



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro de Tecnologia e Geociência – CTG
Departamento de Oceanografia – DOCEAN
Laboratório de Carcinologia - Labcarcino



*DIVERSIDADE E ECOLOGIA DOS
CRUSTACEA BRACHYURA DOS
MANGUEZAIS DOS RIOS ARIQUINDÁ E
MAMUCABAS, LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO, BRASIL*

Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo

Recife, Março/2013

Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo

*DIVERSIDADE E ECOLOGIA DOS
CRUSTACEA BRACHYURA DOS
MANGUEZAIS DOS RIOS ARIQUINDÁ E
MAMUCABAS, LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO, BRASIL*

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora.

Orientadoras: Prof^a Dr^a Deusinete de Oliveira Tenório (UFPE)
Prof^a Dr^a Daniela da Silva Castiglioni (UFSM)

Catalogação na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

A663d Araújo, Marina de Sá Leitão Câmara de.
Diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, litoral sul de Pernambuco - Brasil / Marina de Sá Leitão Câmara de Araújo. - Recife: O Autor, 2013.
xvi, 203 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Deusinete de Oliveira Tenório.
Co-Orientadora: Profa. Dra. Daniela da Silva Castiglioni.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2013.
Inclui Referências e anexos.

1. Oceanografia. 2. *Armases angustipes*. 3. Brachyura. 4. Diversidade. 5. Impactos ambientais. 6. Manguezal. 7. *Uca*. 8. *Ucides cordatus*. I. Tenório, Deusinete de Oliveira. (Orientadora). II. Castiglioni, Daniela da Silva. (Orientadora). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2013-139

**DIVERSIDADE E ECOLOGIA DOS CRUSTACEA BRACHYURA DOS
MANGUEZAIS DOS RIOS ARIQUINDÁ E MAMUCABAS, LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO, BRASIL**

Tese de Doutorado em Oceanografia entregue e defendida, sendo avaliada e aprovada pelos
seguintes doutores em 20 de março de 2013:

Profa Dra Daniela da Silva Castiglioni (UFSM)
Orientadora e presidente da banca

Profª Drª Cristiane Maria Rocha Farrapeira (UFRPE)
Titular

Profª Drª Tereza Cristina dos Santos Calado (UFAL)
Titular

Drª Aline do Vale Barreto (UFPE)
Titular

Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho (UFPE)
Titular

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (UFPE)
Suplente

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), por permitir minha formação acadêmica como Doutora;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

A todos que compõem o programa de Pós-Graduação em Oceanografia da UFPE, entre alunos, técnicos e professores;

Aos meus prezados orientadores pela excelente supervisão no desenvolvimento dessa tese: Prof. Dr. Petrônio Alves Coelho (*in memoriam*), querido tutor 'calminha de guiné' que me acompanhou até nos deixar repentinamente, Prof^a Dr^a Deusinete de Oliveira Tenório (UFPE), que me acolheu com tanto zelo após a partida de Dr. Petrônio, e Prof^a Dr^a Daniela da Silva Castiglioni (UFES), que com tanta dedicação e boa vontade me cedeu os dados para essa tese e que esteve do meu lado para tudo o que eu precisasse, sendo acima de tudo uma grande amiga. Sou muito grata a vocês três!

Ao Laboratório de Carcinologia na pessoa do Prof. Dr. Jessor Fidelis e toda sua equipe de trabalho, em especial ao Ricardo Paiva, Débora Albuquerque, Elkênita Guedes, Sheila Souza, Jéssica Lima, Elinai Santos e Flavio Almeida, e aos egressos Filipe Santana e Catarina Silva, pela amizade incomensurável e pelos dias e tardes divertidos, bem como pelo apoio na pesquisa.

À banca examinadora: Prof^ª Dr^ª Cristiane Farrapeira (UFRPE), Prof^ª Dr^ª Tereza Calado (UFAL), Dr^ª Aline do Vale Barreto (UFPE) e Prof. Dr. Jesser Fidelis (UFPE) pelas grandes contribuições visando a melhoria dessa tese e meu crescimento pessoal e profissional;

À minha família, especialmente à minha mãe Silvia de Sá Leitão Dévé, meu exemplo de vida, pelo carinho e toda a educação que me deu e por sempre me incentivar nos estudos; ao meu pai Antônio Carlos de Araújo, por toda a dedicação como pai; à minha avó Mariluce de Sá Leitão (*in memoriam*), linda, guerreira em todas as horas, por me ensinar a lutar independente das intempéries que a vida nos traga, que infelizmente nos deixou recentemente; às minhas tias e segundas mães Marta Câmara, pelo amor incondicional aos seus sobrinhos, e Helena Câmara, com seu jeito ímpar de ser, sempre atenciosa; aos meus irmãos queridos Rafael de Sá Leitão e Maurício de Sá Leitão, por toda a alegria que sinto em estar ao seu lado, sempre me divertindo, e Luis Carlos Dias (*in memoriam*); a minha prima Lara Câmara, querida e amicíssima; às minhas sobrinhas Sofia, Maria Clara e Ana Carolina, as mais lindas e inteligentes que alguém pode ter; e por fim, mas não menos importante, ao meu padrasto Jean Luc Dévé;

Um agradecimento ao meu cachorro Trovão, amigo querido que nos foi tomado de uma maneira tão triste; que um dia as pessoas aprendam a ter amor e compaixão pelos animais assim como os têm por seus semelhantes;

Aos meus amigos Valdylene Tavares, Thiago Reis, Adilma Montenegro, Nathalia Barros, Jonathas Pereira, Dalva Oliveira, Elisa Pitanga, Keyla Travassos, Antônio Castro, Fernanda Possatto, Wanda Stefânia e Adriana Menezes, dentre tantos, pela amizade preciosa;

A todos que contribuíram de maneira direta e indireta mas que não me lembrei de colocar os nomes, peço desculpas mas não se sintam menos especiais ☺.

Sinopse

Resumo.....	1
Palavras-chave.....	1
Abstract.....	2
Key words.....	2
Considerações Iniciais.....	3
Introdução.....	3
Justificativa.....	7
Estrutura da tese.....	8
Objetivos.....	9
Objetivo geral.....	9
Objetivos específicos.....	9
Hipóteses.....	9
Hipótese geral.....	9
Hipóteses específicas.....	10
Descrição da área de estudo.....	11
Manguezal do Rio Ariquindá.....	11
Manguezal do Rio Mamucabas.....	13
Materiais e Métodos.....	15
Referências.....	17
Capítulo I Diversidade e Ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco.....	26
Resumo.....	26
Palavras-chave.....	26
Abstract.....	26
Key words.....	27
Introdução.....	27
Materiais e Métodos.....	29
Descrição da área de estudo.....	29
Procedimentos de coleta.....	30
Procedimentos em laboratório.....	31
Análise dos dados.....	31
Resultados.....	34

Parâmetros abióticos.....	34
Diversidade no manguezal do Rio Ariquindá.....	36
Diversidade no manguezal do Rio Mamucabas.....	44
Discussão.....	52
Referências.....	62
Capítulo II Biologia populacional de <i>Armases angustipes</i> (Decapoda: Sesarmidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco.....	74
Resumo.....	74
Palavras-chave.....	74
Abstract.....	74
Key words.....	75
Introdução.....	75
Materiais e Métodos.....	77
Procedimentos de coleta.....	77
Procedimentos em laboratório.....	78
Análise dos dados.....	78
Resultados.....	79
Dados abióticos.....	79
Biologia populacional de <i>Armases angustipes</i> no manguezal do Rio Ariquindá.....	80
Biologia populacional de <i>Armases angustipes</i> no manguezal do Rio Mamucabas.....	83
Comparação do tamanho médio de <i>Armases angustipes</i> entre os manguezais	86
Discussão.....	87
Referências.....	91
Capítulo III Estrutura populacional comparativa das espécies de <i>Uca</i> (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco.....	99
Resumo.....	99
Palavras-Chaves.....	99
Abstract.....	99
Key words.....	100

Introdução.....	100
Materiais e Métodos.....	103
Manguezal do Rio Ariquindá.....	103
Manguezal do Rio Mamucabas.....	104
Procedimentos de coleta.....	104
Procedimentos em laboratório.....	105
Análise dos dados.....	105
Resultados.....	106
Dados abióticos.....	106
Biologia populacional de <i>Uca</i> spp.....	107
Manguezal do Rio Ariquindá.....	107
Manguezal do Rio Mamucabas.....	111
Comparação do tamanho médio de <i>Uca</i> entre manguezais.....	115
Discussão.....	115
Referências.....	120
Capítulo IV Crescimento relativo e determinação da maturidade sexual morfológica do caranguejo chama-maré <i>Uca thayeri</i> (Crustacea, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco....	130
Resumo.....	130
Palavras-chave.....	130
Abstract.....	130
Key words.....	131
Introdução.....	131
Materiais e Métodos.....	133
Procedimentos de campo.....	133
Procedimentos de laboratório.....	134
Análise dos dados.....	134
Resultados.....	135
Manguezal do Rio Ariquindá.....	135
Manguezal do Rio Mamucabas.....	139
Maturidade sexual morfológica.....	143
Comparação do tamanho de machos e fêmeas entre os manguezais.....	143
Discussão.....	144

Referências.....	150
Capítulo V Relação largura-peso e fator de condição de <i>Ucides cordatus</i> (Crustacea, Decapoda, Ucridae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco.....	156
Resumo.....	156
Palavras-Chave.....	156
Abstract.....	156
Key words.....	157
Introdução.....	157
Materiais e Métodos.....	160
Procedimentos de coleta.....	160
Procedimentos em laboratório.....	160
Análise dos dados.....	161
Resultados.....	162
Discussão.....	165
Referências.....	169
Considerações Finais.....	178
Anexos.....	181

Lista de Figuras

Considerações Iniciais

Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino do Rio Formoso, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google maps®	12
Figura 2. Localização das estações de coleta (•) no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google earth®	13
Figura 3. Mapa do Complexo Ambiental Ilhetas-Mamucabas, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google maps®	14
Figura 4. Localização das estações de coleta (•) no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google earth®	15

Capítulo I

Figura 1. Valores de abundância de acordo com as estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	40
Figura 2. Análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS) das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	41
Figura 3. Análise hierárquica de Cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco.....	43
Figura 4. Valores de abundância de acordo com as estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	47
Figura 5. Análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS) das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	49
Figura 6. Análise hierárquica de Cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	51
Figura 7. Número de espécies de crustáceos da Infraordem Brachyura por localidade na costa brasileira. Valores baseados apenas nas coletas manuais realizadas no ecossistema manguezal. Siris (Portunidae) coletados apenas por apetrechos específicos (redes de arrasto ou armadilhas de espera) no estuário não foram incluídos.....	55

Capítulo II

Figura 1. Frequência relativa (%) de machos e fêmeas de <i>Armases angustipes</i> por classes de largura de carapaça (LC), no manguezal do Rio Ariquindá, Estado	
---	--

de Pernambuco.....	82
Figura 2. Relação entre a largura da carapaça (LC) e comprimento da carapaça (CC) de machos e fêmeas de <i>Armases angustipes</i> , no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	83
Figura 3. Frequência relativa (%) de machos e fêmeas de <i>Armases angustipes</i> por classes de largura de carapaça (LC), no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	85
Figura 4. Relação entre a largura da carapaça (LC) e comprimento da carapaça (CC) de machos e fêmeas de <i>Armases angustipes</i> , no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	85

Capítulo III

Figura 1. Distribuição de frequência por classes de tamanho (largura da carapaça - mm) de machos e fêmeas das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	110
Figura 2. Abundância relativa (%) por ponto de amostragem das espécies de <i>Uca</i> coletadas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	111
Figura 3. Distribuição de frequência por classes de tamanho (largura de carapaça - mm) de machos e fêmeas das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	113
Figura 4. Abundância relativa (%) por ponto de amostragem das espécies de <i>Uca</i> coletadas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	115

Capítulo IV

Figura 1. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA), D – comprimento do gonópodo (CG)] para jovens e adultos de machos de <i>Uca thayeri</i> Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos.....	137
Figura 2. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA)] para jovens e adultos de fêmeas de <i>Uca thayeri</i> Rathbun,	

1900 no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos..... 138

Figura 3. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA), D – comprimento do gonópodo (CG)] para jovens e adultos de machos de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos..... 141

Figura 4. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA)] para jovens e adultos de fêmeas de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Mamucabas, Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos..... 142

Capítulo V

Figura 1. Regressão entre a largura da carapaça (LC) e peso úmido (PU) para machos (A) e fêmeas (B) de *Ucides cordatus* no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco..... 163

Figura 2. Regressão entre a largura da carapaça (LC) e peso úmido (PU) para machos (A) e fêmeas (B) de *Ucides cordatus* no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco..... 164

Lista de tabelas

Capítulo I

Tabela I. Parâmetros abióticos por mês de amostragem e períodos do ano, na Estação Meteorológica de Rio Formoso (precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) e nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas (temperatura do ar e salinidade do rio), Estado de Pernambuco.....	35
Tabela II. Abundância total (AT), abundância relativa (AR) e frequência relativa (FR) das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	38
Tabela III. Valores mensais de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J'), Riqueza de Margalef (D) e Dominância de Simpson ($1 - \lambda$), obtidos por estação de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	40
Tabela IV. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a similaridade média dentro de cada estação, até $\pm 50\%$ da similaridade cumulativa total.....	42
Tabela V. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a dissimilaridade média entre as estações, até $\pm 50\%$ da dissimilaridade cumulativa total.....	42
Tabela VI. Correlação de Spearman (r_s) entre os fatores abióticos e a abundância das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco. Melhores resultados obtidos pela análise BEST/BIOENV.....	44
Tabela VII. Abundância total (AT), abundância relativa (AR) e frequência relativa (FR) das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	46
Tabela VIII. Valores mensais de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J'), Riqueza de Margalef (D) e Dominância de Simpson ($1 - \lambda$), obtidos por estação de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de	

Pernambuco.....	48
Tabela X. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a similaridade média dentro de cada estação, até $\pm 50\%$ da similaridade cumulativa total.....	49
Tabela XI. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a dissimilaridade média entre as estações, até $\pm 50\%$ da dissimilaridade cumulativa total.....	50
Tabela XII. Correlação de Spearman (r_s) entre os fatores abióticos e a abundância das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Melhores resultados obtidos pela análise BEST/BIOENV.....	52

Capítulo II

Tabela I. Parâmetros abióticos (temperatura e salinidade da água das tocas) por mês de amostragem e períodos do ano nos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	80
Tabela II. Número de machos, fêmeas e total de indivíduos de <i>Armases angustipes</i> , e os resultados do χ^2 por mês de amostragem no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	81
Tabela III. Correlação dos dados abióticos (temperatura do ar, temperatura da toca, salinidade da água do rio, salinidade da água da toca, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento) com a abundância de <i>Armases angustipes</i> , no manguezal Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	83
Tabela IV. Número de machos, fêmeas e total de indivíduos de <i>Armases angustipes</i> , e os resultados do χ^2 por mês de amostragem no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	84
Tabela V. Correlação dos dados abióticos (temperatura do ar, temperatura da toca, salinidade da água do rio, salinidade da água da toca, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento) com a abundância de <i>Armases angustipes</i> , no manguezal Rio Mamucabas,	

Estado de Pernambuco.....	86
---------------------------	----

Capítulo III

Tabela I. Parâmetros abióticos (temperatura e salinidade das tocas) por mês de amostragem e períodos do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	107
Tabela II. Número mensal de exemplares de espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	108
Tabela III. Tamanhos mínimo, máximo e médio ($\pm$ desvio padrão) da largura da carapaça de machos (σ) e fêmeas (ϕ) das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	109
Tabela IV. Proporção sexual das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	110
Tabela V. Número mensal de exemplares de espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	112
Tabela VI. Tamanhos mínimo, máximo e médio ($\pm$ desvio padrão) da largura da carapaça de machos (σ) e fêmeas (ϕ) das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Tamandaré, Pernambuco.....	112
Tabela VII. Proporção sexual das espécies de <i>Uca</i> amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	114

Capítulo IV

Tabela I. Valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos das variáveis morfológicas mensuradas para machos e fêmeas de <i>Uca thayeri</i> no manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco.....	135
Tabela II. Equação linear, coeficiente de determinação (r^2), resultados da análise de covariância (ANCOVA) e teste <i>t</i> para interceptos (a) e coeficientes de regressão (b) e alometria (AI) para machos e fêmeas de <i>Uca thayeri</i> no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.....	138
Tabela III. Valores mínimos, médios, desvios e máximos das variáveis morfológicas mensuradas para machos e fêmeas de <i>Uca thayeri</i> no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	139
Tabela IV. Equação linear, coeficiente de determinação (r^2), resultados da análise de covariância (ANCOVA) e teste <i>t</i> para interceptos (a) e coeficientes de	

regressão (b) e alometria (Al) para machos e fêmeas de <i>Uca thayeri</i> no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	142
--	-----

Capítulo V

Tabela I. Valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos de largura da carapaça (LC, mm), peso úmido (PU, g) e fator de condição (FC, 10^{-4}) de machos e fêmeas de <i>Ucides cordatus</i> amostrados nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	162
---	-----

Tabela II. Equações potência para a relação entre a largura da carapaça (LC) e o peso úmido (PU) de machos e fêmeas de <i>Ucides cordatus</i> amostrados em quatro estações do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	165
--	-----

Tabela III. Número de fêmeas ovígeras de <i>Ucides cordatus</i> amostradas em quatro estações do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.....	165
--	-----

Resumo

Reunir informações sobre a diversidade e ecologia de uma determinada região é a base para compreender os processos que afetam o equilíbrio de comunidades ou ecossistemas. O objetivo da presente tese foi comparar a diversidade e fornecer alguns aspectos da ecologia dos crustáceos da Infraordem Brachyura de duas áreas estuarinas do litoral sul do Estado de Pernambuco: o manguezal do Rio Ariquindá, considerado não impactado, e o manguezal do Rio Mamucabas, considerado pouco impactado. As espécies foram amostradas mensalmente entre abril de 2008 e março de 2009 e devidamente identificadas utilizando-se bibliografia especializada. Foram coletados um total de 8.394 exemplares de Brachyura, sendo 4.501 no manguezal do Rio Ariquindá (25 espécies e 14 gêneros) e 3.893 no manguezal do Rio Mamucabas (21 espécies e 12 gêneros). A maior frequência de espécies em ambos os manguezais encontrou-se entre os representantes da Superfamília Ocypodoidea, em especial do gênero *Uca*. Comparando os dois estuários, notou-se que 5 espécies (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinxia leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) foram amostradas apenas no manguezal do Rio Ariquindá, enquanto 1 espécie (*Armases rubripes*) foi encontrada apenas no Rio Mamucabas. A diversidade foi considerada média de acordo com os índices ecológicos e se encontra dentro do esperado para os manguezais. Entretanto, notou-se que a diversidade foi menor no manguezal do Rio Mamucabas. Em relação à espécie *A. angustipes*, os espécimes da população do manguezal do Rio Ariquindá são mais compridos e mais largos do que os do manguezal do Rio Mamucabas, onde a abundância de caranguejos e a frequência de fêmeas ovígeras foi menor. Em relação ao gênero *Uca*, nota-se que a maioria das espécies apresentou tamanhos maiores no manguezal do Rio Ariquindá. Dimorfismo sexual foi observado em várias espécies do presente estudo: em *U. thayeri*, por exemplo, os machos atingiram a maturidade sexual com tamanhos superiores do que as fêmeas em ambas as áreas de manguezal, provavelmente devido ao seu maior investimento no crescimento somático, enquanto as fêmeas gastam sua energia no processo reprodutivo. Na espécie *Ucides cordatus*, o fator de condição foi significativamente menor no manguezal do Rio Mamucabas. Todos os resultados indicam que o manguezal do Rio Mamucabas apresenta diversidade menor e populações com padrões ecológicos alterados, o que provavelmente está relacionado aos impactos ambientais que esse manguezal vem recebendo nos últimos anos (represamento, deposição de resíduos sólidos, desmatamento e crescente ocupação imobiliária). Tais fatos ressaltam a importância da mitigação dos impactos bem como da criação de planos de manejo e sustentabilidade para as espécies, tendo em vista a importância ecológica e econômica das mesmas.

Palavras-chave: *Armases angustipes*, Brachyura, diversidade, impactos ambientais, manguezal, *Uca*, *Ucides cordatus*.

Abstract

To gather information about the diversity and ecology of a region is the basis for understanding the processes that affect the balance of ecosystems and communities. The aim of this thesis was to compare the diversity and to provide some aspects of the ecology of the Brachyura in two estuaries on the south littoral of the State of Pernambuco: the mangrove at Ariquindá River, considered not impacted, and the mangrove at Mamucabas River, considered slightly impacted. The species were monthly sampled between April 2008 and March 2009 and identified using the specialized literature. A total of 8,394 individuals of Brachyura were sampled, being 4,501 in the mangrove at Ariquindá River (25 species and 14 genera) and 3,893 in the mangrove at Mamucabas River (21 species and 12 genera). The higher frequency of species in both mangroves was in the Superfamily Ocypodoidea, especially the genus *Uca*. Comparing both estuaries, it could be noticed that 5 species (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* and *Uca maracoani*) were sampled only in the mangrove at Ariquindá River, while one species (*Armases rubripes*) was found only in the mangrove at Mamucabas River. Diversity was considered medium according to the ecological indices and is the expected for the mangroves. However, it could be noticed that the diversity was lower in the mangrove at Mamucabas River. Regarding the species *Armases angustipes*, specimens of the population in the mangrove at Ariquindá River are longer and wider than those in the mangrove at Mamucabas River, where the abundance of crabs and frequency of ovigerous females was lower. Regarding the genus *Uca*, it could be noticed that most of the species had larger sizes in the mangrove at Ariquindá River. Sexual dimorphism was observed in various species of the present study: in *Uca thayeri*, for example, males reached sexual maturity with sizes greater than females in both areas of mangrove, probably due to its higher investment in somatic growth, while females spend their energy in the reproductive process. In *Ucides cordatus*, the condition factor was significantly lower in the mangrove at Mamucabas River. The results indicate that the mangrove at Mamucabas shows lower diversity and altered population ecological patterns, which are probably related to the environmental impacts that this mangrove has received in recent years (damming, solid waste disposal, deforestation and increasing housing occupancy). These facts highlight the importance of mitigating the impacts and the creation of management and sustainability plans for the species, especially regarding the ecological and economic importance they present.

Key words: *Armases angustipes*, Brachyura, diversity, environmental impacts, mangrove, *Uca*, *Ucides cordatus*.

Considerações Iniciais

Introdução

O Brasil é o país mais biodiverso do mundo. Devido ao seu tamanho continental e à grande variação nas características geomorfológicas e climáticas, esse país abriga sete biomas (Amazônia, Cerrado, Pantanal, Campos Sulinos, Caatinga, Mata Atlântica, e Zonas Costeira e Marinha), 49 ecorregiões e incalculáveis ecossistemas (MMA, 2002). A zona costeira é uma faixa bastante dinâmica de transição entre os ambientes marinho e continental, estando sujeita a várias forçantes abióticas, tanto naturais quanto antrópicas, por parte do mar e do continente. Por ser rica em recursos alimentares, essa zona é atrativa às populações humanas, que a ocupam desde a pré-história (BASTOS, 1995). Assim, cerca de 70% da população brasileira vive na zona costeira que se encontra protegida por vários instrumentos legais, desde a esfera municipal até a federal (MMA, 2008). O Brasil possui cerca de 7.300 km de linha de costa, sem considerar os recortes litorâneos, que ampliam essa extensão para 10.800 km (MMA, 2010). Grande parte da população vive na linha de costa, e essa ocupação, muitas vezes desordenada, acarreta em vários impactos como: desmatamento, assoreamento, pesca predatória, poluição, dentre outros. Ao longo de sua extensão, podem ser observados muitos tipos de ecossistemas como praias arenosas, costões rochosos, estuários, apicuns, Mata Atlântica, brejos, dunas, recifes de coral, marismas, manguezais, entre outros (ARAÚJO, 2007).

Os manguezais formam uma estreita faixa de florestas banhadas pelos estuários dos rios que se encontram com o mar (WALTER, 1970). De acordo com SCHAEFFER-NOVELLI (1995), o manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. 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 (LACERDA *et al.*, 2006).

Na costa brasileira, os manguezais são encontrados em quase todo o litoral, desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá (4° 30' N), até o Município de Laguna, no Estado de Santa Catarina (28° 30' S) (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). De acordo com CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI (1983), os sedimentos do manguezal possuem características variáveis devido às suas diferentes origens. Esses substratos podem ser oriundos da decomposição de folhas, galhos e restos de animais, produtos de rochas de diferentes natureza, associados a materiais vulcânicos, graníticos, gnáissicos ou sedimentares. Podem ser autóctones ou alóctones (trazidos pela ação das ondas, ventos e correntes). O substrato do manguezal geralmente possui alto teor de matéria orgânica e de sal, são moles e de coloração cinza escuro (ODUM, 1988).

A maré é o principal mecanismo de penetração das águas salobras nos manguezais. Segundo PINTO-COELHO (2000), o ciclo das marés é responsável pela renovação das águas superficiais e intersticiais, proporcionando um pequeno aporte de oxigênio, e a sua distância máxima de penetração determina o limite da extensão horizontal do manguezal em direção à terra. A salinidade intersticial também é um parâmetro de grande importância, tendo em vista que pode interferir no crescimento das plantas, na altura das árvores e no tamanho das folhas (ZOBOLI, 2007).

As espécies vegetais dos manguezais são plantas halófitas, ou seja, próprias de ambientes salinos (ZOBOLI, 2007). O mangue consegue crescer nesses solos com alto teor de sal, possuindo células capazes de absorver, por osmose, a água do substrato salgado. Segundo SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (1990) e SCHAEFFER-NOVELLI (1999), nos manguezais brasileiros são abundantes três espécies vegetais: *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae) (mangue branco), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman ex Moldenke (Acanthaceae) (mangue preto) e *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) (mangue vermelho). Além destas, existem outras espécies como *Acrostichum aureum* L. (Pteridaceae) (samambaia do mangue), *Spartina alterniflora* Loisel. (Poaceae) (gramínea), *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell (Malvaceae) (hibisco ou algodãozinho-da-praia), líquen incrustante, dentre tantos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). Vários produtos podem ser obtidos dessas plantas, como remédios, adoçantes, óleos, álcool e tanino (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989; ODUM, 1988; ANGELO, 1993; ZOBOLI, 2007).

Nos manguezais, é difícil identificar uma fauna exclusiva. A maioria das espécies de animais que ocorre nesses ambientes também ocorre em outros sistemas costeiros, como lagunas, estuários, restingas, costões rochosos e praias (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2001). O manguezal é habitado por diversos animais, 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 semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas, estando sempre intimamente associados à esse ecossistema. A maior parte da fauna do manguezal vem do ambiente marinho, como moluscos (ostras, sururus), crustáceos (caranguejos, siris, camarões) e peixes. A água doce contribui principalmente com crustáceos (pitú) e peixes. Do ambiente terrestre vem as aves, répteis, anfíbios, mamíferos e, alguns insetos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Segundo AVELINE (1980), os crustáceos são, por excelência, os invertebrados característicos da fauna dos manguezais. Estes animais, em especial os caranguejos, exercem papel extremamente importante na dinâmica do ecossistema manguezal, pois além da sua participação nos respectivos níveis tróficos das redes alimentares a que pertencem, executam uma tarefa constante de revirar o lodo, para escavar tocas onde se abrigam e armazenam alimentos, trazendo à superfície matéria orgânica de extratos inferiores (ARAÚJO & MACIEL, 1977; MACINTOSH, 1988). Os caranguejos também desempenham papel fundamental na ciclagem de alimentos, controlando a remineralização de detritos dentro da floresta e a exportação de material particulado da floresta para os habitats, através de seu hábito alimentar e da estratégia de cavar tocas (ROBERTSON, 1991; ARAÚJO & CALADO, 2011).

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 taxon (SASTRY, 1983). 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 hábitos dos caranguejos de manguezal variam desde espécies dependentes do local, espécies visitantes ocasionais e aquelas espécies que ocorrem esporadicamente

(TEIXEIRA & SÁ, 1998). Estes crustáceos estão distribuídos principalmente em relação à textura do sedimento e à distância da linha da praia e a maioria é detritívora, apresentando adaptações morfológicas e ecológicas para alimentar-se dos diversos tamanhos de grãos do sedimento (MACINTOSH, 1988). O mesmo autor menciona, também, que as populações desses animais são importantes em converter resíduos orgânicos em detritos, a principal fonte de energia para os heterótrofos das comunidades das águas adjacentes. Acredita-se que, através da pastagem da superfície do lodo, os caranguejos tem, também, importante efeito sobre a meiofauna do sedimento e atividade microbiana.

Os caranguejos representam o pico dentro da evolução de Crustacea e, com aproximadamente 4.500 espécies, compõem a maior parte dos Decapoda. Várias famílias da Infraordem Brachyura estão associadas ao ecossistema manguezal, como: Portunidae Rafinesque, 1815, Panopeidae Ortmann, 1893, Xanthidae MacLeay, 1838, Gecarcinidae MacLeay, 1838, Grapsidae MacLeay, 1838, Sesarmidae Dana, 1851, Ocypodidae Rafinesque, 1815 e Ucididae Stevcic, 2005 (JONES, 1984; MELO, 1996). Destas, Ocypodidae e Grapsidae são as mais representativas nos ecossistemas estuarinos da costa brasileira (MELO, 1996).

No total, 273 espécies de Brachyura foram registradas em ambientes marinhos e estuarinos do Norte e Nordeste do Brasil (COELHO *et al.*, 2008; CASTIGLIONI *et al.*, 2011a), sendo 168 destas encontradas no Estado de Pernambuco (157 na porção continental e 11 apenas em Fernando de Noronha). Muitas dessas espécies ocorrem nos manguezais pernambucanos, que de acordo com LACERDA *et al.* (2006), possuem extensão de aproximadamente 160 km² ao longo dos 187 km de litoral.

Para o estudo da diversidade e ecologia dos Brachyura deste trabalho, foram escolhidas duas áreas de manguezais com diferentes níveis de ação antrópica: os estuários dos Rios Ariquindá, considerado não impactado, e Mamucabas, considerado pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré, Pernambuco. Apesar dos dois rios serem considerados não poluídos (IBAMA, 1989; GREGO *et al.*, 2009), durante as amostragens dos caranguejos foram observados impactos de origem antrópica no Rio Mamucabas: desmatamento, ocupação imobiliária circunvizinha ao manguezal (também documentada por SANTOS *et al.*, 2001) e deposição de lixo, além

do impacto causado pelo represamento do mesmo para formar um reservatório que abastece de água o Município de Tamandaré (MOURA, 1991; CPRH, 2001).

Justificativa

Apesar da fauna de crustáceos Brachyura dos manguezais ser bem diversificada e conhecida no litoral pernambucano, esses estudos são basicamente listagens de espécies (como os trabalhos de COELHO, 1965/66; COELHO & COELHO-SANTOS, 1990; COELHO & RAMOS-PORTO, 1995; COELHO-FILHO & COELHO, 1997; SANTOS & COELHO, 2001; COELHO *et al.*, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2008) ou estudos de dinâmica populacional de algumas espécies em particular (como os trabalhos de BOTELHO *et al.*, 1999; BOTELHO *et al.*, 2001, 2004; SANTOS & BOTELHO, 2002; MOURA & COELHO, 2003, 2004). Desta forma, ainda faltam estudos sobre a estrutura e a ecologia dessas comunidades, aplicando-se índices ecológicos tais como SHANNON (1948), MARGALEF (1958) e PIELOU (1969), e análises multivariadas.

Nos ecossistemas estuarinos estudados, dos Rios Ariquindá e Mamucabas, apesar da sua importância ecológica e sócio-econômica, até o presente momento, foram realizados poucos trabalhos, muitos dos quais não foram publicados (resumos e teses/dissertações):

Rio Ariquindá – BRUTO-COSTA *et al.* (2005) e BRUTO-COSTA (2007), sobre os *Hippocampus* Rafinesque, 1810; CALDER & MAYAL (1998), sobre os Hydrozoa; HONORATO DA SILVA (2003) e GREGO *et al.* (2009), sobre o fitoplâncton; NASCIMENTO-FILHO (2007) e LONGO (2009), sobre o bosque de mangue; SILVA *et al.* (2008) e ALMEIDA JR *et al.* (2011), sobre a restinga; VALENÇA & SANTOS (2012), sobre o macrobentos e VASCONCELOS *et al.* (2004), sobre a meiofauna.

Rio Mamucabas – SILVA & BARBOSA (2011 a, b), sobre os Foraminifera; CORDEIRO (1976) e CORREIA (1976), sobre os *Macrobrachium* Spence Bate, 1868; e IVO & SANTOS (1999), sobre *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862); LIRA *et al.* (1978), sobre a hidrologia; LIMA *et al.* (2012), sobre os Ephemeroptera; LOSADA *et al.* (2003), sobre o fitoplâncton e VALENÇA & SANTOS (2012), sobre o macrobentos.

Dentro do projeto 'Diversidade, biologia e ecologia de Crustacea Brachyura dos estuários dos Rios Ilhetas e Formoso, Tamandaré, PE' (APQ 0108-2.04/07), onde está incluído o sub-projeto da presente tese, estão as publicações de CASTIGLIONI *et al.* (2011a), sobre a ocorrência de *Uca (Minuca) victoriana* von Hagen, 1987 nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, CASTIGLIONI *et al.* (2011b), sobre a biologia de *Sesarma rectum* Randall, 1840 no manguezal do Rio Ariquindá, e CASTIGLIONI & COELHO (2011) e CASTIGLIONI *et al.* (2011c) sobre a maturidade sexual e o crescimento relativo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) nos dois manguezais, respectivamente.

COELHO & RAMOS-PORTO (1995) fizeram um *checklist* das espécies de Crustacea da região de Tamandaré. Dentre elas, foram encontradas 92 espécies de Brachyura. Muitas delas foram tombadas na Coleção Carcinológica do Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho apenas com a localização 'Tamandaré', ou seja, não especificando a área de coleta em questão. daquelas que estão tombadas com a localização específica, lista-se 1 espécie para o Rio Ariquindá e 14 espécies para o Rio Mamucabas.

Estrutura da tese

A presente tese encontra-se estruturada em cinco capítulos. Foram realizados os seguintes estudos de diversidade e ecologia da comunidade e das populações (com base nas espécies mais frequentes e abundantes, bem como no número de indivíduos e na escassez de certos tipos de estudos para cada uma delas):

- Capítulo I – Diversidade e Ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco;
- Capítulo II – Biologia populacional de *Armases angustipes* (Sesarmidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco;
- Capítulo III – Dinâmica populacional comparativa das espécies de *Uca* (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco;
- Capítulo IV – Crescimento relativo e determinação da maturidade sexual morfológica do caranguejo chama-maré *Uca thayeri* (Crustacea, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco; e

- Capítulo V – Relação largura-peso e fator de condição de *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco.

Objetivos

Objetivo geral

Conhecer e comparar a biodiversidade e alguns aspectos da ecologia dos braquiúros (Crustacea, Decapoda, Brachyura) que ocorrem nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Pernambuco.

Objetivos específicos

Os seguintes objetivos específicos foram propostos para os manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas:

- Capítulo I – Conhecer a diversidade e alguns aspectos ecológicos dos Brachyura;
- Capítulo II – Analisar a estrutura populacional de *Armases angustipes* (Dana, 1852) (Sesarmidae);
- Capítulo III – Comparar a estrutura populacional de sete espécies de *Uca* Leach, 1814 (Ocypodidae);
- Capítulo IV – Analisar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Ocypodidae); e
- Capítulo V – Analisar a relação largura-peso e o fator de condição de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae).

Hipóteses

Hipótese geral

Norteando o presente trabalho, a seguinte hipótese geral foi formulada: Existem diferenças sensíveis na diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura entre os manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, este último apresentando alterações em

decorrência dos impactos antrópicos observados na área. Para tal, algumas hipóteses para cada capítulo foram elaboradas.

Hipóteses específicas

- Capítulo I:

H₁ – A diversidade de Brachyura em ambos os manguezais é média, porém maior no manguezal do Rio Ariquindá devido ao seu melhor estado de conservação;

H₂ – Não existem espécies dominantes ou muito frequentes, demonstrando haver um equilíbrio na comunidade; e

H₃ – Os parâmetros ambientais influenciam diretamente na estrutura da comunidade, em especial a textura do sedimento.

- Capítulo II:

H₁ – Existe dimorfismo sexual no tamanho médio dos indivíduos de *Armases angustipes*, com machos sendo maiores do que as fêmeas;

H₂ – A espécie *A. angustipes* apresenta diferenças nos aspectos populacionais entre os estuários, como reflexos do diferente estado de conservação deles; e

H₃ – Por ser uma espécie semi-terrestre, *A. angustipes* tem sua biologia influenciada tanto por parâmetros hidrológicos quanto por parâmetros atmosféricos.

- Capítulo III:

H₁ – Existem diferenças na composição específica entre os dois manguezais estudados, com um maior número de espécies de *Uca* encontrado no manguezal do Rio Ariquindá;

H₂ – Existe dimorfismo sexual no tamanho de machos e fêmeas de *Uca*, sendo os machos maiores do que as fêmeas na maioria das espécies estudadas;

H₃ – As características de cada ponto amostral, em especial a natureza do substrato e a composição vegetal, são os fatores que determinam a distribuição espacial das espécies de *Uca*; e

H₄ – Os caranguejos *Uca* no Rio Ariquindá são em média maiores do que aqueles amostrados no manguezal do Rio Mamucabas.

- Capítulo IV:

H₁ – Existe dimorfismo sexual nos tamanhos corpóreos de *U. thayeri*, com machos apresentando maiores largura e comprimento de carapaça e comprimento de quelípodo, e fêmeas, maior largura do abdômen;

H₂ – Machos de *U. thayeri* alcançam a maturidade sexual morfológica em tamanho maior do que as fêmeas; e

H₃ – Existem diferenças entre o tamanho de *U. thayeri* ao atingir a maturidade sexual morfológica nas populações dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, devido ao diferente estado de conservação dos dois manguezais.

- Capítulo V:

H₁ – O fator de condição de *Ucides cordatus* exibe variações sexuais, sendo maior nas fêmeas, devido ao maior tamanho dos ovários quando comparado com os testículos;

H₂ – O fator de condição de *U. cordatus* exibe variações sazonais, sendo menor no verão, como reflexo da desova das fêmeas ovígeras, mais intensa nessa época do ano; e

H₃ – O fator de condição de *U. cordatus* exibe variações espaciais, sendo menor no Rio Mamucabas, como reflexo dos impactos que esse estuário tem sofrido.

Descrição da área de estudo

Manguezal do Rio Ariquindá

O Complexo Estuarino do Rio Formoso (8° 39' - 8° 42' S e 35° 10' - 35° 05' O) (Figura 1) possui uma área estuarina aproximada de 2.724 ha (HONORATO DA SILVA, 2003), uma das maiores áreas em bom estado de conservação de Pernambuco. É composto pelo rio de mesmo nome, que surge na confluência dos rios Vermelho e Serra d'Água, e que possui 12 km de extensão. Ao longo do seu percurso, o rio Formoso recebe a contribuição dos afluentes Porto da Pedra, Lemenho e dos Passos, a Noroeste, e Ariquindá, ao Sul (CPRH, 1999; DAMASCENO *et al.*, 2008). Este complexo formado por rios litorâneos difere da maioria dos estuários pernambucanos, que é servida por rios que se estendem até a região agreste (FIDEM, 1987). Segundo esses autores, é considerado um local de condições especiais para a fauna em função da proteção dos recifes de arenito na foz do rio, e da pequena descarga fluvial líquida.

Nesse complexo estuarino, destaca-se o Rio Ariquindá, cuja foz está representada na Figura 2. Ele recebe águas dos rios União, Porto do Tijolo, Porto Alegre e Cabrobó. Considerado de pequeno porte, tem 10 km de extensão e uma profundidade média de 6 m (GREGO *et al.*, 2009), sendo propício à navegação. Seu

estuário é caracterizado por micromarés, com aplitudes de 1,5 m (CALDER & MAYAL, 1998). Estudos indicam que esse estuário não sofre fortes impactos antrópicos, estando isento de poluição orgânica (GREGO *et al.*, 2009), mas com a construção da ponte sobre o mesmo, processos erosivos passaram a ser observados (PINHO, 2007).

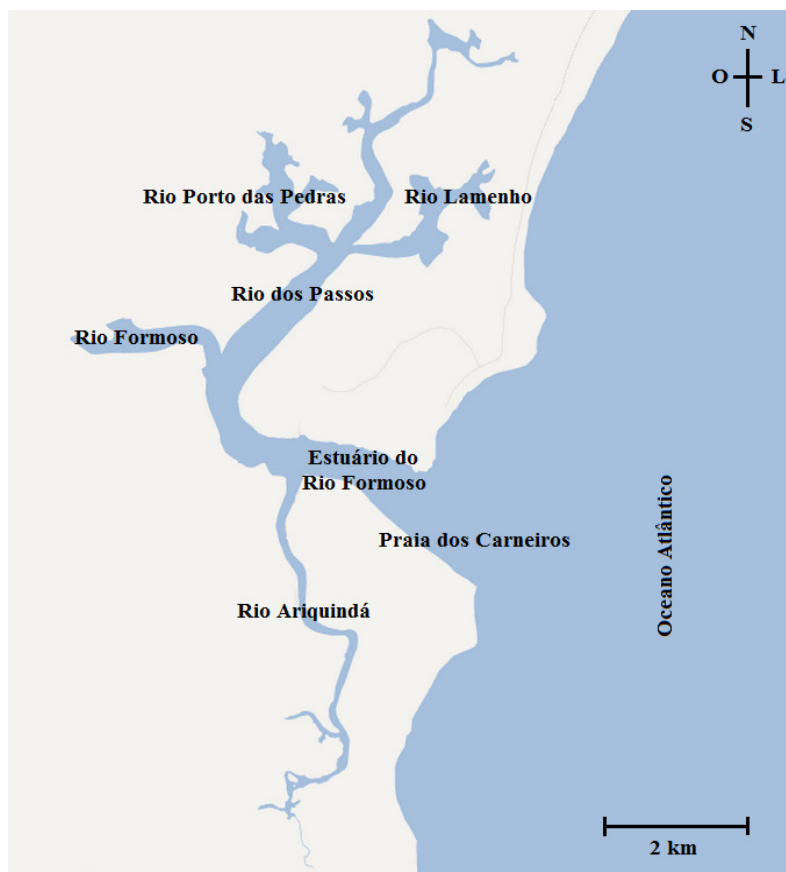


Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino do Rio Formoso, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google maps®.

Os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Ariquindá estão presentes na Figura 2. Segue abaixo a descrição de cada um deles.

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto por gramíneas, seguido de *Talipariti tiliaceum*, e poucos exemplares de *Laguncularia racemosa*. Muitas folhas caídas. Substrato areno-lamoso e localizado a aproximadamente 400 m do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 200 m da margem do rio no interior do manguezal, e com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* e poucos exemplares de *Avicennia schaueriana*. Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle* e substrato lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de lama próximo ao rio e com muita vegetação, composta por *R. mangle* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso e localizado a aproximadamente 5 m da margem do rio.



Figura 2. Localização das estações de coleta (●) no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google earth®.

Manguezal do Rio Mamucabas

O segundo sistema estuarino que se destaca no litoral sul é o Complexo Ambiental Ilhetas-Mamucabas (Figura 3), formado pelos rios homônimos. Ambos são de pequeno porte, pouco volumosos e estreitos (ANJOS, 2007). Os percursos finais desses rios, paralelos ao litoral, são ladeados por manguezais separados do mar adjacente por um estreito cordão arenoso (CPRH, 1999). Eles fluem em separado e se encontram em uma boca comum chamada Ponta das Ilhetas ou Boca da Barra (MAIDA & FERREIRA, 1997). A nascente do Rio Mamucabas fica a 15 km da baía de Tamandaré, a oeste da Reserva Biológica de Saltinho e ao entrar na mesma, é represado para formar reservatório que abastece o município de Tamandaré (MOURA, 1991; CPRH, 2001). A distância máxima entre as suas margens é de 31 m e sua zona estuarina é de 3.100 m. É um rio bastante raso e bem menor que o Ilhetas, o que impossibilita a navegação. Possui várias corredeiras no seu alto curso, sendo bem

misturado e verticalmente homogêneo (LIRA *et al.*, 1978). Foi considerado pelo IBAMA (1989) como um dos rios de águas mais saudáveis do Estado de Pernambuco. Entretanto, já se passaram mais de 20 anos desse trabalho e durante incursões em campo da presente tese, foram observados determinados impactos em algumas áreas do manguezal, como desmatamento, deposição de resíduos sólidos e ocupação imobiliária (SANTOS *et al.*, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2012 a, b). Segundo ANJOS (2007), o fato do estuário do Mamucabas ser oligotrófico pode refletir pouca ação antrópica sobre ele, mas também pode ser devido ao seu pequeno curso.

Os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Mamucabas estão presentes na Figura 4. Segue a descrição de cada um deles.



Figura 3. Mapa do Complexo Ambiental Ilhetas-Mamucabas, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google maps®.

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto predominantemente por gramíneas, seguido de *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *R. mangle*. Substrato argiloso. Área localizada a aproximadamente 200 m do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 100 m do rio no interior do manguezal, com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L.*

racemosa, seguida de *R. mangle* e poucos exemplares de *A. schaueriana*. Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle* e substrato estritamente lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de algas no interior do manguezal, distante 250 m do rio e composto por *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso.

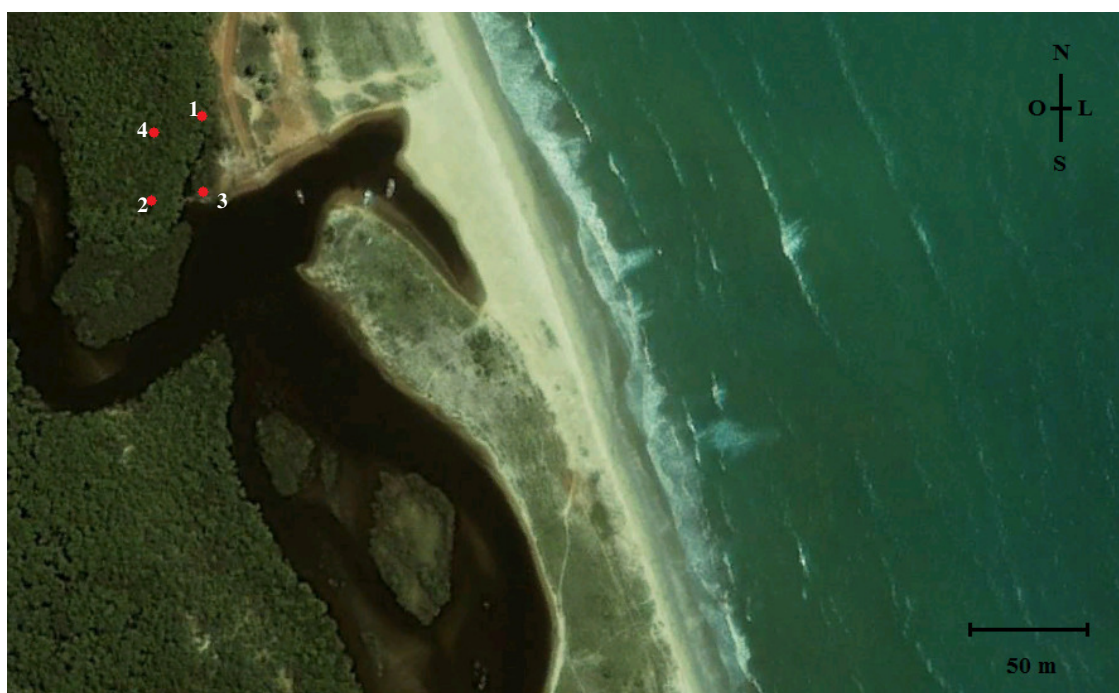


Figura 4. Localização das estações de coleta (●) no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Adaptado de Google earth®.

Materiais e Métodos

O calendário de coletas mensais foi elaborado seguindo previsões da tábua de marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para o Porto do Recife, em período de lua cheia. O trabalho de campo estendeu-se por um período de um ano, de Abril de 2008 a Março de 2009.

Em cada um dos estuários foram escolhidos quatro pontos de coleta (Figuras 2 e 4). As coletas manuais foram realizadas por dois coletores com um esforço de captura de 30 minutos em cada ponto no período de maré baixa. Procurou-se abranger todos os

microhabitats dos estuários, tais como: tocas escavadas na areia e lama, folhas e troncos em processo de decomposição, raízes e troncos das árvores do mangue, sob e sobre pedras, em bancos de algas, mexilhões e ostras. Foram utilizadas pás de jardim para auxiliar na escavação da lama. Todos os exemplares foram levados para o laboratório e fixados em álcool 70%.

Paralelamente, os parâmetros abióticos da água dos rios e das tocas daquelas espécies escavadoras (temperatura, salinidade) foram obtidos com termômetro digital e salinômetro. Os dados referentes à temperatura do ar, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica e umidade relativa do ar da região durante os meses da coleta foram obtidos através do Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA) para a estação meteorológica mais próxima (Rio Formoso).

Em laboratório, as espécies foram identificadas utilizando-se bibliografia especializada (MELO, 1996). Para verificar a sistemática e a validade taxonômica dos nomes científicos, foi consultado o artigo de NG *et al.* (2008) e foram acessados bancos de dados online, como o *World Register of Marine Species* (WORMS) e o *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS).

Para a diferenciação sexual, foram feitas observações nos caracteres sexuais secundários presentes no abdômen. Alguns exemplares foram incorporados às coleções científicas do Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho (MO-UFPE) e do Centro Acadêmico de Vitória (CAV-UFPE). Outros foram descartados após o estudo.

Todos os exemplares de caranguejos amostrados após a sua identificação foram mensurados quanto à largura da carapaça (LC), medida pela distância entre os ângulos ântero-laterais, correspondendo a sua maior dimensão com um paquímetro digital (0,01 mm).

Como dito anteriormente, a tese se encontra subdividida em cinco capítulos. Ao final da tese, os capítulos são seguidos pelas Considerações Finais. As referências bibliográficas foram padronizadas de acordo com as normas da *Iheringia Série Zoologia*, com exceção do Capítulo IV, nas normas da *Pan-american Journal of Aquatic Sciences*, na qual foi publicado.

Referências

- ALMEIDA JR, E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ARAÚJO, E. L. & ZICKEL, C. S. 2011. Structural characterization of the woody plants in *restinga* of Brazil. **Journal of Ecology and the Natural Environment** 3(3): 95-103.
- ALMEIDA, A. O.; BEZERRA, L. E. A.; SOUZA, S. T.; SOUZA-FILHO, J. F.; ALMEIDA, S. M.; ALBUQUERQUE, D. L. & COELHO, P. A. 2008. Decapod and stomatopod crustaceans from Santo Aleixo Island, Pernambuco, Brazil. **Nauplius** 16: 23-41.
- ANGELO, S. 1993. **A questão ambiental**. São Paulo, SE/CENP.
- ANJOS, D. L. 2007. **Inter-relação da pluviometria com a biomassa fitoplanctônica dos estuários de Pernambuco (Brasil)**. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, 103f.
- ARAÚJO, D. S. D. & MACIEL, N. C. 1977. **Os manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara; relatório preliminar**. Rio de Janeiro, DECAM-DEPOL/FEEMA, 195p.
- ARAÚJO, M. S. L. C. & CALADO, T. C. S. 2011. Burrows architecture of the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Ucididae) in a mangrove swamp of Brazil. **Tropical Oceanography** 39: 155-165.
- ARAÚJO, M. S. L. C. 2007. **Arquitetura das tocas e demais aspectos bioecológicos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus 1763) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas**. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal de Alagoas, 90f.
- 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. ; CASTIGLIONI, D. S. & COELHO, P. A. 2012b. Width-weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil. **Iheringia Série Zoologia** **102**: 277-284.
- AVELINE, L. C. 1980. Fauna de manguezais brasileiros. **Revista Brasileira de Geografia** **42**(2): 786-821.
- BASTOS, M. N. 1995. A importância das formações vegetais da restinga e do manguezal para as comunidades pesqueiras. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, série Antropologia** **11**(1): 41-56.
- BOTELHO, E. R. O.; ANDRADE, C. E. R. & SANTOS, M. C. F. 2004. Estudo da população de aratu do mangue, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) no estuário do Rio Camaragibe (Alagoas, Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **13**: 77-96
- BOTELHO, E. R. O.; DIAS, A. F. & IVO, C. T. C. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado nos estuários dos Rios Formoso (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **7**(1): 117-145.
- BOTELHO, E. R. O.; SANTOS, M. C. F.; SOUZA, J. R. B. 2001. Aspectos populacionais do guaiamum, *Cardisoma guanhum* Latreille, 1825, do estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**(1): 123-146
- BRUTO-COSTA, L. V.; ARAÚJO, M. B. & OLIVEIRA, T. P. R. 2005 Abundância e densidade populacional de cavalos-marinhos (Syngnathidae: *Hippocampus*) no estuário do rio Ariquindá, PE. **Anais da 9º Jornada de Iniciação Científica PIBIC/FACEP/CNPQ**.
- BRUTO-COSTA, LV. 2007. **Efeito de marolas produzidas por embarcações a motor em cavalos-marinhos (Syngnathidae: *Hippocampus*) no estuário do rio Ariquindá, PE**. Monografia de Graduação (Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco.

- CALDER, D. R. & MAÑAL, E. M. 1998. Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. **Zoologische Verhandelingen** **323**: 69-78
- 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. **Iheríngia Série Zoologia** **101**: 138-144.
- CASTIGLIONI, D. S.; ALMEIDA, A. O. & BEZERRA, L. E. A. 2011 a. More common than reported: range extension, size-frequency and sex-ratio of *Uca* (*Minuca*) *victoriana* (Crustacea: Ocypodidae) in tropical mangroves, Brazil. **Marine Biodiversity Records** **3**: 1-8.
- CASTIGLIONI, D. S.; OLIVEIRA, P. J. A.; SILVA, J. S. S. & COELHO, P. A. 2011b. 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**: 1395-1401.
- CASTIGLIONI, D. S.; SILVA, J. V. C. L. & AZEVEDO, D. S. 2011 c. 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.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo, ROSTLAC/Unesco, 109p.
- COELHO, P. A. & COELHO-SANTOS, M. A. 1990. Crustáceos decápodos e estomatópodos do rio Paripe, Itamaracá-PE. **Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia** **3**: 43-61.
- COELHO, P. A. & RAMOS-PORTO, M. 1995. Crustáceos da região de Tamandaré, estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **3**(1): 56-80.
- COELHO, P. A. 1965/66. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais de Pernambuco. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE** **7/8**: 71-90.

- COELHO, P. A.; ALMEIDA, A. O.; BEZERRA, L. E. A. 2008. Checklist of the marine and estuarine Brachyura (Crustacea: Decapoda) of Northern and Northeastern Brazil. **Zootaxa** **1956**: 1-58.
- COELHO, P. A.; SANTOS, M. A. C.; TORRES, M. F. A.; MONTEIRO, B. R. & ALMEIDA, V. A. K. 2002. Reino Animalia: Filo (ou Subfilo) Crustacea no Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. eds. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, Massangana, p.429-482.
- COELHO-FILHO, P. A. & COELHO, P. A. 1997. Estudo sobre a família Eriphiidae no Brasil (Crustacea – Decapoda - Brachyura). **Trabalhos Oceanográficos da UFPE** **25**: 195-203.
- CPRH. 1999. **Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco**. Recife, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/GERCO, 91p.
- CPRH. 2001. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente/GERCO, 211p.
- CORDEIRO, E. A. 1976. Estudos biométricos de camarões de água doce, *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann), do Rio Mamucaba - Pernambuco [Brasil]. Monografia de Graduação (Engenharia de Pesca), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 34p.
- CORREIA, E. S. 1976. Estudos morfométricos de camarões de água doce *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758), do Rio Mamucaba em Pernambuco [Brasil]. Monografia de Graduação (Engenharia de Pesca), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52p.
- DAMASCENO, G.; BEZERRA, M. F. A.; CAVALCANTI, L. H. & PASSAVANTE, J. Z. O. 2008. Myxomycetes ocorrentes nos manguezais do Rio dos Passos e Rio Formoso, litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia** 4p.

- FIDEM. 1987. **Região Metropolitana do Recife: Reservas Ecológicas**. Recife, Fundação de Desenvolvimento Municipal, SEPLAN, 108p.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica** 31(2): 183-198.
- HONORATO DA SILVA, M. 2003. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, Taxonomia e Ecologia**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 131f.
- IBAMA. 1989. **Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, p. 151-153.
- IVO, C. T. C. & SANTOS, M. C. F. 1999. Caracterização morfométrica do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), capturado no nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** 27(1): 129-148.
- 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, p. 89-109.
- LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. H.; SOUZA, G. M. E.; BEZERRA, L. J. C. & MENEZES, M. O. T. 2006. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais. **Ciência Hoje** 39(229): 24-29.
- LIMA, L. R. C.; SALLES, F. F. & PINHEIRO, U. 2012. Ephemeroptera (Insecta) from Pernambuco State, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 56(3): 304-314.
- 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.

Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco 2(1): 97-116

- LONGO, A. F. P. 2009. **Produtividade primária em bosque de franja e bacia no manguezal do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil)**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 85f.
- LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N. & LINS, I. C. 2003. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré – PE), relacionada com parâmetros hidrológicos. **Tropical Oceanography 28(2): 1-18**.
- MACINTOSH, D. J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. **Symposium of the Zoological Society of London (59): 315-341**.
- MAIDA, M. & FERREIRA, B. P. 1997. Coral reefs of Brazil: an overview. **Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium 1: 263-274**.
- MARGALEF, D. R. 1958. Information theory in ecology. **General Systems 3: 36-71**
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade, 604p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2002. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, MMA/SBF, 340 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2008. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, MMA, 242 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2010. **Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília, MMA/SBF/GBA, 148 p.

- MOURA, N. F. O. & COELHO, P. A. 2003. Fecundidade de *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) no manguezal do Rio Paripe - Pernambuco - Brasil. **Tropical Oceanography** **29**(2): 127-133
- MOURA, N. F. O.; COELHO, P. A. 2004. Maturidade sexual fisiológica de *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no estuário do Rio Paripe, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **21**(4), 1011-1015.
- MOURA, R. T. 1991. **Biomassa produção do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.** Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 290f.
- NASCIMENTO FILHO, G. A. 2007. **Desenvolvimento estrutural e padrão de zonation dos bosques de mangue no rio Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.** Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco.
- NG, P. K. L., GUINOT, D. & DAVIE, P. J. F. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyurans crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology** **17**: 1-286.
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia.** Rio de Janeiro, Guanabara, 434p.
- PIELOU, E. C. 1969. **An introduction to mathematical ecology.** New York, Wiley Interscience, 286p.
- PINHO, T. R. R. 2007. **Avaliação de impactos ambientais enquanto instrumento da política ambiental: aplicação no licenciamento de empreendimentos turístico-hoteleiros de Pernambuco.** Dissertação de Mestrado (Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Pernambuco, 128f.
- PINTO-COELHO, R. M. 2000. **Fundamentos em ecologia.** Porto Alegre, Artmed, 252p.
- ROBERTSON, A. I. 1991. Plant-animal interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems. **Australian Journal of Ecology** **16**: 433-443.

- SANTOS, M. A. C. & COELHO, P. A. 2001. Crustacea Decapoda of the Paripe River Estuary, Pernambuco, Brazil. **Hydrobiologia** **449**: 77-79
- SANTOS, M. C. F. & BOTELHO, E. R. O. 2002. Estudos biológicos do aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no estuário do rio Una, Município de São José da Coroa da Grande, Pernambuco - Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **10**: 171-186
- SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O. & IVO, C. T. C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral Sul de Pernambuco-Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**(1): 87-123.
- 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, p.179-270.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1989. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo** (7): 1-16.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. **Manguezal, ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 64p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1999. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo, PRONABIO/PROBIO, 119 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R. & CAMARGO, T. M. 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries** **13**(2): 204-218.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; COELHO JR., C. & TOGNELLA-DE-ROSA, M. 2001. **Manguezais**. Editora Ática, 48p.
- SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal** **27**: 379-423.

- SILVA, S. S. L.; ZICKEL, C. S. & CESTARO, L. A. 2008. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **22**(4): 1123-1135.
- SILVA, B. A. M. & BARBOSA, C. F. 2011a. Comparação da ecologia dos Foraminíferos epibiontes e sedimentares na Baía de Tamandaré, PE. **Anais do XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA**.
- SILVA, B. A. M. & BARBOSA, C. F. 2011b. Tafonomia de Foraminíferos bentônicos do sedimento da Baía de Tamandaré, PE, Brasil. **Anais do XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA**.
- TEIXEIRA, R. L. & SÁ, H. S. 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodos nas áreas rasas do Complexo Lagunar Mundaú/Manguaba, AL. **Revista Brasileira de Biologia** **53**(3): 393-404.
- VALENÇA, A. P. M. C. & SANTOS, P. J. P. 2012. Macrobenthic community for assessment of estuarine health in tropical areas (Northeast, Brazil): Review of macrofauna classification in ecological groups and application of AZTI Marine Biotic Index. **Marine Pollution Bulletin** **64**:1809-1820.
- VASCONCELOS, D. M.; SANTOS, P. J. P. & TRINDADE, R. LOPES. 2004. Distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Atlântica** **26**(1): 45-54.
- WALTER, M. 1970. **Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global**. São Paulo, EPU.
- ZOBOLI, S. 2007. **Manguezais: Peculiaridades de um ecossistema único**. Monografia de Especialização (Geografia do Brasil), Faculdades Integradas de Jacarepaguá, 64f.

Capítulo I Diversidade e Ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco

Marina de Sá L. C. de Araújo; Deusinete de O. Tenório; Daniela da S. Castiglioni

Resumo

O objetivo desse capítulo foi conhecer e comparar a diversidade e alguns aspectos da ecologia dos caranguejos (Decapoda, Brachyura) que ocorrem nos estuários dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Pernambuco, através da caracterização da estrutura das suas comunidades tendo como base a composição e diversidade destes crustáceos. As espécies foram amostradas mensalmente entre Abril de 2008 e Março de 2009. Foi coletado um total de 8.394 exemplares de Brachyura, sendo 4.501 no manguezal do Rio Ariquindá (25 espécies e 14 gêneros) e 3.893 no manguezal do Rio Mamucabas (21 espécies e 12 gêneros). A maior frequência de espécies em ambos os manguezais encontra-se entre os representantes da Superfamília Ocypodoidea, em especial do gênero *Uca*. Comparando os dois estuários, nota-se que 5 espécies (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) foram amostradas apenas no Rio Ariquindá, enquanto 1 espécie (*Armases rubripes*) foi encontrada apenas no Rio Mamucabas. Os fatores ambientais que mais influenciaram na estrutura da comunidade foi o substrato no manguezal do Rio Ariquindá e precipitação, pressão atmosférica, radiação solar no manguezal do Rio Mamucabas. A diversidade foi considerada média de acordo com os índices ecológicos e se encontra dentro do esperado para os manguezais. Entretanto, nota-se que a diversidade é menor no manguezal do Rio Mamucabas, resultado que pode estar relacionado aos impactos ambientais aos quais este estuário tem recebido nos últimos anos (represamento, desmatamento, deposição de lixo e especulação imobiliária).

