



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO
AMBIENTE - PPGSHMA**

Cibele Leandro da Costa

**MATURIDADE SEXUAL MORFOLÓGICA DO
CARANGUEJO VIOLINISTA *UCA MARACOANI*
(BRACHYURA, OCYPODIDAE) NO MANGUEZAL DO
RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL**

Vitória de Santo Antão

2015

Cibele Leandro da Costa

**MATURIDADE SEXUAL MORFOLÓGICA DO
CARANGUEJO VIOLINISTA *UCA MARACOANI*
(BRACHYURA, OCYPODIDAE) NO MANGUEZAL DO
RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em **Saúde Humana e Meio Ambiente**.

Área de Concentração: Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas

Co-Orientador: Profa. Dra. Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo

Vitória de Santo Antão

2015

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Roseane Souza de Mendonça, CRB4-1148

C837m Costa, Cibele Leandro da.

Maturidade sexual morfológica do caranguejo violinista *uca maracoani* (brachyura, ocypodidae) no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil / Cibele Leandro da Costa. Vitória de Santo Antão: O Autor, 2015.
48f.

Orientador: Cristiano Aparecido Chagas.

Coorientador: Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo.

Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV. Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Caranguejo. 2. Caranguejo violinista *uca maracoani* (brachyura, ocypodidae) - Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. 3. Caranguejo - Maturidade sexual morfológica. 4. Manguezal - Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. I. Chagas, Cristiano Aparecido (Orientador). II. Araújo, Marina de Sá Leitão Câmara de (Coorientador). III. Título.

639.66 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-100/2015



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE - Mestrado Acadêmico

Dissertação de Mestrado apresentada por **Cibele Leandro da Costa** ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título **“MATURIDADE SEXUAL MORFOLÓGICA DO CARANGUEJO VIOLINISTA UCA MARACOANI (BRACHYURA, OCYPODIDAE) NO MANGUEZAL DO RIO FORMOSO, PERNAMBUCO, BRASIL”**, orientada pelo Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas e coorientada pela Prof^a Dr^a Marina de Sá Leitão de Araújo, aprovada no dia 29 de maio de 2015 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Dr. André Maurício Melo Santos

Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Dr. Carlos Daniel Pérez

Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Dr^a Simone Rabelo da Cunha

Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Autora

Cibele Leandro da Costa

Ao exemplo de mulher guerreira. A quem sempre acreditou e me apoiou. Aquela que no leito prometi realizar este sonho, minha avó.

Dedido.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e inúmeras bênçãos concedidas a cada dia; pela sua infinita misericórdia e seu incomensurável amor.

À minha família, especialmente a minha mãe, Maria da Penha Leandro, pelas palavras confortáveis, orações e pelo suporte durante esses anos de mestrado.

Ao Prof. Dr. Cristiano Chagas, pela oportunidade que me concedeu de participar do seu grupo de pesquisa; pela paciência, compreensão e pela irrestrita confiança.

A Profa. Dra. Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo, pela enorme e enriquecedora colaboração. A quem sou muito grata pela conquista deste título.

A Profa. Dra. Daniela da Silva Castiglioni, que apoiou e ajudou apesar da distância na realização do projeto de pesquisa. Sem sua contribuição nada seria possível, serei eternamente grata.

Ao Prof. Dr. Francisco Carlos Amanajás de Aguiar Júnior, pela oportunidade e orientação dada durante o estágio de docência, além de toda confiança.

Ao Curso de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, na pessoa de seus coordenadores, pelas facilidades oferecidas durante o andamento do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. John McNamara, pelo incentivo e por despertar o encanto pelos crustáceos. Apesar do curto tempo, levarei suas palavras e ensinamentos!

Aos pesquisadores e amigos, Mariana Velloso Capparelli, Rogério Oliveira Faleiros e Samuel Coelho de Faria, por todo apoio e incentivo. Não esquecerei de vocês!

As amigas Talita Giselly dos Santos Souza e Renata Meireles Oliveira Padilha, pela cooperação, importantes discussões científicas e todos os momentos no laboratório.

Ao colega de laboratório Alyson Mykael Albuquerque Florenço, pela paciência e ajuda no desenvolvimento inicial do projeto.

Ao técnico de laboratório Rafael Albuquerque, pela ajuda na fase inicial do projeto e todo incentivo nos momentos difíceis.

A todos os colegas de turma do Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, pelo apoio e por todos os momentos vividos, os bons e por aqueles não tão bons assim.

A todos os amigos e amigas que me apoiaram e incentivaram – direta ou indiretamente – no desenvolvimento desse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na pessoa de seu presidente, pela bolsa concedida durante o período de realização do curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	Xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1	
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3 Revisão da Literatura	4
1.4 Referências Bibliográficas	12
CAPÍTULO 2	
Maturidade Sexual Morfológica do Caranguejo Violinista <i>Uca maracoani</i> (Brachyura, Ocypodidae) no Manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil	
2.1. Resumo	22
2.2 Abstract	23
2.3 Introdução	24
2.4 Material e Métodos	25
2.5 Resultados	28
2.6 Discussão	35
2.7 Conclusão	38
2.7 Referências Bibliográficas	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Primeira Figura do Capítulo 1 - Ilustração das medidas do corpo de *Uca maracoani*. Fonte: HIROSE *et al.*, 2007.
- Figura 1.2 Segunda Figura do Capítulo 1 - Espécime macho de *Uca maracoani* (Latreille, 1802). Fonte: BEZERRA, 2012.
- Figura 1.3 Terceira Figura do Capítulo 1 - Mapa do Complexo Estuarino do Rio Formoso, Estado de Pernambuco. Fonte: FARIAS, 2011.
- Figura 1.4 Quarta Figura do Capítulo 1 - Estuário do Rio Formoso, Rio Formoso, PE.
- Figura 2.1 Primeira Figura do Capítulo 2 - Localização geográfica da área de estudo demonstrando os pontos de coleta no estuário do Rio Formoso (Rio Formoso/PE).
- Figura 2.2 Segunda Figura do Capítulo 2 - Distribuição absoluta de machos e fêmeas de *Uca maracoani* amostrados mensalmente no manguezal do rio Formoso, PE.
- Figura 2.3 Terceira Figura do Capítulo 2 - Distribuição de frequência em classes de tamanho dos exemplares de *Uca maracoani*, indicando as proporções dos juvenis machos e fêmeas.
- Figura 2.4 Quarta Figura do Capítulo 2 - Distribuição de frequência em classes de tamanho dos exemplares de *Uca maracoani*, indicando as proporções dos adultos machos e fêmeas.
- Figura 2.5 Quinta Figura do Capítulo 2 - Relações alométricas para juvenis (ponto cheio) e adultos (ponto vasado), e modelos ajustados para relação entre: CC vs. LC; LA vs. LC; CPQ vs. LC; AQ vs. LC; CG vs. LC de *Uca maracoani*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1 Primeira Tabela do Capítulo 2 - Análises biométricas para machos e fêmeas de *Uca maracoani* do Rio Formoso, nordeste do Brasil.
- Tabela 2.2 Segunda Tabela do Capítulo 2. - Resultados do teste "t" para análises das equações constantes do crescimento relativo ("a" e "b") para machos e fêmeas de *Uca maracoani* do manguezal do Rio Formoso, nordeste do Brasil.
- Tabela 2.3 Terceira Tabela do Capítulo 2 - A análise de regressão dos dados morfométricas com base na largura da carapaça (LC) como variável independente de *Uca maracoani* do manguezal do Rio Formoso, nordeste do Brasil.
- Tabela 2.4 Quarta Tabela do Capítulo 2 - Número absoluto de machos e fêmeas de *Uca maracoani* amostrados mensalmente no manguezal do rio Formoso, PE, no período entre abril de 2009 e março de 2010.

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius – Escala de temperatura
°	Grau de latitude
N	Latitude norte
S	Latitude sul
O	Longitude Oeste
%	Porcentagem
±	Mais ou menos
:	Razão
1 ^o	Numeral
2 ^o	Numeral
α	Alfa – letra do alfabeto grego

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>U.</i>	Gênero Uca
LC	Largura da Carapaça
CC	Comprimento da Carapaça
CPQ	Comprimento do Própodo do Quelípodo
AQ	Altura do Própodo do Quelípodo
LA	Largura do Abdome
CG	Comprimento Gonadal
ACP	Análise dos Comprimentos Principais
mm	Milímetro – unidade de medida
Km	Quilômetro – unidade de medida
km ²	Quilômetro quadrado
vs.	Versus
Log	Logaritimo
MI	Mililitro – unidade de medida
cm	Centímetro – unidade de medida
<i>et al.</i>	Expressão do latim que significa entre outros

RESUMO

O crescimento relativo do caranguejo violinista *Uca maracoani* foi analisado em uma população do manguezal do Rio Formoso, no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Os caranguejos foram coletados manualmente, por uma pessoa com um esforço de captura de 30 minutos durante a maré baixa durante no período de um ano, de abril de 2009 a março de 2010. Os caranguejos de ambos os sexos foram medidos com um paquímetro nas seguintes dimensões: largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), comprimento própodo do quelípodo (CPQ), maior altura do própodo do quelípodo (AQ) e largura do abdome (LA). Além disso, os machos também foram medidos quanto ao comprimento gonadal (CG). Estas medidas corporais foram submetidas a uma análise K-means. Em seguida, uma análise discriminante bivariada foi realizada, para separar os dados em duas categorias etárias: caranguejos juvenis e adultos. Após a separação, cada categoria foi agrupada em dezesseis classes de LC; a proporção de adultos em cada classe de tamanho foi estimada e ajustada com uma equação logística. Uma interpolação foi realizada para determinar o LC para a qual 50% dos machos e fêmeas foram morfologicamente maduros. As relações CPQ vs. LC e LA vs. LC evidenciaram alometria positiva para juvenis e adultos machos e fêmeas. No entanto, uma alometria negativa foi observada na relação CC vs. LC e CG vs. LC para juvenis e adultos do sexo masculino, LA vs. LC para machos adultos e, AQ vs. LC para fêmeas adultas. O crescimento padrão mostrado no abdome da fêmea está provavelmente relacionado a incubação dos ovos e o crescimento excessivo observado no quelípodo do macho deve estar relacionado a processos reprodutivos, porque este apêndice é usado na corte e nas interações agonísticas intra ou inter específicas com outros machos. As relações morfométricas que melhor evidenciou o início da maturidade sexual morfológica para *U. maracoani* foram CPQ vs. LC para machos e LA vs. LC para fêmeas. Machos e fêmeas são maduros, respectivamente em 17,9 e 16,0 mm de LC.

Palavras-Chave: Crescimento relativo, maturidade sexual morfológica, caranguejo, manguezal.

ABSTRACT

The relative growth of the fiddler crab *Uca maracoani* was analysed in a population from Rio Formoso mangrove, state of Pernambuco, northeast Brazil. The crabs were sampled manually, with a capture effort by one person during 30 minutes of the low tide during a period of year from April 2009 to March 2010. Crabs of both sexes were measured with a calliper at following dimensions: carapace width (CW), carapace length (CL), major cheliped propodus length (CPL), major cheliped propodus height (CPH) and abdomen width (AW). Besides, the males were also measured at the gonopod length (GL). These body measurements were subjected to a K-means clustering analysis. Then, a bivariate discriminant analysis was performed, to separate the data into two age categories: juveniles and adults crabs. After the separation, each category was grouped into sixteen classes of CW; the proportion of adults in each size class was estimated and fitted to a logistic equation. An interpolation was performed to determine the CW at which 50% of the males and females were morphologically mature. The relationships CPL vs. CW and AW vs. CW evidenced positive allometry for juveniles and adults males and females. However, a negative allometry was observed in the relationship CL vs. CW and GL vs. CW for juveniles and adults males, AW vs. CW for adults' males and, CPH vs. CW for adults' females. The pattern growth shown at the female abdomen probably is related to egg incubation and the excessive growth observed at the male cheliped must be related to reproductive process, because this appendage is used at the courtship and intra or inter specific agonistic interactions with other males. The morphometric relationships that best evidenced the beginning of the morphological sexual maturity for *U. maracoani* were CPL vs. CW for males and AW vs. CW for females. Males and females are mature, respectively at 17.9 and 16.0 mm CW.

Keywords: Relative growth, morphological sexual maturity, crab, mangrove.

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

Os manguezais podem ser definidos como ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime de marés. Esses ambientes são constituídos por espécies vegetais lenhosas típicas, além de micro e macroalgas, adaptadas às flutuações de salinidade e sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995),

Os caranguejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura), juntamente com os moluscos, são os animais mais abundantes dos manguezais, tanto em termos de biomassa (JONES, 1984), quanto em diversidade de espécies (AVELINE, 1980). Os crustáceos são um grupo de sucesso, tanto em número de espécies viventes, como também nos diferentes habitats conquistados (marinho, terrestre e dulcícola). Isto reflete na diversidade de padrões de história de vida e estratégias reprodutivas apresentados por esse táxon (SASTRY, 1983).

A família Ocypodidae é bem representada pelos caranguejos do gênero *Uca* que constituem um grupo heterogêneo de espécies pan-tropicais que vivem, em geral, em ambientes estuarinos e manguezais (CRANE, 1975). Segundo BEINLICH & VON HAGEN (2006), atualmente são reconhecidas 94 espécies, as quais estão divididas em oito subgêneros: *Australuca* (Crane, 1975), *Tabuca* (Bott, 1973), *Gelasimus* (Latreille, 1817), *Uca* (s. str. Leach, 1814), *Cranuca* (Beinlich & von Hagen, 2006), *Paraleptuca* (Bott, 1973), *Leptuca* (Bott, 1973), *Minuca* (Bott, 1954).

As populações de caranguejo possuem várias características ou propriedades, tais como densidade, potencial biótico, recrutamento e crescimento, que são atributos que coordenam a estrutura de uma população natural (HUTCHINSON, 1981; JONES & SIMONS, 1983). Os indivíduos que fazem parte dessas populações interagem, competindo por comida, refúgio e emparelhamento reprodutiva, entre outros recursos, e as relações intra e interespecíficas mantêm o equilíbrio da comunidade (FONTELLES-FILHO, 1989).

As atividades comportamentais e reprodutivas dos caranguejos do gênero *Uca* podem ser influenciadas pela interação de fatores abióticos (temperatura, luminosidade e salinidade) e bióticos. Segundo IGLESIA *et al.* (1994), que estudou *U. uruguayensis* (Nobili, 1901), para que os indivíduos entrem em atividade plena, além da maré baixa, é necessária a presença simultânea da luz. Outro fator importante é o aumento da temperatura, sendo considerado como o principal fator no processo reprodutivo, por promover elevação na taxa metabólica (NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO, 1992). A periodicidade reprodutiva também pode ser controlada pela combinação de fatores, incluindo latitude e zonação intermareal (EMMERSON, 1994).

