

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Uca thayeri* (CRUSTACEA, OCYPODIDAE) EM DUAS ÁREAS DE MANGUEZAL DO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO

Juliane Vanessa Carneiro de Lima da Silva¹ / David dos Santos Azevedo² / Daniela da Silva Castiglioni^{3,4}

RESUMO

Este estudo caracteriza e compara a dinâmica populacional de *Uca thayeri* nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE. Os caranguejos foram coletados mensalmente entre abril de 2008 e março de 2009, por esforço de captura, por um coletor durante 30 minutos, em período de maré baixa, em cada estuário. Obteve-se um total de 1.411 exemplares (627 machos e 784 fêmeas) em Ariquindá e de 1.300 exemplares (565 machos e 735 fêmeas) em Mamucabas. As populações apresentaram distribuição unimodal para ambos os sexos nos dois locais amostrados. As fêmeas de ambos os manguezais apresentaram tamanho médio significativamente superior ao dos machos. A razão sexual foi desviada a favor das fêmeas em ambas as populações (Ariquindá -0,80: 1,0; Mamucabas - 0,77: 1,0). A reprodução e o recrutamento foram contínuos ao longo do ano, sendo a reprodução mais intensa no verão e o recrutamento na primavera, para os dois locais estudados. No manguezal do rio Ariquindá, o número médio de ovos produzidos pelas fêmeas foi significativamente maior (7.369,4 ovos) do que em Mamucabas (5.303,2 ovos). Os aspectos biológicos observados para *U. thayeri* indicam que as populações estudadas apresentam características estáveis e similares em ambas as áreas analisadas, com exceção da fecundidade mais baixa no manguezal do rio Mamucabas, provavelmente em decorrência desse manguezal ser mais impactado. Entretanto, quando comparada a outras populações do Sudeste do Brasil, observa-se que alguns aspectos populacionais são distintos, especialmente o período reprodutivo, que foi contínuo, e a fecundidade mais baixa, provavelmente em decorrência da variação latitudinal.

Palavras-chave: Estrutura populacional, período reprodutivo, fecundidade, caranguejo-violinista, manguezais.

ABSTRACT

Characterization and comparison of population biology of *Uca thayeri* (Crustacea, Ocypodidae) in two estuarine areas of the southern coast of Pernambuco.

This study aimed to characterize and to compare the population dynamics of *Uca thayeri* in the mangroves of rivers Mamucabas and Arinquinda, Tamandaré, state of Pernambuco. The crabs were sampled monthly (April 2008 to March 2009) using a capture unit effort of one collector for 30 minutes, during periods of low tide in each mangrove. A total of 1,411 specimens (627 males and 784 females) were obtained in Ariquindá, and 1,300 specimens (565 males and 735 females), in Mamucabas. The total frequency distribution in size classes of males and females was unimodal in both mangroves. Females had a significantly higher mean size (carapace width) than males in Ariquindá and Mamucabas. The overall sex ratio was skewed in favor of females in both populations (Ariquindá - 0.80:1.0; Mamucabas - 0.77:1.0). Reproduction and recruitment were continuous throughout the year, being the reproduction more intense in summer and recruitment in spring in Ariquindá and Mamucabas. The mean number of eggs produced by females in Ariquindá was significantly higher (7,369.4 eggs) than in Mamucabas (5,303.2 eggs). Biological aspects observed for *U. thayeri* in this work indicate that the two populations are stable and have a very similar population dynamics, except that fecundity was lower in Mamucabas, probably as a result of this mangrove area be more impacted. However, when compared to other populations in southeastern Brazil, there are some distinct population aspects, especially the reproductive period that was continuous and the lower fecundity found in this study, probably due to the latitudinal variation.

Key words: Population structure, reproductive period, fecundity, fiddler crab, mangroves.

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da UFPE. E-mail: julivcls@yahoo.com.br

2. Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do IFPE.

3. Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS), UFSM.

4. Grupo de Estudos da Biodiversidade, Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS), UFSM.

INTRODUÇÃO

Manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo um importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). No entanto, atualmente, os manguezais encontram-se sob forte ameaça em escala mundial (VAIPHASA; SKIDMORE; BOER, 2006), em decorrência de processos antrópicos como a poluição por efluentes domésticos e industriais, avanços das cidades e ocupação por aterros sanitários (BARBIER; SATHIRATAI, 2004). Estudos sobre a estrutura populacional de espécies que habitam os manguezais, especialmente os caranguejos, possibilitam compreender a biologia das espécies, fornecendo subsídios para o conhecimento da estabilidade ecológica de determinado habitat, e contribuindo para a preservação das populações remanescentes.

Os caranguejos estão entre os animais mais abundantes da macrofauna bentônica encontrada no ecossistema manguezal (JONES, 1984); (NAGELKERKEN et al., 2008). Destes, destacam-se pela elevada densidade as espécies do gênero *Uca* Leach, 1814, que são encontradas nas áreas estuarinas do mundo inteiro (CRANE, 1975). Essas espécies são conhecidas popularmente como chama-maré ou caranguejo-violinista, devido ao movimento realizado pelos machos com o seu quelípodo maior, sendo esse comportamento interpretado como um aceno para provocar a subida da maré (CRANE, 1975). Atualmente, de acordo com Rosemberg (2001), no mundo todo são descritas aproximadamente 100 espécies para o gênero *Uca*, sendo que na costa brasileira Melo (1996) registrou dez espécies. Em Pernambuco, do total de dez, somente nove são registradas: *U. burgersi* (Holthuis, 1967), *U. cumulanta* (Crane, 1943), *U. leptodactyla* (Rathbun, 1898), *U. maracoani* (Latreille, 1802-1803), *U. mordax* (Smith, 1870), *U. rapax* (Smith, 1870), *U. thayeri* (Rathbun, 1900), *U. uruguayensis* (Nobili, 1901), *U. victoriana* (von Hagen, 1987) e *U. vocator* (Herbst, 1804) (MELO, op. cit.). A espécie *Uca thayeri* é uma das mais abundantes do gênero *Uca*, vivendo em tocas cavadas em regiões lamacentas da periferia de manguezais.

Sua distribuição acompanha as áreas de manguezal no Atlântico Ocidental – Flórida, Golfo do México, Antilhas, Guatemala, Panamá, Venezuela e Brasil (do Maranhão até Santa Catarina) (MELO, op. cit.).

O caranguejo chama-maré exerce importante papel na dinâmica do ecossistema de manguezal, atuando nos níveis tróficos das redes alimentares e servindo como fonte de alimento para vários animais como mamíferos, aves, peixes e caranguejos de grande porte (CRANE, 1975). Além disso, realiza a tarefa constante de revirar o substrato para obter alimento e para escavar tocas onde se abrigam, protegendo-se de variações de temperatura, salinidade, dessecação e predação, onde também realizam atividades de reprodução e crescimento (CRANE, 1975; HENMI; KANETO, 1989). O ato de escavar tocas, além das funções citadas acima, também traz à superfície matéria orgânica de estratos inferiores, que é de fundamental importância na ciclagem de nutrientes na área (ARAÚJO; MACIEL, 1977; KRISTENSEN, 2008).

Com o intuito de conhecer aspectos da biologia e da ecologia das espécies do gênero *Uca*, o interesse dos pesquisadores por esse grupo de crustáceos vem aumentando gradativamente na costa brasileira, expandindo-se muito além de estudos morfométricos (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2004); (HIROSE; NEGREIROS-FRANSOZO, 2007); (MASUNARI; SWIECH-AYOUB, 2003); (MASUNARI; DISSENHA; FALCÃO, 2005); (NEGREIROS-FRANSOZO; COLPO; COSTA, 2003); (PRALON; NEGREIROS-FRANSOZO, 2008), reprodutivos (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006); (COLPO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003), e, principalmente, de dinâmica populacional (BEDÉ et al., 2008); (BENETTI; NEGREIROS-FRANSOZO; COSTA, 2007); (BEZERRA; MATTHEWS-CASCON, 2007); (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006); (CASTIGLIONI; ALMEIDA; BEZERRA, 2010); (COLPO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003); (COSTA; SOARES-GOMES, 2009); (COSTA; SOARES-GOMES, 2011); (DI BENEDETTO; MASUNARI, 2009); (HIROSE; NEGREIROS-FRANSOZO, 2008); (KOCH; WOLFF; DIELE, 2005). Sobre a espécie *U. thayeri*, a grande maioria dos trabalhos desenvolvidos foram realizados com populações da região Sudeste do Brasil (COSTA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003); (COSTA; SILVA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006); (NEGREIROS-FRANSOZO; COLPO; COSTA, 2003). Na costa nordestina, existe apenas um estudo publicado sobre a dinâmica populacional de uma população do Ceará,

realizado por Bezerra e Matthews-Cascon (2007). Contudo, trabalhos no litoral de Pernambuco sobre a sua biologia populacional ainda não foram realizados, o que justifica a extrema importância do desenvolvimento dessa pesquisa tanto em regiões de manguezais não impactados quanto impactados.