Palavras-chave: Biodiversidade, Crustacea, manguezais.

Abstract

The aim of this study was to know and to compare the diversity and some aspects of the ecology of crabs (Decapoda, Brachyura) found in the mangroves of Ariquindá and Mamucabas Rivers, State of Pernambuco, through the characterization of the structure of the community based on the composition and diversity of these crustaceans. The species were monthly sampled from April 2008 to March 2009. A total of 8,394 individuals of Brachyura were sampled, being 4,501 in the mangrove of the Ariquindá River (25 species and 14 genera) and 3,893 in the mangrove of the Mamucabas River (21 species and 12 genera). The highest frequency of species in both mangroves is found in the Superfamily Ocypodoidea, special the genus *Uca*. Comparing both estuaries, it can be noticed that 5 species (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* and *Uca maracoani*) were sampled only at the Ariquindá River, while 1 species (*Armases rubripes*) was found only at the

Mamucabas River. The environmental factors that most influenced the structure of the community were the substratum in the mangrove of the Ariquindá River and rainfall, atmospheric pressure and sunlight in the mangrove of Mamucabas River. The diversity was considered medium according to the ecologic index and is the expected for mangroves. However, it could be noticed that the diversity is lower at Mamucabas River, a result that might be related to the environmental impacts that this estuary is receiving in the last years (damming, deforestation, deposition of waste and housing occupation).

Key words: Biodiversity, Crustacea, mangrove forest.

Introdução

Segundo BERTINI *et al.* (2004), reunir informações sobre a composição de espécies de uma determinada região é a base para compreender os processos que afetam o equilíbrio de comunidades ou ecossistemas. Além disso, a identificação *a priori* das espécies é de fundamental importância para interpretar eventos *a posteriori*, naturais ou antrópicos, que possam afetar a assembléia formada pelas mesmas.

Muitos estudos têm feito levantamentos da megafauna dos manguezais, ecossistemas de transição entre o ambiente marinho e terrestre (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Esses estudos permitiram inferir que nos manguezais abundam os moluscos (NISHIDA *et al.* 2008), os crustáceos (COELHO *et al.*, 2004) e os peixes (CHAVES & VENDEL, 2008).

Os crustáceos são importantes componentes dos manguezais e outros ambientes. Neste contexto, destacam-se trabalhos realizados sobre a diversidade de Decapoda no litoral brasileiro (ex: COELHO, 1965/66; COELHO & RAMOS, 1972; BOSCHI, 2000a,b; BERTINI *et al.*, 2004; COELHO *et al.*, 2008), que dentre algumas generalizações, permitem afirmar que a diversidade desse grupo é mais alta em zonas tropicais e subtropicais do que em zonas temperadas e polares.

Dentre os Crustacea Decapoda, a Infraordem Brachyura, que engloba os caranguejos verdadeiros, é um grupo altamente representativo (MELO, 1996; MANTELATTO & FRANSOZO, 2000), sendo encontrado em quase todos os ecossistemas marinhos e terrestres. Segundo NG *et al.* (2008), os caranguejos são encontrados desde fossas submarinas com mais de 6.000 m de profundidade até montanhas com mais de 2.000 m de altura. Em termos de abundância, destacam-se principalmente em habitats

estuarinos, incluindo os manguezais, onde a salinidade e a temperatura variam dramaticamente ao longo dos ciclos de maré. Embora o número de espécies de Brachyura varie imensamente de autor para autor, desde 5.000 a 10.000 (NG, 1998; MARTIN & DAVIS, 2001; VON STERNBERG & CUMBERLIDGE, 2001; YEO *et al.*, 2008), a estimativa mais aceita estipula 6.793 espécies e subespécies válidas e existentes (NG *et al.*, 2008).

Os caranguejos constituem um grupo bastante estudado, mas não se pode afirmar que o conhecimento sobre eles esteja completo ou que tenha alcançado um patamar do qual não se possa ultrapassar. NG *et al.* (2008) destacaram a importância em se realizar mais estudos sobre a diversidade de Brachyura, e afirmaram que, mesmo em regiões costeiras tropicais, existem muitos ambientes pouco estudados, como rios e manguezais.

Apesar da fauna de crustáceos Brachyura dos manguezais ser bem diversificada e conhecida no litoral pernambucano, esses estudos são basicamente listagens de espécies (COELHO, 1965/66; COELHO & COELHO-SANTOS, 1990; COELHO & RAMOS-PORTO, 1995; COELHO-FILHO & COELHO, 1997; COELHO-SANTOS & COELHO, 2001; COELHO *et al.*, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2006). Desta forma, ainda faltam estudos mais detalhados sobre a ecologia dessas comunidades, aplicando-se índices ecológicos e análises multivariadas.

Nesse contexto, esse capítulo tem por objetivo conhecer e comparar a diversidade e alguns aspectos ecológicos dos caranguejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, litoral Sul do Estado de Pernambuco, através da composição específica e índices ecológicos. Para tal, foram formuladas as seguintes hipóteses (H):

H₁ – A diversidade de Brachyura em ambos os manguezais é média, porém maior no manguezal do Rio Ariquindá devido ao seu melhor estado de conservação;

H₂ – Não existem espécies dominantes ou muito frequentes, demonstrando haver um equilíbrio na comunidade; e

H₃ – Os parâmetros ambientais influenciam diretamente na estrutura da comunidade, em especial a textura do sedimento.

Materiais e Métodos

Para a realização do presente estudo, foram escolhidas duas áreas de manguezais com diferentes graus de impactos antrópicos no litoral Sul de Pernambuco: os manguezais dos Rios Ariquindá, considerado no presente trabalho não impactado, e Mamucabas, considerado no presente trabalho pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré. Apesar dos dois rios serem considerados não poluídos (IBAMA, 1989; HONORATO DA SILVA, 2003; GREGO *et al.*, 2009), durante as amostragens de Brachyura, foram constatados impactos de origem antrópica no Rio Mamucabas: desmatamento, avanço da construção civil em direção ao manguezal (também documentada por SANTOS *et al.*, 2001) e deposição de lixo, além do impacto causado pelo represamento quando este rio passa pela Reserva de Saltinho.

Descrição da área de estudo

Em cada um dos estuários foram escolhidos quatro pontos de coleta:

Manguezal do Rio Ariquindá

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto por gramíneas, seguido de *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell (Malvaceae), e poucos exemplares de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae). Muitas folhas caídas. Substrato areno-lamoso e localizado a aproximadamente 400 m do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 200 m da margem do do rio no interior do manguezal, e com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) e poucos exemplares de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman ex Moldenke (Acanthaceae). Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle*, com substrato lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de lama próximo ao rio e com muita vegetação, composta por *R. mangle* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso e localizado a aproximadamente 5 m da margem do rio.

Manguezal do Rio Mamucabas

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto predominantemente por gramíneas, seguido de *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *R. mangle*. Substrato argiloso. Área localizada a aproximadamente 200 m do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 100 m do rio no interior do manguezal, com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *R. mangle* e poucos exemplares de *A. schaueriana*. Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle* e substrato estritamente lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de algas no interior do manguezal, distante 250 m do rio e composto por *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso.

Procedimentos de coleta

As coletas manuais foram realizadas durante um ano, entre os meses Abril de 2008 e Março de 2009 por dois catadores com um esforço de captura de 30 minutos em cada ponto, durante a maré baixa. Foram explorados todos os nichos ecológicos, como em galhos de árvores, troncos em decomposição, sob pedras, na lama, dentre outros. Pás de jardinagem foram utilizadas para escavar o solo. Todos os exemplares foram conservados em gelo até o laboratório, onde foram fixados em álcool 70%.

Paralelamente, a salinidade do rio e a temperatura do ar locais foram obtidos com salinômetro e termômetro digital durante a baixa-mar. Os dados referentes à precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade dos ventos da região durante os meses da coleta foram obtidos através do

Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA) para a estação meteorológica mais próxima (Rio Formoso).

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, as espécies foram identificadas utilizando-se MELO (1996). Alguns exemplares foram incorporados às coleções científicas do Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho (MO/UFPE) e do Centro Acadêmico de Vitória (CAV/UFPE). Outros foram descartados após o estudo.

Análise dos dados

Foram estipulados os valores médios $\pm$ desvio padrão de cada parâmetro abiótico (precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento, temperatura do ar e salinidade da água do rio) por período do ano (seco e chuvoso). Um teste *T* de Student foi aplicado para averiguar diferenças sazonais significativas entre eles ($p < 0,05$)(ZAR, 1996).

Com base nos resultados das identificações, foram realizadas as seguintes análises para cada estuário:

Análises quantitativas

- ➔ Abundância total (AT), em termos de número absoluto de indivíduos por espécie;
- ➔ Abundância relativa (AR) em percentagem de cada espécie foi obtida com a seguinte fórmula:

$$AR = n \ 100/N$$

Onde *n* = número de indivíduos por espécie; e

N = total de indivíduos na amostra.

E foi classificada como (DÍAZ, 2007):

- $\geq 70\%$ - dominante;
- 40 - 70% - abundante;
- 10 - 40% - pouco abundante; e

- $\leq 10\%$ - rara.

→ Frequência de ocorrência (FR) em percentagem de cada espécie foi obtida com a seguinte fórmula:

$$FR = a \ 100/A$$

Onde a = número de amostras contendo a espécie; e

A = total de amostras.

E foi classificada como (DÍAZ, 2007):

- $\geq 70\%$ - muito frequente;
- 40 - 70% - frequente;
- 10 - 40% - pouco frequente; e
- $\leq 10\%$ - esporádica.

Índices ecológicos

Para cada índice foram estimados os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos, agrupando os quatro pontos de coleta, para cada estuário, visto que os valores de diversidade não diferiram significativamente entre os pontos de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$) (ZAR, 1996).

→ Diversidade de Shannon (H') - refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região (SHANNON, 1948). Foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i; p_i = n/N$$

Onde n = número de indivíduos de cada espécie; e

N = número total de indivíduos.

E os dados obtidos foram enquadrados na seguinte classificação (DÍAZ, 2007):

- $\geq 4 \text{ bits.ind}^{-1}$ - muito alta;
- 3 - 4 bits.ind^{-1} - alta;
- 2 - 3 bits.ind^{-1} - média;
- 1 - 2 bits.ind^{-1} - baixa; e

- $\leq 1 \text{ bit.ind}^{-1}$ - muito baixa.

➔ Equitabilidade de Pielou (J') - refere-se à distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional a diversidade, exceto se houver co-dominância de espécie (PIELOU, 1969). Foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$J' = H' / \log(S)$$

Onde H' = índice de Shannon; e

S = número total de espécies.

Esse índice varia de 0 a 1, e são considerados equitativos valores superiores a 0,5 (DÍAZ, 2007).

➔ Riqueza de Margalef (D) - refere-se a abundância numérica de uma determinada área geográfica, região ou comunidade (MARGALEF, 1958). Foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$D = (S - 1) / \log(N)$$

Onde S = número de espécies; e

N = número de indivíduos em cada amostra.

Valores inferiores a 2,0 são considerados como denotando áreas de baixa diversidade e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade (DÍAZ, 2007).

➔ Dominância de Simpson ($1 - \lambda$) - reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Foi calculada a partir da seguinte fórmula:

$$1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2; p_i = n/N$$

Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade (SIMPSON, 1949).

Análises multivariadas

Devido ao grande número de zeros nas amostras, os dados foram transformados anteriormente ($\log_{x+1}$).

Uma análise de semelhança foi realizada para gerar uma matriz triangular, tendo o coeficiente de Bray-Curtis como índice de similaridade (o mais adequado para dados de abundância). Com base nessa matriz, as afinidades entre as estações de coleta foram estabelecidas por uma análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS). Para testar a ordenação, o coeficiente de estresse de Kruskal foi empregado (estresse mínimo de 0,01). Em seguida, uma análise de percentuais de similaridade (SIMPER) foi empregada para indicar quais espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro de cada estação e para a dissimilaridade entre as estações de coleta. Por fim, as afinidades entre as espécies foram avaliada por análise hierárquica de Cluster (CLARKE, 1993).

Os dados relativos aos parâmetros abióticos foram normalizados. A análise BEST/BIOENV foi aplicada para selecionar os parâmetros que melhor explicam o padrão observado nas comunidades (CLARKE, 1993).

Resultados

Parâmetros abióticos

Os parâmetros abióticos referentes ao período de coleta da estação meteorológica mais próxima estão apresentados na Tabela I. Foi possível notar que cada parâmetro flutuou ao longo do ano, mas diferenças significativas não foram observadas entre os períodos seco e chuvoso para a precipitação pluviométrica ($t = -0,25$; $p = 0,80$), pressão atmosférica ($t = -0,88$; $p = 0,39$), umidade relativa do ar ($t = 0,36$; $p = 0,72$), radiação solar ($t = 0,24$; $p = 0,81$) e velocidade do vento ($t = 0,92$; $p = 0,39$).

Os parâmetros abióticos das medições *in situ* no manguezal do Rio Ariquindá estão apresentados na Tabela I. É possível notar que cada parâmetro flutuou ao longo do ano, e diferenças significativas foram observadas entre os períodos seco e chuvoso para a temperatura do ar ($t = -2,52$; $p = 0,01$), sendo mais alta no período seco. Apesar de sua

ampla variação, a salinidade da água do rio não diferiu significativamente entre os períodos ($t = -1,81$; $p = 0,13$).

Os parâmetros abióticos das medições *in situ* no manguezal do Rio Mamucabas estão apresentados na Tabela I. É possível notar que cada parâmetro flutuou ao longo do ano, e diferenças significativas foram observadas entre os períodos seco e chuvoso para a temperatura do ar ($t = -3,07$; $p = 0,01$), sendo mais alta no período seco. Apesar de sua ampla variação, a salinidade da água do rio não diferiu significativamente entre os períodos ($t = 0,95$; $p = 0,36$).

Tabela I. Parâmetros abióticos por mês de amostragem e períodos do ano, na Estação Meteorológica de Rio Formoso (precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) e nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas (temperatura do ar e salinidade do rio), Estado de Pernambuco.

Dados/ Meses	Rio Formoso					Rio Ariquindá		Rio Mamucabas	
	Precipit.	Pressão atm.	Umid. relativa	Radiação solar	Velocid. vento	Temp. do ar	Sal. do rio	Temp. do ar	Sal. do rio
Período chuvoso									
Abr	189,40	903,05	84,53	21,29	25,84	29,80	15,00	30,58	12,00
Mai	229,38	886,46	78,17	18,40	23,55	28,80	11,00	29,85	15,00
Jun	5,69	868,04	70,45	17,73	22,09	30,13	12,00	29,25	17,00
Jul	34,84	856,09	66,60	17,09	24,79	28,85	28,00	26,10	2,00
Ago	100,74	855,99	58,86	15,50	25,04	24,93	24,00	24,35	3,00
Mar	8,60	896,08	84,06	18,28	25,77	32,85	26,00	31,85	10,00
Méd ± dp	94,77 ± 95,98	877,62 ± 20,44	73,78 ± 10,26	18,05 ± 1,91	24,51 ± 1,45	29,23 ± 2,57	19,33 ± 7,53	28,66 ± 3,07	9,83 ± 6,18
Período seco									
Set	40,90	852,20	59,46	18,80	24,35	30,80	24,00	29,38	15,00
Out	253,40	852,12	63,94	18,18	22,29	29,93	25,00	30,90	0,00
Nov	156,08	852,59	80,51	20,92	23,12	29,95	23,00	31,95	8,00
Dez	12,37	870,55	84,84	18,81	25,43	30,28	26,00	30,98	6,00
Jan	7,71	885,65	82,03	12,83	15,57	31,08	25,00	31,58	10,00
Fev	11,32	893,04	85,74	16,75	26,84	31,83	27,00	30,65	0,00
Méd ± dp	80,30 ± 101,8	867,69 ± 18,35	76,09 ± 11,39	17,71 ± 2,74	22,93 ± 3,95	30,64 ± 0,74	25,00 ± 1,41	30,90 ± 1,63	6,50 ± 5,35

Nota: Precipit. = Precipitação; Atm. = atmosférica; Umid. = Umidade; Velocid. = Velocidade; Temp. = Temperatura; Sal. = Salinidade; Méd. = Média; dp = desvio padrão.

Diversidade no manguezal do Rio Ariquindá

Um total de 4.501 exemplares de Crustacea Brachyura foi coletado no manguezal do Rio Ariquindá, estando distribuídos em 25 espécies, 14 gêneros e 7 famílias. Dentre estes, a Superfamília Ocypodoidea foi a mais representativa, com 9 espécies, destacando-se as pertencentes aos gênero *Uca* Leach, 1814, seguida das Superfamílias Grapsoidea e Xanthoidea, as quais contribuíram com 7 e 6 espécies do total encontrado no manguezal, respectivamente. As demais espécies pertenciam às Superfamílias Portunoidea (2 espécies) e Pinnotheroidea (1 espécie). A sinopse taxonômica das espécies identificadas encontra-se no item abaixo.

Sinopse taxonômica das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Brünnich, 1772

Classe Malacostraca Latreille, 1802

Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892

Superordem Eucarida Calman, 1904

Ordem Decapoda Latreille, 1802

Subordem Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraordem Brachyura Latreille, 1802

Seção Eubrachyura de Saint Laurent, 1980

Subseção Heterotremata Guinot, 1977

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Callinectes danae Smith, 1869

C. exasperatus (Gerstaecker, 1856)

Superfamília Xanthoidea MacLeay, 1838

Família Panopeidae Ortmann, 1893

Subfamília Panopeinae Ortmann, 1893

Acantholobulus bermudensis (Benedict & Rathbun, 1891)

Eurytium limosum (Say, 1818)

Hexapanopeus angustifrons (Benedict & Rathbun, 1891)

H. caribbaeus (Stimpson, 1871)

Panopeus lacustris Desbonne, in
Desbonne & Schramm, 1867
P. occidentalis Saussure, 1857

Subseção Thoracotremata Guinot, 1977

Superfamília Pinnotheroidea de Haan, 1833

Família Pinnotheridae de Haan, 1833

Subfamília Pinnothereliinae Alcock,
1900

Austinixa leptodactyla (Coelho,
1997)

Superfamília Grapsoidea MacLeay, 1838

Família Grapsidae MacLeay, 1838

Goniopsis cruentata (Latreille,
1803)

Pachygrapsus gracilis (Saussure,
1858)

P. transversus (Gibbes, 1850)

Família Sesarmidae Dana, 1851

Aratus pisonii (H. Milne Edwards,
1837)

Armases angustipes (Dana, 1852)

Sesarma curacaoense de Man,
1892

S. rectum Randall, 1840

Superfamília Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Família Ocypodidae Rafinesque, 1815

Subfamília Ocypodinae Rafinesque,
1815

Ocypode quadrata (Fabricius,
1787)

Subfamília Ucinae Dana, 1851

Uca (Leptuca) cumulanta Crane,
1943

U. (Leptuca) leptodactyla
Rathbun, 1898

U. (Minuca) burgersi Holthuis,
1967

U. (Minuca) rapax (Smith, 1870)

U. (Minuca) victoriana von
Hagen, 1987

U. (Minuca) thayeri Rathbun,
1900

U. (Uca) maracoani (Latreille,
1802)

Família Ucididae Stevcic, 2005

Ucides cordatus (Linnaeus, 1763)

Análises quantitativas

Quanto à abundância total (AT), a espécie *Uca thayeri* se destacou, com 1.411 exemplares. Já em relação à abundância relativa (AR), a maioria das espécies foi considerada rara, com exceção de *Sesarma rectum*, *Uca leptodactyla* e *U. thayeri*, consideradas pouco abundantes. Por fim, no tocante à frequência relativa (FR), a maioria das espécies foi considerada esporádica ou pouco frequente, com exceção de *Uca burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. thayeri* consideradas frequentes. As espécies amostradas neste manguezal, bem como sua AT, AR e FR estão apresentadas na Tabela II.

Tabela II. Abundância total (AT), abundância relativa (AR) e frequência relativa (FR) das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Espécies	AT	AR	Classificação	FR	Classificação
<i>Acantholobulus bermudensis</i>	12	0,27	Rara	12,50	Pouco frequente
<i>Aratus pisonii</i>	96	2,13	Rara	31,25	Pouco frequente
<i>Armases angustipes</i>	391	8,69	Rara	29,17	Pouco frequente
<i>Austinixa leptodactyla</i>	20	0,44	Rara	16,67	Pouco frequente
<i>Callinectes danae</i>	48	1,07	Rara	20,83	Pouco frequente
<i>Callinectes exasperatus</i>	5	0,11	Rara	6,25	Esporádica
<i>Eurytium limosum</i>	12	0,27	Rara	18,75	Pouco frequente
<i>Goniopsis cruentata</i>	20	0,44	Rara	25,00	Pouco frequente
<i>Hexapanopeus angustifrons</i>	12	0,27	Rara	6,25	Esporádica
<i>Hexapanopeus caribbaeus</i>	1	0,02	Rara	2,08	Esporádica
<i>Ocypode quadrata</i>	11	0,24	Rara	16,67	Pouco frequente
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	94	2,09	Rara	31,25	Pouco frequente
<i>Pachygrapsus transversus</i>	1	0,02	Rara	2,08	Esporádica
<i>Panopeus lacustris</i>	27	0,60	Rara	18,75	Pouco frequente
<i>Panopeus occidentalis</i>	7	0,16	Rara	8,33	Esporádica
<i>Sesarma curacaoense</i>	40	0,89	Rara	33,33	Pouco frequente
<i>Sesarma rectum</i>	509	11,31	Pouco abundante	25,00	Pouco frequente

Espécies	AT	AR	Classificação	FR	Classificação
<i>Uca burgersi</i>	420	9,33	Rara	47,92	Frequente
<i>Uca cumulanta</i>	370	8,22	Rara	45,83	Frequente
<i>Uca leptodactyla</i>	833	18,51	Pouco abundante	66,67	Frequente
<i>Uca maracoani</i>	25	0,56	Rara	22,92	Pouco frequente
<i>Uca rapax</i>	93	2,07	Rara	31,25	Pouco frequente
<i>Uca thayeri</i>	1.411	31,35	Pouco abundante	47,92	Frequente
<i>Uca victoriana</i>	42	0,93	Rara	4,17	Esporádica
<i>Ucides cordatus</i>	1	0,02	Rara	2,08	Esporádica

Notou-se que as espécies apresentaram diferentes valores de abundância de acordo com as estações de coleta, apresentando distintos padrões de distribuição espacial (Figura 1). As espécies *Armases angustipes*, *Eurytium limosum*, *Goniopsis cruentata*, *Sesarma rectum*, *Uca burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. rapax* foram mais abundantes na Estação 1; *S. curacaoensis*, *U. thayeri* e *Ucides cordatus* foram mais abundantes na Estação 2; *Acantholobulus bermudensis*, *Aratus pisonii*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes danae*, *C. exasperatus*, *Ocypode quadrata*, *Pachygrapsus gracilis*, *P. transversus* e *Panopeus lacustris* foram mais abundantes na Estação 3; e *Hexapanopeus angustifrons*, *H. caribbaeus*, *P. occidentalis*, *Sesarma curacaoensis*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* e *U. victoriana* foram mais abundantes na Estação 4.

Índices ecológicos

A diversidade de Shannon foi considerada baixa ($H' = 1,76 \pm 0,16 \text{ bits.ind}^{-1}$), a equitabilidade de Pielou foi considerada alta ($J' = 0,74 \pm 0,06$), a riqueza de Margalef foi considerada baixa ($D = 1,12 \pm 0,12$), e a dominância de Simpson, alta ($1 - \lambda = 0,63 \pm 0,04$). No geral, a diversidade de espécies pode ser considerada média. Também pode ser observado que os índices não variaram notoriamente ao longo do ano, exibindo apenas pequenas oscilações. Entretanto, observam-se diferenças espaciais, e na média as estações mais diversas foram a 1 e a 3 (Tabela III), o que indica mais uma vez um padrão de distribuição espacial distinto para diferentes áreas dentro de um mesmo manguezal.

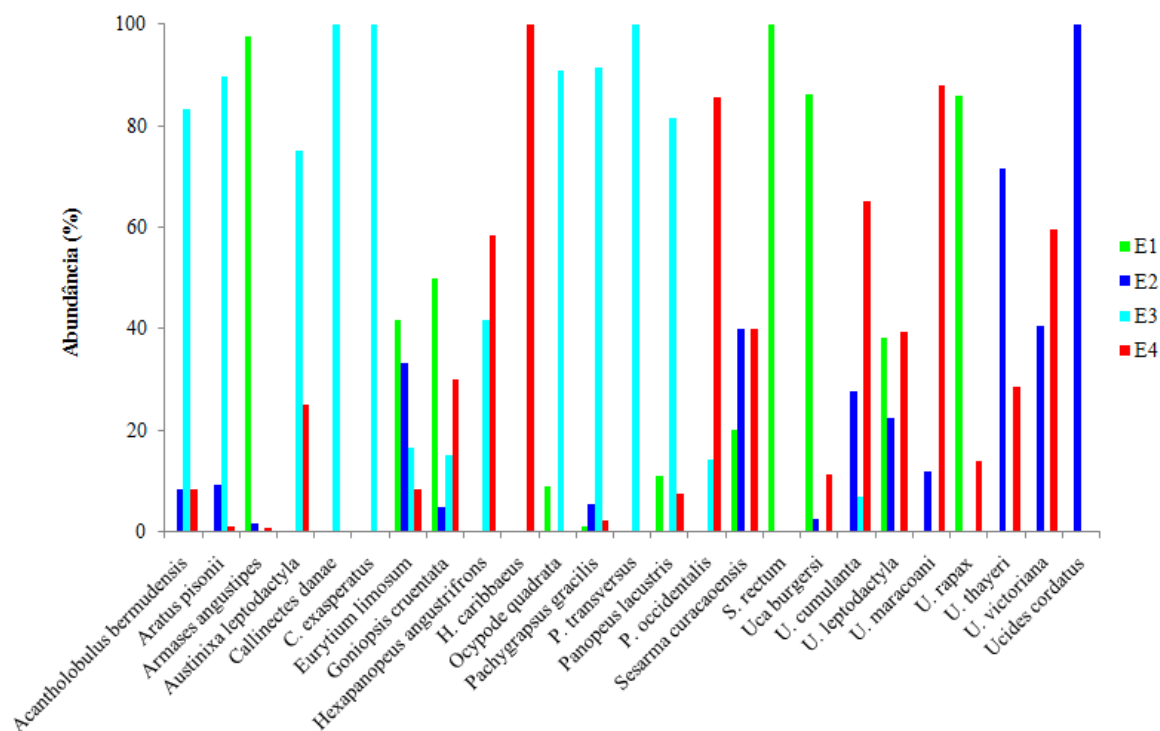


Figura 1. Valores de abundância de acordo com as estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Tabela III. Valores mensais de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J'), riqueza de Margalef (D) e dominância de Simpson ($1 - \lambda$), obtidos por estação de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Mês	Estação 1				Estação 2				Estação 3				Estação 4			
	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$
Abr	2,29	0,76	1,48	0,74	0,72	0,72	0,62	0,40	2,66	0,89	1,85	0,83	1,10	0,47	0,93	0,36
Mai	2,28	0,72	1,53	0,73	1,25	0,54	0,83	0,46	2,39	0,80	1,90	0,78	1,36	0,86	0,49	0,58
Jun	2,12	0,91	0,79	0,75	1,28	0,45	1,17	0,41	2,22	0,86	1,57	0,79	2,09	0,90	0,93	0,76
Jul	2,07	0,89	0,79	0,74	1,79	0,60	1,49	0,55	2,06	0,73	1,57	0,70	1,91	0,68	1,24	0,67
Ago	2,19	0,78	1,20	0,75	0,79	0,28	1,29	0,23	2,18	0,84	1,62	0,77	0,96	0,48	0,77	0,37
Set	2,01	0,78	1,05	0,73	0,77	0,77	0,21	0,35	1,55	0,78	1,11	0,62	2,33	0,65	2,36	0,73
Out	2,20	0,85	1,02	0,77	0,87	0,55	0,42	0,34	2,76	0,92	2,17	0,87	2,03	0,78	1,18	0,73
Nov	2,11	0,91	0,83	0,76	0,67	0,67	0,21	0,29	2,69	0,96	1,94	0,87	1,83	0,79	0,99	0,70
Dez	2,10	0,91	0,80	0,76	1,25	0,62	0,59	0,47	2,12	0,82	1,43	0,73	2,22	0,74	1,50	0,75
Jan	2,16	0,84	1,10	0,76	1,17	0,58	0,68	0,43	1,49	0,94	0,76	0,67	1,64	0,58	1,24	0,61
Fev	1,97	0,98	0,61	0,74	1,34	0,67	0,77	0,56	1,33	0,84	0,80	0,62	1,74	0,62	1,26	0,60
Mar	2,17	0,77	1,17	0,76	1,10	0,48	0,75	0,46	1,19	0,75	0,64	0,55	2,12	0,61	1,96	0,71
Méd	2,14	0,84	1,03	0,75	1,08	0,58	0,75	0,41	2,05	0,84	1,45	0,73	1,78	0,68	1,24	0,63

Análises multivariadas

Segundo o MDS (Figura 2), três grupos foram formados, de acordo com as estações de coleta: as estações 2 e 4, localizadas na margem do manguezal e com substrato lamoso, se agruparam, e as estações 1 e 3, na região interna do manguezal e com vegetação diferente, formaram cada uma, um grupo à parte. O índice de Bray-Curtis revelou que a espécie *Uca thayeri* foi responsável pela similaridade dentro das estações 2 e 4 (Tabela IV), que apresentaram entre si a menor dissimilaridade (44,54%) (Tabela V), o que pode explicar o agrupamento das mesmas. As estações que mais diferiram entre si foram as 1 e 3 (dissimilaridade = 98,40%), por causa das espécies *S. rectum*, *A. angustipes* e *U. burgersi*, e 3 e 4 (dissimilaridade = 94,60%), por causa das espécies *U. thayeri*, *U. leptodactyla*, *U. cumulanta* e *A. pisonii* (Tabela V).

A análise de cluster com as principais espécies revelou a formação de três grupos de acordo com os seus valores de abundância (Figura 3). O grupo A foi formado por espécies com maior abundância, destacando-se as pertencentes ao gênero *Uca*, os grupos B por espécies intermediárias, *E. limosum*, *S. curacaoense*, *G. cruentata* e *U. maracoani*, e o grupo C, por espécies menos abundantes, com destaque para os Panopeidae.

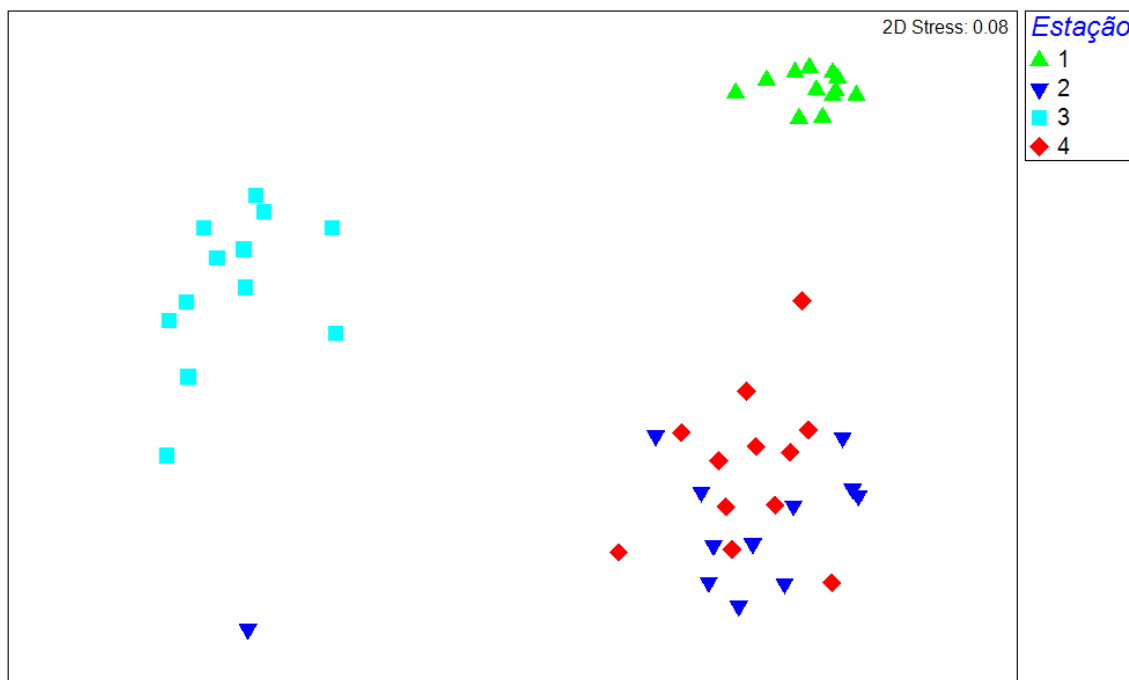


Figura 2. Análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS) das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Tabela IV. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a similaridade média dentro de cada estação, até $\pm 50\%$ da similaridade cumulativa total.

Estação 1 - Similaridade média: 85,04%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Sesarma rectum</i>	3,70	21,05	24,75	24,75
<i>Uca burgersi</i>	3,39	19,27	22,66	47,40
Estação 2 - Similaridade média: 56,95%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	4,15	34,41	60,42	60,42
Estação 3 - Similaridade média: 59,07%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Aratus pisonii</i>	2,07	23,29	39,43	39,43
Estação 4 - Similaridade média: 61,16%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	3,19	19,11	1,96	31,24

Tabela V. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a dissimilaridade média entre as estações, até $\pm 50\%$ da dissimilaridade cumulativa total.

Estações 1 e 2 - Dissimilaridade média: 80,64%					
Espécies	Estação 1	Estação 2	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	0,00	4,15	15,23	18,88	18,88
<i>Sesarma rectum</i>	3,70	0,00	14,01	17,37	36,25
<i>Armases angustipes</i>	3,38	0,16	12,44	15,43	51,68
Estações 1 e 3 - Dissimilaridade média: 98,40%					
Espécies	Estação 1	Estação 3	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Sesarma rectum</i>	3,70	0,00	14,83	15,07	15,07
<i>Armases angustipes</i>	3,38	0,00	13,71	13,93	29,00
<i>Uca burgersi</i>	3,39	0,00	13,61	13,83	42,83
Estações 2 e 3 - Dissimilaridade média: 92,13%					
Espécies	Estação 2	Estação 3	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	4,15	0,00	22,05	23,93	23,93
<i>Uca leptodactyla</i>	2,08	0,00	10,83	11,75	35,68
<i>Aratus pisonii</i>	0,28	2,07	9,80	10,64	46,32

Estações 1 e 4 - Dissimilaridade média: 70,12%					
Espécies	Estação 1	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Sesarma rectum</i>	3,70	0,00	12,46	17,77	17,77
<i>Armases angustipes</i>	3,38	0,12	11,14	15,89	33,66
<i>Uca thayeri</i>	0,00	3,19	10,53	15,02	48,68

Estações 2 e 4 - Dissimilaridade média: 44,54%					
Espécies	Estação 2	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca leptodactyla</i>	2,08	3,02	7,05	15,83	15,83
<i>Uca cumulanta</i>	1,67	2,56	7,02	15,75	31,58
<i>Uca thayeri</i>	4,15	3,19	6,81	15,30	46,88

Estações 3 e 4 - Dissimilaridade média: 94,60%					
Espécies	Estação 3	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	0,00	3,19	14,56	15,39	15,39
<i>Uca leptodactyla</i>	0,00	3,02	13,77	14,55	29,94
<i>Uca cumulanta</i>	0,40	2,56	11,11	11,74	41,69
<i>Aratus pisonii</i>	2,07	0,06	9,57	10,12	51,81

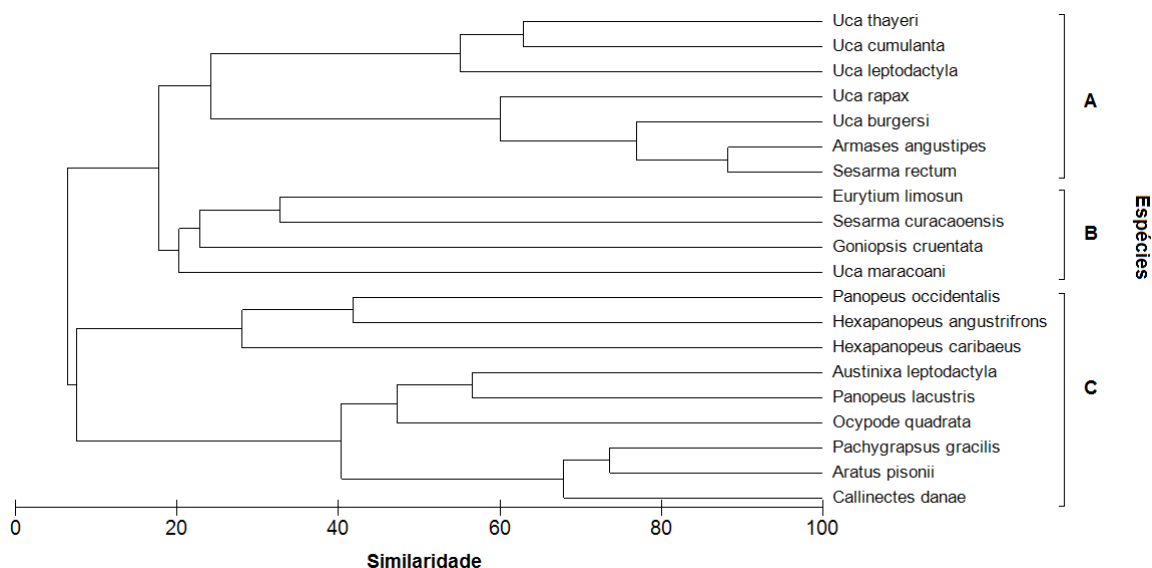


Figura 3. Análise hierárquica de Cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco.

De acordo com a rotina BEST/BIOENV, o parâmetro abiótico que mais influenciou a comunidade de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá foi o substrato ($r_s = 0,232$) (Tabela VI). No entanto, essa influência foi considerada fraca.

Tabela VI. Correlação de Spearman (r_s) entre os fatores abióticos e a abundância das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco. Melhores resultados obtidos pela análise BEST/BIOENV.

Variáveis	r_s
Substrato	0,232
Velocidade do vento; Substrato	0,140
Radiação solar; Substrato	0,122
Radiação solar; Velocidade do vento; Substrato	0,118

Diversidade no manguezal do Rio Mamucabas

Um total de 3.893 exemplares de Crustacea Brachyura foi coletado no manguezal do Rio Mamucabas, estando distribuídos em 21 espécies, 12 gêneros e 6 famílias. Destas espécies, uma, *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) (Sesarmidae), foi encontrada somente nesse manguezal. Por outro lado, 5 espécies (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*) ocorreram apenas no Rio Ariquindá. Assim, vinte espécies foram comuns para ambos os manguezais.

Dentre os Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, a Superfamília Ocypodoidea foi a mais representativa, com 8 espécies, destacando-se as pertencentes aos gênero *Uca*, seguida das Superfamílias Grapsoidea e Xanthoidea, as quais contribuíram com 8 e 4 espécies do total encontrado no manguezal, respectivamente. A Superfamília Portunoidea esteve representada por 1 espécie. A sinopse taxonômica das espécies identificadas encontra-se no item abaixo.

Sinopse taxonômica das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas,

Estado de Pernambuco

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Brünnich, 1772

Classe Malacostraca Latreille, 1802

Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892

Superordem Eucarida Calman, 1904

Ordem Decapoda Latreille, 1802

Subordem Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraordem Brachyura Latreille, 1802

Seção Eubrachyura de Saint Laurent, 1980

Subseção Heterotremata Guinot, 1977

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Callinectes danae Smith, 1869

Superfamília Xanthoidea MacLeay, 1838

Família Panopeidae Ortmann, 1893

Subfamília Panopeinae Ortmann, 1893

Eurytium limosum (Say, 1818)

Hexapanopeus angustifrons

(Benedict & Rathbun, 1891)

Panopeus lacustris Desbonne, in

Desbonne & Schramm, 1867

P. occidentalis Saussure, 1857

Subseção Thoracotremata Guinot, 1977

Superfamília Grapsoidea MacLeay, 1838

Família Grapsidae MacLeay, 1838

Goniopsis cruentata (Latreille,
1803)

Pachygrapsus gracilis (Saussure,
1858)

P. transversus (Gibbes, 1850)

Família Sesarmidae Dana, 1851

Aratus pisonii (H. Milne Edwards,
1837)

Armases angustipes (Dana, 1852)

A. rubripes (Rathbun, 1897)

Sesarma curacaoense de Man,
1892

S. rectum Randall, 1840

Superfamília Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Família Ocypodidae Rafinesque, 1815

Subfamília Ocypodinae Rafinesque,
1815

Ocypode quadrata (Fabricius,
1787)

Subfamília Ucinæ Dana, 1851

Uca (Leptuca) cumulanta Crane,
1943

U. (Leptuca) leptodactyla
Rathbun, 1898

U. (Minuca) burgersi Holthuis, 1967

U. (Minuca) rapax (Smith, 1870)

U. (Minuca) victoriana von Hagen, 1987

U. (Minuca) thayeri Rathbun, 1900

Família Ucididae Stevcic, 2005

Ucides cordatus (Linnaeus, 1763)

Análises quantitativas

Quanto à abundância total (AT), a espécie *Uca thayeri* se destacou, com 1.300 exemplares no manguezal do Rio Mamucabas. Já em relação à abundância relativa (AR), a maioria das espécies foi considerada rara, com exceção de *Uca leptodactyla*, *U. thayeri* e *U. victoriana*, consideradas pouco abundantes. Por fim, no tocante à frequência relativa (FR), muitas espécies foram consideradas esporádicas ou pouco frequentes, com exceção de *Armases angustipes*, *Eurytium limosum*, *Uca burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri*, consideradas frequentes, e *U. victoriana*, considerada muito frequente. As espécies amostradas neste manguezal, bem como sua AR e FR estão apresentadas na Tabela VII.

Tabela VII. Abundância total (AT), abundância relativa (AR) e frequência relativa (FR) das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Espécie	AT	AR	Classificação	FR	Classificação
<i>Aratus pisonii</i>	56	1,44	Rara	29,17	Pouco frequente
<i>Armases angustipes</i>	199	5,11	Rara	43,75	Frequente
<i>Armases rubripes</i>	2	0,05	Rara	2,08	Esporádica
<i>Callinectes danae</i>	23	0,59	Rara	8,33	Esporádica
<i>Eurytium limosum</i>	80	2,05	Rara	56,25	Frequente
<i>Goniopsis cruentata</i>	61	1,57	Rara	39,58	Pouco frequente
<i>Hexapanopeus angustifrons</i>	1	0,03	Rara	2,08	Esporádica
<i>Ocypode quadrata</i>	6	0,15	Rara	2,08	Esporádica
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	28	0,72	Rara	20,83	Pouco frequente
<i>Pachygrapsus transversus</i>	9	0,23	Rara	6,25	Esporádica
<i>Panopeus lacustris</i>	2	0,05	Rara	4,17	Esporádica
<i>Panopeus occidentalis</i>	3	0,08	Rara	4,17	Esporádica
<i>Sesarma curacaoensis</i>	23	0,59	Rara	33,33	Pouco frequente
<i>Sesarma rectum</i>	85	2,18	Rara	37,50	Pouco frequente

Espécie	AT	AR	Classificação	FR	Classificação
<i>Uca burgersi</i>	389	9,99	Rara	52,08	Frequente
<i>Uca cumulanta</i>	25	0,64	Rara	14,58	Pouco frequente
<i>Uca leptodactyla</i>	664	17,06	Pouco abundante	66,67	Frequente
<i>Uca rapax</i>	157	4,03	Rara	50,00	Frequente
<i>Uca thayeri</i>	1.300	33,39	Pouco abundante	52,08	Frequente
<i>Uca victoriana</i>	772	19,83	Pouco abundante	70,83	Muito frequente
<i>Ucides cordatus</i>	8	0,21	Rara	6,25	Esporádica

Notou-se que as espécies apresentaram diferentes valores de abundância de acordo com as estações de coleta (Figura 4). As espécies *Armases angustipes*, *A. rubripes*, *Goniopsis cruentata*, *Pachygrapsus gracilis*, *Sesarma curacaoensis*, *Uca cumulanta* e *U. rapax* foram mais abundantes na Estação 1; *Eurytium limosum*, *Panopeus lacustris*, *S. curacaoensis*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri*, *U. victoriana* e *Ucides cordatus* foram mais abundantes na Estação 2; *Aratus pisonii*, *Callinectes danae*, *Hexapanopeus angustifrons*, *Ocypode quadrata*, *Pachygrapsus gracilis*, *P. transversus*, *Panopeus lacustris* e *P. occidentalis* foram mais abundantes na Estação 3; e *S. curacaoensis*, *S. rectum*, *U. burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana* foram mais abundantes na Estação 4.

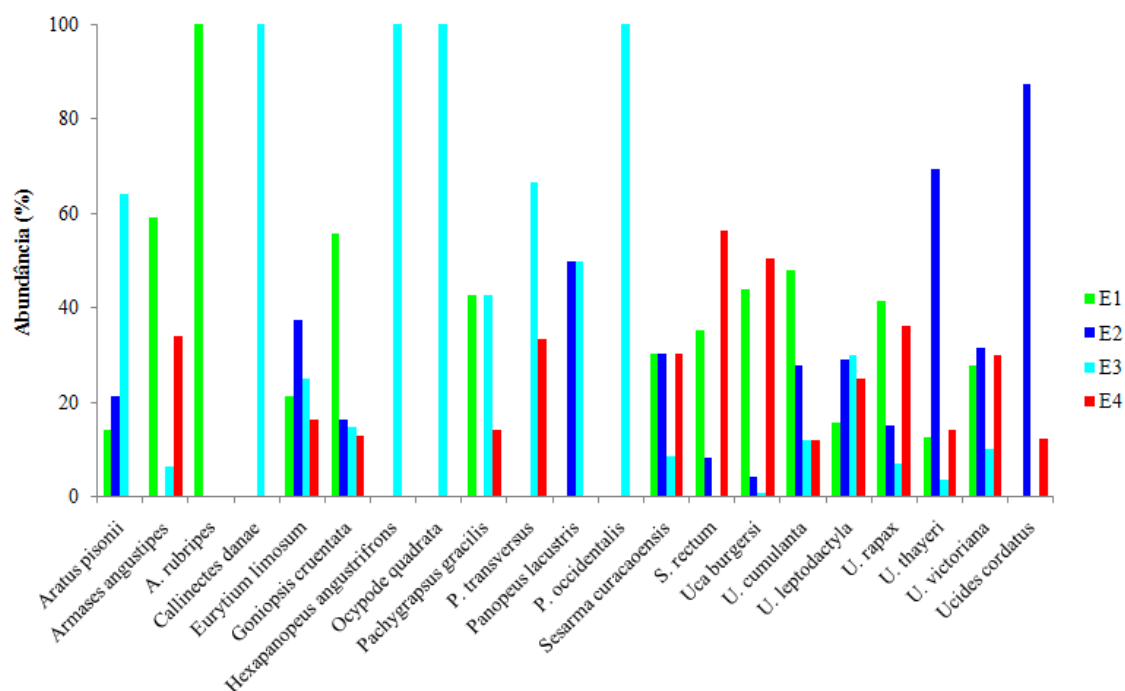


Figura 4. Valores de abundância de acordo com as estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Índices ecológicos

A diversidade de Shannon foi considerada baixa ($H' = 1,80 \pm 0,21 \text{ bits.ind}^{-1}$), a equitabilidade de Pielou foi considerada alta ($J' = 0,71 \pm 0,11$), a riqueza de Margalef foi considerada baixa ($D = 1,19 \pm 0,14$) e a dominância de Simpson, alta ($1 - \lambda = 0,63 \pm 0,08$). No geral, a diversidade de espécies pode ser considerada média. Também pode ser observado que os índices não variaram notoriamente ao longo do ano, exibindo apenas pequenas oscilações. Entretanto, observam-se diferenças espaciais, e na média as estações mais diversas foram a 1 e a 4 (Tabela VIII), o que indica mais uma vez um padrão de distribuição espacial distinto para diferentes áreas dentro de um mesmo manguezal.

Tabela VIII. Valores mensais de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J'), Riqueza de Margalef (D) e Dominância de Simpson ($1 - \lambda$), obtidos por estação de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Mês	Estação 1				Estação 2				Estação 3				Estação 4			
	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$	H'	J	D	$1 - \lambda$
Abr	2,57	0,92	2,00	0,85	0,23	0,23	0,23	0,07	1,45	0,91	0,76	0,66	1,98	0,77	1,19	0,71
Mai	2,02	0,67	1,51	0,68	1,71	0,54	1,67	0,51	1,19	0,75	0,44	0,48	1,18	0,74	0,63	0,54
Jun	1,36	0,68	0,86	0,55	1,15	0,49	0,95	0,39	1,76	0,68	0,99	0,63	2,35	0,84	1,72	0,78
Jul	2,33	0,65	2,24	0,74	1,92	0,69	1,31	0,66	0,00	-	-	-	2,41	0,73	1,84	0,77
Ago	1,80	0,70	1,22	0,64	0,00	-	-	-	2,72	0,82	2,20	0,82	1,47	0,49	1,39	0,50
Set	2,59	0,82	1,98	0,81	1,52	0,54	1,23	0,54	1,06	0,67	0,96	0,46	2,30	0,77	1,58	0,75
Out	2,64	0,83	1,81	0,81	1,47	0,63	0,80	0,53	1,41	0,89	0,96	0,68	2,17	0,84	1,23	0,73
Nov	2,31	0,77	1,63	0,74	1,34	0,58	0,84	0,49	1,45	0,91	1,03	0,71	2,10	0,81	1,19	0,73
Dez	3,09	0,84	2,32	0,86	1,69	0,60	1,12	0,60	1,00	1,00	0,43	0,56	2,56	0,85	1,63	0,82
Jan	2,05	0,88	1,03	0,73	1,89	0,67	1,13	0,65	2,26	0,87	1,73	0,80	2,13	0,82	1,10	0,73
Fev	2,12	0,82	1,24	0,74	1,71	0,74	0,76	0,63	1,92	0,83	1,08	0,72	2,27	0,88	1,17	0,76
Mar	2,24	0,80	1,27	0,76	0,93	0,59	0,44	0,40	1,60	0,80	0,73	0,63	2,82	0,89	1,64	0,85
Méd	2,26	0,78	1,59	0,74	1,30	0,57	0,95	0,50	1,48	0,83	1,03	0,65	2,15	0,79	1,36	0,72

Análises multivariadas

Segundo o MDS (Figura 5), as estações de coleta tendem se agrupar, especialmente as 1, 2 e 4, enquanto a estação 3 ficou mais afastada (possuindo menor similaridade). O índice de similaridade de Bray-Curtis revelou que as espécies *Aratus pisonii* e *Eurytium limosum* foram as mais abundantes na estação 3, enquanto as demais estações foram dominadas pelas espécies do gênero *Uca* (Tabela IX), o que pode

explicar o resultado observado. A estação 3 também apresentou maior dissimilaridade com as outras estações (Tabela X). As estações que mais diferiram entre si foram as 1 e 3 (dissimilaridade = 78,14 %), por causa das espécies *A. angustipes*, *U. burgersi*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana*, e as que menos diferiram, 1 e 4 (dissimilaridade = 46,83%), por causa das espécies *U. thayeri*, *U. victoriana*, *U. burgersi* e *U. leptodactyla* (Tabela X).

A análise de cluster com as principais espécies revelou a formação de um grupo principal formado por espécies com maior abundância, destacando-se as pertencentes ao gênero *Uca*. As demais espécies não formaram grupos claros (Figura 6).

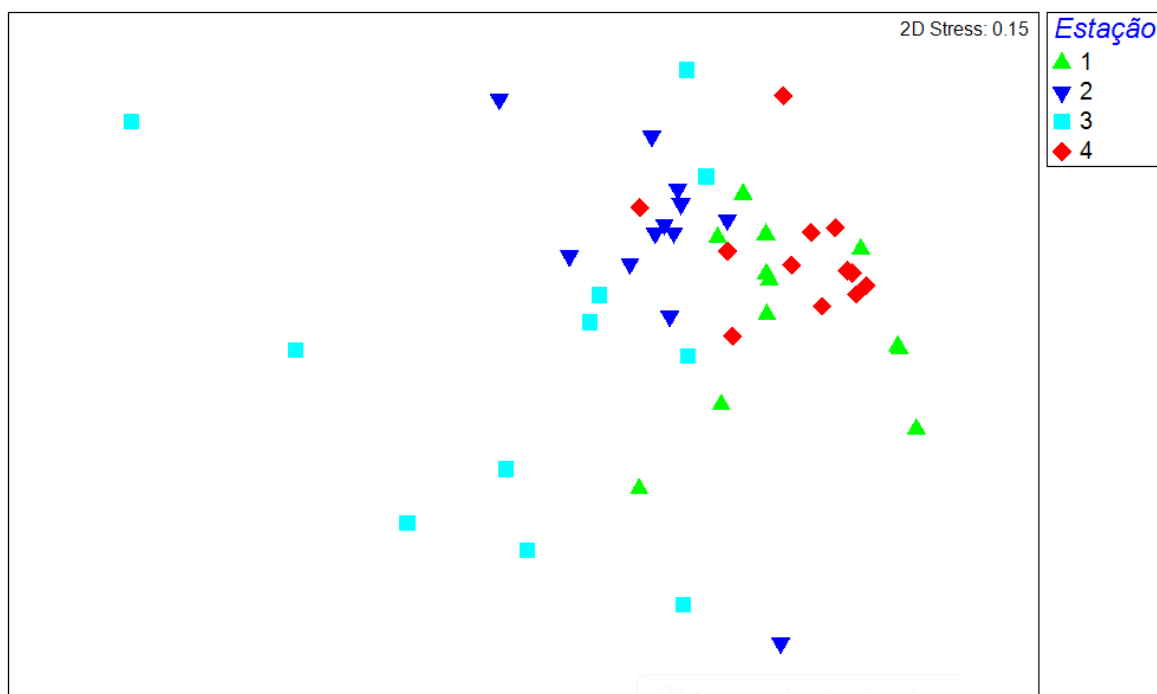


Figura 5. Análise de ordenação multidimensional não-métrica (MDS) das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Tabela X. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a similaridade média dentro de cada estação, até $\pm 50\%$ da similaridade cumulativa total.

Estação 1 - Similaridade média: 51,38%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Armases angustipes</i>	2,14	11,87	23,11	23,11
<i>Uca burgersi</i>	1,92	7,25	14,11	37,23

<i>Uca leptodactyla</i>	1,74	6,77	13,19	50,41
Estação 2 - Similaridade média: 53,85%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	3,99	26,69	49,56	49,56
Estação 3 - Similaridade média: 23,53%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Aratus pisonii</i>	1,03	6,75	28,69	28,69
<i>Eurytium limosum</i>	0,78	4,71	20,03	48,72
Estação 4 - Similaridade média: 59,42%				
Espécies	Abundância média	Similaridade média	Similaridade (%)	Similaridade cumulativa (%)
<i>Uca victoriana</i>	2,83	17,26	29,05	29,05
<i>Uca leptodactyla</i>	2,44	12,96	21,82	50,87

Tabela XI. Abundância média das espécies de Brachyura mais relevantes das estações de coleta do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Espécies estão listadas em ordem decrescente de acordo com sua contribuição para a dissimilaridade média entre as estações, até $\pm 50\%$ da dissimilaridade cumulativa total.

Estações 1 e 2 - Dissimilaridade média: 63,06 %					
Espécies	Estação 1	Estação 2	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	1,78	3,99	10,32	16,37	16,37
<i>Armases angustipes</i>	2,14	0,00	8,49	13,46	29,83
<i>Uca burgersi</i>	1,92	0,56	7,15	11,33	41,16
<i>Uca victoriana</i>	1,97	2,45	7,02	11,13	52,29
Estações 1 e 3 - Dissimilaridade média: 78,14 %					
Espécies	Estação 1	Estação 3	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Armases angustipes</i>	2,14	0,24	9,71	12,43	12,43
<i>Uca burgersi</i>	1,92	0,19	8,85	11,33	23,76
<i>Uca leptodactyla</i>	1,74	1,37	8,32	10,64	34,40
<i>Uca victoriana</i>	1,97	1,27	7,83	10,02	44,43
Estações 2 e 3 - Dissimilaridade média: 74,78%					
Espécies	Estação 2	Estação 3	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	3,99	0,55	18,81	25,15	25,15
<i>Uca victoriana</i>	2,45	1,27	9,83	13,15	38,30
<i>Uca leptodactyla</i>	1,91	1,37	9,64	12,89	51,19
Estações 1 e 4 - Dissimilaridade média: 46,83%					
Espécies	Estação 1	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	1,78	1,30	6,15	13,14	13,14

<i>Uca victoriana</i>	1,97	2,83	6,13	13,10	26,23
<i>Uca burgersi</i>	1,92	2,26	5,61	11,98	38,22
<i>Uca leptodactyla</i>	1,74	2,44	4,63	9,88	48,10
Estações 2 e 4 - Dissimilaridade média: 58,41%					
Espécies	Estação 2	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca thayeri</i>	3,99	1,30	11,76	20,13	20,13
<i>Uca burgersi</i>	0,56	2,26	7,81	13,37	33,50
<i>Uca leptodactyla</i>	1,91	2,44	6,73	11,52	45,03
Estações 3 e 4 - Dissimilaridade média: 75,94%					
Espécies	Estação 3	Estação 4	Dissimilaridade		
	Abundância média	Abundância média	Média	(%)	Cumulativa (%)
<i>Uca burgersi</i>	0,19	2,26	9,83	12,95	12,95
<i>Uca leptodactyla</i>	1,37	2,44	9,68	12,75	25,69
<i>Uca victoriana</i>	1,27	2,83	9,54	12,56	38,26
<i>Armases angustipes</i>	0,24	1,46	6,50	8,56	46,82

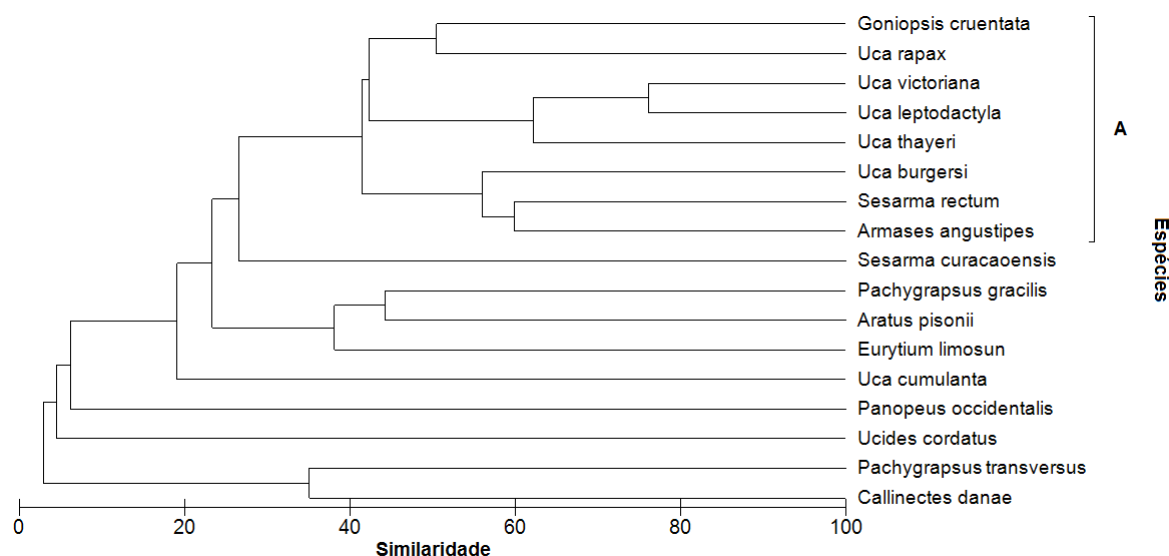


Figura 6. Análise hierárquica de Cluster das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

De acordo com a rotina BEST/BIOENV (Tabela XII), o conjunto de fatores abióticos que mais influenciou a comunidade de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas foi o formado pela precipitação pluviométrica, pressão atmosférica e radiação solar. Entretanto, essa influência foi considerada muito baixa ($r_s = 0,082$).

Tabela XII. Correlação de Spearman (r_s) entre os fatores abióticos e a abundância das espécies de Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Melhores resultados obtidos pela análise BEST/BIOENV.

Variáveis	r_s
Precipitação; Pressão atmosférica; Radiação solar	0,082
Precipitação; Pressão atmosférica; Radiação solar; Período do ano	0,078
Precipitação; Pressão atmosférica; Radiação solar; Umidade do ar; Período do ano	0,064
Precipitação; Pressão atmosférica; Radiação solar; Umidade do ar	0,063

Discussão

O município de Tamandaré está situado na área de domínio do clima pseudo-tropical ou tropical úmido do tipo As' da classificação climática de Koppen, com chuvas de inverno antecipadas no outono. A precipitação anual varia de 1.370 a 2.400 mm (ANDRADE & LINS, 1971), mas no presente trabalho, a precipitação anual ficou em torno de 1.050 mm, um valor abaixo do observado por esses autores. Sabe-se que a precipitação é um fator ambiental que exhibe grandes variações temporais (MARCUIZZO *et al.*, 2010), o que explica a diferença entre os valores observados na literatura e no presente trabalho.

As temperaturas médias do ar no litoral sul do Estado de Pernambuco apresentam pequena amplitude térmica anual, variando em torno dos 25 e 30° C (CPRH, 2003), como observado no presente trabalho. Em geral, a temperatura do ar em regiões tropicais é alta, e na área de estudo, ela é fortemente influenciada pela ação moderada dos ventos alísios, que sopram de SE e NE (MOURA, 1991; SILVA *et al.*, 2005). Os valores mais altos foram registrados para o período seco, corroborando SILVA *et al.* (2005).