Em crustáceos, a relação alométrica entre o tamanho do corpo e vários órgãos é utilizada a fim de estimar o tamanho da maturidade, assumindo que os caracteres sexuais secundários aparecem e crescem em taxas diferentes nas fases imatura e madura. A fase transicional em braquiúros envolve mudanças morfométricas e morfológicas que podem ser detectadas pela inflexão ou descontinuidade em séries de relações curvilíneas ou lineares de análise bivariada (HAEFNER, 1990). Nas fêmeas de caranguejo, o critério morfológico (largura do abdome) é a medida mais frequentemente usada para detectar o início da maturidade sexual (HARTNOLL, 1974; PINHEIRO & FRANSOZO, 1993). A caracterização estrutural de populações constitui informação fundamental para medidas que visem à manutenção dos recursos naturais. Além disso, tais informações podem ser empregadas em trabalhos de cunho ecológico, pois, tratam de assuntos relacionados com a natalidade, a mortalidade, o crescimento e a migração (HUTCHINSON, 1981).

Desta maneira, estudos sobre a biologia populacional dos caranguejos além de possibilitar compreensão da biologia das espécies estudadas, fornecem informações sobre a estabilidade ecológica de um habitat.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Estudar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *Uca maracoani* (Latreille, 1802).

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar a maturidade sexual morfológica de machos e fêmeas na população de *Uca maracoani*;

Analisar o tamanho médio de machos e fêmeas (mensal e total);

Analisar a distribuição da frequência de tamanhos (estrutura etária) de machos e fêmeas;

Identificar a relação morfométrica que destaca o início da maturidade sexual morfológica para machos e fêmeas de *U. maracoani*.

1.3 Revisão da Literatura

Características Gerais dos Manguezais

Manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre o ambiente terrestre e marinho característicos de regiões tropicais e subtropicais e sujeitos ao regime das marés. São considerados ecossistemas dos mais produtivos da natureza, proporcionando complexas relações ecológicas entre seus componentes e funcionando por vezes, como um exportador de matéria orgânica para ecossistemas costeiros adjacentes. Os manguezais ocorrem em regiões costeiras abrigadas e apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerados importantes transformadores de nutrientes em matéria orgânica e geradores de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; LOURENÇO & MARQUES JÚNIOR, 2002 e SCHMIEGELOW, 2004).

No Brasil, os manguezais são encontrados desde o Estado do Amapá ao longo de praticamente todo o litoral, margeando estuários, lagunas e enseadas, até o Estado de Santa Catarina (YOKOYA, 1995).

O manguezal é habitado por diversos animais e constitui um ecossistema de grande importância ecológica, social e econômica e são verdadeiros berçários para uma enorme variedade de espécies da fauna de valor comercial, desde formas microscópicas até grandes peixes, aves, répteis e mamíferos. Esses animais têm a sua origem nos ambientes terrestre, marinho e de água doce, permanecendo no manguezal toda sua vida como residentes ou apenas parte dela, como semirresidentes, visitantes regulares ou oportunistas, estando sempre intimamente associados a esse ecossistema (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A alta produtividade e elevado teor de matéria orgânica no manguezal influencia diretamente os ambientes estuarinos e costeiros adjacentes pela sua importância na ciclagem de nutrientes (SCHWAMBORN *et al.*, 2002; JENNERJAHN & ITTEKKOT, 2002). No entanto, o ecossistema é considerado oligotrófico, com baixa disponibilidade de nitrogênio e fósforo (FELLER, 1995; KANDIL *et al.*, 2004), com grande capacidade de retenção ou absorção dos nutrientes considerados essenciais e escassos (HOULGUIN *et al.*, 2001).

De acordo com LACERDA *et al.* (2006), esses ambientes são capazes de fornecer informações valiosas sobre a dinâmica ambiental da área litorânea. Por outro lado, alterações em sua distribuição e extensão podem ter influência negativa na ecologia local, inclusive na

produtividade primária e na produção pesqueira. A partir de informações sobre sua extensão, distribuição e evolução objetiva-se prever o alcance desses efeitos sobre toda a zona costeira no futuro.

Estrutura Populacional

As espécies animais e vegetais, características dos manguezais, apresentam uma série de adaptações para sobreviverem neste habitat. A adaptação dos crustáceos envolveu diversos mecanismos morfológicos e fisiológicos. Os maiores problemas que os caranguejos terrestres e semiterrestres encontraram nesse modo de vida estão relacionados à termorregulação, salinidade, reprodução e desenvolvimento (HARTNOLL & GOULD, 1988; MACINTOSH, 1988).

A caracterização da estrutura das populações é essencial para a preservação dos recursos naturais (HUTCHINSON, 1981). Esta refere-se à densidade e à distribuição de indivíduos no habitat adequado, proporções de indivíduos em cada classe etária, assim como os sistemas de acasalamento e a variação genética. Os Crustacea normalmente mudam a forma do corpo à medida que eles crescem, o qual é referido como crescimento relativo ou alométrico. (HARTNOLL, 1978).

Um aspecto importante de uma estrutura de população é a sua distribuição de idade (tamanho), indicando as proporções de seus membros ao longo de cada classe de idade (PIANKA, 1974). Estudo da população através da análise e a interpretação da distribuição dos indivíduos em classes de tamanho pode nos apontar uma estimativa de crescimento populacional, além de uma estimativa da idade e recrutamento ocorrido em determinada região, as quais podem explicar variações sazonais do tamanho das populações. (PINHEIRO, 1991; LEME, 1999).

Segundo COBO (1995) tem aumentado o número de estudos de estrutura populacional dos caranguejos braquiúros, pois estes contribuem para um maior conhecimento das espécies, em questões como crescimento, maturidade sexual e o recrutamento de jovens, e isto pode auxiliar no entendimento do ciclo reprodutivo da espécie, como também fornecer subsídios para um manejo sustentável de espécies de valor comercial e até mesmo regulamentar a captura desta espécie.

O estudo das características morfométricas durante a ontogênese tem permitido inferir os diferentes padrões de crescimento relativo responsáveis pelo desenvolvimento da maturidade sexual morfológica, eliminando o trabalho exaustivo de cultivo em laboratório. Após as publicações de HARTNOLL (1974, 1978, 1982), espécies de Crustacea Decapoda

Brachyura tiveram estimado o tamanho mínimo dos indivíduos sexualmente maduros (MASUNARI *et al.* 2005). Esta estimativa teve amplo sucesso devido às características peculiares dos crustáceos, como carapaça rígida, que permite obter medidas acuradas, e as diferenças na forma do corpo associadas com o sexo e a puberdade (HARTNOLL 1974, 1978). Estas alterações bruscas podem ser detectadas num gráfico de dispersão dos pontos empíricos de duas dimensões do corpo (sendo uma delas a de referência), através de um ponto de inflexão.

Em caranguejos braquiúros, o tamanho individual e seu amadurecimento estão baseadas em diversas mensurações e em suas relações alométricas, que permitem avaliar seu crescimento e maturidade sexual morfológica. Estas dimensões são apresentadas na figura 1.1 (HIROSE *et al.*, 2007).

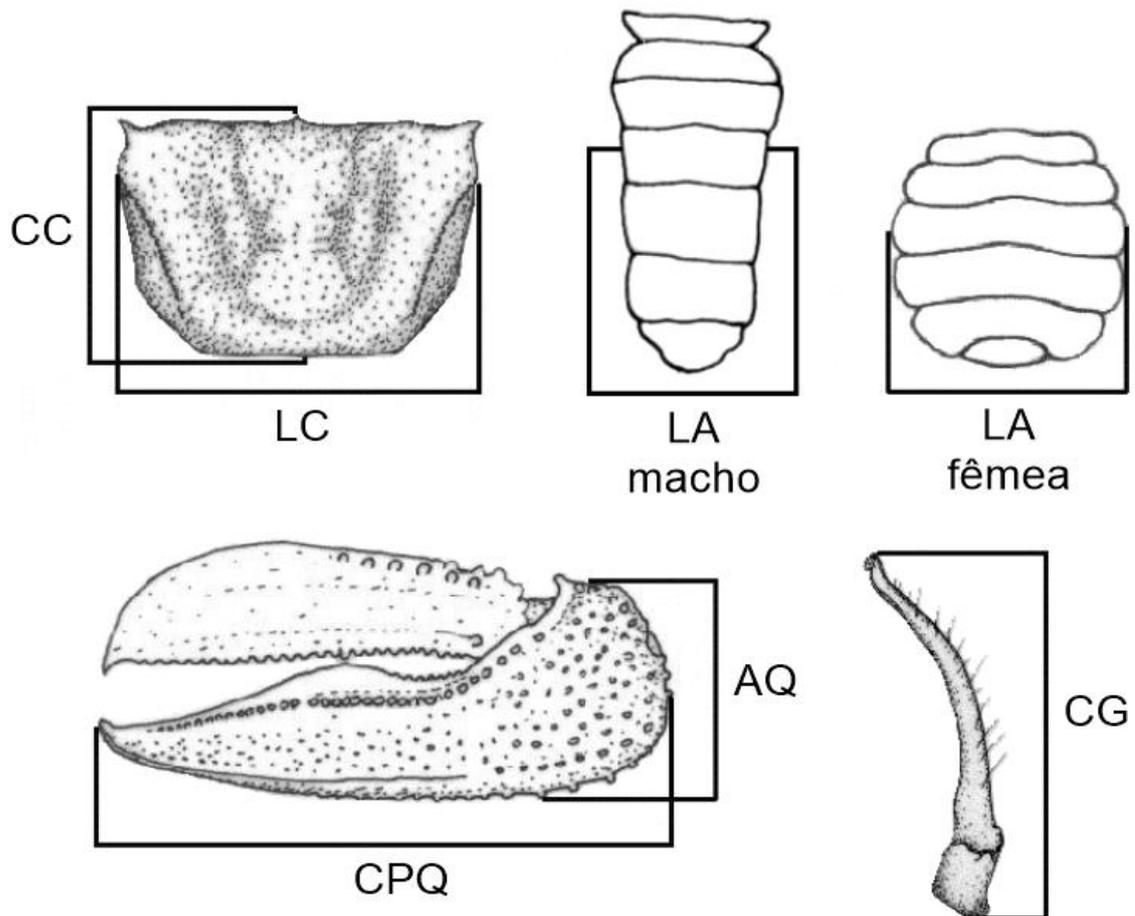


Figura 1.1 - Ilustração das medidas do corpo de *Uca maracoani*. (LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da carapaça; LA = Largura do abdome; CG = Comprimento gonadal; AQ = Altura do própodo do quelípodo; CPQ = Comprimento do própodo do quelípodo). Fonte: HIROSE *et al.*, 2007.

Família Ocypodidae

A família Ocypodidae é representada por 94 espécies de caranguejos (BEINLICH & VON HAGEN, 2006). Estes são encontrados nas zonas intertidais de baías abrigadas e estuários das regiões tropicais e subtropicais do mundo (CRANE, 1975; CHRISTY & SALMON, 1984).

Inicialmente, a família Ocypodidae foi dividida em cinco subfamílias: Camptandriinae, Dotillinae, Helociinae, Macrophthalminae e Ocypodinae, sendo que, destas, as quatro primeiras subfamílias ocorrem na região do Indo-Pacífico e a última subfamília (Ocypodinae) distribuiu-se ao longo da costa americana (GUINOT, 1979; FIELDER & GREENWOOD, 1985). Um estudo da classificação dos crustáceos, realizado por MARTIN & DAVIS (2001) reorganizou a família Ocypodidae, elevando a subfamília Camptandriinae ao nível de família.

De acordo com MELO (1996), na América do Sul, somente a subfamília Ocypodinae está representada, sendo constituída pelos gêneros *Ocypode* (Weber, 1975); *Ucides* (Rathbun, 1897) e *Uca* (Leach, 1814). As espécies do gênero *Uca* são as mais numerosas dentro dessa subfamília, estando representadas por mais de 97 espécies descritas atualmente (ROSENBERG, 2001).

Na costa brasileira está registrado representantes de todos os gêneros que compreendem a família Ocypodidae. Dentre estes, *Ocypode* está representado por apenas uma espécie, *O. quadrata* (Fabricius, 1787). *Uca* está representada por 10 espécies subdivididas em, pelo menos 3 subgêneros: *Uca (Uca) maracoani* Latreille, 1802-1803; *Uca (Minuca) thayeri* Rathbun, 1900; *Uca (Minuca) mordax* Smith, 1870; *Uca (Minuca) rapax* Smith, 1870; *Uca (Minuca) vocator* Herbst, 1804; *Uca (Minuca) uruguayensis* Nobili, 1901; *Uca (Minuca) cumulanta* Crane, 1943; *Uca (Minuca) victoriana* von Hagen, 1987; *Uca (Minuca) burgersi* Holthuis, 1967 e *Uca (Leptuca) leptodactyla* Rathbun, 1898 (MELO, 1996; ROSENBERG, 2001).

Esses caranguejos são popularmente conhecidos como caranguejos violinistas, ou chama-maré. Vivem em áreas lamacentas, alimentando-se de depósitos de matéria orgânica na superfície do substrato, e possuem o hábito de construir galerias para protegerem-se de temperaturas extremas, salinidade, dessecação, predadores e agressões de caranguejos vizinhos. As galerias variam em formato e complexidade (MACINTOSH, 1988), sendo as tocas também utilizadas para as atividades de reprodução e muda (CRANE, 1975; KOGA *et al.*, 2000).

As espécies do gênero *Uca* são caracterizadas por terem um nítido dimorfismo sexual, onde os machos possuem um dos quelípodos bastante desenvolvido, enquanto que nas fêmeas, os quelípodos são pequenos e simétricos. As fêmeas utilizam os dois quelípodos para conduzir partículas alimentares do substrato até suas partes bucais, enquanto o macho utiliza apenas o quelípodo menos desenvolvido para essa finalidade (VALIELA *et al.*, 1974; LEVINTON *et al.*, 1996). O quelípodo maior é utilizado pelos machos para defesa, combate com outros machos e corte (CHRISTY & SALMON, 1984).

Na literatura, podemos encontrar diversos trabalhos referentes às espécies da família Ocypodidae tratando de aspectos comportamentais relacionados com o período de incubação e acasalamento (CHRISTY & SALMON, 1984; SALMON, 1987; HENMI & KANETO, 1989; HENMI, 1989; KOGA *et al.*, 2000; COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003; COSTA *et al.*, 2006); crescimento relativo (VON HAGEN, 1987; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2002; COLPO & NEGREIROSFRANSOZO, 2003; BENETTI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004), alterações morfológicas (BENETTI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003a), aspectos populacionais e reprodutivos (HALEY, 1973; ICELY & JONES, 1978; SIMONS & JONES, 1981; THURMAN II, 1985; SPIVAK *et al.*, 1991; MOUTON & FELDER, 1996; RODRÍGUEZ *et al.*, 1997; BENETTI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003b; COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003; COSTA *et al.*, 2006; BENETTI *et al.*, 2007) e, também, estudos ultraestruturais dos espermatozoides (JAMIESON & TUDGE, 1990; MEDINA, 1992; MEDINA & RODRÍGUEZ, 1992; JAMIESON, 1994).

