



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ E MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE DOUTORADO EM ZOOLOGIA

**Interação de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763
em manguezais da Ilha de Marajó: uma
abordagem ecológica**

CLEIDSON PAIVA GOMES

Orientador: Dr. Marcus E. B. Fernandes

Belém - PA

2012

CLEIDSON PAIVA GOMES

Interação de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763
em manguezais da Ilha de Marajó: uma
abordagem ecológica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e
Universidade Federal do Pará, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Doutor em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Marcus E. B. Fernandes

Belém - PA

2012

FOLHA DE APRESENTAÇÃO

Candidato: Cleidson Paiva Gomes
Título da Tese: Interação de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) com os manguezais da Ilha de Marajó: uma abordagem ecológica.
Área de concentração: Zoologia
Orientador: Marcus Emanuel Barroncas Fernandes

A comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa da Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 01/10/2012, considerou.

(X) Aprovado () Reprovado

Banca Examinadora**Examinador**

Nome: Dr. João Marcos Góes

Instituição: Universidade Federal do Piauí

Assinatura: _____

Examinador

Nome: Dr. Fernando Araújo Abrunhosa

Instituição: Universidade Federal do Pará – Campus Bragança

Assinatura: _____

Examinador

Nome: Dra. Moirah Paula Machado de Menezes

Instituição: Universidade Federal do Pará – Campus Bragança

Assinatura: _____

Examinador

Nome: Dr. Cleverson Rannieri Meira dos Santos

Instituição: Museu Paraense Emílio Goeldi

Assinatura: _____

Presidente:

Nome: Dr. Marcus Emanuel Barroncas Fernandes

Instituição: Universidade Federal do Pará – Campus Bragança

Assinatura: _____

EPÍGRAFE

“...Minha cama é a lama, calendário é o mar.

Me persegues, me punis.

Mas não vou me entregar.

Hoje noite de lua, noite boa pra namorar.

Guardarei meus instintos.

Hoje eu quero só andar...”

DEDICATÓRIA

“Dedico a Deus, o pleno responsável por tudo em minha vida...”

A meu Pai, **João Gomes Filho** e ao meu Tio **Wagner Pinheiro**.

In memoriam

AGRADECIMENTOS

- Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela oportunidade de formação.
- Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Abaetetuba.
- Ao Prof. Dr. Marcus Emanuel Barroncas Fernandes pela orientação, paciência e apoio durante o desenvolvimento deste desta Tese. Sou grato por todo o aprendizado.
- A minha esposa Lana Gomes e meus filhos, Évora, João Neto e David Gomes, que souberam esperar por tanto tempo para que ficássemos finalmente juntos, pra sempre!
- A minha grande Mãe, Alzira Gomes e as minhas Irmãs, Christiane e Carla Gomes, que sempre estiveram presentes nos momentos importantes.
- Ao meu Irmão, Danilo Gardunho, eternos parceiro no campo e na vida. Valeu Companheiro.
- Ao casal, Osvaldo e Mônica Gardunho, pela acolhida e generosidade.
- Ao Sr. Brito e Sra. Jerônima, pela amizade e logística em Soure.
- A Dra. Eva Abufaiad, pela grande acolhida, simpatia e apoio em Soure.
- A Tropa do mangue: Juliana Reis, Zoio, Ney, Berruga e Sr. Pedrinho. Minha grande equipe de Campo.
- Aos parceiros, Rosa, Adriane, Jota, Neto, Gavino e Joãozinho pelo apoio nas coletas.
- A todos os colegas do Laboratório de Ecologia de Manguezal (LAMA), UFPA.
- As amigas, Dorotéia e Vanessa, pelo apoio e por estarem sempre dispostas a ajudar.
- A todos que tenham contribuído em qualquer momento para a concretização deste trabalho.

Obrigado!

SUMÁRIO

FOLHA DE APRESENTAÇÃO	i
EPIÍGRAFE	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMO GERAL	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1. INTRIDUÇÃO GERAL	1
1.1. O ecossistema manguezal	1
1.2. O caranguejo-uçá, <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) e seu papel ecológico.....	7
2. Principais Objetivos.....	13
O ESCOPO DA TESE	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 2. Associação de <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) (Ucididae) às zonas de transição com várzea estuarina na Ilha de Marajó, Pará, Brasil	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 3. Avaliação de fatores que controlam as populações de <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) (Ucididae) em zonas de transição na Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	52
RESUMO.....	53

ABSTRACT	54
INTRODUÇÃO	55
MATERIAL E MÉTODOS	57
RESULTADOS	60
DISCUSSÃO	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CAPÍTULO 4. Predação e seletividade de propágulos de <i>Rhizophora</i> spp. por <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763): o efeito sobre o seu recrutamento nas florestas de mangue na Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	80
RESUMO.....	81
ABSTRACT	82
INTRODUÇÃO	83
MATERIAL E MÉTODOS	86
RESULTADOS	94
DISCUSSÃO	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO GERAL	109
DISCUSSÃO GERAL	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	1
Fig. 1: Caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>), Paia do Goiabal, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil	10
CAPÍTULO 2	26
Fig. 1. Localização geográfica dos sítios de coleta no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	34
Fig. 2. Densidade relativa das árvores de mangue e da várzea estuarina nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.	38
Fig. 3. Relação entre a densidade de galerias de <i>Ucides cordatus</i> e o nível de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue), em Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	39
Fig. 4. Relação entre a largura da carapaça (LC) de <i>Ucides cordatus</i> e o nível de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue), em Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	39
CAPÍTULO 3	52
Fig. 1. Localização geográfica dos sítios de coleta no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	58
Fig. 2. Variação anual da salinidade nos sítios de trabalho, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	62
Fig. 3. Participação percentual dos componentes da serapilheira nos manguezais de baixa e alta transição com várzea estuarina, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. Rh= <i>Rhizophora</i> spp., Vz=Várzea estuarina, Av= <i>Avicennia germinans</i> , La= <i>Laguncularia racemosa</i>	64
CAPÍTULO 4	80
Fig. 1. Localização geográfica do sítio de trabalho (Praia do Goiabal) no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.	87
Fig. 2. Desenho esquemático da fixação das cestas coletoras no principal canal-de-maré do manguezal da Praia do Goiabal, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil... ..	64
Fig. 3. Frequência média cumulativa da predação sobre propágulos de <i>Rhizophora</i> spp. de tamanho mais viável e menos viável ao desenvolvimento, ao longo de 41 dias de exposição	64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	26
Tabela I. Valores médios dos atributos estruturais da vegetação de Mangue (<i>Rhizophora</i>) e de Várzea Estuarina nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. DAP= Diâmetro à Altura do Peito; Alt= Altura; FR= Frequência Relativa; DE = Densidade; DO = Dominância; VI = Valor de importância. DP= desvio-padrão, <i>P</i> = nível de significância (<0,05), n.s. = não significativo.....	37
Tabela II. Valores médios ± Desvio-Padrão da densidade de galerias ocupadas e largura da carapaça de <i>Ucides cordatus</i> nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. <i>P</i> = nível de significância (<0,05).....	38
CAPÍTULO 3	53
Tabela I. Produção total e dos componentes da serapilheira (Mg·ha ⁻¹), Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. BT= Baixa transição, AT= alta transição, Rh= <i>Rhizophora</i> spp., Vz=Várzea estuarina, Av= <i>Avicennia germinans</i> , La= <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>P</i> =nível de significância (<0,05), n.s.= não significativo, n.a. = não aplicável.....	44
Tabela II. Características utilizadas como indicadores da atividade de pescas do caranguejo-uçá em manguezais de baixa e alta transição com várzea estuarina, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. LC = Largura da carapaça, DeR= densidade relativa.....	63
CAPÍTULO 4	80
Tabela I. Taxa de herbivoria sobre propágulos e folhas de <i>Rhizophora</i> spp., na Praia do Goiabal, Soure, Pará, Brasil. Tratamento-1= menor oferta de alimento; Tratamento-2= maior oferta de alimento; A (%)= percentual da taxa de consumo considerando para cada item individualmente; B (%)= percentual da taxa de consumo para os dois itens juntos. Valores de oferta e consumo estão expressos em peso seco (gPS·m ⁻² ·dia ⁻¹).....	96
Tabela II. Resultado da ANOVA: Fatorial axb (com replicação) da média cumulativa de herbivoria sobre propágulos de <i>Rhizophora</i> spp. de tamanho viável e menos viável para o recrutamento, ao longo do tempo de exposição. SQ = Soma dos Quadrados; QM = quadrado médio.....	98