Segundo NIMER (1979), o Município de Tamandaré apresenta duas estações do ano bem definidas: seca (setembro a fevereiro) e chuvosa (março a agosto). No presente estudo, apesar da precipitação média ter sido maior no período chuvoso, durante o mesmo foram observados meses de precipitação muito baixa (junho e março), bem como durante o período seco foram observados meses de precipitação muito alta (outubro e novembro). Possivelmente, devido a esse padrão de chuvas diferenciado, a salinidade não variou significativamente entre as estações do ano. Entretanto, a salinidade apresentou uma amplitude maior do que a da temperatura, tendendo a

aumentar no período seco, um reflexo da menor precipitação pluviométrica nesse período. Em comparação à temperatura, a salinidade em ecossistemas estuarinos é um parâmetro de maior variabilidade, tanto sazonal quanto espacial (PASSAVANTE & FEITOSA, 2004). Assim, organismos que habitam os estuários devem estar adaptados para tolerar essas oscilações (QAZIM *et al.*, 1972).

A vegetação é responsável por manter a umidade relativa do ar alta em áreas tropicais, conforme observado por diversos autores (CHANGNON, 1969; STULPNAGEL *et al.*, 1990; DANTAS *et al.*, 2008) e devido à presença de árvores de mangue e à distância de grandes centros urbanos, as áreas próximas ao Rio Formoso apresentaram umidade do ar alta durante todo ano.

Alguns fatores ambientais importantes não costumam ser considerados em estudos biológicos como, por exemplo: a pressão atmosférica, a velocidade dos ventos e a radiação solar, por exemplo. Esses três fatores estão intimamente relacionados: diferenças nos gradientes de pressão atmosférica, de origem térmica relacionadas com a radiação solar, originam os ventos. A radiação solar e o vento podem afetar o crescimento das plantas de mangue atuando sobre a transpiração, absorção de CO₂ e efeito mecânico sobre as folhas e ramos (MUNHOZ & GARCIA, 2008).

Os crustáceos da Infraordem Brachyura representam um grupo altamente diverso e bem sucedido. No presente trabalho, um total de 26 espécies foi amostrado. Destas, 9 são registros novos para o Município de Tamandaré, quando considerada a listagem de espécies para a região publicada por COELHO & RAMOS-PORTO (1995): *Acantholobulus bermudensis*, *Armases rubripes*, *Austinixa leptodactyla*, *Hexapanopeus angustifrons*, *H. caribbaeus*, *Panopeus occidentalis*, *Sesarma curacaoense*, *Uca cumulanta* e *Uca victoriana*, o que ressalta a importância dos levantamentos da diversidade.

É sabido que o número de espécies tende a variar em função da latitude. De acordo com BOSCHI (1964, 2000a), a maioria das espécies de Decapoda, inclusive Brachyura, é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, e um decréscimo na diversidade é observado com o aumento da latitude, em direção às regiões temperadas e frias. Esse padrão pode ser atribuído a estabilidade dos ecossistemas que, na história da evolução da Terra, contribui para a existência de um número maior de espécies em regiões tropicais (MARGALEF, 1963).

Na figura 7, pode-se observar como o número de espécies de Brachyura se comporta no litoral brasileiro. Dentre todas as espécies registradas para a costa brasileira, o maior número de espécies de caranguejos (36) é observado no litoral nordestino, nos manguezais do Rio Paripe, Estado de Pernambuco (COELHO-SANTOS & COELHO, 2001), e que tende a diminuir em direção ao sul do país. O número de espécies observado no presente trabalho está dentro do esperado para região Nordeste. COLPO *et al.* (2011) registraram um total de 28 espécies na costa sul do Estado de São Paulo, entretanto as autoras coletaram em sete diferentes manguezais, com número de espécies variando de 15 a 19 em cada um deles. No Estado de Santa Catarina está o limite austral da distribuição dos manguezais na América do Sul, aos 28° S (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). Entretanto, devido ao clima mais frio nesse Estado, o desenvolvimento dos manguezais é menor (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999) e a diversidade de crustáceos também é menor. Em zonas temperadas, especialmente a partir dos 25° S, os manguezais são substituídos pelos marismas, e os dois ecossistemas podem coexistir. No Saco da Fazenda, Estado de Santa Catarina, onde manguezais e marismas coexistem, foi observado o menor número de espécies de caranguejos, apenas 5 (BRANCO *et al.*, 2011). Com isto, confirma-se a maior diversidade dos Brachyura nas áreas tropicais, com ecossistemas mais estáveis, como os estuários pernambucanos estudados.

Apesar da proximidade geográfica dos manguezais nos quais os caranguejos foram amostrados no presente trabalho, houve uma diferença na composição específica entre eles, com cinco espécies encontradas exclusivamente no manguezal do Rio Ariquindá (*Acantholobulus bermudensis*, *Austinixa leptodactyla*, *Callinectes exasperatus*, *Hexapanopeus caribbaeus* e *Uca maracoani*), e uma (*Armases rubripes*), apenas no manguezal do Rio Mamucabas. Outros autores estudando a diversidade de espécies de Decapoda em manguezais próximos entre si (COELHO, 1965/66; FERREIRA & SANKARANKUTTY, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2006; COLPO *et al.*, 2011) também observaram diferentes composições específicas. Enquanto em grandes escalas latitudinais a temperatura é o principal fator explicando as diferenças na composição específica, fatores como composição e idade do manguezal, heterogeneidade do substrato, disponibilidade de alimento, marés, relações presa-predador, interação entre as espécies, e especialmente os impactos ambientais são responsáveis por variações específicas entre áreas relativamente próximas (ABELE, 1974; BRUSCA &

WALLERSTEIN, 1979; BOSCHI, 2000a; ASHTON *et al.*, 2003; BERTINI *et al.*, 2004), corroborando a hipótese H₁. Posteriormente, uma ênfase a essa diferença observada no presente trabalho será retomada.

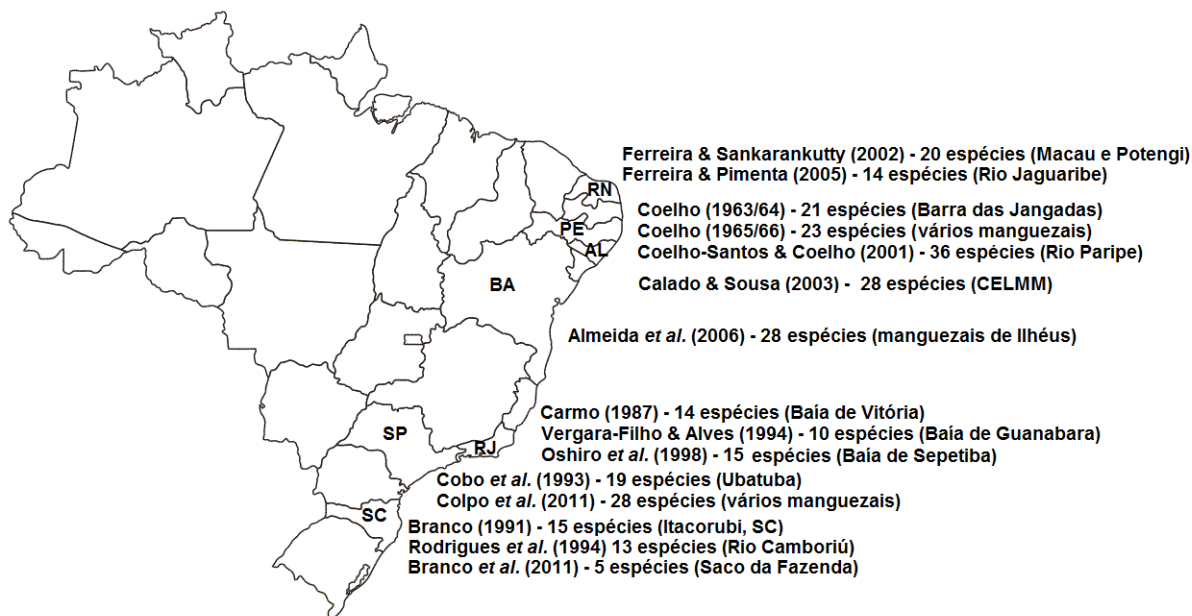


Figura 7. Número de espécies de crustáceos da Infraordem Brachyura por localidade na costa brasileira. Valores baseados apenas nas coletas manuais realizadas no ecossistema manguezal. Siris (Portunidae) coletados apenas por apetrechos específicos (redes de arrasto ou armadilhas de espera) no estuário não foram incluídos.

Segundo MACINTOSH (1984), os caranguejos formam o maior componente da macrofauna de praias e manguezais, e segundo AVELINE (1980) e JONES (1984), esses organismos, juntamente com os moluscos, são os animais mais abundantes dos manguezais, tanto em termos de biomassa quanto em diversidade de espécies. Das famílias de Brachyura que vivem no ecossistema manguezal (Ocypodidae, Grapsidae, Gecarcinidae, Mictyridae, Panopeidae, Portunidae, Xanthidae, Ucididae) (JONES, 1984; MELO, 1996), apenas as famílias Gecarcinidae e Mictyridae não foram amostradas nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas. Entretanto, a espécie *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Gecarcinidae) ocorreu em amostragens extras realizadas em outras áreas dos manguezais desses rios. Isso demonstra uma riqueza de famílias alta na área do presente estudo, e estando de acordo com o observado por COELHO (1965/66).

Dentre os crustáceos da Infraordem Brachyura, as Superfamílias Ocypodoidea, Grapsoidea e Xanthoidea foram as mais representativas no presente trabalho, assim

como o observado por diversos autores (COELHO, 1965/66; JONES, 1984; MACINTOSH, 1988; VON PRAHL *et al.*, 1990; MELO, 1996; OSHIRO *et al.*, 1998; HARTNOLL *et al.*, 2002; ASHTON *et al.*, 2003; ECHEVERRÍA-SÁENZ *et al.*, 2003; NAGELKERKEN *et al.*, 2008; COLPO *et al.*, 2011). De acordo com KRISTENSEN (2008), a fauna bentônica dos manguezais é dominada por esses caranguejos, que escavam tocas no substrato. Por serem herbívoros que retêm, enterram, maceram e ingerem folhas e algas (EMMERSON & MCGWYNNE, 1992; KRISTENSEN & ALONGI, 2006), eles previnem a perda de nutrientes e promovem os processos de decomposição. As tocas afetam a topografia e a biogeoquímica do sedimento, modificando a drenagem, a matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes (MOUTON & FELDER, 1996; BOTTO & IRIBARNE, 2000). Segundo FERREIRA & SANKARANKUTTY (2002), essas tocas formam um sistema de túneis anastomosados cruzando o substrato do manguezal, demonstrando a importância desses animais para o ecossistema. Além disto, os caranguejos são considerados biengenheiros dos manguezais, por afetarem a química e a estrutura do sedimento (KRISTENSEN, 2008).

A superfamília Ocypodoidea destacou-se em ambos os estuários no presente trabalho com o maior número de espécies (9 no manguezal do Rio Ariquindá e 8 no Rio Mamucabas). Essa superfamília de caranguejos contém 8 famílias, das quais 2 ocorreram no presente estudo: Ocypodidae e Ucididae. Essas famílias são típicas dos estuários e manguezais do mundo, inclusive no Brasil (JONES, 1984; MELO, 1996; CALADO & SOUSA, 2003; ŠTEVČIĆ, 2005; COLPO *et al.*, 2011). O gênero *Uca* destacou-se, estando representado por: *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* (esta ocorrendo apenas no Rio Ariquindá), *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana*. MELO (1996) identificou dez espécies de *Uca* ocorrendo ao longo do litoral brasileiro, e, segundo COELHO (1994) e CASTIGLIONI *et al.* (2011a), nove espécies ocorrem no Estado de Pernambuco; as únicas duas espécies registradas por esses autores para Pernambuco que não ocorreram no presente estudo foram *U. (Minuca) mordax* (Smith, 1870) e *U. (Minuca) vocator* (Herbst, 1804). Provavelmente estas espécies não foram amostradas pelo fato delas ocorrerem em áreas com salinidade mais baixa em outras áreas de manguezais ao longo da costa brasileira (MASUNARI & DISSENHA, 2005). Com base nessas observações, pode-se inferir que a diversidade observada para o gênero no presente trabalho é bem expressiva.

No presente estudo, a espécie mais abundante nos dois estuários amostrados foi *U. thayeri*, assim como observado por RODRIGUES *et al.* (1994) no Rio Camboriú, Estado de Santa Catarina. Entretanto, de acordo com MELO (1996), a espécie *U. rapax* geralmente é a mais abundante do gênero, o que foi confirmado por OSHIRO *et al.* (1998) na Baía de Sepetiba, e BEDÊ *et al.* (2008) no Manguezal do Itacuruçá, Estado do Rio de Janeiro. Já BRANCO (1991) observou que *Uca uruguayensis* foi a espécie mais abundante no Manguezal do Itacorubi, Estado de Santa Catarina. Em outros trabalhos (COELHO-SANTOS & COELHO, 2001; FERREIRA & SANKARANKUTTY, 2002; FERREIRA & PIMENTA, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2006; COLPO *et al.*, 2011), uma listagem das espécies é dada, mas sem informações sobre abundância das espécies de *Uca*. Portanto, apesar de se notar uma diferença nas espécies de *Uca* mais abundantes entre distintas localidades, torna-se difícil buscar um padrão latitudinal. Além disso, muitas vezes a espécie *U. victoriana* é identificada erroneamente como *U. rapax*, o que pode sobrestimar os valores de abundância desta última espécie. CASTIGLIONI *et al.* (2011a) registram a primeira ocorrência de *U. victoriana* para os Estados da Bahia e Pernambuco (com base nos exemplares coletados para esta tese), e propuseram alguns caracteres morfológicos que distinguem essas duas espécies, bem como outra muito semelhante, *U. burgersi*.

Além das espécies do gênero *Uca*, outras duas espécies de Ocypodoidea ocorreram na área de estudo: *Ucides cordatus* e *Ocypode quadrata*. A primeira espécie, conhecida popularmente como caranguejo-uçá, é um importante componente nos manguezais do Nordeste, sendo bastante apreciada na culinária (ARAÚJO & CALADO, 2008). Tem sido capturada intensamente em várias localidades, o que levou a espécie a um quadro de sobreexploração (MMA, 2004; ARAÚJO *et al.*, 2012). Apesar de ter ocorrido em baixo número (um exemplar no manguezal do Rio Ariquindá e 8 no manguezal do Rio Mamucabas), e de ser considerada rara e esporádica, essa espécie foi encontrada em abundância em outras áreas dos manguezais, onde foi capturada através de coletas mais específicas (braceamento e gancho). Já a segunda espécie, conhecida popularmente como maria-farinha, foi considerada rara e pouco frequente no manguezal do Rio Ariquindá, e rara e esporádica no manguezal do Rio Mamucabas. É uma espécie típica do supralitoral de praias arenosas (MELO, 1996). Entretanto, é eventualmente coletada em ambientes estuarinos (ALMEIDA *et al.*, 2006), conforme verificado no presente trabalho.

A superfamília Grapsoidea apresentou 7 espécies no manguezal do Rio Ariquindá e 8 no Rio Mamucabas. Essa superfamília de caranguejos contém 8 famílias, das quais 2 ocorreram no presente estudo: Grapsidae e Sesarmidae. Essas famílias são encontradas não apenas em estuários e manguezais, mas também em praias rochosas e em ambientes de água doce (JONES, 1984; MELO, 1996; CALADO & SOUSA, 2003; COLPO *et al.*, 2011). Dentre os grapsóides, destacaram-se duas espécies: *Sesarma rectum*, em termos de abundância no Rio Ariquindá e *Armases angustipes*, em termos de frequência no Rio Mamucabas. Porém, ambas ocorreram nos dois estuários, corroborando MELO (1996), que afirma que essas duas espécies são encontradas juntas, ocorrendo nos mesmos tipos de habitats.

Por muito tempo, houve a identificação errônea da espécie *Sesarma curacaoense* como sendo *S. crassipes* Cano, 1889 em estudos realizados por outros autores na costa brasileira. Inclusive, a localidade tipo de *S. crassipes* seria o Estado de Pernambuco (CANO, 1889). Já o primeiro registro de *S. curacaoense* para o Brasil foi feito anos depois por RATHBUN (1918) para o Estado da Bahia. No trabalho de COELHO & RAMOS (1972), os indivíduos coletados na Bahia foram identificados como *S. curacaoense*, e os de Pernambuco, como *S. crassipes*. Apesar das características morfológicas semelhantes dessas espécies, estudos recentes afirmam que a única espécie que ocorre no Brasil é *S. curacaoense* (PRADO, 1999; MELO *et al.*, 2006), como verificado para a área de estudo do presente trabalho.

A superfamília Xanthoidea também se destacou em ambos os estuários analisados no presente trabalho (6 espécies no manguezal do Rio Ariquindá e 4 no Rio Mamucabas). Essa superfamília de caranguejos contém 3 famílias, das quais uma ocorreu no presente estudo: Panopeidae. Essa família é tipicamente encontrada em fundos lamosos, incluindo aí o substrato do manguezal, razão pela qual esses caranguejos são conhecidos em inglês como 'mud crabs' (MELO, 1996; SCHUBART *et al.*, 2000; CALADO & SOUSA, 2003). Os gêneros de Panopeidae são morfolologicamente bastante similares, devido à convergência em habitats e hábitos semelhantes (SCHUBART *et al.*, 2000), o que torna difícil a identificação dos exemplares até nível específico. Entretanto, no presente trabalho, foi possível identificar todos os exemplares nesse nível.

A superfamília Portunoidea também esteve representada em ambos os estuários por exemplares do gênero *Callinectes*. As espécies *C. danae* e *C. exasperatus* são frequentes no litoral pernambucano (ARAÚJO *et al.*, 2011), encontradas principalmente em ambientes estuarinos, mas também são encontradas em manguezais (MELO, 1996), como observado no presente trabalho.

Com base nos índices ecológicos (Shannon, Pielou e Margalef) e no número de espécies registradas, a diversidade de caranguejos de ambos os manguezais pôde ser considerada média, apesar de menor no manguezal do Rio Mamucabas, corroborando a hipótese H₁. Os valores foram comparáveis com os manguezais em geral ao longo da costa brasileira (Figura 5), e até superiores aos manguezais protegidos da Malásia e Tailândia (ASHTON *et al.*, 2003), onde os autores encontraram valores de H' variando de 1,09 a 1,36 bits.ind⁻¹. De acordo com a teoria da heterogeneidade espacial, quanto mais heterogêneo e complexo um dado ambiente, mais diversa a sua fauna (SIMPSON, 1964). Esse é o caso dos manguezais, um ecossistema rico em microhabitats diferentes. Segundo ABELE (1974), a diversidade de Decapoda dos manguezais só não é maior do que a de ambientes ainda mais complexos, os recifes de coral e o intertidal rochoso, mas é maior que a das praias arenosas e das comunidades associadas a *Spartina* Schreb. (Poaceae).

A diversidade não pôde ser considerada alta devido à grande influência de espécies raras, bem como pela elevada dominância, como revelado pelo índice de Simpson. A espécie *Uca thayeri* foi responsável por esse resultado, uma vez que apresentou a maior abundância total (1.411 exemplares no Rio Ariquindá e 1.300 no Rio Mamucabas), refutando a hipótese H₂. A dominância de uma determinada espécie pode ser um indicativo de estresse ambiental (MACINTOSH *et al.*, 2002), pois uma espécie oportunista pode se destacar em detrimento de outras menos tolerantes à variações ambientais. Entretanto, segundo os mesmos autores, a diversidade de grapsóides, em especial Sesarmidae, sinaliza um ambiente estável, e nos dois estuários aqui estudados, os grapsóides estiveram bem representados, como discutido anteriormente. Esses animais são basicamente arborícolas (MELO, 1996) e sua presença indica vegetação bem preservada. Esse resultado indica um ambiente estável.

O número de espécies de crustáceos da Infraordem Brachyura observado no manguezal do Rio Mamucabas, onde a espécie vegetal dominante foi *Laguncularia*

racemosa (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae) (mangue branco), foi menor que o número de espécies do Rio Ariquindá, onde a espécie vegetal dominante foi *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) (mangue vermelho). Alguns estudos apontam que os manguezais mais preservados e/ou maduros, onde as comunidades de Brachyura são mais ricas, apresentam dominância do mangue vermelho, enquanto os manguezais instáveis ambientalmente e/ou jovens, onde as comunidades de Brachyura são menos ricas, apresentam dominância do mangue branco (FROMARD *et al.*, 1998; MACINTOSH *et al.*, 2002; COLPO *et al.*, 2011). Tais observações também explicam o menor número de espécies no manguezal do Rio Mamucabas e são indicativos de que os impactos ambientais encontrados nesse estuário estão começando a afetar a comunidade de Brachyura.

Além das diferenças observadas na composição de espécies entre os estuários, existem diferenças em cada estuário, entre as estações de coleta. Cada estação apresentou seu grupo de espécies mais relevantes. Essas diferenças dentro de cada estuário provavelmente se devem a alta heterogeneidade estrutural do manguezal (LAEGDSGAARD & JOHNSON, 1995), tanto espacial quanto temporal (FARNSWORTH, 1998). Os braquiúros apresentam preferências ecológicas muito específicas. Algumas espécies podem ocupar mais de um tipo de microhabitat, como tocas, árvores, troncos podres, mas cada um deles possui fauna característica, ainda que estejam muito próximos entre si (COELHO, 1965/66; BRANCO, 1991; OSHIRO *et al.*, 1998). Portanto, a diferente composição de espécies vegetais, natureza do substrato (como será discutido posteriormente) e a distância da margem do rio observada em cada estação de coleta também pode ter colaborado para o resultado do presente estudo.

No presente trabalho, as espécies mais abundantes tenderam a se agrupar, de acordo com as análises de Cluster. Mais uma vez, as espécies do gênero *Uca* se destacaram, formando grupos bem definidos em ambos os estuários. No manguezal do Rio Ariquindá, agruparam-se *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri*, e no Rio Mamucabas, *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana*. É sabido que os chama-marés são gregários e simpátricos (CRANE, 1975; BEDÊ *et al.*, 2008; COLPO *et al.*, 2011), ou seja, duas ou mais populações habitam simultaneamente uma mesma região geográfica, sem que haja cruzamento entre seus indivíduos. Dentre as espécies identificadas no presente trabalho, sabe-se que *U.*

leptodactyla e *U. cumulanta* são simpátricas no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba, Estado de Alagoas (AL) (CALADO & SOUSA, 2003); *U. rapax* é simpátrica com cinco outras espécies no Golfo do México (THURMAN, 2002) e com *U. burgersi* em praias arenosas (THURMAN, 1987); *U. burgersi* também é simpátrica com outra espécie não coletada no presente estudo, *U. mordax*, da Guatemala ao sul do Brasil (VON HAGEN, 1982). Possivelmente, nos manguezais do município de Tamandaré, existe simpatria entre os chama-marés, o que explicaria o agrupamento das espécies.

No manguezal do Rio Ariquindá, ainda foram formados mais dois grupos de caranguejos, um com as espécies de abundância média, e outro com as menos abundantes. Entretanto, no Rio Mamucabas, as demais espécies não formaram agrupamentos claros. Mais uma vez, essa diferença entre os estuários pode ser atribuída aos fatores ambientais que regem cada área, incluindo aí os impactos ambientais aos quais o manguezal de Mamucabas está sujeito: deposição de resíduos sólidos, desmatamento, represamento e especulação imobiliária crescente (SANTOS *et al.*, 2001).

A comunidade de Crustacea Brachyura do Rio Ariquindá esteve influenciada, embora fracamente, pela natureza do substrato, corroborando a hipótese H₃. Esse fator abiótico é um dos mais importantes na definição de uma comunidade bêntica em uma determinada região (CARVALHO & COUTO, 2011). OLIVEIRA (1939) já observava que cada grupo de espécie habita um determinado tipo de substrato, o que foi corroborado por outros autores, como OSHIRO *et al.* (1998), BEDÊ *et al.* (2008) e COLPO *et al.* (2011). Por exemplo, dentre as espécies mais representativas, nota-se que os caranguejos semiterrestres *Armases angustipes*, *A. rubripes*, *Goniopsis cruentata* e *Sesarma curacaoense* foram mais abundantes no ambiente de transição entre o manguezal e a restinga, onde o substrato tinha um componente mais arenoso. Essas espécies possuem significativas adaptações comportamental, morfológica, fisiológica ou bioquímica que permitem atividade extendida fora d'água (BURGGREN & MCMAHON, 1988). Portanto, podem se afastar mais da margem do manguezal em direção à restinga. Por outro lado, os representantes da família Panopeidae, os 'mud crabs', foram mais abundantes nos ambientes lamosos. Essas espécies são menos adaptadas à exposição fora d'água por períodos prolongados, estando sempre em contato com a umidade do substrato.

Por sua vez, a comunidade de Crustacea Brachyura do manguezal do Rio Mamucabas esteve influenciada, embora muito fracamente, pela precipitação

pluviométrica, pressão atmosférica e radiação solar. Como as espécies de manguezal ficam expostas ao ar durante boa parte do dia, na maré baixa, é possível que além dos parâmetros hidrológicos, os parâmetros meteorológicos também influenciem a biologia de algumas dessas espécies (ver Capítulo II). A precipitação pluviométrica exerce influência na salinidade (PASSAVANTE & FEITOSA, 2004), tanto da água do rio quanto das tocas, o que afeta a fisiologia dessas espécies. Como exemplo, na espécie *U. cordatus*, a redução da salinidade provocada pelas chuvas induz o caranguejo a produzir um hormônio que o leva a procurar um parceiro para a cópula (NASCIMENTO, 1993). É bem sabido que a pressão atmosférica apresenta oscilações diárias devido às marés atmosféricas (CHAPMAN & LINDZEN, 1970), que são comparáveis às marés oceânicas. Este efeito é mais forte em zonas tropicais e pode influenciar as populações terrestres e semiterrestres de Brachyura. A radiação solar influencia as áreas de cobertura vegetal esparsa, quando os raios incidem no substrato (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b).

Com base nos resultados, pode-se notar que apesar da proximidade, os dois estuários apresentaram diferenças na composição das espécies de Brachyura. Em parte, a menor diversidade observada no manguezal Rio Mamucabas pôde ser atribuída aos impactos aos quais esse estuário tem sofrido. Entretanto, comparando os resultados com os observados em outros manguezais, nota-se que a diversidade de ambos os estuários é média e encontra-se dentro do esperado para o Nordeste Brasileiro. Algumas das espécies coletadas apresentam importância econômica, sendo utilizadas na alimentação, como *Callinectes danae*, *C. exasperatus*, *Goniopsis cruentata* e *Ucides cordatus*, e as demais espécies, ainda que não tenham importância econômica, apresentam relevante importância ecológica, participando na teia trófica de peixes, aves, répteis e mamíferos. TAN & NG (1994) sugeriram que a manutenção da diversidade de caranguejos é importante para a saúde dos manguezais. Portanto, torna-se fundamental o estabelecimento de um plano de manejo nos dois estuários, e uma medida que objetive conter o avanço dos impactos ambientais, em especial no Rio Mamucabas, visando o equilíbrio no ecossistema.

Referências

- ABELE, L. G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. **Ecology** **55**: 156-161.

- 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): 24p.
- ANDRADE, G. O. & R. C., LINS. 1971. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS-SOBRINHO, J. ed. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife, CONDEPE , p.95-138.
- ARAÚJO, M. S. L. C & CALADO, T. C. S. 2008. Bioecologia do caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 8: 169-181.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; NEGROMONTE, A. O.; BARRETO, A. V. & ALVES-JUNIOR, F. A. 2011. Os siris (Crustacea; Brachyura; Portunidae) do Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Anais do I CONABIO / IV SIMCBIO** 1: 563-572.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; CASTIGLIONI, D. S. & COELHO, P. A. 2012. Width-weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil. **Iheringia Série Zoologia** 102: 277-284.
- ASHTON, C. A.; HOGARTH, P. J. & MACINTOSH, D. J. 2003. A comparison of brachyuran crab community structure at four mangrove locations under different management systems along the Melaka Straits-Andaman Sea coast of Malaysia and Thailand. **Estuaries** 26(6): 1461-1471.
- AVELINE, L. C. 1980. Fauna de manguezais brasileiros. **Revista Brasileira de Geografia** 42(2): 786-821.
- BEDÊ, L. M.; OSHIRO, L. M. Y.; MENDES, L. M. D. & SILVA, A. A. 2008. Comparison of the population structure of the species of *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in the mangrove of Itacuruçá, Rio Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 25(4): 601-607.
- BERTINI, G.; FRANSOZO, A. & MELO, G. A. S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 13: 2185-2207.

- BOSCHI, E. E. 1964. Los crustáceos decápodos Brachyura del litoral bonaerense (R. Argentina). **Boletín del Instituto de Biología Marina** 6: 76p.
- BOSCHI, E. E. 2000a. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero** 13: 7-136.
- BOSCHI, E. E. 2000b. Biodiversity of marine decapod brachyurans of the Americas. **Journal of Crustacean Biology** 20(2): 337-342.
- BOTTO, F. & IRIBARNE, O. 2000. Contrasting effect of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 51: 141-151.
- BRANCO, J. O. 1991. Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC-Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 7(1): 165-179.
- BRANCO, J. O.; FREITAS-JÚNIOR, F.; FRACASSO, H. A. A. & BARBIERI, E. 2011. Biodiversidade no estuário do Saco da Fazenda, Itajaí-SC. **O Mundo da Saúde** 35: 31-41.
- BRUSCA, R. C. & WALLERSTEIN, B. R. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. **Bulletin of the Biological Society of Washington** 3: 67-105.
- BURGGREN, W. W. & MCMAHON, B. R. 1988. **Biology of the land crabs**. Cambridge, Cambridge University Press, 479p.
- CALADO, T. C. & SOUSA, E. C. 2003. **Crustáceos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas**. Maceió, FAPEAL, 116p.
- CANO, G. 1889. Crostacei brachiuri ed anomuri raccolti nel viaggio della “Vettor Pisani” intorno al globo. **Bolletino de Società dei Naturalisti in Napoli** 1(3): 79-105.

CARMO, T. M. S. 1987. Os manguezais ao Norte da Baía de Vitória, Espírito Santo. **Publicações ACIESP** **54**(1): 173-194.

CARVALHO, F. L. & COUTO, E. C. G. 2011. Environmental variables influencing the *Callinectes* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) species distribution in a tropical estuary-Cachoeira River (Bahia, Brazil). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **91**: 793-800.

CASTIGLIONI, D. S.; ALMEIDA, A. O. & BEZERRA, L. E. A. 2011a. 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**(94): 1-8.

CASTIGLIONI, D. S.; OLIVEIRA, P. J. A.; SILVA, J. S. & COELHO, P. A. 2011b. 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.

CHANGNON, S. A. J. 1969. Recent studies of urban effects on precipitation in United States. **Bulletin of the American Meteorological Society** **50**: 411-421.

CHAPMAN, S. & LINDZEN, R. S. 1970. **Atmospheric tides: thermal and gravitational**. New York, Gordon and Breach, 200 p.

CHAVES, P. T. & VENDEL, A. L. 2008. Análise comparativa da alimentação de peixes (Teleostei) entre ambientes de marisma e de manguezal num estuário do sul do Brasil (Baía de Guaratuba, Paraná). **Revista Brasileira de Zoologia** **25**(1): 10-15.

CLARKE, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology** **18**: 117-143.

COBO, V. J.; FRANZOZO, A.; MANTELATTO, F. L. M.; PINHEIRO, M. A. A.; SANTOS, S. & GÓES, J. M. 1993. Composição dos braquiúros (Crustacea, Decapoda) no manguezal formado pelos rios Comprido e Escuro, Ubatuba, SP. **Publicações ACIESP** **87**(1): 146-150.

- COELHO, P. A. 1963/64. Distribuição dos crustáceos decápodos na área de Barra das Jangadas. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE 5/6**: 159-173.
- COELHO, P. A. 1965/66. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais de Pernambuco. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE 7/8**: 71-90.
- COELHO, P. A. 1994. Sinopse dos Crustáceos Decápodos Brasileiros (Família Ocypodidae). **Trabalhos Oceanográficos da UFPE 23**: 135-142.
- COELHO, P. A. & COELHO-SANTOS, M. A. 1990. Crustáceos decápodos e estomatópodos do rio Paripe, Itamaracá-PE. **Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia 3**: 43-61.
- COELHO, P. A. & RAMOS, M. A. 1972. A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes 5º N e 39º S. **Trabalhos Oceanográficos da UFPE 13**: 133-236.
- COELHO, P. A. & RAMOS-PORTO, M. 1995. Crustáceos da região de Tamandaré, estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE 3(1)**: 56-80.
- COELHO, P. A.; ALMEIDA, A. O. & BEZERRA, L. E. A. 2008. Checklist of the marine and estuarine Brachyura (Crustacea: Decapoda) of Northern and Northeastern Brazil. **Zootaxa 1956**: 1-58.
- COELHO, P. A.; BATISTA-LEITE, L. M. A.; COELHO-SANTOS, M. A. C. & TORRES, M. F. A. 2004. O manguezal. In: ESKINAZI- LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, M. F. eds. **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife, Bagaço, p.640-688.
- COELHO, P. A.; COELHO-SANTOS, M. A.; TORRES, M. F. A.; MONTEIRO, B. R. & ALMEIDA, V. A. K. 2002. Reino Animalia: Filo (ou Subfilo) Crustacea no Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. eds. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife, Massangana, p.429-482.
- COELHO-FILHO, P. A. & COELHO, P. A. 1997. Estudo sobre a família Eriphiidae no Brasil (Crustacea – Decapoda - Brachyura). **Trabalhos Oceanográficos da UFPE 25**: 195-203.

Araújo, M.S.L.C. 2013. Diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos...

COELHO-SANTOS, M. A. & COELHO, P. A. 2001. Crustacea Decapoda of the Paripe river estuary, Pernambuco, Brazil. **Hydrobiologia** **449**(1): 77-79.

COLPO, K. D.; CHACUR, M. M.; GUIMARÃES, F. J. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2011. Subtropical Brazilian mangroves as a refuge of crab (Decapoda: Brachyura) diversity. **Biodiversity Conservation** **20**: 3239-3250

CPRH. 2003. **Diagnóstico sócio-ambiental do litoral sul de Pernambuco**. Recife, COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE/GERCO, 87p.

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

DANTAS, R. T.; OLIVEIRA, F. M.; LIRA, V. M. & SOUZA, W. M. 2008. Avaliação das alterações de elementos meteorológicos em Recife-PE no período de 1961 a 2000. **Sociedade & Natureza** **20**(1): 67-74.

ECHEVERRÍA-SÁENZ, S.; VARGAS, R. & WEHRTMANN, I. S. 2003. Diversity of decapods inhabiting the largest mangrove system of Pacific Costa Rica. **Nauplius** **11**(2): 91-97.

EMMERSON, W. D. & MCGWYNNE, L. E. 1992. Feeding and assimilation of mangrove leaves by the crab *Sesarma meinerti* De Man in relation to leaf-litter production in Mgazana, a warm-temperate southern African mangrove swamp. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **157**: 41-53.

FARNSWORTH, E. J. 1998. Issues of spatial, taxonomic and temporal scale in delineating links between mangrove diversity and ecosystem function. **Global Ecology and Biogeography Letters** **7**(1): 15-25.

FERREIRA, A. C. & PIMENTA, H. C. D. 2005. Recuperação e valorização das nascentes do Rio Jaguaribe em Natal/RN. **Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**: 13p.

FERREIRA, A. C. & SANKARANKUTTY, C. 2002. Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. **Nauplius** **10**(2): 121-129.

- FROMARD, F.; PUIG, H.; MOUGIN, E.; MARTY, G.; BETOULLE, J. L. & CADAMURO, L. 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. **Oecologia** **115**(1): 39-53.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica** **31**(2): 183-198.
- HARTNOLL, R. G.; CANNICI, S.; EMMERSON, W. D.; FRATINI, S.; MACIA, A.; MGAYA, Y.; PORRI, F.; RUWA, R. K.; SHUNULA, J. P.; SKOV, M. W. & VANNINI, M. 2002. Geographic trends in mangrove crab abundance in East Africa. **Wetlands Ecology and Management** **10**: 203-213.
- HONORATO DA SILVA, M. 2003. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, Taxonomia e Ecologia**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 131f.
- IBAMA. 1989. **Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, p. 151-153.
- JONES, D. A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. In: Por, F. D. & Dor, I. eds. **Hidrobiology of the mangal**. Boston, W. Junk Publishers, p.89-109.
- KRISTENSEN, E. & ALONGI, D. M. 2006. Control by fiddler crabs (*Uca vocans*) and plant roots (*Avicennia marina*) on carbon, iron and sulfur biogeochemistry in mangrove sediment. **Limnology and Oceanography** **51**: 1557-1571.
- KRISTENSEN, K. 2008. Mangrove crabs as ecosystems engineers; with emphasis on sediment process. **Journal of Sea Research** **59**: 30-43.
- LAEGDSGAARD, P. & JOHNSON, C. R. 1995. Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. **Marine Ecology Progress Series** **126**: 67-81.

Araújo, M.S.L.C. 2013. Diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos...

MACINTOSH, D. J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. **Symposia of the Zoological Society of London** (59): 315-341.

MACINTOSH, D. J. 1984. Ecology and productivity of Malaysian mangrove crab populations (Decapoda: Brachyura). **Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment - Research and Management**: 354-377.

MACINTOSH, D. J., ASHTON, E. C., & HAVANON, S. 2002. Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **55**(3): 331-345.

MANTELATTO, F. L. M. & FRANZOZO, A. 2000. Brachyuran community in Ubatuba Bay, Northern Coast of São Paulo State, Brazil. **Journal of Shellfish Research** **19**(2): 701-709.

MARCUZZO, F. F. N.; ROCHA, H. M. & MELO, D. C. R. 2010. Mapeamento da precipitação pluviométrica no bioma da Amazônia do Estado do Mato Grosso. **X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**: 19p.

MARGALEF, R. 1958. Information theory in ecology. **General Systems** **3**: 36-71.

MARGALEF, R. 1963. On certain unifying principles in ecology. **American Naturalist** **97**: 357-374.

MARTIN, J. W. & DAVIS, G. E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. **Science Series, Natural History Museum of Los Angeles County** **39**: 1-124.

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

MELO, M. A., ABRUNHOSA, F., & SAMPAIO, I. 2006. The morphology of the foregut of larvae and postlarva of *Sesarma curacaoense* De Man, 1892: a species with

facultative lecithotrophy during larval development. **Acta amazonica** 36(3): 375-380.

MMA. 2004. **Instrução Normativa nº 5, Anexo II: Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreplotadas ou ameaçadas de sobreexploração**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Brasília.

MOURA, R. T. 1991. **Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na Baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 290f.

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

MUNHOZ, F. C. & GARCIA, A. 2008. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia** 23(1): 30-34.

NAGELKERKEN, I.; BLABER, S. J. M.; BOUILLON, S.; GREEN, P.; HAYWOOD, M.; KIRTON, L. G.; MEYNECKE, J. O.; PAWLIK, J.; PENROSE, H. M.; SASEKUMAR, A. & SOMERFIELD, P. J. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. **Aquatic Botany** 89: 155-185.

NASCIMENTO, S. A. 1993. **Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Aracajú ADEMA, 45 p.

NG, P. K. L. 1998. Crabs. In: CARPENTER, K. E. & NIEM, V. H. eds. **FAO Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks**. Rome, Food and Agriculture Organization, p.1045-1155.

NG, P. K. L., GUINOT, D. & DAVIE, P. J. F. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyurans crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology** 17: 1-286.

- NIMER, E. 1979. **Pluviometria e recursos hídricos dos estados de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro, SUOREN, 117p.
- NISHIDA, A. K.; NORDI, N. & ALVES, R. R. N. 2008. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral Paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 8(1): 207-215.
- OLIVEIRA, L. P. H. 1939. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro. Gênero *Uca* (Decapoda: Ocypodidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 34(1): 115-148.
- OSHIRO, L. M. Y.; SILVA, R. & SILVA, Z. S. 1998. Composição da fauna de braquiúros (Crustacea; Decapoda) dos manguezais da Baía de Sepetiba-RJ. **Nauplius** 6: 31-40.
- PASSAVANTE, J. Z. O. & FEITOSA, F. A. N. 2004. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, M. F. C. eds. **Oceanografia: Um Cenário Tropical**. Recife, Bagaço, p.425-439.
- PIELOU, E. C. 1969. **An introduction to mathematical ecology**. New York, Wiley Interscience, 286p.
- PRADO, A. 1999. **Taxonomia, distribuição e ecologia da família Grapsidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no litoral Brasileiro**. Dissertação de Mestrado (Zoologia), Universidade Estadual Paulista.
- QAZIM, S. Z.; BHATTATHIRI, P. M. & DEVASSY, V. P. 1972. The influence of salinity on the rate of photosynthesis and abundance of some tropical phytoplankton. **Marine Biology** 12(3): 200-206.
- RATHBUN, M. J. 1918. The grapsoid crabs of America. **Bulletin of the United States National Museum** 97: 1-461.
- RODRIGUES, A. M. T.; PEREIRA, M. T.; WEGNER, P. Z.; BRANCO, J. O.; CLEZAR, L.; SILVA, M. H. & SIERRA, E. J. S. 1994. **Manguezal do Rio Camboriú:**

preservação e controle da qualidade ambiental. Itajaí, IBAMA/CEPSUL, 65p.

SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O. & IVO, C. T. C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral Sul de Pernambuco-Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** 9(1): 87-123.

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

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1999. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum.** São Paulo, PRONABIO/PROBIO, 119 p.

SCHUBART, C. D.; NEIGEL, J. E. & FELDER, D. L. 2000. Molecular phylogeny of mud crabs (Brachyura: Panopeidae) from the northwestern Atlantic and the role of morphological stasis and convergence. **Marine Biology** 137(1): 11-18.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal** 27: 379-423.

SILVA, M. R.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N & MUNIZ, K. 2005. Estrutura da comunidade fitoplânctônica na Baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). **Tropical Oceanography** 33(2): 163-181.

SIMPSON, E. H. 1949. Measurement of diversity. **Nature** 163, 688.

SIMPSON, G. G. 1964. Species density of North American recent mammals. **Systematic Zoology** 13: 57-73.

ŠTEVČIĆ, Z. 2005. The reclassification of Brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Fauna Croatica** 14:1–159.

STULPNAGEL, A.V.; HOBERT, M. & SUKOPP, M. 1990. The importance of vegetation for the urban climate. **Urban ecology.** The Hague, SPB Academic Publishing, p.175-193.

- Araújo, M.S.L.C. 2013. Diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos...
- TAN, C. G. & NG, P. K. 1994. An annotated checklist of mangrove brachyuran crabs from Malaysia and Singapore. **Hydrobiologia** **285**(1): 75-84.
- THURMAN, C. L. 1987. Fiddler Crabs (Genus *Uca*) of Eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana** **53**(1): 94-105.
- THURMAN, C. L. 2002. Osmoregulation in six sympatric fiddler crabs (genus *Uca*) from the Northwestern Gulf of Mexico. **Marine Ecology** **23**(4): 269-284.
- VERGARA-FILHO, W. L. & ALVES, J. R. P. 1994. Composição e distribuição dos caranguejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) em manguezais impactados da Baía da Guanabara. II-Manguezal do rio Iguaçu, Duque de Caxias, Rio de Janeiro. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. São Paulo, **Publicações da ACIESP** **87**(1): 151-156.
- VON HAGEN, H. O. 1982. Visual and acoustic display in *Uca mordax* and *U. burgersi*, sibling species of neotropical fiddler crabs. I. Waving display. **Behaviour** **83**(3): 229-250.
- VON PRAHL, H.; CANTERA, J. R. & CONTRERAS, R. 1990. **Manglares y hombres del Pacífico Colombiano**. Colombia, Folio Ltd., 193p.
- VON STERNBERG, R. & CUMBERLIDGE, N. 2001. On the heterotreme-thoracotreme distinction in the Eubrachyura de Saint Laurent, 1980 (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** **74**(4): 321-338.
- YEO, D. C. J.; NG, P. K. L.; CUMBERLIDGE, N.; MAGALHÃES, C.; DANIELS, S. R. & CAMPOS, M. R. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) living in freshwater. In: BALIAN, E. V.; LÉVÊQUE, C., SEGERS, H. & MARTENS, K. eds. **Freshwater Animal Diversity Assessment. Hydrobiologia** **575**: 275-286.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice Hall, 663p.

Capítulo II Biologia populacional de ARMASES ANGUSTIPES (Decapoda: Sesarmidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco

Marina de S. L. C. de Araújo, Daniela da S. Castiglioni & Deusinete de O. Tenório

Resumo

Os caranguejos semiterrestres são importantes elementos da fauna em regiões costeiras. O objetivo do presente trabalho foi analisar a estrutura populacional do caranguejo *Armases angustipes* nos estuários dos Rios Ariquindá, considerado uma área não impactada, e Mamucabas, considerado uma área pouco impactada, localizados no litoral sul do Estado de Pernambuco. A espécie ocorreu em todos os meses do ano em ambos os estuários. O número de indivíduos variou entre os meses, sendo maior nos meses de transição entre as estações do ano. Isso, provavelmente, é devido às variações sazonais significativas da temperatura do ar e da toca e da salinidade da toca. Não houve dimorfismo sexual relativo aos tamanhos de *A. angustipes* no manguezal do Rio Ariquindá, mas os machos foram maiores do que as fêmeas no manguezal do Rio Mamucabas. Em ambos os estuários, a proporção sexual não diferiu da proporção mendeliana, mas mostrou um desvio para as fêmeas. A análise da variação temporal na proporção sexual pôde evidenciar diferenças significativas em alguns meses do ano. Essas variações ocorrem devido a eventos cíclicos que atuam distintamente sobre cada sexo. Em ambos os estuários, as classes de tamanho de largura de carapaça foram igualmente representadas por ambos os sexos. As fêmeas ovígeras de *A. angustipes* só ocorreram em alguns meses do ano, especialmente no verão, em ambos os estuários. Provavelmente, a maior produtividade primária observada no verão favorece a atividade reprodutiva, uma vez que estas algas servem como alimento para as larvas. Os espécimes da população do Rio Ariquindá são mais compridos e mais largos do que os do Rio Mamucabas. Este fato, associado à menor abundância de caranguejos e menor frequência de fêmeas ovígeras observadas no Rio Mamucabas, é um indicativo de que esta população pode estar sendo influenciada pelos impactos ambientais que este estuário tem recebido.

Palavras-chave: dinâmica populacional, período reprodutivo, Sesarmídeo.

Abstract

The semiterrestrial crabs are important elements of the fauna of coastal regions. The aim of this study was to analyze the population structure of *Armases angustipes* at estuaries of the Ariquindá River, considered a non impacted area, and Mamucabas River, considered a few impacted area, on the south coast of Pernambuco State. The species occurred in all months of the year. The number of individuals per month varied, being higher in the months of transition between the seasons. This is probably due to significant seasonal variations of air and burrow temperature and burrow salinity. There was no sexual

dimorphism in size of *A. angustipes* in the mangrove of Ariquindá River, but males were larger than females in the mangrove of Mamucabas River. In both estuaries, the sex ratio did not differ from Mendelian proportion, but showed a deviation for females. The analysis of temporal variation in sex ratio showed significant differences in some months of the year. These variations are due to cyclical events that act distinctly on each sex. In both estuaries, size classes of carapace width were equally represented by both sexes. The ovigerous females of *A. angustipes* occurred only in some months of the year, especially in summer, in both estuaries. Probably the high phytoplankton productivity observed in summer favors the reproductive activity, since these algae serve as food for the larvae. Specimens of the population of Rio Ariquindá are largest and wider than those of Mamucabas River. This fact, associated with the low abundance of crabs and the lower frequency of ovigerous females observed in Mamucabas Rier, is an indication that this population may be influenced by the environmental impacts that this estuary has received.

Key words: population dynamics, reproductive period, Sesarmid.

Introdução

Os caranguejos semiterrestres incluem uma variedade de Brachyura com certo grau de adaptação à vida fora da água. Seus principais representantes são as famílias Ocypodidae Rafinesque, 1815, Ucididae Stevcic, 2005, Gecarcinidae MacLeay, 1838, Grapsidae MacLeay, 1838 e Sesarmidae Dana, 1851. Estes caranguejos são importantes recursos em ambientes litorâneos, ecológica e economicamente (MACIEL & ALVES, 2009). Ao ingerir partes vegetais e animais, bem como partículas no substrato, os caranguejos terrestres limpam o meio ambiente e ajudam na ciclagem de nutrientes. Por outro lado, muitos vertebrados como peixes e aves se alimentam destes caranguejos (COWEN, 1986; HEMMI *et al.*, 2006). Além disso, muitas comunidades costeiras capturam caranguejos para consumo e venda, tendo essa atividade como sua principal fonte de renda (MACIEL & ALVES, 2009).

Anteriormente incluída como uma subfamília de Grapsidae, a família Sesarmidae Dana, 1851 apresenta um sulco piloso no lado exposto do terceiro maxilípodo, enquanto os Grapsidae não têm essa característica. Entre os gêneros incluídos nesta família, um dos mais característicos é *Armases* Abele, 1992. Os representantes deste gênero encontram-se em ambientes de água doce, marinha e terrestre (SCHUBART & DIESEL, 1998). Segundo MELO (1996), se destaca no Brasil a espécie *Armases angustipes* (Dana, 1852), um pequeno caranguejo distribuído ao longo da costa oeste do Oceano Atlântico, no México, Antilhas e Brasil (do Ceará a Santa

Catarina) e encontrado nas margens de estuários, bem como no litoral rochoso e bromélias.

Estudos sobre a bioecologia de Brachyura terrestres e semiterrestres na costa brasileira foram realizados, principalmente, com espécies de importância sócio-econômica, como *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (IVO *et al.*, 1999; GÓES *et al.*, 2000; ALVES & NISHIDA, 2003; ARAÚJO & CALADO, 2008), *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (BOTELHO *et al.*, 2001; BATISTA-LEITE, 2005), *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (COBO, 1995; SANTOS *et al.*, 2001; SANTOS & BOTELHO, 2002) e *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775) (FREITAS & SANTOS, 2002), bem como espécies sem relevância econômica mas ecologicamente importantes, como *Uca (Minuca) burgersi* Holthuis, 1967 (BENETTI *et al.*, 2007), *Uca (Uca) maracoani* (Latreille, 1802) (BENEDETTO & MASUNARI, 2009), *Uca (Minuca) rapax* (Smith, 1870) (CASTIGLIONI *et al.*, 2006), *Uca (Minuca) thayeri* Rathbun, 1900 (COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003; BEZERRA & MATTHEWS-CASCON, 2007), *Uca (Minuca) victoriana* von Hagen, 1987 (CASTIGLIONI *et al.*, 2011a) e *Sesarma rectum* Randall, 1840 (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b), por exemplo. Tais estudos são fundamentais para entender a estabilidade ecológica das populações naturais (ARAÚJO *et al.*, 2012) e criar planos de gestão para espécies exploradas (BATISTA-LEITE, 2005).

Armases angustipes foi estudada quanto ao seu desenvolvimento larval (ANGER *et al.*, 1990) e crescimento (KOWALCZUK & MASUNARI, 2000a). O único estudo analisar a biologia da população desta espécie foi realizado no sul do Brasil, numa área de clima temperado (KOWALCZUK & MASUNARI, 2000b). Além disso, esses estudos foram realizados em substrato rochoso. Assim, não há informações disponíveis sobre a biologia da população desta espécie em manguezais brasileiros.

O objetivo deste trabalho foi comparar a estrutura populacional de *A. angustipes* no manguezal do Rio Ariquindá, considerado no presente estudo uma área não impactada, e do Rio Mamucabas, considerado no presente estudo uma área pouco impactada, no Estado de Pernambuco. Portanto, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

H₁ = Existe dimorfismo sexual no tamanho médio dos indivíduos de *A. angustipes*, com machos sendo maiores que as fêmeas;

H₂ = Por ser uma espécie semiterrestre, *A. angustipes* tem sua biologia influenciada tanto por parâmetros hidrológicos quanto por parâmetros atmosféricos; e

H₃ = A espécie *Armases angustipes* apresenta diferenças nos aspectos populacionais entre os estuários, como reflexos do diferente estado de conservação deles.

Materiais e Métodos

Procedimentos de coleta

Foram escolhidas para o presente trabalho duas áreas de manguezais com diferentes níveis de ação antrópica: os estuários dos Rios Ariquindá, considerado não impactado, e Mamucabas, considerado pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré, Litoral Sul de Pernambuco. Apesar dos dois rios não serem considerados poluídos (IBAMA, 1989; HONORATO DA SILVA, 2003; GREGO *et al.*, 2009), durante as amostragens de *A. angustipes* foram observados alguns impactos de origem antrópica no manguezal do Rio Mamucabas: desmatamento, ocupação imobiliária circunvizinha (conforme assinalado por SANTOS *et al.*, 2001) e deposição de lixo (observação pessoal).

Os indivíduos de *A. angustipes* foram coletados manualmente de abril de 2008 a março de 2009, sempre na maré baixa, durante 30 minutos em quatro áreas de manguezal em cada estuário. Para análise dos dados de cada estuário, as quatro áreas foram agrupadas. Os caranguejos foram amostrados em tocas e sob as folhas caídas de coqueiro. Os seguintes dados abióticos foram obtidos *in situ*: temperatura do ar e da toca (com um termômetro), salinidade da água do rio e da água da toca (com um refratômetro). Os animais foram conservados em gelo e transportados até o laboratório, quando foram sacrificados com álcool a 70%.

Os dados referentes à precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos da região durante os meses da coleta foram obtidos através do Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA) para a estação meteorológica mais próxima (Rio Formoso).

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, os caranguejos foram sexados e medidos quanto à largura de carapaça (LC) e comprimento de carapaça (CC) com um paquímetro de precisão 0,01 mm. A condição ovígera das fêmeas também foi tomada.

Análise dos dados

Os valores médios ($\pm$ desvio padrão) de cada variável abiótica foram obtidos por períodos do ano (seco e chuvoso). O teste *t* de Student foi aplicado para comparar os dados abióticos entre os períodos seco e chuvoso (ZAR, 1996).

A abundância mensal de *A. angustipes* foi graficamente plotada. Os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos da LC e CC foram estimados. O teste *t* de Student foi aplicado para verificar se há diferenças significativas nas médias de LC e CC entre machos e fêmeas para cada estuário. Foi realizada também uma comparação dos tamanhos médios da LC e CC de machos e fêmeas entre os estuários por meio do teste *t* de Student (ZAR, 1996).

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).

Os animais foram agrupados em classes de tamanho com amplitude de 1,5 mm (STURGES, 1926), por sexo. O teste do χ^2 foi aplicado para verificar diferenças significativas na proporção sexual por cada classe de tamanho (ZAR, 1996). Essas classes foram representadas graficamente. A distribuição foi testada através do teste de Shapiro-Wilk (ZAR, 1996), e classificada de acordo com o número de modas em: unimodal, bimodal ou polimodal.

O crescimento de *A. angustipes* foi descrito para cada sexo pela equação alométrica $y = a x^b$ (HUXLEY, 1950). A LC foi considerada a variável independente e relacionada com a CC, dependente. O tipo de crescimento foi estabelecido pelo valor da constante *b*, que pode ser isométrico ($b = 1$), alométrico positivo ($b > 1$) ou alométrico negativo ($b < 1$). A avaliação do significado estatístico de *b* em relação à unidade foi

realizada com o teste t de Student. Para comparar o crescimento de machos e fêmeas, os interceptos a e coeficientes b foram avaliados através da análise de covariância (ANCOVA) (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b).

O período reprodutivo foi determinado com base na abundância mensal de fêmeas ovígeras, e classificado de acordo com SASTRY (1983) e PINHEIRO & FRANZOZO (2002) como: sazonal (fêmeas ovígeras em apenas alguns meses ou estações), contínuo (fêmeas ovígeras em todos os meses do ano com intensidade similar) ou sazonal-contínuo (fêmeas ovígeras em todos os meses do ano, mas com picos distinguíveis de abundância em alguns meses ou estações).

A correlação dos fatores abióticos com a abundância dos caranguejos foi avaliada pelo coeficiente de Pearson (r). De acordo com os valores de r , a correlação foi classificada pela seguinte proposta: 0 = nula; $0 < 0,3$ = fraca; $0,3 < 0,6$ = normal; $0,6 < 0,9$ = forte; $0,9 < 1$ = muito forte; e 1 = completa.

Todas as análises estatísticas foram realizadas sob $\alpha = 0,05$.

Resultados

Dados abióticos

Os dados abióticos das tocas de *Armases angustipes* nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas estão apresentados na Tabela I. Pode-se notar que a temperatura da toca não variou significativamente entre estações de coleta (Ariquindá: $H = 1,29$; Mamucabas: $H = 1,63$) ($p > 0,05$), mas variou significativamente entre os períodos do ano (Ariquindá: $U = 131,50$; Mamucabas: $U = 171,00$) ($p < 0,05$), sendo menor no período chuvoso em ambos os manguezais. Similarmente, a salinidade da água da toca também não diferiu significativamente entre estações de coleta (Ariquindá: $H = 1,74$; Mamucabas: $H = 2,88$) ($p > 0,05$), mas diferiu significativamente entre os períodos do ano (Ariquindá: $U = 120,00$; Mamucabas: $U = 127,50$) ($p < 0,05$), sendo menor no período chuvoso em ambos os manguezais.

Comparando os dados abióticos das tocas e do ambiente (Cap. I), a temperatura da toca é significativamente menor que a temperatura do ar (Ariquindá: $U = 28,00$; Mamucabas: $U = 40,00$) ($p < 0,05$). Contrariamente, a salinidade da água da toca é

significativamente maior que a salinidade da água do rio (Ariquindá: $U = 32,00$; Mamucabas: $U = 15,50$) ($p < 0,05$).

Tabela I. Parâmetros abióticos (temperatura e salinidade da água das tocas) por mês de amostragem e períodos do ano nos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Mês	Rio Ariquindá		Rio Mamucabas	
	Temp. toca	Sal. toca	Temp. toca	Sal. toca
Período chuvoso				
Abr/09	27,45	22,50	28,60	20,25
Mai/09	28,30	14,75	27,98	15,25
Jun/09	26,83	25,50	28,08	12,00
Jul/09	26,03	30,50	25,85	5,25
Ago/09	26,27	24,75	25,53	14,50
Mar/08	30,83	27,25	31,03	21,50
Méd. ± dp	27,62 ± 1,78	24,21 ± 5,35	27,84 ± 2,12	14,79 ± 7,37
Período seco				
Set/09	28,75	29,25	27,35	21,00
Out/09	28,35	29,25	29,33	22,50
Nov/09	28,13	26,75	30,00	22,25
Dez/09	28,38	29,50	28,13	23,00
Jan/08	29,13	29,25	29,75	24,75
Fev/08	30,73	28,25	30,83	18,00
Méd. ± dp	28,91 ± 0,96	28,71 ± 1,05	29,23 ± 1,35	21,92 ± 2,07

Nota: Temp. = Temperatura; Sal. = Salinidade; Méd. = Média; dp = desvio padrão.

Biologia populacional de ARMASES ANGUSTIPES no manguezal do Rio Ariquindá

Um total de 464 indivíduos de *A. angustipes* foi amostrado, sendo 213 machos e 251 fêmeas. Eles foram amostrados em todos os meses, com valores de abundância oscilando ao longo do ano. Os valores mais elevados foram encontrados de julho a dezembro de 2008, ou seja, no final do período seco e início do período chuvoso (Tabela II).

A proporção sexual total (0,85 ♂: 1 ♀) não variou significativamente da esperada (1 ♂: 1 ♀) ($\chi^2 = 3.11$; $p > 0.05$), contudo, pode ser observado um desvio para as fêmeas. O único mês em que foi observada diferença significativa na proporção entre

os sexos foi em Outubro de 2008, quando as fêmeas foram mais abundantes (0,48 ♂: 1 ♀; $\chi^2 = 4.90$; $p < 0.05$) (Tabela II).

Machos demonstraram LC variando de 4,56 a 19,14 mm (média $\pm$ dp = 11,53 $\pm$ 3,58 mm). Nas fêmeas, a LC variou de 3,60 a 18,74 mm (média $\pm$ dp = 11,15 $\pm$ 5,29 mm). Machos demonstraram CC variando de 4,16 a 18,28 mm (média $\pm$ dp = 11,43 $\pm$ 3,43 mm). Nas fêmeas, a CC variou de 3,99 a 18,12 mm (média $\pm$ dp = 10,94 $\pm$ 3,83 mm). Não houve dimorfismo sexual na LC ($t = 1,97$; $p = 0,06$) e na CC ($t = 1,10$; $p = 0,27$) entre machos e fêmeas.

Tabela II. Número de machos, fêmeas e total de indivíduos de *Armases angustipes*, e os resultados do χ^2 por mês de amostragem no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Mês	♂	♀		Total	χ^2
		Total	Ovígera		
Abr/08	14	9	4	27	0,04
Mai/08	14	14	6	34	1,06
Jun/08	16	16	4	36	0,44
Jul/08	22	21	4	47	0,19
Ago/08	21	26	0	47	0,53
Set/08	16	26	0	42	2,38
Out/08	13	27	0	40	4,90*
Nov/08	19	19	0	38	0,00
Dez/08	28	18	0	46	2,17
Jan/09	20	9	7	36	0,44
Fev/09	16	14	6	36	0,44
Mar/09	14	19	2	35	1,40
Total	213	218	33	464	3,11

Nota: * = diferenças significativas sob $\alpha = 0,05$.

A distribuição de frequência por classes de LC não se apresentou normal para ambos os sexos ($W = 0,98$ e $W = 0,95$ para machos e fêmeas, respectivamente; $p < 0,05$). A distribuição de machos foi unimodal (14,25 mm), mas com uma tendência a bimodalidade em 9,75 mm, enquanto que distribuição das fêmeas foi bimodal (6,75 e 14,25 mm) (Figura 1). Ambos os sexos foram igualmente representados em cada classe de tamanho ($p > 0,05$), exceto em 3,0 $\pm$ 4,5 mm, onde apenas as fêmeas foram

encontradas, e em 6,0 ± 7,5 mm, onde as fêmeas foram mais frequentes do que os machos ($\chi^2 = 10,96$, $p < 0,05$) (Figura 2).