Gênero *Uca*

Os caranguejos do gênero *Uca* (Leach, 1814) são um dos mais importantes grupos de Brachyura em regiões tropicais e subtropicais em termos de diversidade e densidade (HARTNOLL *et al.*, 2002). Com distribuição em substratos argilosos e arenosos e, geralmente associados a manguezais, as espécies de *Uca* têm como característica principal o tamanho acentuado de um dos quelípodos nos machos, levando os nomes populares de chama-maré, caranguejo violinista ou xié (BEINLICH & VON HAGEN, 2006; COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004) (Figura 1.2).



Figura 1.2 – Espécime macho de *Uca maracoani* (Latreille, 1802). Fonte: BEZERRA, 2012.

Distribuídos às margens de baías calmas do Atlântico Ocidental, *U. maracoani* é encontrado nas Antilhas, Venezuela, Guianas e no Brasil, do Maranhão até o Paraná (MELO, 1996). São detritívoros, constituída principalmente de matéria orgânica particulada encontrada no substrato, alimentam-se principalmente de algas microscópicas e protozoários presentes no substrato, além de matéria orgânica trazida pela maré. Sua alimentação geralmente é realizada fora das tocas, durante a maré baixa, são frequentemente simpátricos, sempre gregários e com hábito diurno (CRANE, 1975; TWILLEY *et al.*, 1995; MOURA *et al.*, 1998). São típicos de zonas entremarés, que muitas vezes servem de abrigo contra predadores, refúgio contra as intempéries ambientais, sítios de reprodução e fonte de água para as necessidades fisiológicas (CRANE, 1975; KOGA *et al.*, 2000; SKOV & HARTNOLL, 2001). DEPATRA & LEVIN (1989) também consideram essas galerias como um micro-habitat, que pode contribuir para a sobrevivência da meiofauna.

Os chama-marés constituem um grupo de pequenos caranguejos braquiúros intertidais, caracterizados por forte dimorfismo sexual, onde os machos apresentam um dos quelípodos mais desenvolvidos, o aumento não está presente nos estágios juvenis iniciais, desenvolvendo-se plenamente com a maturação sexual. Geralmente é usado para interações agonísticas entre os machos, na defesa de território e durante a corte, enquanto o menor, é usado para alimentação (WEISSBURG, 1992), já as fêmeas apresentam-nos do mesmo tamanho, o que faz com que a taxa alimentar das fêmeas seja maior do que a dos machos (LEVINTON *et al.*, 1996; MARIAPPAN *et al.* 2000; POPE 2000).

O período reprodutivo é definido como o intervalo de tempo no qual as fêmeas ovígeras são encontradas na população (COBO, 2002). No caso das espécies de *Uca*, assim

como os Brachyura em geral, a periodicidade reprodutiva é amplamente diversificada. Certas espécies se reproduzem o ano todo, outras em uma ou mais estações do ano e ainda outras, em uma estação específica (geralmente na primavera). Todos esses padrões estão relacionados com as condições ambientais locais. Os Brachyura da região tropical geralmente se reproduzem continuamente devido à estabilidade das variáveis abióticas (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2002).

Área de Estudo

O município de Rio Formoso está situado na região fisiográfica da Mata Meridional de Pernambuco, a 92 km de Recife. Parte de seu território está incluída na APA de Guadalupe, que se localiza na porção meridional do litoral sul do estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios de Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré e Barreiros (CPRH, 1998).

Pela sua localização, o Litoral Sul de Pernambuco tem clima tropical úmido com chuvas de inverno antecipadas no outono – clima *As'* (pseudo tropical) da classificação de Koeppen. As chuvas são provocadas, sobretudo, pelos ciclones da Frente Polar Atlântica que atingem o litoral nordestino com maior vigor no período de outono-inverno, sendo os meses de maio, junho e julho os mais chuvosos e outubro, novembro e dezembro os mais secos. Refletindo a ação do clima sobre os demais componentes do meio físico, os solos do Litoral Sul de Pernambuco variam, desde os predominantemente arenosos, localizados nos terraços litorâneos, até os de textura argilosa que recobrem os morros e colinas situados a oeste da Planície Costeira e constituem a associação Latossolo Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho Amarelo (CPRH, 2001).

Hidrograficamente este município está inserido nas bacias dos rios Sirinhaém e Una, além de pequenos grupos de rios litorâneos. Destaca-se neste complexo fluvial, o estuário do rio Formoso, situado parcialmente nas bacias citadas e entre as coordenadas geográficas 8°39' - 8°42'S e 35°10' - 35°05'W (Figura 1.3), com uma área aproximada de 2.724 hectares (FIDEM, 1987).

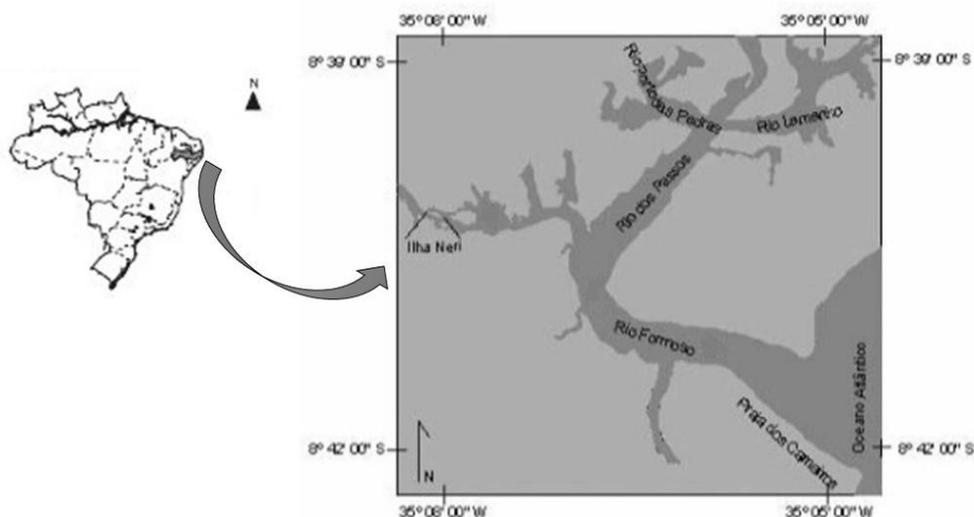


Figura 1.3 - Mapa do Complexo Estuarino do Rio Formoso, Estado de Pernambuco. Fonte: FARIAS, 2011.

O rio Formoso tem uma extensão de 12 km e nasce na porção noroeste do município de mesmo nome, em terras do Engenho Vermelho onde estão localizadas as cabeceiras de seus dois formadores – os riachos Vermelho e Serra d'Água – cuja confluência se dá a montante da sede do Engenho Changuazinho. A partir desse ponto, já com o nome de rio Formoso, dirige-se para sudeste, passando pela cidade homônima. Três quilômetros a jusante desta, o referido rio alcança a Planície Costeira dominada por seu amplo estuário que se dilata a nordeste e norte através dos vários braços constituídos pelos rios Goiana, dos Passos, Porto das Pedras e Lemenho (CPRH, 2001).

Com seus largos canais, esses rios engendram uma trama compacta de mangues que, a oeste, nordeste e norte, se estendem até o sopé dos morros e colinas que bordejam a Planície Costeira e, a leste, confinam com os terraços marinhos atuais (Figura 1.4). Próximo à desembocadura, localizada entre a Ponta de Guadalupe e a Praia dos Carneiros, o rio Formoso recebe o Ariquindá e seu afluente União - dois importantes componentes de sua bacia. Ao longo do seu percurso recebe despejos domésticos e resíduos provenientes da agroindústria açucareira (CPRH, 1999, 2001).



Figura 1.4 - Estuário do Rio Formoso, Rio Formoso, PE.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. L. C.; CALADO, T. C. S. Burrows architecture of the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Ucididae) in a mangrove swamp of Brazil. *Tropical Oceanography*, 39: 155-165, 2011.

AVELINE, L. C. Fauna de manguezais brasileiros. *Revista Brasileira de Geografia* 42 (2): 786-821, 1980.

BENETTI, A. S. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Symmetric chelipeds in males of the fiddler crab *Uca burgersi* Holthuis, 1967 (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Nauplius*, 11(2):141-144, 2003a.

BENETTI, A.S. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Madurez sexual morfológica del cangrejo *Uca burgersi* Holthuis, 1967 (Brachyura, Ocypodidae) de uma área de manglar subtropical de Brasil. *Universidade y Ciencia* 19 (37): 9-16, 2003b.

BENETTI, A.S. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Relative growth of fiddler crab *Uca burgersi* Holthuis, 1967 (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia, Sér. Zool.* 94(1): 67-72, 2004.

BENETTI, A.S.; COSTA, T.M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Population and reproductive biology of *Uca burgersi* Holthuis, 1967 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) in three subtropical mangrove forests. *Revista de Biología Tropical, Costa Rica*, 2007.

BEZERRA, L. E. A. The fiddler crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae: genus *Uca*) of the South Atlantic Ocean. *Nauplius*, 20 (2): 203-246, 2012.

CASTIGLIONI, D.S.; OLIVEIRA, P.J.A.; SILVA, J.S.; COELHO, P.A. Population dynamics of *Sesarma rectum* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) in the Ariquindá River mangrove, north-east of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91(7): 1395-1401, 2011.

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

COBO, V. J. Breeding of the spider crab *Mithraculus forceps* (A. Milne Edwards) (Crustacea, Majidae, Mithracinae) in the southeastern Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 19: 229-234, 2002.

COBO, V. J. *Biologia populacional e crescimento relativo de Goniopsis cruentata (Latreille 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae), na região de Ubatuba, São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, 1995.

COELHO, P.A. & RAMOS, M.A. A constituição e a distribuição da fauna de Decapodos no litoral leste da América do Sul, entre as latitudes de 5° N e 39° S. *Trab. Inst. Oceanograf. Univ. Fed. Pernambuco* 13, 133-236, 1972.

COLPO, K.D.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangroves in Brazil. *Crustaceana* 76 (1): 1 – 11, 2003.

COLPO, K.D.; M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forests. *Scientia Marina*, Barcelona, 68 (1): 139-146, 2004.

COSTA, T.M. & NEGREIROS-FRANSOZO, 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*, 75 (10): 1201-1218, 2003.

COSTA, T.M.; SILVA, S.M.J. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *U. uruguayensis* Nobili, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49 (1): 117-123, 2006.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HÍDRICOS - CPRH. Diagnóstico sócio-ambiental APA de Guadalupe: litoral sul de Pernambuco. Recife, não paginado, 1998.

_____ - CPRH. Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco. Recife, p. 91, 1999.

_____ - CPRH. Diagnóstico Socioambiental – Litoral Sul de Pernambuco. Recife, p. 89, 2001.

CRANE, J. Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus *Uca*. New Jersey: *Princeton University Press*, p. 736, 1975.

DEPATRA, K.D.; LEVIN, L.A. Evidence of the passive deposition of meio fauna Into fiddler crab burrows. *Journal Experimental Marine Biology*. Ecology 125:173-192, 1989.

EMMERSON, W. D. Seasonal breeding cycles and sex ratio of eight species of crabs from Magazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 14 (3): 568-578, 1994.

FELLER, I. C. Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). *Ecol. Monogr.*, 65 (4): 477-505, 1995.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR - FEMAR. Manguezais educar para proteger Rio de Janeiro. SEMADS. p. 96, 2001.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE - FIDEM. Reservas Ecológicas. Recife, Fundação de Desenvolvimento Municipal, SEPLAN, p. 108, 1987.

_____ - FIDEM. CONDEPE. Tamandaré um arrastão de artes e oficinas, p. 44, 2003.

FIELDER, D.R. & GREENWOOD, J.D. The systematic position of *Heloecius cordiformis* (H. Milne Edwards, 1937) (Decapoda, Ocypodidae) as revealed by larval morphology. *Crustaceana*, 48: 244 – 248, 1985.

FONTELLES-FILHO, A. A. Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza, Brazil. p. 296, 1989.

GUINOT, D. Morphologie et phylogenese des Brachyures. Memoriees du Museum National D'Histoire Naturelle. *Série A. Zoologie*, 112: 1-354, 1979.

HALEY, S. R. On the use of morphometric data as a guide to reproductive maturity in the ghost crab, *Ocypode ceratophthalmus* (Pallas) (Brachyura, Ocypodidae). *Pacific Science*, 27 (3): 350-362, 1973.

HARTNOLL, R. G. Variation in growth patterns between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura). *Crustaceana*, Leiden, 27: 131-136, 1974.

HARTNOLL, R. G. The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, Leiden, 34 (3): 281-289, 1978.

HARTNOLL, R. G. Growth, p. 111-196. In: L.G. ABELE (Ed.). *The biology of Crustacea*. New York, Academic Press, 2: XX+440, 1982.

HARTNOLL, R. G.; GOULD, P. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production. *Symposia of the Zoological Society of London* 59: 1 – 9, 1988.

HARTNOLL, R. G.; CANNICCI, S.; EMMERSON, W. D.; FRATINI, S.; MACIA, A.; MGAYA, Y.; PORRI, F.; RUWA, R. K.; SHUNULA, J. P.; SKOV, M.W.; VANNINI, M. Geographic trends in mangrove crab abundance in East Africa. *Wetlands Ecology and Management*, Holanda, 10: 203-213, 2002.

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

HOLGUIN, G.; VAZQUEZ, P.; BASHAN, Y. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Biol. Fert. Soils*, 33 (4): 265-278, 2001.

HUTCHINSON, G.E. Introducción a la ecología de poblaciones. Barcelona, *Editorial Blume*, p. 492, 1981.

ICELY, J.D. & JONES, D.A. Factors affecting the distribution of the genus *Uca* (Crustacea, Ocypodidae) on an East African Shore. *Estuarine and Coastal Science*, 6: 315-325, 1978.

IGLESIA, H.O.; RODRIGUEZ, E.M.; DEZI, E.M. Burrow plugging in the crab *Uca uruguayensis* and its synchronization with photoperiod and tides. *Physiology and Behavior*, New York, 55 (5): 913-919, 1994.

JAMIESON, B.G.M. & TUDGE, C.C. Dorippids are Heterotremata: evidence from ultrastructure of the spermatozoa of *Neodorippe astute* (Dorippidae) and *Portunus pelagicus* (Portunidae) Brachyura: Decapoda. *Marine Biology* 106: 347-354, 1990.

JAMIESON, B.G.M. Phylogeny of the Brachyura with particular reference to the Podotremata: evidence from a review of spermatozoal ultrastructure (Crustacea, Decapoda). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 345: 373-393, 1994.