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO 2	26
Anexo I. Valores utilizados para a análise de regressão entre a densidade de galerias (galerias.m^{-2}) e a largura da carapaça (mm) de <i>U. cordatus</i> com os valores do níveis de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue).....	44
Anexo II. Comparação da densidade de galerias e largura da carapaça (LC) de <i>Ucides cordatus</i> nos manguezais de diferentes municípios do Estado do Pará, Brasil.	44
CAPÍTULO 3	52
Anexo I. Comparação da produção anual de serapilheira ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em florestas dominadas por espécies do gênero <i>Rhizophora</i> , no litoral brasileiro.	71

RESUMO

O presente trabalho foi realizado nos manguezais de Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil, onde o grande aporte fluvial permite o desenvolvimento de zonas de transição estuário/rio que definem o limite geobotânico para os manguezais paraenses e, conseqüentemente, para o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Ucididae) frequentemente encontrado na região. Para uma abordagem ecológica sobre a interação entre *U. cordatus* e as florestas de mangue foram investigados os seguintes temas: i) a relação entre as características populacionais de *U. cordatus* e os diferentes níveis de transição ao longo do gradiente de vegetação entre as florestas de mangue e as florestas de várzea estuarina; ii) a influência dos fatores ambientais dessas zonas de transição sobre os padrões de tamanho e densidade populacional de *U. cordatus*; iii) os impactos da herbivoria de *U. cordatus* sobre a produção de propágulos e os possíveis efeitos no processo de recrutamento desses propágulos para as florestas de mangue. Sítios de trabalho foram classificados quanto ao nível de transição com floresta de várzea estuarina, sendo estes valores correlacionados com dados de densidade e tamanho dos indivíduos das populações de *U. cordatus*. Em cada sítio de trabalho determinou-se a disponibilidade de alimento através da serapilheira, as taxas de salinidade, e os indicadores das atividades de pescadores sobre essas áreas. O impacto de *U. cordatus* sobre o recrutamento dos bosques foi avaliado através da estimativa da taxa de herbivoria e predação de propágulos. Os resultados revelam que em zonas de “alta transição” as condições locais parecem limitar os estoques de *U. cordatus*, haja vista essa espécie ter apresentado valor de densidade

populacional muito abaixo daqueles registrados na zona de “baixa transição”. No entanto, zonas de alta transição oferecem condições mais favoráveis ao desenvolvimento das populações do caranguejo-ucá, principalmente no que se refere à variabilidade e disponibilidade de alimento e à proteção contra a ação antrópica na região. Os indicadores da atividade da pesca de *U. cordatus* revelaram que os bosques de mangue da zona de baixa transição estão mais sujeitos à sobreexploração, principalmente pela facilidade de acesso. A principal via de impacto sobre os propágulos foi a taxa de consumo de 60%, sendo que a taxa de exportação dos propágulos pelas marés foi de apenas 1%, sendo considerada pouco relevante. *U. cordatus* pode ser considerado o principal agente de impacto sobre a produção de propágulos desses bosques de mangue sem apresentar seletividade por tamanho ou maturidade dos propágulos, sendo importantes na regulação das taxas de recrutamento e, conseqüentemente, na dinâmica populacional das árvores de *Rhizophora* nas florestas de mangue da zona costeira da Ilha de Marajó, na Amazônia brasileira.

Palavras-chave: manguezal, caranguejos, *Ucides cordatus*, propágulos, *Rhizophora*.

ABSTRACT

The present study was carried out in the mangroves of Soure, Marajó Island, Pará, Brazil, where the great amount of freshwater intake allows the development of transition zones estuary/river defining the geobotanic limits for mangroves in the state of Pará and, hence, for the leaf-removing mangrove crab (Ucididae). For an ecological approach on the interaction between *U. cordatus* and mangrove forests the following issues were investigated: i) the relationship between the population characteristics of *U. cordatus* and different transition levels along the gradient of vegetation between mangrove forests and tidal valley forests, ii) the influence of environmental factors of such transition zones on patterns of size and density of *U. cordatus* population, iii) the impacts of herbivory of *U. cordatus* on the seedlings production and the possible effects on recruitment process of these seedlings for mangrove forests. Study sites were classified according to the transition level of the tidal várzea forests, and these values correlated with density and size values of *U. cordatus* population. In each study site the availability of food by litterfall rates, salinity, and indicators of fishing activities on these areas were determined. The impact of *U. cordatus* on the recruitment of mangrove stands was evaluated by estimating the rate of herbivory and predation on propagules. The results reveal that in the zone of "high transition" local conditions seem to limit *U. cordatus* stocks, showing that the density of this species population is much lower compared to those recorded in the "low transition" zone. However, areas of high transition offer more favorable conditions for development of the leaf-removing mangrove crab populations, especially with regard to the variability and availability of food and

protection from human action in the region. The indicators of fishing activity on *U. cordatus* revealed that the mangrove forests of the lower transition zone are more subject to overexploitation, mainly for ease of access. The main via of impact on propagules was the consumption rate of 60%, being the rate of export of propagules by tides of only 1%, thus less relevant. *U. cordatus* may be considered the most important impact agent on the propagules production of these mangrove forests without showing selectivity by size or maturity of seedlings, being important in the regulation of recruitment rates and, hence, in the population dynamics of *Rhizophora*'s trees in the mangrove forests on the coastal zone of Marajó Island, in the Brazilian Amazon.

Keywords: mangrove, crabs, *Ucides cordatus*, propagules, *Rhizophora*.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1.1. O ecossistema manguezal

O estuário é um sistema heterogêneo onde o nível de salinidade depende da relação entre os volumes de água do mar e dos rios, bem como da amplitude das marés, da topografia e do clima local, com tendência a variações diárias desses fatores (Spivak, 1997). Esse ambiente é caracterizado pela predominância de material sedimentar fino de origem marinha, fluvial e terrestre, que se acumula nessas áreas formando planícies de sedimento ricas em alimento, mas pobres em oxigênio (Mclusky, 1989).

As regiões estuarinas abrigam diferentes ecossistemas como, por exemplo, as marismas que são dominadas por vegetação herbácea e as largas faixas de manguezais, as quais são típicas de regiões tropicais e subtropicais (Schaeffer-Novelli et al., 2000). O ecossistema manguezal funciona como uma barreira protetora das regiões costeiras, recebendo depósitos de sedimento dos rios e diminuindo a força das marés, assegurando equilíbrio morfogenético a essas regiões (Schaeffer-Novelli et al., 1990; Mendes, 2003). Os manguezais, também atuam como nicho e abrigo para organismos marinhos, onde inúmeras espécies se desenvolvem e reproduzem (Twilley et al., 1985).