Outra questão que deve ser levada em consideração é o fato de que populações de caranguejos de diferentes áreas podem apresentar uma dinâmica distinta, provavelmente relacionada à plasticidade fenotípica, que é influenciada por fatores ambientais como disponibilidade de alimento (CHRISTY, 1978), temperatura (CRANE, 1975), ciclo da maré (SMITH; MILLER, 1973), salinidade (BARNWELL, 1986); (CRANE, 1975); (THURMAN II, 1984); o grau de dessecação do substrato (THURMAN II, op. cit.), a composição granulométrica e o conteúdo orgânico do substrato (BARNWELL, 1986); (CASTIGLIONI; NEGREIROS - FRANSOZO, 2005); (C O L P O; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003); (TEAL, 1958); (THURMAN II, 1987); a luminosidade e a presença de vegetação (NOBBS, 2003); (SALMON; HYATT, 1983); (THURMAN II, 1987). Entretanto, a temperatura é apontada como um dos principais fatores que exercem influência sobre o crescimento e a reprodução das espécies de caranguejos, sendo que espécies que vivem em regiões de baixa latitude (zona intertropical) reproduzem-se continuamente e atingem menores tamanhos do que espécies de altas latitudes (zona temperada), que apresentam reprodução sazonal (HARTNOLL, 2001); (SASTRY, 1983). Apesar do fato de a dinâmica populacional de *U. thayeri* ser conhecida para a região Sudeste, é necessário analisar alguns aspectos populacionais de áreas tropicais, a fim de averiguar se a espécie apresenta plasticidade fenotípica, capacidade dos organismos de alterar sua fisiologia ou morfologia, de acordo com as condições do ambiente. Desse modo, este trabalho visou caracterizar e comparar a dinâmica populacional de duas populações do caranguejo-violinista *Uca thayeri*, localizadas na região de Tamandaré, litoral sul do estado de Pernambuco. Para isso, foram analisados os seguintes aspectos: o tamanho corpóreo de machos e fêmeas, a distribuição de frequência em classes de tamanho, a proporção sexual, o período reprodutivo, o recrutamento e a fecundidade.

Especificamente, as seguintes perguntas foram respondidas: (1) As populações de *U. thayeri* apresentaram biologia populacional distinta? (2) As populações de *U. thayeri* do Nordeste apresentaram

dinâmica populacional distinta das populações do Sudeste da costa brasileira?

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos exemplares de *Uca thayeri* foram realizadas nos estuários do rio Ariquindá (8°46'43,69"S - 35°06'25,87"W) e no rio Mamucabas (8°41'28,48"S - 35°06'09,32"W), ambos localizados no município de Tamandaré, estado de Pernambuco, Brasil.

O município de Tamandaré localiza-se no extremo sul do litoral de Pernambuco, a 110 km de Recife. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo quente e úmido, com temperaturas médias que variam entre 25 e 30 °C e precipitação pluviométrica em torno de 2.000 mm. Essa região possui estações bem definidas – seca que ocorre de setembro a dezembro e estação chuvosa no período de janeiro a julho (DUARTE, 1993); (MOURA; PASSAVANTE, 1995). Os ventos apresentam velocidades médias de 6,1 a 9,3 nós (3,1 a 4,7 m/s), vindos principalmente de E-SE, no período de abril a setembro, e de E-NE de outubro a março. Na baía de Tamandaré são encontradas vastas áreas de manguezais na planície alagada dos estuários.

O rio Ariquindá está inserido na APA de Guadalupe (área de preservação ambiental), com extensão de 7 km, e juntamente com seu afluente, o rio União, são dois importantes componentes da Bacia do rio Formoso (DIAGNÓSTICO, 1999), considerado um dos últimos rios não poluídos de Pernambuco. A área escolhida para a amostragem dos caranguejos localiza-se próxima à região de confluência com o rio Formoso, na praia de Carneiros, sendo o mangue composto, predominantemente, por vegetação de *Rhizophora mangle*, seguida de *Laguncularia racemosa* e, em menor frequência, *Avicennia* spp. O substrato dessa área caracterizou-se como arenolamoso.

O rio Mamucabas localiza-se quase que totalmente no município de Tamandaré, nascendo a oeste da Reserva Biológica de Saltinho, próximo ao Engenho Barro Branco e, ao penetrar na reserva, é represado formando o reservatório que abastece a cidade de Tamandaré. Da nascente até a planície costeira, que atinge os arredores do núcleo urbano supracitado, o Mamucabas corre no sentido noroeste-sudeste, tomando, a partir dali, a direção sul, na qual se mantém até a desembocadura, onde encontra o rio Ilhetas e, juntos, deságuam no pontal que leva esse

nome (DIAGNÓSTICO, 2001). Além do represamento, é considerado um rio impactado devido à grande deposição de resíduos sólidos e desmatamento, bem como à ocupação habitacional nas áreas circundantes (SANTOS; BOTELHO; IVO, 2001). Vale ressaltar também que a área escolhida para a amostragem dos exemplares de *U. thayeri* nesse manguezal de Mamucabas estava localizada próxima a uma bica d'água utilizada pela população ribeirinha, para a coleta de água, o que contribuía para a deposição de resíduos sólidos na área, principalmente garrafas PET. A vegetação das áreas nas quais os exemplares de *U. thayeri* foram coletadas era predominantemente composta por *Laguncularia racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* e poucos exemplares de *Avicennia* spp. O substrato da área foi classificado como areno-lamoso.

As amostragens dos exemplares de *Uca thayeri* foram realizadas, mensalmente, no período de abril de 2008 a março de 2009, por meio da técnica de amostragem por esforço de captura (1 pessoa/30 minutos). Os caranguejos foram coletados manualmente, por meio da escavação do substrato, até uma profundidade de aproximadamente 15 cm, utilizando uma pequena pá. Também foram coletados caranguejos que se encontravam na superfície do solo. O coletor foi o mesmo durante todo o período de amostragem, nos dois locais. Portanto, cada amostra mensal foi constituída pelo número de caranguejos coletados durante 30 minutos em cada área (100 m²), no período de maré baixa.

Os caranguejos amostrados foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em caixas térmicas contendo gelo. No laboratório, foram identificados, de acordo com Melo (1996), além de terem sido registrados o sexo e a condição ovígera. Mensurações da largura do cefalotórax (LC) de machos e fêmeas foram realizadas com um paquímetro digital de precisão (0,01 mm). Para a determinação da fecundidade, as fêmeas ovígeras foram individualizadas em campo, para evitar a perda dos ovos. No laboratório, foram mensuradas e o abdômen contendo a massa de ovos foi removido e armazenado em álcool a 70%, em frascos devidamente etiquetados, contendo a largura do cefalotórax de cada fêmea e o local de amostragem.

