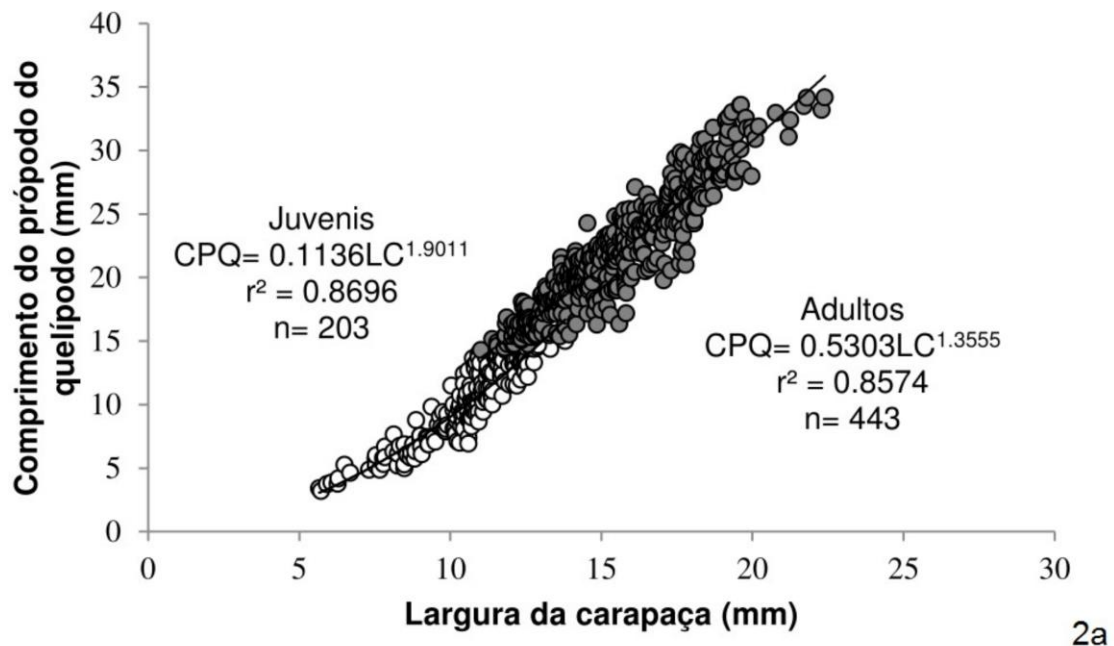
Meses	M	F	Total	M:F	$\chi^2$
Abr/09	10	10	20	1	0,00



<b>Mai/09</b>	93	10	103	9,3	66,88*
<b>Jun/09</b>	39	29	68	1,34	1,47
<b>Jul/09</b>	69	34	103	2,03	11,89*
<b>Ago/09</b>	64	30	94	2,13	12,30*
<b>Set/09</b>	44	18	62	2,44	10,90*
<b>Out/09</b>	53	19	72	2,79	16,06*
<b>Nov/09</b>	55	21	76	2,62	15,21*
<b>Dez/09</b>	74	40	114	1,85	10,14*
<b>Jan/10</b>	60	23	83	2,61	16,49*
<b>Fev/10</b>	47	13	60	3,62	19,27*
<b>Mar/10</b>	38	14	52	2,71	11,08*
<b>Total</b>	646	261	907	2,48	163,42*

Nota: O “\*” indica diferença significativa a 5%; M= machos; F= fêmeas.

Na determinação da maturidade sexual morfológica, foram considerados maduros (50%) os machos com 12,4 mm de LC (Figura 2a), com o menor macho maduro possuindo 11,02 mm de LC e o maior imaturo possuía 13,81 mm de LC (Figura 2b). Os valores dos interceptos e das inclinações da relação CPQ vs. LC diferiram entre jovens ( $CPQ = 0,1136LC^{1,9011}$ ;  $r^2 = 0,78$ ) e adultos ( $CPQ = 0,5303LC^{1,355}$ ;  $r^2 = 0,88$ ), indicando um padrão de crescimento diferencial (inclinação  $F = 166,483$ ; intercepto  $F = 114,1156$ ) ( $p < 0,05$ ). Já as fêmeas atingiram a maturidade sexual morfológica com 9,9 mm de LC, com a menor fêmea madura com 9,61 mm de LC e a maior imatura com 11,67 mm de LC (Figura 2b). Nas fêmeas também foi observada diferença significativa nos valores das inclinações e interceptos entre jovens ( $LA = 0,1015LC^{1,6386}$ ;  $r^2 = 0,82$ ) e adultos ( $LA = 0,336LC^{1,2352}$ ;  $r^2 = 0,86$ ) demonstrando distintas taxas de crescimento entre estas fases (inclinação  $F = 179,5153$ ; intercepto  $F = 24,493$ ) ( $p < 0,05$ ).