O termo manguezal é usado para designar um sistema ecológico (Schaeffer-Novelli et al., 2000), enquanto o termo mangue é utilizado para designar um grupo florístico diverso de arbustos e árvores tropicais fisiologicamente adaptadas à permanência em áreas alagadas, salinas, de substratos inconsolidados e de baixo teor de oxigênio (Ovalle et al., 1990; Ridd, 1996).

O litoral brasileiro possui uma das maiores áreas de manguezal do mundo, estimada em 1,38 milhões de hectares, distribuídos ao longo de uma costa de

aproximadamente 6800 km de extensão (Kjerve & Lacerda, 1993). A planície costeira do Estado do Pará tem aproximadamente 300 km, estendendo-se desde o braço norte do rio Amazonas até o município de Viseu (Almeida, 1996). Essa região abriga extensos manguezais, cobrindo uma área aproximada de 2.177 km² (Souza-Filho, 2005). Semelhantes aos bosques do Amapá e do Maranhão, os bosques de mangue paraenses formam um dos maiores conjuntos de manguezais do mundo, conferindo à região, considerável riqueza em recursos naturais (Prost et al., 2001).

Os manguezais do litoral norte brasileiro destacam-se pelo notável efeito da descarga do rio Amazonas sobre as águas da costa. O litoral paraense, em particular, é caracterizado pela presença de elevado número de rios e estuários, que possuem grande influência na dinâmica dos fatores físicos e oceanográficos, bem como na ecologia da biota da região (Camargo & Isaac, 2003).

No estuário baía de Marajó, Pará, os manguezais estão submetidos a condições extremamente baixas de salinidade, as quais são determinadas pelo grande aporte de água doce oriunda principalmente do rio Pará. Alguns manguezais dessa região estão inseridos em zonas de interface com outros ecossistemas florestais amazônicos como, por exemplo, as várzeas estuarinas que são descritas como florestas sujeitas a enchentes diárias, resultantes de rio com influência das marés e que podem sofrer ação da água salgada (Prance, 1979). De acordo com Mendes (2003), as zonas de transição estuário/rio definem o limite geobotânico para os manguezais paraenses, formando um gradiente vegetacional em resposta à maior influência fluvial e às modificações no solo da floresta, devido ao acúmulo de silte e areia no sedimento.

Nos trópicos úmidos, onde as condições climáticas são favoráveis ao rápido crescimento vegetal, os manguezais são altamente produtivos (Clough et al., 1997). Essa produtividade ainda é bastante discutida nos diversos estudos sobre os manguezais, considerando-se desde as comunidades até o nível específico (Lamparelli, 1995; Almeida, 2005; Mehlig, 2006; Fernandes et al., 2007; Bernini & Rezende, 2010). Outros autores investigaram as causas da variação da produtividade nessas florestas, incluindo fatores locais, tais como: precipitação, temperatura, radiação solar, velocidade dos ventos (Duke, 1990; Slim et al., 1996; Fernandes, 1999; Mehlig, 2001), salinidade (Cintrón et al., 1978; Ball, 1988; Lin & Sternberg, 1992), acúmulo de gás sulfídrico (McKee, 1993), condições do solo e limitação de nutrientes (Pezeshki et al., 1997; Feller, 1995). De acordo com Schaeffer-Novelli et al., (2000), o suprimento adequado de nutriente está intimamente ligado ao fluxo hídrico, tendo como principal porta de entrada para esse sistema a maré de sizígia, que carrega os nutrientes da água do mar, das chuvas e da drenagem dos rios.

Os manguezais comportam uma grande diversidade e abundância de biomassa em seu sedimento, as quais são importantes para o processo de decomposição e reciclagem de nutrientes. Estas por sua vez, podem sofrer variações em função da composição dos bosques, do material trazido pelos rios de áreas adjacentes, da exportação de detritos pelas marés e de seu consumo pela macrofauna (Twilley, 1985; Alongi, 1997; Koch & Wolff, 2002; Sherman *et al.*, 2003).

As folhas das árvores de mangue são o principal componente da serapilheira (Clough et al., 2000; Fernandes et al., 2007; Bernini & Rezende, 2010), cuja degradação da matéria orgânica produz detritos em ativo processo de

decomposição que, por fim, são disponibilizados para o uso do próprio sistema (Houlguin et al., 2001).

As florestas de mangue vivem submetidas a uma série de fatores adversos, tais como a grande mobilidade dos solos lamosos, a aeração deficiente e a alta taxa de salinidade (Schaeffer-Novelli et al., 1999). A ação desfavorável desses fatores explica o reduzido número de espécies vegetais que nele ocorrem, já que as mesmas necessitam de adaptações especiais para sobrevivência nestes ambientes (Tomlinson, 1986). Entre essas espécies destacam-se as do gênero *Rhizophora* L. (mangue vermelho), *Avicennia* L. (Siriúba) e *Laguncularia* Gaertn. f. (mangue branco) cuja distribuição é influenciada pela maior ou menor tolerância à salinidade, ao aporte de água doce, à preferência por determinados tipos de sedimentos, à frequência de inundações e às declividades dos terrenos (Rebelo-Mochel, 2000; Krause, 2001; Lara & Cohen, 2006).

Além de suas espécies vegetais características, os manguezais são habitados em toda a sua extensão por organismos, como bactérias, microalgas, protozoários, invertebrados e vertebrados em geral (Leitão, 1995). A fauna do manguezal é constituída, principalmente, por espécies escavadoras, como caranguejos e poliquetas que formam enormes populações nos fundos lamosos, além de vários animais filtradores, como bivalves que se alimentam de partículas suspensas na água (Camargo, 1986; Beasley et al., 2005).

Alguns representantes da fauna de manguezal atuam diretamente na serapilheira acumulada no sedimento, influenciando a formação de detritos através da alimentação (Koch & Wolff, 2002). Certas espécies fragmentam a matéria vegetal, o que aumenta sua área superficial permitindo a colonização microbiana (Skov & Hartnoll, 2002; Nordhaus et al., 2006). Entre os animais que

atuam no consumo e retirada da serapilheira, os caranguejos correspondem a um dos grupos de maior importância, devido à sua elevada biomassa, papel bioturbador, e atuação no fluxo energético (Koch, 1999; Wolff et al., 2000; Amouroux & Tavares, 2005).

Os caranguejos são adaptados aos mais variados tipos de ambiente, sendo elementos importantes dentro das comunidades dos ecossistemas costeiros, sendo de relevância ecológica e econômica (Teixeira & Sá, 1998). Sua distribuição é abundante e controlada principalmente pela disponibilidade de alimento, stress fisiológico causado pelo ambiente, diversidade de habitats, competição e predação (Spivak, 1997; Koch & Wolff, 2002; Piou et al., 2009). Além disso, características físico-químicas do sedimento, como a composição granulométrica e o teor de matéria orgânica, também são considerados relevantes, no aspecto populacional das espécies (Frusher et al., 1994; Mouton & Felder, 1996; Morrisey et al., 1999; Ribeiro et al., 2005; Turra et al., 2005).

1.2. O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) e seu papel ecológico.

Em termos taxonômicos, o caranguejo-uçá é classificado nas seguintes categorias principais (Ng *et al.*, 2008):

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Classe: Malacostraca

Ordem: Decapoda

Infraordem: Brachyura

Família: Ucididae

Gênero: *Ucides*

Espécie: *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)

U. cordatus é uma espécie semiterrestre que ocorre em florestas de mangue no Atlântico ocidental: Flórida, Golfo do México, Antilhas, norte da América do Sul, Guianas e Brasil (do Amapá até Santa Catarina) (Spivak, 1997; NG *et al.*, 2008). A espécie é considerada endêmica dos manguezais (Melo, 1996) e apesar da sua importância econômica, os estudos que abordam os aspectos ecológicos dessa espécie no litoral Paraense são, na sua maioria, restritos à península de Ajuruteua, no município de Bragança (Koch, 1999; Nordhaus, 2003; Schories *et al.*, 2003; Diele *et al.*, 2005; Nordhaus & Wolff, 2007; Piou *et al.*, 2009).