As análises foram realizadas com base na caracterização da estrutura populacional dos caranguejos, distribuídos em grupos de interesse (machos jovens e adultos, fêmeas jovens, adultas e ovígeras) e separados em classes de largura do cefalotórax - LC (mm), cujo número foi obtido pela

fórmula de Sturges (CONDE; RULL; VEGAS, 1986). A distribuição de frequência por classe de tamanho de cada grupo de interesse foi analisada mensalmente, durante o período de um ano, a fim de acompanhar as variações temporais da distribuição de frequência de comprimento das populações e, também, para analisar a sazonalidade de processos como reprodução e recrutamento da espécie. A normalidade das distribuições de frequência foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

A largura média do cefalotórax foi comparada entre os sexos e os diferentes manguezais por meio do teste t, ao nível de significância de 5% para cada atributo (ZAR, op. cit.). Além disso, foram quantificados o tamanho mínimo e máximo de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras de cada população de *U. thayeri*. A proporção sexual foi determinada para o total de caranguejos amostrados e também mensalmente, sazonalmente e por classes de largura do cefalotórax, para ambas as populações de *U. thayeri*. A fim de verificar se a razão sexual segue a proporção de 1:1, utilizou-se o teste χ^2 , com nível de significância de 5% (ZAR, 1996).

A determinação do período reprodutivo de *U. thayeri* foi efetuada por meio do cálculo da frequência de fêmeas ovígeras em relação à de fêmeas maduras de cada população, durante o período de um ano. As frequências de fêmeas ovígeras foram comparadas ao longo das estações do ano pela análise de proporções multinomiais ($\alpha = 0,05$) (CURI; MORAES, 1981), para posterior determinação da estação reprodutiva em cada área de manguezal.

Para o estudo do recrutamento, foram considerados juvenis os caranguejos com largura do cefalotórax inferior aos valores determinados para a maturidade sexual morfológica de machos e fêmeas, das mesmas populações de *U. thayeri* estudadas por Araújo et al. (2012). No rio Ariquindá, os machos de *U. thayeri* foram considerados morfológicamente maduros com 11,80 mm e 11,20 milímetros para as fêmeas. No rio Mamucabas, esses valores foram de, respectivamente, 12,10 mm para machos e 11,90 milímetros para as fêmeas (ARAÚJO et al., 2012). Posteriormente, as proporções de juvenis foram comparadas entre as estações do ano, utilizando o teste de proporções multinomiais (MANAP) (CURI; MORAES, op. cit.), com nível de significância de 5%.

Na análise da fecundidade (número de ovos produzidos pelas fêmeas), somente foram utilizados ovos em estágio inicial de desenvolvimento (COSTA; SILVA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006); (LITULO,

2005a). Para a determinação da fecundidade, os ovos foram retirados dos pleópodos e colocados em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) 5% (P.A.) em 50 ml de água e, posteriormente, agitados durante 3 minutos, para permitir a dissociação dos ovos. Após a dissociação dos ovos, foram retiradas três amostras de 1 ml e, posteriormente, os ovos foram contados sob estereomicroscópio. O valor médio de ovos obtido foi extrapolado para a massa de ovos em suspensão, nos 50 ml de água, para estimar o número total de ovos produzidos pelas fêmeas ovígeras (COSTA; SILVA; NEGREIROS-FRANZOZO, 2006); (LITULO, 2005a). O número médio de ovos foi comparado entre as duas populações de *U. thayeri* pelo teste t ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996). A relação entre a fecundidade e o tamanho das fêmeas ovígeras foi obtida para cada população pela equação linear $y = a+bx$, sendo que o número de ovos foi considerado a variável dependente (y) e a largura do cefalotórax a variável independente (x). Posteriormente, foi realizada uma análise de covariância para comparar as inclinações e os interceptos das retas (ANCOVA) ($\alpha = 0,05$), ou seja, verificar se há diferença significativa no número de ovos produzidos por *U. thayeri* entre as diferentes áreas de manguezais (ZAR, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, um total de 1.411 caranguejos foram amostrados no rio Ariquindá, sendo 627 machos (268 jovens e 357 adultos), 784 fêmeas (197 jovens e 587 adultas, sendo 133 fêmeas ovígeras) e um total de 1.300 caranguejos no rio Mamucabas, sendo 565 machos (280 jovens e 285 adultos), 735 fêmeas (252 jovens e 483 adultas, sendo 58 fêmeas ovígeras). Machos e fêmeas, inclusive as fêmeas ovígeras, foram amostrados em todos os meses do ano em ambos os manguezais (Tabela 1).

Os valores mínimo e máximo e a média (\pm desvio-padrão) da largura do cefalotórax para machos e fêmeas de *U. thayeri* nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas estão apresentados na Tabela 2. Os resultados obtidos indicam que houve diferença significativa entre os tamanhos médios de LC de machos e fêmeas em ambos os manguezais, sendo as fêmeas maiores do que os machos (Ariquindá – machos $12,5 \pm 3,06$ mm e fêmeas $13,1 \pm 2,75$ mm; $t = -4,24$; $p < 0,05$; Mamucabas – machos $12,26 \pm 3,0$ mm e fêmeas $13,0 \pm 2,89$ mm; $t = -3,7$; $p < 0,05$). Além disso, não se observou diferença no tamanho médio de machos e fêmeas entre os manguezais (machos, $t = 1,32$; fêmeas, $t = 0,65$; $p > 0,05$).

Tabela 1 - Número absoluto de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras de *Uca thayeri* amostrados mensalmente nos manguezais dos rios Ariquindá (A) e Mamucabas (M), Tamandaré, PE, no período entre abril de 2008 e março de 2009.

Meses	Machos		Fêmeas		Fêmeas ovígeras		Total		Sex-ratio (machos:fêmeas)		Teste χ^2	
	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
Abril	18	32	39	46	3	0	60	78	0,43: 1,0	0,70:1,0	9,6*	2,51
Maio	51	50	57	78	13	3	121	131	0,73: 1,0	0,62:1,0	2,98	7,34*
Junho	66	40	66	51	16	6	148	97	0,80: 1,0	0,70:1,0	1,73	2,98
Julho	44	32	57	53	5	1	106	86	0,71: 1,0	0,59:1,0	3,06	5,63*
Agosto	38	55	44	49	10	10	92	114	0,70: 1,0	0,93:1,0	2,78	0,14
Setembro	63	40	32	54	11	4	106	98	1,47: 1,0	0,69:1,0	3,77	3,31
Outubro	48	61	63	64	7	2	118	127	0,69: 1,0	0,92:1,0	4,10*	0,20
Novembro	52	65	51	44	9	2	112	111	0,87: 1,0	1,41:1,0	0,57	3,25
Dezembro	58	72	66	67	9	5	133	144	0,77: 1,0	1,00:1,0	2,17	0,00
Janeiro	64	32	42	65	14	12	120	109	1,14: 1,0	0,42:1,0	0,53	18,58*
Fevereiro	38	44	49	50	7	7	94	101	0,68: 1,0	0,77:1,0	3,45	1,67
Março	87	42	85	56	29	6	201	104	0,76: 1,0	0,68:1,0	3,63	3,85
Total	627	565	651	677	133	58	1411	1300	0,80:1,0	0,77:1,0	17,47*	22,23*

*= valor significativo a 5%; *= desvios significantes na proporção 1:1 de machos e fêmeas ($p < 0,05$)

Tabela 2 - Valor mínimo, máximo e médio (\pm desvio - padrão) da largura do cefalotórax (LC - mm) de machos e fêmeas de *Uca thayeri* provenientes dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE. Valores com letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Sexo	Rio Ariquindá				Rio Mamucabas			
	N	LC mínimo	LC máximo	LC médio \pm desvio-padrão	N	LC mínimo	LC máximo	LC médio \pm desvio-padrão
Machos	627	4,05	26,58	$12,5 \pm 3,06$ b	565	4,3	22,38	$12,26 \pm 3,0$ b
Fêmeas	784	4,65	23,01	$13,1 \pm 2,75$ a	735	5,12	22,1	$13,0 \pm 2,89$ a

A análise de frequência total em classes de tamanho de largura do cefalotórax não apresentou distribuição normal tanto em machos quanto em fêmeas, em ambas as áreas de manguezais ($p < 0,05$) (Ariquindá – machos, $W = 0,99$; fêmeas, $W = 0,99$; Mamucabas – machos, $W = 0,97$; fêmeas, $W = 0,98$), ao mesmo tempo que observou a ocorrência de unimodalidade em ambos os sexos tanto no rio Ariquindá (Figura 1A) quanto no rio Mamucabas (Figura 1M).