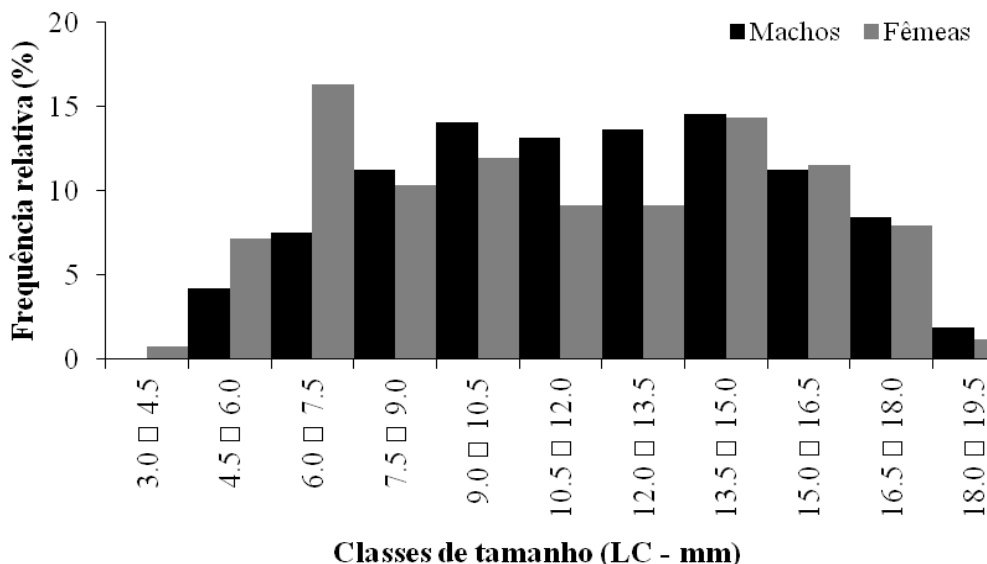


Figura 1. Frequência relativa (%) de machos e fêmeas de *Armases angustipes* por classes de largura de carapaça (LC), no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

A relação LC vs. CC apresentou um crescimento alométrico positivo, tanto para machos quanto para fêmeas ($p < 0,05$). A ANCOVA demonstrou que ambos os interceptos ($t = 1,10$) e os coeficientes ($t = -1,39$), não foram diferentes entre os sexos ($p > 0,05$), isto é, os machos e as fêmeas apresentam padrões semelhantes de crescimento para esta relação (Figura 2).

Trinta e três fêmeas ovígeras foram amostradas ao longo do ano, o que representa 13,14% do total de fêmeas coletadas. Sua ocorrência foi restrita a alguns meses do ano: de Abril a Julho de 2008 e de Janeiro a Março de 2009 (Tabela II). Assim, elas foram mais frequentes no outono e no verão, e sua reprodução pode ser caracterizada como sazonal.

A matriz de correlação mostra que a pressão atmosférica é o fator abiótico que mais influencia a abundância de *A. angustipes*, mostrando uma correlação negativa ($r = -0,81$), seguido pela salinidade rio ($r = 0,58$) e umidade relativa ($r = -0,57$) (Tabela III).

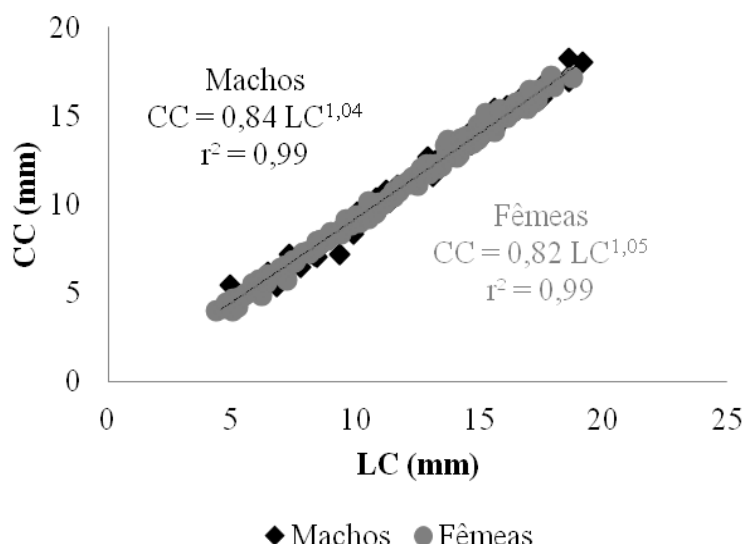


Figura 2. Relação entre a largura da carapaça (LC) e comprimento da carapaça (CC) de machos e fêmeas de *Armases angustipes*, no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Tabela III. Correlação dos dados abióticos (temperatura do ar, temperatura da toca, salinidade da água do rio, salinidade da água da toca, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento) com a abundância de *Armases angustipes*, no manguezal Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Correlação	Dados abióticos							
	Temp. ar	Temp. toca	Sal. rio	Sal. toca	Precipit.	Pressão atm.	Umid. relativa	Vel. vento
<i>r</i> (Pearson)	-0,40	-0,27	0,58	0,49	-0,14	-0,81	-0,57	0,10
<i>t</i>	-1,38	-0,88	2,28	1,76	-0,46	-4,39	-2,17	0,31
<i>p</i>	0,20	0,40	0,04	0,11	0,65	0,01	0,05	0,75
Correlação	regular	fraca	regular	regular	fraca	forte	regular	fraca
Significância	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

Nota: Precipit. = Temp. = Temperatura; Sal. = Salinidade; Precipitação; Atm. = atmosférica; Umid. = Umidade; Velocid. = Velocidade; Méd. = Média; dp = desvio padrão; * = diferença significativa sob $\alpha = 0,05$; ns = diferença não significativa.

Biologia populacional de ARMASES ANGUSTIPES no manguezal do Rio Mamucabas

Um total de 199 indivíduos de *A. angustipes* foi amostrado, sendo 90 machos e 109 fêmeas. Eles foram amostrados em todos os meses, com valores de abundância oscilando ao longo do ano. Os valores mais elevados foram encontrados em maio de 2008 e de dezembro de 2008 a março de 2009, ou seja, no início do período chuvoso e início do período seco (Tabela IV).

A proporção sexual total (0,83 ♂: 1 ♀) não variou significativamente da esperada (1 ♂ : 1 ♀) ($\chi^2 = 1,81$; $p > 0,05$), contudo, pode ser observado um desvio para as fêmeas. Nenhum mês apresentou diferenças significativas na proporção sexual ($p > 0,05$) (Tabela IV).

Tabela IV. Número de machos, fêmeas e total de indivíduos de *Armases angustipes*, e os resultados do χ^2 por mês de amostragem no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Mês	♂	♀		Total	χ^2
		Total	Ovígera		
Abr/08	2	4	0	6	0,67
Mai/08	12	20	0	32	2,00
Jun/08	15	8	0	23	2,13
Jul/08	7	7	0	14	0,00
Ago/08	5	9	0	14	1,14
Set/08	4	9	0	13	1,92
Out/08	5	4	0	9	0,11
Nov/08	2	5	0	7	1,29
Dez/08	8	16	0	24	2,67
Jan/09	12	5	1	18	2,00
Fev/09	11	9	1	21	0,05
Mar/09	7	10	1	18	0,89
Total	90	106	3	199	1,81

Machos demonstraram LC variando de 4,05 a 15,45 mm (média $\pm$ dp = 8,42 $\pm$ 2,62 mm). Nas fêmeas, a LC variou de 4,06 a 14,56 mm (média $\pm$ dp = 7,61 $\pm$ 2,23 mm). Machos demonstraram CC variando de 3,41 a 14,09 mm (média $\pm$ dp = 7,62 $\pm$ 2,42 mm). Nas fêmeas, a CC variou de 3,71 a 13,33 mm (média $\pm$ dp = 6,82 $\pm$ 1,89 mm). Houve dimorfismo sexual na LC ($t = 2,36$; $p = 0,02$) e na CC ($t = 2,35$; $p = 0,02$) entre machos e fêmeas, com machos sendo maiores e mais largos que as fêmeas.

A distribuição de frequência por classes de LC não foi normal para ambos os sexos ($W = 0,96$ e $W = 0,94$ para machos e fêmeas, respectivamente; $p < 0,05$). A distribuição de machos e fêmeas foi unimodal (6,75 mm) (Figura 3). Ambos os sexos foram igualmente representados em cada classe de tamanho ($p > 0,05$), exceto em 6,0 $\pm$ 7,5 mm, onde as fêmeas foram mais frequentes do que os machos ($\chi^2 = 4,41$, $p < 0,05$) e em 15,0 $\pm$ 16,5 e 16,5 $\pm$ 18,0 mm, onde apenas machos foram encontrados.

A relação LC vs. CC apresentou um crescimento alométrico positivo, tanto para machos quanto para fêmeas ($p < 0,05$). A ANCOVA demonstrou que ambos os interceptos ($t = 0,28$) e os coeficientes ($t = 0,56$), não foram diferentes entre os sexos ($p > 0,05$), isto é, os machos e as fêmeas apresentam padrões semelhantes de crescimento para esta relação (Figura 4).

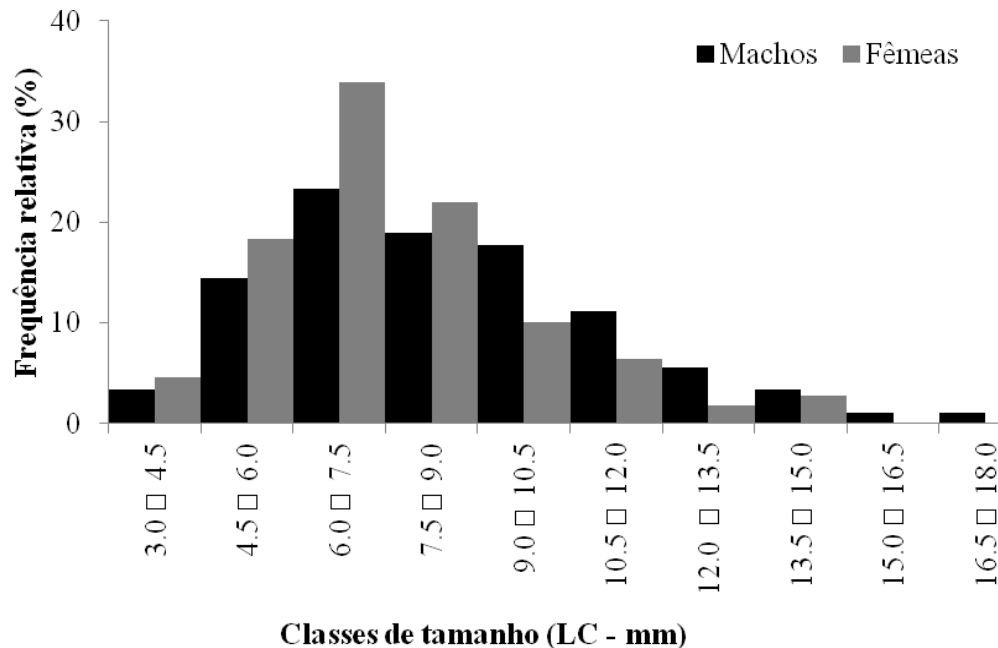


Figura 3. Frequência relativa (%) de machos e fêmeas de *Armases angustipes* por classes de largura de carapaça (LC), no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

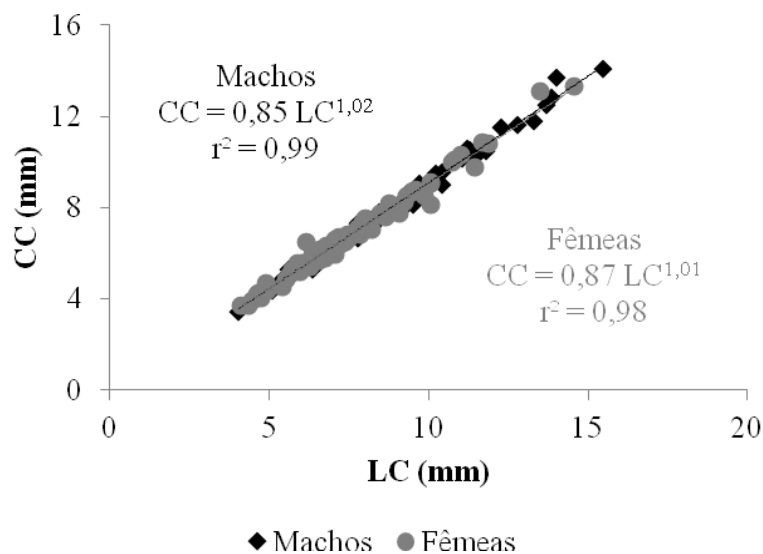


Figura 4. Relação entre a largura da carapaça (LC) e comprimento da carapaça (CC) de machos e fêmeas de *Armases angustipes*, no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Apenas três fêmeas ovígeras foram amostradas ao longo do ano, o que representa 2,75% do total de fêmeas coletadas. Sua ocorrência foi restrita a alguns meses do ano: janeiro a março de 2009 (Tabela IV). Assim, elas foram mais frequentes no verão, e sua reprodução pode ser caracterizada como sazonal.

A matriz de correlação mostra que a precipitação é o fator abiótico mais que influencia a abundância de *A. angustipes*, mostrando uma correlação negativa ($r = -0,55$) (Tabela V). No entanto, pode-se notar que no manguezal do Rio Mamucabas, a abundância é menos influenciada pelos fatores abióticos quando comparado com o Rio Ariquindá.

Tabela V. Correlação dos dados abióticos (temperatura do ar, temperatura da toca, salinidade da água do rio, salinidade da água da toca, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade do vento) com a abundância de *Armases angustipes*, no manguezal Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Correlação	Dados abióticos							Vel. vento
	Temp. ar	Temp. toca	Sal. rio	Sal. toca	Precipit.	Pressão atm.	Umid. relativa	
r (Pearson)	-0,06	-0,05	0,14	-0,18	-0,55	0,21	0,16	-0,04
t	-0,20	-0,16	0,46	-0,58	-2,06	0,67	0,51	-0,12
p	0,85	0,88	0,66	0,57	0,07	0,52	0,62	0,90
Correlação	fraca	fraca	fraca	fraca	regular	fraca	fraca	fraca
Significância	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Nota: Precipit. = Temp. = Temperatura; Sal. = Salinidade; Precipitação; Atm. = atmosférica; Umid. = Umidade; Velocid. = Velocidade; Méd. = Média; dp = desvio padrão; ns = diferença não significativa.

Comparação do tamanho médio de ARMASES ANGUSTIPES entre os manguezais

O teste t de Student revelou diferenças significativas no tamanho médio entre as populações. Os machos no manguezal do Rio Ariquindá apresentaram LC ($t = 9,18$, $p = 0,01$) e CC ($t = 9,48$, $p = 0,01$) significativamente maiores que os do Rio Mamucabas. Similarmente, as fêmeas no manguezal do Rio Ariquindá também apresentaram LC ($t = 10,87$, $p = 0,01$) e CC ($t = 11,92$, $p = 0,01$) significativamente maiores que as do Rio Mamucabas.

Discussão

No presente estudo foi observado que a temperatura e a salinidade da água da toca foram significativamente menores no período chuvoso em ambos os estuários. A diminuição nesses valores está relacionada à maior pluviometria nesse período (PASSAVANTE & FEITOSA, 2004). Em relação à temperatura das tocas, observou-se também que ela é menor do que a temperatura ambiente. Tal fenômeno já foi observado por HERREID (1963) e ARAÚJO & CALADO (2011). Segundo esses autores, além de fornecerem abrigo, as tocas reduzem as temperaturas extremas e servem como reservatório de água. Essa água foi significativamente mais salina que a água do rio. Isso é provavelmente devido à evaporação da água das tocas quando expostas na maré baixa, bem como devido à eliminação de sal pelas árvores de mangue (PASSIOURA *et al.*, 1992; THONGTHAM & KRISTENSEN, 2003; ARAÚJO & CALADO, 2011).

Nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, a espécie *A. angustipes* ocorreu em todos os meses do ano, assim como observado por KOWALCZUK & MASUNARI (2000b) no litoral rochoso da Ilha do Farol, Estado do Paraná. Por outro lado, CALADO & LACERDA (1993) não observaram esta espécie em todos os meses do ano no litoral rochoso de Calhetas, Estado de Pernambuco. O número de indivíduos variou por mês, sendo significativamente maior nos meses de transição entre as estações do ano. Isso é provavelmente devido às variações sazonais significativas da temperatura do ar e da toca e salinidade da água da toca. KOWALCZUK & MASUNARI (2000b) observaram um menor número desses caranguejos durante o outono e inverno, possivelmente devido às baixas temperaturas observadas durante estas estações na Região Sul do Brasil.

Os tamanhos de largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas de *A. angustipes* observados no presente estudo são muito semelhantes aos obtidos por KOWALCZUK & MASUNARI (2000b). Estes caranguejos pequenos não atingem grandes tamanhos de LC. Não houve dimorfismo sexual nos tamanhos de *A. angustipes*, no manguezal do Rio Ariquindá, assim como observado por KOWALCZUK & MASUNARI (2000b) para a mesma espécie, refutando em parte a hipótese H_1 . No entanto, esse não é o padrão observado em crustáceos da Infraordem Brachyura. Geralmente, os machos são significativamente maiores do que as fêmeas, como observado no presente estudo no

manguezal do Rio Mamucabas, e em *Callinectes danae* Smith, 1869 (ARAÚJO *et al.*, 2012), *Goniopsis cruentata* (LIRA *et al.*, 2012), *Sesarma rectum* (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b) e *Ucides cordatus* (CASTIGLIONI & COELHO, 2011). Em algumas espécies, as fêmeas são maiores que os machos, como os membros da Família Cryptochiridae (UTINOMI, 1944). Em outros grupos de crustáceos, as fêmeas são maiores que os machos, como em Copepoda e Cladocera (GILBERT & WILLIAMSON, 1983). Em algumas espécies de Brachyura, ambos os sexos têm o mesmo tamanho, como observado em *Uca* (*Leptuca*) *leptodactyla* Rathbun, 1898, *Uca* (*Leptuca*) *uruguayensis* Nobili, 1901 e *Uca* (*Minuca*) *vocator* (Herbst, 1804) (BEDÊ *et al.*, 2008). Os tamanhos semelhantes de machos e fêmeas observadas em *A. angustipes* podem estar relacionados com o pareamento ordenatório (tradução livre do inglês 'assortative mating') dos indivíduos para a cópula. O pareamento ordenatório ocorre quando os indivíduos com genótipos e/ou fenótipos similares copulam um com outro com certa frequência. É um dos tipos de cópula mais comuns nas populações naturais (CRESPI, 1989) e já foi observada espécies de crustáceos, como *Trapezia bidentata* (Forskål, 1775) por ADAMS *et al.* (1985) e especialmente em Crustacea Peracarida (ADAMS & GREENWOOD, 1987). É considerada uma estratégia para fortalecer o vínculo da cópula, aumentando a fertilidade.

Em ambas as populações de *A. angustipes* analisadas no presente estudo, a proporção sexual não diferiu da proporção mendeliana, mas mostrou um desvio para as fêmeas. De acordo com WENNER (1972), poucas espécies de caranguejos têm uma proporção sexual de 1:1. Em muitas populações naturais, a proporção sexual é de 1:1, mas a análise da variação temporal pode evidenciar algumas diferenças significativas em alguns meses do ano (VAZZOLER, 1996), como observado em *U. cordatus* (ARAÚJO & CALADO, 2008), *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (FREIRE *et al.*, 2011), *S. rectum* (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b) e *C. danae* (ARAÚJO *et al.*, 2012). No presente estudo, no manguezal do Rio Ariquindá, as fêmeas foram mais abundantes do que os machos em outubro, e na Ilha do Farol, Estado do Paraná, os machos foram mais abundantes do que as fêmeas em maio (KOWALCZUK & MASUNARI, 2000b) para a mesma espécie. Essas variações provavelmente ocorreram devido a eventos cíclicos que atuam distintamente sobre os indivíduos de cada sexo (VAZZOLER, 1996), como a muda, reprodução e migração.

Em ambos os manguezais, as classes de tamanho de largura da carapaça foram igualmente representadas por machos e fêmeas, o que está de acordo com o modelo proposto por WENNER (1972) e com as observações de KOWALCZUK & MASUNARI (2000b) sobre a mesma espécie. A distribuição por classes de tamanho não seguiu a distribuição Gaussiana em ambos os sexos e estuários. No manguezal do Rio Ariquindá, a distribuição tendia a bimodalidade, o que provavelmente reflete pulsos de recrutamento, e também mortalidade diferencial (DÍAZ & CONDE, 1989; ARAÚJO *et al.*, 2012). Uma vez que a reprodução é sazonal, como será discutido posteriormente, o recrutamento não é contínuo, o que também pode explicar as tendências observadas na distribuição por categorias. Por outro lado, na população de *A. angustipes* do manguezal do Rio Mamucabas, a distribuição foi unimodal. Este tipo de distribuição é geralmente relacionado com a reprodução, recrutamento e mortalidade contínuas na população (DÍAZ & CONDE, 1989; HARTNOLL & BRYANT, 1990; CASTIGLIONI *et al.*, 2011b), isto é, uma população estável, mas no caso da população do manguezal do Rio Mamucabas, é difícil afirmar essa relação, uma vez que o número de caranguejos amostrados nesta área foi muito baixo.

As fêmeas ovígeras de *A. angustipes* só ocorreram em alguns meses do ano, especialmente no verão, em ambos os manguezais. Em muitos crustáceos, o período reprodutivo está programado para ocorrer nas estações com as melhores condições para a sobrevivência das larvas e recrutamento das pós-larvas (PILLAY & ONO, 1978; DÍAZ & CONDE, 1989; COBO, 2002a,b; LIRA *et al.*, 2012). Provavelmente, a maior produtividade primária do fitoplâncton observada no verão favorece a atividade reprodutiva, uma vez que estas algas servem como fonte de alimento para as larvas de decápodes (BOOLOOTIAN *et al.*, 1959; SASTRY, 1983; EMMERSON, 1994; CASTIGLIONI *et al.*, 2007). No Nordeste do Brasil, a produção de fitoplâncton é afetada principalmente pelo material suspenso na superfície da água, menor no verão. Neste período, a camada fótica é mais profunda e, por consequência, a produção de fitoplâncton é mais intensa (RESURREIÇÃO *et al.*, 1996; PASSAVANTE & FEITOSA, 2004).

A reprodução de *A. angustipes* foi caracterizada como sazonal. De um modo geral, em áreas tropicais, a reprodução tende a ser contínua e com o aumento da latitude, torna-se sazonal (PINHEIRO & FRANZOZO, 2002). No entanto, vários estudos realizados com caranguejos terrestres e semiterrestres mostram que quanto maior a distância do

nível da água, mais definido será o seu ciclo reprodutivo. Tal fato foi observado em *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 por BOTELHO *et al.* (2001) no estuário do Rio Una, Estado de Pernambuco, em *Neosarmatium meinerti* (de Man, 1887) por EMMERSON (1994), na África do Sul, e em *A. angustipes* no presente trabalho.

Os crustáceos semiterrestres são influenciados por uma grande variedade de fatores ambientais, impulsionados pelo vento e pela água (HERRNKIND, 1983). De acordo com ANGER *et al.* (1990), *A. angustipes* deve ser considerada uma espécie marinha que iniciou a sua transição para habitats terrestres e de água doce. Provavelmente, devido a esta transição em curso, a espécie é influenciada tanto por características do ar quanto da água, corroborando a hipótese H₂. Os fatores ambientais que mais influenciaram a abundância de *A. angustipes* foram pressão atmosférica, salinidade da água do rio e umidade relativa do ar no manguezal do Rio Ariquindá, e precipitação pluviométrica no manguezal do Rio Mamucabas. No entanto, KOWALCZUK & MASUNARI (2000b) constataram que a população desta mesma espécie na Ilha do Farol não foi influenciada pela salinidade, o que pode estar relacionado com o habitat diferente no qual as mesmas amostraram os exemplares de *A. angustipes* (costão rochoso) ou evidenciar que esta população está mais adaptada ao ambiente terrestre do que as estudadas no Estado de Pernambuco.

Poucos estudos foram realizados sobre a influência da pressão hidrostática sobre espécies marinhas de crustáceos de águas rasas e profundas (TEAL & CAREY, 1967; MACDONALD & TEAL, 1975; MACDONALD & GILCHRIST, 1982). No entanto, não foi encontrado nenhum estudo sobre a influência da pressão atmosférica em populações de crustáceos semiterrestres. É bem sabido que a pressão atmosférica apresenta oscilações diárias devido às marés atmosféricas (CHAPMAN & LINDZEN, 1970), que são comparáveis às marés oceânicas. Este efeito é mais forte em zonas tropicais e pode influenciar as populações terrestres e semiterrestres. No entanto, mais estudos são necessários sobre este aspecto. Mais recentemente, a biometeorologia está se destacando, procurando correlações entre os parâmetros meteorológicos e a biologia de uma determinada espécie.

Como as espécies de caranguejos que vivem em manguezal ficam expostas ao ar durante boa parte do dia, na maré baixa, é possível que além dos parâmetros hidrológicos, os parâmetros meteorológicos também influenciem a biologia de algumas

dessas espécies. A precipitação pluviométrica exerce influência na salinidade (PASSAVANTE & FEITOSA, 2004), tanto da água do rio quanto das tocas, o que afeta a fisiologia dessas espécies. Por sua vez, a umidade alta pode evitar a dessecação dos organismos quando eles estão expostos ao ar durante a maré baixa. Entretanto, a influência foi inversamente proporcional, indicando que a relação da umidade do ar e dos aspectos populacionais precisa ser mais bem estudada em trabalhos futuros.

Os espécimes de *A. angustipes* da população do manguezal do Rio Ariquindá são ambos mais compridos e mais largos do que os do Rio Mamucabas. Este fato, associado à menor abundância de caranguejos e menor frequência de fêmeas ovígeras observadas no Rio Mamucabas, é um indicativo que esta população pode estar sendo influenciada pelos impactos ambientais que este estuário tem recebido nos últimos anos, corroborando a hipótese H₃. O desmatamento observado nas margens do Rio Mamucabas pode ser um dos fatores limitantes, já que as árvores de mangue são um dos microhabitats mais visitados pelos caranguejos (MELO, 1996).

Referências

- ADAMS, J.; EDWARDS, A. J. & EMBERTON, H. 1985. Sexual size dimorphism and assortative mating in the obligate coral commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). **Crustaceana** **48**(2): 188-194.
- ADAMS, J. & GREENWOOD, P. J. 1987. Loading constraints sexual selection and assortative mating in peracarid Crustacea. **Journal of Zoology** **211**(1): 35-46.
- ALVES, R. R. N. & NISHIDA, A. K. 2003. Socio-economical aspects and environmental perception of 'Caranguejo-uçá', *U. cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) gatherers in the Mamanguape river estuary, northeast Brazil. **Interciência** **28**(1): 36-43.
- ANGER, K.; HARMS, J.; MONTÚ, M. & BAKKER, C. 1990. Effects of salinity on the larval development of a semiterrestrial tropical crab, *Sesarma angustipes* (Decapoda: Grapsidae). **Marine Ecology Progress Series** **62**: 89-94.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; BARRETO, A. V.; NEGROMONTE, A. O. & SCHWAMBORN, R. 2012. 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. & CALADO, T. C. S. 2008. Bioecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundáu/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** **8**(2): 169-181.

ARAÚJO, M. S. L. C. & CALADO, T. C. S. 2011. Burrows architecture of the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Ucididae) in a mangrove swamp of Brazil. **Tropical Oceanography** **39**(2): 155-165.

BATISTA-LEITE, L. M. A. 2005. **Estudo etnocarcinológico dos catadores de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Crustacea, Brachyura, Gecarcinidae) do estuário do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil**. Tese de Doutorado (Ciências Biológicas: Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, 129p.

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

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. & COSTA, T. M. 2007. Population and reproductive biology of the crab *Uca burgersi* (Crustacea: Ocypodidae) in three subtropical mangrove forests. **Revista de Biología Tropical** **55**(1): 55-70.

BEZERRA, L. E. A. & MATTHEWS-CASCON, H. 2007. Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. **Acta Oecologica** **31**: 251-258.

- BOOLOOTIAN, R. A. A.; GIESE, A. C.; FARMANFARMAIN, A. & TUCKER J. 1959. Reproductive cycles of five west coast crabs. **Physiological Zoology** **32**: 213-220.
- BOTELHO, E. R. O.; SANTOS, M. C. F. & SOUZA, J. R. B. 2001. Aspectos populacionais do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**(1): 123-146.
- CALADO, T. C. S. & LACERDA, P. R. 1993. Zonação vertical e variação sazonal da carcinofauna (Decapoda e Isopoda) do costão rochoso de Calhetas (Cabo-Pernambuco-Brasil). **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **36**(4): 731-738.
- CASTIGLIONI, D. S.; ALMEIDA, A. O. & BEZERRA, L. E. A. 2011a. 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**(94): 1-8.
- 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. **Iheríngia Série Zoologia** **101**: 138-144.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. & MORTARI, R. C. 2006. Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodoidea), proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. **Atlântica** **28**(2): 73-86.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. & CARDOSO, C. F. 2007. Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura: Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. **Gulf and Caribbean Research** **19**: 11-20.
- CASTIGLIONI, D. S.; SILVA, J. V. C. L. & 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.

- CHAPMAN, S. & LINDZEN, R. S. 1970. **Atmospheric tides: thermal and gravitational**. New York, Gordon and Breach, 200 p.
- COBO, V. J. 1995. **Biologia populacional e crescimento relativo de *Goniopsis cruentata* (Latreille 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae), na região de Ubatuba, São Paulo**. Dissertação de Mestrado (Zoologia), Universidade Estadual Paulista, 79p.
- COBO, V. J. 2002a. Breeding period of the arrow crab *Stenorhyncus seticornis* from Couves Island, south-eastern Brazilian coast. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **82**: 1031-1032.
- COBO, V. J. 2002b. Breeding period of the spider crab *Mithraculus forceps* (A. Milne Edwards) (Crustacea: Majidae: Mithracinae) in the southeastern Brazilian coast. **Revista Brasileira de Zoologia** **19**: 229-234.
- COSTA, T. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, 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.
- COWEN, R. K. 1986. Site-specific differences in the feeding ecology of the California sheephead, *Semicossyphus pulcher* (Labridae). **Environmental Biology of Fishes** **16**(1): 193-203.
- CRESPI, B. J. 1989. Causes of assortative mating in arthropods. **Animal Behavior** **38**: 980- 1000.
- DÍAZ, H. & CONDE, J. E. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science** **45**: 148-163.
- EMMERSON, W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. **Journal of Crustacean Biology** **14**(3): 568-578.

- FREIRE, A. S.; PINHEIRO, M. A. A.; KARAM-SILVA, H. & TESCHIMA, M. M. 2011. Biology of *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Brachyura, Grapsidae) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Equatorial Atlantic Ocean. **Helgoland Marine Research** **65**(3): 263-273.
- FREITAS, A. E. T. & SANTOS, M. C. F. 2002. Aspectos biológicos do aratu-da-pedra *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775) (Crustacea: Brachyura, Grapsidae) ao largo de Tamandaré (Pernambuco – Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **10**(1): 1-17.
- GILBERT, J. J. & WILLIAMSON, C. E. 1983. Sexual dimorphism in zooplankton (Copepoda, Cladocera, And Rotifera). **Annual Review of Ecology and Systematics** **14**: 1-33.
- GÓES, P.; SAMPAIO, F. D. F.; CARMO, T. M. S.; TÔSO, G. C. & LEAL, M. S. 2000. Comportamento e período reprodutivos do caranguejo do mangue *Ucides cordatus*. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros Conservação** **2**: 335-348.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica** **31**(2): 183-198.
- HARTNOLL, R. G. & BRYANT, A. D. 1990. Size-frequency distributions in Decapod Crustacea – The quick, the dead, and the castoffs. **Journal of Crustacean Biology** **10**(1): 14-19.
- HEMMI, J. M.; MARSHALL, J.; PIX, W.; VOROBYEV, M. & ZEIL, J. 2006. The variable colours of the fiddler crab *Uca vomeris* and their relation to background and predation. **Journal of Experimental Biology** **209**: 4140-4153.
- HERREID, C. F. 1963. Observations on the feeding behavior of the *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in Southern Florida. **Crustaceana** **5**(3): 176-180.

- HERRNKIND, W. F. 1983. Movement patterns and orientation. *In*: BLISS, D. ed. **The biology of Crustacea**. New York, Academic Press, p.41-105.
- HONORATO DA SILVA, M. 2003. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, Taxonomia e Ecologia**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 131f.
- HUXLEY, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of the Zoological Society of London** **137**: 465-469.
- IBAMA. 1989. **Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, p. 151-153.
- IVO, C. T. C.; DIAS, A. F. & MOTA, R. I. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado no Delta do Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE** **7**(1): 53-84.
- KOWALCZUK, V. G. L. & MASUNARI, S. 2000a. Crescimento relativo e determinação da idade na fase juvenil de *Armases angustipes* (Dana, 1852) (Decapoda: Brachyura: Grapsidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **17**(1): 17-24.
- KOWALCZUK, V. G. L. & MASUNARI, S. 2000b. Estrutura populacional de *Armases angustipes* (Dana) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) na Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia** **17**(1): 1-16.
- 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.
- MACDONALD, A. G., & GILCHRIST, I. 1982. The pressure tolerance of deep sea amphipods collected at their ambient high pressure. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology** **71**(2), 349-352.

- MACDONALD, A. G., & TEAL, J. M. 1975. Tolerance of oceanic and shallow water Crustacea to high hydrostatic pressure. **Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts** **22**(3): 131-144.
- MACIEL, D. C., & ALVES, A. G. C. 2009. Conhecimentos e práticas locais relacionados ao aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) em Barra de Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Biota Neotropica** **9**(4): 29-36.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos, siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade FAPESP, 604p.
- PASSAVANTE, J. Z. O. & FEITOSA, F. A. N. 2004. Dinâmica da produtividade fitoplanctônica na zona costeira. *In*: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, M. F. C. eds. **Oceanografia: Um Cenário Tropical**. Recife, Bagaço, p.425-439.
- PASSIOURA, J. B.; BALL, M. C. & KNIGHT, J. H. 1992. Mangroves may salinize the soil and in so doing limit their transpiration. **Functional Ecology** **6**: 476-481.
- PILLAY, K. K. & ONO, Y. 1978. The breeding cycles of two species of Grapsidae crabs (Crustacea, Decapoda) from the north coast of Kyushu, Japan. **Marine Biology** **45**: 237-248.
- PINHEIRO, M. A. A. & FRANSOZO, A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S. **Journal Crustacean Biology** **22**(2): 416-428.
- RESURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. O. & MACEDO, S. J. 1996. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): variação sazonal da biomassa fitoplanctônica (08°03'38" Lat. S; 34°42'28" à 34°52'00" Long. W). **Trabalhos Oceanográficos da UFPE** **24**: 39-59.
- SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O. & IVO, C. T. C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco-Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**(1): 87-123.

- SANTOS, M. C. F., & BOTELHO, E. 2002. Estudos biológicos do aratú, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no estuário do rio Una, município de São José da Coroa Grande (Pernambuco–Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE 10**: 171-186.
- SASTRY, A. 1983. Ecological aspects of reproduction. *In*: BLISS, D. ed. **The biology of Crustacea**. New York, Academic Press, p.179-269.
- SCHUBART, C. D. & DIESEL, R. 1998. Osmoregulatory capacities and penetration into terrestrial habitats: a comparative study of Jamaican crabs of the genus *Armases* Abele, 1992 (Brachyura: Grapsidae: Sesarminae). **Bulletin of Marine Science 62**(3), 743-752.
- STURGES, H. A. 1926. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association 21**(153): 65-66.
- TEAL, J. M., & CAREY, F. G. 1967. Effects of pressure and temperature on the respiration of euphausiids. **Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts 14**(6): 725-733.
- THONGTHAM, N. & KRISTENSEN, E. 2003. Physical and chemical characteristics of mangrove crab (*Neopisesarma versicolor*) burrows in the Bangrong mangrove forest, Phuket, Thailand with emphasis on behavioral response to changing environmental conditions. **Vie et Milieu 53**: 141-151.
- UTINOMI, H. 1944. Studies on the animals inhabiting reef corals. III. A revision of the family Hapalocarcinidae (Brachyura) with some remarks on their morphological peculiarities. **Palao Tropical Biological Station Studies 2**(4): 687-731.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, Nupelia, 169p.
- WENNER, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. **American Naturalist 106**(949): 321-350.
- ZAR, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice Hall, 663p.

Capítulo III Estrutura populacional comparativa das espécies de UCA
(Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e
Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco

Marina de S.L.C. de Araújo, Juliane V.C.L. Silva, David dos S. Azevedo & Daniela da
S. Castiglioni

Resumo

São poucos os estudos de comparação entre as populações de *Uca* num determinado ecossistema. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar e comparar as diferentes populações de *Uca* de dois manguezais do Estado de Pernambuco. Durante o período de amostragem foram coletados 7.874 exemplares de *Uca* nos Rios Ariquindá (3.705) e Mamucabas (4.169) pertencentes a 7 espécies: *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* (apenas no Rio Ariquindá), *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana*. Em ambos os estuários, *U. leptodactyla* apresentou machos maiores que fêmeas, o que se deve ao fato dos machos gastarem mais energia em crescimento do que as fêmeas. Em *U. thayeri*, fêmeas foram maiores que os machos, provavelmente uma adaptação para aumentar a produção de ovos. Em *U. burgersi* e *U. cumulanta*, machos e fêmeas tiveram o mesmo tamanho, o que favorece o pareamento para cópula. A unimodalidade na distribuição de frequência de tamanho de *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri* demonstra a estabilidade destas populações. A proporção sexual foi desviada para machos na maioria das espécies, devido ao fato dos machos ficarem mais tempo na superfície, se tornando mais suscetíveis à amostragem. Por outro lado, o maior número de fêmeas na população de *U. thayeri* pode significar uma maior taxa de mortalidade dos machos, devido à sua maior exposição, dessa vez favorecendo sua predação. Além das diferenças entre os manguezais estudados, existem diferenças dentro de cada manguezal. A diferente composição de espécies vegetais e a natureza do substrato observada em cada estação podem ter colaborado. As espécies *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri* e *U. victoriana* são simpátricas. Comparando os dois manguezais, nota-se que a maioria das espécies apresentou tamanhos maiores no manguezal do Rio Ariquindá. Provavelmente, os impactos ambientais observados no manguezal do Rio Mamucabas reduziram o tamanho das populações de *Uca* da área.

Palavras-Chaves: caranguejos-violinistas, estrutura populacional, manguezais, Pernambuco.

Abstract

There are few studies comparing the populations of *Uca* in a given ecosystem. This study was accomplished aiming to characterize and compare different populations of *Uca* from two mangroves at the State of Pernambuco. During the sampling period, 7,874 individuals of *Uca* were sampled in the mangroves of the Ariquindá (3,705) and Mamucabas Rivers (4,169), belonging to 7 species: *U. burgersi*,

U. cumulanta, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* (only at Ariquindá River), *U. rapax*, *U. thayeri* and *U. victoriana*. In both estuaries, *U. leptodactyla* showed males being larger than females, which is related to the fact that males invest more energy in growth than in reproduction. In *U. thayeri*, females were larger than males, probably an adaptation to increase the production of eggs. In *U. burgersi* and *U. cumulanta*, males and females had the same mean size, which favors the pairing for copula. The unimodality in the distribution of size frequency in *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* and *U. thayeri* shows the stability of these populations. The sex ratio was deviated to males in the majority of the species, probably due to the fact that males spend more time in the surface, being more susceptible to the sampling. On the other hand, the higher number of females in the population of *U. thayeri* may indicate a higher mortality rate of males, due to their greater exposition, that in this case can favor their predation. Besides the differences between the studied estuaries, there were found differences inside each estuary. The different composition of plant species and substrata at each sampling station may be responsible for this result. The species *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri* and *U. victoriana* are sympatric. Comparing both mangroves, it could be noticed that the majority of species presented larger sizes at the Ariquindá River. Probably, the impacts observed at Mamucabas River reduced the size of the crabs at the area.

Key words: fiddler crabs, population structure, mangroves, Pernambuco.

Introdução

Os crustáceos decápodos da família Ocypodidae destacam-se como os mais comuns e típicos habitantes do manguezal (JONES, 1984). Dentre os ocipodídeos encontrados no Brasil, estão aqueles pertencentes ao gênero *Uca* Leach, 1814: *U. (Leptuca) cumulanta* Crane, 1943; *U. (Leptuca) leptodactyla* Rathbun, 1898; *U. (Leptuca) uruguayensis* Nobili, 1901; *U. (Minuca) burgersi* Holthuis, 1967; *U. (Minuca) mordax* (Smith, 1870); *U. (Minuca) rapax* (Smith, 1870); *U. (Minuca) thayeri* Rathbun, 1900; *U. (Minuca) victoriana* Von Hagen, 1987; *U. (Minuca) vocator* (Herbst, 1804) e *U. (Uca) maracoani* (Latreille, 1802) (MELO, 1996; CASTIGLIONI *et al.*, 2011). No Estado de Pernambuco, apenas duas destas espécies não eram registradas, *U. uruguayensis* e *U. victoriana*. No entanto, estudo recente realizado por CASTIGLIONI *et al.* (2011) constatou a ocorrência de *U. victoriana* nos manguezais do Estado, ampliando a distribuição apresentada por MELO (1996), que restringia a distribuição desta espécie a sua localidade-tipo (Estado do Espírito Santo).

Os caranguejos do gênero *Uca*, pelo seu pequeno porte, não possuem valor comercial. Eles são popularmente conhecidos como chama-marés ou caranguejos-violinistas. Os movimentos que os machos realizam com seu quelípodo maior, na

tentativa de atrair fêmeas para a cópula, são interpretados como um aceno que suscita a subida da maré. De acordo com CRANE (1975), eles vivem em áreas lamacentas, se alimentam de matéria orgânica depositada no substrato e têm o hábito de construir galerias para se proteger de dessecação, predadores, mudanças extremas de temperatura e salinidade e ainda para atividades de reprodução e muda. Além disso, segundo a mesma autora, estes animais possuem hábito diurno, sendo ativos durante a maré baixa. Uma característica marcante desses caranguejos é o evidente dimorfismo sexual que apresentam: enquanto o macho tem um dos quelípodos bastante desenvolvido, a fêmea tem os dois quelípodos diminutos (CRANE, 1975).

Eles são de grande importância para a manutenção do ecossistema manguezal pela posição que ocupam na teia alimentar (servindo de alimento para outros animais) e pelo processo de ciclagem, rotatividade ou ‘turnover’ dos nutrientes que promovem ao escavar suas tocas (SKOV *et al.*, 2002; ARAÚJO & MACIEL, 1977; MACINTOSH, 1988). Além disso, estes caranguejos são capazes de indicar áreas que estão sofrendo ação antrópica, atuando como bioindicadores naturais (BARNWELL, 1986). Os estudos sobre a biologia populacional destes animais constituem valiosa ferramenta nas ações para conservação do manguezal, já que permitem compreender como o ecossistema responde às condições ambientais existentes e como ele se adapta aos processos de alteração do meio (SOARES, 1999).

Os caranguejos do gênero *Uca* são amplamente estudados no Brasil. Sua fisiologia (LACERDA, 1982; MCNAMARA & MOREIRA, 1983), sistemática (OLIVEIRA, 1939; MELO, 1996), comportamento (VON HAGEN, 1987), reprodução (COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO, 2003, COSTA *et al.*, 2006; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2006a), morfometria (MASUNARI & SWIECH-AYOUB, 2003; NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003; BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; MASUNARI & DISSENHA, 2005; MASUNARI *et al.*, 2005; ARAÚJO *et al.*, 2012) e biologia populacional (COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO, 2003; COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; BEZERRA & MATTHEWS-CASCON, 2007; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2006a; BENEDETTO & MASUNARI, 2009; CASTIGLIONI *et al.*, 2011) são exemplos de estudos já realizados.

Ao se estudar a dinâmica populacional dos caranguejos violinistas, deve-se levar em conta alguns fatores ambientais que, de alguma forma, influenciam a biologia deles,

como temperatura (CRANE, 1975), salinidade (CRANE, 1975; THURMAN, 1984; BARNWELL, 1986), o grau de dessecação do substrato (THURMAN, 1984), o tipo de solo (BARNWELL, 1986; THURMAN, 1987), a luminosidade e a presença de vegetação (SALMON & HYATT, 1983; THURMAN, 1987; NOBBS, 2003). Neste sentido, a alteração de algum desses fatores ambientais no ecossistema, devido ao alto grau de urbanização, por exemplo, poderá ter influência direta nas taxas de sobrevivência e crescimento daquelas espécies.

Segundo CRANE (1975), os chama-marés são frequentemente simpátricos, ou seja, em duas ou mais populações habitam simultaneamente uma mesma região geográfica, sem que haja cruzamento entre seus indivíduos. São exemplos de simpatria: *U. (Uca) major* Herbst, 1782 e *Uca maracoani* em Trinidad e Tobago (VON HAGEN, 1970), *U. leptodactyla* e *U. cumulanta* no Complexo Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas (CALADO & SOUSA, 2003), e *U. leptodactyla* e *U. uruguayensis* do Rio de Janeiro até Santa Catarina (BEZERRA, 2009), por exemplo.

Apesar de serem amplamente estudados no país, poucos são os trabalhos de comparação entre as populações de *Uca* num determinado ecossistema. Dentre os já realizados, destacam-se KOCH *et al.* (2005) para populações de Bragança, no Estado do Pará, BEZERRA *et al.* (2006) para populações do Rio Pacoti, no Estado do Ceará, e BEDÊ *et al.* (2008) para populações de Itacuruçá, no Estado do Rio de Janeiro.

Diante da importância do gênero e da necessidade de pesquisas mais aprofundadas sobre a ecologia do mesmo, o objetivo do presente trabalho foi comparar a estrutura populacional de sete espécies de *Uca* dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco. As seguintes hipóteses foram formuladas:

H₁ = Existem diferenças na composição específica entre os dois manguezais estudados, com um maior número de espécies de *Uca* encontrado no manguezal do Rio Ariquindá;

H₂ = Existe dimorfismo sexual no tamanho de machos e fêmeas de *Uca*, sendo os machos maiores que as fêmeas na maioria das espécies estudadas;

H₃ = As características de cada ponto amostral, em especial a textura do substrato e a composição vegetal, são os fatores que determinam a distribuição espacial das espécies de *Uca*; e

H₄ = Os caranguejos amostrados no manguezal Rio Ariquindá são em média maiores que aqueles amostrados no manguezal do Rio Mamucabas.

Materiais e Métodos

Foram escolhidas duas áreas de manguezais com diferentes níveis de ação antrópica no litoral Sul de Pernambuco: os manguezais dos Rios Ariquindá, considerado no presente estudo não impactado, e Mamucabas, considerado no presente estudo pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré. Mesmo os dois rios sendo considerados não poluídos (IBAMA, 1989; HONORATO DA SILVA, 2003; GREGO *et al.*, 2009), durante as amostragens de *Uca*, foram constatados impactos de origem antrópica no Rio Mamucabas: desmatamento, ocupação imobiliária circunvizinha ao manguezal (também documentada por SANTOS *et al.*, 2001) e deposição de lixo, além do impacto causado pelo represamento.

Em cada um dos manguezais foram escolhidos quatro pontos de coleta:

Manguezal do Rio Ariquindá

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto por gramíneas, seguido de *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell (Malvaceae), e poucos exemplares de *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae). Muitas folhas caídas. Substrato areno-lamoso e localizado a aproximadamente 400 m da margem do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 200 m da margem do rio no interior do manguezal, e com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae) e poucos exemplares de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman ex Moldenke (Acanthaceae). Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle*, com substrato lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de lama próximo ao rio e com muita vegetação, composta por *R. mangle* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso e localizado a aproximadamente 5 m da margem do rio.

Manguezal do Rio Mamucabas

Ponto 1: Ambiente de transição entre o manguezal e o ambiente terrestre, sendo composto predominantemente por gramíneas, seguido de *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *R. mangle*. Substrato argiloso. Área localizada a aproximadamente 200 m da margem do rio.

Ponto 2: Ambiente localizado aproximadamente a 100 m da margem do rio no interior do manguezal, com muita vegetação, sendo composta predominantemente por *L. racemosa*, seguida de *R. mangle* e poucos exemplares de *A. schaueriana*. Substrato lamoso.

Ponto 3: Ambiente localizado na margem do rio e composto predominantemente por *R. mangle* e substrato estritamente lamoso.

Ponto 4: Ambiente composto por um banco de algas no interior do manguezal, distante 250 m da margem do rio e composto por *T. tiliaceum* e alguns exemplares de *L. racemosa*. Substrato lamoso-arenoso.

Procedimentos de coleta

As coletas manuais foram realizadas de abril de 2008 a março de 2009 por dois coletores com um esforço de captura de 30 minutos em cada ponto no período de maré baixa. Todos os exemplares foram levados para o laboratório e fixados em álcool 70%.

Paralelamente, os parâmetros abióticos das tocas (temperatura e salinidade) foram obtidos com termômetro digital e salinômetro. Os dados meteorológicos foram obtidos através do SINDA (Sistema Nacional de Dados Ambientais).

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, as espécies foram identificadas utilizando-se MELO (1996). Para a diferenciação sexual, foram feitas observações nos caracteres sexuais secundários presentes no abdômen (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANSOZO, 2006a). Alguns exemplares foram incorporados às coleções científicas do Museu de Oceanografia Petrônio Alves Coelho (MOUFPE) e do Centro Acadêmico de Vitória (CAV-UFPE). Outros foram descartados após o estudo.

Todos os exemplares de *Uca* foram mensurados quanto à largura da carapaça (LC), medida pela distância entre os ângulos ântero-laterais, correspondendo a sua maior dimensão com um paquímetro digital (0,01 mm).

Análise dos dados

Foram estimados os tamanhos mínimo, médio ($\pm$ desvio padrão) e máximo dos dados abióticos das tocas de *Uca* (temperatura e salinidade). Para averiguar possíveis diferenças nesses dados entre pontos de coleta e períodos do ano, os testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney foram aplicados, respectivamente ($\alpha= 0,05$) (ZAR, 1996). Também foram comparados os dados da toca com os dados do ambiente (ver Capítulo I) através do teste de Mann-Whitney ($\alpha= 0,05$) (ZAR, 1996).

Foram estimados os tamanhos mínimo, médio ($\pm$ desvio padrão) e máximo da largura da carapaça (LC – mm) de machos e fêmeas de cada espécie de *Uca*. O tamanho médio da LC de machos e fêmeas de cada espécie de *Uca*, bem como o tamanho entre os manguezais, foi comparado com o teste *t* de Student ($\alpha= 0,05$), a fim de verificar diferenças significativas (ZAR, 1996).

Para as análises da estrutura populacional, os animais foram agrupados em classes de LC com amplitude de 0,5 mm em *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana* (espécies de menor porte), 1,0 mm em *U. rapax* e *U. burgersi* (espécies de médio porte), 1,5 mm em *U. thayeri* e 2,0 mm em *U. maracoani* (espécies de maior porte). O número de classes foi obtido pela fórmula de Sturges (CONDE *et al.*, 1986). Os caranguejos foram agrupados por categoria demográfica (machos e fêmeas) e efetuou-se a distribuição de frequência do total de caranguejos amostrados. Para testar a

normalidade das distribuições de frequência utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk ($\alpha=0,05$) (ZAR, 1996).

A proporção sexual durante o estudo foi determinada para cada espécie, onde se utilizou o teste do Qui-quadrado (χ^2), a fim de verificar se a razão sexual encontrada para as diversas espécies de *Uca* amostradas segue a proporção mendeliana (1 ♂: 1 ♀) ($\alpha=0,05$) (ZAR, 1996).

A abundância relativa das espécies de *Uca* por ponto de coleta foi obtida através da fórmula:

$$AR = n \ 100/N$$

Onde n = número de exemplares de uma espécie por ponto; N = número total de exemplares de *Uca* por ponto.

Resultados

Dados abióticos

Os dados abióticos das tocas de *Uca* spp nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas estão apresentados na Tabela I. Pode-se notar que a temperatura da toca não variou significativamente entre estações de coleta (Ariquindá: $H = 1,29$; Mamucabas: $H = 1,63$) ($p > 0,05$), mas variou significativamente entre períodos do ano (Ariquindá: $U = 131,50$; Mamucabas: $U = 171,00$) ($p < 0,05$), sendo menor no período chuvoso. Similarmente, a salinidade da toca também não diferiu significativamente entre estações de coleta (Ariquindá: $H = 1,74$; Mamucabas: $H = 2,88$) ($p > 0,05$), mas diferiu significativamente entre períodos do ano (Ariquindá: $U = 120,00$; Mamucabas: $U = 127,50$) ($p < 0,05$), sendo menor no período chuvoso. Comparando os dados abióticos das tocas e do ambiente (Cap. I), a temperatura da toca é significativamente menor que a temperatura do ar (Ariquindá: $U = 28,00$; Mamucabas: $U = 40,00$) ($p < 0,05$). Contrariamente, a salinidade da toca é significativamente maior que a salinidade do rio (Ariquindá: $U = 32,00$; Mamucabas: $U = 15,50$) ($p < 0,05$).

Tabela I. Parâmetros abióticos (temperatura e salinidade das tocas) por mês de amostragem e períodos do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Mês	Rio Ariquindá		Rio Mamucabas	
	Temp. toca	Sal. toca	Temp. toca	Sal. toca
Período chuvoso				
Abr	27,45	22,50	28,60	20,25
Mai	28,30	14,75	27,98	15,25
Jun	26,83	25,50	28,08	12,00
Jul	26,03	30,50	25,85	5,25
Ago	26,27	24,75	25,53	14,50
Mar	30,83	27,25	31,03	21,50
Méd. ± dp	27,62 ± 1,78	24,21 ± 5,35	27,84 ± 2,12	14,79 ± 7,37
Período seco				
Set	28,75	29,25	27,35	21,00
Out	28,35	29,25	29,33	22,50
Nov	28,13	26,75	30,00	22,25
Dez	28,38	29,50	28,13	23,00
Jan	29,13	29,25	29,75	24,75
Fev	30,73	28,25	30,83	18,00
Méd. ± dp	28,91 ± 0,96	28,71 ± 1,05	29,23 ± 1,35	21,92 ± 2,07

Nota: Temp. = Temperatura; Sal. = Salinidade; Méd. = Média; dp = desvio padrão.

Biologia populacional de UCA spp

Durante o período de amostragem, foram coletados 7.874 exemplares de *Uca* nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas pertencentes à sete espécies: *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. maracoani* (esta apenas no Rio Ariquindá), *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. victoriana*.

Manguezal do Rio Ariquindá

As amostragens no Rio Ariquindá resultaram num total de 3.705 exemplares, sendo 2.062 machos e 1.643 fêmeas de caranguejos-violinistas. Considerando os quatro pontos de amostragem, a espécie encontrada em maior abundância foi *Uca thayeri*, com 1.411 exemplares (627 ♂ e 784 ♀), seguida por *U. leptodactyla*, com 1.370 exemplares (892 ♂ e 478 ♀), *U. burgersi*, com 420 exemplares (243 ♂ e 177 ♀) e *U. cumulanta*,

com 345 exemplares (201 ♂ e 144 ♀). Em menor abundância foram amostradas *U. rapax*, com 92 exemplares (58 ♂ e 34 ♀), *U. victoriana*, com 42 exemplares (25 ♂ e 17 ♀) e por fim *U. maracoani*, com 25 exemplares (16 ♂ e 9 ♀).

A maioria das espécies foi amostrada em todos os meses de estudo. Porém, *U. maracoani* não ocorreu em julho/2008 e em janeiro/2009, e *U. victoriana* ocorreu apenas em junho/2008 (Tabela II).

Tabela II. Número mensal de exemplares de espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Mês	Espécies						
	<i>U. burgersi</i>	<i>U. cumulanta</i>	<i>U. leptodactyla</i>	<i>U. maracoani</i>	<i>U. rapax</i>	<i>U. thayeri</i>	<i>U. victoriana</i>
Abr	24	10	14	5	8	60	0
Mai	48	33	126	1	16	121	0
Jun	36	27	117	2	13	148	42
Jul	53	31	161	0	15	106	0
Ago	22	42	61	2	7	92	0
Set	16	30	122	7	1	106	0
Out	30	22	120	1	6	118	0
Nov	21	22	111	1	4	112	0
Dec	47	42	156	1	5	133	0
Jan	33	18	103	0	6	120	0
Fev	50	22	92	1	7	94	0
Mar	40	46	187	4	4	201	0

Na tabela III estão apresentados os tamanhos da largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas das espécies de *Uca* amostradas nos manguezal do Rio Ariquindá. A comparação do tamanho médio da LC entre machos e fêmeas de cada espécie demonstrou que os machos eram significativamente maiores do que as fêmeas nas populações de *U. leptodactyla* ($t = 6,49$) e *U. rapax* ($t = 1,99$) ($p < 0,05$) e fêmeas maiores que os machos na população de *U. thayeri* ($t = 4,22$). No entanto não se observaram diferenças significativas no tamanho médio entre os sexos nas populações de *U. burgersi* ($t = 1,15$), *U. cumulanta* ($t = -1,32$), *U. maracoani* ($t = 0,25$) e *U. victoriana* ($t = 0,45$) ($p > 0,05$).

No manguezal do Rio Ariquindá, a distribuição de frequência em classes de tamanho da LC para ambos os sexos mostrou-se unimodal para as espécies *U. burgersi*,

U. cumulanta, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri* ($p > 0,05$). No entanto a polimodalidade foi observada para as espécies *U. maracoani* e *U. victoriana* ($p < 0,05$) (Figura 1).

Observou-se no manguezal do Rio Ariquindá que a proporção sexual diferiu significativamente da esperada (1:1) para algumas espécies de *Uca*, estando deslocada para uma maior frequência de machos em *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. rapax*, e para uma maior frequência de fêmeas em *U. thayeri* ($p < 0,05$). No entanto, para *U. victoriana* e *U. maracoani* não houve diferença significativa na proporção sexual, seguindo a proporção de 1 ♂:1 ♀ ($p > 0,05$) (Tabela IV).

A abundância relativa das espécies de *Uca* variou entre os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Ariquindá (Figura 2). No ponto 1, as espécies *U. burgersi* e *U. leptodactyla* foram as mais abundantes e demonstraram uma relação de co-dominância. Nessa área havia folhas caídas e gramíneas. O solo foi classificado como areno-lamoso. No ponto 2, *U. thayeri* foi a espécie dominante, representando mais de 60% do total de espécies coletadas. Nessa área o solo foi classificado como lamoso e havia muita vegetação. No ponto 3 ocorreu exclusivamente uma espécie, *U. cumulanta*. Essa espécie só se fez presente em áreas com solo lamoso, como no presente ponto. No ponto 4 as sete espécies foram encontradas, e *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. thayeri* demonstraram uma relação de co-dominância. A espécie *U. maracoani* só esteve presente nesse ponto. Muita vegetação e um substrato lamoso-arenoso foram observados nessa área.

Tabela III. Tamanhos mínimo, máximo e médio ($\pm$ desvio padrão) da largura da carapaça de machos (♂) e fêmeas (♀) das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Espécies	Largura de carapaça						
	Mínima		Máxima		Média $\pm$ dp		t
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
<i>U. burgersi</i>	5,05	4,22	15,07	13,12	9,11 $\pm$ 1,62	8,92 $\pm$ 1,67	1,15
<i>U. cumulanta</i>	5,07	4,95	12,64	11,60	8,49 $\pm$ 1,53	8,70 $\pm$ 1,43	-1,32
<i>U. leptodactyla</i>	2,90	2,90	10,08	9,28	7,25 $\pm$ 1,04	6,88 $\pm$ 0,95	6,49*
<i>U. maracoani</i>	15,82	16,08	35,48	29,16	22,07 $\pm$ 6,11	22,69 $\pm$ 5,44	-0,25
<i>U. rapax</i>	5,80	6,35	13,26	10,71	9,30 $\pm$ 1,51	8,71 $\pm$ 1,09	1,99*
<i>U. thayeri</i>	5,33	6,50	21,83	19,66	12,49 $\pm$ 3,08	13,15 $\pm$ 2,77	4,22*
<i>U. victoriana</i>	5,78	6,10	11,91	11,5	9,14 $\pm$ 1,72	8,93 $\pm$ 1,33	0,47

Nota: * diferença significativa a $\alpha = 0,05$; dp = desvio padrão.

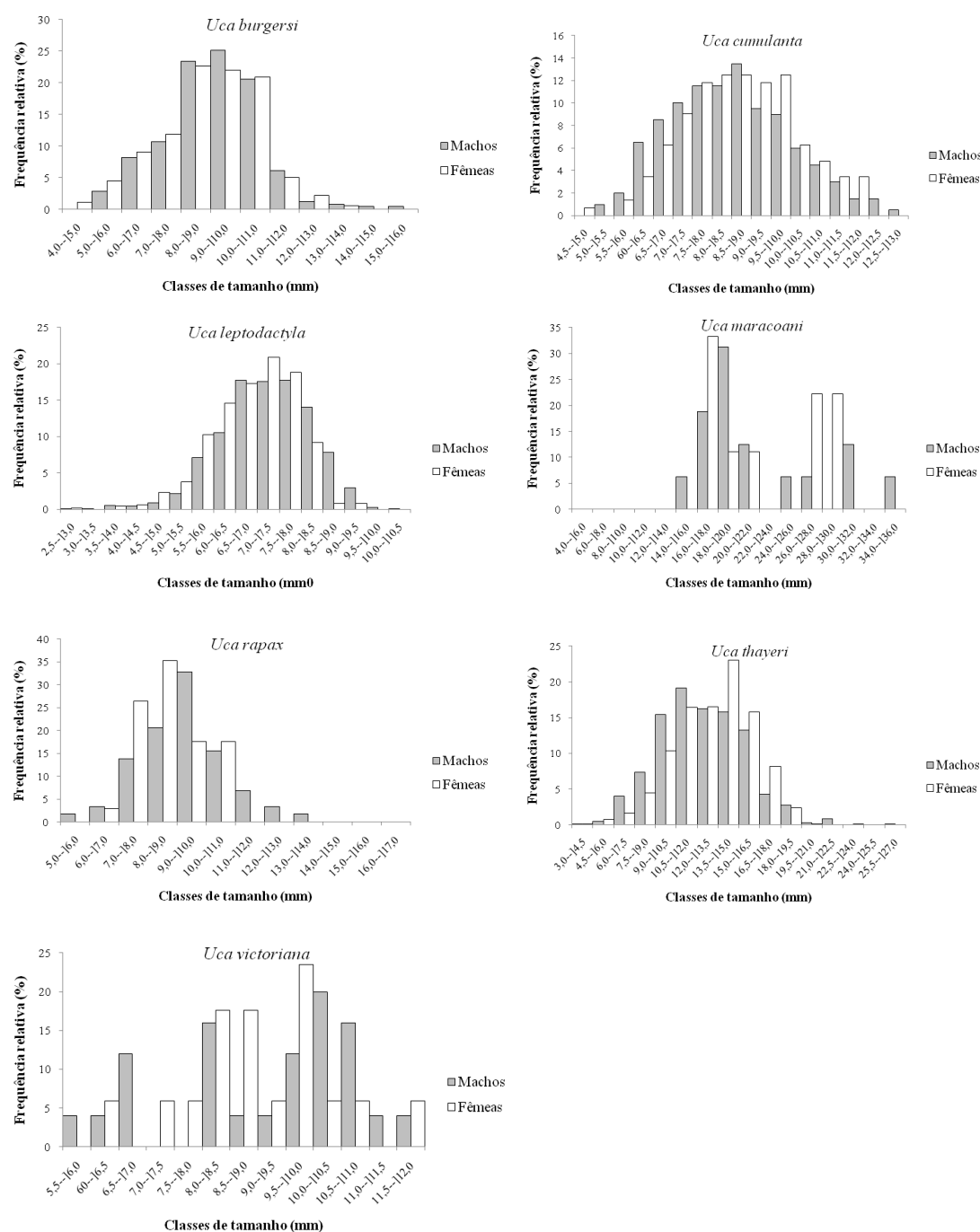


Figura 1. Distribuição de frequência por classes de tamanho (largura da carapaça - mm) de machos e fêmeas das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Tabela IV. Proporção sexual das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Espécie	Rio Ariquindá	
	Proporção sexual (♂:♀)	χ^2
<i>U. burgersi</i>	1,37:1,00	10,37*
<i>U. cumulanta</i>	1,39:1,00	9,42*

Espécie	Rio Ariquindá	
	Proporção sexual (♂:♀)	χ^2
<i>U. leptodactyla</i>	1,86:1,00	123,90*
<i>U. maracoani</i>	1,77:1,00	1,96
<i>U. rapax</i>	1,70:1,00	6,26*
<i>U. thayeri</i>	0,80:1,00	17,92*
<i>U. victoriana</i>	1,56:1,00	1,52

Nota: * diferença significativa a $\alpha = 0,05$.