O caranguejo-uçá habita em galerias escavadas no substrato do manguezal que servem de proteção contra predadores e a dessecação do sedimento (Schories *et al.*, 2003; Nordhaus & Wolff, 2009). A espécie possui distribuição agregada nos manguezais, estando associada às raízes das árvores

(Diele et al., 2005; Oliveira, 2005; Piou et al., 2009). Vários estudos destacam que a composição e a estrutura dos bosques são fatores determinantes da distribuição das populações de *U. cordatus*, de modo que os bosques dominados por espécies do gênero *Rhizophora* parecem oferecer melhores condições de alimentação e abrigo para esses crustáceos (Branco, 1993; Blankensteyn, et al., 1997; Diele, 2000; Nordhaus et al. 2006; Hattori, 2006; Wunderlinch et al., 2008; Piou et al., 2009; Goes et al., 2010).

Essa espécie de caranguejo apresenta um crescimento lento, cuja estimativa de idade, até que atinja o tamanho comercial (6 cm de largura da carapaça) é de 6,1 a 7,5 anos, podendo viver por mais de 10 anos (Diele, 2000). O macho atinge uma largura máxima de carapaça entre 9,1 cm (Diele, 2000) e 10,1 cm (Fernandes & Carvalho, 2007). As fêmeas, por sua vez, atingem um tamanho máximo entre 7,3 cm (Diele, 2000) e 7,8 cm (Pinheiro et al., 2005) de largura.



Foto: Cleidson Gomes

Fig. 1: Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), Praia do Goiabal, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

A espécie exerce um papel-chave dentro do ecossistema manguezal (Schories et al., 2003) em função do seu hábito alimentar e da expressiva bioturbação do sedimento causada pela escavação das galerias, auxiliando na dinâmica do fluxo de nutrientes (Smith et al., 1991; Amourox & Tavares, 2005). A matéria orgânica originária da serapilheira constitui a base da cadeia alimentar nos manguezais, sendo o principal recurso alimentar de diversas espécies de insetos, moluscos e crustáceos (Twilley et al., 1997; Clough et al., 2000; Mckee, 1995).

O caranguejo-uçá alimenta-se principalmente da serapilheira, que é colhida diariamente e consumida ou armazenada nas tocas (Nascimento, 1993; Rademaker, 1998; Schories et al., 2003). A obtenção de alimento por essa espécie é realizada durante a baixamar nas proximidades das tocas, para onde o material é levado, constituindo-se principalmente de folhas e propágulos (Nordhaus & Wolff, 2007). Também já foi observada a ação predatória do caranguejo-uçá sobre algumas espécies de bivalves e gastrópodes (Christofoletti, 2005). Esses animais possuem hábito predominantemente diurno, com menor atividade noturna, pois dependem da visão para a coleta de alimento (Nordhaus & Wolff, 2009).

Nordhaus & Wolff (2006) comentam que nos manguezais da península de Ajuruteua, Bragança, Pará, as populações de *U. cordatus* são responsáveis pelo consumo de cerca de 81% da produção diária de serapilheira em áreas dominadas por *Rhizophora mangle* (Linnaeus, 1753). Esses autores também afirmam que o processamento das folhas através da alimentação influencia amplamente o fluxo de matéria orgânica, promovendo a retenção de nutrientes e da energia dentro das florestas de mangue. A mesma ideia é apoiada por outros

autores, os quais enfatizam que a remoção de serapilheira do mangue por *U. cordatus* para consumo ou armazenamento reduz, consideravelmente, a exportação direta de matéria orgânica para as águas do estuário pela maré, o que assegura a manutenção de nutrientes no manguezal (Wolff et al., 2000; Schories et al., 2003).

A atividade de predação sobre propágulos de mangue e seus efeitos no desenvolvimento estrutural e regeneração das florestas têm sido estudados em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo (Smith et al., 1989; Osborne & Smith, 1990; McKee, 1995; Farnsworth & Ellison, 1997; Dahdouh-Guebas et al., 1998; Clarke & Kerrigan, 2002; Bosire et al., 2005; Nordhaus & Wolff, 2007; Souza & Sampaio, 2011). A maioria dos trabalhos aponta os insetos, moluscos e crustáceos, como os grandes agentes impactantes de propágulos e plântulas (Cannicci et al., 2008), com destaque para os caranguejos que dominam a superfície lamosa dos manguezais (Santos & Coelho, 2000), atuando na cadeia de remineralização dos nutrientes através de sua alta taxa de remoção de serapilheira (Nordhaus & Wolff, 2007).

Estudos demonstram que os caranguejos podem influenciar diretamente no padrão de abundância e distribuição dos bosques de mangue, através de seu alto consumo de propágulos (Smith, 1987; Green et al., 1997; Sherman, 2002; Lindquist & Carroll, 2004). No entanto, a importância atribuída aos efeitos de sua atividade predatória tem sido bastante variada, estando provavelmente ligadas às condições de cada região e à espécie envolvida.

Em alguns casos, a predação de propágulos tem sido abordada de forma prejudicial às florestas, principalmente para as áreas em processo de regeneração (Smith et al., 1989; Osborne & Smith, 1990). Entretanto, para outros

autores, os efeitos danosos causados pela predação são irrelevantes (Souza & Sampaio, 2011) ou ainda, benéficos para a vegetação, já que podem reduzir o processo de competição intraespecífica (Steele et al., 1999; Clarke & Kerrigan, 2002). Bosire et al. (2005) sugerem uma relação mútua entre os caranguejos e as árvores de mangue, onde estas oferecem alimento e abrigo aos caranguejos, que por sua vez, reduzem a competição entre propágulos, através da predação.

No estudo desenvolvido por Mckee (1995) nos manguezais Caribenhos, diferenças interespecíficas de tamanho e palatabilidade dos propágulos foram fatores que influenciaram de forma significativa a taxa de predação pelos caranguejos *Goniopsis cruentata* Latreil e *U. cordatus*. Nos manguezais do oceano Indo-Pacífico estudos mostraram a importância dos caranguejos sesarmídeos na determinação da estrutura da comunidade de mangue, por meio do consumo de diferentes espécies de propágulos (Jones, 1984; Lee, 1998; Kathiresan & Bingham, 2001).

Grande parte da vegetação arbórea de mangue constitui-se de espécies vivíparas, que desenvolvem propágulos como estrutura reprodutiva, com alta capacidade de dispersão pelas marés e colonização de áreas adjacentes (Tomlinson, 1986). A produção desses frutos nos bosques de mangue é bastante elevada, principalmente durante a estação chuvosa (Fernandes et al., 2007), período no qual as marés auxiliam na dispersão.

Após a queda, os propágulos maduros permanecem viáveis por um longo período de tempo, sendo capazes de se estabelecer após flutuarem por vários meses (Rabinowitz, 1978; Smith et al., 1989). Alguns propágulos podem ser liberados prematuramente, o que parece ser motivado por danos causados pela predação por insetos ou crustáceos arborícolas, de forma que as árvores

removem grandes populações de frutos que se tornaram inviáveis ao desenvolvimento e à dispersão (Robertson et al., 1990; Clarke, 1992). Por outro lado, a permanência dos propágulos nas árvores até atingirem a fase madura parece ser compensada, sem diminuição na taxa de crescimento, pelo fato da atividade predatória na superfície ocorrer de forma ainda mais intensa (Farnsworth & Ellison, 1997).