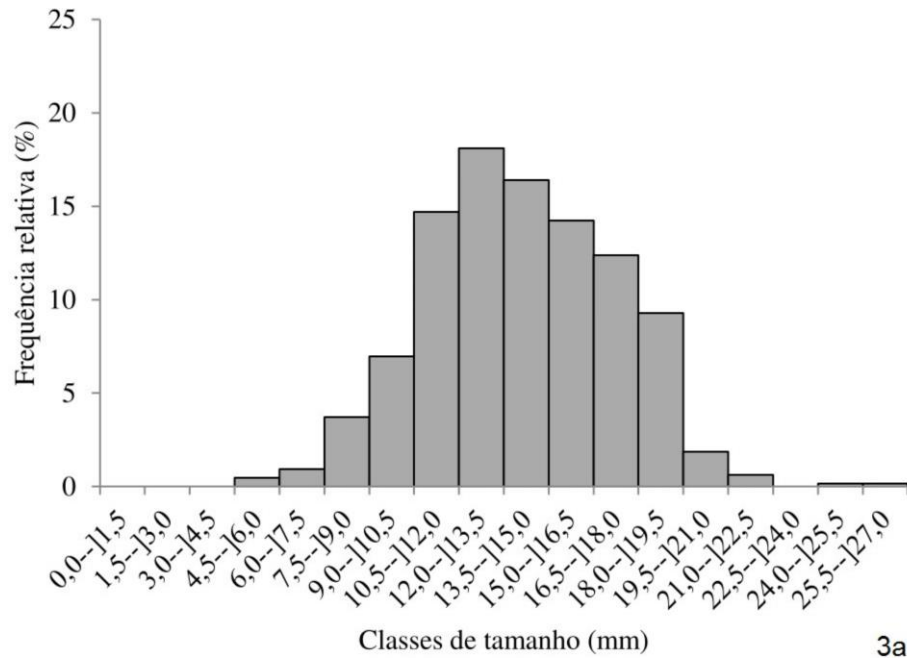
**Figura 2.** Relação dos pontos de dispersão, comprimento do própodo do quelípodo (CPQ) vs. largura da carapaça (LC) para machos (a) e largura do abdômen (LA) vs. largura da carapaça (LC), para fêmeas (b).

Na análise da distribuição de frequência em classes de tamanho (largura da carapaça) total, observou-se que a mesma não se apresentou normal em machos ( $p < 0,05$ ), mas foi considerada normal em fêmeas ( $p > 0,05$ ). Em ambos

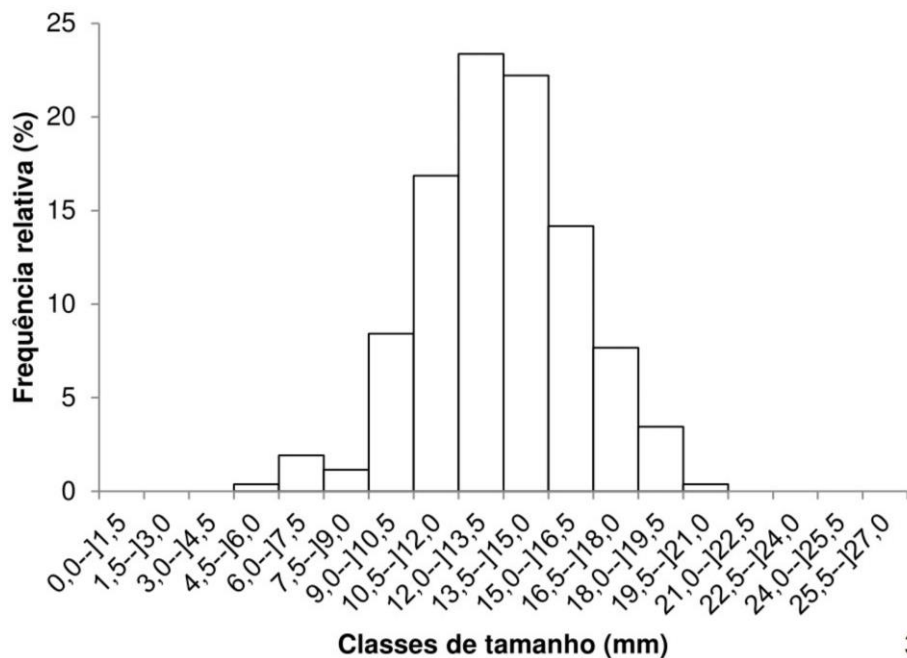
os sexos foi observada unimodalidade na distribuição de frequência com pico na classe 12,0 --l 13,5 mm (Figura 3a e Figura 3b).

Com relação à proporção mensal de machos e fêmeas, constatou-se que não houve diferença significativa na proporção entre os sexos apenas nos meses de abril e junho de 2009 ( $p>0,05$ ) e nos demais meses os machos foram mais abundantes do que as fêmeas ( $p<0,05$ ) (Figura 4a). Contudo, a proporção sexual para o número total de caranguejos amostrados diferiu da proporção 1:1, sendo observada uma razão de 2,48: 1 (macho: fêmea) ( $p<0,05$ ). Com relação à proporção sexual por classe de tamanho de largura da carapaça, não foram observados caranguejos nas classes de tamanho inferiores a 4,5 mm e foi observada ocorrência significativa de machos em quase todas as classes, principalmente nas duas últimas, onde se registrou apenas machos ( $p<0,05$ ) (Figura 4b).