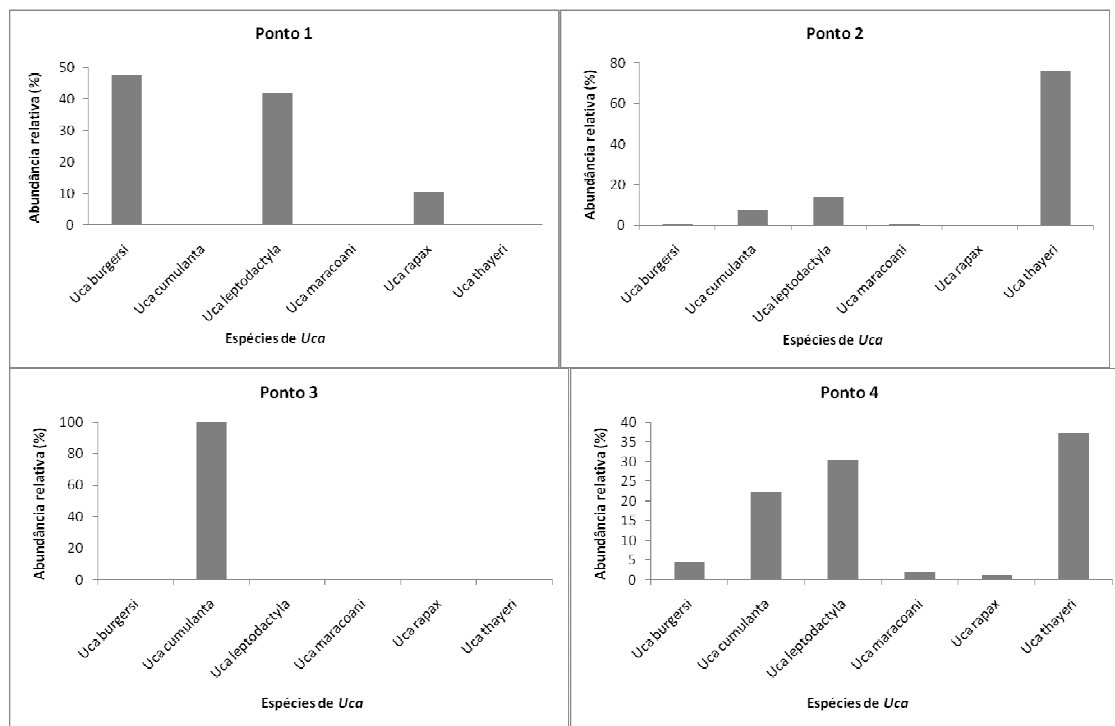


Figura 2. Abundância relativa (%) por ponto de amostragem das espécies de *Uca* coletadas no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Manguezal do Rio Mamucabas

As amostragens no manguezal do Rio Mamucabas resultaram num total de 4.169 exemplares, sendo 2.346 machos e 1.823 fêmeas de caranguejos chama-maré. Considerando os quatro pontos de amostragem, a espécie encontrada em maior abundância foi *U. leptodactyla*, com 1.526 exemplares (1.014 ♂ e 512 ♀), seguida por *U. thayeri*, com 1.300 exemplares (565 ♂ e 735 ♀), *U. victoriana*, com 772 exemplares (472 ♂ e 300 ♀) e por *U. burgersi*, com 389 exemplares (197 ♂ e 192 ♀). Em menor abundância foram amostradas *U. rapax*, com 157 exemplares (86 ♂ e 71 ♀) e *U. cumulanta*, com 25 exemplares (12 ♂ e 13 ♀).

A maioria das espécies de *Uca* foi amostrada em todos os meses de estudo, com exceção de *U. cumulanta*, que só ocorreu de julho à dezembro/2008 (Tabela V).

Tabela V. Número mensal de exemplares de espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Mês	Espécies					
	<i>U. burgersi</i>	<i>U. cumulanta</i>	<i>U. leptodactyla</i>	<i>U. rapax</i>	<i>U. thayeri</i>	<i>U. victoriana</i>
Abr	21	0	155	5	78	27
Mai	8	0	141	19	131	39
Jun	21	0	198	9	97	31
Jul	24	1	183	21	86	126
Ago	17	6	102	5	114	58
Set	28	3	100	5	98	54
Out	29	5	91	17	127	40
Nov	29	3	94	13	111	40
Dec	51	7	114	24	144	102
Jan	52	0	118	9	109	79
Fev	53	0	113	17	101	75
Mar	56	0	117	13	104	101

Na tabela VI estão apresentados os tamanhos da largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Mamucabas. A comparação do tamanho médio da LC entre machos e fêmeas de cada espécie demonstrou que os machos eram significativamente maiores que as fêmeas na população de *U. leptodactyla* ($t = 7,14$), e fêmeas maiores que os machos nas populações de *U. thayeri* ($t = -4,85$) e *U. victoriana* ($t = -2,43$) ($p < 0,05$). No entanto não se observaram diferenças significativas no tamanho médio entre os sexos nas populações de *U. burgersi* ($t = -0,64$), *U. cumulanta* ($t = 1,65$) e *U. rapax* ($t = 1,22$) ($p > 0,05$).

Tabela VI. Tamanhos mínimo, máximo e médio ($\pm$ desvio padrão) da largura da carapaça de machos (♂) e fêmeas (♀) das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Tamandaré, Pernambuco.

Espécies	Largura de carapaça						t
	Mínima		Máxima		Média ± dp		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
U. burgersi	4,7	4,09	14,61	13,74	8,74 ± 2,02	8,86 ± 1,75	-0,64
U. cumulanta	6,28	4,56	9,09	8,02	7,12 ± 0,72	6,54 ± 0,98	1,65
U. leptodactyla	3,45	2,95	9,68	9,41	6,87 ± 1,13	6,20 ± 1,16	7,14*

Espécies	Largura de carapaça						t
	Mínima		Máxima		Média ± dp		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
<i>U. rapax</i>	4,68	5,58	17,71	14,4	10,31 ± 2,44	9,88 ± 1,84	1,22
<i>U. thayeri</i>	5,0	5,96	20,0	23,16	12,27 ± 3	13,07 ± 2,89	-4,85*
<i>U. victoriana</i>	4,12	4,44	11,54	11,15	7,75 ± 1,27	7,82 ± 1,18	-2,43*

Nota: * diferença significativa a $\alpha = 0,05$; dp = desvio padrão.

No manguezal do Rio Mamucabas, a distribuição de frequência em classes de tamanho da LC para ambos os sexos mostrou-se unimodal para as espécies *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri* ($p > 0,05$). No entanto, a polimodalidade foi observada para a espécie *U. victoriana* ($p < 0,05$) (Figura 3).

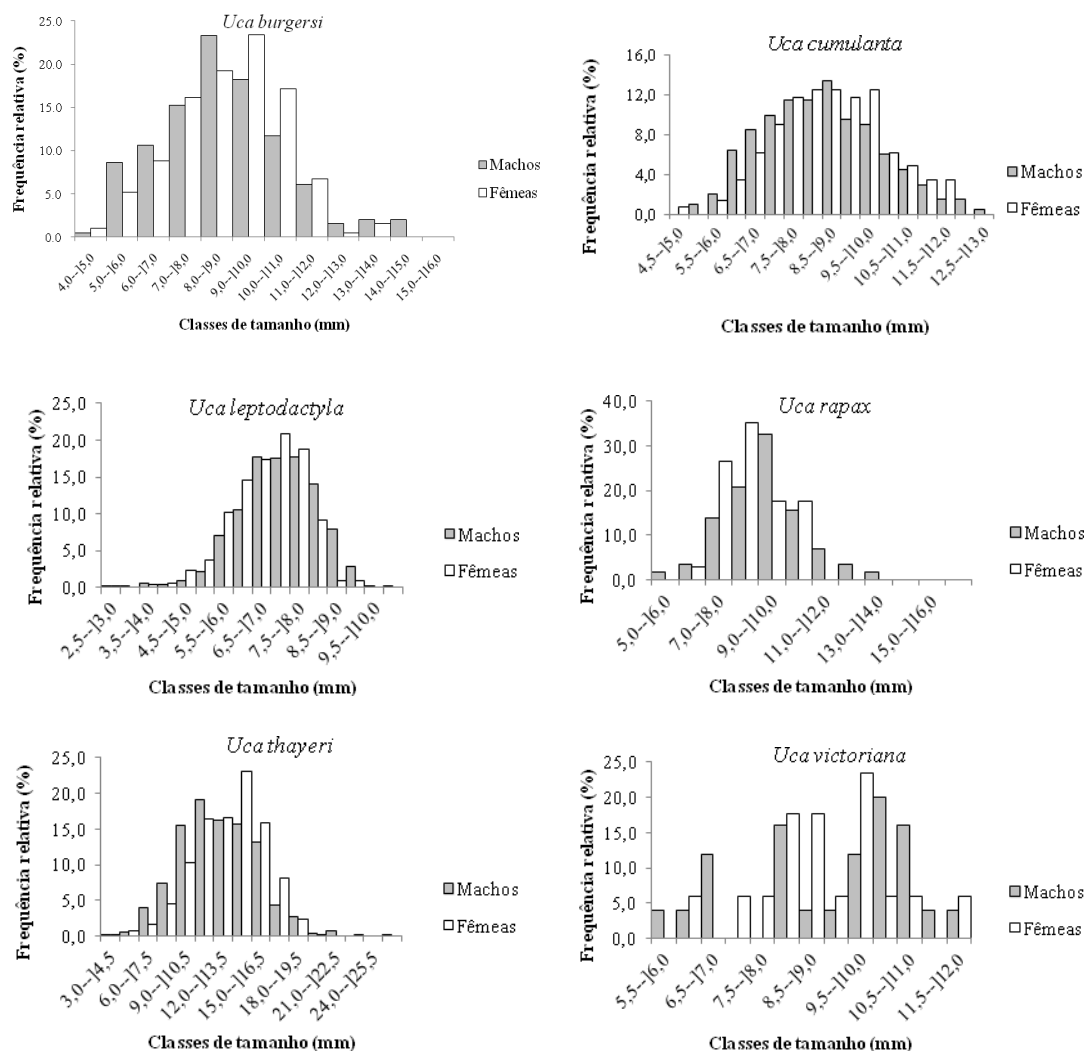


Figura 3. Distribuição de frequência por classes de tamanho (largura de carapaça - mm) de machos e fêmeas das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Observou-se no manguezal do Rio Mamucabas que proporção sexual diferiu significativamente da esperada (1:1) para algumas espécies de *Uca*, estando deslocada para uma maior frequência de machos em *U. leptodactyla* e *U. victoriana*, e para uma maior frequência de fêmeas em *U. thayeri* ($p < 0,05$). No entanto, para *Uca burgersi*, *Uca cumulanta* e *Uca rapax* não houve diferença significativa na proporção sexual, seguindo a proporção de 1 ♂:1 ♀ ($p > 0,05$) (Tabela VII).

Tabela VII. Proporção sexual das espécies de *Uca* amostradas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Espécie	Rio Mamucabas	
	Proporção sexual (♂:♀)	χ^2
<i>U. burgersi</i>	1,03:1,00	0,06
<i>U. cumulanta</i>	0,92:1,00	0,04
<i>U. leptodactyla</i>	1,98:1,00	163,83*
<i>U. rapax</i>	1,21:1,00	1,43
<i>U. thayeri</i>	0,83:1,00	22,23*
<i>U. victoriana</i>	1,58:1,00	38,32*

Nota: * diferença significativa a $\alpha = 0,05$.

A abundância relativa das espécies de *Uca* variou entre os quatro pontos de amostragem no manguezal do Rio Mamucabas (Figura 4). No ponto 1, houve um tendência ao equilíbrio com relação ao número de espécies coletadas. Também foi observada uma co-dominância entre as populações de *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri* e *U. victoriana*. Nessa área o substrato era argiloso e predominavam gramíneas. No ponto 2 foi verificada a dominância da espécie *U. thayeri*. Nessa área o solo foi classificado como lamoso e havia muita vegetação. No ponto 3 predominou a espécie *U. leptodactyla*, dominado com mais de 50%. Nessa região o substrato era lamoso. No ponto 4, também houve um tendência ao equilíbrio com relação ao número de espécies coletadas. Nessa área o substrato era lamoso e além da vegetação de mangue, ocorria um banco de algas. A espécie *U. cumulanta* ocorreu em baixa frequência em todas as estações de amostragem. Entretanto, todas as espécies ocorreram em todos os pontos de coleta.

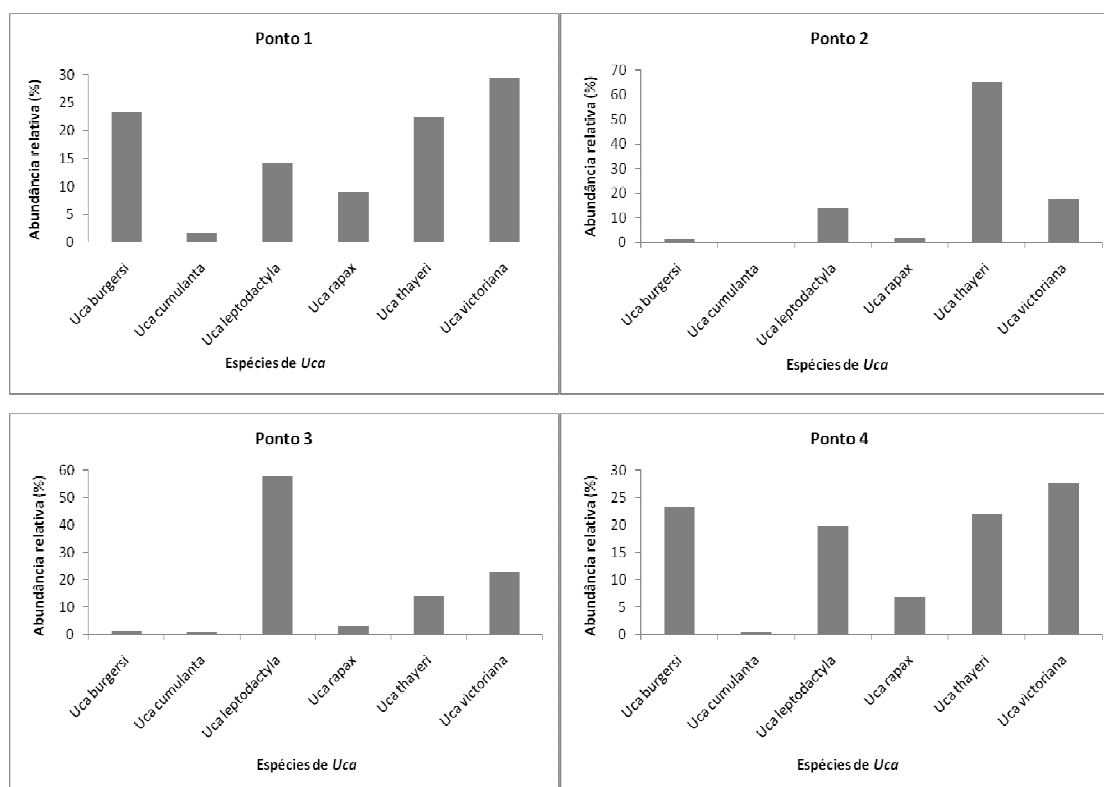


Figura 4. Abundância relativa (%) por ponto de amostragem das espécies de *Uca* coletadas no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Comparação do tamanho médio de UCA entre manguezais

Foram comparados os valores médios da largura de carapaça entre os machos e entre as fêmeas dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas. Nas espécies *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. victoriana*, machos e fêmeas do Rio Ariquindá apresentaram tamanhos superiores aos daqueles do Rio Mamucabas ($p < 0,05$). Na espécie *U. burgersi*, os machos do Rio Ariquindá apresentaram tamanhos superiores aos daqueles do Rio Mamucabas ($p < 0,05$), mas diferenças significativas não foram observadas entre as fêmeas ($p > 0,05$). Na espécie *U. rapax*, machos e fêmeas do Rio Mamucabas apresentaram tamanhos superiores aos daqueles do Rio Ariquindá ($p < 0,05$). Por fim, na espécie *U. thayeri*, diferenças significativas não foram observadas entre os machos e entre as fêmeas dos dois manguezais ($p > 0,05$).

Discussão

No presente estudo foi observado que a temperatura e a salinidade da toca foram significativamente menores no período chuvoso. A diminuição nesses valores está

relacionada à maior pluviometria nesse período (PASSAVANTE & FEITOSA, 2004). Em relação à temperatura das tocas, observa-se também que ela é menor do que a temperatura ambiente. Tal fenômeno já foi observado por HERREID (1963) e ARAÚJO & CALADO (2011). Segundo esses autores, além de fornecerem abrigo, as tocas reduzem as temperaturas extremas e servem como reservatório de água. Essa água foi significativamente mais salina que a água do rio. Isso é provavelmente devido à evaporação da água das tocas quando expostas na maré baixa, bem como devido à eliminação de sal pelas árvores de mangue (PASSIOURA *et al.*, 1992; THONGTHAM & KRISTENSEN, 2003; ARAÚJO & CALADO, 2011).

Apesar da pouca distância entre os dois manguezais nos quais as populações de *Uca* foram amostradas, houve uma diferença na composição específica entre eles: *Uca maracoani* foi encontrada apenas no Rio Ariquindá, corroborando H₁. Além disso, a abundância numérica também variou. Por exemplo, no Rio Ariquindá, *Uca thayeri* foi a mais abundante e *U. maracoani*, a menos abundantes, enquanto no Rio Mamucabas, *U. leptodactyla* foi a mais abundante e *U. cumulanta*, a menos abundante. Diferenças na composição e abundância em manguezais próximos entre si foram registradas por alguns pesquisadores (COELHO, 1965/66; FERREIRA & SANKARANKUTTY, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2006; COLPO *et al.*, 2011). Se por um lado, em grandes escalas geográficas a temperatura é o principal fator influenciando as diferenças na composição específica, por outro, em áreas próximas, fatores como composição do manguezal, natureza do substrato, controle *bottom-up* e *top-down*, impactos ambientais, dentre outros, são os principais responsáveis por essas diferenças (ABELE, 1974; BRUSCA & WALLERSTEIN, 1979; BOSCHI, 2000; ASHTON *et al.*, 2003; BERTINI *et al.*, 2004).

A diferença significativa de tamanho entre os sexos foi constatada no presente trabalho. Em ambos os manguezais, *Uca leptodactyla* apresentou machos com tamanho médio superior ao das fêmeas, *U. thayeri*, fêmeas com tamanho médio superior ao dos machos, e *U. burgersi* e *U. cumulanta*, machos e fêmeas com o mesmo tamanho médio. As espécies *U. rapax* e *U. victoriana* apresentaram resultados diferentes de acordo com o manguezal. Esses resultados refutaram a hipótese H₂. Nas espécies com machos maiores do que as fêmeas, tal fato pode estar relacionado a um período de crescimento mais prolongado em machos, já que as fêmeas direcionam grande parte de suas reservas energéticas para o desenvolvimento gonadal e suprimento da massa de ovos durante a

postura (WARNER, 1967; DÍAZ & CONDE, 1989). Além disso, o tamanho corpóreo dos machos de caranguejos-violinistas parece influenciar a reprodução: aqueles de maior tamanho vencem combates intraespecíficos e atraem mais facilmente a fêmea para a cópula (CHRISTY & SALMON, 1984). JOHNSON (2003), COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO (2004), MASUNARI & DISSENHA (2005) e CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2006b) também observaram uma diferença significativa no tamanho corpóreo desviada para machos em espécies de *Uca*. Porém, um tamanho médio significativamente superior em fêmeas já foi observado em *U. thayeri* por COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO (2003) e em *U. victoriana* e *U. vocator* por BEDÊ *et al.* (2008). Nas espécies com fêmeas maiores que os machos, tal fato pode ser uma adaptação das fêmeas para aumentar a produção de ovos (COSTA & FRANZOZO, 2004; CASTILHO *et al.*, 2008). Além disso, acredita-se que outros fatores além do crescimento, como predação seletiva, diferentes taxas de mortalidade e migração, maior tolerância de um sexo para as adversidades ambientais, por exemplo, podem influenciar essas diferenças de tamanho (CRANE, 1975; WOLF *et al.*, 1975; DU PREEZ & MACLACHLAN, 1984; JOHNSON, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2012). Por fim, nas espécies com machos e fêmeas de mesmo tamanho, tal fato pode estar relacionado com o pareamento ordenatório dos indivíduos para a cópula. O pareamento ordenatório ocorre quando os indivíduos com genótipos e/ou fenótipos similares copulam com frequência, e é considerado uma estratégia para fortalecer o vínculo da cópula, aumentando a fertilidade (ADAMS *et al.*, 1985; CRESPI, 1989).

A unimodalidade na distribuição de frequência por classes de tamanho de largura da carapaça de machos e fêmeas de *Uca burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri*, demonstra a estabilidade destas populações, provavelmente com recrutamento contínuo e taxas de mortalidade constantes ao longo do ciclo de vida. Autores como THURMAN (1985), DÍAZ & CONDE (1989), HARTNOLL & BRYANT (1990), COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) e CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2006a) também relataram a unimodalidade para populações de *Uca*. No entanto, as populações de *U. maracoani* e *U. victoriana* apresentaram distribuição polimodal, o que sugere uma possível instabilidade no manguezal, provavelmente com um crescimento lento na fase imatura ou madura, pulsos de recrutamento, migração, mortalidade ou comportamento diferencial entre os sexos (DÍAZ & CONDE, 1989). A polimodalidade foi observada em trabalhos desenvolvidos por THURMAN (1985), para

Uca subcylindrica, SPIVAK *et al.* (1991), para *Uca uruguayensis*, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2002), para *Ocypode quadrata* e CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2005), para *Uca rapax*. É possível, porém, que os resultados apresentados para estas duas espécies não correspondam a real dinâmica da população em função do pequeno número de indivíduos amostrados.

A razão sexual desviada para machos em espécies de *Uca* é comumente observada na literatura (GENONI, 1985; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2006a; BEDÊ *et al.*, 2008), tendo sido registrada para diferentes espécies nos dois manguezais aqui estudados (*U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. leptodactyla* e *U. rapax* no manguezal do Rio Ariquindá e *U. leptodactyla* e *U. victoriana* no manguezal do Rio Mamucabas) e em outras localidades longo da costa brasileira, como em *U. rapax* (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2006a), *U. mordax* (MASUNARI & DISSENHA, 2005) e *U. rapax*, *U. mordax*, *U. cumulanta*, *U. uruguayensis* e *U. vocator* (BEDÊ *et al.*, 2008). De uma forma geral, os desvios na proporção sexual estão relacionados com a sua dinâmica reprodutiva. Isto porque os machos desempenham comportamentos relacionados à corte ou à defesa e disputa do território (agonísticos), permanecendo mais tempo expostos na superfície e assim se tornando mais suscetíveis à predação ou à própria amostragem (VALIELA *et al.*, 1974; MONTAGUE, 1980; EMMERSON, 1994). Por outro lado, o maior número de fêmeas na população de *Uca thayeri* em ambos os manguezais aqui estudados pode significar uma maior taxa de mortalidade dos machos, devido à sua maior exposição. BEDÊ *et al.* (2008) também encontraram fêmeas mais abundantes que machos em *U. thayeri*, bem como em *U. victoriana*. KOCH *et al.* (2005) observaram o mesmo padrão para *U. cumulanta* e *U. rapax*. Por fim em algumas espécies do presente estudo a proporção sexual não diferiu significativamente (*U. victoriana* e *U. maracoani* no manguezal do Rio Ariquindá e *Uca burgersi*, *Uca cumulanta* e *Uca rapax* no manguezal do Rio Mamucabas). Segundo BEZERRA & MATTHEWS-CASCON (2007), espécies com igual proporção de machos e fêmeas na população são estáveis e adaptadas ao ambiente tanto sob o aspecto fisiológico quanto comportamental.

Além das diferenças entre os manguezais estudados, existem diferenças dentro de cada manguezal, entre os pontos de amostragem, como também observado por KOCH *et al.* (2005). Essas variações se devem muito possivelmente à alta heterogeneidade estrutural do manguezal (LAEGDSGAARD & JOHNSON, 2001), tanto espacial quanto

temporal. Portanto, a diferente composição de espécies vegetais e natureza do substrato observada em cada estação de coleta também pode ter colaborado para o resultado do presente estudo, corroborando a hipótese H₃. Nota-se, por exemplo, que *Uca thayeri* e *U. cumulanta* preferiram áreas de substrato lamoso e densamente vegetadas, e que *U. maracoani* preferiu substrato lamo-arenoso. MELO (1996) e BEZERRA *et al.* (2006) citam que *U. thayeri* prefere areias finas ou lamacentas, corroborando o observado no presente trabalho. Por outro lado, os mesmos autores afirmam que *U. maracoani* prefere areias muito finas ou lodosas, refutando o observado no presente trabalho. Tais observações demonstram que nem sempre as mesmas espécies são encontradas no mesmo tipo de substrato, e que fatores como conteúdo de matéria orgânica e de oxigênio dissolvido, não avaliados no presente trabalho, podem afetar a distribuição das espécies (COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO 2004; BEZERRA *et al.*, 2006). Nas áreas que apresentavam vegetação além do mangue, como gramíneas e bancos de algas, as espécies se distribuíram mais uniformemente. Provavelmente, a maior disponibilidade de habitats reduz a competição por espaço, favorecendo as espécies.

Como visto no Capítulo I da presente tese, houve uma tendência ao agrupamento de algumas espécies de *Uca*. No presente capítulo, esses agrupamentos são mais bem estudados: uma forte relação entre *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. thayeri* e *U. victoriana* pode ser observada. É sabido que os chama-marés são gregários e simpátricos (CRANE, 1975; BEDÊ *et al.*, 2008; COLPO *et al.*, 2011), ou seja, duas ou mais populações habitam simultaneamente uma mesma região geográfica, sem que haja cruzamento entre seus indivíduos. Provavelmente as quatro espécies citadas são simpátricas. Dentre as espécies identificadas no presente trabalho, é sabido pela literatura que *U. leptodactyla* e *U. cumulanta* são simpátricas no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba, Estado de Alagoas (CALADO & SOUZA, 2003); *U. rapax* é simpátrica com *U. burgersi* em praias arenosas (THURMAN, 1987), com cinco outras espécies no Golfo do México (THURMAN, 2002) e com *U. leptodactyla* no Rio Pacoti, Ceará (Bezerra *et al.*, 2006); *U. burgersi* também é simpátrica com outra espécie não coletada no presente estudo, *U. mordax*, da Guatemala ao sul do Brasil (VON HAGEN, 1982).

Comparando as duas comunidades em termos de tamanho médio da largura da carapaça, nota-se que a maioria das espécies apresentou tamanhos maiores no

manguezal do Rio Ariquindá, corroborando H₄. Diferenças na estrutura de tamanho dos caranguejos podem estar relacionadas aos fatores ambientais, como fotoperíodo, temperatura, precipitação, recursos alimentares e impactos antrópicos, dentre outros (CAMPBELL & EAGLES, 1983; BEDÊ *et al.*, 2008). Para as áreas do presente estudo, provavelmente, os impactos ambientais observados no manguezal do Rio Mamucabas (represamento, desmatamento, ocupação imobiliária e deposição de resíduos sólidos) devem ser o fator que mais influencia o resultado observado, reduzindo o tamanho das populações de *Uca* da área. BEDÊ *et al.* (2008) também sugerem que a redução no tamanho em *Uca* no Manguezal do Itacuruçá, Estado do Rio de Janeiro, seja por conta dos impactos que essa região sofre, devido à redução do manguezal para a construção de condomínios.

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que os dois manguezais estudados, em especial o Rio Ariquindá, apresentam condições favoráveis, como recurso e espaço para o desenvolvimento das diversas espécies de *Uca*, facilitando a coexistência das mesmas. O presente estudo poderá contribuir para planos de conservação das espécies de *Uca*, uma vez que são escassos na literatura os registros da simpatria de várias espécies de *Uca* num mesmo manguezal no Brasil, e estudos de dinâmica populacional especialmente na costa nordestina.

Referências

- ABELE, L. G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. **Ecology** **55**: 156-161.
- ADAMS, J.; EDWARDS, A. J. & EMBERTON, H. 1985. Sexual size dimorphism and assortative mating in the obligate coral commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). **Crustaceana** **48**(2): 188-194.
- ALMEIDA, A. O.; COELHO, P. A.; SANTOS, J. T. A.; FERRAZ, N. R. 2006. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica** **6**: 1-24.
- ARAÚJO, D. S. D. & MACIEL, N. C. 1977. **Os manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara**. Rio de Janeiro, DECAM-DEPOL/FEEMA, 195p.

- ARAÚJO, M. S. L. C. & CALADO, T. C. S. 2011. Burrows architecture of the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Ucididae) in a mangrove swamp of Brazil. **Tropical Oceanography** **39**(2): 155-165.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; COELHO, P. A. & CASTIGLIONI, D. S. 2012. 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.
- ASHTON, C. A.; HOGARTH, P. J.; MACINTOSH, D. J. 2003. A comparison of brachyuran crab community structure at four mangrove locations under different management systems along the Melaka Straits-Andaman Sea Coast of Malaysia and Thailand. **Estuaries** **26**(6): 1461-1471.
- BARNWELL, F. H. 1986. Fiddler crabs of Jamaica (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae, Genus *Uca*). **Crustaceana** **50**(2): 146-165.
- BEDÊ, L. M.; OSHIRO, L. M. Y.; MENDES, L. M. D. & SILVA, A. A. 2008. Comparison of the population structure of the species of *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in the mangrove of Itacuruçá, Rio Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **25**(4): 601-607.
- 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-FRANZOZO, M. L. 2004. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. **Iheringia Série Zoologia** **94**(1): 67-72.
- BERTINI, G.; FRANZOZO, A. & MELO, G. A. S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation** **13**: 2185-2207.

- 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.
- BEZERRA, L. E. A. & MATTHEWS-CASCON, H. 2007. Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. **Acta Oecologica** **31**: 251-258.
- BEZERRA, L. E. A. 2009. **Taxonomia, filogenia e biogeografia das espécies de caranguejo do gênero *Uca* (Decapoda: Ocypodidae) no Oceano Atlântico e Pacífico Oriental**. Tese de Doutorado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 361f.
- BOSCHI, E. E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. **Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero** **13**: 7-136.
- BRUSCA, R. C. & WALLERSTEIN, B. R. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow-water zoogeography for the region. **Bulletin Biological Society of Washington** **3**:67-105
- CALADO, T. C. & SOUSA, E. C. 2003. **Crustáceos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas**. Maceió, FAPEAL, 116p.
- CAMPBELL, A. & EAGLES, M. D. 1983. Size maturity and fecundity of rock crabs, *Cancer irroratus*, from the Bay of Fundy and southwestern Nova Scotia. **Fishery Bulletin** **81** (2): 357-362.
- 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 Zooogia** **21**(1): 137-144.
- CASTIGLIONI, D. S & NEGREIROS FRANSOZO, M. L. 2005. Comparative population biology of *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura, Ocypodidae) from Itamambuca and Ubatumirim mangroves in Ubatuba littoral, Brazil. **Journal of Natural History** **39**(19): 1627-1640.

- CASTIGLIONI, D. S & NEGREIROS FRANSOZO, M. L. 2006a. Ciclo reprodutivo do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) habitante de um estuário degradado em Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**(2): 331-339.
- CASTIGLIONI, D. S & NEGREIROS FRANSOZO, M. L. 2006b. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **49**(2): 239-248.
- 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.
- CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2008. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. **Marine Biology Research** **4**(5): 361-368.
- CHRISTY, J. H. & SALMON, M. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (Genus *Uca*). **Biological Review** **59**: 483-509.
- COELHO, P. A. 1965/66. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da UFPE** **7/8**: 71-90.
- COLPO, K. D. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2003. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbst, 1804) (Brachyura, Ocypodidae) from three subtropical mangroves in Brazil. **Crustaceana** **76**(1): 1-11.
- 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.

- COLPO, K. D.; CHACUR, M. M.; GUIMARÃES, F. J. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2011. Subtropical Brazilian mangroves as a refuge of crab (Decapoda: Brachyura) diversity. **Biodiversity and Conservation** **20**: 3239-3250.
- CONDE J. E.; RULL, V. & VEGAS, T. 1986. Análisis exploratorio de datos ecológicos y biométricos: gráficos stem-and-leaf (talo-y-roja) y boxplot (cajas gráficas). **Enseñanza de las Ciencias** **4**: 153-162.
- COSTA, R. C. & FRANZOZO, A. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology** **24**: 274-281.
- COSTA, T. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, 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. M.; SILVA, S. M. J. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2006. Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *U. uruguayensis* Nobili, 1901 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **49**(1): 117-123.
- CRANE, J. 1975. **Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus Uca**. New Jersey, Princeton University Press, 736p.
- CRESPI, B. J. 1989. Causes of assortative mating in arthropods. **Animal Behavior** **38**: 980- 1000.
- DÍAZ, H. & CONDE, J. E. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science** **45**: 148-163.
- DU PREEZ, H. H. & MCLACHLAN, A. 1984. Biology of three spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (De Hann). III. Reproduction, fecundity and egg development. **Crustaceana** **47**(3): 285-297.

- EMMERSON, W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. **Journal of Crustacean Biology** **14**: 568-578.
- FERREIRA, A. C. & SANKARANKUTTY, C. 2002. Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. **Nauplius** **10**(2): 121-129.
- GENONI, G. P. 1985. Food limitation in salt marsh fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) (Decapoda: Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **87**: 97-110.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica** **31**(2): 183-198.
- HARTNOLL, R. G. & BRYANT, A. D. 1990. Size-frequency distributions in Decapod Crustacea – The quick, the dead, and the castoffs. **Journal of Crustacean Biology** **10**(1): 14-19.
- HERREID, C. F. 1963. Observations on the feeding behavior of the *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in Southern Florida. **Crustaceana** **5**(3): 176-180.
- HONORATO DA SILVA, M. 2003. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, Taxonomia e Ecologia**. Dissertação de Mestrado (Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, 131f.
- IBAMA. 1989. **Unidades de conservação do Brasil. Parques Nacionais e Reservas Biológicas**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, p. 151-153.
- JOHNSON, P. T. J. 2003. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class, and sex-specific mortality. **Crustaceana** **76**: 559-580.

- JONES, D. A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. *In*: POR, F. D. & DOR, I. eds. **Hidrobiologia of the mangal**. Boston, W. Junk Publishers Boston, p.89-109.
- 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.
- LACERDA, T. P. 1982. Aceleração do processo de muda e mortalidade em *Uca rapax* Smith, 1870, apedunculados (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Biologia** **42**(2): 279-283.
- LAEGDSGAARD, P. & JOHNSON, C. R. 1995. Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. **Marine Ecology Progress Series** **126**: 67-81.
- MACINTOSH, D. J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. **Symposia of the Zoological Society of London** (59): 315-341.
- 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.
- MASUNARI, S. & SWIECH-AYOUB, B. P. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **20**(3): 487- 491.
- MASUNARI, S.; DISSENHA, N. & FALCÃO, R. C. 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (4): 974-983.
- MCMAMARA, J. C. & MOREIRA, G. S. 1983. Ultrastructure of chromatophores from the fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) and *Uca uruguayensis* (Nobili) (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** **44**: 301-309.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos, siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade FAPESP, 604p.

MONTAGUE, C. L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs. **Contributions of Marine Science** **23**: 25-55.

NEGREIROS-FRANZOZO, 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.

NEGREIROS-FRANZOZO, M. L.; FRANZOZO, A. & BERTINI, G. 2002. 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.

NOBBS, M. 2003. Effects of vegetation differ among three species of fiddler crabs (*Uca* spp). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **284**: 51-50.

OLIVEIRA, L. P. H. 1939. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro. Gênero *Uca* (Decapoda: Ocypodidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **34**(1): 115-148.

PASSAVANTE, J. Z. O. & FEITOSA, F. A. N. 2004. Dinâmica da Produtividade Fitoplancônica na Zona Costeira. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, M. F. C. eds. **Oceanografia: Um Cenário Tropical**. Recife, Bagaço, p.425-439.

PASSIOURA, J. B.; BALL, M. C. & KNIGHT, J. H. 1992. Mangroves may salinize the soil and in so doing limit their transpiration. **Functional Ecology** **6**: 476-481.

SALMON, M. & HYATT, G. W. 1983. Spatial and temporal aspects of reproduction in North Carolina fiddler crabs (*Uca pugilator* Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **70**: 21-43.

SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O. & IVO, C. T. C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco-Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**(1): 87-123.

- SKOV, M. W.; VANNINI, M.; SHUNNULA, J. P.; HARTNOLL, R. G. & CANNICCI, S. 2002. Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. **Marine Biology** **141**: 725-732.
- SOARES, M. L. G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **59**(3): 503-515.
- SPIVAK, E. D.; GAVIO, M. A. & NAVARRO, C. E. 1991. Life history and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). **Bulletin of Marine Science** **48** (3): 679-688.
- THONGTHAM, N. & KRISTENSEN, E. 2003. Physical and chemical characteristics of mangrove crab (*Neoepisesarma versicolor*) burrows in the Bangrong mangrove forest, Phuket, Thailand with emphasis on behavioral response to changing environmental conditions. **Vie Milieu** **53**: 141-151.
- THURMAN, C. L. 1984. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. **Journal of Crustacean Biology** **4**(4): 665-681.
- THURMAN, C. L. 1985. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcilindrica* (Stimpson). **Biological Bulletin** **169**: 215-229.
- THURMAN, C. L. 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana** **53**(1): 94-105.
- THURMAN, C. L. 2002. Osmoregulation in six sympatric fiddler crabs (genus *Uca*) from the Northwestern Gulf of Mexico. **Marine Ecology** **23**(4): 269-284.
- VALIELA, I. D.; BABIEC, J. F.; ATHERTON, W.; SEITZINGER, S. & KREB, C. 1974. Some consequences of sexual dimorphism feeding in male and female fiddler crabs *Uca pugnax* (Smith). **Biological Bulletin** **147**: 652-660.
- VON HAGEN, H. O. 1970. Zur Deutung langstielger und gehörnter Augen bei Ocypodiden (Decapoda, Brachyura). **Forma et Functio** **2**: 13-5.

Araújo, M.S.L.C. 2013. Diversidade e ecologia dos Crustacea Brachyura dos manguezais dos...

VON HAGEN, H. O. 1982. Visual and acoustic display in *Uca mordax* and *U. burgersi*, sibling species of neotropical fiddler crabs. I. Waving display. **Behaviour** **83**(3): 229-250.

VON HAGEN, H. O. 1987. Morphology and waving display of a new species of *Uca* (Crustacea, Brachyura) from the State of Espírito Santo (Brazil). **Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut** **84**: 81-94.

WARNER, G. F. 1967. The life history of the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. **Journal of Zoology** **53**: 321-335.

WOLF, P.; SHANHOLTAER, S. F. & REIMOLD, R. J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh, Georgia, USA. **Crustaceana** **29**(1): 79-91.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice Hall, 663p.

Capítulo IV Crescimento relativo e determinação da maturidade sexual morfológica do caranguejo chama-maré UCA THAYERI (Crustacea, Ocypodidae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco

Marina de S. L. C. de Araújo, Petrônio A. Coelho[†], Daniela da S. Castiglioni

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *Uca thayeri* em duas áreas de manguezal do Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Os caranguejos foram coletados manualmente nos Rios Ariquindá e Mamucabas, durante a maré baixa de sizígia, mensalmente de abril/2008 a março/2009. Os caranguejos foram mensurados nas seguintes dimensões: largura da carapaça (LC), comprimento da carapaça (CC), comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), largura do abdome (LA) e comprimento do gonópodo (CG) dos machos. O crescimento foi descrito pela equação $y = a x^b$. A maturidade sexual foi estimada através de uma equação logística. Um total de 2.711 indivíduos de *U. thayeri* foi coletado. As fêmeas apresentaram maior LC que os machos, uma adaptação para aumentar a produção de ovos. Na relação CPQ vs. LC, os machos apresentaram crescimento alométrico positivo e as fêmeas, crescimento alométrico negativo. Por outro lado, na relação LA vs. LC, os machos apresentaram crescimento alométrico negativo e as fêmeas, crescimento alométrico positivo. Este padrão é um reflexo do crescimento do quelípodo nos machos e do abdômen nas fêmeas, devido às suas funções reprodutivas. Os machos atingiram a maturidade sexual com tamanhos superiores do que as fêmeas em ambas as áreas de manguezais, provavelmente devido ao seu maior investimento no crescimento somático, enquanto as fêmeas gastam sua energia no processo reprodutivo.

Palavras-chave: crescimento alométrico, maturidade sexual, morfometria, relações biométricas.

Abstract

The aim of this paper was to study the relative growth and the morphological sexual maturity of *Uca thayeri* from two mangrove areas of the State of Pernambuco, Northeast Brazil. The crabs were manually collected monthly at the Ariquindá and Mamucabas Rivers, during spring low tide, from April 2008 to March 2009. Crabs were measured at the following dimensions: carapace width (CW); carapace length (CL); cheliped propodus length (CPL); abdomen width (AW) and gonopod length (GL). The growth was described by the equation $y = a x^b$. The sexual maturity was estimated through a logistic equation. A total of 2,711 individuals of *U. thayeri* were collected. Females presented larger CW than males, an adaptation to increase the production of eggs. In the relationship CPL vs. CW, males showed positive allometric and females, negative allometric growth. On the other hand, in the relationship AW vs. CW, males showed

negative allometric and females, positive allometric growth. This pattern is a reflex of the growth of the cheliped in males and of the abdomen in females, due to their sexual functions. Males reached maturity at larger sizes than females in both mangroves areas, probably due to their greater investment in somatic growth, while females spend their energy in the reproductive process.

Key words: allometric growth, biometric relationships, morphometry, sexual maturity.

Artigo da qualificação, publicado sob o título: **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.** Marina de S. L. C. de Araújo, Petrônio A. Coelho[†], Daniela da S. Castiglioni. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 7 (3): 156-170, 2012 (ANEXO I).

Introdução

Dentre os macroinvertebrados encontrados em manguezais, os caranguejos (Brachyura) são um dos taxa mais importante devido a sua alta densidade e biomassa (LITULO, 2005 a,b). Dentro da Infraordem Brachyura, os caranguejos chama-marés ou caranguejos-violonistas do gênero *Uca* Leach, 1814 (Ocypodidae) se destacam pelo caráter cosmopolita, sendo encontrados em manguezais e praias estuarinas em zonas temperadas, subtropicais e tropicais (CRANE, 1975).

Esse gênero é relativamente bem estudado, com trabalhos publicados abordando diversos aspectos de sua biologia, destacando-se aqueles sobre crescimento relativo, como: MASUNARI & SWIECH-AYOUB (2003) para *U. leptodactyla* Rathbun, 1898, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para *U. thayeri* Rathbun, 1900, BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) para *U. burgersi* Holthuis, 1967, CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) e COSTA & SOARES-GOMES (2008) para *U. rapax* (Smith, 1870), MASUNARI & DISSENHA (2005) para *U. mordax* (Smith, 1870), MASUNARI *et al.* (2005) e HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO (2007) para *U. maracoani* (Latreille, 1802) e PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO (2008) para *U. cumulanta* (Crane, 1943).

Aproximadamente 100 espécies do gênero *Uca* são conhecidas mundialmente (ROSENBERG, 2001; BEINLICH & VON HAGEN, 2006; SHIH *et al.*, 2010) e para a costa brasileira, MELO (1996) registrou dez espécies do gênero *Uca*, sendo nove delas encontradas no litoral do Estado de Pernambuco: *Uca leptodactyla*, *U. maracoani*, *U.*

mordax, *U. rapax*, *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. vocator* (Herbst, 1804), *U. victoriana* von Hagen, 1987 e *U. thayeri* (COELHO, 1994; CASTIGLIONI *et al.*, 2011a).

A espécie *U. thayeri* ocorre em regiões lamacentas da periferia de manguezais, embaixo de áreas sombreadas, na costa oeste do Atlântico, desde a Flórida, Golfo do México, Antilhas, Guatemala, Panamá, Venezuela e Brasil, do Estado do Maranhão até Santa Catarina (MELO, 1996). NEGREIROS-FRANSOZO *et al.* (2003) realizaram o único estudo sobre crescimento relativo e maturidade sexual de *U. thayeri*, numa população em Ubatuba, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Entretanto, o tempo, o lugar e os fatores ambientais podem influenciar na taxa de crescimento dos Brachyura (BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005) e variações intraespecíficas no tamanho de maturidade sexual também ocorrem em diferentes escalas espaciais (DÍAZ & CONDE, 1989; HINES, 1982). Tais fatos ressaltam a importância de realizar mais estudos sobre crescimento e maturidade sexual morfológica, ainda que uma dada espécie já tenha sido estudada em outras regiões.

Os trabalhos sobre crescimento relativo se baseiam na associação entre duas variáveis biométricas, sendo uma delas a independente (x), relativa ao tamanho do animal, e uma dependente, representando certo segmento ou tagma (y). A função potência ($y = ax^b$), ou equação de crescimento alométrico, tem sido a mais utilizada em tais estudos (HARTNOLL, 1978, 1982; ARAÚJO *et al.*, 2012).

O desenvolvimento dos crustáceos é caracterizado por mudanças morfológicas relacionadas ao sexo e à puberdade (HARTNOLL, 1982), que inclui o crescimento diferenciado de alguns tagmas. O tamanho dos quelípodos nos machos e a largura do abdômen nas fêmeas são alguns dos tagmas que passam por este fenômeno, especialmente na passagem do último instar imaturo ao primeiro maturo, ou seja, a muda da puberdade (HARTNOLL, 1974). Essa transição pode ser detectada pela inflexão ou descontinuidade em séries de relações curvilíneas ou lineares de análise bivariada (HAEFNER, 1990) e é chamada de maturidade sexual morfológica. Assim, estudos de crescimento relativo tratando sobre as duas variáveis acima citadas são os mais amplamente utilizados para detectar o início da maturidade sexual morfológica em crustáceos braquiúros (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2003).

O objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *U. thayeri* provenientes dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Para tal, foram formuladas as seguintes hipóteses:

H₁: Existe dimorfismo sexual nos tamanhos corpóreos de *Uca thayeri*, com machos apresentando maiores largura e comprimento de carapaça e comprimento de quelípodo, e fêmeas, maior largura do abdômen;

H₂: Machos de *Uca thayeri* alcançam a maturidade sexual morfológica em tamanho maior que as fêmeas; e

H₃: Existem diferenças entre o tamanho da maturidade sexual morfológica as populações de *Uca thayeri* dos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, devido ao diferente estado de conservação dos dois estuários.

Materiais e Métodos

Foram escolhidas para o presente trabalho duas áreas de manguezais com diferentes níveis de ação antrópica: os estuários dos Rios Ariquindá, considerado não impactado, e Mamucabas, considerado pouco impactado, ambos localizados no Município de Tamandaré, Litoral Sul de Pernambuco. Apesar dos dois rios não serem poluídos, durante as amostragens de *U. thayeri* foram observados alguns impactos de origem antrópica no manguezal do Rio Mamucabas: desmatamento, ocupação imobiliária circunvizinha (conforme assinalado por SANTOS *et al.*, 2001) e deposição de lixo.

Procedimentos de campo

Os indivíduos de *U. thayeri* foram coletados manualmente de Abril de 2008 a Março de 2009, sempre na maré baixa, durante 30 minutos em quatro áreas de manguezal em cada estuário. Para análise dos dados de cada estuário, as quatro áreas foram agrupadas. Os caranguejos foram amostrados em tocas e caminhando sobre o substrato. Os animais foram conservados em gelo até o laboratório, quando foram sacrificados com álcool a 70%.

Procedimentos de laboratório

As seguintes variáveis de cada indivíduo de *U. thayeri* foram obtidas com um paquímetro digital de precisão (0,01 mm): LC – largura da carapaça; CC – comprimento da carapaça; CPQ – comprimento do própodo do quelípodo maior nos machos e direito nas fêmeas; LA – largura do abdômen nas fêmeas; e CG – comprimento do gonópodio, nos machos. Para a diferenciação sexual, foram feitas observações nos caracteres sexuais secundários presentes no abdome.

Análise dos dados

Para cada variável os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos foram estimados. O teste *t* de Student foi aplicado para comparar os valores biométricos entre os sexos e estuários ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

Para a determinação das categorias etárias (jovens e adultos), os dados foram logaritimizados e uma análise de *K-means clustering* foi realizada. Com base no resultado dessa classificação, uma posterior análise discriminante bivariada foi aplicada, permitindo uma reclassificação destes grupos nos casos onde foi constatada sobreposição entre os mesmos. Esta metodologia estatística foi baseada no trabalho de SAMPEDRO *et al.* (1999) que utiliza um procedimento semelhante. Após a separação dos grupos etários, o crescimento de *Uca thayeri* para cada fase foi descrito pela equação alométrica $y = a x^b$ (HUXLEY, 1950). A largura da carapaça (LC) foi utilizada como variável independente (x) e relacionada às demais dimensões do corpo (variáveis dependentes, y). O tipo de crescimento para cada fase (macho jovem, macho adulto, fêmea jovem e fêmea adulta) foi estabelecido pelo valor da constante b da função potência, podendo ser isométrico ($b = 1$), alométrico positivo ($b > 1$) ou alométrico negativo ($b < 1$). A avaliação da significância estatística da constante b em relação à unidade foi realizada com um teste *t*, sob um nível de significância estatística de 5%. Para verificar a possibilidade de agrupar jovens e adultos numa mesma equação, os interceptos (a) e os coeficientes de regressão (b) foram testados através de uma análise de covariância (ANCOVA) ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

A maturidade sexual morfológica foi estimada para todas as relações estudadas, mas as relações entre as estruturas CPQ vs. LC para machos e LA vs. LC foram as

escolhidas para representar o tamanho no qual 50% dos machos e fêmeas já se encontram na fase adulta ($LC_{50\%}$), levando-se em consideração a importância do quelípodo e do abdômen nos processos reprodutivos de machos e fêmeas, respectivamente (ARAÚJO *et al.*, 2012). Após a separação dos grupos, cada categoria etária foi dividida em classes de tamanho de largura da carapaça (1,5 mm de LC) e foram calculadas as proporções de jovens e adultos em cada classe, sendo a proporção de adultos ajustado a uma distribuição logística [$y = a/(1+be^{-cx})$], uma forma normalizada da equação logística de Verhulst comumente utilizada. Posteriormente uma interpolação foi feita para se determinar o $LC_{50\%}$.

Resultados

Manguezal do Rio Ariquindá

Um total de 1.411 exemplares de *Uca thayeri* foi coletado no Estuário do Rio Ariquindá, sendo 627 machos e 784 fêmeas.

Os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos de cada variável avaliada estão presentes na Tabela I. O teste *t* demonstrou que os tamanhos diferiram entre os sexos, com as fêmeas apresentando maiores LC ($t = -4,18$), CC ($t = -4,10$) e LA ($t = -28,46$), e os machos, maior CPQ ($t = 19,90$) ($p < 0,05$).

Tabela I. Valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos das variáveis morfológicas mensuradas para machos e fêmeas de *Uca thayeri* no manguezal do Rio Ariquindá, Pernambuco.

Sexo		LC	CC	CPQ	LA	CG
Machos	Mín	4,05	3,41	2,60	1,45	1,93
	Méd $\pm$ sd	12,50 $\pm$ 3,06	8,71 $\pm$ 2,22	12,83 $\pm$ 6,12	3,49 $\pm$ 1,44	5,26 $\pm$ 1,16
	Máx	26,58	22,38	32,18	11,13	9,33
Fêmeas	Mín	4,65	1,31	1,90	1,36	(-)
	Méd $\pm$ sd	13,16 $\pm$ 2,76	9,20 $\pm$ 2,00	5,00 $\pm$ 1,39	7,31 $\pm$ 2,50	(-)
	Máx	23,01	19,47	15,64	14,14	(-)

Nota: Mín= mínimo; Méd= médio; sd= desvio padrão; Máx= máximo; LC= largura da carapaça; CC= comprimento da carapaça; CPQ= comprimento do própodo do quelípodo maior nos machos e direito nas fêmeas; LA= largura do abdômen; CG= comprimento do gonópodo, nos machos, (-) = dados não existentes.

A dispersão dos pontos da relação CC vs. LC foi alométrica negativa para ambos machos jovens ($b = 0,91$; $t = 6,75$; $p < 0,05$) e adultos ($b = 0,94$; $t = 3,14$; $p < 0,05$) (Figura 1A). Nas fêmeas, o crescimento também foi do tipo alométrico negativo para ambas as fases de desenvolvimento (jovens: $b = 0,94$; $t = 3,92$; $p < 0,05$; adultas: $b = 0,97$; $t = 2,60$; $p < 0,05$) (Figura 2A) (Tabela II).

Na análise da relação CPQ vs. LC foi observado que os machos apresentam um crescimento alométrico positivo nas fases juvenil e adulta, sendo a taxa de crescimento mais elevada nos adultos ($b = 1,71$; $t = 17,43$ e $b = 1,82$; $t = 17,08$, respectivamente) ($p < 0,05$) (Figura 1B). O crescimento das fêmeas foi isométrico nas fases juvenil e adulta ($b = 0,97$; $t = 0,65$ e $b = 0,92$; $t = 1,93$, respectivamente) ($p > 0,05$) (Figura 2B) (Tabela II).

Na relação LA vs. LC, os machos apresentaram crescimento alométrico negativo nos jovens ($b = 0,78$; $t = 6,73$; $p < 0,05$) e nos adultos ($b = 0,82$; $t = 2,96$; $p < 0,05$) (Figura 1C). Já as fêmeas apresentaram um crescimento alométrico positivo, tanto as jovens ($b = 1,39$; $t = -8,72$; $p < 0,05$) quanto as adultas, sendo o crescimento mais elevado na fase juvenil ($b = 1,19$; $t = -8,62$; $p < 0,05$) (Figura 2C) (Tabela II).

Na dispersão dos pontos da relação CG vs. LC de machos, o crescimento foi isométrico na fase jovem ($b = 0,99$; $t = 1,53$; $p > 0,05$) e alométrico negativo na fase adulta ($b = 0,83$; $t = 4,36$; $p < 0,05$) (Figura 2D) (Tabela II).

A análise de covariância demonstrou diferenças significativas nos interceptos e/ou nos coeficientes de regressão entre jovens e adultos de todas as relações analisadas ($p < 0,05$) (Tabela II), justificando a elaboração de gráficos e equações separadas para jovens e adultos, tanto nos machos como nas fêmeas.

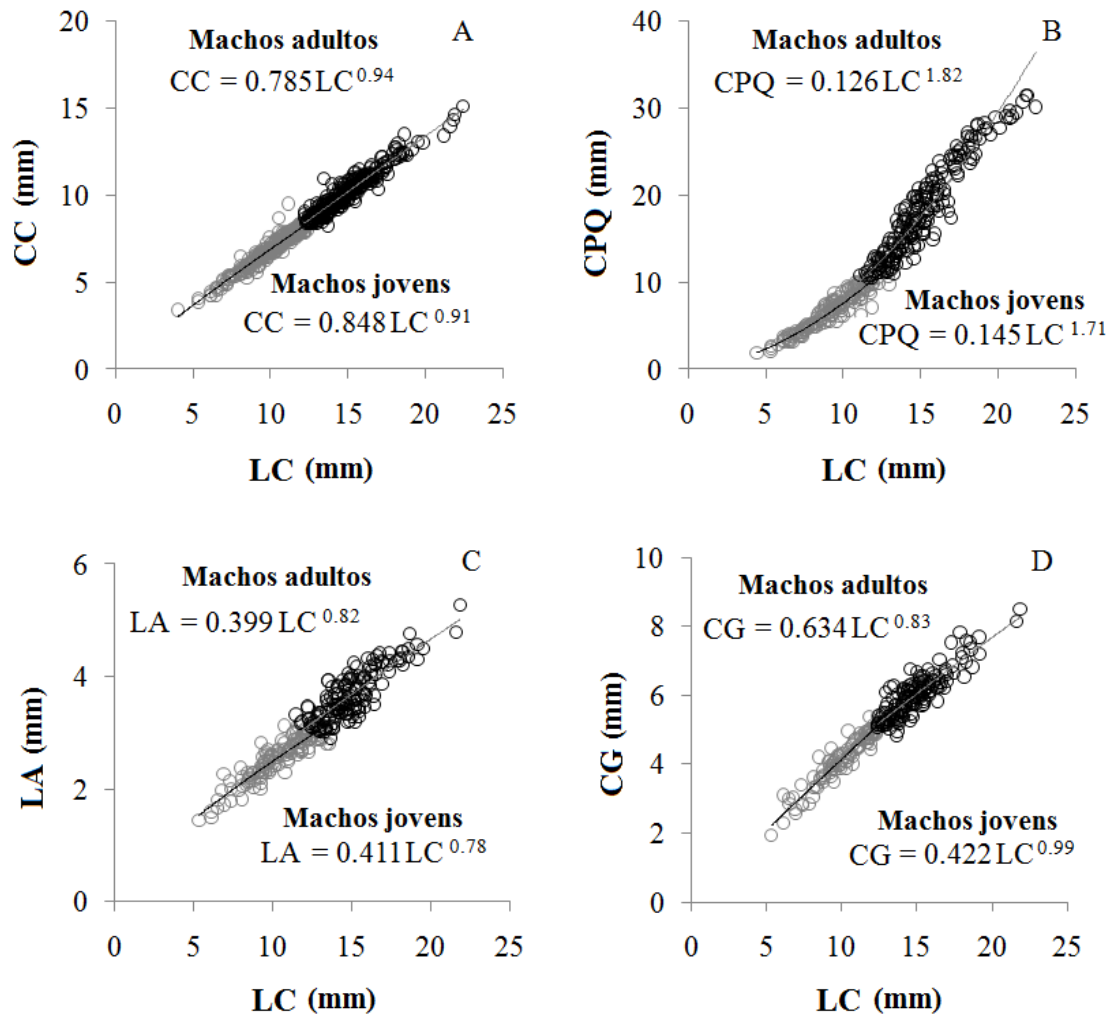


Figura 1. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA), D – comprimento do gonópodo (CG)] para jovens e adultos de machos de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos.

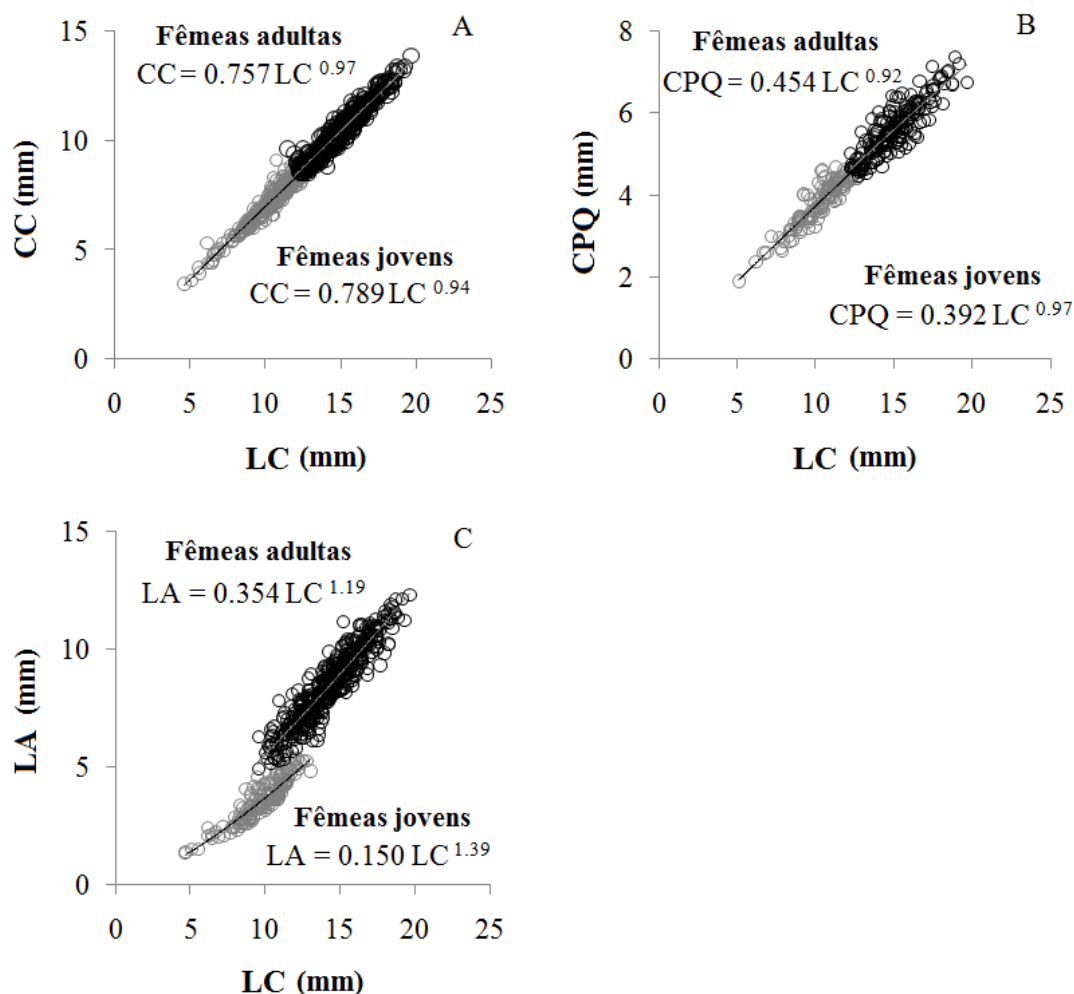


Figura 2. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA)] para jovens e adultos de fêmeas de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos.