No litoral brasileiro, o *U. cordatus* é apontado como o principal agente impactante da produção primária dos bosques de mangue (Nordhaus & Wolff, 2006), representando mais de 75% da biomassa bentônica desse sistema (Koch & Wolff, 2002). Apesar disso, poucos estudos desenvolvidos no Brasil, destacam aspectos da atividade alimentar de *U. cordatus* sobre as populações de propágulos (Schories et al., 2003; Nordhaus & Wolff, 2007) e a influência dessa atividade para o recrutamento das árvores de mangue (Souza & Sampaio, 2011).

2. Objetivos

Nos manguezais de Soure, Ilha de Marajó, Pará, o grande aporte fluvial permite o desenvolvimento de zonas de transição estuário/rio que definem o limite geobotânico para os manguezais paraenses. Considerando-se que o conhecimento sobre a estrutura e a produtividade dos bosques de mangue, os quais compõem esse gradiente de vegetação misto com outras florestas alagáveis (ex. igapós e várzeas estuarinas), é relevante para melhor entendimento de como tais associações podem influenciar as populações de espécies da fauna típica dos manguezais, o presente estudo tem como principais objetivos:

- Investigar a relação entre as características populacionais de *U. cordatus* e os diferentes níveis de transição ao longo do gradiente de vegetação entre as florestas de mangue e de várzea estuarina.
- Avaliar a influência de fatores ambientais dessas zonas de transição sobre os padrões de tamanho e densidade populacional de *U. cordatus*.
- Analisar os impactos da herbivoria de *U. cordatus* sobre a produção de propágulos dos bosques e os possíveis efeitos no processo de recrutamento desses propágulos no manguezal.

O ESCOPO DA TESE

O Capítulo 2 enfatiza a associação de *U. cordatus*, com bosques de mangue de diferentes níveis de transição com as florestas de várzea estuarina, através da correlação entre os dados de densidade e biometria dos caranguejos e as características estruturais dos bosques de mangue, onde esses crustáceos habitam. Assumi-se que a incidência da vegetação de várzea em florestas de mangue altera as características populacionais de *U. cordatus*.

O Capítulo 3 apresenta uma análise de fatores que possam influenciar as populações de *U. cordatus* nos bosques de mangue submetidos aos diferentes níveis de transição com as florestas de várzea estuarina. Admiti-se que os fatores ambientais oriundos de manguezais localizados em zonas de alta e baixa transição com florestas de várzea estuarina influenciam de forma diferenciada as populações de *U. cordatus*.

O Capítulo 4 investiga o comportamento alimentar de *U. cordatus*, abordando o seu papel como agente no impacto da produção de propágulos de *R. mangle* e os efeitos dessa atividade no processo de recrutamento desses propágulos nos bosques de mangue. Assumi-se que a ação herbívora de *U. cordatus* sobre propágulos de mangue influencia o recrutamento das árvores nos manguezais.

O Capítulo 5 apresenta uma discussão geral baseada nas informações produzidas nos capítulos anteriores, buscando sintetizar os achados sobre a associação das populações de *U. cordatus* com as florestas de mangue e sua influência sobre a manutenção dos seus bosques em uma região de transição como é a baía de Marajó, Pará, Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S., 1996. Estrutura e florística em áreas de manguezais paraenses: evidências da influência do estuário amazônico. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra. Belém, Pará, Brasil, **8**: 93-100.
- ALMEIDA, R., 2005. Ecologia de Manguezais: Dinâmica da Serapilheira e Funcionamento do Ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo; 191p.
- ALONGI, D. M., 1997. Coastal ecosystem processes. London: CRC Press, 419 p.
- AMOUROUX, J. M. & M. TAVARES, 2005. Natural recovery of Amazonian mangrove forest as revealed by brachyuran crab fauna: preliminary description. Vie et Milieu-Life and Environment, **55** (2): 71-79.
- BALL, M. 1988. Ecophysiology of mangroves. Trees **2**: 129-142.
- BEASLEY, C. R., C. M. FERNANDES, C. P. GOMES, B. A. BRITO, S. M. L. SANTOS & C. H. TAGLIARO, 2005. Molluscan diversity and abundance among coastal habitats of northern Brazil. Ecotropica, **11**: 9-20.
- BERNINI, E. & C. E. REZENDE, 2010. Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, **5** (4): 508-519.
- BLANKENSTEYN, A., D. CUNHA-FILHO & A. S. FREIRE, 1997. Distribuição, estoques pesqueiros e conteúdo proteico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura, Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e adjacências, Paraná, Brasil. Arq. Biol. Tecnol., **40** (2): 331-349.
- BOSIRE, J. O., J. G. KAIRO, J. KAZUNGU, N. KOEDAM & F. DAHDUOH-GUEBAS, 2005. Predation on propagules regulates regeneration in a high-density reforested mangrove plantation. Mar. Ecol. Progr. Ser., **299**: 149-155.

- BRANCO, J. O. 1993. Aspectos ecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, v. 36, n. 1, p. 133-148.
- CAMARGO, T. M., 1986. Metodologia para estudo da comunidade de raízes do mangue – vermelho. In: Y. Schaeffer–Novelli & G. Cintrón, Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, Apêndice 2.6 p.
- CAMARGO, M. & V. J. ISAAC, 2003. Ictiofauna Estuarina. Em: M. E. B. Fernandes, Os manguezais da costa norte brasileira, Fundação Rio Bacanga; Maranhão. 105-141.
- CANNICCI, S., D. BURROWS, S. FRATINI, T. J. III SMITH, J. OFFENBERG & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, **89**: 186-200.
- 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 em Zoologia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 127p.
- CINTRÓN, G., A. E. LUGO, D. J. POOL & G. MORRIS, 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica*, **10**: 110-121.
- CLARKE, P. J. 1992. Predispersal mortality and fecundity in the grey mangrove (*Avicennia marina*) in southeastern Australia. *Australia Journ. Ecol.*, **17**: 161-168.
- CLARKE, P. J. & R. A. KERRIGAN, 2002. The effects of seed predators on the recruitment of mangroves. *Journ. Ecol.*, **90**: 728-736.
- CLOUGH, B. F., J. E. ONG & W. E. GONG, 1997. Estimating leaf area index and photosynthetic production in canopies of mangrove *Rhizophora apiculata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **159**: 285-292.

- CLOUGH, B. F., D. T. TAN, D. X. PHUONG & D. C. BUU, 2000. Canopy leaf area index and litter fall in stands of the mangrove *Rhizophora apiculata* of different age in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquat. Bot.*, **66** (4): 311-320.
- DAHDOUH-GUEBAS, F., M. VERNEIRT, J. F. TACK, D. VAN SPEYBROECK & N. KOEDAM, 1998. Propagule predators in Kenyan mangroves and their possible effect on regeneration. *Mar. Freshwater Res.*, **49**: 345-350.
- DIELE, K., 2000. Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil. Tese de Doutorado, Universidade de Bremen, Bremen. 116p.
- DIELE, K., V. KOCH, U. SAINT-PAUL, 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? *Aquat. Living Resour.* **18**: 169-178
- DUKE, N. C. 1990. Phenological trends with latitude in the mangrove tree *Avicennia marina*. *Journ. Ecol.*, **78**: 113-133.
- FARNSWORTH, E. J. & A. M. ELLISON, 1997. Global patterns of predispersal propagule predation in mangrove forests. *Biotropica*, **29**: 318-330.
- FELLER, I. C., 1995. Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). *Ecological Monographs*, **65**: 477-505.
- FERNANDES, M. E. B., 1999. Phenological patterns of *Rhizophora* L., *Avicennia* L. and *Laguncularia* Gaertn. f. in Amazonian mangrove swamps. *Hydrobiology*, **413**: 53-62.
- FERNANDES, M. E. B. & M. L. CARVALHO, 2007. Bioecologia de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura) na costa do estado do Amapá. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, **20**: 14-21.