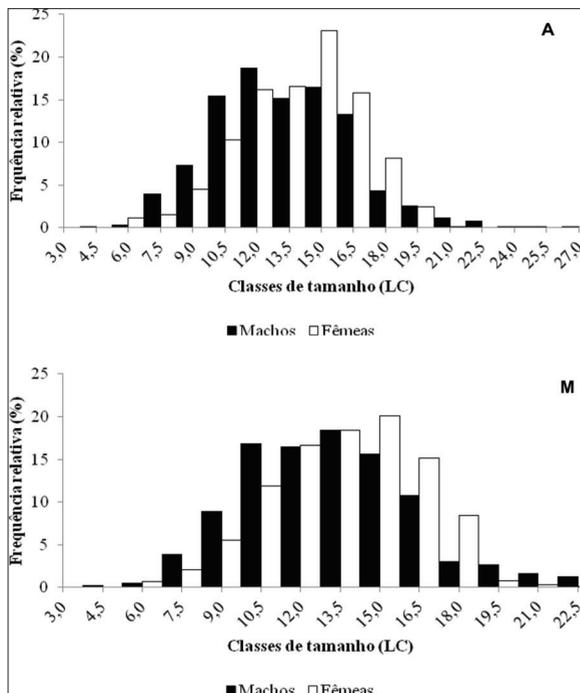


Figura 1 - Distribuição de frequência relativa (%) por classe de tamanho (mm) da largura do cefalotórax (LC) de machos e fêmeas de *Uca thayeri* dos manguezais dos rios Ariquindá (A) e Mamucabas (M), Tamandaré, PE.

A proporção sexual total foi desviada a favor das fêmeas em ambos os manguezais, sendo que em Ariquindá essa proporção foi de 0,8 machos: 1 fêmea ($\chi^2 = 17,47$; $p < 0,05$) e em Mamucabas de 0,77 machos: 1 fêmea ($\chi^2 = 22,23$; $p < 0,05$). No rio Ariquindá, observou-se que houve diferença significativa na proporção nos meses de outubro ($\chi^2 = 4,1$) e abril de 2008 ($\chi^2 = 9,6$) a favor das

fêmeas ($p < 0,05$) (Tabela 1), e em Mamucabas também houve diferença significativa na proporção sexual, na qual as fêmeas foram significativamente mais frequentes do que os machos nos meses de maio ($\chi^2 = 7,34$) e julho de 2008 ($\chi^2 = 5,63$), e janeiro ($\chi^2 = 18,58$) e março de 2009 ($\chi^2 = 3,85$) ($p < 0,05$) (Tabela 1). Na análise sazonal, observa-se que as fêmeas são significativamente mais abundantes do que os machos no outono ($\chi^2 = 10,58$) e na primavera ($\chi^2 = 6,09$) ($p < 0,05$) no manguezal do rio Ariquindá, e no outono ($\chi^2 = 12,5$), no inverno ($\chi^2 = 6,5$) e no verão ($\chi^2 = 19,4$) ($p < 0,05$) em Mamucabas (Figura 2). Na estimativa da proporção sexual por classe de tamanho da largura do cefalotórax (LC), verificou-se que em ambos os manguezais as fêmeas dominaram nas classes intermediárias de tamanhos e os machos nas classes superiores ($p < 0,05$) (Figuras 3A e 3M).

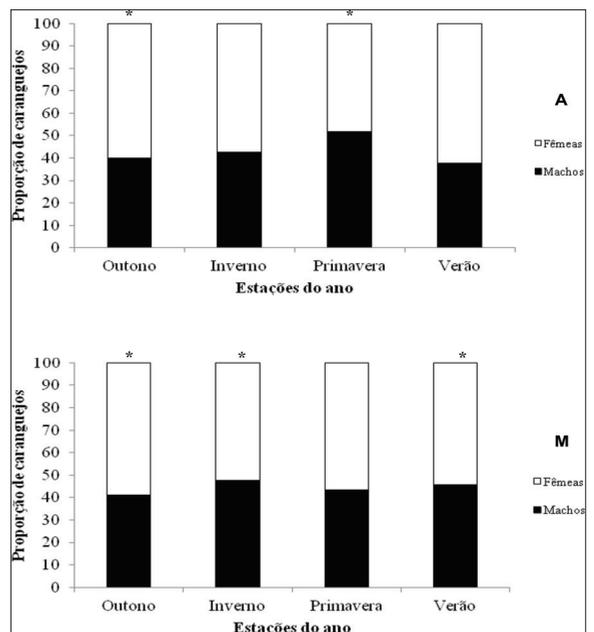


Figura 2 - Proporção sexual sazonal de *Uca thayeri* nos manguezais dos rios Ariquindá (A) e Mamucabas (M), noperíodo de abril de 2008 a março de 2009. O asterisco (*) acima da coluna indica diferença significativa entre as proporções de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DA BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Uca thayeri* (CRUSTACEA, OCYPODIDAE) EM DUAS ÁREAS DE MANGUEZAL DO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO

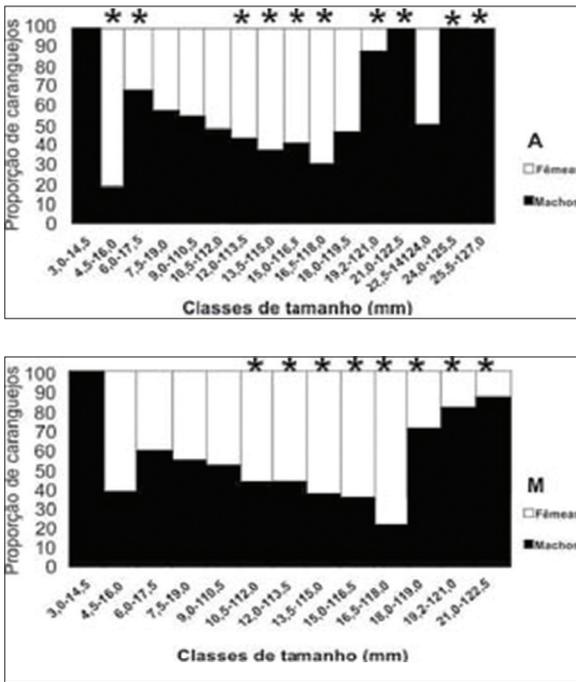


Figura 3 - Proporção sexual por classe de largura do cefalotórax de *Uca thayeri* amostrada nos manguezais dos rios Ariquindá (A) e Mamucabas (M), Tamandaré, PE. O asterisco (*) acima da coluna indica diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

Das 587 fêmeas adultas encontradas no rio Ariquindá, 133 eram ovígeras (22,65%). No rio Mamucabas encontrou-se um total de 58 fêmeas ovígeras (12%) das 483 fêmeas adultas amostradas. O número de fêmeas ovígeras foi menor do que o de fêmeas adultas não ovígeras, em todos os meses do ano, em ambos os manguezais (Tabela 1).

A reprodução em ambos os manguezais foi contínua durante o ano (Tabela 1), observando-se frequência significativamente maior de fêmeas ovígeras no verão, em ambos os manguezais (Ariquindá – 37,6% e Mamucabas – 43,1%), seguida pelo inverno (25,9% em Mamucabas ($p < 0,05$) (Figura 4).

O período de recrutamento de ambas as populações de *U. thayeri* foi contínuo ao longo do período de estudo (Figura 5), mas a maior frequência de juvenis foi na primavera, em Ariquindá (28,4%), mas que não diferiu significativamente das demais estações ($p > 0,05$) (Figura 6). Em Mamucabas, a frequência de juvenis foi significativamente maior na

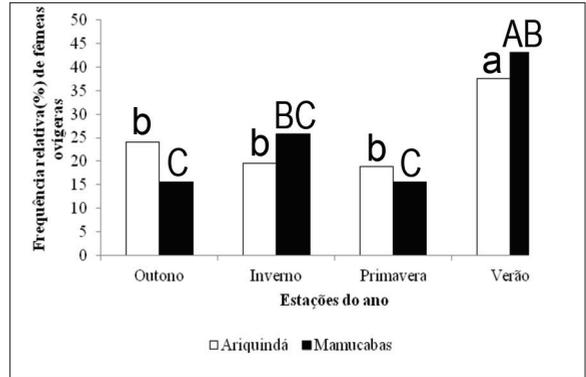


Figura 4 - Frequência relativa sazonal (%) de fêmeas ovígeras de *Uca thayeri* amostradas nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE. Letras iguais nas barras de mesma cor indicam semelhança na frequência de fêmeas ovígeras entre as estações do ano ($p > 0,05$).