Tabela II. Equação linear, coeficiente de determinação (r^2), resultados da análise de covariância (ANCOVA) e teste t para interceptos (a) e coeficientes de regressão (b) e alometria (Al) para machos e fêmeas de *Uca thayeri* no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

Relação	Fase	n	Equação linear $\text{Log } y = \text{log } a + \text{blog } x$	r^2	ANCOVA a	ANCOVA b	Teste t b	Al	LC _{50%}
CC vs. LC	MJ	253	$\text{LogCC} = -0,07 + 0,91 \text{LogLC}$	0,94	20,52*	0,00	6,75*	-	12,6
	MA	290	$\text{LogCC} = -0,10 + 0,94 \text{LogLC}$	0,91			3,14*	-	
	FJ	260	$\text{LogCC} = -0,10 + 0,94 \text{LogLC}$	0,94	120,7*	120,81*	3,92*	-	12,4
	FA	464	$\text{LogCC} = -0,12 + 0,97 \text{LogLC}$	0,93			2,60*	-	
CPQ vs. LC	MJ	109	$\text{LogCPQ} = -0,83 + 1,71 \text{LogLC}$	0,92	655,46*	630,04*	17,43*	+	11,8
	MA	121	$\text{LogCPQ} = -0,89 + 1,82 \text{LogLC}$	0,88			17,08*	+	
	FJ	119	$\text{LogCPQ} = -0,40 + 0,97 \text{LogLC}$	0,86	182,70*	168,28*	0,65	0	12,5

Relação	Fase	n	Equação linear Log y = log a + blog x	r ²	ANCOVA a	ANCOVA b	Teste t b	AI	LC _{50%}
	FA	188	LogCPQ = -0,34+0,92LogLC	0,76			1,93	0	
LA vs. LC	MJ	120	LogLA = -0,38+0,78LogLC	0,83	12,12*	9,68*	6,73*	-	19,0
	MA	150	LogLA = -0,31+0,82LogLC	0,68			2,96	-	
	FJ	141	LogLA = -0,82+1,39LogLC	0,89	769,40*	815,81*	8,72*	+	11,2
	FA	437	LogLA = -0,45+1,19LogLC	0,87			-8,62*	+	
CG vs. LC	MJ	101	LogCG = -0,37+0,99LogLC	0,90	138,84*	100,24*	1,53	0	12,6
	MA	143	LogCG = -0,19+0,83LogLC	0,76			4,36*	-	

Nota: LC = largura da carapaça; CC = comprimento da carapaça; CPQ = comprimento do própodo do quelípodo maior nos machos e direito nas fêmeas; LA = largura do abdômen; CG = comprimento do gonópodo, nos machos; MJ = macho jovem; MA = macho adulto; FJ = fêmea jovem; FA = fêmea adulta; * - resultado significativo ($\alpha = 0,05$); + = crescimento alométrico positivo; - = crescimento alométrico negativo; 0 = crescimento isométrico.

Manguezal do Rio Mamucabas

Um total de 1.300 exemplares de *Uca thayeri* foi coletado no estuário do Rio Mamucabas, sendo 565 machos e 735 fêmeas.

Os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos de cada variável avaliada estão presentes na Tabela III. O teste *t* demonstrou que os tamanhos diferiram entre os sexos, com as fêmeas apresentando maiores LC ($t = -4,85$), CC ($t = -6,10$) e LA ($t = -31,02$), e os machos, maior CPQ ($t = 19,78$) ($p < 0,05$), assim como no manguezais do Rio Ariquindá.

Tabela III. Valores mínimos, médios, desvios e máximos das variáveis morfológicas mensuradas para machos e fêmeas de *Uca thayeri* no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Sexo		LC	CC	CPQ	LA	CG
Machos	Mín	4,3	3,24	2,42	1,4	1,58
	Méd $\pm$ sd	12,26 $\pm$ 3,00	8,35 $\pm$ 1,95	12,16 $\pm$ 6,29	3,19 $\pm$ 0,92	5,15 $\pm$ 1,25
	Máx	22,38	14,62	35,2	10,15	8,5
Fêmeas	Mín	5,12	3,49	2,05	1,44	(-)
	Méd $\pm$ sd	13,06 $\pm$ 2,88	9,03 $\pm$ 2,00	4,94 $\pm$ 1,11	6,85 $\pm$ 2,69	(-)
	Máx	22,1	15,64	7,84	14,62	(-)

Nota: Mín= mínimo; Méd= médio; sd= desvio padrão; Máx= máximo; LC= largura da carapaça; CC= comprimento da carapaça; CPQ= comprimento do própodo do quelípodo maior nos machos e direito nas fêmeas; LA= largura do abdômen; CG= comprimento do gonópodo, nos machos, (-) = dados não existentes.

A dispersão dos pontos da relação CC vs. LC foi alométrica negativa para machos jovens ($b = 0,95$; $t = 6,04$; $p < 0,05$) e adultos ($b = 0,93$; $t = 8,00$; $p < 0,05$) (Figura 3A), assim como na população de *U. thayeri* do manguezal do Rio Ariquindá. Tanto as fêmeas jovens quanto as adultas apresentaram crescimento alométrico negativo ($b = 0,97$; $t = 6,09$ e $0,99$; $t = 3,17$; $p < 0,05$) (Figura 4A) (Tabela IV), tal qual no Rio Ariquindá.

Na análise da relação CPQ vs. LC pode ser observado que os machos apresentam um crescimento alométrico positivo nas fases juvenil e adulta, e mudanças no grau de alometria dos quelípodos foram evidentes entre as duas fases (jovens: $b = 1,43$; $t = 9,94$; adultos: $b = 1,88$; $t = 15,65$; $p < 0,05$) (Figura 3B). Já as fêmeas apresentaram um crescimento alométrico negativo na fase juvenil ($b = 0,89$; $t = 3,89$; $p < 0,05$) e isométrico na fase adulta ($b = 0,98$; $t = 0,70$; $p < 0,05$) (Figura 4B) (Tabela IV), um resultado um pouco diferente do observado no Rio Ariquindá, onde o crescimento das fêmeas foi isométrico em ambas as fases.

Na relação LA vs. LC, os machos exibiram um crescimento alométrico negativo, nas fases jovem ($b = 0,88$; $t = 2,54$; $p < 0,05$) e adulta ($b = 0,86$; $t = 4,43$; $p < 0,05$) (Figura 3C), como relatado para a população do manguezal do Rio Ariquindá. Por outro lado, as fêmeas jovens e adultas apresentaram um crescimento alométrico positivo, mas com uma taxa de crescimento maior durante a fase juvenil (jovem: $b = 1,51$; $t = -13,58$; $p < 0,05$; adultas: $b = 1,27$; $t = 9,55$; $p < 0,05$) (Figura 4C) (Tabela IV), assim como no Rio Ariquindá.

Por fim, na relação CG vs. LC, os machos apresentaram crescimento isométrico na fase jovem ($b = 1,05$; $t = 1,43$; $p < 0,05$) e alométrico negativo na fase adulta ($b = 0,80$; $t = 8,82$; $p < 0,05$) (Figura 3D) (Tabela IV), como observado no Rio Ariquindá.

A análise de covariância demonstrou diferenças significativas nos interceptos e/ou nos coeficientes de regressão entre jovens e adultos de todas as relações analisadas ($p < 0,05$) (Tabela IV), justificando a elaboração de gráficos e equações separadas para jovens e adultos, tanto nos machos como nas fêmeas.

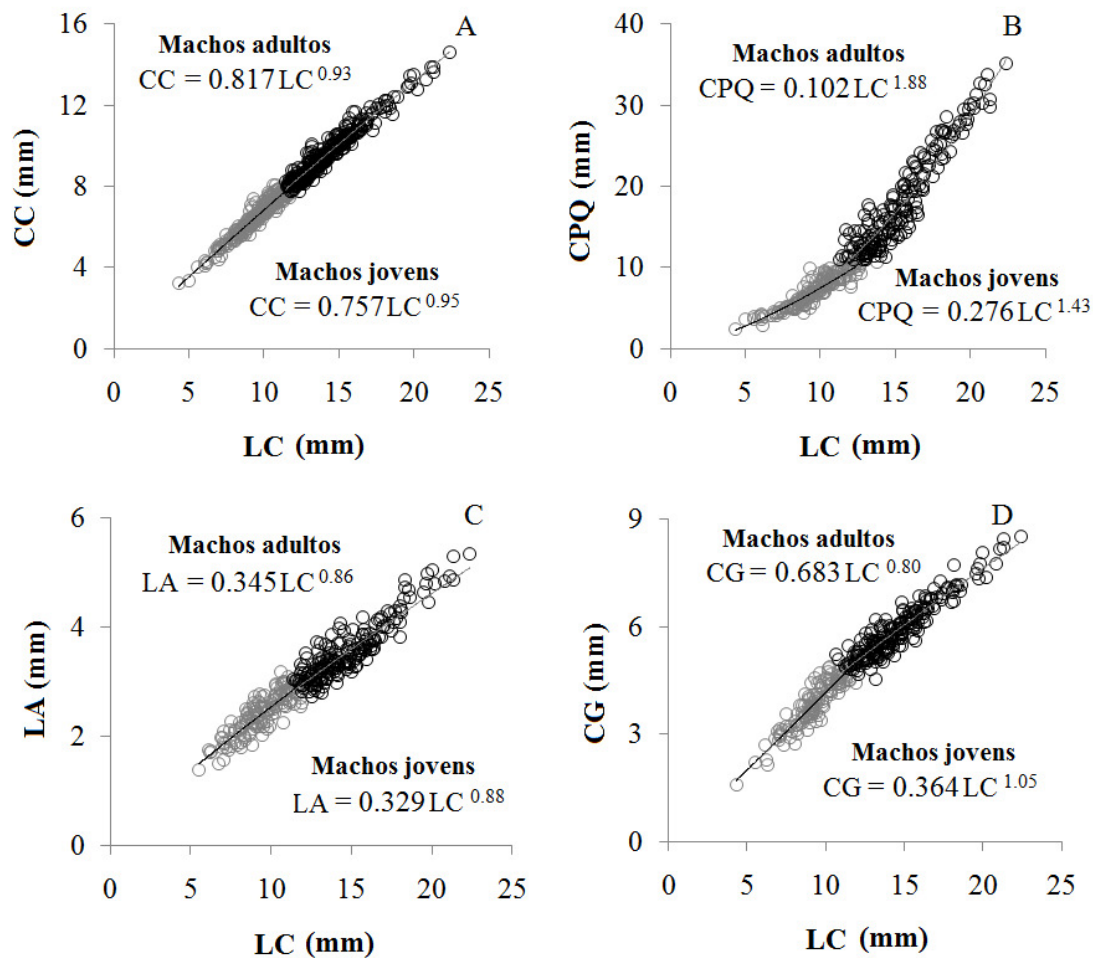


Figura 3. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA), D – comprimento do gonópodo (CG)] para jovens e adultos de machos de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos.

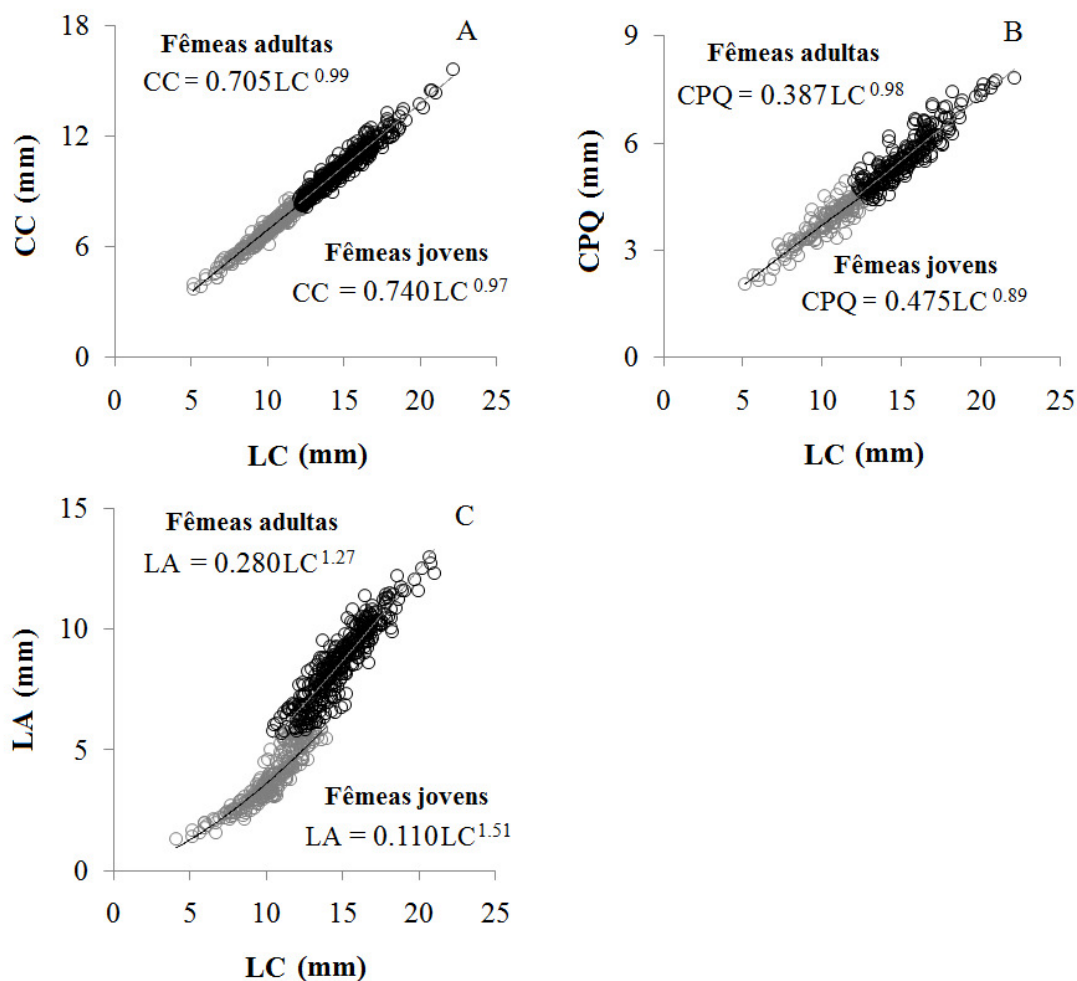


Figura 4. Dispersão dos pontos e equações de crescimento das relações entre a largura da carapaça (LC) e as variáveis dependentes [A – comprimento da carapaça (CC), B – comprimento do própodo do quelípodo (CPQ), C – largura do abdômen (LA)] para jovens e adultos de fêmeas de *Uca thayeri* Rathbun, 1900 no manguezal do Rio Mamucabas, Pernambuco. Jovens = pontos cinzas; adultos = pontos pretos.

Tabela IV. Equação linear, coeficiente de determinação (r^2), resultados da análise de covariância (ANCOVA) e teste t para interceptos (a) e coeficientes de regressão (b) e alometria (AI) para machos e fêmeas de *Uca thayeri* no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Relação	Fase	n	Equação linear Log y = log a + b log x	r^2	ANCOVA a	ANCOVA b	Teste t b	AI	LC _{50%}
CC vs. LC	MJ	235	LogCC = -0,12+0,95LogLC	0,94	10,73*	0,34	6,04*	-	11,4
	MA	322	LogCC = -0,08+0,93LogLC	0,94			8,00*	-	
	FJ	267	LogCC = -0,13+0,97LogLC	0,96	31,43*	1,51	6,09*	-	12,4
	FA	462	LogCC = -0,15+0,99LogLC	0,94			3,17*	-	
CPQ vs. LC	MJ	131	LogCPQ = -0,55+1,43LogLC	0,87	316,28*	391,67*	9,94*	+	12,1
	MA	171	LogCPQ = -0,99+1,88LogLC	0,85			-15,65*	+	
	FJ	161	LogCPQ = -0,32+0,89LogLC	0,86	157,37*	94,88*	3,89*	-	12,5
	FA	265	LogCPQ = -0,41+0,98LogLC	0,82			0,70	0	

Relação	Fase	n	Equação linear Log y = log a + blog x	r ²	ANCOVA a	ANCOVA b	Teste t b	AI	LC _{50%}
LA vs. LC	MJ	139	LogLA = -0,48+0,888LogLC	0,74	298,09*	297,49*	2,54*	-	11,4
	MA	215	LogLA = -0,46+0,86LogLC	0,80			4,43*	-	
	FJ	211	LogLA = -0,95+1,51LogLC	0,88	543,13*	42,24*	-13,58*	+	11,9
	FA	417	LogLA = -0,55+1,27LogLC	0,84			9,55*	+	
CG vs. LC	MJ	121	LogCG = -0,43+1,05LogLC	0,85	162,51*	189,49*	1,43	0	11,3
	MA	217	LogCG = -0,16+0,80LogLC	0,86			8,82*	-	

LC = largura da carapaça; CC = comprimento da carapaça; CPQ = comprimento do própodo do quelípodo maior nos machos e direito nas fêmeas; LA = largura do abdômen; CG = comprimento do gonópodo, nos machos; MJ = macho jovem; MA = macho adulto; FJ = fêmea jovem; FA = fêmea adulta; * - resultado significativo ($\alpha = 0,05$); + = crescimento alométrico positivo; - = crescimento alométrico negativo; 0 = crescimento isométrico.

Maturidade sexual morfológica

O valor do LC_{50%} foi obtido para cada relação biométrica na populações de *U. thayeri* dos manguezais dos Rios Ariquindá (Tabela II) e Mamucabas (Tabela IV). Entretanto, as relações mais adequadas para determinar o início da atividade reprodutiva são CPQ vs. LC nos machos e LA vs. LC nas fêmeas. No manguezal do Rio Ariquindá, os machos atingiram o LC_{50%} aos 11,80 mm (maior macho imaturo LC = 12,98 mm, menor macho maturo LC = 11,10 mm), e as fêmeas, aos 11,20 mm (maior fêmea imatura LC = 12,76 mm, menor fêmea matura LC = 9,56 mm). Já no estuário do Rio Mamucabas, os machos atingiram o LC_{50%} aos 12,10 mm (maior macho imaturo LC = 13,75 mm, menor macho maturo LC = 11,31 mm), e as fêmeas, aos 11,90 mm (maior fêmea imatura LC = 13,62 mm, menor fêmea matura LC = 10,45 mm).

Comparação do tamanho de machos e fêmeas entre os manguezais

Comparando o tamanho entre as populações de *U. thayeri*, foi possível observar que os machos apresentaram maior CC e LA no estuário do Rio Ariquindá ($p < 0,05$), enquanto as demais variáveis morfológicas não diferiram entre os estuários ($p > 0,05$). Já nas fêmeas, a única variável a diferir entre as populações foi a LA ($p < 0,05$), sendo maior no Rio Ariquindá. Devido a essas diferenças, bem como aquelas observadas em algumas regressões, as regressões foram feitas para cada estuário separadamente.

Discussão

O estudo do crescimento relativo e a determinação do tamanho de maturidade sexual são importantes atributos para uma melhor compreensão da biologia de um organismo (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b). O crescimento dos crustáceos é descontínuo, e algumas partes do corpo apresentam crescimento diferenciado ao longo das fases ontogenéticas (HARTNOLL, 1978, 1982). Entre os crustáceos da Infraordem Brachyura, as partes do corpo que apresentam essas mudanças com maior evidência são o quelípodo, abdômen e pleópodos de ambos os sexos, na passagem da fase juvenil para a fase adulta (HARTNOLL, 1974, 1978). Desta maneira, os padrões de crescimento podem indicar em qual tamanho um organismo alcança o tamanho de maturidade sexual morfológica (GONZÁLEZ-GURRIÁAN & FREIRE, 1994).

Em ambas as populações de *U. thayeri* dos estuários estudados, as fêmeas apresentaram-se maiores que os machos, um resultado não muito usual entre as espécies de caranguejos, e que refutou em parte H₁. Dimorfismo sexual, com machos sendo maiores que fêmeas, foi observado em algumas populações de *Uca* (JOHNSON, 2003; LITULO, 2005 a,b; BENEDETTO & MASUNARI, 2009). BEDÊ *et al.* (2008), estudando oito espécies do gênero *Uca* observaram que os machos eram maiores que as fêmeas em *U. cumulanta*, *U. mordax* e *U. rapax*; as fêmeas eram maiores que os machos em *U. thayeri* e *U. victoriana*; e machos e fêmeas de *U. leptodactyla*, *U. uruguayensis* e *U. vocator* possuem tamanhos semelhantes. Estudos com *U. thayeri* da costa do Estado de São Paulo também mostraram fêmeas maiores que machos (COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2003). Entretanto, BEZERRA & MATTHEWS-CASCON (2007) não observaram dimorfismo entre machos e fêmeas de *U. thayeri* da costa do Estado do Ceará. Apesar de serem maiores que os machos, as fêmeas atingiram a maturidade sexual morfológica com tamanho inferior ao dos mesmos, como será discutido posteriormente, indicando que outros fatores que não o crescimento, como predação seletiva (DU PREEZ & MACLACHLAN, 1984) podem influenciar no tamanho alcançado pelas mesmas. Além disso, esse dimorfismo pode ser uma adaptação para aumentar a produção de ovos (COSTA & FRANSOZO, 2004; CASTILHO *et al.*, 2008). Diferentes taxas de mortalidade, migração, maior tolerância de um sexo para as adversidades ambientais, diferenças na eficiência de forrageamento, aquisição ou assimilação dos alimentos e os padrões de comportamento entre os sexos

podem ser citados como outros fatores que podem influenciar essas diferenças de tamanho (CRANE, 1975; WOLF *et al.*, 1975; JOHNSON, 2003).

Enquanto as fêmeas de *U. thayeri* apresentaram maior largura do abdômen, os machos apresentaram maior comprimento e altura de quelípodo, o que corroborou em parte H₁. Esses caracteres sexuais secundários são relacionados com os papéis desempenhados pelos sexos durante a reprodução (TSUCHIDA & FUJIKURA, 2000; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004). Os caranguejos do gênero *Uca* se caracterizam pela presença de uma enorme quela num dos quelípodos do macho, sendo a outra quela de tamanho diminuto (CRANE, 1975). A quela gigante aumenta o seu tamanho aparente e exerce um papel importante nos encontros agonísticos, defesa, captura de alimento, demarcação de território e na cópula (CHRISTY & SALMON, 1984; MASUNARI & SWIECH-AYOUB, 2003; COSTA & SOARES-GOMES, 2008). Nas fêmeas, um abdômen largo é importante na perpetuação da espécie, pois é nesta estrutura que as mesmas incubam os ovos (HARTNOLL, 1982; ARAÚJO *et al.*, 2012).

A largura de carapaça tem sido geralmente considerada a variável independente em estudos morfométricos de crustáceos da Infraordem Brachyura porque demonstra poucas mudanças morfológicas ao longo da vida do caranguejo (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; ARAÚJO *et al.*, 2012; CASTIGLIONI & COELHO, 2011). Na relação CC *vs.* LC, machos e fêmeas de ambos os estuários apresentaram crescimento alométrico negativo, indicando um maior crescimento da largura em relação ao comprimento da carapaça. Esse resultado é muito similar ao obtido por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para a mesma espécie e por CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) para *U. rapax*, exceto as fêmeas adultas, que apresentaram crescimento isométrico para essa relação em ambos os estudos. Entretanto, a relação entre CC *vs.* LC não é a mais apropriada para expressar alterações biológicas com significado reprodutivo que ocorrem na vida do caranguejo (SANTOS *et al.*, 1995). Outras partes corpóreas, como abdômen, quelípodo e gonópodio mostram variações no grau de alometria com a puberdade (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CASTIGLIONI & COELHO, 2011) e são mais adequadas para estudos de crescimento relativo e determinação da maturidade sexual morfológica.

Em ambos os estuários, na relação CPQ *vs.* LC, os machos apresentaram um crescimento alométrico positivo e as fêmeas, alométrico negativo em ambos os

estuários. Já na relação LA vs. LC, os machos exibiram um crescimento alométrico negativo, e as fêmeas apresentaram um crescimento alométrico positivo, em ambos os estuários. Esse padrão observado é um reflexo do crescimento do quelípodo nos machos e do abdômen nas fêmeas, devido às suas funções sexuais, discutida anteriormente. Em alguns trabalhos desenvolvidos com *Uca*, o crescimento do abdômen só foi analisado para as fêmeas e o crescimento do quelípodo, apenas para os machos (MASUNARI & SWIECH-AYOUB, 2003; MASUNARI & DISSENHA, 2005; MASUNARI *et al.*, 2005; COSTA & SOARES-GOMES, 2008). Entretanto, segundo NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003), o abdômen e o quelípodo são as dimensões que melhor distinguem o crescimento de machos e fêmeas. Isso foi observado no presente trabalho, ressaltando a importância de analisar o crescimento dessas estruturas para ambos os sexos, como forma de evidenciar esse dimorfismo nas espécies de *Uca*, como nos trabalhos de CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004), HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO (2007) e PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO (2008).

O padrão de crescimento determinado por HARTNOLL (1974) demonstra uma alometria positiva considerável no crescimento do maior quelípodo dos machos, tanto na fase jovem quanto na adulta, como observado no presente trabalho e em diversas espécies de Brachyura, como *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae) (CASTIGLIONI *et al.*, 2011b) e em espécies do gênero *Uca*, como em *U. thayeri* (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003), *U. burgersi* (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004), *U. mordax* (MASUNARI & DISSENHA, 2005) e no presente estudo. Esse elevado nível de alometria do quelípodo é responsável pelo seu tamanho exagerado em *Uca*, resultando em caranguejos que podem exibir quelas maiores que sua carapaça (CRANE, 1975; MASUNARI *et al.*, 2005). Ainda que em determinada fase de seu desenvolvimento as fêmeas possam apresentar um crescimento alométrico positivo do quelípodo em certas espécies de *Uca*, como em *U. maracoani* (HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO, 2007), os valores do *b* são sempre menores que os observados nos machos (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003; HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO, 2007).

Em muitos machos de Brachyura, os quelípodos se tornam maiores logo após a maturidade, como um caracter sexual secundário (Hartnoll, 1982), como observado em *U. thayeri* (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003), *U. burgersi* (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004), *U. maracoani* (HIROSE & NEGREIROS-FRANZOZO, 2007), *U.*

cumulanta (PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO, 2008) e no presente estudo em *U. thayeri*, fato evidenciado pelo aumento do *b* na fase adulta, em ambos os estuários. Entretanto, como ressaltado por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003), as diferenças no tamanho e formato dos quelípodos entre os sexos é notável mesmo quando os caranguejos ainda são jovens. Esse alto valor no índice alométrico nos machos é muito importante porque o comportamento de corte nesse gênero é predominantemente visual, através dos acenos com o quelípodo gigante durante o período reprodutivo (CRANE, 1975). O gênero *Uca* apresenta, dentre os crustáceos braquiúros, machos com os maiores valores do *b* para o crescimento do quelípodo (MASUNARI & DISSENHA, 2005). Em outras espécies da superfamília Ocypodoidea, como *Ucides cordatus*, os valores do *b* não ultrapassam 1,50 (PINHEIRO & HATTORI, 2006; CASTIGLIONI *et al.* 2011b), enquanto em *Uca*, o *b* geralmente ultrapassa esse valor (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; MASUNARI & DISSENHA, 2005), o que mais uma vez destaca a importância da quela gigante na ecologia desses animais.

No caso das fêmeas de *U. thayeri* do presente trabalho, a relação LA vs. LC segue um padrão distinto do encontrado em outros caranguejos, exibindo alometria positiva em ambas as fases jovem e adulta. Entretanto, tal observação corrobora estudos prévios com *U. thayeri* (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003), *U. burgersi* (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004), *U. mordax* (MASUNARI & DISSENHA, 2005) e *U. rapax* (CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004). Portanto, isso parece ser um padrão para o gênero *Uca*. CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) citam que as fêmeas jovens de *U. rapax* apresentam maior taxa de crescimento do abdômen que as adultas, o que também foi encontrado por MASUNARI & SWIECH-AYOUB (2003) para *U. leptodactyla* e por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para *U. thayeri*, assim como no presente trabalho. Provavelmente as fêmeas jovens investem no crescimento do abdômen para que, ao alcançar a maturidade sexual, o mesmo já esteja preparado para incubar os ovos. Como o abdômen não é um membro independente como o quelípodo, e funciona associado ao esterno, qualquer crescimento desproporcional após a muda da puberdade tornaria difícil o movimento dos pereiópodos (MASUNARI & DISSENHA, 2005).

Na relação LA vs. LC, os machos exibiram um crescimento alométrico negativo em ambas as fases e estuários, assim como observado por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para a mesma espécie. O abdômen dos machos de Brachyura abriga dois pares de gonópodos, responsáveis pela transferência de espermatóforos durante a cópula (HARTNOLL, 1982). Por esta função mais simples, especialmente quando comparada à funcionalidade do abdômen das fêmeas, o crescimento do abdômen dos machos é alométrico negativo ou isométrico em todas as fases ontogenéticas (BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004; PINHEIRO & HATTORI, 2006; PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO, 2008).

Na relação CG vs. LC, os machos jovens apresentaram maiores taxas de crescimento isométrico que os adultos, como observado por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) para a mesma espécie, CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004) para *U. rapax* e PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO (2008) para *U. cumulanta*. Os machos jovens podem estar investindo no crescimento dos gonópodos para que, ao alcançar a maturidade sexual, os mesmos já estejam preparados para fertilizar as fêmeas. As baixas taxas de crescimento dos gonópodos em adultos também estão relacionadas ao fato dessa estrutura não ser um membro independente como o quelípodo, estando abrigada no abdômen, que nos machos apresenta um crescimento alométrico negativo, o que restringe o crescimento dos gonópodos.

Os coeficientes de regressão e/ou os interceptos de todas as relações diferiram entre jovens e adultos em ambos os sexos de *U. thayeri*, indicando padrões de crescimento contrastantes, assim como o observado também por NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003). Isso justifica a necessidade de se analisar o crescimento relativo separadamente para jovens e adultos, o que foi observado em outros trabalhos com espécies do gênero *Uca* (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003 para *U. thayeri*, MASUNARI & SWIECH-AYOUB 2003, para *Uca leptodactyla*, MASUNARI & DISSENHA 2005 para *U. mordax*, MASUNARI *et al.* 2005 para *U. maracoani*). Essas diferenças também demonstram a mudança dessas partes do corpo ao longo da ontogenia (HARTNOLL, 1974, 1978; NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2003).

É bem sabido que nos braquiúros as dimensões morfométricas mais apropriadas para determinar o início da maturidade sexual morfológica em machos e fêmeas são as medidas do quelípodo e do abdômen, respectivamente (MASUNARI & SWIECH-AYOUB,

2003; ARAÚJO *et al.* 2012). Por isso, o CPQ e a LA foram as variáveis escolhidas no presente trabalho para melhor ilustrar a maturidade em *U. thayeri*. Em ambos os estuários estudados, os machos atingiram a maturidade com tamanho superior que as fêmeas, o que corroborou H₂. Esse fenômeno já foi observado em outras espécies do gênero *Uca*: *U. burgersi* por BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2004, *U. rapax* por CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004; 2006) e *U. cumulanta* por PRALON & NEGREIROS-FRANZOZO (2008). Machos amadurecem com tamanhos maiores que as fêmeas provavelmente devido ao maior investimento em crescimento somático, enquanto as fêmeas gastam sua energia no processo reprodutivo, economizando energia para a produção de ovos (HARTNOLL, 2006; CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2012). De acordo com CRANE (1975), machos menores evitam combater com machos maiores e dominantes; assim, é mais vantajoso para os machos investirem mais em crescimento, ao invés de reprodução.

Apesar dos sinais de impacto observados no manguezal do Rio Mamucabas, machos e fêmeas desta área atingiram a maturidade sexual em tamanhos um pouco superiores aos observados no Rio Ariquindá. Dentre os fatores ambientais que regulam o tamanho de maturidade sexual, está a disponibilidade de alimento (HINES, 1989). É provável que a população de *U. thayeri* do manguezal do Rio Mamucabas esteja se beneficiando da maior disponibilidade de matéria orgânica oriunda da poluição, como observado para *U. burgersi* por BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO (2004), corroborando H₃.

Variações no tamanho de maturidade sexual para uma mesma espécie podem ocorrer em diferentes escalas espaciais (DÍAZ & CONDE, 1989; HINES, 1982; ARAÚJO *et al.*, 2012), mesmo em localidades próximas como nos manguezais do Rios Ariquindá e Mamucabas. Tal fato também justifica as diferenças observadas no tamanho da maturidade sexual morfológica de machos e fêmeas entre o presente trabalho e o de NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* (2003) ($LC_{50\%♂} = 13,80$ mm; $LC_{50\%♀} =$ entre 10,70 e 16,80 mm).

Através de comparações estatísticas, foi possível observar que os machos apresentaram maiores CC e LA no estuário do Rio Ariquindá, e as fêmeas, maior LA no Rio Ariquindá. Quanto à dispersão dos pontos, as relações apresentaram padrões de crescimento similar entre os estuários, exceto na relação CPQ vs. LC para fêmeas.

BAPTISTA-METRI *et al.* (2005) e ARAÚJO *et al.* (2012) citam que o lugar, o tempo e os fatores ambientais, inclusive diferentes estados de conservação, podem determinar variações na taxa de crescimento dos organismos, o que explica as diferenças entre os estuários aqui estudados e corrobora H₃.

Essa é a primeira contribuição sobre o crescimento relativo e maturidade sexual morfológica de *U. thayeri* em uma área tropical, onde, apesar de ser uma espécie abundante, ainda não havia sido estudada quanto a esse aspecto. Como visto, essa espécie apresentou padrões de crescimento semelhantes aos encontrados para espécies do gênero *Uca* e também com uma população de *U. thayeri* do litoral norte do Estado de São Paulo (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2003). Porém, o tamanho de maturidade sexual morfológica diferiu do observado por esses autores, demonstrando haver diferenças intraespecíficas latitudinais nesses valores. Entretanto, mais estudos são necessários para melhor compreender a ecologia desta espécie nesta região.

Referências

- ARAÚJO, M. S. L. C., NEGROMONTE, A. O., BARRETO, A. V. & CASTIGLIONI, D. S. 2012. Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 92(2): 287-293.
- 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 (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(2): 446-453.
- 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 Manguezal de Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de 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(2): 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-FRANZOZO, M. L. 2004. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. **Iheringia Série Zoologia**, 94(1): 67-72.
- BEZERRA, L. E. A. & MATTHEWS-CASCON, H. 2007. Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. **Acta Oecologica**, 31: 251-258.
- CASTIGLIONI, D. S. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(1): 137-144.
- CASTIGLIONI, D. S. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2006. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49(2): 239-248.
- 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: 138-144.
- CASTIGLIONI, D. S., ALMEIDA, A. O. & BEZERRA, L. E. A. 2011a. 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. L. & 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(10): 1221-1241.

- CASTILHO, A. L., COSTA, R. C., FRANZOZO, A. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2008. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. **Marine Biology Research**, 4(5): 361-368.
- CHRISTY, J. H. & SALMON, M. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (Genus *Uca*). **Biological Reviews**, 59: 483-509.
- COELHO, P. A. 1994. Sinopse dos Crustáceos Decápodos Brasileiros (Família Ocypodidae). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 23: 135-142.
- COSTA, R. C. & FRANZOZO, A. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 24: 274-281.
- COSTA, T. & SOARES-GOMES, A. 2008. Relative growth of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in a tropical lagoon (Itaipu), southeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 3(2): 94-100.
- COSTA, T. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, 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.
- CRANE, J. 1975. **Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus *Uca***. Princeton University Press, Princeton, 736p.
- DÍAZ, H. & CONDE, J. E. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, 45: 14-163.
- DU PREEZ, H. H. & MCLACHLAN, A. 1984. Biology of three spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (De Hann). III. Reproduction, fecundity and egg development. **Crustaceana**, 47(3): 285-297.

- 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.
- HAEFNER, Jr. P. A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, 46(2): 274-286.
- HARTNOLL, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 27(2): 151-156.
- HARTNOLL, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, 34(3): 281-293.
- HARTNOLL, R. G. 1982. Growth. Pp. 111-196. In: BLISS, D. E. (Ed.) **The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics**. Academic Press, New York, USA, 432 p.
- HARTNOLL, R. G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, 557: 31-40.
- HINES, A. H. 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, 69(3): 309-320.
- HINES, A. H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, 45: 356-368.
- HIROSE, G. L. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 2007. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Gulf and Caribbean Research**, 19: 43-50.
- HUXLEY, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of the Zoological Society of London**, 137(889): 465-469.
- JOHNSON, P. T. J. 2003. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class and sex-specific mortality. **Crustaceana**, 76(5): 559-580.

- 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.
- 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.
- MASUNARI, S. & SWIECH-AYOUB, B. P. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 487-491.
- MASUNARI, S., DISSENHA, N. & FALCÃO, R. C. 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(4): 974-983.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral Brasileiro**. Plêiade, São Paulo, 604 p.
- NEGREIROS-FRANZOZO, 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. & HATTORI, G. Y. 2006. Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49(5): 813-823.
- PRALON, B. G. N. & NEGREIROS-FRANZOZO, 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.

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

SAMPEDRO, M. P., GONZALEZ-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.

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.

SHIH, H., NARUSE, T. & NG., P. K. L. 2010. *Uca jocelynae* sp. nov., a new species of fiddler crab (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from the Western Pacific. **Zootaxa**, 2337: 47-62.

TSUCHIDA, S. & FUJIKURA, K. 2000. Heterochely, relative growth and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). **Journal of Crustacean Biology**, 20(2): 407-414.

WOLF, P., SHANHOLTAER, S. F. & REIMOLD, R. J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh, Georgia, USA. **Crustaceana**, 29(1): 79-91.

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

Capítulo V Relação largura-peso e fator de condição de UCIDES CORDATUS

(Crustacea, Decapoda, Ucididae) dos manguezais dos Rios Ariquindá e

Mamucabas, Litoral Sul de Pernambuco

Marina S.L.C. Araújo; Daniela S. Castiglioni; Petrônio A. Coelho[†]

Resumo

A presente contribuição visa avaliar a relação largura de carapaça vs. peso úmido e o fator de condição de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco, Brasil. Essas duas áreas próximas apresentam características similares de vegetação e substrato, mas exibem diferentes níveis de conservação ambiental: o Rio Ariquindá é considerado um dos últimos rios não poluídos de Pernambuco, enquanto o Rio Mamucabas sofre impactos de represamento, desmatamento e deposição de lixo. Um total de 1.298 indivíduos de *U. cordatus* foi coletado. Machos foram mais largos e mais pesados que as fêmeas, o que é comumente observado em Brachyura. A espécie *U. cordatus* mostrou crescimento alométrico negativo ($p < 0,05$), o que está provavelmente relacionado à dilatação que esta espécie desenvolve na lateral da carapaça, que abriga seis pares de brânquias. Os valores de b estiveram dentro do limite estabelecido para organismos aquáticos. Apesar do fator de condição ser considerado um importante aspecto para confirmar o período reprodutivo, visto que varia com atividades cíclicas, no presente estudo ele não esteve correlacionado com a abundância de fêmeas ovígeras. Entretanto, foi considerado um bom parâmetro para avaliar impactos ambientais, sendo significativamente menor na área impactada.

Palavras-Chave: Constante alométrica, largura de carapaça, caranguejo-uçá, crescimento, peso úmido.

Abstract

The present contribution aims at evaluating the carapace width vs. humid weight relationship and the condition factor of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in the mangrove forests of the Ariquindá and Mamucabas rivers, state of Pernambuco, Brazil. These two close areas present similar characteristics of vegetation and substrate, but exhibit different degrees of environmental conservation: the Ariquindá River is the preserved area, considered one of the last non-polluted of Pernambuco, while the Mamucabas River suffers impacts from damming, deforestation and deposition of waste. A total of 1,298 individuals of *U. cordatus* were collected. Males were larger and heavier than females, what is commonly observed in Brachyura. *Ucides cordatus* showed allometric negative growth ($p < 0.05$), which is probably related to the dilatation that this species develops in the lateral of the carapace, which stores six pairs of gills. The

values of b were within the limit established for aquatic organisms. Despite of the condition factor being considered an important feature to confirm the reproductive period, since it varies with cyclic activities, in the present study it was not correlated to the abundance of ovigerous females. However, it was considered a good parameter to evaluate environmental impacts, being significantly lower at the impacted area.

Key words: Allometric constant, carapace width, caranguejo-uçá, growth, humid weight.

Artigo publicado sob o título: **Width-weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil.** Marina S.L.C. Araújo; Daniela S. Castiglioni; Petrônio A. Coelho[†]. Iheringia, Série Zoologia, 102(3): 277-284, 2012 (ANEXO II).

Introdução

Os estudos de crescimento relativo em Crustacea permitem a interconversão entre variáveis e a detecção de alterações morfológicas que aparecem com a maturidade sexual (PINHEIRO & FRANZOZO, 1993). Entre os estudos de relações biométricas, o tamanho *versus* peso foi usado para muitas espécies, sendo melhor representado pela função potência ($y = ax^b$) (HUXLEY, 1950), a mesmo tipicamente utilizada em estudos alométricos (LE CREN, 1951; PINHEIRO & FISCARELLI, 2009). A constante a representa o fator de condição e o coeficiente b significa a constante alométrica que expressa a analogia entre as duas variáveis, y (variável dependente, o peso) e x (variável independente, o tamanho) (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009).

O fator de condição funciona como um parâmetro geral do "bem-estar" de uma determinada espécie, indicando seu grau de adaptação ao meio ambiente, uma vez que varia de acordo com as mudanças sazonais nas condições ambientais (BRAGA *et al.*, 1985). É uma maneira fácil e rápida para estudar os indivíduos de populações naturais ou de cativeiro (RICKER, 1975; SANTOS, 1978), ou nas estimativas de *stand crop* em estudos bioecológicos (LOTRICH, 1973). Ele está relacionado com o período reprodutivo, infecções parasitárias e susceptibilidade a doenças, taxas de alimentação e crescimento, e também pode variar sazonalmente e espacialmente (LE CREN, 1951; PINHEIRO & FRANZOZO, 1993; FROESE, 2006). VAZZOLER (1996) cita que o fator de condição é um importante indicador da higidez de um indivíduo e seu valor reflete as condições de alimentação recentes e/ou gastos de energia (gordura) em atividades

cíclicas, como a reprodução, bem como os aspectos comportamentais de uma determinada espécie.

A relação tamanho *versus* peso é importante para a elaboração de planos para a exploração sustentável das espécies com valor sócio-econômico (LE CREN, 1951; FROESE, 2006), incluindo crustáceos decápodos braquiúros, pois o conhecimento das taxas de crescimento é importante para compreender o ciclo de vida de uma dada espécie, assim como para o diagnóstico de alterações devido a impactos ambientais, como desmatamento, poluição ou sobreexploração, através da comparação com populações submetidas a poucos ou nenhum impacto antrópico (CASTIGLIONI *et al.*, 2006). Muitas espécies de Brachyura são comumente encontradas em estuários e manguezais, e são muito exploradas na costa brasileira.

A fauna de caranguejos é a mais notável em estuários e manguezais, e as espécies escavadoras permitem a oxigenação e a drenagem do solo (MACINTOSH, 1988). Entre essas espécies, destaca-se o caranguejo semiterrestre *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) na costa americana do Oceano Atlântico. No Brasil, *U. cordatus* é popularmente conhecido como "caranguejo-uçá" ou "caranguejo-verdadeiro". O crescimento de *U. cordatus* foi estudado por GERALDES & CALVENTI (1983), OSTRENSKY *et al.* (1995) e DIELE & KOCH (2010a). Esses autores concluíram que esta espécie tem um crescimento lento, mas de acordo com estudos de campo realizados no Nordeste do Brasil, taxa de crescimento rápido também foi relatada (BOTELHO *et al.*, 1999; IVO & GESTEIRA, 1999; IVO *et al.*, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 1999). Sabe-se que fatores como tempo, lugar e ambiente podem influenciar as taxas de crescimento das espécies de Brachyura (BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005). Tais fatos destacam a importância da realização de mais estudos sobre o crescimento, mesmo que uma determinada espécie tenha sido estudada em outras regiões.

O crescimento, considerando-se a largura da carapaça *versus* peso úmido, bem como o fator de condição, são aspectos não bem estudados da biologia do caranguejo-uçá, destacando-se o artigo publicado por PINHEIRO & FISCARELLI (2009), no Sudeste do Brasil. Estudos sobre outros temas da história de vida de *U. cordatus* foram realizados, como HATTORI & PINHEIRO (2003) (fertilidade), DALABONA *et al.* (2005) (maturidade sexual), PINHEIRO & HATTORI (2006) (crescimento relativo), NORDHAUS *et al.* (2009) (comportamento de escavação), NORDI *et al.* (2009) (técnicas de coleta) e no

Nordeste do Brasil, se destacam os artigos publicados por MOTA-ALVES (1975) (reprodução), ALCANTARA-FILHO (1978) (biologia populacional), BOTELHO *et al.* (1999) (biologia populacional, crescimento), IVO & GESTEIRA (1999) (uma revisão sobre vários aspectos de sua pesca e ciclo de vida), VASCONCELOS *et al.* (1999) (biologia populacional, crescimento) e ARAÚJO & CALADO (2008) (biologia populacional, reprodução). Nos rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco, Brasil, CASTIGLIONI & COELHO (2011) e CASTIGLIONI *et al.* (2011) estudaram aspectos reprodutivos, como a maturidade sexual da espécie. Devido à importância sócio-econômica da espécie em questão, mais estudos sobre o crescimento e fator de condição são necessários, especialmente se considerado o seu estado atual de espécie sobre-explotada, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004).

Apesar dos artigos escritos por BOTELHO *et al.* (1999), IVO *et al.* (1999), VASCONCELOS *et al.* (1999) e ARAÚJO & CALADO (2008) mostrarem algumas informações sobre a relação largura da carapaça (LC) *versus* peso úmido (PU) para os manguezais nordestinos brasileiros, nenhuma atenção é dada ao fator de condição. O presente estudo visa analisar a relação largura-peso e o fator de condição de *Ucides cordatus* através dos seguintes objetivos específicos: descrever a biometria do caranguejo (LC e PU), o crescimento da relação entre essas duas variáveis, o fator de condição e sua correlação com o período reprodutivo, bem como avaliar as variações sexuais e sazonais, e comparar duas áreas com diferentes graus de conservação, os Rios Ariquindá e Mamucabas, estuários importantes do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. As hipóteses que norteiam o presente trabalho propõem que:

H₁: O fator de condição de *U. cordatus* exibe variações sexuais, sendo maior nas fêmeas, devido ao maior tamanho dos ovários quando comparado com os testículos;

H₂: O fator de condição de *U. cordatus* exibe variações sazonais, sendo menor no verão, como reflexo da desova das fêmeas ovígeras, mais intensa nessa época do ano; e

H₃: O fator de condição de *U. cordatus* exibe variações espaciais, sendo menor no Rio Mamucabas, como reflexo dos impactos que esse estuário tem sofrido.

Materiais e Métodos

Procedimentos de coleta

A área do manguezal escolhida para amostragem no Rio Ariquindá está localizada perto de sua confluência com Rio Formoso, na Praia de Carneiros, e nas expedições de campo pode ser notado a dominância da planta *Rhizophora mangle* L., seguida por *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. e *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman ex Moldenke, a última menos frequente. O substrato foi visualmente caracterizado como areno-lamoso. Por outro lado, a área de amostragem no Rio Mamucabas está localizada perto da desembocadura dos rios Mamucabas e Ilhetas, e nas expedições de campo pode ser notado a dominância da espécie *L. racemosa*, seguida por *R. mangle* e, em menor abundância, *A. schaueriana*. O substrato também foi visualmente caracterizado como areno-lamoso.

CHRISTOFOLETTI (2005) realizaram um ensaio de campo para avaliar as preferências alimentares de *U. cordatus* e descobriram que esta espécie de caranguejo não mostra preferência por espécies de árvores de mangue, por isso, provavelmente, no presente estudo, a pequena diferença observada na composição do mangue não afeta significativamente os nossos resultados.

Os caranguejos foram coletados mensalmente, entre abril de 2008 e março de 2009, por um catador profissional através do método do braceamento ou utilizando um gancho (PINHEIRO & FISCARELLI, 2001; DIELE *et al.*, 2005; ARAÚJO & CALADO, 2008), em três áreas de 5 m² em cada mangue. Toda a área foi explorada. Essas áreas foram localizadas paralelamente ao rio e a 20 m de distância entre si. A amostragem foi realizada durante a maré baixa de lua cheia ou nova, uma vez que a floresta é inundada apenas durante as marés altas de sizígia e os caranguejos podem ser capturados mais facilmente no sedimento amolecido nessas ocasiões. Após as amostras, os animais foram mantidos em sacos plásticos e transportados para o laboratório em caixas térmicas.

Procedimentos em laboratório

Os caranguejos foram separados por sexo, e de cada um, a largura da carapaça (LC) foi medida utilizando um paquímetro de 0,01 mm de precisão. A LC foi tomada

tendo em conta a dimensão mais larga. O peso úmido (PU) de cada caranguejo foi obtido com uma balança eletrônica de precisão de 0,01 g. A condição ovígera das fêmeas também foi observada.

Análise dos dados

Os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos de LC e PU foram determinados para cada sexo e estuário. O teste de Mann-Whitney-Wilcoxon (teste U) foi aplicado para comparar a LC e PU entre os sexos e estuários ($\alpha = 0,05$; ZAR, 1996).

O crescimento de *U. cordatus* foi descrito para cada sexo e estuário através da equação potência $PU = aLC^b$, onde PU é o peso úmido, LC é a largura da carapaça, b é a inclinação, e a , o intercepto. O ajuste foi avaliado pelo coeficiente de determinação (r^2). Uma análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para comparar as inclinações e interceptos das linhas entre os sexos, a fim de verificar a possibilidade de agrupamento de machos e fêmeas pela mesma equação ($\alpha = 0,05$; ZAR, 1996). O tipo de ganho de peso foi definido pelo coeficiente b (isométrico, $b = 3$; alométrico positivo, $b > 3$, e alométrico negativo, $b < 3$), que teve sua significância avaliada pelo teste t de Student ($\alpha = 0,05$; ZAR, 1996).

O fator de condição (FC) foi calculado pela fórmula $a = PU/LC^b$ (LE CREN, 1951). Esta fórmula foi aplicada para cada estuário e estação do ano (Verão = Janeiro a Março; Outono = Abril a Junho; Inverno = Julho a Setembro, e Primavera = Outubro a Dezembro), para cada sexo. Os valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos do FC foram estimados para cada sexo. O teste U foi aplicado para comparar o FC entre os sexos e estuários e o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar o FC entre as estações, seguido do teste *a posteriori* de Dunn, quando foram detectadas diferenças significativas ($\alpha = 0,05$; ZAR, 1996).

Para verificar a eficácia do FC como determinante do período reprodutivo de *U. cordatus* (o período em que as fêmeas incubam os ovos), o coeficiente linear de Pearson (r) foi aplicado para correlacionar o FC e o número de fêmeas ovígeras por estações do ano ($\alpha = 0,05$; ZAR, 1996). Os valores de r variam entre -1 e 1, e quanto mais próximo a estes valores, mais forte é a associação entre as variáveis analisadas. A pontuação zero deste coeficiente indica a ausência de correlação (AYRES *et al.*, 2007).

Resultados

Um total de 1.298 indivíduos de *U. cordatus* foi coletado. Em ambos os estuários (Ariquindá e Mamucabas), os machos mostraram maiores LC e PU que as fêmeas ($p < 0,05$) (Tabela I). No rio Ariquindá, os machos foram 6,58 mm maiores e 19,88 g mais pesados do que as fêmeas; no Rio Mamucabas, os machos foram 5,95 mm maiores e 18,12 g mais pesados do que as fêmeas. Comparando as duas populações, não foi observada diferença na LC ou PU ($p > 0,05$).

A espécie *U. cordatus* apresenta crescimento alométrico negativo ($p < 0,05$), tendendo a isometria, em ambos os sexos e estuários (Figuras 1 e 2).

Em relação às variações sexuais do FC, não houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos no Rio Ariquindá ($p > 0,05$), enquanto no Rio Mamucabas o FC foi significativamente maior nas fêmeas do que nos machos ($p < 0,05$). Em relação às variações espaciais, o FC de machos e fêmeas variou significativamente entre estuários ($p < 0,05$), ambos sendo maior no Rio Ariquindá (Tabela I) Em relação às variações sazonais, houve diferença significativa ($p < 0,05$), com os valores mais baixos do FC ocorrendo no inverno, para ambos os sexos e estuários (Tabela II).

Tabela I. Valores mínimos, médios ($\pm$ desvio padrão) e máximos de largura da carapaça (LC, mm), peso úmido (PU, g) e fator de condição (FC, 10^{-4}) de machos e fêmeas de *Ucides cordatus* amostrados nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Valores		Rio Ariquindá		Rio Mamucabas	
		Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
		N = 333	N = 252	N = 378	N = 335
LC (mm)	Mínimo	15,08	9,32	12,98	10,59
	Médio $\pm$ dp	46,70 $\pm$ 13,64	40,12 $\pm$ 12,02	46,39 $\pm$ 12,59	40,44 $\pm$ 10,12
	Máximo	79,10	66,78	79,50	61,78
PU (g)	Mínimo	1,50	0,50	1,00	1,00
	Médio $\pm$ dp	55,85 $\pm$ 39,88	35,97 $\pm$ 25,97	52,37 $\pm$ 37,11	34,25 $\pm$ 21,46
	Máximo	185,09	130,79	188,17	105,80
FC (10^{-4})	Mínimo	1,81	2,63	2,00	2,53
	Médio $\pm$ dp	8,00 $\pm$ 4,84	7,42 $\pm$ 2,24	6,18 $\pm$ 2,94	7,38 $\pm$ 5,79
	Máximo	30,53	15,60	15,55	46,63

Nota: N = número de indivíduos; LC = largura da carapaça; PU = peso úmido; FC = fator de condição; dp = desvio padrão.

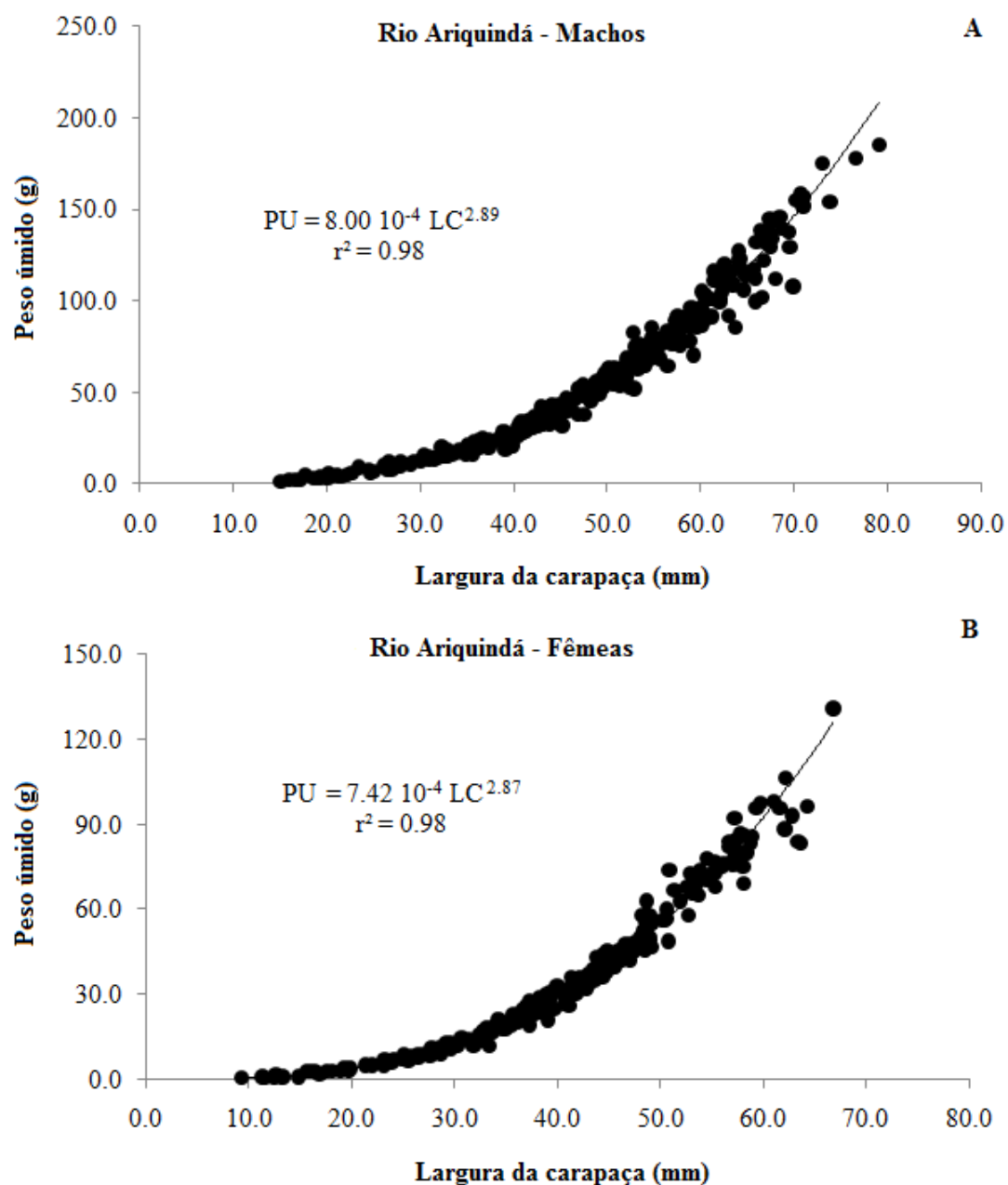


Figura 1. Regressão entre a largura da carapaça (LC) e peso úmido (PU) para machos (A) e fêmeas (B) de *Ucides cordatus* no manguezal do Rio Ariquindá, Estado de Pernambuco.

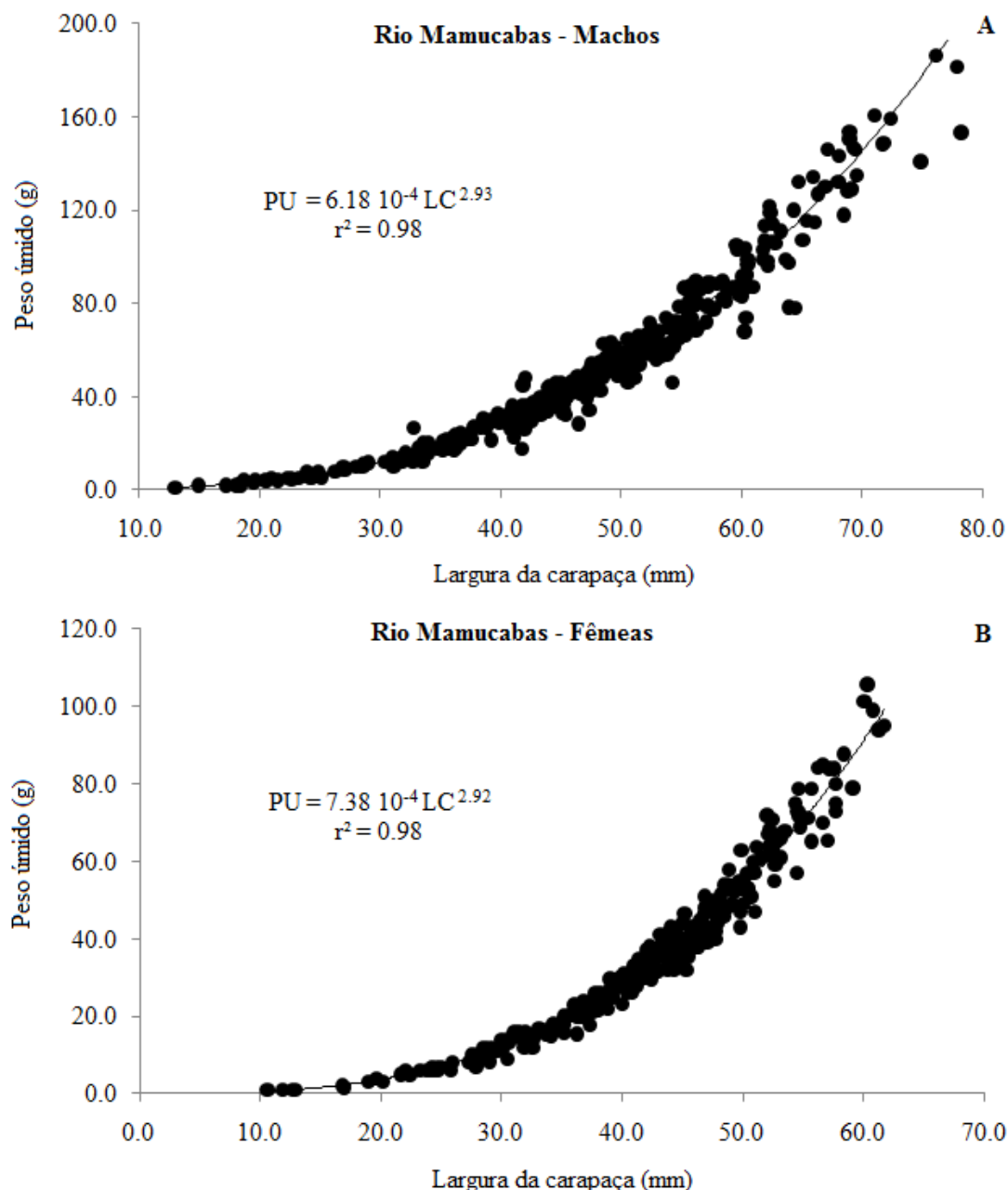


Figura 2. Regressão entre a largura da carapaça (LC) e peso úmido (PU) para machos (A) e fêmeas (B) de *Ucides cordatus* no manguezal do Rio Mamucabas, Estado de Pernambuco.

O número de fêmeas ovígeras por estações do ano é apresentado na Tabela III. No Rio Ariquindá, elas representam 13,09% do total das fêmeas capturadas, e no Rio Mamucabas, 10,44%. Elas só foram encontradas no verão e no outono e o número mais expressivo foi encontrado no verão. A sua abundância e o FC não se correlacionaram, tanto no Ariquindá ($r = 0,34$, $t = 0,51$) quanto no Mamucabas ($r = 0,06$, $t = 0,08$) ($p > 0,05$).