Quanto à análise mensal de frequência de juvenis, estes foram capturados em todos os meses do ano. No entanto, foram observadas variações na frequência de juvenis ao longo do ano, sendo que em maio/2009 foi observado o maior número de juvenis (62 juvenis), enquanto que o menor número foi observado em outubro/2009 (um juvenil) (Figura 5a). Os adultos foram mais frequentes em todos os meses do ano, com exceção do mês de junho, no qual não houve diferença significativa. O mês de dezembro foi o que apresentou o maior número de adultos (103), enquanto que abril foi o mês que mostrou o menor número (20) (Figura 5b).

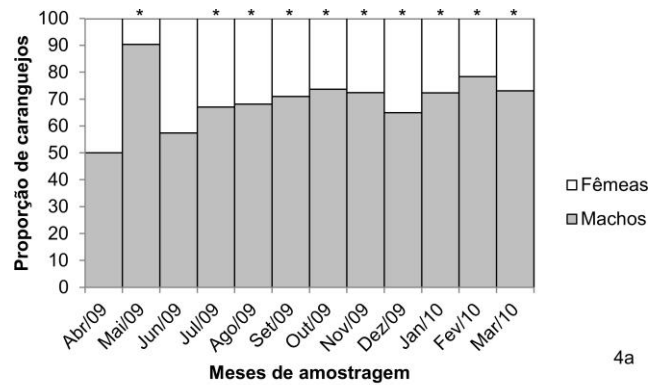


3a

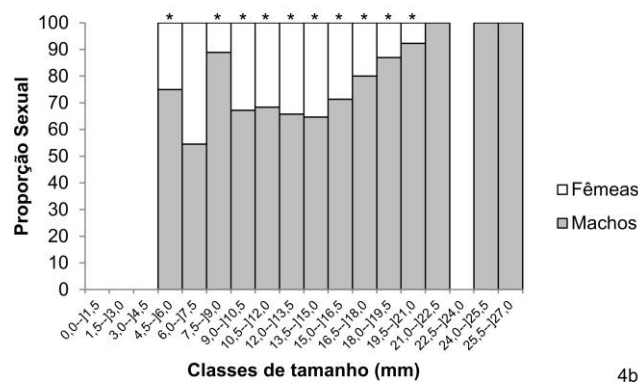


3b

Figura 3. Distribuição de frequência em classes de tamanho de largura da carapaça (LC) (mm) de machos (a) e fêmeas (b) de *Minuca rapax* amostrados no período de abril de 2009 a março de 2010, no Rio Formoso, Estado de Pernambuco, Brasil.

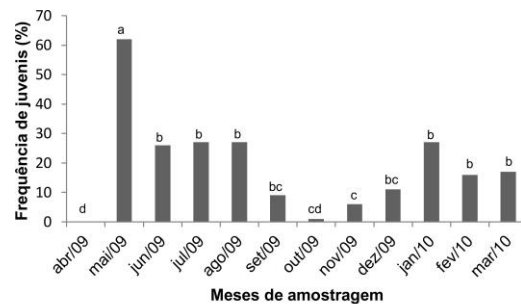


4a

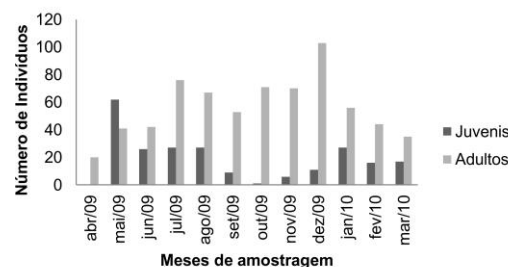


4b

Figura 4. Frequência relativa sazonal de machos e fêmeas por classe de tamanho de largura de carapaça (LC) de *Minuca rapax* amostrados no período de abril de 2009 a março de 2010, no Rio Formoso, Estado de Pernambuco, Brasil.



5a



5b

Figura 5. Proporção sexual mensal (a), sazonal (b) e por classes de tamanho (c) de machos e fêmeas de *Minuca rapax* amostrados no período de abril de 2009 a março de 2010, no Rio Formoso, Estado de Pernambuco, Brasil. O \* acima da coluna indica diferença significativa entre as proporções de machos e fêmeas ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que os machos de *M. rapax* foram significativamente maiores que as fêmeas, corroborando os estudos realizados com populações desta espécie em manguezais da região sudeste do Brasil (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.* 2006; Bedê *et al.* 2008; Costa & Soares-Gomes, 2009). Esta diferença de tamanho entre os sexos está relacionada, segundo Warner (1967) e Díaz & Conde (1989), provavelmente com uma taxa ou período de crescimento maior em machos, já que as fêmeas desviam grande parte de suas reservas energéticas, acumuladas no hepatopâncreas, para o desenvolvimento das gônadas e para a manutenção dos embriões, época em que o seu crescimento somático cessa (Adiyody & Adiyodi, 1970; Wenner, 1972). Além disto, diferentes taxas de mortalidade, migração, desequilíbrio espacial e temporal na utilização dos recursos, diferenças na eficiência da aquisição do alimento e padrões comportamentais diferenciais entre os sexos, podem ser apontados como outros fatores que podem influenciar as taxas diferenciais de crescimento entre machos e fêmeas de braquiúros (Giesel, 1972; Wolf *et al.* 1975; Montague 1980; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2006a).