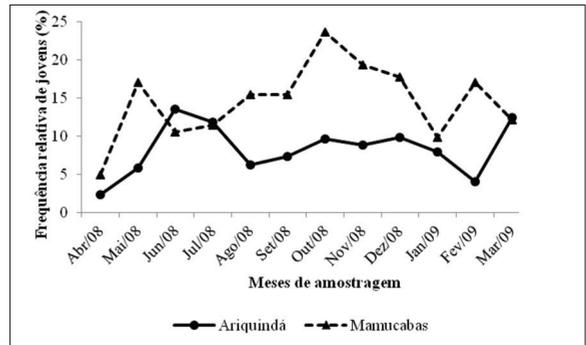


Figura 5 - Frequência relativa mensal (%) de jovens de *Uca thayeri*, amostrados nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE.

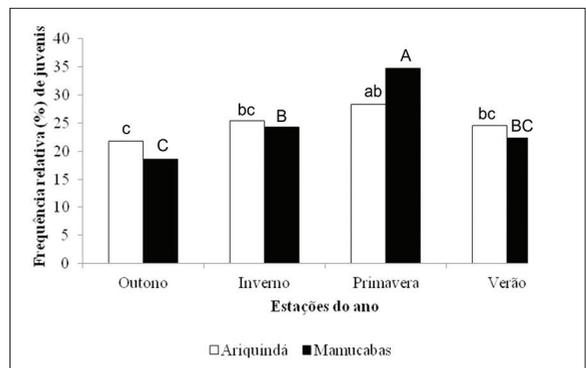


Figura 6 - Frequência relativa sazonal (%) de jovens de *Uca thayeri* amostrados nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE. Letras iguais nas barras de mesma cor indicam semelhança na frequência de juvenis entre as estações do ano ($p > 0,05$).

primavera (34,8%) ($p < 0,05$) (Figura 6).

A largura do cefalotórax das fêmeas ovígeras utilizadas para a quantificação da fecundidade variou de 10,8 a 18,3 mm ($14,1 \pm 2,1$ mm) em Ariquindá ($n = 36$) e de 12,1 a 18,6 mm ($15,1 \pm 2,1$ mm) em Mamucabas ($n=31$). O número de ovos produzidos pelas fêmeas ovígeras de *U. thayeri* no manguezal do rio Ariquindá apresentou variação de 1.250 a 16.350 ovos e em Mamucabas de 1.000 a 11.000 ovos. O número médio de ovos produzidos pelas fêmeas de Ariquindá ($7.369,4 \pm 4.145,3$ ovos) foi significativamente superior ao de Mamucabas ($5.303,2 \pm 2.937,5$ ovos) ($t = 2,32$; $p < 0,05$). Verificou-se correlação positiva entre o número de ovos e a largura do cefalotórax das fêmeas ovígeras em ambas as populações (Ariquindá: $r = 0,94$ e Mamucabas: $r = 0,93$) ($p < 0,05$) (Figura 7). Os resultados da análise de covariância mostraram que há diferença nos interceptos ($F = 9,30$; $p = 0,003$) e nas inclinações das retas da fecundidade ($F = 8,94$; $p = 0,004$), confirmando diferença na produção de ovos entre as duas populações.

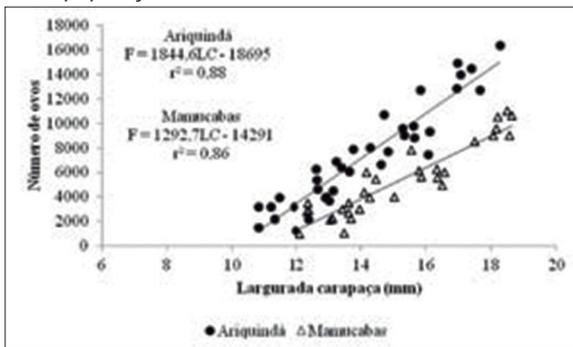


Figura 7 - Regressão entre a largura do cefalotórax e o número de ovos de *Uca thayeri* nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Tamandaré, PE.

A espécie *Uca thayeri* apresentou dimorfismo sexual, levando em consideração que em ambos os manguezais analisados as fêmeas apresentaram-se maiores que os machos, característica apontada em muitos estudos com espécies do gênero *Uca*, mas que atribuem maior tamanho aos machos (BEDÊ et al., 2008); (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANZOZO, 2005); (CASTIGLIONI; ALMEIDA; BEZERRA, 2010); (COSTA; SOARES-GOMES, 2009); (HIROSE; NEGREIROS-FRANZOZO, 2008). O fato de os machos apresentarem maior tamanho em relação às fêmeas é explicado pela diferença na taxa de crescimento, pois direcionam boa parte dos recursos energéticos obtidos

na sua alimentação para o crescimento somático. As fêmeas acumulam suas reservas energéticas no hepatopâncreas, para que haja o desenvolvimento gonadal e pleno suporte na manutenção e crescimento da massa de ovos (DÍAZ; CONDE, 1989); (HARTNOLL, 2006); (WARNER, 1967). Trabalhos desenvolvidos com outras populações de *U. thayeri* do litoral norte de São Paulo mostraram diferenças nos tamanhos médios, onde as fêmeas apresentaram-se maiores do que os machos (COSTA; NEGREIROS-FRANZOZO, 2003); (NEGREIROS-FRANZOZO; COLPO; COSTA, 2003). Porém, no trabalho desenvolvido por Bezerra e Matthews-Cascon (2007), numa área de manguezal do Ceará, não houve diferença significativa entre os tamanhos médios de machos e fêmeas de *U. thayeri*. De acordo com Crane (1975), Giesel (1972), Montague (1980) e Wolf, Shanholtzer e Reimold (1975), diferentes taxas de mortalidade, migração, maior facilidade de um dos sexos suportar as adversidades ambientais, desequilíbrio espacial e temporal na utilização dos recursos, diferenças na eficiência de forrageamento, assimilação ou aquisição do alimento e padrões comportamentais diferenciais entre os sexos podem ser apontados como outros fatores para influenciar as taxas diferenciais de crescimento entre machos e fêmeas de espécies de caranguejos.

A distribuição de frequência de tamanho de uma população é uma característica bastante dinâmica que pode variar ao longo do ano em resposta a uma reprodução e a um rápido recrutamento de juvenis (THURMAN II, 1985), podendo se apresentar unimodal, onde a população se encontra estável, com recrutamento e mortalidade constante ao longo de seu ciclo de vida, ou bimodal ou polimodal, provavelmente, devido a pulsos diferenciais de recrutamento e mortalidade ou comportamento diferencial (DÍAZ; CONDE, 1989); (THURMAN II, op. cit). A distribuição de frequência por classe de tamanho da largura do cefalotórax, analisada neste trabalho, apresentou-se unimodal tanto em machos quanto em fêmeas de ambos os manguezais, provavelmente, devido à reprodução e recrutamento contínuos ao longo do ano. Entretanto, estudo desenvolvido com esta mesma espécie numa área de manguezal do Ceará verificou bimodalidade na distribuição (BEZERRA; MATTHEWS-CASCON, 2007). A unimodalidade é bastante comum em populações de decápodos de regiões tropicais, e em algumas regiões subtropicais, como observado por Bedê et al. (2008), Castiglione e Negreiros-Franzozo (2006), Castiglioni, Almeida e Bezerra (2010), Colpo, Negreiros-Franzozo

(2004) e Litulo (2005a, 2005b, 2005c).