- FERNANDES, M. E. B., A. A. M. NASCIMENTO & M. L. CARVALHO, 2007. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. *Rev. Árvore*, Viçosa-MG, **31** (5): 949-958.
- FRUSHER, S. D., R. L. GIDDENS & T. J. SMITH, 1994. Distribution and abundance of grapsid crabs (Grapsidae) in a Mangrove estuary – Effects of sediment characteristics, salinity tolerances and osmoregulatory ability. *Estuaries*, **17** (3): 647-654.
- GOES, P., J. O. BRANCO, M. A. A. PINHEIRO, E. BARBIERI, D. COSTA & L. L. FERNANDES, 2010. Bioecology of the Uçá-Crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitoria Bay – ES, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, **58** (2): 153-163.
- GREEN, P. T., D. J. O'DOWD & P. S. LAKE, 1997. Control of seedling recruitment by land crabs in rain forest on a remote oceanic island. *Ecology*, **78**: 2474-2486.
- HATTORI, G. Y., 2006. Densidade populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na região de Iguape (SP). Tese de Doutorado em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 143p.
- HOLGUIN, G., P. VAZQUEZ & Y. BASHAN, 2001. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Biol. Fert. Soils*, **33** (4): 265-278.
- JONES, K., 1984. Crabs of the mangal ecosystem. In: F. D. POR & I. DOR, *Hydrobiology of the Mangal. The Ecosystem of the Mangrove Forest*. Boston, Dr. W. Junk Publishers, **9**: 260.
- KATHIRESAN, K. & B. L. BINGHAM, 2001. Biology of mangroves and mangroves ecosystems. *Adv. Mar. Biol.*, **40**: 84-251.
- KJERVE, B & L. D. LACERDA, 1993. Mangrove of Brazil. In: L. D. Lacerda, *Mangrove ecosystems technical reports*. ITTO TS-13, **2**: 245-272.

- KOCH, V. 1999. Epibenthic production and energy flow in the Caeté mangrove estuary, North Brazil. Tese de Doutorado, Universidade de Bremen, Bremen. 97p
- KOCH, V. & M. WOLFF, 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. Marine ecology progress series **228**: 119-130.
- KRAUSE, G., D. SCHORIES, M. GLASER & K. DIELE, 2001. Spatial patterns of mangrove ecosystems: the Bragantian mangroves of northern Brazil (Bragança, Para). *Ecotropica*, **7**: 93-107.
- LAMPARELLI, C. C., 1995. Dinâmica da serapilheira em manguezais de Bertioga, Região Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. São Paulo; 259p.
- LARA, R. J. & M. C. L. COHEN, 2006. Sediment porewater salinity, inundation frequency and mangrove vegetation height in Bragança, North Brazil: an ecohydrology-based empirical model. *Wetlands Ecology and Management* **14**: 349-358.
- LEE, S. Y. 1998. Ecological role of grapsid crabs in mangrove ecosystems: a review. *Marine and freshwater research* **49**: 335-343.
- LEITÃO, S. N., 1995. A fauna de manguezal. Em: Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. Y. Schaeffer-Novelli, *Caribbean Ecological Research*, 23-28.
- LIN, G. & L. S. L. STERNBERG, 1992. Differences in morphology, photosynthesis, and carbon isotope ratios between scrub and fringe mangroves. *Aquatic Botany*, **42**: 303-313.
- LINDQUIST, E. S. & R. C. CARROLL, 2004. Differential seed and seedling predation by crabs: impacts on tropical coastal forest composition. *Oecologia*, **141**: 661-667.

- McKEE, K. L., 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *Journal of Ecology* **81**: 477-487.
- —, 1995. Mangrove species distribution and propagule predation in Belize: an exception to the dominance-predation hypothesis. *Biotropica*, **27**: 334–345.
- McLUSKY, D. S., 1989. *The estuarine ecosystem*. Blackie Academic and Professional, Glasgow, 215p.
- MEHLIG, U., 2001. Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil. Tese de doutorado. Universität Bremen, Bremen, 137p.
- —, 2006. Phenology of the red mangrove, *Rhizophora mangle* L., in the Caeté estuary, Pará, Equatorial Brazil. *Aquatic Botany*, **84**: 158-164.
- MELO, A. G., 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. 1º ed. São Paulo: editora Plêiade. 453p.
- MENDES, A. C., 2003. Geomorfologia da sedimentologia. Em: M. E. B. Fernandes, Os manguezais da costa norte brasileira: Vol. II, 1-165 (Fundação Rio Bacanga). 165p
- MORRISEY, D. J., T. H. DEWITT, D. S. ROPER & R. B. WILLAMSON, 1999. Variation in the depth and the morphology of burrows of the mud crab *Helice crassa* among different types of intertidal sediment in New Zealand. *Est. Coast Shelf Sci.*, **56**: 587-592.
- MOUTON, E. C. & D. L. FELDER, 1996. Burrow distribution and population estimates for the fiddler crabs *Uca spinicarpa* and *Uca longisignalis* in a Gulf of Mexico Salt Marsh. *Estuaries*, 19 (1): 51-61.
- NASCIMENTO, S. A., 1993. Biologia do caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*). ADEMA, Aracajú-SE: 48p.
- NG, P. K. L., D. GUINOT, P. J. F. DAVIE, 2008. Systema Brachyurorum: Part I an annotated checklist of extant Brachyuran crabs of the world. *The raffles bulletin of Zoology*, **17**: 1-286.

- NORDHAUS, I., 2003. Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil. Ph. D. thesis, Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) innerhalb des Fachbereichs 2 der Universität Bremen, Germany, 203p.
- NORDHAUS, I., M. WOLFF & K. DIELE, 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **67**: 239-250.
- NORDHAUS, I. & M. WOLFF, 2007. Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. *Mar Biol*, **151**: 1665-1681.
- NORDHAUS, I., M. WOLFF & K. DIELE, 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.
- OLIVEIRA, I. S., 2005. Estudo continuado da biologia quantitativa da população explorada de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no ecossistema de manguezal de Garapuá, Cairu- Bahia. Monografia de Bacharelado. Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. 98p.
- OSBORNE, K. & T. J. III SMITH, 1990. Differential predation on mangrove propagules in open and closed canopy forest habitats. *Vegetatio*, **89**: 1-6.
- OVALLE, A. R. C., C. E. REZENDE, L. D. LACERDA & C. A. R. SILVA, 1990. Factors Affecting the Hydrochemistry of a Mangrove Tidal Creek, Sepetiba Bay, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **31**: 639-650.
- PEZESHKI, S. R., R. D. DELAUNE & J. F. MEEDER, 1997. Carbon assimilation and biomass partitioning in *Avicennia germinans* and *Rhizophora mangle* seedlings in response to soil redox conditions. *Environmental and Experimental Botany*, **37**: 161-171.