JENNERJAHN, T.C.; ITTEKKOT, V. Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Natur wissen schaften*, 89 (1): 23-30, 2002.

JONES, D. A. Crabs of the mangal ecosystem. In: Por, F.D. & Dor, I. eds. *Hidrobiology of the mangal*. Boston, W. Junk Publishers Boston, p. 89-109, 1984.

JONES, M.B. & M.J. SIMONS. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bull. Mar. Sci.* 33: 656-670, 1983.

KOGA, T., MURAI, M.; GOSHIMA, S.; POOVACHIRANON, S. Underground mating in the fiddler crab *Uca tetragonon*: the association between female life history traits and male mating tactics. *Journal of experiment marine biology ecology*, 248:35-52, 2000.

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. H.; SOUZA, G. M. E.; BEZERRA, L. J. C.; MENEZES, M. O. T. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais. *Ciência Hoje* 39 (229): 24-29, 2006.

LEME, M. H. A. *Estratégia reprodutiva de duas espécies de Grapsídeos (Crustácea, Brachyura, Sesarminae) de manguezais. Universidade Estadual Paulista Botucatu, São Paulo. Tese de doutorado, 1999.*

LEVINTON, J.; STURMBAUER, C.; CHRISTY, J. Molecular data and biogeography: resolution of a controversy over evolutionary history of a pan-tropical group of invertebrates. *Journal Experimental Marine Biology Ecology*, 203: 117-131, 1996.

LOURENÇO, S. O. S.; MARQUES JUNIOR, A. N. Produção Primária Marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: *Interciência*, p. 196-227, 2002.

MACIA, A.; QUINCADERTE, I; PAULA, J. A comparison of alternative methods for estimating population density of the fiddler crab *Uca annulipes* at Saco mangrove, Inhaca Island (Mozambique). *Hydrobiologia*, 449: 213-219, 2001.

MARIAPPAN, P.; BALASUNDARAM, C.; SCHIMITZ, B. 2000. Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of Biosciences*, Bangalore, 25 (3): 301-313, 2001

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. An update classification of the recent Crustacea. Natural History of Los Angeles Country. *Science Series*, 39: 124, 2001.

MACINTOSH, D. J. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. *Symposium of the Zoology Society of London*, 59: 315 – 341, 1988.

MASUNARI, S.; N. DISSENHA & R.C. FALCÃO. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 22 (4): 974-983, 2005.

MEDINA, A. & RODRÍGUEZ, A. Spermiogenesis and sperm structure in the crab *Uca tangeri* (Crustacea, Brachyura), with special reference to the acrosome differentiation. *Zoomorphology*, 111: 161-165, 1992.

MEDINA, A. Structural modifications of sperm from the fiddler crab *Uca tangeri* (Decapoda) during early stages of fertilization. *Journal of Crustacean Biology*, 12 (4): 610-614, 1992.

MELO, G.A.S. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos, siris) do litoral brasileiro*. São Paulo, Plêiade, FAPESP. p. 604, 1996.

MELO, G.A.S. *Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil*. São Paulo: USP, Mus. Zool. 247. (Tese Doutorado), 1985.

MOUTON, E.C. JR. & FELDER, D.L. Burrow distributions and population estimates for the fiddler crabs *Uca spinicarpa* and *Uca longisignalis* in a Gulf of Mexico salt marsh. *Estuaries* 19 (1): 51-61, 1996.

MOURA, D.E.; LAMPARELLI, C.C.; RODRIGUES, F.O.; VINCENT, R.C. *Decomposição de folhas em manguezais na região de Bertiooga, São Paulo, Brasil*. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, 1: 130-148, 1998.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L., FRANSOZO, A.; BERTINI, G. Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda: Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22 (1): 157-161, 2002.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. Estrutura populacional e relação com a concha em *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Decapoda, Diogenidae), no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia*, São Paulo, 17: 31-42, 1992.

PIANKA, E. R. Evolutionary ecology. New York, *Harper & Row Publishers*, p. 356, 1974.

PINHEIRO, M. A. A. *Distribuição e biologia populacional de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP.* Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, p. 175, 1991.

POPE, D. S. Testing function of fiddler crab claw waving by manipulating social context. *Behavioral Ecology Sociobiology*, Heidelberg, 47: 432-437, 2000.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. p. 503, 2001.

RODRÍGUEZ, A.; DRAKE, P.; ARIAS, A.M. Reproductive periods and larval abundance patterns of the crabs *Panopeus africanus* and *Uca tangeri* in a shallow inlet (SW Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 149: 133-142, 1997.

RODRIGUES, M.D. & HEBLING, N.J. *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete development under laboratory conditions and its systematic position. *Revta. Bras. Zool.* 6, 147-166, 1989.

ROSENBERG, M.S. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 21 (3): 839-869, 2001.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F.J. & VERNBERG, W.B. eds. *The Biology of Crustacea: Environmental adaptations*. New York, *Academic Press*, p.179-270, 1983.

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* 7 (1): 25-44, 1987.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo, Caribbean Ecological Research, p. 64, 1995.

SCHMIEGELOW, J. M. M. O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas. Rio de Janeiro: Interciência, p. 202, 2004.

SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; VOSS, M.; SAINT-PAUL, U. How important are mangroves as a carbon source for decapod crustacean larvae in a tropical estuary? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 229: 195-205, 2002.

SIMONS, M.J. & JONES, M.B. Population and reproductive biology of the mud crab *Macrophthalmus hirtipes* (Jacquinot, 1853) (Ocypodidae), from marine and estuarine habitats. *Journal of Natural History* 15: 981-994, 1981.

SPIVAK E.D.; GAVIO, M.A.; NAVARRO, C.E. Life history and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). *Bulletin of Marine Science* 48: 679-688, 1991.

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*, 449: 201-212, 2001.

THURMAN II, C.L. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica* (Stimpson). *Biological Bulletin* 169: 215-229, 1985.

TWILLEY, R.R.; SNEDAKER, S.C.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A.; MEDINA, E. Mangrove systems. In: Global biodiversity assesment. Biodiversity and ecosystem function: ecosystem analyses (V.H. Heywood, ed.). *Cambridge University Press*, Cambridge. 387-393, 1995.

VALIELA, J.M.; BABIEC, D.E.; ATHERTON, W.; SEITZINGER, S.; KREBS, C. Some consequences of sexual dimorphism: feeding in male and female fiddler crabs *Uca pugnax* (Smith). *Biological Bulletin* 147: 652-660, 1974.

VON HAGEN, H.O. Allometric growth of two populations of *Uca tangeri* from the Guadalquivir estuary (Andalusia). *Investigaciones Pesqueras* 51 (1): 443-452, 1987.

WEISSBURG, M. Functional analysis of fiddler crab foraging: sex-specific mechanics and constraints in *Uca pugnax* (Smith). *Journal of experimental marine biology and Ecology*, 156: 105-124, 1992.

YOKOYA, N. S. Distribuição e origem. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. *Caribbean Ecological Research*, p. 9-12, 1995.

CAPÍTULO 2

Maturidade Sexual Morfológica do Caranguejo Violinista *Uca maracoani* (Brachyura, Ocypodidae) no Manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

O crescimento relativo do caranguejo violinista *Uca maracoani* foi analisado em uma população do manguezal do Rio Formoso, no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Os caranguejos foram coletados manualmente, por uma pessoa com um esforço de captura de 30 minutos durante a maré baixa durante no período de um ano, de abril de 2009 a março de 2010. Os caranguejos de ambos os sexos foram medidos com um paquímetro nas seguintes dimensões: largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), comprimento própodo do quelípodo (CPQ), maior altura do própodo do quelípodo (AQ) e largura do abdome (LA). Além disso, os machos também foram medidos quanto ao comprimento gonadal (CG). Estas medidas corporais foram submetidas a uma análise K-means. Em seguida, foi realizada uma análise discriminante bivariada, para separar os dados em duas categorias etárias: caranguejos juvenis e adultos. Após a separação, cada categoria foi agrupada em dezesseis classes de LC; a proporção de adultos em cada classe de tamanho foi estimada e ajustada com uma equação logística. Uma interpolação foi realizada para determinar o LC para a qual 50% dos machos e fêmeas foram morfológicamente maduros. As relações CPQ vs. LC e LA vs. LC evidenciaram alometria positiva para juvenis e adultos machos e fêmeas. No entanto, uma alometria negativa foi observada na relação CC vs. LC e CG vs. LC para juvenis e adultos do sexo masculino, LA vs. LC para machos adultos e, AQ vs. LC para fêmeas adultas. O crescimento padrão mostrado no abdome da fêmea está provavelmente relacionado a incubação dos ovos e o crescimento excessivo observado no quelípodo do macho deve estar relacionado a processos reprodutivos, porque este apêndice é usado na corte e nas

interações agonísticas intra ou inter específicas com outros machos. As relações morfométricas que melhor evidenciaram o início da maturidade sexual morfológica para *U. maracoani* foram CPQ vs. LC para machos e LA vs. LC para fêmeas. Machos e fêmeas são maduros, respectivamente em 17,9 e 16,0 mm de LC.

Palavras chave: Crescimento relativo, relações morfométricas, estudo alométrico, braquiúros, dimorfismo sexual.

ABSTRACT

The relative growth of the fiddler crab *Uca maracoani* was analysed in a population from Rio Formoso mangrove, state of Pernambuco, northeast Brazil. The crabs were sampled manually, with a capture effort by one person during 30 minutes of the low tide during a period of year, from April 2009 to March 2010. Crabs of both sexes were measured with a calliper at following dimensions: carapace width (CW), carapace length (CL), major cheliped propodus length (CPL), major cheliped propodus height (CPH) and abdomen width (AW). Besides, the males were also measured at the gonopod length (GL). These body measurements were subjected to a K-means clustering analysis. Then, a bivariate discriminant analysis was performed, to separate the data into two age categories: juveniles and adults crabs. After the separation, each category was grouped into sixteen classes of CW; the proportion of adults in each size class was estimated and fitted to a logistic equation. An interpolation was performed to determine the CW at which 50% of the males and females were morphologically mature. The relationships CPL vs. CW and AW vs. CW evidenced positive allometry for juveniles and adults males and females. However, a negative allometry was observed in the relationship CL vs. CW and GL vs. CW for juveniles and adults males, AW vs. CW for adults' males and, CPH vs. CW for adults' females. The pattern growth shown at the female abdomen probably is related to egg incubation and the excessive growth observed at the male cheliped must be related to reproductive process, because this appendage is used at the courtship and intra or inter specific agonistic interactions with other males. The morphometric relationships that best evidenced the beginning of the morphological sexual maturity for *U. maracoani* were CPL vs. CW for males and AW vs. CW for females. Males and females are mature, respectively at 17.9 and 16.0 mm CW.

Key words: Relative growth, morphometric relationships, allometric study, brachyuran, sexual dimorphism.

1. Introdução

De acordo com HARTNOLL (1982), o crescimento relativo é definido por meio do crescimento das diversas partes do corpo em relação a um organismo, que expressa a dimensão do tamanho do animal como um todo. Em crustáceos braquiúros as mudanças de crescimento mais evidentes aparecem nos quelípodos, abdômen e pleópodos de ambos os sexos, durante a transição de fases juvenis de adultos (HARTNOLL, 1974, 1978, 1985). A variação individual no padrão de crescimento de alguns órgãos ou dimensões corporais, entre os indivíduos de cada sexo na mesma ou de diferentes espécies, tem um significado biológico, e são atributos importantes para uma melhor compreensão da população e biologia reprodutiva dos crustáceos (HARTNOLL, 1978).

Para melhor compreender o ciclo de vida de uma espécie de crustáceos, é muito importante estudar o seu crescimento relativo e tamanho da maturidade sexual (CASTIGLIONI *et al.*, 2011; ARAÚJO *et al.*, 2012a). Sabe-se que o crescimento dos crustáceos não é contínuo, uma vez que algumas partes do corpo exibem diferentes taxas de crescimento durante a ontogenia (HARTNOLL 1978, 1982). Segundo HARTNOLL (1974, 1978), nos caranguejos verdadeiros (Brachyura), as principais partes do corpo que apresentam essas mudanças durante a transição da fase juvenil para a adulta são o quelípodo, abdômen e pleópodos (GONZÁLEZ-GURRIÁRAN & FREIRE, 1994).

Conhecendo os padrões de crescimento e estabelecendo quando ocorre esta transição, é possível indicar o dimorfismo sexual e prever fases de desenvolvimento dos caranguejos (BENETTI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; HIROSE & NEGREIROS-FRANSOZO, 2007). Além de, determinar em que tamanho um organismo atinge a maturidade sexual morfológica (PINHEIRO & FRANSOZO, 1998; FLORES *et al.*, 2002; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2003; COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; DALABONA *et al.*, 2005; GREGATI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2007; CASTIGLIONI *et al.*, 2011), para identificar as espécies de Brachyura (HUBER, 1985), e para comparar as variações intraespecíficas entre populações de diferentes localidades (CARDOSO & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; GARCÍA-DÁVILA *et al.*, 2005; IBÁÑEZ-AGUIRRE *et al.*, 2006; HIROSE *et al.*, 2013).

Nas últimas décadas, o crescimento relativo em caranguejos (gênero *Uca*) têm sido amplamente estudado (MASUNARI & SWIECH-AYOUB, 2003; MASUNARI & DISSENHA, 2005; MASUNARI *et al.*, 2005; HIROSE & NEGREIROS-FRANSOZO, 2007; COSTA & SOARES-GOMES, 2008; PRALON & NEGREIROS-FRANSOZO, 2008; ARAÚJO *et al.*,

2012). Mais recentemente, trabalhos de comparações intraespecíficas foram realizados (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CARDOSO & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; GARCÍA-DÁVILA *et al.*, 2005; IBÁÑEZ-AGUIRRE *et al.*, 2006; HIROSE *et al.*, 2013), e esses autores encontraram diferenças no padrão de crescimento entre as populações de diferentes locais, que foram atribuídas às condições ambientais.

De acordo com MELO (1996), na costa nordeste do Brasil nove espécies do gênero *Uca* são encontrados: *U. maracoani* Latreille, 1802, *U. vocator* Herbst, 1804, *U. mordax* Smith, 1870, *U. rapax* Smith, 1870, *U. leptodactyla* Rathbun, 1898, *U. thayeri* Rathbun, 1900, *U. cumulanta* Crane, 1943, *U. burgersi* Holthuris, 1962 e *U. victoriana* Von Hagen, 1987, com exceção de *U. uruguayensis* Nobili, 1901, que só ocorre até o litoral do estado do Rio de Janeiro.