A proporção sexual verificada em *U. thayeri* nas populações dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas não correspondeu à esperada (1:1), ocorrendo um desvio que favoreceu as fêmeas, fato observado também para essa mesma espécie por Bedê et al. (2008) numa área de manguezal do Rio de Janeiro, em *U. cumulanta* Crane, 1943, e *U. rapax* (Smith, 1870) por Koch, Wolff e Diele (2005). No entanto, os machos foram dominantes em espécies como *U. vocator* (COLPO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2004), *U. rapax*, *U. mordax*, *U. cumulanta*, *U. uruguayensis* e *U. vocator* (BEDÊ et al., 2008), *U. maracoani* (HIROSE; NEGREIROS-FRANSOZO, 2008) e para *U. victoriana* (CASTIGLIONI et al., 2010). Além disso, a proporção sexual de espécies do gênero *Uca* pode seguir a proporção de 1:1 como verificado em estudo realizado no Rio de Janeiro, numa área de manguezal degradada em Paraty, que teve como estudo a espécie *U. rapax* (CASTIGLIONI; ALMEIDA; BEZERRA, 2006) e *U. thayeri* estudada no manguezal do estado do Ceará (BEZERRA; MATTHEWSCASCON, 2007) em que, em ambos, a proporção de sexos não saiu do padrão (1:1).

Muitas vezes, um dos fatores que pode afetar diretamente a proporção sexual é o comportamento reprodutivo, pois o caranguejo-violinista macho possui o hábito de ficar sobre o substrato defendendo e disputando território para atrair as fêmeas. Dessa forma, ficam mais tempo na superfície, tornando-se mais susceptíveis à predação, pois as fêmeas ficam entocadas para se preparar para a reprodução ou promover a proteção da massa de ovos (EMMERSON, 1994); (GENONI, 1985); (MONTAGUE, 1980); (WOLF; SHANHOLTZER; REIMOLD, 1975). Adicionalmente, a diferença na proporção sexual pode estar ligada a diversos fatores como maior facilidade de um dos sexos enfrentar as adversidades ambientais, diferenciação comportamental (CHRISTY; SALMON, 1984) e de taxas de mortalidade (GENONI, 1985), ou padrões migratórios diferenciais entre os sexos (MONTAGUE, 1980).

Além disso, conforme estudo realizado por Costa e Negreiros-Fransozo (2003), com *U. thayeri*, a proporção sexual pode mudar conforme a metodologia de amostragem, sendo observada uma razão de 1:1 nos caranguejos amostrados pela técnica de CPUE (captura por esforço de amostragem) e predominância de machos nos exemplares que foram capturados pela técnica de transecto. Analisando alguns trabalhos com espécies de *Uca* (COSTA; NEGREIROS-FRANSOZO,

2003); (SKOV; HARTNOLL, 2001), percebe-se que o melhor método é o de captura por esforço de amostragem, em que é realizada a escavação do substrato, pois reflete com mais veracidade o número real de indivíduos encontrados na área, metodologia que foi empregada na captura dos exemplares de *U. thayeri* deste trabalho.

A razão sexual nas classes de largura do cefalotórax apresentou-se de acordo com o padrão anômalo já observado em outras espécies de caranguejos-violinistas como *U. rapax* (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2005); (CASTIGLIONI; ALMEIDA; BEZERRA, 2010), *U. burgersi* (BENETTI; NEGREIROS-FRANSOZO; COSTA, 2007), *U. maracoani* (HIROSE; NEGREIROS-FRANSOZO, 2008) e *U. victoriana* (CASTIGLIONI; ALMEIDA; BEZERRA, 2010), sendo que os machos predominam nas classes superiores de tamanho e as fêmeas nas classes intermediárias. O fato de os machos dessas espécies de *Uca*, inclusive *U. thayeri*, atingirem maiores dimensões corpóreas, pode estar relacionado com a necessidade das fêmeas de dividir seus recursos energéticos entre a reprodução (produção de oócitos, desenvolvimento e manutenção dos embriões) e o crescimento somático, o que gera uma taxa de crescimento diferencial nos machos (ADIYODI; ADIYODI, 1970); (HARTNOLL, 1982, 2006); (WENNER, 1972).

Crescimento mais lento também pode refletir redução do consumo de energia, por causa da restrição alimentar nas fêmeas durante o período de incubação dos ovos, com limitação adicional ao crescimento de fêmeas, por não realizarem muda durante a fase ovígera (HARTNOLL, 2006).

O período reprodutivo de *U. thayeri* caracterizou-se como contínuo, mas com maior frequência de fêmeas ovígeras no verão. No entanto, numa população da mesma espécie, numa área de manguezal do litoral norte de São Paulo, a reprodução foi caracterizada como sazonal, sendo as fêmeas ovígeras encontradas apenas no verão (COSTA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003). A atividade reprodutiva concentrada em determinado período do ano, geralmente primavera e verão, pode estar relacionada à temperatura, fotoperíodo e maior disponibilidade de alimento para as larvas, que aumenta nos meses mais quentes do ano (COSTA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003); (PILLAY; ONO, 1978); (SASTRY, 1983). A maioria das espécies de caranguejos que vivem em áreas de manguezais de regiões tropicais da costa brasileira tem estações reprodutivas prolongadas ou reproduzem-se

continuamente, isto é, ao longo do ano todo, quando comparadas com espécies que vivem em maiores latitudes (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2005); (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006); (COLPO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2004); (HIROSE; NEGREIROS-FRANSOZO, 2008), (LITULO, 2005a, 2005b, 2005c), como observado em *U. thayeri*, de Tamandaré, neste estudo.

Ao comparar a frequência de fêmeas ovígeras e não ovígeras, verifica-se que estas se sobressaem numericamente em ambas as populações, e tal fato pode ser explicado pelos padrões comportamentais no período reprodutivo relacionado com o tipo de frente observado. De acordo com Salmon (1987), as espécies de frente intermediária, como *U. thayeri*, têm comportamento similar às espécies de frente estreita, ou seja, podem ou não permanecer entocadas e se alimentar quando ovígeras. Nesse caso, as fêmeas de *U. thayeri*, de Tamandaré, estariam se alimentando normalmente quando ovígeras, mesmo com altas temperaturas, pois a vegetação existente no local oferece proteção à dessecação e, também, à predação. Isso explica a elevada frequência de fêmeas ovígeras presentes no rio Ariquindá. Entretanto, o baixo índice de fêmeas ovígeras no rio Mamucabas pode estar relacionado à distribuição diferencial das fêmeas ovígeras ou pelo fato dessa área de manguezal ser mais impactada do que Ariquindá.

A presença de juvenis de *U. thayeri* ocorreu durante todo o ano, em ambos os manguezais, mas teve maior frequência na primavera. Nos estudos desenvolvidos com essa espécie por Costa e Negreiros-Fransozo (2003), a maior frequência de recrutas ocorreu nos meses mais frios, quando a atividade reprodutiva estaria diminuindo. Neste estudo, o fato de que isso não ocorreu pode ser explicado pela capacidade de *U. thayeri* armazenar os gametas masculinos após a cópula, fazendo com que produza ovos continuamente durante o ano e, assim, seja possível verificar a presença de juvenis em estações quentes como o verão e a primavera. Recrutamento contínuo foi observado também em algumas populações de *Uca* amostradas ao longo da costa brasileira por Benetti, Negreiros-Fransozo e Costa (2007), Castiglioni e Negreiros-Fransozo (2005), Castiglioni, Almeida e Bezerra (2010), Colpo e Negreiros-Fransozo (2004), Costa e Soares-Gomes (2011), Di Benedetto e Masunari (2009) e Hirose e Negreiros-Fransozo (2008).

A evidente correlação entre o número de ovos e a largura do cefalotórax das fêmeas de *U. thayeri*

aproxima-se dos resultados obtidos por Costa, Silva e Negreiros-Fransozo (2006) em Ubatuba, SP, e por Bezerra e Matthews-Cascon (2007) no Ceará, *U. urvillei* estudada por Litulo (2005c), *U. vocans* (Linnaeus, 1758) por Litulo (2005d), *U. chlorophthalmus* (H. Milne-Edwards, 1837) por Litulo (2006) e em *U. rapax* por Costa e Soares-Gomes (2009).