Quando comparado a outras populações de *M. rapax* analisadas ao longo da costa brasileira (Tabela II), observou-se que o tamanho máximo da largura da carapaça de machos e fêmeas amostrados no presente estudo é inferior ao dos exemplares amostrados em manguezais do Estado de Rio Janeiro por Bedê *et al.* (2008) e Costa & Soares-Gomes (2009) e semelhante a populações do Estado de São Paulo (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.* 2006). Já foi constatado que os aspectos biológicos podem exibir um padrão latitudinal, especialmente o tamanho corpóreo, com espécies com dimensões corpóreas menores habitando áreas de baixas latitudes e grandes caranguejos em altas latitudes (Jones & Simons, 1983; Hines, 1989; Hirose *et al.* 2015). A temperatura e a interação entre temperatura e fotoperíodo são as variáveis que podem produzir clinas latitudinais nas taxas metabólicas, crescimento e tamanho, resultando em crescimento mais lento, indivíduos mais velhos e diminuição da maturidade em latitudes elevadas



(Jones & Simons, 1983; Hines, 1989). Além disto, as diferenças nas dimensões corporais de uma mesma espécie podem estar relacionadas à qualidade do habitat e a quantidade de matéria orgânica presente no substrato, como observado por Colpo & Negreiros-Fransozo (2004) em *Minuca vocator*, Benetti *et al.* (2007) em *M. burgersi* e Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005) em *M. rapax*.

Tabela II - Comparação da maior largura da carapaça de machos e fêmeas de *Minuca rapax* amostrados em diferentes áreas de manguezais ao longo do litoral do Brasil.

Espécies	Localidade	Machos (LC)	Fêmeas (LC)	Autor
<i>Minuca rapax</i>	Manguezal de Itamambuca, Estado de São Paulo	26,6	25,5	Castiglioni e Negreiros-Fransozo (2005)
	Manguezal de Ubatimirim, Estado de São Paulo	24,9	22,5	Castiglioni e Negreiros-Fransozo (2005)
	Rio Caeté, Pará	18,0	18,0	Koch <i>et al.</i> (2005)
	Paraty, Estado do Rio de Janeiro	22,9	21,2	Castiglioni <i>et al.</i> (2006)
	Manguezal de Itacuruçá, Estado do Rio de Janeiro	19,5	16,76	Bedê <i>et al.</i> (2008)
	Manguezal de Jabaquara, Paraty, Estado do Rio de Janeiro	25,9	22,3	Mendes (2010)
	Lagoa de Itaipu, Rio de Janeiro	32,2	25,96	Costa (2012)
	Rio Formoso, Estado de Pernambuco	25,93	19,83	Presente estudo

No presente estudo, machos foram considerados morfologicamente maduros com um tamanho superior ao das fêmeas, o que também ocorreu com

populações de *M. rapax* estudadas por Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) (2006b) em Ubatuba, Estado de São Paulo, por Castiglioni *et al.* (2004) em Paraty, Estado do Rio de Janeiro e por Costa & Soares-Gomes (2009) na Lagoa de Itaipu, Estado do Rio de Janeiro. Fêmeas atingem menores dimensões corpóreas quando comparadas com os machos, provavelmente, como resultado do desvio de parte de sua energia para gametogênese e formação e manutenção dos ovos (Díaz & Conde, 1989; Hartnoll, 2006).

A distribuição de frequência de tamanho (largura de carapaça) de *M. rapax*, foi unimodal, resultado semelhante ao observado por Castiglioni *et al.* (2006) para esta mesma espécie proveniente de uma área de manguezal de Paraty, litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. Entretanto, em outro estudo realizado com esta mesma espécie por Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005), no manguezal de Itamambuca, em Ubatuba, Estado de São Paulo foi observado bimodalidade na distribuição de frequência. A distribuição de frequência unimodal também foi observada em outras populações de chama-maré ao longo da costa brasileira (Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004; Bezerra & Matthews-Cascon, 2006; Bedê *et al.* 2008; Castiglioni *et al.* 2010; Farias *et al.* 2014). Segundo Díaz & Conde (1989), a unimodalidade tem sido atribuída a populações estáveis, com reprodução e recrutamento contínuos durante o ano e também com taxas de mortalidade constantes ao longo do ciclo de vida. Apesar de terem sido amostradas apenas quatro fêmeas ovígeras de *Minuca rapax* no presente estudo, a frequência de juvenis ao longo do ano comprova a reprodução contínua da espécie, explicando a unimodalidade na população. De acordo com Thurman (1985), a distribuição de frequência de tamanho de uma população é uma característica dinâmica que pode variar ao longo do ano como resultado da reprodução e rápido recrutamento das larvas.