O caranguejo violinista, *U. maracoani*, é distribuído através do Atlântico Ocidental, nas Antilhas, Venezuela e Guiana, e ao longo de quase toda a costa do Brasil, do estado do Maranhão para o estado do Paraná (MELO, 1996). Os chama-marés são detritívoros, alimentam-se principalmente de algas microscópicas e protozoários presentes no substrato, além de matéria orgânica trazida por ocasião da maré alta (CRANE 1975). Habita as margens calmas das baías perto das árvores de mangue, cujo substrato é lamoso e está sempre na linha da maré alta máxima (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Investigação sobre o crescimento e a dinâmica populacional de *U. maracoani* foram realizados na costa sul e sudeste do Brasil (MASUNARI *et al.*, 2005; KOCH *et al.*, 2005, HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO, 2007, 2008; DI-BENEDETTO & MASUNARI, 2009). No entanto, na costa do nordeste brasileiro o único trabalho relacionado a essa espécie foi desenvolvido por BEZERRA *et al.* (2006), em que não só esta espécie, mas outras três espécies de *Uca* do Estado do Ceará foram estudadas para a distribuição espacial. Com a carência de estudos sobre populações de *U. maracoani* no estado de Pernambuco, o presente trabalho tem a finalidade de avaliar os padrões de crescimento relativo desta espécie e sua maturidade sexual morfológica no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.

2. Material e métodos

Espécimes de *Uca maracoani* foram coletados no manguezal Rio Formoso (8° 41'00.68" S e 35°06'09.49" W) (Figura 2.1), litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Os caranguejos foram coletados mensalmente, a partir de abril de 2009 a março de

2010 e os caranguejos foram retirados de suas tocas manualmente por um catador experiente, durante a maré baixa, com esforço de captura de 30 minutos. Essas tocas foram escavadas no substrato lamoso, chegando a 1 m de profundidade, exigindo, portanto, que o catador penetrasse completamente o seu braço para remover os caranguejos. Os caranguejos que foram capturados foram ensacados, etiquetados, transportadas para o laboratório e preservadas em etanol a 70%, até uma análise mais aprofundada.

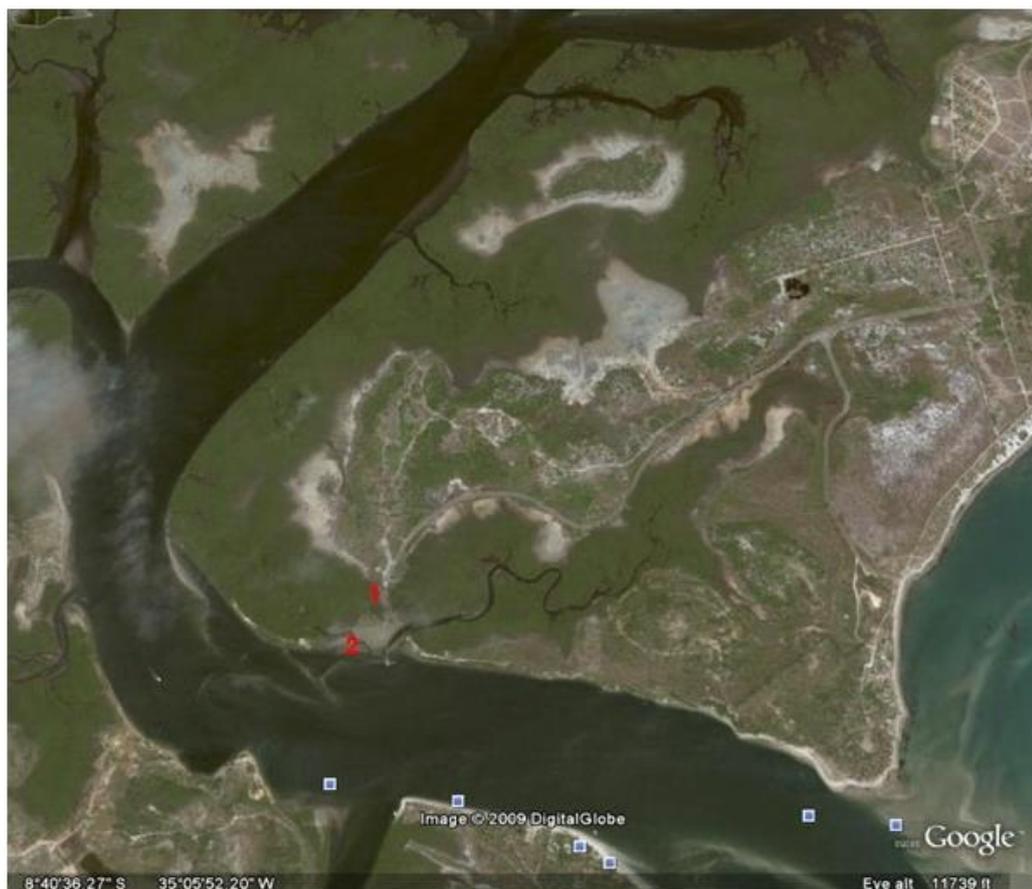


Figura 2.1 – Localização geográfica da área de estudo demonstrando os ponto 1 (a) e 2 (b) de coleta no estuário do Rio Formoso (Rio Formoso/PE).

No laboratório cada espécime de *U. maracoani* foi sexado, e medidos (com paquímetro de precisão para a aproximação de 0,01 mm) para as seguintes dimensões: largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), maior altura do própodo do quelípodo (AQ), largura do abdome (medida do 5º somito abdominal) (LA), e comprimento gonadal no sexo masculino (CG). Para a análise do crescimento relativo de *U. maracoani*, só foram utilizados na análise caranguejos na intermuda. Os caranguejos com carapaça danificada ou quelípodos incompletos não foram considerados.

Primeiramente, a análise dos componentes principais (ACP) foi realizada com as variáveis acima, o que nos permite diferenciar os grupos de machos e fêmeas que representariam os juvenis e adultos. A proporção sexual foi analisada para todo o período de amostragem e por mês, dividindo o número de fêmeas pelo número de machos, e o teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{tabelado}} = 3,84$) foi aplicado para verificar se a proporção desvia significativamente da esperada (1:1) (ZAR, 1996). Em seguida, os grupos de machos e fêmeas foram classificados usando a análise K-means, método de agrupamento não-hierárquico. Este, baseia-se na criação de grupos pré-determinados (juvenis e adultos). Os caranguejos são colocados em um dos grupos de acordo com os seus valores nos dois eixos da ACP, por meio de um processo iterativo que minimiza a variância dentro dos grupos e maximiza a variância entre os grupos. Usando os resultados da classificação (K-means), uma nova análise discriminante bivariada pode ser aplicada, permitindo uma reclassificação destes grupos, separando os caranguejos em juvenis (imaturos) e adultos (maduros).

Este método estatístico foi baseado na SAMPEDRO *et al.* (1999) e CORGOS & FREIRE (2006), que utilizaram um procedimento similar. Depois da separação dos grupos (juvenis e adultos) de machos e fêmeas, em casos de sobreposição, cada categoria de idade foi dividida em classes de tamanho (LC = 2,5 mm) e foi calculado a proporção de jovens e adultos em cada classe de tamanho da LC. A proporção de adultos foi ajustada com uma equação logística ($y = a/(1+be^{-cx})$). Subsequentemente, foi realizada uma interpolação para determinar o tamanho para o qual 50% dos machos e fêmeas foram maduros (adulto) (CORGOS & FREIRE, 2006). Após a divisão correta dos grupos, os dados foram transformados (log10) e cada categoria foi submetida a uma análise de covariância (ANCOVA) para testar os coeficientes angulares e lineares entre os grupos (juvenis e adultos) ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

Finalmente, depois da separação dos grupos de juvenis e adultos (determinações da maturidade sexual morfológica – CL 50%), uma análise de crescimento relativo foi realizada

para observar as mudanças nos padrões de crescimento de algumas partes do corpo em relação à largura da carapaça usando a equação alométrica $y = ax^b$ (HUXLEY, 1950). A equação foi linearizada ($\log ny = \log na + b \log nx$), onde a largura da carapaça (LC) foi utilizada como a variável independente (x) e outro tamanho do corpo dos caranguejos como variável dependente (y). O "b" da equação é o constante alométrico, onde é possível determinar o padrão de crescimento de caranguejos machos e fêmeas, expressando a analogia entre as duas variáveis. Sendo $b > 1$, compreende-se um crescimento alométrico positivo, com $b = 1$, crescimento isométrico e $b < 1$, crescimento alométrico negativo. O significado de "b" relacionado com a unidade foi verificada pelo teste *t* de Student ($\alpha = 0,05$). Obtiveram-se equações potenciais e lineares para os juvenis e adultos de cada grupo estudado. Foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA), $\alpha = 0,05$ (ZAR, 1996), para testar a igualdade dos interceptos (a) e os coeficientes de regressão (b), tanto para jovens e adultos, como entre as linhas.

3. Resultados

No total 1.197 espécimes de *Uca maracoani* foram coletados no manguezal do Rio Formoso, onde 753 machos (62,91%) e 444 fêmeas (37,09%). A proporção sexual total foi desviada a favor dos machos, sendo essa proporção foi de 1,70 machos : 1 fêmea ($\chi^2 = 79,77$; $p < 0,05$). Observou-se que houve diferença significativa na proporção nos meses de abril de 2009 ($\chi^2 = 9,80$), junho de 2009 ($\chi^2 = 25,27$), julho de 2009 ($\chi^2 = 9,31$), agosto de 2009 ($\chi^2 = 7,26$), setembro de 2009 ($\chi^2 = 15,43$), outubro de 2009 ($\chi^2 = 16,36$), novembro de 2009 ($\chi^2 = 6,03$) e dezembro de 2009 ($\chi^2 = 14,41$) ($p < 0,05$) (Figura 2.2) (Tabela 2.1).

O mínimo, médio (\pm desvio padrão) e valores máximos de cada variável avaliada são apresentados na Tabela 2.2. A largura da carapaça (LC) dos machos variou 5,86-36,11 mm ($22,9 \pm 6,6$ mm) e das fêmeas 7,21-32,05 mm ($20,19 \pm 5,24$ mm). Os machos apresentaram um tamanho médio significativamente maior (LC) do que as fêmeas ($t = 7,39$) ($p < 0,05$).

A relação entre as dimensões do corpo obtidos para machos e fêmeas em cada fase da vida (juvenil e adulto) e CL 50% para cada relação de *U. maracoani* são mostrados na tabela 2.4. Os padrões de crescimento para ambos os sexos foram significativamente diferentes nas classes de tamanho, tanto para os juvenis (Figura 2.3) quanto para os adultos (Figura 2.4). Os interceptos e os coeficientes de regressão de todas as relações alométricas diferiu entre jovens e adultos para ambos os sexos ($p < 0,05$) (Tabela 2.3), indicando, assim, os padrões de crescimento contrastantes.

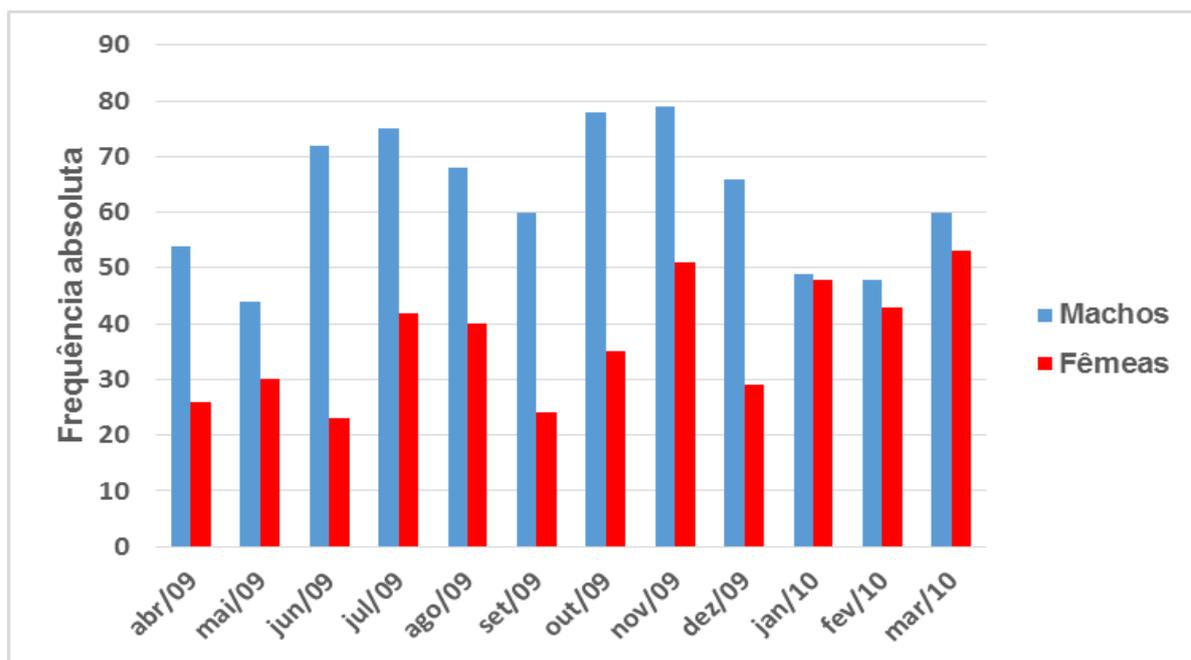


Figura 2.2 – Distribuição absoluta de machos e fêmeas de *Uca maracoani* amostrados mensalmente no manguezal do rio Formoso, PE, no período entre abril de 2009 e março de 2010.

Tabela 2.1 – Proporção sexual mensal de *Uca maracoani* amostrados no manguezal do rio Formoso, PE, no período entre abril de 2009 e março de 2010.

Meses	Machos		Fêmeas		Total	χ^2	Proporção $\text{♂}:\text{♀}$
	N	%	n	%			
Abr/09	54	67,50	26	32,50	80	9,80*	1:2.08
Mai/09	44	59,46	30	40,54	74	2,65	1:1.47
Jun/09	72	75,79	23	24,21	95	25,27*	1:3.13
Jul/09	75	64,10	42	35,90	117	9,31*	1:1.79
Ago/09	68	62,96	40	37,04	108	7,26*	1:1.70
Set/09	60	71,43	24	28,57	84	15,43*	1:2.50
Out/09	78	69,03	35	30,97	113	16,36*	1:2.23
Nov/09	79	60,77	51	39,23	130	6,03*	1:1.55
Dez/09	66	69,47	29	30,53	95	14,41*	1:2.28
Jan/10	49	50,52	48	49,48	97	0,01	1:1.02
Fev/10	48	52,75	43	47,25	91	0,27	1:1.12
Mar/10	60	53,10	53	46,90	113	0,43	1:1.13
Total	753	62,91	444	37,09	1197	79,77*	1:1.70

*= valor significativo a 5%; *= desvios significantes na proporção 1:1 de machos e fêmeas (p<0.05)

Tabela 2.2 - Análises biométricas para machos e fêmeas de *Uca maracoani* do Rio Formoso, nordeste do Brasil.