Nos crustáceos decápodos, a produção de ovos desempenha importante papel na evolução das estratégias de história de vida, pois trata-se de um processo que demanda uma quantia elevada de energia, e é característico da espécie, podendo variar amplamente de acordo com a latitude, estrutura do ambiente e disponibilidade de alimento (COLPO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2003); (HENMI, 2003); (LITULO, 2004); (SASTRY, 1983); (THURMAN II, 1985). Neste trabalho, foi constatado que o número médio de ovos produzidos por *U. thayeri* foi significativamente superior na população do manguezal do rio Ariquindá, quando comparada à de Mamucabas, provavelmente, devido à ocupação imobiliária circunvizinha às suas áreas (SANTOS; BOTELHO; IVO, 2001), ocasionando maior deposição de lixo seco e desmatamento (observação pessoal). De acordo com Thurman II (1985), a fecundidade dos caranguejos violinistas pode variar tanto no tamanho dos ovos quanto no número, de acordo com a latitude, estrutura do ambiente e disponibilidade de alimento (HENMI, 2003); (THURMAN II, 1985). A população de *U. thayeri* analisada por Costa, Silva e Negreiros-Fransozo (2006), no litoral norte do estado de São Paulo, produziu mais ovos do que as populações analisadas neste trabalho, sugerindo a existência de estratégias adaptativas: a população de *U. thayeri* de Ubatuba apresenta reprodução sazonal e alta fecundidade, enquanto as dos rios Ariquindá e Mamucabas se reproduzem continuamente ao longo do ano, mas com proles menores a cada desova.

Em espécies de *Uca* que possuem a frente intermediária, como no caso de *U. thayeri*, existe uma variação no número de ovos produzidos, mais uma vez confirmando que essa espécie é parcialmente ativa na superfície, ou seja, as fêmeas saem algumas vezes de suas tocas, no período de incubação, para se alimentar. É comum para essa espécie que a maior porcentagem de fêmeas ovígeras encontre-se fora das tocas, como já observado anteriormente na literatura, que registra que as espécies de frente intermediária, como *U. thayeri*, exibem o mesmo padrão de comportamento das espécies de frente

estreita, que se alimentam normalmente fora de suas tocas quando ovígeras, independentemente do estágio de desenvolvimento dos ovos (CRANE, 1975). As espécies de frente larga permanecem em suas tocas durante todo o período de incubação e não se alimentam, apenas saindo das tocas para a liberação larval. Dessa forma, pode-se concluir que existe relação direta entre a largura da frente e o comportamento de incubação, que interferem no tamanho da massa de ovos e no número de desovas ao longo da estação reprodutiva, ou seja, em espécies com grandes ninhadas, as fêmeas produzem grande número de ovos em uma única desova, mas não podem carregar continuamente, provavelmente devido à vulnerabilidade das grandes massas de ovos a sofrer estresse e dessecação, não se alimentando o suficiente durante o período de incubação, para desenvolver novos ovócitos internamente. Espécies com ninhadas pequenas produzem poucos ovos em cada desova, mas podem desenvolver ninhadas, continuamente, devido ao fato de a massa de ovos ficar protegida e, assim, as fêmeas alimentarem-se o suficiente durante a incubação, para desenvolver uma nova ninhada internamente (CHRISTY, 1978); (CHRISTY; SALMON, 1984); (CRANE, 1975); (HENMI; KANETO, 1989), como observado para *U. thayeri* neste trabalho.

CONCLUSÕES

Este trabalho é pioneiro sobre a estrutura populacional de *U. thayeri* nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, no estado de Pernambuco, constatando uma estabilidade biológica por parte dessa espécie, pela qual os jovens e adultos (inclusive as fêmeas ovígeras) estiveram presente durante o ano todo. Provavelmente, as condições ambientais presentes nesses manguezais têm sido favoráveis ao desenvolvimento das suas principais atividades vitais, como alimentação e reprodução, mesmo que a crescente urbanização e a deposição de resíduos sólidos tenham afetado em maior grau o manguezal do rio Mamucabas, no qual foi observada fecundidade mais baixa. Quando comparada às populações da região Sudeste, podem ser encontradas variações em seus aspectos populacionais, apresentando distinção especial no período reprodutivo e na fecundidade que, nas populações do Nordeste, apresentam-se constantes ao longo do ano, e tendo como prováveis fatores causais as variações relacionadas com a latitude.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do sub-projeto (APQ 0108-2.04/07) e pela bolsa de iniciação científica ao primeiro autor (BIC 0741-2.04/10). Ao Sr. Adriano Augusto Nascimento Martins, pelo auxílio nas saídas de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIYODI, K. G.; ADIYODI, R. G. Endocrine control of reproduction in decapod Crustacea. **Biological Review of Cambridge Physiological Society**, Cambridge, v. 45, n. 2, p.121-165, 1970.

ARAÚJO, D. S. D.; MACIEL, N. C. Os manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara. Relatório preliminar. Rio de Janeiro: DECAM-DEPOL/FEEMA, 1977. v. 1 e 2, 195p.

ARAÚJO, M. S. L. C; COELHO, P. A.; CASTIGLIONI, D. S. 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, v. 7, n. 3, p. 156-170, 2012.

BARBIER, E. B.; SATHIRATAI, S. **Shrimp farming and mangrove loss in Thailand**. Edward Elgar Publishing, Cheltenham. 2004. 284 p.

BARNWELL, F. H. Fiddler crabs of Jamaica (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae, Genus *Uca*). **Crustaceana**, Leiden, v. 50, n. 2, p.146-165, 1986.

BEDÊ, L. M.; OSHIRO, L. M. Y; MENDES, L. M. D.; SILVA, A. A. Comparison of the population structure of the species of *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in the mangrove of Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 25, n. 4, p. 601-607, 2008.

BENETTI, A. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; COSTA, T. M. Population and reproductive biology of the crab *Uca burgersi* (Crustacea: Ocypodidae) in three subtropical mangrove forests. **Revista de Biología Tropical**, Costa Rica, v. 55, n. 1, p. 55-70, 2007.

BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. Population and reproductive biology of the fiddler crab

- Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 31, n. 3, p. 251-258, 2007.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 137-144. 2004.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from two subtropical mangrove habitats on the Brazilian coast. **Journal of Natural History**, Wakefield, v. 39, n. 19, p. 1627-1640, 2005.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 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**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 331-339, 2006.
- CASTIGLIONI, D. S.; ALMEIDA, A. O.; BEZERRA, L. E. A. More common than reported: range extension, size-frequency and sex-ratio of *Uca (Minuca) victoriana* (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brazil. **Marine Biodiversity Records**, Plymouth, v. 3, p. 1-8, 2010.
- CHRISTY, J. H. Adaptive significance of reproductive cycles in the fiddler crab *Uca pugilator*: a hypothesis. **Science**, New York, v. 199, n. 4327, p. 453-455, 1978.
- CHRISTY, J. H.; SALMON, M. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (genus *Uca*). **Biological Review**, Cambridge, v. 59, n. 4, p. 483-509, 1984.
- COLPO, K. D.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbst, 1804) (Brachyura, Ocypodidae) from three subtropical mangroves in Brazil. **Crustaceana**, Leiden, v. 76, n. 1, p. 1-11, 2003.
- COLPO, K. D.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forests. **Scientia Marina**, Barcelona, v. 68, n. 1, p. 139-146, 2004.
- CONDE, J. E.; RULL, V.; VEGAS, T. Análisis exploratorio de datos ecológicos y biométricos: gráficos stem-and-leaf (talo-y-roja) y boxplot (cajas gráficas). **Enseñanza de las Ciencias**, Girona, v. 4, n. 2, p. 153-162, 1986.
- COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda: Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 4, p. 647-657, 2009.
- COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. Population dynamics and secondary production of *Uca rapax* (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, Langley, v. 31, n. 1, p. 66-74, 2011.
- COSTA, T. M.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 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**, Leiden, v. 75, n. 10, p. 1201-1218, 2003.
- COSTA, T. M.; SILVA, S. M. J.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *Uca uruguayensis* Nobili, 1901 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 1, p. 117-123, 2006.
- CRANE, J. **Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: Genus Uca**. New Jersey: University Press, 1975, 736p.
- CURI, P. R.; MORAES, R. V. Associação homogeneidade e contrastes entre proporções em tabelas contendo distribuições multinomiais. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 33, n. 5, p. 712-722, 1981.
- DIAGNÓSTICO sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH), 91p. 1999.
- DIAGNÓSTICO Socioambiental – Litoral Sul de Pernambuco. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH), 89p. 2001.
- DI BENEDETTO, M.; MASUNARI, S. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 4, p. 381-389, 2009.
- DÍAZ, H.; CONDE, J. E. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**,

Miami, v. 45, n. 1, p. 148-163, 1989.