- PINHEIRO, M. A. A., A. G. FISCARELLI & G. Y. HATTORI, 2005. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura: Ocypodidae) at Iguape, SP, Brazil. *J. Crustacean Biol.*, **25** (2): 293-301.
- PIOU, C., U. BERGER & I. C. FELLER, 2009. Spatial structure of a leaf-removing crab population in a mangrove of North-Brazil. *Wetlands Ecol. Manag.*, **17**: 93-106.
- PRANCE, G. T., 1979. Note on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazon forest types subject to inundation. *Brittonia*, **31**: 26-38.
- PROST, M. T., A. C. MENDES, J. F. FAURE, J. F. BERRÊDO, M. E. C. SALES, L. G. FURTADO, M. G. S. SILVA, C. A. SILVA, I. NASCIMENTO, I. GORAYEB, M. F. V. SECCO & L. M. LUZ, 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: M. T. Prost & A. Mendes, *Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil, p. 75-87.
- RABINOWITZ, D., 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica*, **10** (1): 47-57.
- RADEMAKER, V., 1998. Ernährungsökologie habitatbeschreibung und populationsstruktur der mangrovenkrabbe *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) im Caete-Mangrovenästuar, Nordostbrasilien. Diploma thesis, University of Bremen, Germany, Bremen, Germany. In: I. Nordhaus, 2003. *Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil*. Ph.D. thesis, Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) innerhalb des Fachbereichs der Universität Bremen, Germany.
- REBELO-MOCHEL, F., 2000. Structural variability of mangrove forests influenced by seawater in Turiaçú bay, Amazonian coast of Maranhão, Brazil. *Proceedings of the Mangrove 2003 Conference*. Recife, Brazil. 217p
- RIBEIRO, P. D., O. O. IRIBARNE & P. DALEO, 2005. The relative importance of substratum characteristics and recruitment in determining the spatial

- distribution of the fiddler crab *Uca uruguayensis* Nobili. *Journ. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **314**: 99-111.
- RIDD, P. V., 1996. Flow Through Animal Burrows in Mangrove Creeks. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **43**: 617-625.
- ROBERTSON, A. I., R. GIDDINS, T. J. SMITH, 1990. Seed predation by insects in tropical mangrove forests: extent and effects on seed viability and the growth of seedlings. *Oecologia (Berl)* **83**: 213-219.
- SANTOS, M. C. & P. A. COELHO, 2000. Crustáceos Decápodos estuarinos do Nordeste do Brasil. *Mangrove 2000 - Sustentabilidade de estuários e manguezais, Resumos (CD-ROM)*, Recife-PE, Brasil.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., G. CINTRÓN-MOLERO, R. R. ADAIME & T. M. CAMARGO, 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazillian coast. *Estuaries*, **13**: 204-218.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & G. CINTRÓN-MOLERO, 1999. Brazilian mangroves: a historical ecology. *Jornal Ciência e Cultura*, **51**: 274-286.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., G. CINTRÓN-MOLERO, M. L. G. SOARES & M. TOGNELLA-DE-ROSA, 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management.*, **3**: 561-570.
- SCHORIES, D., A. BARLETTA-BERGAN, A. BARLETTA, U. KRUMME, U. MEHLIG & V. RADEMAKER, 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, **11**: 243-255.
- SHERMAN, P. M., 2002 Effects of land crabs on seedling densities and distributions in a mainland neotropical rain forest. *Journ. Trop. Ecol.*, **18**: 67-89.
- SHERMAN, R. E., T. J. FAHEY & P. MARTINES, 2003. Spatial patterns of biomass and above ground net primary productivity in a mangrove ecosystem in the Dominican Republic. *Ecosystems*, **6**: 384-398.

- SKOV, M. W. & R. G. HARTNOLL, 2002. Paradoxical selective feeding on a low-nutrient diet: why do mangrove crabs eat leaves? *Oecologia*, **131**: 1-7.
- SLIM, F. J., P. GWADA & M. A. HEMMINGA, 1996. Biomass and litterfall of *C. tagal* and *R. mucronata* in the mangrove forest of Gazi bay, Kenya. *Mar. Freshwater Res.* **47**: 999-1007.
- SMITH, T. J. III, 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forest. *Ecology*, **68**: 266-273.
- SMITH, T. J. III, H. T. CHAN, C. C. MCLIVOR & M. B. ROBBLEE, 1989. Comparisons of seed predation in mangrove forests from three continents. *Ecology*, **70**: 146-151.
- SMITH, T. J. III, K. G. BOTO, S. D. FRUSHER & R. L. GIDDINS, 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: of the burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. *Estuar. Coast Shelf Sci.*, **33**: 419-432.
- SOUSA, M. E. M., 2011. Análise da ocorrência de peixes-boi com base no conhecimento ecológico local e nos parâmetros ambientais na costa leste da Ilha de Marajó, Pará. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em biologia ambiental – UFPA, Pará, 87 p.
- SOUZA, M. M. A. & SAMPAIO, V. S. B. E. 2011. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. *Hydrobiologia*. **661**:179–186.
- SOUZA FILHO, P. W. M., 2005. Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: Cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, **23** (4): 427-435.
- SPIVAK, E. D., 1997. Cangrejos estuariales del Atlántico sudoccidental (25°- 41°S) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Invest. Mar. Valparaíso*, **25**: 105-120.
- STEELE, O. C., K. C. EWEL & G. GOLDSTEIN, 1999. The importance of propagule predation in a forest of non-indigenous mangrove trees. *Wetlands*, **19**: 705-708.

- TEIXEIRA, R. L. & H. S. SÁ, 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodes nas áreas rasas do complexo Lagunar Mundaú/Manguaba, Al. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, **58** (3): 393-404.
- TOMLINSON, P. B., 1986. *The Botany of Mangroves* (Cambridge Tropical Series). Cambridge: Cambridge University Press, 419p.
- TURRA, A., M. A. O. GONÇALVES & M. R. DENADAI, 2005. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. *Journ. Nat. Hist.*, **39** (23): 2163-2177.
- TWILLEY, R. R., 1985. The exchange of organic carbon in basin mangrove forests in a southwest Florida estuary. *Est. Coast. & Shelf Sci.* **20**: 543-557.
- TWILLEY, R. R., M. POZO, V. H. GARCIA, V. H. RIVERA-MONROY, R. ZAMBRANO & A. BODERO, 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River estuary, Ecuador. *Oecologia*, **111**: 109-122.
- WOLFF, M., V. KOCH & V. ISAAC, 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **50**: 1-15.
- WUNDERLICH, A. C., M. A. A. PINHEIRO & A. M. T. RODRIGUES, 2008. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **25** (2): 188-198

CAPÍTULO 2

Associação de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae) às zonas de transição com várzea estuarina na Ilha de Marajó, Pará, Brasil

CLEIDSON PAIVA GOMES

DANILO CESAR LIMA GRADUNHO

MARCUS E. B. FERNANDES

** Formatado segundo o periodico científico*

“International Journal of Crustacean Research”

RESUMO

Na região de Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil, os baixos índices de salinidade permitem a formação de zonas de transição entre os manguezais e florestas de várzea estuarina. No presente estudo foi avaliado de que forma do nível de transição com florestas de várzea estuarina influencia as populações de *Ucides cordatus*. Em dois sítios de trabalho foram avaliadas características estruturais dos bosques, sendo que a razão entre a densidade de espécies de mangue e de várzea estuarina foi utilizada como estimativa do nível de transição entre os bosques. Médias de densidade e largura da carapaça de *U. cordatus* foram tomadas em cada sítio e correlacionadas com o nível de transição. Zonas de alta transição revelaram caranguejos maiores (72,9 mm) e em menor densidade (0,4 ind.m⁻²), enquanto que na zona de baixa transição revelaram caranguejos menores (68,8 mm) e em maior densidade (1,6 ind.m⁻²). Em zonas de “alta transição” as condições locais parecem limitar os estoques dos caranguejos. Esse baixo índice populacional de *U. cordatus* pode ser resultado tanto do baixo recrutamento larval, promovido pela baixa salinidade, quanto pelo comportamento agonístico, o que aumenta seu espaçamento interindividual nos bosques de mangue.