Tabela II. Equações potência para a relação entre a largura da carapaça (LC) e o peso úmido (PU) de machos e fêmeas de *Ucides cordatus* amostrados em quatro estações do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Estações	Rio Ariquindá		Rio Mamucabas	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Outono	$PU = 11,60 LC^{2,87} a^{(1)}$	$PU = 7,55 LC^{2,86} a$	$PU = 5,36 LC^{2,96} a$	$PU = 9,09 LC^{2,82} a$
Inverno	$PU = 4,14 LC^{2,99} b$	$PU = 6,32 LC^{2,92} a$	$PU = 3,09 LC^{3,03} b$	$PU = 4,26 LC^{2,97} b$
Primavera	$PU = 6,85 LC^{2,88} c$	$PU = 7,01 LC^{2,86} a$	$PU = 8,65 LC^{2,84} c$	$PU = 8,09 LC^{2,83} ab$
Verão	$PU = 7,11 LC^{2,91} ac$	$PU = 9,53 LC^{2,83} b$	$PU = 6,12 LC^{2,92} a$	$PU = 4,64 LC^{2,97} b$

Nota: ⁽¹⁾ Para o mesmo sexo e rio, a mesma letra indica que o fator de condição não diferiu significativamente entre as estações ($p < 0,05$). Fator de condição em notação científica (10^{-4}).

Tabela III. Número de fêmeas ovígeras de *Ucides cordatus* amostradas em quatro estações do ano nos manguezais dos Rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco.

Estações	Número de fêmeas ovígeras	
	Rio Ariquindá	Rio Mamucabas
Outono	10	7
Inverno	0	0
Primavera	0	0
Verão	23	28

Discussão

No presente estudo, o dimorfismo sexual em relação ao tamanho e peso foi detectado, com os machos apresentando maior largura da carapaça (LC) e peso úmido (PU) do que as fêmeas. Tal fenômeno é comumente observado em caranguejos braquiúros (WARNER, 1967; DÍAZ & CONDE, 1989; ARAÚJO *et al.*, 2012) e por vários autores para *U. cordatus* (ALCÂNTARA-FILHO, 1978; IVO *et al.*, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 1999). De acordo com IVO *et al.* (1999), na espécie *U. cordatus* o dimorfismo sexual está relacionado com a função reprodutora, destacando-se o maior tamanho e peso dos quelípodos dos machos, devido à função que desempenham durante o acasalamento, entrelaçando a fêmea. WARNER (1967) e DÍAZ & CONDE (1989) citam

que esse dimorfismo sexual no tamanho pode estar relacionado a diferentes taxas de crescimento entre os sexos, que foram observadas no presente estudo. Diferenças sexuais na taxa de alimentação, comportamento e fenômeno migratório são fatores que podem influenciar essas taxas diferenciais de crescimento (GIESEL, 1972; WOLF *et al.*, 1975; MONTAGUE, 1980). BLISS (1968) enfatiza que a presença da glândula androgênica nos machos é responsável pelo ganho de peso nos mesmos logo após a maturidade, influenciando o dimorfismo sexual. Visto que as preferências alimentares e taxas de consumo de machos e fêmeas são semelhantes (NORDHAUS *et al.*, 2006), acreditamos que o principal fator atuando no dimorfismo sexual da população é o fato de que as fêmeas investem mais energia na reprodução do que em crescimento (HARTNOLL, 1985; DIELE & KOCH, 2010b), uma vez que os ovócitos são maiores do que os espermatozoides. No entanto, ARAÚJO & CALADO (2008), estudando um manguezal impactado no Nordeste do Brasil, não encontraram nenhuma diferença no tamanho e peso entre os sexos em uma população de *U. cordatus* na área, provavelmente como resultado da captura seletiva de machos.

Em ambos os sexos e estuários, a relação LC vs. PU foi significativa, com altos valores de r^2 , como também observado por PINHEIRO & FISCARELLI (2009). O caranguejo *Ucides cordatus* mostrou crescimento alométrico negativo tendendo a isometria nesta relação. Resultados semelhantes também foram observados por IVO *et al.* (1999) e ARAÚJO & CALADO (2008). Estes resultados refletem o fato de que, durante a sua ontogenia, o caranguejo cresce mais em largura do que em peso. Tal fato pode estar relacionado com a dilatação que esta espécie desenvolve na lateral da carapaça, que armazena seis pares de brânquias (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009). Essa dilatação, muito expressiva na fase adulta, permite um maior armazenamento de ar atmosférico, dando a espécie uma melhor resistência à desidratação e permitindo que ela passe mais tempo fora da água do que as espécies aquáticas de Brachyura (SANTOS *et al.*, 1986). O desenvolvimento da câmara branquial também é observado em outras espécies semi-terrestres, como *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) (Gecarcinidae), o que faz com que *U. cordatus* seja muito semelhante a outros caranguejos semi-terrestres (SANTOS *et al.*, 1985).

Os valores de b , que representa o aumento de peso, estavam dentro do limite estabelecido para os organismos aquáticos, que varia de dois a quatro (LE CREN, 1951;

HARTNOLL, 1982). Esse resultado foi observado nos siris *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (BRANCO & FRACASSO, 2004; BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005) e *C. danae* Smith, 1869 (BRANCO *et al.*, 1992; BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005), no caranguejo de água doce *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (PINHEIRO & TADDEI, 2005) e nos caranguejos semi-terrestres *Armases angustipes* (Dana, 1852) (KOWALCZUK & MASUNARI, 2000) e no próprio *U. cordatus* (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009; GOES *et al.*, 2010). Isso permite inferir que esta regra pode ser estendida para caranguejos semi-terrestres. Além disso, tal amplitude é um indicativo das alterações no peso do animal entre diferentes fases de crescimento e do início da maturidade sexual (MANTELATTO & FRANZOZO, 1992; PINHEIRO & FRANZOZO, 1993).

As taxas de crescimento foram diferentes de acordo com o sexo, sendo significativamente maior nos machos. Estas diferenças estão relacionadas ao maior tamanho e peso alcançado pelos machos, como discutido antes e pelo crescimento de seus quelípodos que, de acordo com PINHEIRO & HATTORI (2006), mostram um padrão alométrico positivo a partir da muda da puberdade.

Em espécies de Brachyura, geralmente o fator de condição (FC) é maior no sexo feminino, como observado em *Dilocarcinus pagei* (PINHEIRO & TADDEI, 2005) e em *U. cordatus* (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009), devido ao maior tamanho e peso alcançado pelos ovários após a maturidade. Isto pode explicar o maior FC das fêmeas no Mamucabas. No entanto, no Rio Ariquindá, não houve diferença significativa entre os sexos, refutando em parte H₁. Provavelmente outros fatores biológicos, como metabolismo, aspectos nutricionais, fase de maturação sexual, eventos de recrutamento ou uma combinação deles (RODRÍGUEZ, 1987) estejam influenciando os valores do FC, além das gônadas. A ausência de dimorfismo sexual no FC também foi observada em *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) por PINHEIRO & FRANZOZO (1993). Diferenças espaciais podem ocorrer mesmo em uma escala local, uma vez que o lugar pode influenciar as taxas de crescimento de espécies de Brachyura (BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005).

Muitos estudos têm reportado a redução do fator de condição durante a época de reprodução (VAZZOLER, 1996; PINHEIRO & TADDEI, 2005; PINHEIRO & FISCARELLI, 2009), como resultado da desova. No entanto, no presente estudo, nenhuma correlação foi encontrada entre o FC e a abundância de fêmeas ovígeras, rejeitando H₂. De um

modo geral, os menores valores do FC estão associados ao período de desova (AGOSTINHO *et al.*, 1990; DUTIL *et al.*, 2003; PINHEIRO & TADDEI, 2005), mas, no presente estudo, os valores mais baixos foram observados no inverno, uma estação onde nenhuma fêmea ovígera foi registrada. Provavelmente, alguns exemplares foram capturados quando a energia armazenada no hepatopâncreas foi revertida para a maturidade das gônadas ou a sua reorganização após a desova, fenômenos que conduzem a um aumento do FC, enquanto que outros foram coletados durante a desova em si, o que conduz a uma redução do FC. Portanto, nenhum padrão claro poderia ser distinguido. Além do período reprodutivo, é bem sabido que a muda leva à diminuição do FC (PINHEIRO & TADDEI, 2005), e, possivelmente, o ciclo de muda está influenciando a população estudada. Esta suposição pode ser confirmada pela literatura: de acordo com PINHEIRO (2004), o FC baixo de *U. cordatus* observado no inverno está relacionado com o fato de que este período antecede os meses com a maior frequência de ecdise. Tal resultado sugere que o fator de condição por si só não pode ser usado como um único parâmetro para a determinação do período reprodutivo, mas tem de ser utilizado em associação com a frequência mensal em que as fêmeas ovígeras são encontradas durante um intervalo anual, e os dados obtidos a partir da observação macroscópica das gônadas e da observação da cópula (PILLAY & ONO, 1978; CHOY, 1988; SUMPTON, 1990). Além disso, o índice gonadossomático pode ser utilizado para este fim, uma vez que também considera o peso dos ovários (VAZZOLER, 1996).

A baixa abundância de fêmeas ovígeras é comumente observada em espécies de Brachyura, como *C. ornatus* (MANTELATTO & FRANSOZO, 1997), *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 2002), *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (SILVA & OSHIRO, 2002; COBO & FRANSOZO, 2003), *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) (LIMA *et al.*, 2006), *Uca rapax* (Smith, 1870) (CASTIGLIONI *et al.*, 2007), *Uca uruguayensis* (Nobili, 1901) e *Neohelice granulata* (Dana, 1851) (CÉSAR *et al.*, 2007), bem como *U. cordatus* (ARAÚJO & CALADO, 2008; presente estudo). Provavelmente estas fêmeas podem ter um hábito críptico quando comparadas com as fêmeas não-ovígeras.

Alguns trabalhos relataram populações de *U. cordatus* sob sobrexplotação pesqueira, resultando na diminuição da largura da carapaça da população (BOTELHO *et al.*, 1999; AMARAL & JABLONSKI, 2005). ARAÚJO & CALADO (2008) relataram que o

desmatamento do manguezal, bem como derramamento de esgoto doméstico e industrial no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM, Estado de Alagoas) também afeta negativamente a população local de *U. cordatus*. No presente estudo, ambas as populações desta espécie apresentaram valores similares de tamanho e peso. Isto poderia sugerir que a população de *U. cordatus* no Rio Mamucabas não está sofrendo com os impactos que este estuário está recebendo atualmente, estando adaptados ao habitat. No entanto, o FC de machos e fêmeas diferiu entre os estuários, sendo menor no Rio Mamucabas, corroborando H₃. Alguns impactos ambientais podem não ser detectados apenas levando em conta os aspectos externos de um dado organismo. Um desvio do estado normal é mais fácil de ser detectado com a utilização de bioindicadores, incluindo bioindicadores a nível individual, tal como o fator de condição (ARIAS *et al.*, 2007). Considerando-se a morfologia do corpo, amostras com o mesmo tamanho aparentemente podem demonstrar a mesma salubridade, mas internamente, a sua fisiologia pode estar afetada, o que pode ser detectado por meio de uma diminuição geral do FC. O manguezal do Mamucabas foi afetado pela especulação imobiliária, deposição de resíduos e desmatamento (SANTOS *et al.*, 2001), com muitas árvores cortadas nos pontos de coleta. Isto pode reduzir a fonte de alimento para este caranguejo herbívoro e estas taxas mais baixas de alimentação, provavelmente, podem reduzir o FC.

A avaliação das variações sexuais da relação LC vs. PU e do fator de condição provou que esses são bons parâmetros para o estudo da biologia de *U. cordatus*, evidenciando o dimorfismo sexual, bem como os impactos ambientais. De fato, são necessários mais estudos sobre o crescimento e fator de condição para esta espécie, bem como para outras espécies de Brachyura de água doce, estuarinas e marinhas com importância socioeconômica. Os dados obtidos nesses estudos são importantes para os planos de gestão, uma vez que permitem o monitoramento da espécie.

Referências

AGOSTINHO, A.A.; BARBIERI, G.; VERANO, J.R. & HAHN, N.S. 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, PR. **Ciência e Cultura** 42: 711-714.

- ALCANTARA-FILHO, P. 1978. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar** **18**: 1-41.
- AMARAL, A.C.Z. & JABLONSKI, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade** **1**: 43-51.
- ARAÚJO, M.S.L.C & CALADO, T.C.S. 2008. Bioecologia do caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** **8**: 169-181.
- ARAÚJO, M.S.L.C.; BARRETO, A.V.; NEGROMONTE, A.O. & SCHWAMBORN, R. 2012. 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.
- ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAI, R. & BAPTISTA, D.F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e saúde coletiva** **12**: 61-72.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.A.S. 2007. **Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas da ciências bio-médicas**. Belém do Pará, 324p.
- 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 (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 446-453.
- BLISS, D.E. 1968. **Transition from Water to Land in Decapod Crustaceans**. **American Zoologist** **8**: 355-392.
- BOTELHO, E.R.O.; DIAS, A.F. & IVO, C.T.C. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado nos

Estuários dos Rios Formoso (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico Científico do CEPENE 7**: 117-145.

BRAGA, F.M.S.; BRAGA, M.A.S. & GOITEIN, R. 1985. Fator de condição e alimentação de *Paralonchurus brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha Anchieta (lat. 23° 33'S - long. 45° 05'W) Ubatuba, Estado de São Paulo. **Naturalia 10**:1-11.

BRANCO, J.O. & FRACASSO, H.A.A. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 21**: 91-96.

BRANCO, J.O.; LUNARDÓN, M.J.; AVILA, M.G. & MIGUEL, C.F. 1992. Interação entre fator de condição e índice gonadosomático como indicadores do período de desova em *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 9**: 175-180.

CASTIGLIONI D.S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. & MORTARI, R.C. 2006. Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodoidea) proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. **Atlântica 28**: 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. **Iheríngia Série Zoologia 101**: 138-144.

CASTIGLIONI, D.S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. & CARDOSO, C.F. 2007. Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura: Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. **Gulf and Caribbean Research 19**: 11-20.

CASTIGLIONI, D.S.; SILVA, J.V.C.L. & AZEVEDO, D.S. 2011. 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.

- CÉSAR, I.I.; ARMENDARIZ, L.C. & BECERRA, R.V. 2007. Fecundity of *Uca uruguayensis* and *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Brachyura) from the “Refúgio de Vida Silvestre”, Bahía Samborombón, Argentina. **Brazilian Journal of Biology** **67**: 749-753.
- CHOY, S.C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *Liocarcinus holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. **Marine Ecology** **9**: 227-241.
- CHRISTOFOLETTI, R.A. 2005. Ecologia trófica do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocypodidae) e o fluxo de nutrientes em bosques de mangue, na região de Iguape (SP). Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. 127 p.
- COBO, V.J. & FRANZOZO, A. 2003. External factors determining breeding season in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) on the São Paulo state northern coast, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**: 213-217.
- DALABONA, G. & LOYOLA & SILVA, J. 2005. Período reprodutivo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) na Baía de Laranjeiras. **Acta Biologica** **34**: 115-126.
- DÍAZ, H. & CONDE, J.E. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science** **45**: 148-163.
- DIELE, K. & KOCH, V. 2010a. Comparative population dynamics and life history strategies of mangrove crabs, genera *Uca* and *Ucides*. In: Saint-Paul, U. & Schneider, H. eds. **Mangrove Dynamics and Management in North Brazil. Ecological Studies**. Berlin- Heidelberg, Springer. v. 211, p. 275-285.
- DIELE, K. & KOCH, V. 2010b. Growth and mortality of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in N-Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **395**: 171-180.

- DIELE, K.; KOCH, V. & SAINT-PAUL, U. 2005. Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté estuary, North Brazil: Indications for overfishing? **Aquatic Living Resource** **18**: 169-178.
- DUTIL, J.D.; LAMBERT, Y. & DENIS, C. 2003. Winter and spring changes in condition factor and energy reserves of wild cod compared with changes observed during food-deprivation in the laboratory. **ICES Journal of Marine Science** **60**: 780-786.
- FROESE, R. 2006. Cube law, condition factor, and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology** **22**: 241-253.
- GERALDES, M.G. & CALVENTI, I.B. 1983. Estudios experimentales para el mantenimiento en cautiverio del cangrejo *Ucides cordatus*. **Ciencia Interamericana** **23**: 41-53.
- GIESEL, J.T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. **American Naturalist** **106**: 380-387.
- GOES, P.; BRANCO, J.O.; PINHEIRO, M.A.A.; BARBIERI, E; COSTA, D. & FERNANDES, L.L. 2010. Bioecology of the uçá-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** **58**(2): 153-163.
- HARTNOLL, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: WENNER, A.M. ed. **Factors in adult growth**. Rotterdam, A. A. Balkema, p. 101-123.
- HARTNOLL, RG. 1982. Growth. In: BLISS, D.E. ed. **The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetic**. New York, Academic Press, p. 111-196.
- HATTORI, G.Y. & PINHEIRO, M.A.A. 2003. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** **20**(2): 309-313.

- HUXLEY, J.S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of the Zoological Society of London** **137**: 465-469.
- IVO, C.T.C. & GESTEIRA, T.C.V. 1999. Sinopse das observações do Caranguejo uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado em estuários de sua ocorrência no Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **7**: 9-51.
- IVO, C.T.C.; DIAS, A.F. & MOTA, R.I. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado no Delta do Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE** **7**(1): 53-84.
- KOWALCZUK, V.G.L. & MASUNARI, S. 2000. Crescimento relativo e determinação da idade na fase juvenil de *Armases angustipes* (Dana) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **17**: 17-24.
- LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition factor in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology** **20**: 201-219.
- LIMA, G.V.; SOARES, M.R.S. & OSHIRO, L.M.Y. 2006. Reproductive biology of the sesarmid crab *Armases rubripes* (Decapoda: Brachyura) from an estuarine area of the Sahy river, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia** **96**: 47-52.
- MACINTOSH, D.J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. **Symposia of the Zoological Society of London** **59**: 315-341.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 1992. Relação peso/largura da carapaça no caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) na região de Ubatuba, SP, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **35**(4): 719-724.
- MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana** **70**(2): 214-226.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2004. **Instrução Normativa nº 5, Anexo II: Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes**

sobrexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração. Disponível em: http://www4.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=267>. Acesso em: 16.01.2012.

MONTAGUE, C.L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs. **Contributions in Marine Science** **23**: 25-55.

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

NORDHAUS, I.; DIELE, K. & WOLFF, M. 2009. Activity patterns, feeding and burrowing behaviour of the crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in a high intertidal mangrove forest in North Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **374**: 104-112.

NORDHAUS, I.; WOLFF, M. & DIELE, K. 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** **67**: 239-250.

NORDI, N.; NISHIDA, A.K. & ALVES, R.R.N. 2009. Effectiveness of two gathering techniques for *Ucides cordatus* in Northeast Brazil: implications for the sustainability of mangrove ecosystems. **Human Ecology** **37**: 121-127.

OSTRENSKY, A.; STERNHAIN, U.S.; BRUN, E.; WEGBECHER, F.X. & PESTANA, D. 1995. Análise da viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral paranaense. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **38**(3): 939-947.

PILLAY, K.K. & ONO, Y. 1978. The breeding cycles of two species of grapsidae crabs (Crustacea, Decapoda) from the north coast of Kyushu, Japan. **Marine Biology** **45**: 237-248.

- PINHEIRO, M.A.A. & FISCARELLI, A.G. 2001. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Florianópolis, UNESP/IBAMA/CEPSUL, 43p.
- PINHEIRO, M.A.A. & FISCARELLI, A.G. 2009. Length-weight relationship and condition factor of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **52**: 397-406.
- 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**: 365-376.
- PINHEIRO, M.A.A. & HATTORI, G.Y. 2006. Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **49**: 813-823.
- PINHEIRO, M.A.A. & TADDEI, F.G. 2005. Relação peso/largura da carapaça e fator de condição em *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Trichodactylidae), em São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 825-829.
- PINHEIRO, M.A.A. 2004. Biologia do Caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no litoral sul do Estado de São Paulo. São Paulo: Relatório Científico Final FAPESP, 203p.
- RODRÍGUEZ, A. 1987. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forskál, 1775) del golfo de Cádiz. III. Biometría, edad y crecimiento. **Investigaciones Pesqueras** **51**: 23-38.
- SANTOS, M.C.F.; BOTELHO, E.R.O. & IVO, C.T.C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco–Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**: 87-123.

- SANTOS, M.C.F.; ENGELFTEIN, M. & GABRIELLI, M.A. 1985. Relationships concerning respiratory devices in crabs from different habitats. **Compared Biochemistry and Fisiology** **81**(3): 567-570.
- SANTOS, M.C.F.; SUADICANI, S.O.; MARTINEZ, C.B.R. & LOBO, E.S. 1986. Rates of water loss in four crabs from different habitats. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology** **85**: 309-312.
- SILVA, Z.S. & OSHIRO, L.M.Y. 2002. Aspectos reprodutivos de *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **19**: 907-914.
- SUMPTON, W.D. 1990. Morphometric growth and fisheries biology of the crab *Charybdis natator* (Herbst) in Moreton Bay, Australia (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** **59**: 113-120.
- VASCONCELOS, E.M.S.; VASCONCELOS, J.A. & IVO, C.T.C. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado no Estuário do Rio Curimataú (Canguaretama) no Estado do Rio Grande do Norte. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **7**: 85-116.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, Nupelia, 169p.
- WARNER, G.F. 1967. The life history of the mangrove tree crab, *Aratus pisonii*. **Journal of Zoology** **153**: 321-335.
- WOLF, P., SHANHOLTAER, S.F. & REIMOLD, R.J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh. Georgia, USA. **Crustaceana** **29**: 79-91.
- ZAR J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 662p.

Considerações Finais

Como visto ao longo da presente tese, os manguezais são ambientes de fundamental importância sócio-econômica e ecológica, mas que estão sujeitos aos mais diversos tipos de impactos de origem antrópica. Os crustáceos braquiúros, principais representantes dos animais nesses ecossistemas, demonstraram alterações sensíveis na sua diversidade e ecologia, quando sujeitos a impactos ambientais, sendo assim importantes bioindicadores da qualidade ambiental. No manguezal do estuário do Rio Mamucabas, onde impactos tais como desmatamento da vegetação nativa, deposição de resíduos sólidos e ocupação imobiliária crescente, além do represamento em parte do curso do rio, as seguintes alterações foram registradas quando comparadas ao Rio Ariquindá, e corroboram a hipótese geral apresentada no início do trabalho:

- A diversidade é menor no manguezal do Rio Mamucabas, considerando o número de espécies amostradas bem como os índices ecológicos; as espécies típicas de manguezal *Acantholobulus bermudensis* (Benedict & Rathbun, 1891) (Panopeidae), *Austinixa leptodactyla* (Coelho, 1997) (Pinnotheridae), *Callinectes exasperatus* (Gerstaecker, 1856) (Portunidae), *Hexapanopeus caribbaeus* (Stimpson, 1871) (Panopeidae) e *Uca maracoani* (Latreille, 1802) (Ocypodidae) não foram encontradas no manguezal do Mamucabas (**Capítulo I**);
- Em relação à espécie *Armases angustipes* (Dana, 1852) (Sesarmidae), os espécimes da população do Rio Mamucabas são menos compridos e menos largos, e a abundância de caranguejos e a frequência de fêmeas ovígeras também foi menor (**Capítulo II**);
- Em relação ao gênero *Uca* Leach, 1814, nota-se que a maioria das espécies apresentou tamanhos maiores no manguezal do Rio Ariquindá: ambos os sexos de *U. cumulanta* Crane, 1943, *U. leptodactyla* Rathbun, 1898 e *U. (Minuca) victoriana* von Hagen, 1987, e os machos de *Uca (Minuca) burgersi* Holthuis, 1967 (**Capítulo III**);
- No caso em particular de *U. (Minuca) thayeri* Rathbun, 1900, machos e fêmeas do Mamucabas atingiram a maturidade sexual em tamanhos um pouco superiores aos observados no Rio Ariquindá, indicando que a

população dessa espécie do Rio Mamucabas esteja se beneficiando da maior disponibilidade de matéria orgânica oriunda da poluição (**Capítulo IV**); e

- Na espécie *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae), o fator de condição foi significativamente menor no Rio Mamucabas, indicando menor saúde para os exemplares desse estuário (**Capítulo V**).

Todos os resultados indicam que o manguezal do Rio Mamucabas está um pouco impactado. Devido ao fato dos impactos serem leves e estarem atuando a pouco tempo, a situação do manguezal do Rio Mamucabas não é grave. Entretanto, esse estuário ainda é considerado por muitos autores como não impactado, o que o presente estudo demonstra ser incorreto. Tais fatos ressaltam a importância da mitigação dos impactos atuantes na área. Para tal, propõe-se aqui as seguintes medidas para ambos os estuários, porém em especial para o do Rio Mamucabas:

- Maior controle por parte da Prefeitura de Tamandaré e do Governo do Estado de Pernambuco, através das Secretarias (ex: de Infraestrutura e do Meio Ambiente), bem como dos órgãos estaduais competentes (ex: CPRH), das construções imobiliárias irregulares no entorno do manguezal, estabelecendo multas ou outros tipos de punições àqueles que derrubarem a vegetação de mangue, protegida por vários instrumentos legais, tanto federais quanto estaduais;
- Intensificar a coleta seletiva, reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos descartados no manguezal, por meio de ações do CPRH, IBAMA, Secretaria do Meio Ambiente e de projetos ambientais já existentes por parte da Prefeitura de Tamandaré, como o Programa Agente Jovem Ambiental, bem como estabelecer multas ou outros tipos de punições àqueles que despejarem esses dejetos na área em questão; e
- Criação de planos de manejo e sustentabilidade, tendo em vista a importância ecológica e econômica das mesmas, em especial das espécies *Ucides cordatus*, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Grapsidae) e do gênero *Callinectes* Stimpson, 1860, que tem sido exploradas de maneira descontrolada e insustentável em vários manguezais ao longo do litoral do Estado de Pernambuco, através do estabelecimento de tamanhos mínimos de

captura para as mesmas, bem como intensificando a fiscalização durante o período de defeso de *U. cordatus*.

Além disso, nove espécies foram registradas pela primeira vez para a região de Tamandaré, o que ressalta a importância dos estudos de diversidade. Esses estudos, associados às medidas de proteção acima citadas, são importantes especialmente se considerarmos que os crustáceos participam na teia trófica de peixes, aves, répteis e mamíferos, inclusive o homem, e a manutenção da diversidade de caranguejos é considerada importante para a saúde dos manguezais.



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

MARINA DE S. L. C. ARAÚJO^{1*}, PETRÔNIO A. COELHO^{1,2†}
& DANIELA DA S. CASTIGLIONI³.

¹Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, Museu de Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Carcinologia. Av. Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, CEP 50.740-550, Recife, PE, Brazil. *Corresponding author: mslc.araujo@gmail.com

²Universidade Federal de Alagoas (UFAL, Curso de Engenharia de Pesca, Laboratório de Carcinologia. Av. Divaldo Suruagy, s/n, CEP 57.200-000, Centro, Penedo, AL, Brazil.

³Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, Centro Superior de Educação Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Laboratório de Zoologia e Ecologia. Av. Independência, 3751, Vista Alegre, CEP 98.300-000, Palmeira das Missões, RS, Brazil.

Abstract. The aim of this paper was to study the relative growth and the morphological sexual maturity of *Uca thayeri* from two mangrove areas of the State of Pernambuco, Northeast Brazil. The crabs were manually collected monthly at the Ariquindá and Mamucabas Rivers, during spring low tide, from April 2008 to March 2009. Crabs were measured at the following dimensions: carapace width (CW); carapace length (CL); cheliped propodus length (CPL); abdomen width (AW) and gonopod length (GL). The growth was described by the equation $y = a x^b$. The sexual maturity was estimated through a logistic equation. A total of 2,711 individuals of *U. thayeri* were collected. Females presented larger CW than males, an adaptation to increase the production of eggs. In the relationship CPL vs. CW, males showed positive allometric and females, negative allometric growth. On the other hand, in the relationship AW vs. CW, males showed negative allometric and females, positive allometric growth. This pattern is a reflex of the growth of the cheliped in males and of the abdomen in females, due to their sexual functions. Males reached maturity at larger sizes than females in both mangroves areas, probably due to their greater investment in somatic growth, while females spend their energy in the reproductive process.

Keywords: allometric growth, biometric relationships, morphometry, sexual maturity

Resumo. Crescimento relativo e determinação da maturidade sexual morfológica do caranguejo violinista *Uca thayeri* Rathbun (Crustacea, Ocypodidae) em duas áreas de manguezais da costa tropical brasileira. O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento relativo e a maturidade sexual morfológica de *Uca thayeri* em duas áreas de mangue do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Os caranguejos foram coletados manualmente nos Rios Ariquindá e Mamucabas, durante a maré baixa de sizígia, mensalmente de abril/2008 a março/2009. Os caranguejos foram medidos nas seguintes dimensões: largura da carapaça (LC); comprimento da carapaça (CC); comprimento do própodo do quelípodo (CPQ); largura do abdome (LA) e comprimento do gonópodo (CG). O crescimento foi descrito pela equação $y = a x^b$. A maturidade sexual foi estimada através de uma equação logística. Um total de 2.711 indivíduos de *U. thayeri* foi coletado. As fêmeas apresentaram maior LC que os machos, uma adaptação para aumentar a produção de ovos. Na relação CPQ vs. LC, os machos apresentaram crescimento alométrico positivo e as fêmeas, crescimento alométrico negativo. Por outro lado, na relação LA vs. LC, os machos apresentaram crescimento alométrico negativo e fêmeas, crescimento alométrico positivo. Este padrão é um reflexo do crescimento do quelípodo nos machos e do abdômen nas fêmeas, devido às suas funções sexuais. Os machos atingem a maturidade em tamanhos maiores do que as fêmeas em ambas as áreas de manguezais, provavelmente devido ao seu maior investimento no crescimento somático, enquanto as fêmeas gastam sua energia no processo reprodutivo.

Palavras chave: crescimento alométrico, maturidade sexual, morfometria, relações biométricas

Introduction

Among the macroinvertebrates found in mangroves, the decapod crabs (mainly Brachyura) are one of the most important taxa due to their high density and biomass (Litulo 2005 a,b). Among the Infraorder Brachyura, the fiddler crabs of the genus *Uca* Leach, 1814 (Ocypodidae) stand out for their cosmopolitan character, being found in mangroves and estuarine beaches on temperate, subtropical and tropical zones (Crane 1975).

This genus is relatively well studied, especially on the Brazilian coast, with papers dealing on many aspects of its biology, standing out those on their relative growth, for example: Masunari & Swiech-Ayoub (2003) for *U. leptodactyla* Rathbun, 1898, Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) for *U. thayeri* Rathbun, 1900, Benetti & Negreiros-Fransozo (2004) for *U. burgersi* Holthuis, 1967, Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) and Costa & Soares-Gomes (2008) for *U. rapax* (Smith, 1870), Masunari & Dissenha (2005) for *U. mordax* (Smith, 1870), Masunari *et al.* (2005) and Hirose & Negreiros-Fransozo (2007) for *U. maracoani* (Latreille, 1802) and Pralon & Negreiros-Fransozo (2008) for *U. cumulanta* Crane, 1943.

Nearly 100 species of the genus *Uca* are known worldwide (Rosenberg 2001, Beinlich & von Hagen 2006, Shih *et al.* 2010) and for the Brazilian coast, Melo (1996) registered ten species of this genus, which nine of them have been recorded for the littoral of the State of Pernambuco: *Uca leptodactyla*, *U. maracoani*, *U. mordax*, *U. rapax*, *U. burgersi*, *U. cumulanta*, *U. vocator* (Herbst, 1804), *U. victoriana* von Hagen, 1987 and *U. thayeri* (see Coelho 1994, Castiglioni *et al.* 2011a).

The species *U. thayeri* occurs in muddy regions of the mangrove periphery, under shaded areas, through the West coast of the Atlantic Ocean, in Florida, Gulf of Mexico, Antilles, Guatemala, Panama, Venezuela and Brazil (from the State of Maranhão to Santa Catarina) (Melo 1996). Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) have accomplished the only study on the relative growth and sexual maturity of *U. thayeri*, in a population at Ubatuba, State of São Paulo, Southeast Brazil. However, time, place and environmental factors may influence the growth rates of Brachyura (Baptista-Metri *et al.* 2005), and intraspecific variations in the size of sexual maturity occur at different spatial scales (Díaz & Conde 1989, Hines 1982). Such facts highlight the importance of performing more studies on growth and maturity, even if a given species has been studied in other regions.

The studies on relative growth are based on the association between two biometric variables,

being one of them the independent (x), relative to the size of the animal, and the other dependent, represented by a certain segment or tagma (y). The power function, or the equation of allometric growth, has been the most used in such studies (Hartnoll 1978, 1982, Araújo *et al.* 2012).

The development of the crustaceans is characterized by morphological changes related to sex and puberty (Hartnoll 1982), which includes the differential growth of some tagmata. The chelipeds in males and the abdomen in females are some of the tagmata that are under this phenomenon, especially in the transition of the last immature instar to the first mature, i.e., the puberty molt (Hartnoll 1974). This transition can be detected by the inflection or discontinuity in a series of linear or curvilinear relationships of bivariate analysis (Haefner 1990) and it is called morphological maturity. Thus, studies on relative growth dealing with these two cited variables are the most used to detect the beginning of the morphological maturity (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003).

The aim of this study was to characterize the relative growth and to determine the morphological sexual maturity of males and females of *U. thayeri* from two mangrove areas located in Brazilian Northeast.

Materials and methods

Description of the sampling area

The State of Pernambuco is located in Northeast Brazil (07°32'00" and 08°55'30" S; 34°48'35" and 41°19'54" W). The coastal zone of Pernambuco is 187 km long, being one of the most important human population agglomerate of Northeast Brazil. The region has a climate within the As' type of Köppen system, i.e., hot and humid with rainy autumn and winter. Both areas chosen for the development of this work are located at the Southern littoral of Pernambuco: estuaries of Ariquindá (8° 41' 26" S, 35° 06' 07" W) and Mamucabas (8° 46' 42" S, 35° 06' 25" W) Rivers, Municipality of Tamandaré (Figure 1). The sampling areas at each estuary were 9.69 km distant from each other. At Tamandaré, the mean air temperature varies from 25 to 30 °C, the mean rainfall is around 2,000 mm (Duarte 1993, Moura & Passavante 1995), the wind speed varies from 3.1 to 4.7 m.s⁻¹ (CPRH 2003), and the mean relative air humidity during the sampling period was 74.93 %, according to the database of the National System of Environmental Data (SINDA).

The Ariquindá River is inserted at the Guadalupe Environmental Preservation Area. Together with its affluent União, it becomes an

important component of Formoso River basin (CPRH 1999). It is considered one of the last non-polluted rivers of Pernambuco. The mangrove area chosen for the crabs' samplings is located near the confluence of Ariquindá and Formoso Rivers, at Carneiros Beach, and its vegetation is mainly composed of *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. and, less frequently, *Avicennia schaueriana* Stapf and Leechman ex Moldenke. The substratum was visually characterized as muddy sand.

The Mamucabas River is located, almost entirely, in the Municipality of Tamandaré. It rises at

West of the Saltinho Biological Reserve. By entering in the Reserve, it suffers the first environmental impact, being dammed to form the reservoir that supplies Tamandaré. It meets the Ilhetas River and together they discharge into a spit (CPRH 2003). Besides the damming, it is considered an impacted river due to the great deposition of solid waste and deforestation, as well as the housing occupation in the surrounding areas (Santos *et al.* 2001). The vegetation was mainly composed by *L. racemosa*, *R. mangle* and few trees of *A. schaueriana*. The substratum was also visually classified as muddy sand.

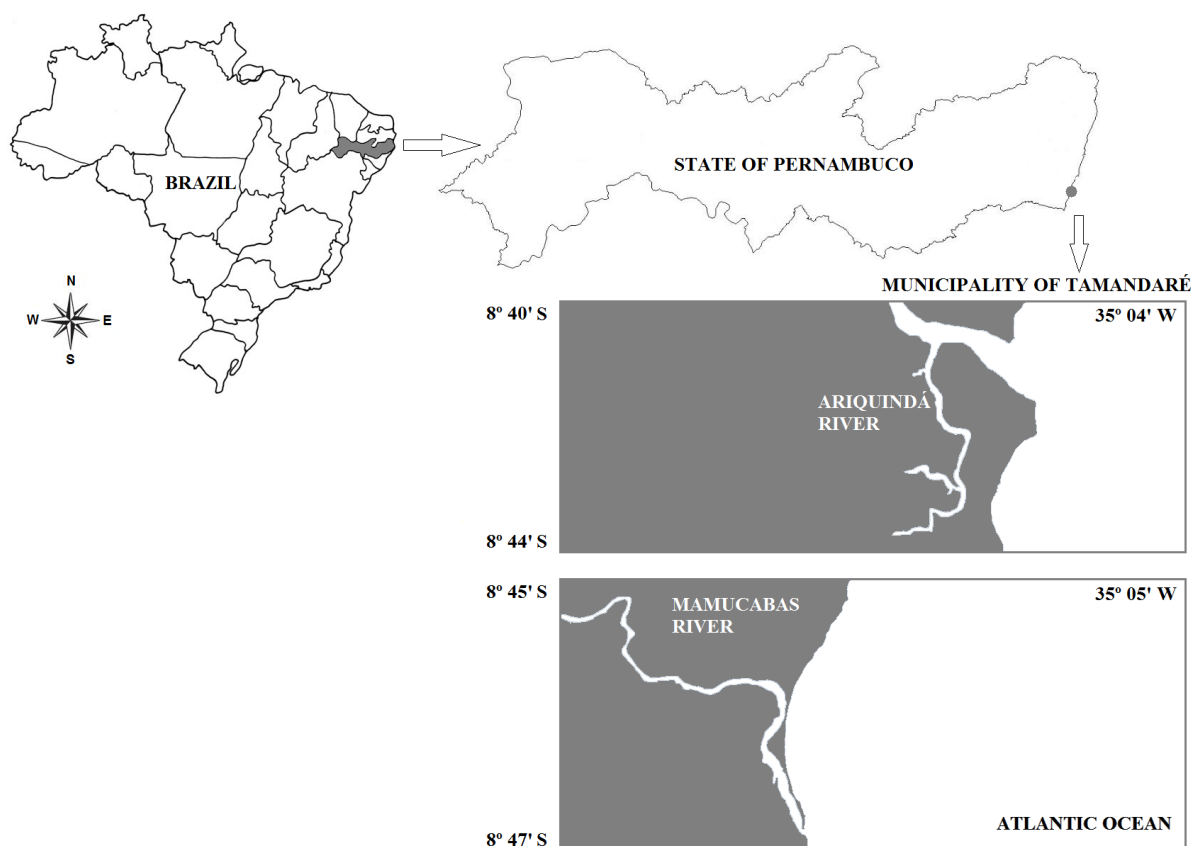


Figure 1. Map of the study area, at Ariquindá and Mamucabas Rivers, Pernambuco.

Field procedures

In each estuary, two sampling stations were chosen. The samplings of *Uca thayeri* were monthly accomplished from April 2008 to March 2009, through manual collections during 30 minutes at each estuary (15 minutes at each station), at low tide. The crabs were captured above the substratum, as well as extracted from the burrows with a gardening shovel. The sampling area had nearly 100 m². The crabs were kept in plastic bags and preserved in ice, and in the laboratory, they were preserved in alcohol 70%. Some specimens were integrated into the scientific collection of the Centro Acadêmico de

Vitória, Vitória de Santo Antão Campus, Universidade Federal de Pernambuco, State of Pernambuco (CAV-UFPE). Others were discarded after study.

Laboratory procedures

The species *U. thayeri* was identified based on Melo (1996). For the sexual differentiation, observations of the secondary sexual characters of the abdomen were made.

The following variables of each individual were taken with a digital caliper (0.01 mm): CW – carapace width, CL – carapace length, CPL – major cheliped propodus length of males and right cheliped

of females, AW – abdomen width, GL – gonopod length, in males.

Data analyses

The minimum, mean ($\pm$ standard deviation) and maximum values of each variable were estimated. The Student *t* test was applied to compare the biometric values between sexes and estuaries ($\alpha = 0.05$) (Zar 1996).

For the determination of the age groups (juveniles and adults), the statistic methodology was based in the paper of Sampedro *et al.* (1999). For that, the biometric data were log-transformed, and an analysis of K-means clustering, followed by a bivariate discriminant analysis, was performed. After that, the growth of *Uca thayeri* for each phase was described by the allometric equation $y = a x^b$ (Huxley 1950). The carapace width (CW) was considered the independent variable (*x*) and related to the other body dimensions (dependent variables, *y*). The type of growth for each phase (juvenile male, adult male, juvenile female and adult female) was established by the value of the constant 'b' of the potency function, which can be isometric ($b = 1$), allometrically positive ($b > 1$) or allometrically negative ($b < 1$). The statistical significance of the constant 'b' in relation to the unity was calculated with a *t* test ($\alpha = 0.05$). To verify the possibility of grouping juveniles and adults under the same equation, the intercepts (*a*) and the regression coefficients (*b*) were tested by an analysis of

covariance (ANCOVA) ($\alpha = 0.05$) (Zar 1996).

The morphological sexual maturity was estimated to all allometric relationships, but the relationships CPL vs. CW for males and AW vs. CW for females were chosen to represent the size at which 50% of males and females were already in the adult phase (CW_{50%}), taking into account the importance of propodus and abdomen in the reproductive processes of males and females, respectively (Araújo *et al.* 2012). After the separation of groups, each age category was divided in size classes (1.5 mm of CW) and the proportion of juveniles and adults in each class was calculated, with the proportion of adults being adjusted to the logistic distribution [$y = a/(1+be^{-cx})$], a commonly used normalized form of the logistic equation of Verhulst. After this, an interpolation was performed to determine the CW_{50%}.

Results

Ariquindá River

A total of 1,411 individuals of *Uca thayeri* were sampled at the estuary of Ariquindá River, being 627 males and 784 females.

The minimum, mean, standard deviation and maximum values of each evaluated variable are shown in Table I. The *t* test showed that the sizes differed between sexes, with females showing larger CW ($t = -4.18$), CL ($t = -4.10$) and AW ($t = -28.46$), and the males, larger CPL ($t = 19.90$) ($p < 0.05$).

Table I. *Uca thayeri*. Minimum, mean, standard deviation and maximum values of the measured morphological variables for males and females at Ariquindá River, Pernambuco.

Sex		CW	CL	CPL	AW	GL
Males	Min	4.05	3.41	2.60	1.45	1.93
	Mean	12.50	8.71	12.83	3.49	5.26
	Sd	3.06	2.22	6.12	1.44	1.16
	Max	26.58	22.38	32.18	11.13	9.33
Females	Min	4.65	1.31	1.90	1.36	(-)
	Mean	13.16	9.20	5.00	7.31	(-)
	Sd	2.76	2.00	1.39	2.50	(-)
	Max	23.01	19.47	15.64	14.14	(-)

Min, minimum; Sd, standard deviation; Max, maximum; CW, carapace width; CL, carapace length; CPL, cheliped propodus length; AW, abdomen width; GL, gonopod length; (-), data not available.

The dispersion of points in the graphic of the relation CL vs. CW was allometrically negative for both juvenile ($b = 0.91$, $t = 6.75$, $p < 0.05$) and adult

males ($b = 0.94$, $t = 3.14$, $p < 0.05$) (Figure 2a). In females, the growth for this relationship was also allometrically negative in both developmental

phases (juveniles: $b = 0.94$, $t = 3.92$, $p < 0.05$, adults: $b = 0.97$, $t = 2.60$, $p < 0.05$) (Figure 3a) (Table II).

In the relationship CPL vs. CW, males showed a positive allometric growth in both juvenile and adult phases, with higher growth rate in adults ($b = 1.71$, $t = 17.43$ and $b = 1.82$, $t = 17.08$, respectively) ($p < 0.05$) (Figure 2b), and the growth of females was isometric in both juvenile and adult phases ($b = 0.97$, $t = 0.65$ and $b = 0.92$, $t = 1.93$, respectively) ($p > 0.05$) (Figure 3b) (Table II).

In the relationship AW vs. CW, males showed negative allometric growth in juveniles ($b = 0.78$, $t = 6.73$, $p < 0.05$), and adults ($b = 0.82$, $t = 2.96$, $p < 0.05$) (Figure 2c). However, the females showed an allometric positive growth, both for juveniles ($b = 1.39$, $t = -8.72$, $p < 0.05$) and for

adults ($b = 1.19$, $t = -8.62$, $p < 0.05$), with higher growth rates in the juvenile phase (Figure 3c) (Table II).

In the dispersion of points of the relationship GL vs. CW for males, the growth was isometric in the juvenile phase ($b = 0.99$, $t = 1.53$, $p > 0.05$) and allometrically negative in the adult phase ($b = 0.83$, $t = 4.36$, $p < 0.05$), i.e., the growth rates were higher in the juvenile phase (Figure 2d) (Table II).

The analysis of covariance showed significant differences in the intercepts and/or in the regression coefficients between juveniles and adults of all analyzed relationships ($p < 0.05$) (Table II), which justifies the elaboration of graphics and equations separately for juveniles and adults from Ariquindá River.

Table II. *Uca thayeri*. Linear equation, coefficient of determination (r^2), results of the analysis of covariance (ANCOVA) and t test, and allometry (Al) for males and females at Ariquindá River, Pernambuco.

Relation	Phase	n	Linear equation Log y = log a + b log x	r^2	ANCOVA a	ANCOVA b	t test b	Al	CW _{50%}
CL vs. CW	JM	253	LogCL = -0.07+0.91LogCW	0.94	20.52*	0.00	6.75*	-	12.6
	AM	290	LogCL = -0.10+0.94LogCW	0.91			3.14*	-	
	JF	260	LogCL = -0.10+0.94LogCW	0.94	120.7*	120.81*	3.92*	-	12.4
	AF	464	LogCL = -0.12+0.97LogCW	0.93			2.60*	-	
CPL vs. CW	JM	109	LogCPL = - 0.83+1.71LogCW	0.92	655.46*	630.04*	17.43*	+	11.8
	AM	121	LogCPL = - 0.89+1.82LogCW	0.88			17.08*	+	
	JF	119	LogCPL = - 0.40+0.97LogCW	0.86	182.70*	168.28*	0.65	0	12.5
	AF	188	LogCPL = - 0.34+0.92LogCW	0.76			1.93	0	
AW vs. CW	JM	120	LogAW = - 0.38+0.78LogCW	0.83	12.12*	9.68*	6.73*	-	19.0
	AM	150	LogAW = - 0.31+0.82LogCW	0.68			2.96	-	
	JF	141	LogAW = - 0.82+1.39LogCW	0.89	769.40*	815.81*	8.72*	+	11.2
	AF	437	LogAW = - 0.45+1.19LogCW	0.87			-8.62*	+	
GL vs. CW	JM	101	LogGL = -0.37+0.99LogCW	0.90	138.84*	100.24*	1.53	0	12.6
	AM	143	LogGL = -0.19+0.83LogCW	0.76			4.36*	-	

CW, carapace width; CL, carapace length; CPL, cheliped propodus length; AW, abdomen width, GL, gonopod length; JM, juvenile male; AM, adult male; JF, juvenile female; AF, adult female; *, significant result ($\alpha = 0.05$); +, positive allometric growth; -, negative allometric growth; 0, isometric growth.

Mamucabas River

A total of 1,300 individuals of *Uca thayeri* were sampled at the estuary of Mamucabas River, being 565 males and 735 females.

The minimum, mean, standard deviation and

maximum values of each evaluated variable are presented in Table III. The t test showed that the sizes differed between sexes, with females presenting larger CW ($t = -4.85$), CL ($t = -6.10$) and AW ($t = -31.02$), and the males, larger CPL ($t =$

19,78) ($p < 0.05$).

The dispersion of points in the graphic of the relationship CL vs. CW was allometrically negative for juvenile ($b = 0.95$, $t = 6.04$, $p < 0.05$), and adult males ($b = 0.93$, $t = 8.00$, $p < 0.05$) (Figure 4a), like at Ariquindá River. Both juvenile and adult females also showed negative allometric growth ($b = 0.97$, $t = 6.09$ and $b = 0.99$, $t = 3.17$, $p < 0.05$) (Figure 5a) (Table IV), like at Ariquindá River.

In the relationship CPL vs. CW, males

showed positive allometric growth in both juvenile and adult phases, and changes in the degree of the cheliped allometry were more evident than at Ariquindá River (juveniles: $b = 1.43$, $t = 9.94$, adults: $b = 1.88$, $t = 15.65$, $p < 0.05$) (Figure 4b). On the other hand, females showed negative allometric growth in the juvenile phase ($b = 0.89$, $t = 3.89$, $p < 0.05$) and isometric in the adult phase ($b = 0.98$, $t = 0.70$, $p < 0.05$) (Figure 5b) (Table IV), a result a little different from the observed at Ariquindá River.

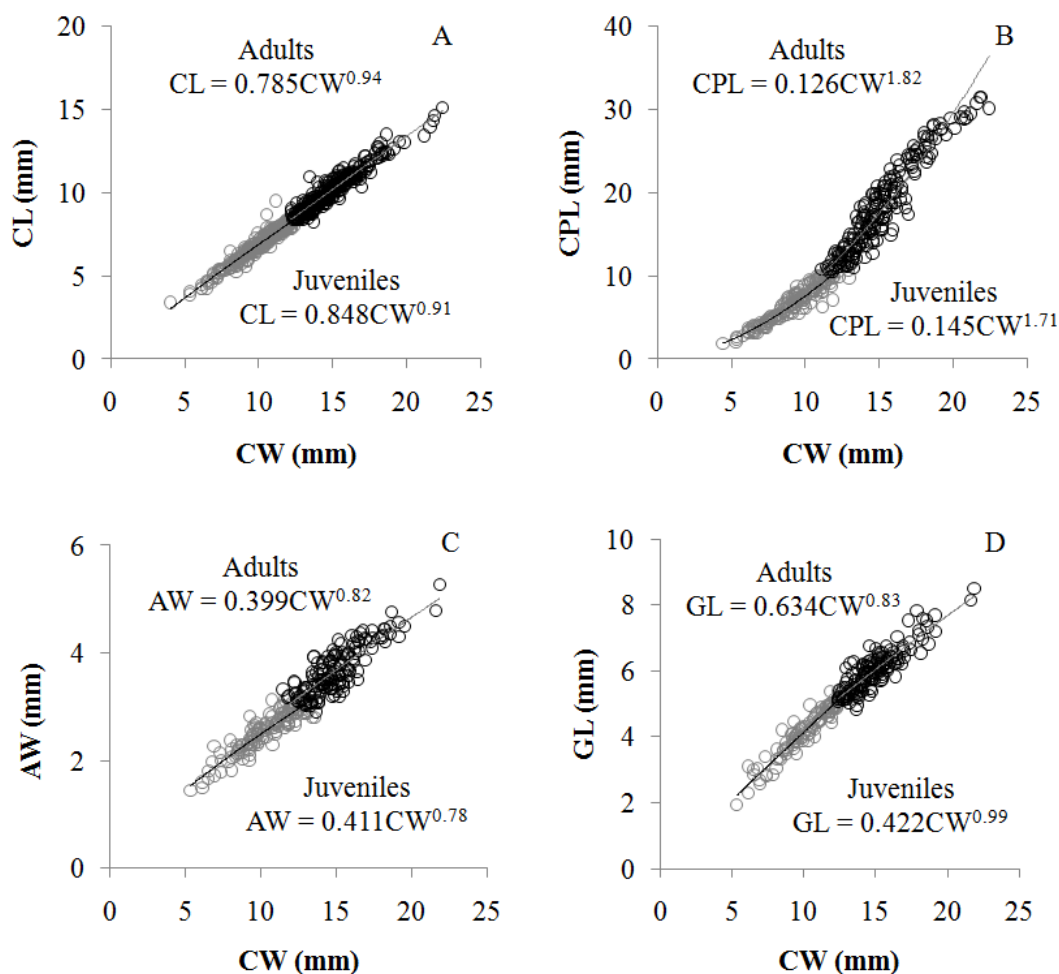


Figure 2. *Uca thayeri*. Dispersion of points and growth equations of the relationships between the carapace width (CW) and the dependent variables [A - carapace length (CL), B - cheliped propodus length (CPL), C - abdomen width (AW), D - gonopod length (GL)] for juveniles and adults of males at Ariquindá River, Pernambuco. Juveniles = gray points; adults = black points.

In the relationship AW vs. CW, males exhibited negative allometric growth, both in the juvenile ($b = 0.88$, $t = 2.54$, $p < 0.05$) and adult phase ($b = 0.86$, $t = 4.43$, $p < 0.05$) (Figure 4c). However, juvenile and adult females showed positive allometric growth, with a higher growth rate during the juvenile phase (juveniles: $b = 1.51$, $t = -$

13.58 , $p < 0.05$, adults: $b = 1.27$, $t = 9.55$, $p < 0.05$) (Figure 5c) (Table IV), like at Ariquindá River.

In the relationship GL vs. CW, males showed isometric growth in the juvenile phase ($b = 1.05$, $t = 1.43$, $p < 0.05$) and negative allometric in the adult phase ($b = 0.80$, $t = 8.82$, $p < 0.05$) (Figure 4d) (Table IV), as also observed at Ariquindá River.

The analysis of covariance showed significant differences in the intercepts and/or in the regression coefficients between juveniles and adults of all analyzed relationships ($p < 0.05$) (Table IV),

which justifies the elaboration of graphics and equations separately for juveniles and adults of *U. thayeri* from Mamucabas River.

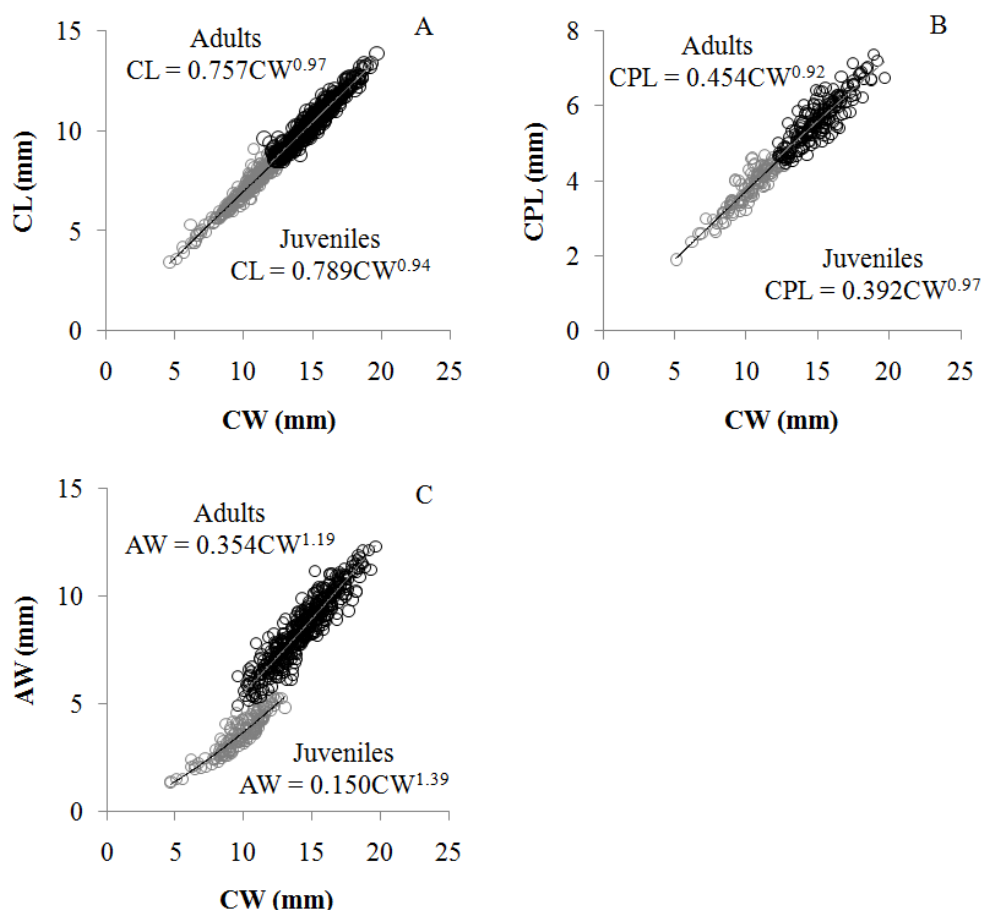


Figure 3. *Uca thayeri*. Dispersion of points and growth equations of the relationships between the carapace width (CW) and the dependent variables [A - carapace length (CL), B - cheliped propodus length (CPL), C - abdomen width (AW)] for juveniles and adults of females at Ariquindá River, Pernambuco. Juveniles = gray points; adults = black points.

Sexual Maturity

The size at morphological sexual maturity was obtained for all biometric relationships for Ariquindá (Table II) and Mamucabas Rivers (Table IV). However, the most adequate relationships to determine the beginning of the reproductive activity are the CPL vs. CW in males and AW vs. CW in females. At the Ariquindá River, the size at which males of *U. thayeri* were considered morphologically mature was 11.80 mm (largest immature male CW = 12.98 mm, smallest mature male CW = 11.10 mm). Females reached the morphological maturity at 11.20 mm (largest immature female CW = 12.76 mm, smallest mature female CW = 9.56 mm). At the Mamucabas River,

these values were, respectively, 12.10 mm for males (largest immature male CW = 13.75 mm, smallest mature male CW = 11.31 mm), and 11.90 mm for females (largest immature female CW = 13.62 mm, smallest mature female CW = 10.45 mm).

Comparison of size between estuaries

Comparing the size, it was possible to observe that males showed larger CL and AW at Ariquindá River ($p < 0.05$), while the other morphological variables did not differ between estuaries ($p > 0.05$). The only variable to differ between estuaries for females was AW ($p < 0.05$), being larger at Ariquindá River. Due to these differences, the regressions were made for each estuary separately.

Discussion

The study of relative growth and the determination of the size at sexual maturity are important attributes in crustaceans for a better comprehension of population and reproductive biology (Castiglioni *et al.* 2011b). Crustacean growth is discontinuous, and some body parts show differential growth throughout the ontogenetic

phases (Hartnoll 1978, 1982). Among the Brachyura, the body parts that exhibit these changes with more evidence are the cheliped, abdomen and pleopods of both sexes, during the transition from juvenile to adult phases (Hartnoll 1974, 1978). Thus, patterns of growth can indicate at which size an organism reaches the size of sexual maturity (González-Gurriarán & Freire 1994).

Table III. *Uca thayeri*. Minimum, mean, standard deviation and maximum values of the measured morphological variables for males and females at Mamucabas River, Pernambuco.

Sex		CW	CL	CPL	AW	GL
Males	Min	4.30	3.24	2.42	1.40	1.58
	Mean	12.26	8.35	12.16	3.19	5.15
	Sd	3.00	1.95	6.29	0.92	1.25
	Max	22.38	14.62	35.20	10.15	8.50
Females	Min	5.12	3.49	2.05	1.44	(-)
	Mean	13.06	9.03	4.94	6.85	(-)
	Sd	2.88	2.00	1.11	2.69	(-)
	Max	22.10	15.64	7.84	14.62	(-)

Min, minimum; Sd, standard deviation; Max, maximum; CW, carapace width; CL, carapace length; CPL, cheliped propodus length; AW, abdomen width; GL, gonopod length; (-), data not available.

Table IV. *Uca thayeri*. Linear equation, coefficient of determination (r^2), results of the analysis of covariance (ANCOVA) and *t* test, and allometry (Al) for males and females at Mamucabas River, Pernambuco.

Relation	Phase	n	Linear equation $\text{Log } y = \text{log } a + b \text{ log } x$	r^2	ANCOVA a	ANCOVA b	<i>t</i> test b	Al	CW _{50%}
CL vs CW	JM	235	$\text{LogCL} = -0.12 + 0.95 \text{LogCW}$	0.94	10.73*	0.34	6.04*	-	11.4
	AM	322	$\text{LogCL} = -0.08 + 0.93 \text{LogCW}$	0.94			8.00*	-	
	JF	267	$\text{LogCL} = -0.13 + 0.97 \text{LogCW}$	0.96			6.09*	-	
	AF	462	$\text{LogCL} = -0.15 + 0.99 \text{LogCW}$	0.94			3.17*	-	
CPL vs CW	JM	131	$\text{LogCPL} = -0.55 + 1.43 \text{LogCW}$	0.87	316.28*	391.67*	9.94*	+	12.1
	AM	171	$\text{LogCPL} = -0.99 + 1.88 \text{LogCW}$	0.85			-	+	
	JF	161	$\text{LogCPL} = -0.32 + 0.89 \text{LogCW}$	0.86			3.89*	-	
	AF	265	$\text{LogCPL} = -0.41 + 0.98 \text{LogCW}$	0.82			0.70	0	
AW vs CW	JM	139	$\text{LogAW} = -0.48 + 0.88 \text{LogCW}$	0.74	298.09*	297.49*	2.54*	-	11.4
	AM	215	$\text{LogAW} = -0.46 + 0.86 \text{LogCW}$	0.80			4.43*	-	
	JF	211	$\text{LogAW} = -0.95 + 1.51 \text{LogCW}$	0.88			-	+	
	AF	417	$\text{LogAW} = -0.55 + 1.27 \text{LogCW}$	0.84			13.58*	+	
GL vs CW	JM	121	$\text{LogGL} = -0.43 + 1.05 \text{LogCW}$	0.85	162.51*	189.49*	1.43	0	11.3
	AM	217	$\text{LogGL} = -0.16 + 0.80 \text{LogCW}$	0.86			8.82*	-	

CW, carapace width; CL, carapace length; CPL, cheliped propodus length; AW, abdomen width, GL, gonopod length; JM, juvenile male; AM, adult male; JF, juvenile female; AF, adult female; *, significant result ($\alpha = 0.05$); +, positive allometric growth; -, negative allometric growth; 0, isometric growth.