Variáveis biométricas	Machos			Fêmeas		
	Min.	Max.	Média ± dp	Min.	Max.	Média ± dp
LC	5.86	36.11	22.90 ± 6.60	7.21	32.05	20.19 ± 5.24
CC	4.37	22.86	15.18 ± 4.18	4.97	21.99	13.92 ± 3.64
LA	1.56	9.43	5.90 ± 1.63	2.23	16.87	10.20 ± 3.74
CPQ	1.96	61.70	30.00 ± 14.83	1.87	13.14	7.96 ± 2.25
AQ	1.12	20.11	11.39 ± 4.68	0.76	3.54	2.20 ± 0.54
CG	1.78	14.49	8.95 ± 2.61			

LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da carapaça; LAW = Largura da carapaça; CPQ = comprimento do própodo do quelípodo; AQ = Maior altura do própodo do quelípodo; CG = Comprimento gonadal; Min= mínimo; Max = máximo; Dp = desvio padrão.

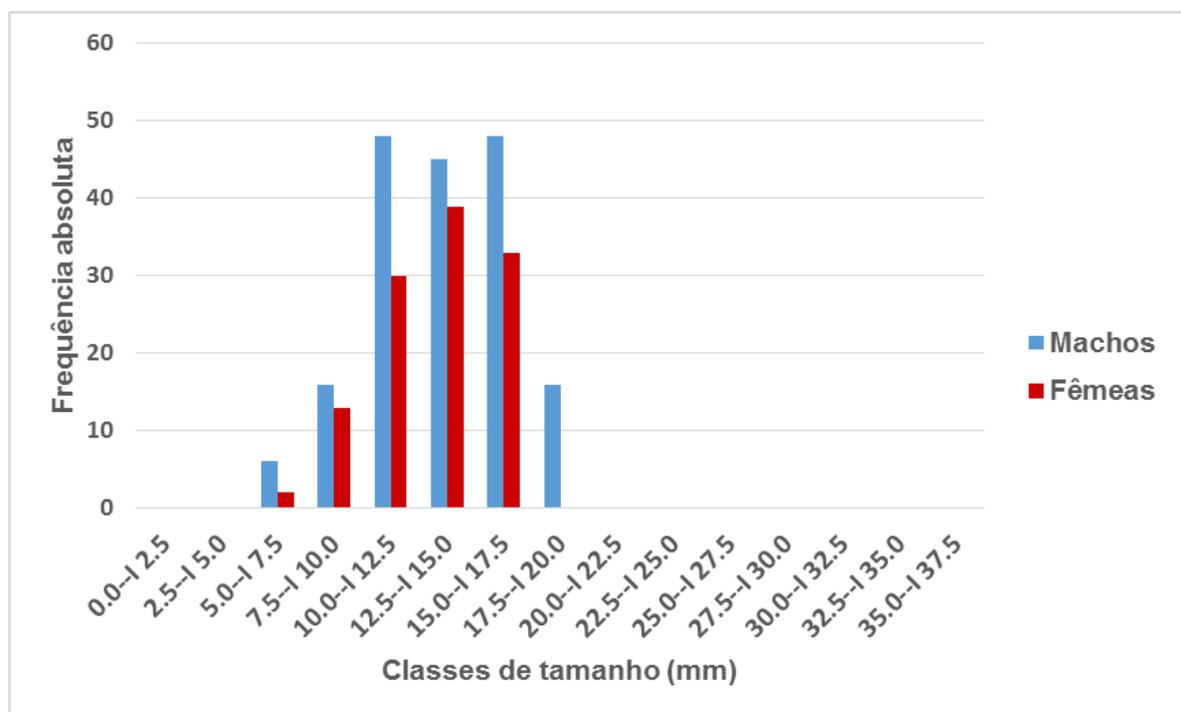


Figura 2.3 – Distribuição de frequência em classes de tamanho dos exemplares de *Uca maracoani*, indicando as proporções dos juvenis machos e fêmeas.

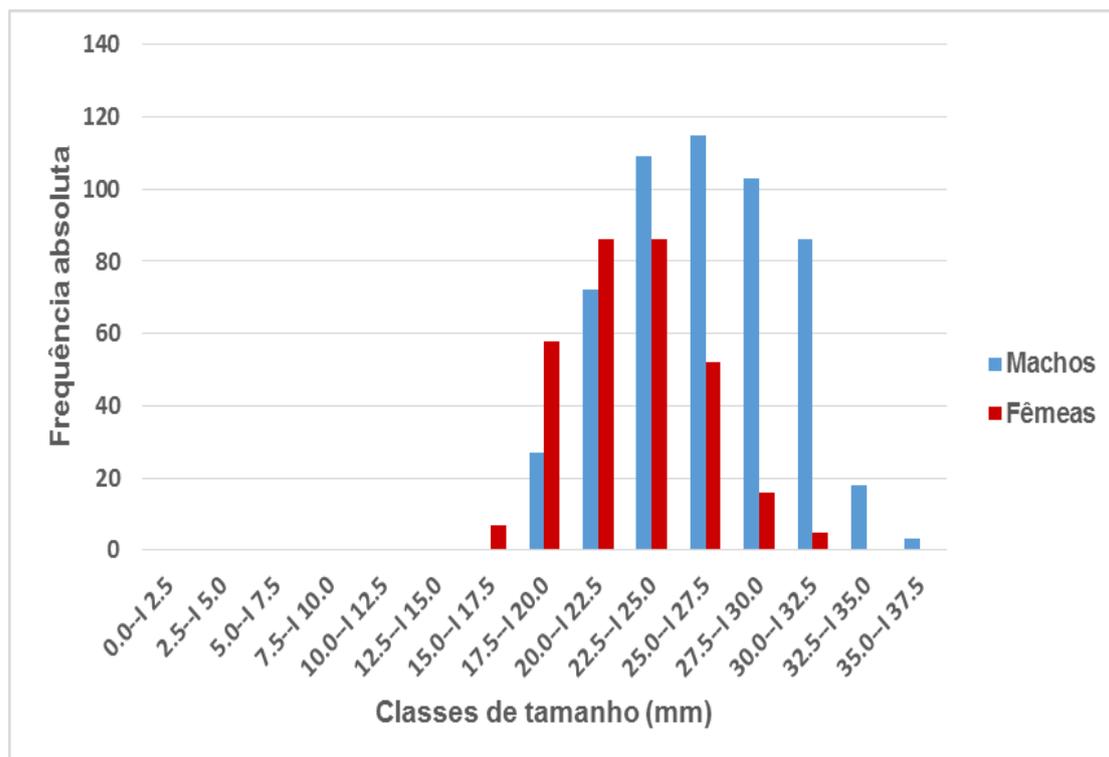


Figura 2.4 – Distribuição de frequência em classes de tamanho dos exemplares de *Uca maracoani*, indicando as proporções dos adultos machos e fêmeas.

Tabela 2.3 - Resultados do teste "t" para análises das equações constantes do crescimento relativo ("a" e "b") para machos e fêmeas de *Uca maracoani* do manguezal do Rio Formoso, nordeste do Brasil.

Relação	Fase sexual	N	A	B	Teste t student		LC50%
					t angular "b"	t linear "a"	
CC vs. LC	JM	179	0.7285	0.97	95.98*	101.37*	18.1
	AM	533	0.8972	0.90			
	JF	117	0.6906	0.99	174,16*	174,26*	17.0
	AF	310	0.734	0.98			
LA vs. LC	JM	184	0.278	0.98	594.70*	605.39*	18.4
	AM	532	0.4114	0.85			
	JF	103	0.1199	1.42	1159.40*	1121.02*	16.0
	AF	341	0.2282	1.26			
CPQ vs. LC	JM	187	0.133	1.64	4344.52*	3606.26*	17.9
	AM	566	0.059	1.96			
	JF	119	0.1549	1.34	964.74*	851.74*	17.1

	AF	308	0.3193	1.07			
AQ vs. LC	JM	189	0.0805	1.55	3550.63*	3567.43*	18.6
	AM	526	0.141	1.39			
	JF	115	0.1455	0.90	479.58*	477.15*	16.9
	AF	312	0.1864	0.82			
CG vs. LC	JM	179	0.3682	1.01	400.02*	396.61*	17.9
	AM	538	0.5628	0.88			

* = $p < 0.05$; LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da carapaça; LAW = Largura da carapaça; CPQ = comprimento do própodo do quelípodo; AQ = Maior altura do própodo do quelípodo; CG = Comprimento gonadal; Min= mínimo; Max = máximo; JM = Machos juvenis; AM = Machos adultos; JF = Fêmeas juvenis; AF = Fêmeas adultas; LC50% = carapaça com a qual 50 % dos machos e fêmeas são morfologicamente maduros.

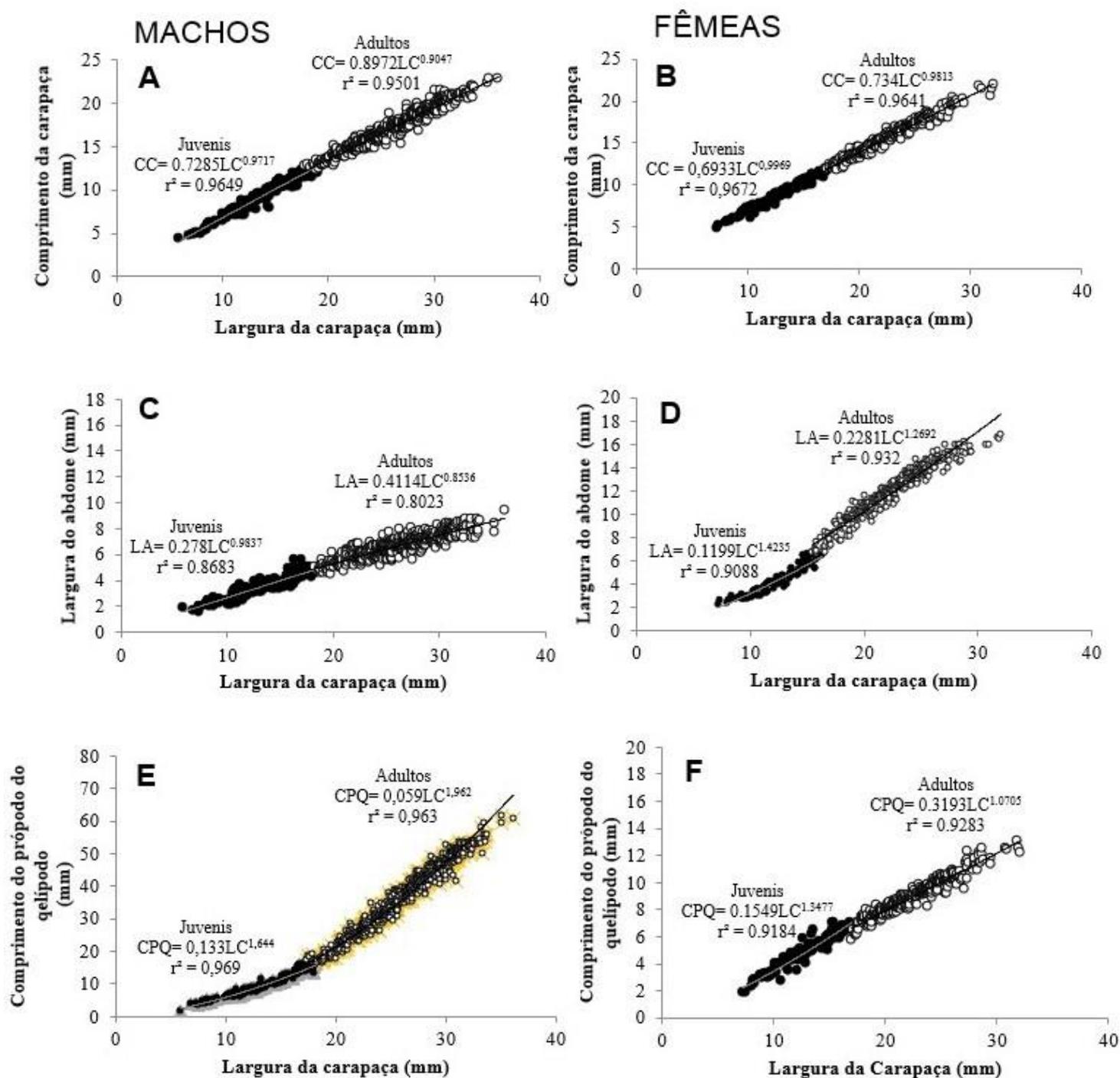
Os machos de *U. maracoani* mostrou alometria negativa para ambos os juvenis e adultos na relação CC vs. LC (juvenil machos $b = 0,97$ e adultos do sexo masculino $b = 0,90$, Figura 2.5 A; Tabela 2.4; $p < 0,05$). Nas fêmeas, essa relação foi isométrica em juvenis e adultas (fêmeas juvenis $b = 0,99$ e fêmeas adultas $b = 0,98$; Figura 2.5 B; $p > 0,05$).

A alometria positiva foi observada em fêmeas juvenis e adultas (juvenis $b = 1,42$ e adultas $b = 1,26$; Figura 2.5 C, Tabela 2.4; $p < 0,05$), indicando uma taxa de crescimento elevada na fase juvenil para a relação LA vs. LC. No entanto, os machos juvenis mostraram uma isometria e os adultos, alometria negativa na relação LA vs. LC (juvenis $b = 0,98$ e adultos $b = 0,85$; Figura 2.5 D, Tabela 2.4; $p < 0,05$).

Nos machos, a relação de CPQ vs. LC apresentou alometria positiva, em que há o aumento notável do comprimento propondo logo após a muda da puberdade, resultando em um aumento no coeficiente de alometria em *U. maracoani* (juvenis $b = 1,64$ e adultos $b = 1,96$; Figura 2.5 E; Tabela 2.4; $p < 0,05$). Um crescimento alométrico positivo foi também observado nas fêmeas para a relação de CPQ vs. LC (juvenis $b = 1,34$ e adultos $b = 1,07$; Figura 2.5 F; Tabela 2.4; $p < 0,05$).

Para a relação AQ vs. LC, alometria positiva foi observada em ambas as fases, em que o nível do crescimento alométrico dos quelípodos foi mais nítido na fase juvenil (juvenil $b = 1,55$ e adulto $b = 1,39$; Figura 2.5 G; Tabela 2.4; $p < 0,05$). No entanto, as fêmeas juvenis mostraram uma isometria nesta relação ($b = 0,90$; Figura 2.5 H; $p > 0,05$) e fêmeas adultas apresentaram uma alometria negativa ($b = 0,82$; Figura 2.5 H; Tabela 2.4; $p < 0,05$).