DUARTE, R. X. **Mapeamento do quaternário costeiro do extremo sul do Pernambuco: Área 05-Tamandaré.** Relatório do curso de geologia. Recife: Curso de Geologia UFPE, 1993. 86p.

EMMERSON, W. D. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazan, a mangrove estuary in Transkei, South Africa. **Journal Crustacean Biology**, Langley, v. 14, n. 3, p. 158-168, 1994.

GENONI, G. P. Food limitation in salt marsh fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) (Decapoda: Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 87, n. 1, p. 97-110, 1985.

GIESEL, J. T. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. **The American Naturalist**, Chicago, v. 106, n. 949, p. 380-387, 1972.

HARTNOLL, R. G. Growth. In: ABELE, L. G. (ed.). **The Biology of Crustacean**, New York: Academic Press. 1982, v. 2, p. 11-196.

HARTNOLL, R. G. Growth. in Crustacea - twenty years on. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 449, n. 1-3, p. 111-122, 2001.

HARTNOLL, R. G. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 557, n. 1, p. 31-40, 2006.

HENMI, Y. Trade-off between brood size and brood interval and the evolution of underground incubation in three fiddler crab (*Uca perplexa*, *U. vocans*, *U. dussumieri*). **Journal of Crustacean Biology**, Langley, v. 23, n. 1, p. 46-54, 2003.

HENMI, Y.; KANETO, M. Reproductive ecology of three ocypodid crabs. I. The influence of activity differences on reproductive traits. **Ecological Research**, Japan, v. 4, n. 1, p. 17-29, 1989.

HIROSE, G. L.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Gulf and Caribbean Research**, Ocean Springs, v. 19, p. 43-50, 2007.

HIROSE, G. L.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Population biology of *Uca maracoani* Latreille 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) on the southeastern coast of Brazil. **Pan-American Journal**

of Aquatic Sciences, Montevideo, v. 3, p. 373-383, 2008.

JONES, D. A. Crabs of the mangal ecosystem. In: POR, P. F.; DOR, I. (eds.) **Hidrobiology of the mangal**. Boston: W. Junk Publishers Boston, 1984. p. 89-109.

KOCH, V.; WOLFF, M.; DIELE, K. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a North Brazilian mangrove ecosystem. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf (Luhe), v. 291, p. 177-188, 2005.

KRISTENSEN, E. Mangrove crabs as ecosystem engineers, with emphasis on sediment processes. **Journal of Sea Research**, Sweden, v. 59, p. 30-43, 2008.

LITULO, C. Reproductive aspects of a tropical population of the fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura, Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 525, p. 157-173, 2004.

LITULO, C. Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca inversa* (Hoffman, 1874) (Brachyura: Ocypodidae). **Acta Oecologica**, Paris, v. 27, p. 135-141, 2005a.

LITULO, C. Population biology of the fiddler crab *Uca annulipes* (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical East African mangrove. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Amsterdam, v. 62, p. 283-290, 2005b.

LITULO, C. Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca urvillei* (Brachyura: Ocypodidae) in Maputo Bay. **Journal of Natural History**, Wakefield, v. 39, n. 25, p. 2307-2318, 2005c.

LITULO, C. Fecundity and size at sexual maturity of the fiddler crab *Uca vocans* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Ocypodidae). **Thalassas**, Vigo, v. 21, n. 1, p. 59-65, 2005d.

LITULO, C. Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca chlorophthalmus* (Brachyura: Ocypodidae) from Inhaca Island, southern Mozambique. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, Cambridge, v. 86, p. 737-742, 2006.

MASUNARI, S.; SWIECH-AYOUB, B. P. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun 511 (Crustacea,

- Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, p. 487-491, 2003.
- MASUNARI, S.; DISSENHA, N.; FALCÃO, R. C. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 974-983, 2005.
- MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Plêiade, 1996. 604p.
- MONTAGUE, C. L. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs (genus *Uca*) with reference of their impact on the salt marsh. **Contributions in Marine Science**, Port Aransas, v. 23, p. 25-54, 1980.
- MOURA, R. T.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica na baía de Tamandaré, Rio Formoso - Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 23, p. 1-15, 1995.
- NAGELKERKEN, I.; BLABER, S. J. M.; BOUILLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J. O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H. M.; SASEKUMAR, A.; SOMERFIELD, P. J. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 89, n. 2, p. 155-185, 2008.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M. L.; COLPO, K. D.; COSTA, T. M. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. **Journal of Crustacean Biology**, Langley, v. 23, n. 2, p. 273-279, 2003.
- NOBBS, M. Effects of vegetation differ among three species of fiddler crabs (*Uca* spp.). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 284, n. 1-2, p. 41-50, 2003.
- PILLAY, K. K.; ONO, Y. The breeding cycles of two species of grapsid crabs (Crustacea: Decapoda) from the North coast of Kyushu, Japan. **Marine Biology**, New York, v. 45, n. 3, p. 237-248, 1978.
- PRALON, B. G.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 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**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 569-574, 2008.
- ROSENBERG, M. S. The Systematics and Taxonomy of fiddler Crabs: A Phylogeny of the Genus. *Uca*. **Journal of Crustacean Biology**, Langley, v. 21, n. 3, p. 839-869, 2001.
- SALMON, M. 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**, Langley, v. 7, n. 1, p. 25-44, 1987.
- SALMON, M.; HYATT, G. W. Spatial and temporal aspects of reproduction in North Carolina fiddler crabs (*Uca pugilator* Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 21-43, 1983.
- SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O.; IVO, C. T. C. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco-Brasil. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré, v. 9, n. 1, p. 87-123, 2001.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F. J.; VERNBERG W. B. (eds.) **The Biology of Crustacea. Behavior and Ecology**. New York: Academic Press. 1983. v. 7, p. 79-255.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar**. 1ª Ed. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64p.
- SKOV, M. W.; HARTNOLL, R. G. Comparative suitability of binocular observation, burrow counting and excavation for the quantification of the mangrove fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 449, p. 201-212, 2001.
- SMITH, W. K.; MILLER, P. C. The thermal ecology of two South Florida fiddler crabs: *Uca rapax* Smith and *U. pugilator* Bosc. **Physiological Zoology**, Chicago, v. 46, p. 186-207, 1973.
- TEAL, J. M. Distribution of fiddler crabs in Georgia salt marshes. **Ecology**, Carbondale, v. 39, p. 185-193, 1958.
- THURMAN II, C. L. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. **Journal of Crustacean Biology**, Langley, v. 4, n. 4, p. 665-681, 1984.
- THURMAN II, C. L. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica*

- (Stimpson). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 169, n. 1, p. 215-229, 1985.
- THURMAN II, C. L. Fiddler crabs (genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, Leiden, v. 53, n. 1, p. 95-105, 1987.
- VAIPHASA, C.; SKIDMORE, A. K.; BOER, W. F. A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, Calgary, v. 61, n. 1, p. 1-10, 2006.
- WARNER, G. F. The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. **Journal of Zoology**, London, v. 53, n. 3, p. 321-335, 1967.
- WENNER, A. M. Sex-ratio as a function of size in marine Crustacea. **The American Naturalist**, Chicago, v. 106, p. 321-350, 1972.
- WOLF, P. L.; SHANHOLTZER, S. F.; REIMOLD, R. J. Population estimates for *Uca pugnax* (Smith, 1870) on the Duplin Estuary Marsh, Georgia, USA (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, Leiden, v. 29, p. 79-91, 1975.