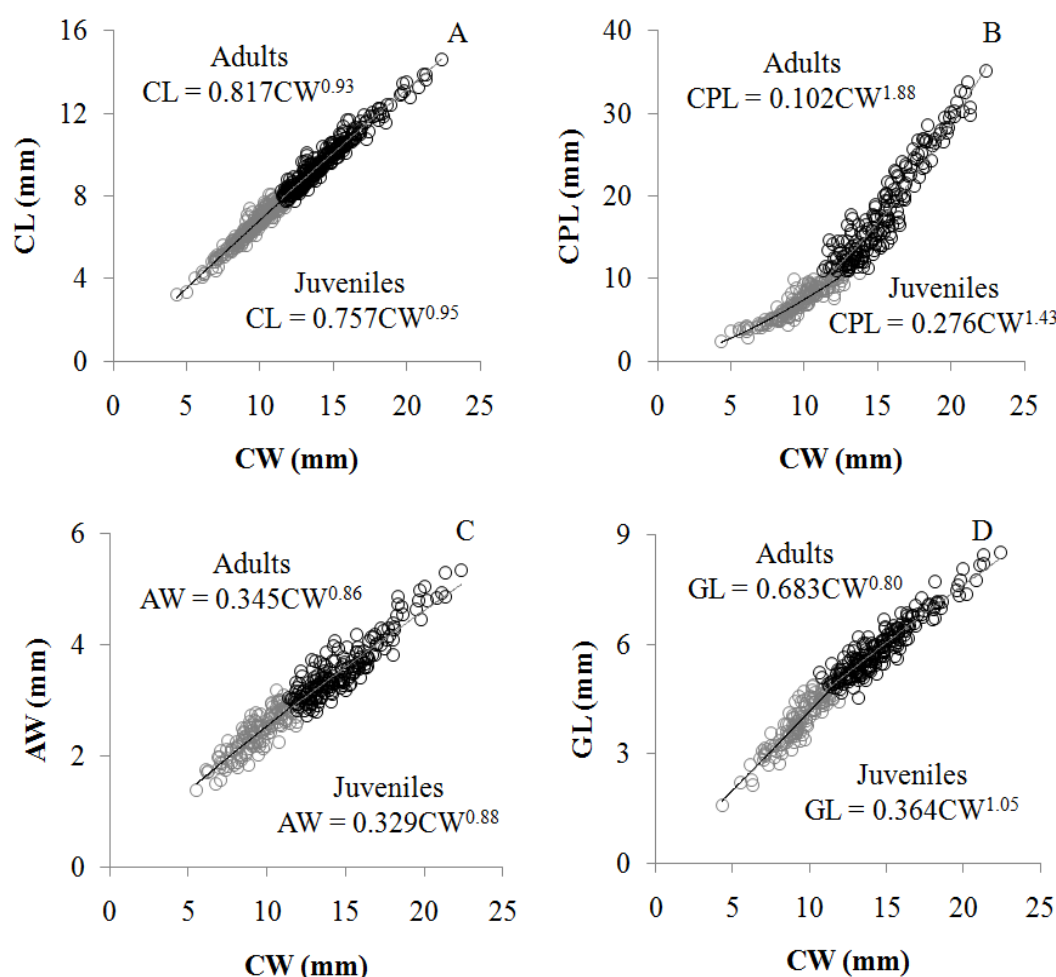


Figure 4. *Uca thayeri*. Dispersion of points and growth equations of the relationships between the carapace width (CW) and the dependent variables [A - carapace length (CL), B - cheliped propodus length (CPL), C - abdomen width (AW), D - gonopod length (GL)] for juveniles and adults of males at Mamucabas River, Pernambuco. Juveniles = gray points; adults = black points.

In the present study, in both estuaries, females were larger than males, an unusual result among species of crab. Sexual dimorphism, with males larger than females, was observed in several populations of *Uca* (Johnson 2003, Litulo 2005a,b, Benedetto & Masunari 2009). Bedê *et al.* (2008), studying eight species of the genus *Uca*, observed that males were larger than females in *U. cumulanta*, *U. mordax* and *U. rapax*, females were larger than males in *U. thayeri* and *U. victoriana*, and males and females of *U. leptodactyla*, *U. uruguayensis* and *U. vocator* had similar sizes. Studies with *U. thayeri* from São Paulo State coast also showed females larger than males (Costa & Negreiros-Fransozo 2003, Negreiros-Fransozo *et al.* 2003). However, Bezerra & Matthews-Cascon (2007) did not observe sexual dimorphism in size for *Uca thayeri* coming from another locality of northeastern Brazil. Despite of being larger than males, females reached sexual

maturity at a smaller size, as it will be discussed later, indicating that other factors besides growth, such as selective predation (Du Preez & Mclachlan 1984) may influence the size in which females attain maturity. Besides, this dimorphism may be an adaptation to increase the production of eggs (Costa & Fransozo 2004, Castilho *et al.* 2008). Different mortality rates, migration, higher tolerance of one sex to environmental adversities, differences in foraging efficiency, acquisition or assimilation of food and behavioral patterns between sexes may be cited as other factors that may influence these size differences (Crane 1975, Wolf *et al.* 1975, Johnson 2003).

In the present study, while females of *U. thayeri* showed larger AW, males showed larger CPL. These secondary sexual characters are related with the roles played by each sex during reproduction (Tsuchida & Fujikura 2000, Castiglioni

& Negreiros-Fransozo 2004). The crabs of the genus *Uca* are characterized by the presence of the enormous chelae in one of the males' cheliped, being the other of small size (Crane 1975). The giant chelae increase the apparent size of the crab and play an important role in agonistic encounters, defense, food capture, territory demarcation and copula

(Christy & Salmon 1984, Masunari & Swiech-Ayoub 2003, Costa & Soares-Gomes 2008). In females, a large abdomen is important in the perpetuation of the species, since the egg incubation takes place inside it (Hartnoll 1982, Araújo *et al.* 2012).

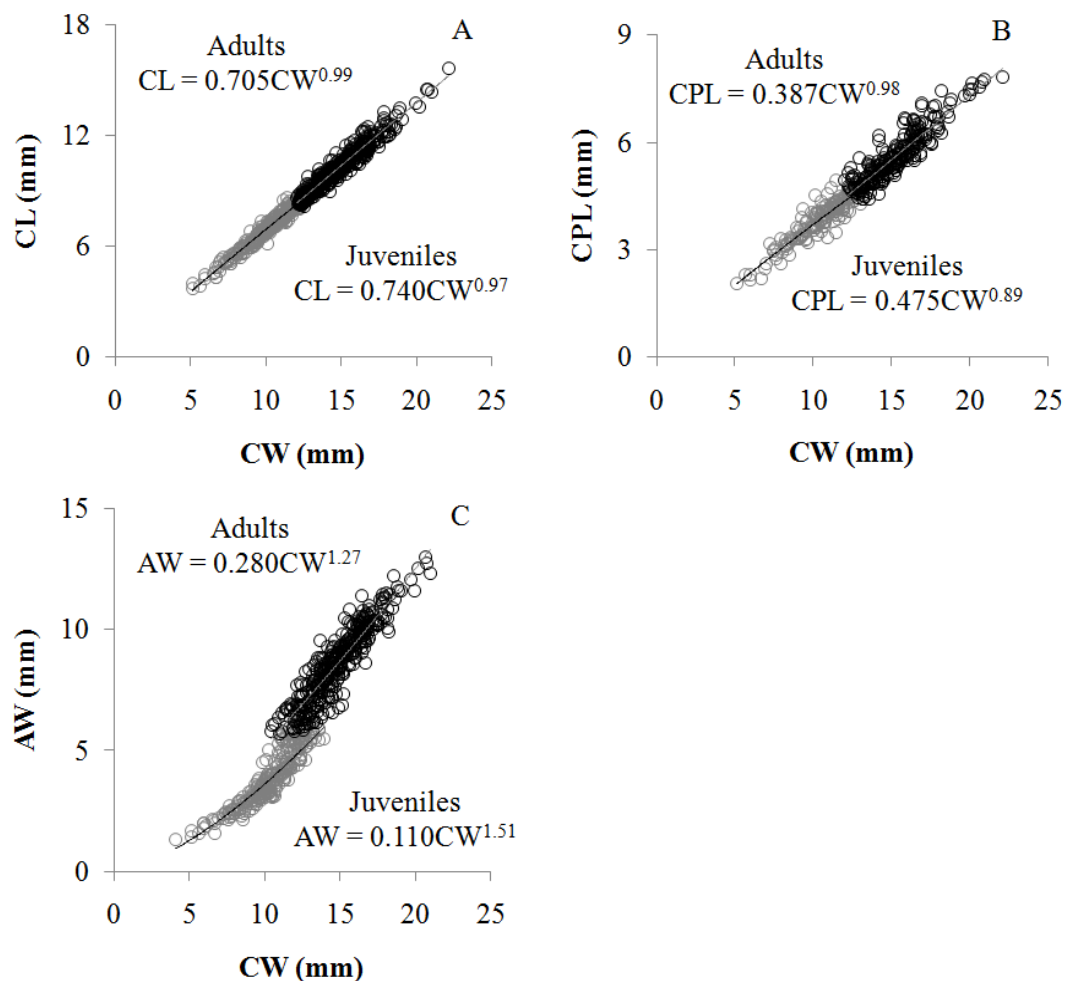


Figure 5. *Uca thayeri*. Dispersion of points and growth equations of the relationships between the carapace width (CW) and the dependent variables [A - carapace length (CL), B - cheliped propodus length (CPL), C - abdomen width (AW)] for juveniles and adults of females at Mamucabas River, Pernambuco. Juveniles = gray points; adults = black points.

The CW has been generally considered the independent variable in morphometric studies of Brachyura because it exhibits few morphological changes throughout the crab's life (Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2004, Araújo *et al.* 2012, Castiglioni & Coelho 2011). In the relationship CL vs. CW, males and females of both estuaries showed negative allometric growth, indicating a higher growth of the CW in relation to the CL. This result is very similar to that obtained by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) for the same species and by

Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) for *U. rapax*, except for adult females, which showed isometric growth for this relationship in both studies. However, this relationship is not the most appropriate to express biological changes with reproductive meaning that occur in the life of crabs (Santos *et al.* 1995). Other body parts, as the abdomen, cheliped and gonopod shows changes in the degree of allometry with puberty (Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2004, Castiglioni & Coelho 2011) and are the most adequate for studies of

relative growth and determination of morphological maturity.

In both estuaries, in the relation CPL vs. CW, males showed positive allometric and females, negative allometric growth. On the other hand, in the relationship AW vs. CW, males showed negative allometric and females positive allometric growth. This observed pattern is a reflex of the growth of the cheliped in males and of the abdomen in females, due to their sexual functions, as discussed before. In some studies with *Uca*, the growth of the abdomen was only analyzed for females and the growth of the cheliped, only for males (Masunari & Swiech-Ayoub 2003, Masunari & Dissenha 2005, Masunari *et al.* 2005, Costa & Soares-Gomes 2008). However, according to Negreiros-Fransozo *et al.* (2003), the abdomen and the cheliped are the dimensions that better distinguish the growth of males and females. This was observed in the present study, which reveals the importance of analyzing these structures for both sexes, as in the studies made by Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004), Hirose & Negreiros-Fransozo (2007) and Pralon & Negreiros-Fransozo (2008).

The growth pattern determined by Hartnoll (1974) shows a considerable positive allometry in the growth of the largest cheliped in males, both in the juvenile and adult phases, as observed in several species of Brachyura, as *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae) (Castiglioni *et al.* 2011b) and in species of the genus *Uca*, as in *U. thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003), *U. burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo 2004), *U. mordax* (Masunari & Dissenha 2005) and in the present study. This high level of the cheliped allometry is responsible for its larger size in males of *Uca*, resulting in crabs that can exhibit chelae larger than their carapaces (Crane 1975, Masunari *et al.* 2005). Even though at some phase of their development, females may show a positive allometric growth of their chelipeds, as in *U. maracoani* (Hirose & Negreiros-Fransozo 2007), the values of *b* are always smaller than the observed in males (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003, Hirose & Negreiros-Fransozo 2007).

In many male Brachyura, the growth of the chelipeds after the maturity becomes greater than in the juvenile phase, as a secondary sexual character (Hartnoll 1982), as observed in *U. thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003), *U. burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo 2004), *U. maracoani* (Hirose & Negreiros-Fransozo 2007), *U. cumulanta* (Pralon & Negreiros-Fransozo 2008) and in the present study, a fact evidenced by the increase of *b* in the adult phase. However, as cited by Negreiros-

Fransozo *et al.* (2003), the differences in the size and shape of the chelae between sexes are noticeable even when the crabs are still small. This high allometry of males is very important because the courtship behavior on this genus is mainly visual, through the waving with the giant chela during the reproductive period (Crane 1975). The genus *Uca* presents, among the brachyuran, males with the highest values of *b* for the growth of the cheliped (Masunari & Dissenha 2005). In other species of the superfamily Ocypodoidea, as in *Ucides cordatus*, the values of *b* do not exceed 1.50 (Pinheiro & Hattori 2006, Castiglioni *et al.* 2011b), while in *Uca*, *b* usually exceeds this value (Benetti & Negreiros-Fransozo 2004, Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2004, Masunari & Dissenha 2005), which stands out again the importance of the giant chela on the ecology of these animals.

In the *U. thayeri* females studied herein, the relation AW vs. CW follows a pattern distinct from what is found in other brachyuran crabs, showing positive allometry in both juvenile and adult phases. However, this fact corroborates previous studies on *U. thayeri* (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003), *U. burgersi* (Benetti & Negreiros-Fransozo 2004), *U. mordax* (Masunari & Dissenha 2005) and *U. rapax* (Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2004). Thus, this seems to be a pattern for the genus *Uca*. Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) described that juvenile females of *U. rapax* present a higher rate of abdomen growth than adult ones, which was also found by Masunari & Swiech-Ayoub (2003) for *U. leptodactyla* and by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) for *U. thayeri*, as well as in the present study. Probably the juvenile females invest in the abdomen growth and, by reaching the sexual maturity, they will be ready to incubate the eggs. As the abdomen is not an independent appendage as chelipeds, and it must work associated to the sternum, any disproportional growth after the puberty molt would difficult the movement of the pereopods (Masunari & Dissenha 2005).

In the relation AW vs. CW, males exhibited negative allometric growth in both phases and estuaries, as observed by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) for the same species. The abdomen of male Brachyura stores two pairs of gonopods, responsible for the transference of spermatophores during copula (Hartnoll 1982). Due to this simple function, especially when compared to the functionality of the female's abdomen, the growth of male's abdomen is allometrically negative or isometric in all ontogenetic phases (Benetti & Negreiros-Fransozo 2004, Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2004, Pralon & Negreiros-Fransozo 2008).

In the relation GL vs. CW, juvenile males presented higher growth rates than adult males, as observed by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) for the same species, Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004) for *U. rapax* and Pralon & Negreiros-Fransozo (2008) for *U. cumulanta*. Juvenile males may invest in the growth of the gonopods and, by reaching sexual maturity, they will be ready to fertilize females. The lower growth rates of gonopods in adults may be explained by the fact that they have to be accommodated inside the abdomen, which in turn exhibited negative allometric growth, which restricts the length of the gonopods.

The regression coefficients and/or the intercepts of all relations differed between juveniles and adults in both sexes of *U. thayeri*, indicating contrasting growth patterns, also observed by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003). This points out the need to analyze the relative growth separately for juveniles and adults, which was observed in other studies with species from the genus *Uca* (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003 for *U. thayeri*; Masunari & Swiech-Ayoub 2003 for *U. leptodactyla*; Masunari & Dissenha 2005 for *U. mordax*; Masunari *et al.* 2005 for *U. maracoani*). These differences also demonstrate the changes in body parts throughout the ontogeny (Hartnoll 1974, 1978, Negreiros-Fransozo *et al.* 2003).

Through statistical analyses, it was possible to observe that males presented larger CL and AW at Ariquindá River, and the females, larger AW at Ariquindá River. Regarding the dispersion of points, the relationships presented similar growth patterns between estuaries, except for the relation CPL vs. CW for females. Baptista-Metri *et al.* (2005) and Araújo *et al.* (2012) listed the locality, time and abiotic variables as factors that may determine variations in the growth rate of organisms, which may explain the differences observed between the estuaries here studied.

It is well known that in Brachyura the most appropriate dimensions to determine the onset of morphological sexual maturity are the cheliped and abdomen for males and females, respectively (Masunari & Swiech-Ayoub 2003, Araújo *et al.* 2012). Thus, the CPL and AW were the variables chosen in the present study to better illustrate the maturity in *U. thayeri*. In both studied estuaries, males reached maturity at larger CW than females. This phenomenon was already observed in other species from the genus *Uca*: *U. burgersi* by Benetti & Negreiros-Fransozo (2004), *U. rapax* by Castiglioni & Negreiros-Fransozo (2004, 2006) and *U. cumulanta* by Pralon & Negreiros-Fransozo (2008). Males mature with larger sizes than females

probably due to their greater investment in somatic growth, while females spend their energy in the reproductive process, saving energy for the production of eggs (Hartnoll 2006, Castiglioni & Negreiros-Fransozo 2006, Araújo *et al.* 2012). According to Crane (1975), small males avoid combating with large and dominant males. Thus, it is more advantageous to invest more energy in growth than in reproduction.

Despite of impact signs observed in Mamucabas River mangrove, males and females of this area reached maturity at sizes larger than those observed at Ariquindá River. Among the environmental factors that regulate the size at sexual maturity, stands out the availability of food (Hines 1989). It is probable that the population of *U. thayeri* of Mamucabas River is taking advantage from the greater availability of organic matter from pollution, as observed for *U. burgersi* by Benetti & Negreiros-Fransozo (2004).

Variations in the size at sexual maturity for a same species may occur in different spatial scales (Díaz & Conde 1989, Hines 1982, Araújo *et al.* 2012), even at near localities, as the Ariquindá and Mamucabas Rivers. Such fact also justifies the differences between the sizes at morphological sexual maturity in the present study and those observed by Negreiros-Fransozo *et al.* (2003) ($CW_{50\%♂} = 13.80$ mm; $CW_{50\%♀} =$ between 10.70 and 16.80 mm).

The present study is the first contribution on the relative growth and morphological sexual maturity of *U. thayeri* in tropical areas, where despite of the abundance of this species, no study had been carried out on such aspects. As it could be observed, this species presented growth patterns similar to those found for other species of *Uca* and also with a population of *U. thayeri* from subtropical areas, São Paulo State (Negreiros-Fransozo *et al.* 2003). However, the size at morphological sexual maturity differed from the observed by these authors, showing latitudinal intraspecific differences in these values. Meanwhile, more studies are needed to better comprehend the ecology of this species in the tropical region.

Acknowledgements

The authors are thankful to: Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), for financial support (APQ: 0108-2.04/07); to CNPq and CAPES for the fellowships; to the anonymous reviewers, for the special attention on our manuscript; to Adriano Martins for his help during fieldwork; to Dr. Tereza Cristina dos Santos Calado (UFAL), Dr. Jesser

Fidelis de Souza Filho (UFPE) and Dr. Sigrid Neumann Leitão (UFPE) for the important suggestions on this doctorate qualification; and especially to Dr. Petrônio Alves Coelho *in memoriam*, for being a great supervisor and friend. All sampling in this study was conducted in compliance with current applicable state and federal laws (ICMBio 14340-1).

References

- Araújo, M. S. L. C., Negromonte, A. O., Barreto, A. V. & Castiglioni, D. S. 2012. Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 92(2): 287-293.
- 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 (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(2): 446-453.
- 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 Manguezal de Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de 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(2): 9-32.
- Benedetto, M. D. & Masunari, S. 2009. Estrutura populacional de *Uca maracoani* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) no Baixo 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 Série Zoologia**, 94(1): 67-72.
- Bezerra, L. E. A. & Matthews-Cascon, H. 2007. Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from Northeast Brazil. **Acta Oecologica**, 31: 251-258.
- Castiglioni, D. S. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(1): 137-144.
- Castiglioni, D. S. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2006. Physiologic sexual maturity of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49(2): 239-248.
- 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: 138-144.
- Castiglioni, D. S., Almeida, A. O. & Bezerra, L. E. A. 2011a. 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. L. & 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(10): 1221-1241.
- Castilho, A. L., Costa, R. C., Fransozo, A. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2008. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. **Marine Biology Research**, 4(5): 361-368.
- Christy, J. H. & Salmon, M. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (Genus *Uca*). **Biological Reviews**, 59: 483-509.
- Coelho, P. A. 1994. Sinopse dos Crustáceos Decápodos Brasileiros (Família Ocypodidae). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 23: 135-142.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 1999. **Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco**. CPRH/GERCO, Recife, 91 p.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 2003. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral sul de Pernambuco**. CPRH/GERCO, Recife, 87 p.
- Costa, R. C. & Fransozo, A. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the

- Ubatuba region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 24: 274-281.
- Costa, T. & Soares-Gomes, A. 2008. Relative growth of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in a tropical lagoon (Itaipu), southeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 3(2): 94-100.
- 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.
- Crane, J. 1975. **Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus Uca**. Princeton University Press, Princeton, 736p.
- Díaz, H. & Conde, J. E. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, 45: 14-163.
- Du Preez, H. H. & Mclachlan, A. 1984. Biology of three spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (De Hann). III. Reproduction, fecundity and egg development. **Crustaceana**, 47(3): 285-297.
- Duarte, R. X. 1993. **Mapeamento do quaternário costeiro do extremo sul do Pernambuco: Área 05 - Tamandaré**. Relatório do curso de geologia da UFPE, Recife, 86 p.
- 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.
- Haefner, Jr. P. A. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. **Bulletin of Marine Science**, 46(2): 274-286.
- Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 27(2): 151-156.
- Hartnoll, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, 34(3): 281-293.
- Hartnoll, R. G. 1982. Growth. Pp. 111-196. In: Bliss, D. E. (Ed.) **The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics**. Academic Press, New York, USA, 432 p.
- Hartnoll, R. G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. **Hydrobiologia**, 557: 31-40.
- Hines, A. H. 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, 69(3): 309-320.
- Hines, A. H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bulletin of Marine Science**, 45: 356-368.
- Hirose, G. L. & Negreiros-Fransozo, M. L. 2007. Growth phases and differential growth between sexes of *Uca maracoani* Latreille, 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). **Gulf and Caribbean Research**, 19: 43-50.
- Huxley, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of the Zoological Society of London**, 137(889): 465-469.
- Johnson, P. T. J. 2003. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura, Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class and sex-specific mortality. **Crustaceana**, 76(5): 559-580.
- 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.
- 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.
- Masunari, S. & Swiech-Ayoub, B. P. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(3): 487-491.
- Masunari, S., Dissenha, N. & Falcão, R. C. 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixo Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(4): 974-983.
- Melo, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral Brasileiro**. Plêiade, São Paulo, 604 p.
- Moura, R. T. & Passavante, J. Z. O. 1995. Biomassa fitoplancônica na baía de Tamandaré, Rio Formoso – Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 23: 1-15.

- 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. & Hattori, G. Y. 2006. Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49(5): 813-823.
- 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.
- Rosenberg, M. S. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. **Journal of Crustacean Biology**, 21(3): 839-869.
- Sampedro, M. P., Gonzalez-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.
- Santos, M. C. F., Botelho, E. R. O. & Ivo, C. T. C. 2001. Biologia populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco-Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 9(1): 87-123.
- 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.
- Shih, H., Naruse, T. & Ng, P. K. L. 2010. *Uca jocelynae* sp. nov., a new species of fiddler crab (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from the Western Pacific. **Zootaxa**, 2337: 47-62.
- Tsuchida, S. & Fujikura, K. 2000. Heterochely, relative growth and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). **Journal of Crustacean Biology**, 20(2): 407-414.
- Wolf, P., Shanholtzer, S. F. & Reimold, R. J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh, Georgia, USA. **Crustaceana**, 29(1): 79-91.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 662 p.

Received June 2012

Accepted October 2012

Published online November 2012

Width-weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil

Marina S.L.C. Araújo¹, Daniela S. Castiglioni² & Petrônio A. Coelho^{1,3†}

- 1 Laboratório de Carcinologia, Museu de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Av. Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, 50740-550 Recife, PE, Brazil. (mslc.araujo@gmail.com)
2 Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Centro Superior de Educação Norte do RS (CESNORS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Av. Independência, 3751, Vista Alegre, 98300-000, Palmeira das Missões, RS, Brazil. (danielacastiglioni@yahoo.com.br)
3 Laboratório de Carcinologia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Av. Divaldo Suruagy, s/n, Centro, 57200-000, Penedo, AL, Brazil.

ABSTRACT. The present contribution aims at evaluating the carapace width vs. humid weight relationship and the condition factor of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in the mangrove forests of the Ariquindá and Mamucabas rivers, state of Pernambuco, Brazil. These two close areas present similar characteristics of vegetation and substrate, but exhibit different degrees of environmental conservation: the Ariquindá River is the preserved area, considered one of the last non-polluted of Pernambuco, while the Mamucabas River suffers impacts from damming, deforestation and deposition of waste. A total of 1,298 individuals of *U. cordatus* were collected. Males were larger and heavier than females, what is commonly observed in Brachyura. *Ucides cordatus* showed allometric negative growth ($p < 0.05$), which is probably related to the dilatation that this species develops in the lateral of the carapace, which stores six pairs of gills. The values of b were within the limit established for aquatic organisms. Despite of the condition factor being considered an important feature to confirm the reproductive period, since it varies with cyclic activities, in the present study it was not correlated to the abundance of ovigerous females. However, it was considered a good parameter to evaluate environmental impacts, being significantly lower at the impacted area.

KEYWORDS. Allometric constant, carapace width, caranguejo-uçá, growth, humid weight.

RESUMO. Relação largura-peso e fator de condição de *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) em manguezais tropicais do Nordeste do Brasil. A presente contribuição visa avaliar a relação largura de carapaça vs. peso úmido e o fator de condição de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), nos manguezais dos rios Ariquindá e Mamucabas, Estado de Pernambuco, Brasil. Essas duas áreas próximas apresentam características similares de vegetação e substrato, mas exibem diferentes níveis de conservação ambiental: o rio Ariquindá é a área preservada, considerado um dos últimos rios não poluídos de Pernambuco, enquanto o rio Mamucabas sofre impactos de represamento, desmatamento e deposição de lixo. Um total de 1.298 indivíduos de *U. cordatus* foi coletado. Machos foram mais largos e mais pesados que as fêmeas, o que é comumente observado em Brachyura. *Ucides cordatus* mostrou crescimento alométrico negativo ($p < 0.05$), o que está provavelmente relacionado à dilatação que esta espécie desenvolve na lateral da carapaça, que abriga seis pares de brânquias. Os valores de b estiveram dentro do limite estabelecido para organismos aquáticos. Apesar do fator de condição ser considerado um importante aspecto para confirmar o período reprodutivo, visto que varia com atividades cíclicas, no presente estudo ele não esteve correlacionado com a abundância de fêmeas ovígeras. Entretanto, foi considerado um bom parâmetro para avaliar impactos ambientais, sendo significativamente menor na área impactada.

PALAVRAS-CHAVE. Constante alométrica, largura de carapaça, caranguejo-uçá, crescimento, peso úmido.

The studies of relative growth in Crustacea enable the interconversion between variables and the detection of morphological changes that appear with sexual maturity (PINHEIRO & FRANZOZO, 1993). Among the studies of biometric relationships, the size vs. weight one has been used for many species, being better represented by the power function ($y = ax^b$) (HUXLEY, 1950), the same typically used in allometric studies (LE CREN, 1951; PINHEIRO & FISCARELLI, 2009). The constant a represents the condition factor and the coefficient b means the allometric constant that expresses the analogy between the two variables, y (dependent variable, the weight) and x (independent variable, the size) (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009).

The condition factor acts as a parameter of the general “well-being” of a given species, indicating its degree of adjustment to the environment, since it varies with seasonal changes in the environmental conditions (BRAGA *et al.*, 1985). It's an easy and rapid manner to study the individuals of natural or in captivity populations (SANTOS, 1978), or in the estimates of the stand crop in bioecological studies (LOTTRICH, 1973). It is correlated to the reproductive period, parasitic infections and susceptibility to diseases, rates of feeding

and growth, and may also vary seasonally and spatially (LE CREN, 1951; PINHEIRO & FRANZOZO, 1993; FROESE, 2006). VAZZOLER (1996) cites that the condition factor is an important indicator of the healthiness of an individual and its value reflects the recent feeding conditions and/or spending of energy (fat) in cyclic activities, as the reproduction, as well as the behavioral aspects of a given species.

The size vs. weight relationship is important for the elaboration of plans for sustainable exploitation of species with socio-economical value (LE CREN, 1951; FROESE, 2006), including brachyuran decapod crustaceans, since the knowledge of the growth rates is important to comprehend the life cycle of a given species, as well as to diagnose alterations due to environmental impacts, as pollution, deforestation or overexploitation, by comparing with populations subjected to few or none anthropic impacts (CASTIGLIONI *et al.*, 2006). Many species of this taxon are commonly found in estuaries and mangrove forests, and they are very exploited in the Brazilian coast.

The crab fauna is the most remarkable of estuaries and mangrove forests, and the burrowing species enables the oxygenation and drainage of the soil (MACINTOSH,

1988). Among those species, stands out the semiterrestrial mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in the American coast of the Atlantic Ocean. In Brazil, *U. cordatus* is popularly known as “caranguejo-uçá” or “caranguejo-verdadeiro” (true crab). The growth of *U. cordatus* was studied by GERALDES & CALVENTI (1983), OSTRENSKY *et al.* (1995) and DIELE & KOCH (2010a). These authors have concluded that this species has a slow growth, but according to field studies accomplished in Northeast Brazil, fast growth rate has also been reported (BOTELHO *et al.*, 1999; IVO & GESTEIRA, 1999; IVO *et al.*, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 1999). It's known that time, place and environmental factors may influence the growth rates of brachyuran species (BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005). Such facts highlight the importance of performing more studies on growth, even if a given species has been studied in other regions.

The growth, considering the carapace width vs. humid weight, as well as the condition factor, are aspects not well studied of the biology of the true crab, standing out the paper published by PINHEIRO & FISCARELLI (2009), at Southeast Brazil. Studies on other topics of the life history of *U. cordatus* were accomplished, as HATTORI & PINHEIRO (2003) (fertility), DALABONA & LOYOLA E SILVA (2005) (sexual maturity), PINHEIRO & HATTORI (2006) (relative growth), NORDHAUS *et al.* (2009) (burrowing behavior), NORDI *et al.* (2009) (gathering techniques) and in the Northeast of Brazil, stands out those published by MOTA-ALVES (1975) (reproduction), ALCANTARA-FILHO (1978) (population ecology), BOTELHO *et al.* (1999) (population ecology, growth), IVO & GESTEIRA (1999) (a review on many aspects of its fisheries and life cycle), VASCONCELOS *et al.* (1999) (population ecology and growth) and ARAÚJO & CALADO (2008) (population ecology and reproduction). At the Ariquindá and Mamucabas Rivers, state of Pernambuco, Brazil, CASTIGLIONI & COELHO (2011) and CASTIGLIONI *et al.* (2011) have studied reproductive aspects of this species. Due to the socio-economic importance of the given species, more studies on the growth and condition factor are needed, especially if considered its current status of overexploited species, according to MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004).

Despite of the papers written by BOTELHO *et al.* (1999), IVO *et al.* (1999), VASCONCELOS *et al.* (1999) and ARAÚJO & CALADO (2008) show some information on the relationship carapace width (CW) vs. humid weight (HW) for Northeastern Brazilian mangroves, no detail is given to the condition factor. The present study aims at contributing to the biological knowledge of *U. cordatus*, through the following specific objectives: to describe the crab biometry (CW and HW), the growth for the relationship between these two variables, the condition factor and its correlation with the reproductive period, as well as to evaluate the sexual and seasonal variations, and to compare two areas with different degrees of conservation, the Ariquindá and Mamucabas Rivers, important estuaries of the state of Pernambuco, Northeast Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Sampling areas. The samples of *Ucides cordatus* were accomplished in the mangrove forests of the Ariquindá (8°46'43.69"S and 35°06'25.87"W) and Mamucabas River (8°41'28.48"S and 35°06'09.32"W), both located in the Municipality of Tamandaré, State of Pernambuco, Brazil. The region has a climate within the As' type of Köppen system, i.e. hot and humid, with mean temperatures that vary between 25 and 30 °C, and mean rainfall around 2.000 mm (MOURA & PASSAVANTE, 1995). Besides, this area exhibits two well defined seasons according to the level of rainfall: dry (from September to December) and rainy (from January to July) (MOURA & PASSAVANTE, 1995). These two close areas present similar characteristics of vegetation and substrate, but exhibit different degrees of conservation, as follows.

The Ariquindá River is inserted in the Guadalupe APA (Area of Environmental Preservation), with an extension of 7 km and, together with its tributary, União River, composes the Formoso River basin (CPRH, 1999). It is considered one of the last non polluted rivers of the state of Pernambuco (GREGO *et al.*, 2009). The chosen mangrove area of Ariquindá River is located near its confluence with Formoso River, at Carneiros Beach, and in the field expeditions it could be noticed a dominance of the plant species *Rhizophora mangle* L., followed by *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. and *Avicennia schaueriana* Stapf and Leechman ex Moldenke, the last one less frequent. The substratum was visually characterized as muddy sand.

The Mamucabas River is located, almost completely, in the Municipality of Tamandaré. This river rises at the west of the Salinho Biological Reserve, being dammed after entering in the Reserve, forming a reservoir that supplies Tamandaré. From the spring until the coastal plain it runs in the surrounding areas of the municipality, meeting the Ilhetas River and together they disembugue (CPRH, 2003). It is considered an impacted estuary due to the housing occupation in the surrounding areas (SANTOS *et al.*, 2001), with great deposition of waste and deforestation. The sampling area is located near the mouth of these rivers, and in the field expeditions it could be noticed a dominance of the plant species *L. racemosa*, followed by *R. mangle* and, in less abundance, *A. schaueriana*. The substratum was also visually characterized as muddy sand.

CHRISTOFOLLETTI *et al.* (2012) performed a field experiment to evaluate the feeding preferences of *U. cordatus*, and found that this species of crab shows no preference for species of trees, so probably in the present study the small difference observed in the composition of the mangrove does not affect significantly our results. Samplings. The crabs were monthly collected from April 2008 to March 2009, by a professional crabber who used his arm or a hook to reach into the burrow (PINHEIRO &

FISCARELLI, 2001; DIELE *et al.*, 2005; ARAÚJO & CALADO, 2008), in three 5 m² plots in each mangrove. All the area was explored. These plots were located parallel to the river and 20 m distant from each other. Sampling was carried out during low tide around the full or new moon; since the forest is flooded only during spring high tides, the crabs can be caught more easily in the softened sediment at these times. After the samples, the crabs were kept in plastic bags and transported to laboratory in coolers.

Laboratory activities. The crabs were separated by sex, and from each one, the carapace width (CW) was measured using a vernier caliper of 0.01 mm of precision. The CW was taken considering the widest dimension. The humid weight (HW) of each crab was obtained with an electronic balance of 0.01g of precision. The ovigerous condition of females was also noted.

Statistical analysis. The minimum, mean ($\pm$ standard deviation) and maximum values of CW and HW were determined for each sex and estuary. The Mann-Whitney-Wilcoxon *U* test was applied to compare the CW and HW between sexes and estuaries ($\alpha = 0.05$; ZAR, 1996).

The growth of *U. cordatus* was described for each sex and estuary through the potency equation $HW = aCW^b$, where HW is the humid weight, CW is the carapace width, *b* is the slope, and *a* is the intercept. The fit was evaluated by the coefficient of determination (*r*²). An Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to compare the slopes and intercepts of the lines between sexes, to verify the possibility of grouping males and females by the same equation ($\alpha = 0.05$; ZAR, 1996). The type of weight increase was defined by the coefficient *b* (isometric, *b* = 3; positively allometric, *b* > 3; and negatively allometric, *b* < 3), which had its significance tested by the Student *t* test ($\alpha = 0.05$; ZAR, 1996).

The condition factor (CF) was calculated by the formula $a = HW/CW^b$ (LE CREN, 1951). This formula was applied by each estuary and by seasons (Summer = January to March; Autumn = April to June; Winter = July to September; and Spring = October to December) for each sex. The minimum, mean ($\pm$ standard deviation) and maximum values of the CF were estimated for each sex. The Mann-Whitney-Wilcoxon *U* test was applied to compare the CF between sexes and estuaries, and the Kruskal-Wallis test, to compare the CF among seasons,

followed by Dunn's *a posteriori* test when significant differences were detected ($\alpha = 0.05$; ZAR, 1996).

To verify the effectiveness of the CF as a determinant of the reproductive period (the period when the females incubate their eggs), the Pearson's linear coefficient (*r*) was applied to correlate the CF and the number of ovigerous females by seasons of the year ($\alpha = 0.05$; ZAR, 1996). The values of *r* vary from -1 to +1 and the nearest to these values, the strongest is the association between the examined variables. The zero score of this coefficient indicates the absence of correlation (AYRES *et al.*, 2007).

RESULTS

A total of 1,298 individuals of *U. cordatus* were collected. In both estuaries (Ariquindá and Mamucabas), male crabs showed larger CW and HW ($p < 0.05$) than females (Tab. I). At the Ariquindá River, males were 6.58 mm larger and 19.88 g heavier than females; at the Mamucabas River, males were 5.95 mm larger and 18.12 g heavier than females. Comparing both populations, no difference was observed in the size or weight ($p > 0.05$).

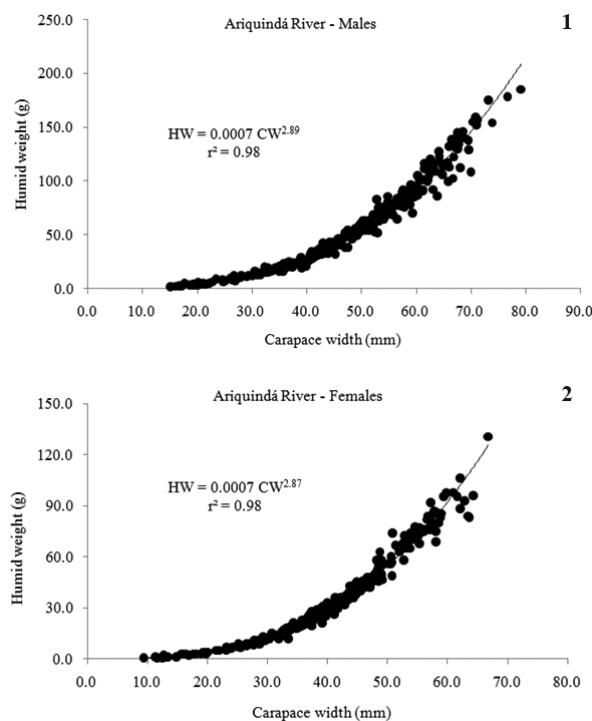
The species *U. cordatus* showed allometric negative growth ($p < 0.05$), tending to isometry, in both estuaries and sexes (Figs 1-4).

Regarding the sexual variations of the CF, there was no statistically significant difference between sexes at Ariquindá River ($p > 0.05$), while at Mamucabas River, the CF was significantly higher in females than in males ($p < 0.05$). Regarding the spatial variations, the CF of males and females varied significantly between estuaries ($p < 0.05$), both being higher at the Ariquindá River (Tab. I). Regarding the seasonal variations, there was significant differences ($p < 0.05$), with the lowest values of the CF occurring in the winter, for both sexes and estuaries (Tab. II).

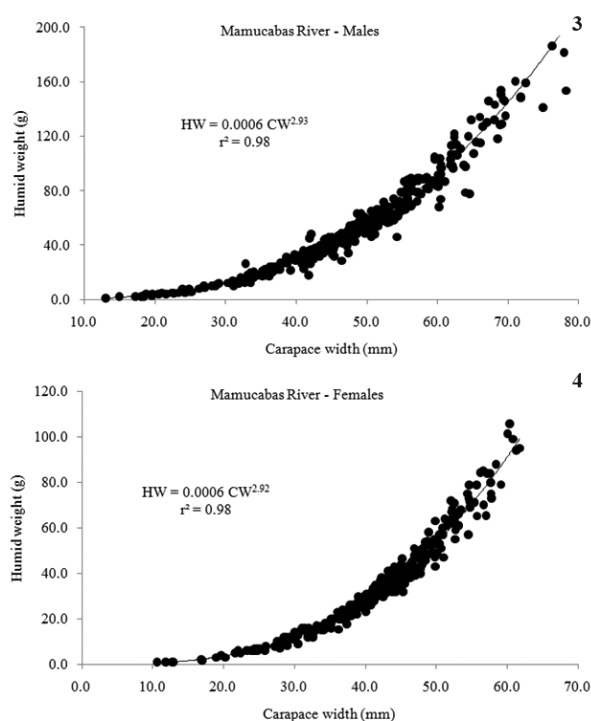
The number of ovigerous females by seasons of the year is presented in Tab. III. At Ariquindá River, they represent 13.09% of all captured females, and at Mamucabas River, 10.44%. They were only found in the summer and in the autumn, and the most expressive number was found in the summer. Their abundance and the CF weren't correlated, both in the Ariquindá ($r = 0.34$; $t = 0.51$) and in the Mamucabas Rivers ($r = 0.06$; $t = 0.08$) ($p > 0.05$).

Tab. I. Minimum, mean ($\pm$ standard deviation) and maximum values of carapace width (CW, mm), humid weight (HW, g) and condition factor (CF, 10⁻⁴) of *Ucides cordatus* males and females sampled at the Ariquindá and Mamucabas Rivers estuaries, Northeast Brazil (N, number of individuals; Min, minimum; Max, maximum).

Variables		Ariquindá River		Mamucabas River	
		Males N = 333	Females N = 252	Males N = 378	Female N = 335
CW (mm)	Min	15.08	9.32	12.98	10.59
	Mean $\pm$ sd	46.70 $\pm$ 13.64	40.12 $\pm$ 12.02	46.39 $\pm$ 12.59	40.44 $\pm$ 10.12
	Max	79.10	66.78	79.50	61.78
HW (g)	Min	1.50	0.50	1.00	1.00
	Mean $\pm$ sd	55.85 $\pm$ 39.88	35.97 $\pm$ 25.97	52.37 $\pm$ 37.11	34.25 $\pm$ 21.46
	Max	185.09	130.79	188.17	105.80
CF (10 ⁻⁴)	Min	1.81	2.63	2.00	2.53
	Mean $\pm$ sd	8.00 $\pm$ 4.84	7.42 $\pm$ 2.24	6.18 $\pm$ 2.94	7.38 $\pm$ 5.79
	Max	30.53	15.60	15.55	46.63



Figs 1, 2. Regression between the carapace width (CW) and humid weight (HW) for *Ucidus cordatus* males (1) and females (2) at the Ariquindá River estuary, Northeast Brazil.



Figs 3, 4. Regression between the carapace width (CW) and humid weight (HW) for *Ucidus cordatus* males (3) and females (4) at the Mamucabas River estuary, Northeast Brazil.

Tab. II. Power equations of the relationship between the carapace width (CW) vs. humid weight (HW) of *Ucidus cordatus* males and females sampled in four different seasons at the Ariquindá and Mamucabas Rivers estuaries, Northeast Brazil. ⁽¹⁾For the same sex and river, the same letter indicates that the condition factor did not differ significantly among seasons ($p < 0.05$). Condition factor in scientific notation (10^{-4}).

Seasons	Ariquindá River		Mamucabas River	
	Males	Females	Males	Females
Autumn	HW = 11.60CW ^{2.87} a	HW = 7.55CW ^{2.86} a	HW = 5.36CW ^{2.96} a	HW = 9.09CW ^{2.82} a
Winter	HW = 4.14CW ^{2.99} b	HW = 6.32CW ^{2.92} a	HW = 3.09CW ^{3.03} b	HW = 4.26CW ^{2.97} b
Spring	HW = 6.85CW ^{2.88} c	HW = 7.01CW ^{2.86} a	HW = 8.65CW ^{2.84} c	HW = 8.09CW ^{2.83} ab
Summer	HW = 7.11CW ^{2.91} ac	HW = 9.53CW ^{2.83} b	HW = 6.12CW ^{2.92} a	HW = 4.64CW ^{2.97} b

Tab. III. Number of ovigerous females of *Ucidus cordatus* sampled in four different seasons at the Ariquindá and Mamucabas Rivers estuaries, Northeast Brazil.

Seasons	Number of ovigerous females	
	Ariquindá River	Mamucabas River
Autumn	10	7
Winter	0	0
Spring	0	0
Summer	23	28

DISCUSSION

In the present study, sexual dimorphism in relation to size and weight was detected, with males showing larger carapace width (CW) and humid weight (HW) than females. Such phenomenon is commonly observed in brachyuran crabs (WARNER, 1967; DÍAZ & CONDE, 1989; ARAÚJO *et al.*, 2012) and registered by several authors for *U. cordatus* (ALCÁNTARA-FILHO, 1978; IVO *et al.*, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 1999). According to IVO *et al.* (1999), in *U. cordatus* the sexual dimorphism is related to the reproductive function, standing out the larger size and weight of the chelipods of males due to the role they develop during mating, entwining the

female. WARNER (1967) and DÍAZ & CONDE (1989) cite that this sexual dimorphism in size may be related to differential growth rates between the sexes, which were observed herein. Sexual differences in feeding rates, behavior and migratory phenomenon are factors that may influence on these differential growth rates (GIESEL, 1972; WOLF *et al.*, 1975; MONTAGUE, 1980). BLISS (1968) emphasizes that the presence of the androgen gland in males is responsible for the weight gain right after maturity, influencing the sexual dimorphism. Since the feeding preferences and consumption rates of males and females are similar (NORDHAUS *et al.*, 2006), we believe that the main factor acting in the sexual dimorphism of this population is the fact that the females invest more

energy in reproduction than in growth (HARTNOLL, 1985; DIELE & KOCH, 2010b), once the oocytes are cells greater than the spermatozooids. However, ARAÚJO & CALADO (2008), studying an impacted mangrove at Northeast Brazil, found no difference in size and weight between sexes in a population of *U. cordatus* at the area, probably as a result of the selective capture of males.

In both sexes and estuaries, the CW vs. HW relationship showed a significant positive relation, with high values of r^2 , as also observed by PINHEIRO & FISCARELLI (2009). *Ucides cordatus* showed negative allometric growth tending to isometry in this relationship. Similar results were also observed by IVO *et al.* (1999) and ARAÚJO & CALADO (2008). These findings reflect the fact that, during its ontogeny, the crab grows more in width than in weight. Such fact may be related to the dilatation that this species develops in the lateral of the carapace, which stores six pairs of gills (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009). That dilatation, very expressive in the adult phase, allows a greater storage of atmospheric air, giving the species a better resistance to dehydration and allowing it to spend more time out of the water than aquatic brachyuran species (SANTOS *et al.*, 1986). The development of the gills chamber is also found in other semiterrestrial species, as *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) (Gecarcinidae), which makes the *U. cordatus* very similar to other semiterrestrial crabs (SANTOS *et al.*, 1985).

The values of b , which represents the weight increase, were within the established limit for aquatic organisms, which varies from two to four (LE CREN, 1951; HARTNOLL, 1982). Such a result was observed in the swimming crabs *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (BRANCO & FRACASSO, 2004; BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005) and *C. danae* Smith, 1869 (BRANCO *et al.*, 1992; BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005), in the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (PINHEIRO & TADDEI, 2005), and in the semiterrestrial crabs *Armases angustipes* (Dana, 1852) (KOWALCZUK & MASUNARI, 2000) and *U. cordatus* (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009; GOES *et al.*, 2010). That allows inferring that this rule may be extended to semiterrestrial crabs. Besides, such amplitude gives indicatives of changes in weight of the animal between different phases of growth and in the onset of sexual maturity (MANTELATTO & FRANZOZO, 1992; PINHEIRO & FRANZOZO, 1993).

The rates of growth were different according to the sex, being significantly higher in males. Such differences are related to the larger size and weight attained by males, as discussed before, and by the growth of their chelipods that, according to PINHEIRO & HATTORI (2006), show a positive allometric pattern from the puberty molt towards.

In brachyuran species, generally the condition factor (CF) is higher in females, as observed in *Dilocarcinus pagei* (PINHEIRO & TADDEI, 2005) and in *U. cordatus* (PINHEIRO & FISCARELLI, 2009), due

to the larger size and weight attained by the ovaries after maturity. This may explain the higher CF of females at Mamucabas River. However, at Ariquindá River, there was no significant difference between the sexes, probably because other biological factors, as metabolism, nutritional aspects, stage of sexual maturity, time of recruitment, or a combination of them (RODRÍGUEZ, 1987), may be influencing the values of the CF, besides the gonads. The absence of sexual dimorphism in the CF was also observed in *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) by PINHEIRO & FRANZOZO (1993). Spatial differences may occur even at a local scale, since place may influence the rates of growth of brachyuran species (BAPTISTA-METRI *et al.*, 2005).

Many studies have related a decrease of the condition factor during the reproductive season (VAZZOLER, 1996; PINHEIRO & TADDEI, 2005; PINHEIRO & FISCARELLI, 2009), as a result of the spawning. However, in the present study, no correlation was found between the CF and the abundance of ovigerous females. In general, lower CF is associated with the spawning period (AGOSTINHO *et al.*, 1990; DUTIL *et al.*, 2003; PINHEIRO & TADDEI, 2005), but in the present the lowest value of the CF was observed in the winter, a season where no ovigerous females were recorded. Probably, some animals were captured when the energy stored in the hepatopancreas was reverted to the maturity of the gonads or to their reorganization after spawning, phenomena that lead to an increase of the CF, while others were collected during spawning itself, which leads to a reduction of the CF. Thus, no clear pattern could be distinguished. Besides the reproductive period, it's well known that the molt leads to low condition factors (PINHEIRO & TADDEI, 2005), and possibly the molting cycle is influencing in the present population. This assumption can be confirmed by the literature: according to PINHEIRO & FISCARELLI (2009), the low CF of *U. cordatus* observed in the winter is related to the fact that this period precedes the months with the highest frequency of ecdysis. Such result suggests that the condition factor by itself cannot be used as a single parameter for the determination of the reproductive period, but it has to be used in association with the monthly frequency in which ovigerous females are found during an annual range, and the data obtained from the macroscopic observation of the gonads and the observation of the copula (PILLAY & ONO, 1978; CHOY, 1988; SUMPTON, 1990). Besides, the gonadosomatic index may be used for this purpose, since it also considers the weight of the ovaries (VAZZOLER, 1996).

The low abundance of ovigerous females is commonly observed in brachyuran species, as *C. ornatus* (MANTELATTO & FRANZOZO, 1997), *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (NEGREIROS-FRANZOZO *et al.*, 2002), *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (SILVA & OSHIRO, 2002; COBO & FRANZOZO, 2003), *Armases rubripes* (Rathbun, 1897) (LIMA *et al.*, 2006), *Uca rapax* (Smith,

1870) (CASTIGLIONI *et al.*, 2007), *Uca uruguayensis* (Nobili, 1901) and *Neohelice granulata* (Dana, 1851) (CÉSAR *et al.*, 2007), as well as *U. cordatus* (ARAÚJO & CALADO, 2008; present study). Probably these females may have a cryptic habit when compared to the non-ovigerous females.

Some papers have reported on populations of *U. cordatus* under fisheries overexploitation, resulting in the diminution of the carapace width of the population (BOTELHO *et al.*, 1999; AMARAL & JABLONSKI, 2005). ARAÚJO & CALADO (2008) related that the deforestation of the mangrove, as well as the industrial and domestic sewage that spills onto the Mundaú/Manguaba Estuarine Lagoon Complex (CELMM, state of Alagoas) also affect negatively the local population of *U. cordatus*. In the present study both populations of this species showed similar values of size and weight. This could suggest that the population of *U. cordatus* at Mamucabas River isn't suffering with the impacts that this estuary is currently receiving, being adapted to the habitat. However, the CF of both males and females differed between estuaries, being lower at Mamucabas River. Some environmental impacts cannot be detected just taking into account the external aspects of a given organism. A deviation from the normal status is more likely to be detected with the use of bioindicators, including bioindicators at individual level, as the condition factor (ARIAS *et al.*, 2007). Considering the body morphology, specimens with the same size can apparently demonstrate the same healthiness, but internally, their physiology may be affected, which can be detected through a diminution of the CF. The mangrove in Mamucabas has been reduced by the housing occupation, deposition of waste and deforestation (SANTOS *et al.*, 2001), with many trees had been cut. This may reduce the food resource for this herbivorous crab, and these lower rates of feeding probably may reduce the CF.

The evaluation of the sexual variations of the CW vs. HW relationship and the condition factor proved to be good parameters for the study of the biology of *U. cordatus*, especially regarding the sexual dimorphism of the growth, as well as evidencing the environmental impacts. Indeed, more studies are needed on the growth and condition factor for this species, as well as for other freshwater, estuarine and marine Brachyura with socio-economic importance. The data obtained in these studies are important for management plans, since they allow monitoring and evidencing environmental impacts, as observed herein.

Acknowledgements. The authors are grateful to the Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), for financial support for fieldwork to D.S.C (APQ: 0108-2.04/07), to CNPq for a fellowship to D.S.C. and to CAPES for a fellowship to M.S.L.C.A. We are grateful to Adriano Martins for his help during fieldwork. All sampling in this study was conducted in compliance with current applicable state and federal laws (ICMBio 14340-1).

REFERENCES

- AGOSTINHO, A. A.; BARBIERI, G.; VERANO, J. R. & HAHN, N. S. 1990. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no rio Paranapanema, Porecatu, PR. **Ciência e Cultura** 42:711-714.
- ALCÂNTARA-FILHO, P. 1978. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar** 18:1-41.
- AMARAL, A. C. Z. & JABLONSKI, S. 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade** 1:43-51.
- ARAÚJO, M. S. L. C. & CALADO, T. C. S. 2008. Bioecologia do caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 8:169-181.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; BARRETO, A. V.; NEGROMONTE, A. O. & SCHWAMBORN, R. 2012. 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.
- ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R. & BAPTISTA, D. F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e saúde coletiva** 12:61-72.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. A. S. 2007. **Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas da ciências biomédicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. 324p.
- 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 (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22:446-453.
- BLISS, D.E. 1968. Transition from Water to Land in Decapod Crustaceans. **American Zoologist** 8:355-392.
- BOTELHO, E. R. O.; DIAS, A. F. & IVO, C. T. C. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado nos Estuários dos Rios Formoso (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** 7:117-145.
- BRAGA, F. M. S.; BRAGA, M. A. S. & GOITEIN, R. 1985. Fator de condição e alimentação de *Paralorchurus brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha Anchieta (lat. 23°33'S - long. 45°05'W), Ubatuba, Estado de São Paulo. **Naturalia** 10:1-11.
- BRANCO, J. O. & FRACASSO, H. A. A. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21:91-96.
- BRANCO, J. O.; LUNARDÓN, M. J.; ÁVILA, M. G. & MIGUEL, C. F. 1992. Interação entre fator de condição e índice gonadosomático como indicadores do período de desova em *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 9:175-180.
- 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.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. & CARDOSO, C. F. 2007. Breeding season and molt cycle of the fiddler crab *Uca rapax* (Brachyura: Ocypodidae) in a subtropical estuary, Brazil, South America. **Gulf and Caribbean Research** 19:11-20.
- CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. & MORTARI, R. C. 2006. Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodoidea) proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil. **Atlântica** 28:73-86.
- CASTIGLIONI, D. S.; SILVA, J. V. C. L. & AZEVEDO, D. S. 2011. 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.
- CÉSAR, I. I.; ARMENDARIZ, L. C. & BECERRA, R. V. 2007. Fecundity of *Uca uruguayensis* and *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda, Brachyura) from the "Refúgio de Vida Silvestre", Bahía Samborombón, Argentina. **Brazilian Journal of Biology** 67:749-753.

- CHOY, S. C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *Liocarcinus holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. **Marine Ecology** 9:227-241.
- CHRISTOFOLETTI, R. A.; HATTORI, G. Y. & PINHEIRO, M. A. A. 2012. Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals. **Hydrobiologia** 1-10 (online first).
- COBO, V. J. & FRANZOZO, A. 2003. External factors determining breeding season in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) on the São Paulo state northern coast, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20:213-217.
- CPRH (COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE). 1999. **Diagnóstico sócio-ambiental e ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Litoral sul de Pernambuco**. Recife, CPRH/GERCO. 91p.
- _____. 2003. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral sul de Pernambuco**. Recife, CPRH/GERCO. 87p.
- DALABONA, G. & LOYOLA E SILVA, J. 2005. Período reprodutivo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) na Baía de Laranjeiras. **Acta Biologica** 34:115-126.
- DÍAZ, H. & CONDE, J. E. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science** 45:148-163.
- DIELE, K. & KOCH, V. 2010a. Comparative population dynamics and life history strategies of mangrove crabs, genera *Uca* and *Ucides*. In: SAINT-PAUL, U. & SCHNEIDER, H. eds. **Mangrove dynamics and management in north Brazil**. Ecological Studies. Berlin-Heidelberg, Springer. v. 211, p. 275-285.
- _____. 2010b. Growth and mortality of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in N-Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 395:171-180.
- DIELE, K.; KOCH, V. & SAINT-PAUL, U. 2005. Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté estuary, North Brazil: Indications for overfishing? **Aquatic Living Resource** 18:169-178.
- DUTIL, J. D.; LAMBERT, Y. & DENIS, C. 2003. Winter and spring changes in condition factor and energy reserves of wild cod compared with changes observed during food-deprivation in the laboratory. **ICES Journal of Marine Science** 60:780-786.
- FROESE, R. 2006. Cube law, condition factor, and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology** 22:241-253.
- GERALDES, M. G. & CALVENTI, I. B. 1983. Estudios experimentales para el mantenimiento en cautiverio del cangrejo *Ucides cordatus*. **Ciencia Interamericana** 23:41-53.
- GIESEL, J. T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. **American Naturalist** 106:380-387.
- GOES, P.; BRANCO, J. O.; PINHEIRO, M. A. A.; BARBIERI, E.; COSTA, D. & FERNANDES, L. L. 2010. Bioecology of the uçá-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** 58(2):153-163.
- GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. 2009. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica** 31:183-198.
- HARTNOLL, R. G. 1982. Growth. In: BLISS, D. E. ed. **The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetic**. New York, Academic Press. p. 111-196.
- _____. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: WENNER, A. M. ed. **Factors in adult growth**. Rotterdam, A. A. Balkema. p. 101-123.
- HATTORI, G. Y. & PINHEIRO, M. A. A. 2003. Fertilidade do caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 20(2):309-313.
- HUXLEY, J. S. 1950. Relative growth and form transformation. **Proceedings of the Zoological Society of London** 137:465-469.
- IVO, C. T. C. & GESTEIRA, T. C. V. 1999. Sinopse das observações do Caranguejo uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado em estuários de sua ocorrência no Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** 7:9-51.
- IVO, C. T. C.; DIAS, A. F. & MOTA, R. I. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado no Delta do Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE** 7(1):53-84.
- KOWALCZUK, V. G. L. & MASUNARI, S. 2000. Crescimento relativo e determinação da idade na fase juvenil de *Armases angustipes* (Dana) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 17:17-24.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition factor in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology** 20:201-219.
- LIMA, G. V.; SOARES, M. R. S. & OSHIRO, L. M. Y. 2006. Reproductive biology of the sesarmid crab *Armases rubripes* (Decapoda: Brachyura) from an estuarine area of the Sahy river, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia** 96:47-52.
- LOTTRICH, V. A. 1973. Growth, production, and community composition of fishes inhabiting a first-second, and third-order stream of eastern Kentucky. **Ecological Monographs** 43(3):377-397.
- MACINTOSH, D. J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. **Symposia of the Zoological Society of London** 59:315-341.
- MANTELATTO, F. L. M. & FRANZOZO, A. 1992. Relação peso/largura da carapaça no caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) na região de Ubatuba, SP, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 35(4):719-724.
- _____. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana** 70(2):214-226.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2004. **Instrução Normativa nº 5, Anexo II: Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração**. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=267>. Acesso em: 16.01.2012.
- MONTAGUE, C. L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs. **Contributions in Marine Science** 23:25-55.
- MOURA, R. T. & PASSAVANTE, J. Z. O. 1995. Biomassa fitoplancônica na baía de Tamandaré, Rio Formoso – Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** 23:1-15.
- MOTA-ALVES, M. I. 1975. Sobre a reprodução do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do Estado do Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar** 15(2):85-91.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M. L.; FRANZOZO, A. & BERTINI, G. 2002. Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda: Ocypodidae) at a Sandy beach in southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology** 22:157-161.
- NORDHAUS, I.; DIELE, K. & WOLFF, M. 2009. Activity patterns, feeding and burrowing behaviour of the crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in a high intertidal mangrove forest in North Brazil. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 374:104-112.
- NORDHAUS, I.; WOLFF, M. & DIELE, K. 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 67:239-250.
- NORDI, N.; NISHIDA, A. K. & ALVES, R. R. N. 2009. Effectiveness of two gathering techniques for *Ucides cordatus* in Northeast Brazil: implications for the sustainability of mangrove ecosystems. **Human Ecology** 37:121-127.
- OSTRENSKY, A.; STERNHAIN, U. S.; BRUN, E.; WEGBECHER, F. X. & PESTANA, D. 1995. Análise da viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral paraense. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 38(3):939-947.
- PILLAY, K. K. & ONO, Y. 1978. The breeding cycles of two species of grapsidae crabs (Crustacea, Decapoda) from the north coast of Kyushu, Japan. **Marine Biology** 45:237-248.
- PINHEIRO, M. A. A. & FISCARELLI, A. G. 2001. **Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Florianópolis, UNESP/IBAMA/CEPSUL. 43p.
- _____. 2009. Length-weight relationship and condition factor of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** 52:397-406.
- PINHEIRO, M. A. A. & FRANZOZO, A. 1993. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. **Crustaceana** 65:365-376.
- PINHEIRO, M. A. A. & HATTORI, G. Y. 2006. Relative growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 49:813-823.

- PINHEIRO, M. A. A. & TADDEI, F. G. 2005. Relação peso/largura da carapaça e fator de condição em *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Trichodactylidae), em São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**:825-829.
- RODRÍGUEZ, A. 1987. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del golfo de Cádiz. III. Biometría, edad y crecimiento. **Investigaciones Pesqueras** **51**:23-38.
- SANTOS, M. C. F.; BOTELHO, E. R. O. & IVO, C. T. C. 2001. Biología populacional e manejo da pesca de aratu, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) no litoral sul de Pernambuco—Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **9**:87-123.
- SANTOS, M. C. F.; ENGELSTEIN, M. & GABRIELLI, M. A. 1985. Relationships concerning respiratory devices in crabs from different habitats. **Compared Biochemistry and Physiology** **81**(3):567-570.
- SANTOS, M. C. F.; SUADICANI, S. O.; MARTINEZ, C. B. R. & LOBO, E. S. 1986. Rates of water loss in four crabs from different habitats. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology** **85**:309-312.
- SILVA, Z. S. & OSHIRO, L. M. Y. 2002. Aspectos reprodutivos de *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **19**:907-914.
- SUMPTON, W. D. 1990. Morphometric growth and fisheries biology of the crab *Charybdis natator* (Herbst) in Moreton Bay, Australia (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** **59**:113-120.
- VASCONCELOS, E. M. S.; VASCONCELOS, J. A. & IVO, C. T. C. 1999. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) capturado no Estuário do Rio Curimataú (Canguaretama) no Estado do Rio Grande do Norte. **Boletim Técnico Científico do CEPENE** **7**:85-116.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, Nupelia. 169p.
- WARNER, G. F. 1967. The life history of the mangrove tree crab, *Aratus pisonii*. **Journal of Zoology** **153**:321-335.
- WOLF, P.; SHANHOLTAER, S. F. & REIMOLD, R. J. 1975. Population estimates for *Uca pugnax* on Duplin estuary marsh. Georgia, USA. **Crustaceana** **29**:79-91.
- ZAR J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice-Hall. 662p.