O crescimento gonadal dos machos foi distinta entre as fases, mas os juvenis mostraram um crescimento isométrico ($b = 1,01$; Figura 2.5 I; Tabela 2.4; $p > 0,05$) e os adultos um crescimento alométrico negativo ($b = 0,88$; Figura 2.5 I; Tabela 2.4; $p < 0,05$).



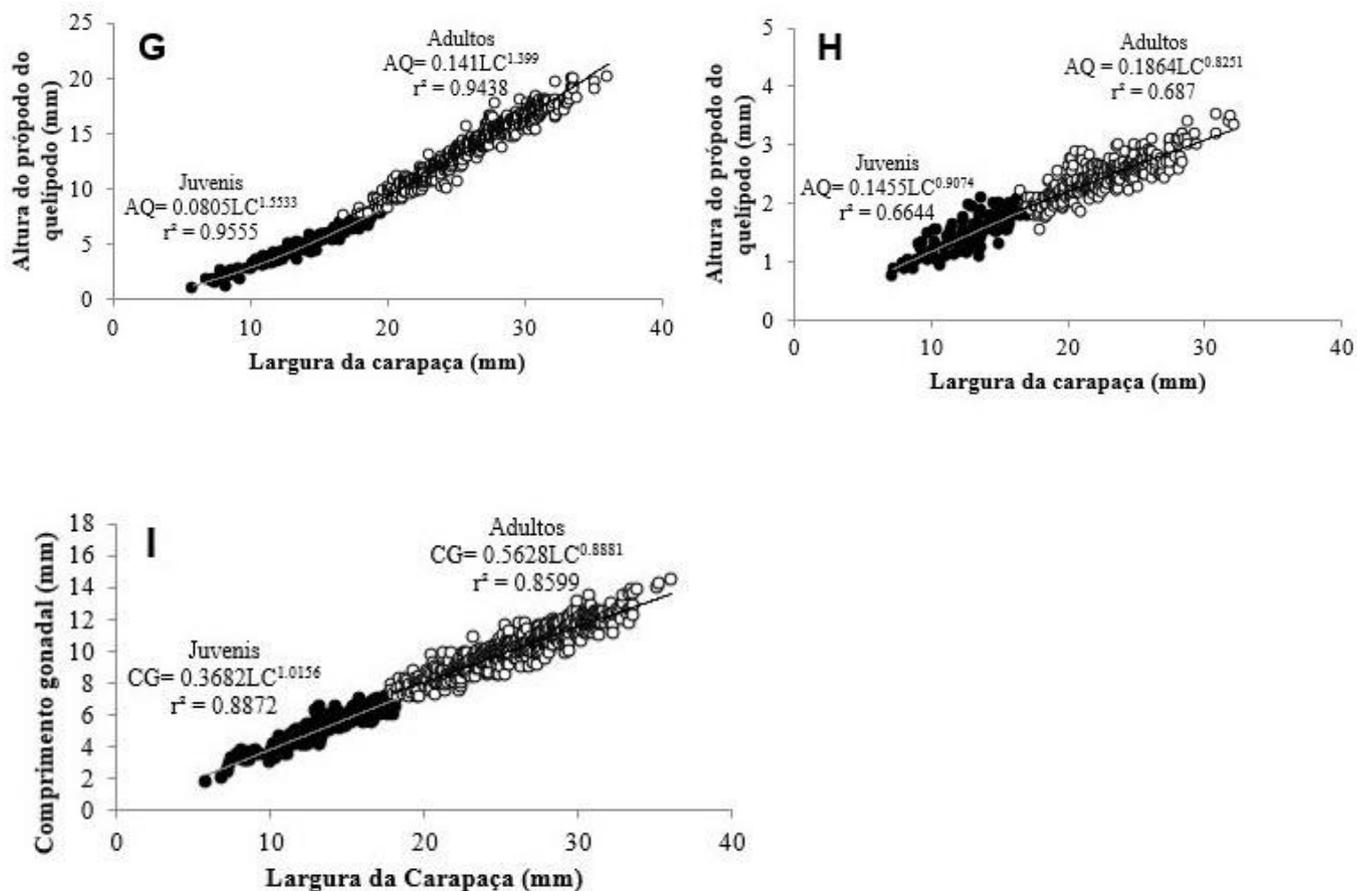


Figura 2.5 - Relações alométricas para juvenis (ponto cheio) e adultos (ponto vasado), e modelos ajustados para relação entre: CC vs. LC dos machos (A) e fêmeas (B); LA vs. LC dos machos (C) e fêmeas (D); CPQ vs. LC dos machos (E) e fêmeas (F); AQ vs. LC para machos (G) e fêmeas (H); CG vs. LC (I) de *Uca maracoani*.

Tabela 2.4 - Análise de regressão dos dados morfométricas com base na largura da carapaça (LC) como variável independente de *Uca maracoani* do manguezal do Rio Formoso, Nordeste do Brasil.

Relação	Sexo	N	Função $y = ax^b$	Equação linearizada $\text{Log } y = \text{log } a + b \text{log } x$	r^2	Alometri a	t (b = 1)
CC vs. LC	JM	179	$CC = 0.7285LC^{0.97}$	$\text{LogCC} = -0.13+0.97\text{LogLC}$	0.96	-	2.02*
	AM	533	$CC = 0.8972LC^{0.90}$	$\text{LogCC} = -0.04+0.90\text{LogLC}$	0.95	-	10.59*
	JF	117	$CC = 0.6906LC^{0.99}$	$\text{LogCC} = -0.16+0.99\text{LogLC}$	0.96	0	0.09
	AF	310	$CC = 0.734LC^{0.98}$	$\text{LogCC} = -0.13+0.98\text{LogLC}$	0.96	0	1.73
LA vs. LC	JM	184	$LA = 0.2780LC^{0.98}$	$\text{LogLA} = -0.55+0.98\text{LogLC}$	0.86	0	0.57
	AM	532	$LA = 0.4114LC^{0.85}$	$\text{LogLA} = -0.38+0.85\text{LogLC}$	0.80	-	7.95*
	JF	103	$LA = 0.1199LC^{1.42}$	$\text{LogLA} = -0.92+1.42\text{LogLC}$	0.90	+	-9.48*
	AF	341	$LA = 0.2281LC^{1.26}$	$\text{LogLA} = -0.64+1.26\text{LogLC}$	0.93	+	-14.43*
CPQ vs. LC	JM	187	$CPQ = 0.1330LC^{1.64}$	$\text{LogCPQ} = -0.87+1.64\text{LogLC}$	0.96	+	-29.93*
	AM	566	$CPQ = 0.0599LC^{1.96}$	$\text{LogCPQ} = -1.22+1.96\text{LogLC}$	0.96	+	-60.18*
	JF	119	$CPQ = 0.1549LC^{1.34}$	$\text{LogCPQ} = -0.81+1.34\text{LogLC}$	0.91	+	-9.36*
	AF	308	$CPQ = 0.3193LC^{1.07}$	$\text{LogCPQ} = -0.49+1.07\text{LogLC}$	0.92	+	-4.14*
AQ vs. LC	JM	189	$AQ = 0.0805LC^{1.55}$	$\text{LogAQ} = -1.09+1.55\text{LogLC}$	0.95	+	-22.57*
	AM	526	$AQ = 0.1410LC^{1.39}$	$\text{LogAQ} = -0.85+1.39\text{LogLC}$	0.94	+	-26.76*
	JF	115	$AQ = 0.1455LC^{0.90}$	$\text{LogAQ} = -0.83+0.90\text{LogLC}$	0.66	0	1.52
	AF	312	$AQ = 0.1864LC^{0.82}$	$\text{LogAQ} = -0.72+0.82\text{LogLC}$	0.68	-	5.53*
CG vs. LC	JM	179	$CG = 0.3682LC^{1.01}$	$\text{LogGL} = -0.43+1.01\text{LogLC}$	0.88	0	-0.57
	AM	538	$CG = 0.5628LC^{0.88}$	$\text{LogGL} = -0.24+0.88\text{LogLC}$	0.85	-	7.22*

* = Teste *t* de Student ($p < 0.05$); LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da carapaça; LA = Largura da carapaça; CPQ = comprimento do própodo do quelípodo; AQ = Maior altura do própodo do quelípodo; CG = Comprimento gonadal; Min= mínimo; Max = máximo; JM = Machos juvenis; AM = Machos adultos; JF = Fêmeas juvenis; AF = Fêmeas adultas; N = número de indivíduos; r^2 = coeficiente de determinação; + = alometria positiva; - = alometria negativo; 0 = isometria.

4. Discussão

A proporção sexual verificada não correspondeu à esperada (1:1), ocorrendo um desvio a favor dos machos, houve diferença significativa na proporção sexual na maioria dos

meses, exceto em maio de 2009 e, janeiro, fevereiro e março de 2010. Desta forma, demonstra-se uma superioridade de machos na população em relação às fêmeas durante todo o período de estudo fato observado em Santa Catarina em populações *Uca leptodactyla* (MASUNARI & SWIECH-AYOUB, 2003), no Paraná com *Uca maracoani* (MASUNARI *et al.*, 2005), no Rio de Janeiro com *Uca rapax* (CASTIGLIONI *et al.*, 2006; BEDÊ *et al.*, 2008; COSTA & SOARES-GOMES, 2009), e em São Paulo com *Uca burgersi* (BENETTI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004).

A razão sexual dos caranguejos do gênero *Uca* frequentemente difere de 1:1, sendo normalmente os machos mais abundantes (GENOMI, 1985). Segundo JOHNSON (2003), os desvios na proporção esperada para crustáceos pode ter relação com a diferença na distribuição entre os sexos, observada no comportamento das fêmeas na época da reprodução, quando ficam menos expostas ao meio ambiente externo, e por elevadas taxas de mortalidade das fêmeas, associadas ao aumento da predação e/ou aumento dos custos energéticos associados a reprodução.

Mesmo que as populações tropicais de *Uca* reproduzam-se ao longo do ano a amostragem pode ser tendenciosa, pois os caranguejos-violinistas machos possuem o hábito de ficar no substrato disputando e defendendo seu território para atrair as fêmeas. Assim, tornam-se mais expostos, além de serem mais visíveis do que as fêmeas devido ao tamanho da maior que ela (JORDÃO & OLIVEIRA, 2001; KOGA *et al.*, 2001). Além disso, conforme estudo realizado por COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO (2003), a proporção sexual pode mudar conforme a metodologia utilizada, na técnica de captura por esforço de amostragem (CPUE) é observada uma razão de 1:1 nos caranguejos, já na técnica de transecto há predominância de machos nos exemplares capturados por conta da sua exposição. 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.

No manguezal do Rio Formoso, notou-se que os machos ocuparam as maiores classes de LC ($22,9 \pm 6,6$ mm), o que indica que eles crescem mais do que as fêmeas ($20,19 \pm 5,24$ mm) da mesma espécie. Acredita-se que este crescimento deve-se ao variado investimento energético entre os sexos. Esse padrão de machos maiores que as fêmeas já era esperado para *Uca maracoani* e já observado em muitas populações de *Uca* (JOHNSON, 2003; LITULO, 2005 a,b; BENEDETTO & MASUNARI, 2009). Vários autores também atribuíram esse dimorfismo ao fato de que, após a muda da puberdade, os machos investem sua energia em crescimento, enquanto as fêmeas precisam partilhar a energia para o

crescimento e produção dos ovos (HARTNOLL, 1985; MANTELATTO & MARTINELLI, 1999; BAPTISTA-METRI, 2005; ARAÚJO & LIRA, 2012; ARAÚJO *et al.* 2012b; LIRA *et al.*, 2012). Assim, o crescimento das fêmeas é diminuído em virtude da reprodução (FERKAU & FISCHER, 2006; LIRA *et al.* 2012).

Machos e fêmeas foram registrados em quase todas as classes de tamanho, tendo uma maior ocorrência de machos nas últimas classes e fêmeas nas classes intermediárias, uma realidade também observada para *Uca rapax* por CASTIGLIONI *et al.* (2006). Os machos adultos foram mais representativos nas últimas classes de tamanho enquanto as fêmeas adultas foram ausentes nas duas últimas. Os juvenis prevaleceram nas classes médias para ambos os sexos. Em estudo realizado com o gênero *Uca*, BEDÊ *et al.* (2008) observou de maneira geral, que as classes de maior tamanho tiveram uma predominância de machos, fato também verificado por COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO (2004), para *U. vocator* em manguezais do estado de São Paulo. Segundo DÍAZ & CONDE (1989) a ausência de fêmeas pode estar relacionada ao seu crescimento mais lento, após a puberdade em relação aos machos.

A largura da carapaça geralmente é considerada a variável independente em estudos morfométricos de Brachyura porque exhibe algumas alterações morfológicas ao longo da vida do caranguejo (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; ARAÚJO *et al.* 2012a; CASTIGLIONI & COELHO, 2011). Com a observação de um crescimento alométrico negativo, os machos indicam que há um crescimento mais elevado da LC em relação ao CC. Este resultado é muito semelhante ao obtido por NEGREIROS-FRANSOZO *et al.* (2003) para a mesma espécie e por CASTIGLIONI & NEGREIROS - FRANSOZO (2004) para *U. rapax* (Smith, 1870), exceto para fêmeas adultas, que apresentou crescimento isométrico para esta relação em ambos os estudos.

Uca maracoani apresentou dimorfismo sexual em relação ao tamanho médio da largura da carapaça, considerando que os machos atingiram tamanho superior ao das fêmeas. Segundo DÍAZ & CONDE (1989), a diferença de tamanhos entre os sexos, parece estar relacionada com uma taxa elevada de crescimento ou um período mais prolongado de crescimento em machos, sendo que as fêmeas direcionam grande parte das reservas energéticas acumuladas para o desenvolvimento gonadal e suprimento da massa de ovos durante a postura, fato que provavelmente explica a diferença de tamanho entre machos e fêmeas de *U. maracoani*. No entanto, esta relação não é a mais apropriada para expressar mudanças biológicas com significado reprodutivo que ocorrem na vida de caranguejos que ocorrem na vida de caranguejos (SANTOS *et al.* 1995). Outras partes do corpo, como o abdome, quelípodo e gônada mostraram mudanças no grau de alometria com a puberdade.

(CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; CASTIGLIONI & COELHO, 2011) e são os mais adequados para o estudo do crescimento relativo e determinação da maturidade morfológica.