A proporção sexual em caranguejos chama-maré frequentemente difere da proporção de 1:1, sendo os machos mais abundantes do que as fêmeas como observado por Genoni (1985), Costa & Negreiros-Fransozo (2003), Bedê *et al.* (2008), Hirose & Negreiros-Fransozo (2008) e Castiglioni *et al.* (2010). Na população analisada no presente trabalho, os machos foram mais frequentes do que as fêmeas, corroborando as pesquisas

realizadas com populações de *M. rapax* no sudeste brasileiro por Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005), Bedê *et al.* (2008) e Costa & Soares-Gomes (2009). No entanto como analisado por Powers (1975), Ahmed (1976), Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2005) e Castiglioni *et al.* (2006) alguns estudos sobre *M. rapax* verificam um certo equilíbrio entre as proporções sexuais, não diferindo de 1:1. Os desvios na proporção sexual parecem estar relacionados com os comportamentos reprodutivos dos caranguejos chamaré, uma vez que os machos gastam mais tempo na superfície em comportamentos agonísticos, movimentando seu quelípodo maior, defendendo e disputando território para atrair as fêmeas, permanecendo mais tempo expostos na superfície e assim podem se tornar mais suscetíveis a predação (Valiela *et al.* 1974; Montague, 1980; Emmerson, 1994). Além disto, o desvio na razão sexual pode estar relacionado ao fato de que os machos passam mais tempo expostos na superfície alimentando-se, pelo fato de terem apenas um quelípodo pequeno especializado para alimentação e assim podem ser capturados mais facilmente pelo método de CPUE (Valiela *et al.* 1974; Spivak *et al.* 1991; Emmerson 1994; Colpo & Negreiros-Fransozo, 2004). A maior ocorrência de machos pode ser atribuída também ao comportamento das fêmeas na época de reprodução, onde ficam menos expostas ao ambiente externo, permanecendo a maior parte do tempo dentro de suas tocas (Crane, 1975; Souza & Fontoura, 1993; Bedê *et al.* 2008).

Nas classes de maior tamanho de largura da carapaça houve predominância de machos de *M. rapax* no presente estudo. Esse fato também foi verificado em algumas espécies de caranguejos como por exemplo em *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) por Abele *et al.* (1986), *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) por Warner (1967), *Uca subcylindrica* (Stimpson) por Thurman (1985) e em *A. pisonii* por Díaz & Conde (1989). Segundo esses autores a predominância de machos nas classes de maior tamanho pode estar relacionada ao crescimento mais lento das fêmeas, após a puberdade, em relação aos machos. Esse aspecto pode ser explicado porque as fêmeas de *M. rapax* concentram suas energias nos processos de reprodução como o

desenvolvimento gonadal e o suprimento de massa de ovos durante a postura (Adiyody & Adiyodi, 1970; Wenner, 1972; Hartnoll, 2006; Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2006b). Além disto, os machos apresentam um tamanho maior provavelmente para terem mais êxito na corte das fêmeas e de vencer os combates intraespecíficos Christy & Salmon (1984).

O pequeno número de fêmeas ovígeras registrado no presente trabalho assim como em alguns trabalhos realizados com as espécies de chama-maré, pode estar relacionado ao fato de que as fêmeas, de algumas populações, apresentam uma estratégia reprodutiva onde podem incubar seus ovos no interior da toca, a fim de protegê-los das condições ambientais extremas e prover um ambiente uniforme, o que possibilita uma sincronia no desenvolvimento embrionário e na eclosão de larvas (Salmon 1987). Cabe salientar que somente quatro fêmeas ovígeras foram observadas em todo período amostral sendo uma amostrada em agosto e três em dezembro. No estudo de Bezerra & Matthews-Cascon (2006) também foram amostradas somente quatro fêmeas ovígeras, de um total de 520 fêmeas coletadas. Bedê (2011), também observou baixa frequência de fêmeas ovígeras, representando apenas 4,8% dos espécimes coletados, sendo 148 de 3093 indivíduos. Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2006b) analisando o ciclo reprodutivo de *M. rapax*, sugeriram que as fêmeas ovígeras não saem das tocas durante o período de incubação a procura de alimento. Talvez estas fêmeas possuem um estoque energético suficiente para sua própria manutenção e para o desenvolvimento dos ovos.

O recrutamento da população de *M. rapax* do Rio Formoso mostrou-se contínuo ao longo do ano, mas com maior intensidade no mês de maio (outono), assim como observado por Castiglioni *et al.* (2006) para esta mesma espécie proveniente de manguezais da região sudeste do Brasil. No entanto, o presente trabalho mostrou um percentual de juvenis superior ao observado por Castiglioni *et al.* (2006), onde registraram uma frequência de 38,4% no outono e 46,5% no inverno. Nas estações mais frias do ano o recrutamento se torna mais intenso porque os juvenis são provavelmente provenientes da maior intensidade reprodutiva de *M. rapax* verificada nos

meses mais quentes do ano (Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2005; Castiglioni *et al.* 2006). Vale ressaltar que na região nordeste do Brasil as temperaturas são relativamente constantes ao longo do ano, com pequena variação entre os meses. No entanto, observa-se dois períodos distintos com relação a pluviosidade, um mais seco (setembro a fevereiro) e outro chuvoso (março a agosto) (Araújo *et al.* 2014). Bezerra & Matthews-Cascon (2007) encontram relação entre o período chuvoso e a reprodução e entre o período seco e o recrutamento de *L. thayeri* e Koch *et al.* (2005) observaram maior recrutamento de *L. cumulanta*, *Uca maracoani*, *M. rapax* e *M. vocator* nos meses mais chuvosos do ano no manguezal de Caeté, Estado do Pará.

Dos estudos realizados com *Minuca rapax* no Brasil sobre a biologia populacional (Tabela II), a maioria dos autores analisou os mesmos aspectos tais como distribuição de frequência, tamanho da largura da carapaça, proporção sexual, recrutamento entre outros. Montague (1980) e Genoni (1985), demonstram que *M. rapax* possui importância ecológica por ser recicladora de matéria orgânica e bioturbadora, pois modificam a dinâmica dos nutrientes presentes no sedimento, interferindo no crescimento da microbiota e, assim, estimulando a produtividade vegetal.

## CONCLUSÃO

Os aspectos analisados sobre a biologia populacional de *M. rapax* no Rio Formoso, Estado de Pernambuco permitiu concluir que a população apresentou uma distribuição unimodal, evidenciando uma população estável, consequentemente os machos mais abundantes em relação às fêmeas e alcançando tamanhos da largura da carapaça maiores ao das fêmeas. A proporção sexual diferiu significativamente em favor dos machos. O período do recrutamento ocorre de maneira contínua, com maior intensidade em maio e menor em abril (período seco). Já a baixa frequência de fêmeas ovígeras pode estar relacionado à estratégia de reprodução na qual as fêmeas ficam em suas tocas durante o período de incubação dos ovos.

Através do presente estudo foi possível observar que as características do habitat podem exercer influência sobre a biologia desta espécie de

caranguejo. Além disto, quando comparada a outras populações de *M. rapax* analisadas em outras áreas de manguezais ao longo da costa brasileira, foram observadas semelhanças em alguns aspectos biológicos (maior tamanho corpóreo e da maturidade sexual morfológica quando comparado às fêmeas, proporção sexual a favor dos machos, reduzido número de fêmeas ovígeras amostradas). No entanto, foi observada diferença especialmente no tamanho corpóreo máximo da largura da carapaça de machos e fêmeas de *Minuca rapax*, os quais são menores do que as populações do sudeste brasileiro.

Portanto o estudo da biologia populacional de *M. rapax*, caracteriza-se como um fator importante, contribuindo para compreensão da estabilidade ecológica da espécie, uma vez que, a descrição dos estudos relacionados com a dinâmica populacional auxilia e amplia o conhecimento sobre a biologia e as características da espécie contribuindo para a preservação tanto da espécie em estudo e do seu ecossistema.

## REFERÊNCIAS

- Abele, L.G.; P.J. Campanella & M. Salmon, 1986. Natural history and social organization of the semiterrestrial grapsid crab *Pachygrapsus transversus*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Amsterdam, 104: 153-170.
- Acirole, 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, Maceió, 79: 79-100.
- Adiyodi, K.G. & R.G. Adiyodi. 1970. Endocrine control of reproduction in decapod Crustacea. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, Cambridge, 45: 121-165.
- AGENCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO (CONDEPE/FIDEM). Região Metropolitana do Recife. Reservas Ecológicas. Recife. 1987.
- Ahmed, M. 1976. A study of the normal and aberrant sexual types of the Venezuelan fiddler crabs *Uca cumulata* e *Uca rapax*. Bulletin of Marine Science, Coral Gables, 26: 499-505.



- Araújo, M.S.L.C., P.A. Coelho & D.S. Castiglioni. 2012. Relative growth and determination of morphological sexual maturity of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun (Crustacea, Ocypodidae) in two mangrove áreas from Brazilian tropical coast. *Pan-american Journal of Aquatic Sciences*, Montevideo, 7 (3): 156-170.
- 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*, 14(3): 483-499.
- Barnwell, F.H. 1986. Fiddler crabs of Jamaica (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae, Genus *Uca*). *Crustaceana*, Leiden, 50 (2): 146-165.
- Bedê, L.M. 2011. Distribuição espacial, biologia populacional dos caranguejos braquiúros (crustacea, decapoda) e crescimento de *Uca rapax* (Smith, 1870) (Decapoda, Ocypodidae) no manguezal de Jabaquara/Paraty – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Tese de Doutorado. 100p.
- Bedê L.M.; L.M.Y. Oshiro.; L.M.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*, Curitiba, 25 (4): 601-607.
- Benedetto, M.D. & S. Masunari. 2009. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Iheringia: Série Zoologia*, Porto Alegre, 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 de Biología Tropical*, San José, 55 (1): 55-70.
- Bezerra, L.E.A. 2012. The fiddler crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae: Genus *Uca*) of the South Atlantic Ocean. *Nauplius*, Ribeirão Preto, 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 northeast Brazil. *Thalassas*, Vigo, 22 (1): 65-75.
- 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*, Philadelphia, 31 (3): 251-258.