A proporção sexual nas classes de tamanho de largura da carapaça de *U. maracoani* apresentou um padrão esperado, houve uma predominância das fêmeas nas classes intermediárias e maiores. Este padrão observado para *Uca rapax* por CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO (2004) que afirma que as fêmeas frequentemente demonstram um aumento na largura do abdome. Este aumento, é justificado pela disponibilidade de parte de suas energias para a reprodução e durante o tempo em que elas estão incubando os ovos cessam-se os eventos de crescimento somático, os quais são antagônicos aos eventos reprodutivos, retardando dessa maneira o seu crescimento em relação aos machos (ADIYODY & ADIYODI, 1970; WENNER, 1972) e pela função estrutural desempenhada, já que esta forma uma câmara onde a massa de ovos está ligada aos pleópodos e protegidos durante a incubação. Desta forma, melhor evidencia-se a maturidade sexual morfológica das fêmeas. No entanto, para os machos os quelípodos são os que indicam bem essa maturação. Eles utilizam seus abdomes para a sustentação e proteção dos dois pares de pleópodos responsáveis pela transferência do esperma durante o acasalamento. Seu crescimento, na maioria das espécies de braquiúros, é isométrica, verificado por FRANSOZO *et al.* (2002) e CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO (2004) e também pelos juvenis deste estudo.

O padrão de crescimento observado para as diferentes dimensões de quelípodo foi condizente com os observados para a maioria das espécies de braquiúros, resultado de um aumento no coeficiente de alometria justificável por maiores dimensões do quelípodo. Esses são bem notáveis especialmente porque promovem vitórias durante os conflitos intraespecíficos, nos comportamentos agnóstico e namoros. Além da vantagem no período produtivo, quando os machos lutam por fêmeas que serão posteriormente manipuladas por quelípodos durante o acasalamento (PINHEIRO & FRANSOZO, 1999; MASUNARI & DISSENHA, 2005).

5. Conclusão

O estudo da maturidade sexual morfológica de *Uca maracoani* no manguezal do rio Formoso, Pernambuco, permitiram concluir, que a população apresenta-se sugestivamente estável, onde os machos mostraram-se mais abundantes que as fêmeas e atingindo tamanhos superiores ao das fêmeas, ocuparam maiores classes de LC.

As relações morfométricas que melhor evidenciou o início da maturidade sexual morfológica para *Uca maracoani* foram CPQ vs. LC para machos e LA vs. LC para fêmeas.

O crescimento padrão observado no abdome da fêmea provavelmente está relacionado a incubação dos ovos, enquanto o crescimento excessivo mostrado no quelípodo do macho deve estar relacionado a processos reprodutivos, já que este apêndice é usado na corte e nas interações específicas com outros machos.

Machos e fêmeas de *Uca maracoani* são maduros, respectivamente em 17,9 e 16,0 mm de LC.

Esses resultados nos permite afirmar que para compreender o ciclo de vida de *Uca maracoani*, é fundamental estudar o seu crescimento relativo e tamanho da maturidade sexual.

Agradecimentos

O autor é grato à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), de apoio financeiro para o trabalho de campo (APQ: 0.108-2,04 / 07), e ao CNPq pela bolsa. O autor também agradece a Adriano Augusto Nascimento Martins por sua ajuda durante o trabalho de campo. Toda amostragem deste estudo foi conduzida em conformidade com as leis estaduais e federais atuais (ICMBio 14.340-1).

Referências bibliográficas

ALMEIDA, A. O.; COELHO, P. A.; SANTOS, J. T. A.; FERRAZ, N. R. 2006. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Biota Neotropica*, 6 (2): 24.

ARAÚJO, M. S. L. C.; COELHO, P. A.; CASTIGLIONI, D. S. 2012a. Relative growth and determination of morphological sexual maturity of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun (Crustacea, Ocypodidae) in two mangrove areas from Brazilian tropical coast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 7 (3): 156-170.

ARAÚJO, M. S. L. C.; BARRETO, A. V.; NEGROMONTE, A. O.; SCHWAMBORN, R. 2012b. Population ecology of the blue crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) in a Brazilian tropical estuary. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84 (1): 129-138.

ARAÚJO, M. S. L. C.; LIRA, J. J. P. R. 2012. Condition factor and carapace width versus wet weight relationship in the swimming crab *Callinectes danae* Smith 1869 (Decapoda:Portunidae) at the Santa Cruz Channel, Pernambuco State, Brazil. *Nauplius*, 20: 41-50.

AVELINE, L. C. 1980. Fauna de manguezais brasileiros. *Revista Brasileira de Geografia*, 42 (2): 786-821.

BAPTISTA - METRI, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 22 (2): 466 – 453.

BEDÊ L. M.; OSHIRO, L.M.Y.; MENDES, L.M.D.; SILVA. A.A 2008. Comparação da estrutura populacional das espécies de *Uca* (Crustacea Decapoda: Ocypodidae) no Manquezal de Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brasil. *Zoologia* 25 (4): 601-607

BEINLICH, B.; VON HAGEN, H. O. 2006. Materials for a more stable subdivision of the genus *Uca* Leach. *Zoologische Mededelingen*, 80: 9-32

BENEDETTO, M. D.; MASUNARI, S. 2009. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. *Iheringia Série Zoologia*, 99 (4): 381-389.

BENETTI, A. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2004. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia (Zoologia)*, 94 (1): 67-72.

BEZERRA L. E. A.; DIAS, C. B.; SANTANA, G. X. & MATTHEWS-CASCON, H. 2006 Spatial distribution of fiddler crabs (genus *Uca*) in a tropical mangrove of northeast Brazil. *Scientia Marina*, 70: 759-766.

CARDOSO, F. C. R.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2004. A comparison of the allometric growth in *Uca leptodactyla* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from two subtropical estuaries. *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 84: 733-735.

CASTIGLIONI, D. S. 2003. *Aspectos populacionais e reprodutivos de Uca rapax (Smith, 1870) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em dois manguezais do litoral Norte Paulista*. 178 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

CASTIGLIONI, D. S.; CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2004. Somatic growth of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from two subtropical mangroves. *Universidad y Ciencia*, 20 (39): 15-22.

CASTIGLIONI, D. S; NEGREIROS FRANSOZO, M. L. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira Zoologia*, 21(1): 137-144.

CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; MORTARI, R. C. 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.; COELHO, P. A. 2011. Determinação da maturidade sexual de *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucididae) em duas áreas de manguezal do litoral sul de Pernambuco, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, 101(1-2):138-144.

CASTIGLIONI, D. S., ALMEIDA, A. O.; BEZERRA, L. E. A. 2011. More common than reported: range extension, size–frequency and sex-ratio of *Uca (Minuca) victoriana* (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 3: 1-8.

CASTIGLIONI, D. S.; SILVA, J. V. C.; AZEVEDO, D. S. 2011b. Relative growth and its use to determine the morphological sexual maturity of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura, Ucididae) from two mangrove areas on the Northeastern Brazilian coast. *Crustaceana*, 84: 1221-1241.

COELHO, P.A.; RAMOS, M.A. 1972. *A constituição e a distribuição da fauna de Decapodos no litoral leste da América do Sul, entre as latitudes de 5° N e 39° S*. Trab. Inst. Oceanograf. Univ. Fed. Pernambuco, 13: 133-236.

COLPO, K. D.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2004. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forest. *Scientia Marina*, 68(1): 139-146.

CORGOS, A.; 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 determined growth. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 851-859.

COSTA, T.M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 2003. Population Biology of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical south american mangrove area: results from transect and catch-per-unit-effort techniques. *Crustaceana*, 75 (10): 1201-1218.

COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. 2009. Population and structure biology of *Uca rapax* (Decapoda: Ocypodidae) in a tropical Coastal Lagoon (Itaipu), Southeast Brazil. *Zoologia* 26 (4): 647-657.

CPRH (Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos). Diagnóstico sócio-ambiental APA de Guadalupe: litoral sul de Pernambuco. Recife, não paginado. 1998.

CRANE, J. 1975. Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus *Uca*. Princeton, *Procenton University Press*, XXIV + 736p.

DALABONA, G.; SILVA, J. L.; PINHEIRO, M. A. A. 2005. Size at morphological maturity of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) in the Laranjeiras Bay, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology and Technology*, 48 (1): 139-145.

DÍAZ, H.; CONDE, J. E. 1989. Population dynamics and life history of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*, 45 (1): 148-163.

DI BENEDETTO, M.; MASUNARI, S. 2009. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná. *Iheringia Serie Zoologia*, 99(4): 381-389.

EMMERSON, W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratio of eight species of crabs from Magazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 14 (3): 568-578.

FARIAS, A. C. A. 2011. *Estrutura populacional do caranguejo Chama-Maré Uca thayeri Rathbun, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no manguezal do Rio Formoso, PE, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente. Universidade Federal de Pernambuco.

FERKAU, C.; FISCHER, K. 2006. Costs of reproduction in male *Bicyclus anynana* and *Pieris napi* butterflies: effects of mating history and food limitation. *Ethology*, 112:1117–1127.

FIDEM. 1987. Região Metropolitana do Recife: Reservas Ecológicas. Recife, Fundação de Desenvolvimento Municipal, SEPLAN, 108p.

FLORES, A. V.; SARAIVA, J.; PAULA, J. 2002. Sexual maturity, reproductive cycles, and juvenile recruitment of *Perisesarma guttatum* (Brachyura, Sesamidae) at Ponta Rasa mangrove swamp, Inhaca Island, Mozambique. *Journal of Crustacean Biology*, 22 (1): 142-156.

FONTELLES-FILHO, A. A. 1989. *Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional*. Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza, Brazil. 296.

GARCIA-DÁVILA, C. R., MAGALHÃES, C.; GUERRERO, J. C. H. 2005. Morphometric variability in populations of *Palaemonetes* spp. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from the Peruvian and Brazilian Amazon Basin. *Iheringia*, 95(3): 327-334.

GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E.; FREIRE, J. 1994. Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analyses. *Journal of Marine Science*, 51(2): 133-145.

GREGATI, R. A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2007. Relative growth and morphological sexual maturity of *Chasmagnathus granulatus* (Crustacea, Varunidae) from a mangrove area in southeastern Brazilian coast. *Iheringia*, 97 (3): 268-272.

- HAEFNER, P. A., JR. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Science* 46(2):264-286.
- HARTNOLL, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 27(2): 131-156.
- HARTNOLL, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34(3): 281-293.
- HARTNOLL, R. G., 1982. Growth. In: D. E. BLISS (ed). *The Biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. New York, *Academic Press*, Inc. 2: 11-196.
- HARTNOLL, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output, 101-128. In: A.M. WENNER (Ed.). *Factors in adult growth*. Rotterdam, A.A. *Balkema*, 362.
- HIROSE, G. L.; M. L. NEGREIROS-FRANSOZO, 2007. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). *Gulf and Caribbean Research*, 19: 43-50.
- HIROSE, G. L.; M. L. NEGREIROS-FRANSOZO, 2008. Population biology of *Uca maracoani* Latreille 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) on the southeastern coast of Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3 (3): 373-383.
- HIROSE, G. L.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2013. Comparison of body size, relative growth and size at onset sexual maturity of *Uca uruguayensis* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) from different latitudes in the south-western Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93 (3): 781-788.
- HUBER, M. E. 1985. Allometric growth of the carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xanthidae). *Journal of Crustacean Biology*, Lawrence, 5 (1): 79-83.
- HUTCHINSON, G. E. 1981. *Introducción a la ecología de poblaciones*. Barcelona, *Editorial Blume*, 492p.

HUXLEY, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. *Proc. Royal Soc. London*, 137 (B): 465-469.

IBAÑEZ-AGUIRRE, A. L.; CABRAL-SOLIS, E.; GALLARDO-CABELO, M.; ESPINO-BARR, E. 2006. Comparative morphometrics of two populations of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) on the Atlantic and Mexican Pacific coasts. *Scientia Marina*, 70(1): 139-145.

IGLESIA, H. O.; RODRIGUEZ, E. M.; DEZI, E. M. 1994. Burrow plugging in the crab *Uca uruguayensis* and its synchronization with photoperiod and tides. *Physiology and Behavior*, New York, 55 (5): 913-919.

JOHNSON, P. T. J. 2003. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class and sexspecific mortality. *Crustaceana*, 76(5): 559-580.

JONES, M. B.; SIMONS, M. J. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Bull. Mar. Sci.*, 33: 656-670.

JONES, D. A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. In: Por, F.D. & Dor, I. eds. *Hidrobiology of the mangal*. Boston, *W. Junk Publishers Boston*, 89-109.

JORDÃO, J. M.; OLIVEIRA, R. F. 2001. Major claws make male fiddler crabs more conspicuous to visual predators: a test using human observers. *Hidrobiología*, 49: 241-247.

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

KOGA, T.; BACKWELL, P.R.Y.; CHRISTY, J. H.; MURAI, M.; KASUYA, E. 2001. Malebiased predation of a fiddler crab. *Animal Behaviour*, 62: 201-207.

LIRA, J. J. P. R.; CALADO, T. C. S.; ARAÚJO, M. S. L. C. 2012. Condition factor of *Goniopsis cruentata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) from Mundaú/Manguaba estuarine complex, Alagoas, Brazil. *Iheringia Série Zoologia*, 102(3): 285-291.

LIRA, L.; ZAPATA, M. C.; FALCÃO, I. M. M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A. V. 1978. Material em suspensão, temperatura e salinidade no estuário do rio Mamucabas - PE. *Cad. Ômega*, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2(1): 97-116

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

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

MANTELATTO, F.L.M; MARTINELLI, J. M. 1999. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Bay, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Rio Grande, (87): 111-116.

MASUNARI, S. & B. P. SWIECH-AYOUB, 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (3): 487-491.

MASUNARI, S., N. DISSENHA; R. C. FALCÃO, 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Lareille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (4): 974-983.

MASUNARI, S.; DISSENHA, N. 2005. Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4): 984-990.

MELO, G. A. S. 1985. *Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil*. São Paulo: USP, Mus. Zool. 247. (Tese Doutorado).

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A. 1992. Estrutura populacional e relação com a concha em *Paguristes tortugae* Schimitt, 1933 (Decapoda, Diogenidae), no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia*, São Paulo, 17: 31-42.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L., COLPO, K. D.; COSTA, T. M. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. *Journal of Crustacean Biology*, 23 (2): 273-279.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, state of São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 65:377-389.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. 1998. Sexual maturity of speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state, Brazil. *Crustaceana*, 71 (6): 15-47.

PRALON, B. G. N.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2008. Relative growth and morphological sexual maturity of *Uca cumulanta* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) from a tropical Brazilian mangrove population. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88 (3): 569-574.

RICKLEFS, R.E. 2003. *A economia da natureza*. 5ª Edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

RODRIGUES, M.D.; HEBLING, N.J. 1989. *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete development under laboratory conditions and its systematic position. *Revta. Bras. Zool.* 6, 147-166.

SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 55 (4): 545-553.

SAMPEDRO, M. P.; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E.; FREIRE, J.; MUIÑO, R. 1999. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (3): 578-592.

SASTRY, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F.J.; VERNBERG, W.B. eds. *The Biology of Crustacea: Enviromental adaptations*. New York, *Academic Press*, 179-270.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo, *Caribbean Ecological Research*, 64.

ZAR, J. H., 1996. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, *Upper Saddle River*, 662.