- Bezerra, L.E.A.; C.B. Dias; G.X. Santana & H. Matthews-Cascon. 2006. Spatial distribution of fiddler crabs (genus *Uca*) i a tropical mangrove of northeast Brazil. *Scientia Marina*, Barcelona, 70 (4): 759-766.
- Bezerra, L.E.A.; C.B. Dias.; J.O. Moraes & H. Matthews-Cascon. 2010. Distribuição espacial do caranguejo *Uca maracoani*, Latreille 1802-1803 (Brachyura: Ocypodidae) em três manguezais do Nordeste do Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, Itajaí, 2.
- BRASIL. Decreto estadual n. 19.635, de 13 de março de 1997. Declara como Área de Proteção Ambiental a região situada nos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/dec19635.doc>. [10 jun. 2014].
- Castiglioni, D.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 21 (1): 137-144.
- Castiglioni, D.S & M.L. Negreiros-Fransozo. 2005. Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from Itamambuca and Ubatumirim mangroves in Ubatuba litoral, Brazil. *Journal of Natural History*, London, 39 (19): 1627-1640.
- Castiglioni, D.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2006a. Ciclo reprodutivo do caranguejo *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodoidea), proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 23 (2): 331-339.
- Castiglioni, D.S. & M.L. Negreiros-Fransozo. 2006b. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 29 (2): 239-248.
- Castiglioni, D.S.; D. Silva-Castiglioni & M.L. Negreiros-Fransozo. 2004. Somatic growth of the mudflat fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura: Ocypodidae) from two tropical mangroves in Brazil. *Universidad y Ciencia*, México, 20 (39): 15-22.
- Castiglioni, D.S.; M.L. Negreiros-Fransozo & R.C. Mortari. 2006. Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae), proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 28 (2): 73-86
- Castiglioni, D.S.; A.O. Almeida & L.E. Bezerra. 2010. More common than reported: range extension, size-frequency and sex-ratio of *Uca (Minuca) victoriana*

- (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brasil. *Marine Biodiversity Records*, Cambridge, (3): 1-8.
- Christy, J.H. 1978. Adaptive significance of reproductive cycles in the fiddler crab *Uca pugilator*: A hypothesis. *Science*, New York, 199: 453-455.
- Christy, J.H. & M. Salmon. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (genus *Uca*). *Biological Review*, Cambridge, 59: 483-509.
- Coelho, P.A.; A.O. Almeida & L.E.A., Bezerra. 2008. Checklist of the Marine and Estuarine Brachyura (Crustacea:Decapoda) of Northern and Northeastern Brazil. *Zootaxa*, 1956: 1-58.
- 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 forest. *Scientia Marina*, Barcelona, 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 and Conservation*, London, 20: 3239-3250.
- Conde, J.E.; V. Rull & T. Vegas. 1986. Analisis exploratório de datos ecológicos y biométricos: gráficos stem-and-leaf (talo-y-roja) y boxplot (caja's gráficas). *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 4:153-162.
- Corgos, A. & J. Freire, J. 2006. Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. *Journal of Marine Science*, Dauphin Island, 63 (5), 851-859.
- Costa, T.M.M. 2012. Ecologia de caranguejos braquiúros em dois estuários sobre forte influência antrópica na costa do estado do Rio de Janeiro. Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro, Tese de Doutorado. 142p.
- 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-techniques. *Crustaceana*, Leiden, 75 (10): 1201-1218.
- Costa, T. & A. Soares-Gomes. 2009. Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda, Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. *Zoologia*, Curitiba, 26 (4): 647-657.
- Costa, T.M.; S.M.J. Silva & M.L. Negreiros-Fransozo. 2006. Reproductive pattern comparison of *U. thayeri* Rathbun, 1900 and *U. uruguayensis* Nobili, 1901

- (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, 49 (1): 117-123.
- Crane, J. 1975. Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus *Uca*. Princeton: Princeton University Press, 736p.
- 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, Coral Gables, 45: 148-163.
- Emmerson, W.D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratio of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. Journal of Crustacean Biology, Woods Hole, 14 (3): 568-578.
- Farias, A.C.A.; D.S. Castiglioni & J.E. Garcia. 2014. Population structure of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathun, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) in a tropical mangrove. Thalassas, Vigo, 30 (1): 21-37.
- 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, Curitiba, 31 (73/74/75): 23-31.
- Fusi, M.; F. Giomi; S. Babbini; D. Daffonchio; C.D. Mcquaid & F. Porri. 2015. Thermal specialization across large geographical scales predicts the resilience of mangrove crab populations to global warming. Oikos, 124 (6): 784-795.
- Genoni, G.P. 1985. Food limitation in salt marsh fiddler crab *Uca rapax* (Smith) (Decapoda, Ocypodidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Amsterdam, 87: 97-110.
- Giesel, J.T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. American Naturalist, Chicago, 106 (949): 380-387.
- Hadfield, M.G. & M.F. Strathmann. 1996. Variability, flexibility and plasticity in life histories of marine invertebrates. Oceanologica Acta, Paris, 19 (3-4): 323-333.
- Hartnoll, R.G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. Hydrobiologia, The Hague, 557, 31-40.
- Henmi, Y. & M. Kaneto. 1989. Reproductive ecology of three ocypodid crabs. I. The influence of activity differences on reproductive traits. Ecological Research, Hiroshima, 4: 17-29.
- Hines, A. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. Bulletin of Marine Science, Coral Gables, 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 Sciences*, Montevideo, 3 (3): 373-383.
- Hirose, G.L.; L.S. Souza; S.L.R. Silva; D.F.R. Alves & M.L. Negreiros-Fransozo. 2015. Population structure of the red mangrove crab, *Goniopsis cruentata* (Decapoda: Grapsidae) under different fishery impacts: Implications for resource management. *Revista de Biología Tropical*, San Jose, 63 (2): 443-457.
- Hyatt, G.W. & M. Salmon. 1977. Combat in the fiddler crabs *Uca pugilator* and *U. pugnax*: A quantitative analysis. *Behaviour*, Leiden, 65 (3): 182-211.
- Jones, M.B. & M.J. Simons. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bulletin of Marine Science*, Coral Gables, 3: 656-670.
- Koch, V.; M. Wolff & K. Diele. 2005. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a North Brazilian mangrove ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, Amelinghausen, 291: 177-188.
- Kristensen, E. 2008. Mangrove crabs as ecosystem engineers; with emphasis on sediment processes. *Journal of Sea Research*, Philadelphia, 5: 30-43.
- Macintosh, D.J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. *Symposia of the Zoological Society of London*, 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*, Curitiba, 23 (4): 901-914.
- Melo, G.A.S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo: Plêiade: FAPESP, 604p.
- Mendes, L.M.D. 2010. Biologia populacional e distribuição de *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no manguezal de Jabaquara/Paraty. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRJ), MSC diss.
- Montague, C.L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs. *Contributions in Marine Science*, Texas, 23: 25-55.
- Nabout, J.C.; P.M. Junior.; L.M. Bini & J.A.F. Diniz-Filho. 2009. Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violinista” (*Uca* spp.) (Crustacea, Decapoda) com base na modelagem de nicho ecológico. *Iheringia: Série Zoologia*, Porto Alegre, 99 (1): 92-98.

- Nagelkerken, I.; S.J.M. Blaber & S. Bouillon. 2008. The habitat function of mangrove for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic Botany*, Amsterdam, 89: 155-185.
- Nobbs, M. 2003. Effects of vegetation differ among three species of fiddler crabs (*Uca* spp.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Amsterdam, 284: 41-50.
- Powers, L.W. 1975. The fiddler crab burrow: a study in behavioral ecology. PH. D. Thesis. Univ. Austin, 199p.
- Rosemberg, M. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. *Journal of Crustacean Biology*, Woods Hole, 21 (3): 839-869.
- Salmon, M. 1987. On the reproductive behavior of the fiddler crab *Uca thayeri*, with comparisons to *U. pugilator* and *U. vocans*: evidence for behavioral convergence. *Journal of Crustacean Biology*, Woods Hole, 7 (1): 25-44.
- 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*, Amsterdam, 70: 21-43.
- Sampedro, M.P.; E. González-Gurriarán.; J. Freire, & R. Muiño. 1999. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia. *Journal of Crustacean Biology*, Woods Hole, 19 (3): 578-592.
- Shih, H.; P.K.L. Ng; P.J.F. Davie; C.D. Schubart; M. Türkay; R. Naderloo; D. Jones & M. 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: 139-175.
- Smith, W.K. & P.C. Miller. 1973. The thermal ecology of two South Florida fiddler crabs: *Uca rapax* and *U. pugilator* Bosc. *Physiological Zoology*, Chicago, 46: 186-207.
- Souza, G.D. & N.F. Fontoura. 1993. Estrutura populacional e fecundidade de *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1858) no molhe do Rio Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Decapoda, Grapsidae). *Comunicações do Museu de Ciências, PUCRS, Porto Alegre*, 52: 29-37.
- 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*, Miami, 48 (3): 679-688.



- Thurman, C.L. 1984. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. Journal of Crustacean Biology, Woods Hole, 4 (4): 665-681.
- Thurmann, C.L. 1985. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica* (Stimpson). Biological Bulletin, Woods Hole, 169: 215-229
- Thurman, C.L. 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana, Leiden, 53(1): 94-105.
- Thurman, C.L.; 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, Cambridge, 6 (1): 1-21.
- Valiela, I.; D.F. Babiec.; W. Atherton.; S. Seitzinger & C. Kebs. 1974. Some consequences of sexual dimorphism feeding in male and female fiddler crabs *Uca pugnax* (Smith). Biological Bulletin, Woods Hole, 147: 652-660.
- Warner, G.F. 1967. The life history of the mangrove tree crab, *Aratus pisonii*. Journal of Zoology, 153: 321-335.
- Wenner, A.M. 1972. Sex ration as a function of size in marine Crustacea. American Naturalist, Chicago, 106: 321-350.
- Wolf, P.L.; S.F. Shanholtzer & R.J. Reimold. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* (Smith, 1870) on the Duplin Estuary Marsh, Georgia, USA (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana, Leiden, 29: 79-91.
- Zanders, I.P. & W.E. Rojas. 1996. Salinity effects on Cadmium accumulation in various tissues of the tropical fiddler crab *Uca rapax*. Environmental Pollution, Barking, 96 (3): 293-299.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, 941p.

**Submetido:** 04/10/2018

**Aceito:** 07/03/2019