ABSTRACT

In the region of Soure, Marajó Island, Pará, Brazil, low levels of salinity allow the formation of transition zones between mangrove and tidal valley forests. In the present study we evaluated how the transition level with tidal valley forests influences populations of *Ucides cordatus*. In two study sites were evaluated structural characteristics of the stands, considering the ratio between the tree species density of both mangrove and tidal várzea forests the parameter used as an estimate of the transition level between the stands. Means of density and carapace width of *U. cordatus* were taken at each site and correlated with the transition level. Areas of "high transition" revealed larger crabs (72.9 mm) and lower density (0.4 ind.m⁻²), whereas the low transition zone revealed smaller crabs (68.8 mm) and higher density (1.6 ind.m⁻²). In areas of "high transition" local conditions seem to limit crab stocks. This low rate of *U. cordatus* population may be the result of both the low larval recruitment, promoted by low salinity, as the agonistic behavior, which increases the interval between individuals in mangrove forests.

INTRODUÇÃO

O caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) é considerado uma espécie endêmica dos manguezais e um dos maiores e mais abundantes caranguejos do litoral brasileiro (Melo, 1996). Possui grande importância econômica para as comunidades ribeirinhas da costa amazônica (Fiscarelli & Pinheiro, 2002, Glaser & Diele, 2004; Diele, et al, 2005; Magalhães et al., 2007) e seu papel ecológico abrange desde a fragmentação da matéria orgânica produzida pela serapilheira até o processo de bioturbação no solo da floresta, ambos refletindo na aceleração do processo de ciclagem de nutrientes dos manguezais (Koch & Wolff, 2002; Schories et al., 2003; Araujo et al., 2011).

As florestas de mangue estão localizadas em ambientes que apresentam condições ambientais diferenciadas. De acordo com Soto & Jiménez (1982), algumas condições abióticas são essenciais para o desenvolvimento dos manguezais, como a presença de salinidade, a composição do sedimento e o grau de inundação. Walsh (1974), por sua vez, relata que a presença de água salina é considerada um dos principais requisitos para o desenvolvimento dessas florestas nas zonas litorâneas, já que sua flora é formada por plantas halófitas, que dependem desta condição para competirem com espécies não tolerantes à salinidade.

No estuário da baía de Marajó, Estado do Pará, Brasil, os manguezais estão submetidos a condições extremamente baixas de salinidade, as quais são determinadas pelo grande aporte de água doce oriunda principalmente do rio Pará. Algumas florestas de mangue dessa região estão inseridas em zonas de transição com outros ecossistemas florestais amazônicos como, por exemplo, as

várzeas estuarinas que são definidas como florestas sujeitas a enchentes diárias, resultantes de rio com influência das marés e que podem sofrer ação da água salina (Prance, 1979). De acordo com Mendes (2003), as zonas de transição estuário/rio definem o limite geobotânico para os manguezais paraenses, formando um gradiente vegetacional em resposta à maior influência fluvial e às modificações no solo da floresta, devido ao acúmulo de silte e areia no sedimento.

O conhecimento sobre a estrutura dos bosques de mangue nessas zonas de transição, onde ocorre uma vegetação mista que se limita com outras florestas alagáveis (ex. igapós e várzeas estuarinas), é relevante para o melhor entendimento de como tais associações podem influenciar as populações de espécies da fauna típica dos manguezais. Nesse contexto, considerando que o caranguejo-uçá (*U. cordatus*) é endêmico das florestas de mangue, o presente estudo investigou como os bosques de mangue de zonas de transição influenciam as populações desse crustáceo. Com essa finalidade, foram analisadas as relações entre: i) a densidade de indivíduos e o tamanho de *U. cordatus* e ii) os diferentes níveis de transição, cuja determinação foi baseada na razão entre a densidade das espécies arbóreas de mangue e da várzea estuarina nos bosques de mangue.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido nos manguezais do município de Soure, situado no litoral leste da Ilha de Marajó, Estado do Pará. O Clima na região é do tipo equatorial, com temperatura média anual em torno de 27°C, pluviosidade média de 3.217 mm e umidade relativa em torno de 85% (EMBRAPA, 2010). Apresenta um regime de meso a macromarés, alcançando valores máximos entre 3,6 e 4,7 m (DHN, 2007) e salinidade média anual de 7,7 (Sousa, 2011). As amostragens ocorreram entre fevereiro e junho de 2008, sendo desenvolvidas em dois sítios de trabalho (Fig. 1):

- i) Praia do Goiabal (00°41'36,1"S - 48°29'20,3"W) - localizado às margens da baía de Marajó, estando sujeito a maior influência das marés.
- ii) Furo do Saco (00°38'18,3"S - 48°33'54,8"W) - localizado a uma distância de 15 km à montante da foz do rio Paracauari, sujeito a menor influência das marés.

Para a avaliação da estrutura e composição dos bosques foram demarcadas, em cada sítio, três transecções de 100 m de comprimento e 20 m de largura, com espaçamento de 500 m entre as transecções, que foram posicionadas em sentido perpendicular ao gradiente de inundação. Cada transecção foi dividida em cinco parcelas de 20X20 m, onde todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de 10 cm foram identificadas e medidas conforme o método descrito por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986).

Foram determinados os seguintes atributos estruturais: Altura da árvore, Diâmetro à Altura do Peito (DAP), Frequência Relativa (FR), Densidade absoluta

(DE) e Relativa (DeR), Dominância absoluta (DO) e Relativa (DoR) e o Valor de Importância (VI), dado pela soma dos valores da Frequência Relativa, Densidade Relativa e Dominância Relativa ($FR+DeR+DoR= 300$).

Através da razão entre a densidade de árvores de várzea e densidade de árvores de mangue, por parcela, foram calculados os valores do “nível de transição”, que expressam a taxa de ocorrência da vegetação de várzea estuarina associada aos manguezais dos dois sítios de trabalho.

A densidade de indivíduos de *U. cordatus* foi quantificada para cada sítio pela contagem direta das galerias habitadas, utilizando-se 15 parcelas de 5x5m que foram demarcadas no interior das parcelas utilizadas para a análise de estrutura do bosque. As galerias habitadas foram identificadas conforme as características descritas por Wunderlich et al. (2008), sendo consideradas abandonadas aquelas não apresentavam indícios de atividade biogênica do caranguejo-uçá. Além disso, nos casos de galerias com dupla abertura, essas foram quantificadas como uma única.

Após a identificação e contagem das galerias habitadas por parcela, indivíduos foram capturados para a determinação do sexo e medição da largura da carapaça (LC). As galerias de onde não foi possível retirar os indivíduos também foram computadas para efeito da amostragem de densidade populacional, dada à determinação positiva da presença do indivíduo na galeria.

Os atributos estruturais da vegetação de mangue e várzea em cada sítio foram comparados utilizando-se um teste *t*, sendo que nos casos em que foi registrada a ausência de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade das variâncias (teste de Cochran) os dados foram transformados pelo $\ln(x)$. Quando os requisitos estatísticos não foram cumpridos, análises não paramétricas foram

utilizadas. Na comparação dos atributos da vegetação (mangue+várzea) entre sítios foi empregado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (U). Esse mesmo teste estatístico foi aplicado para comparar as médias de densidade de galerias e largura da carapaça dos caranguejos entre os sítios. Os dados de densidade de galerias e largura da carapaça foram correlacionados aos valores correspondentes do nível de transição, por parcela, através de uma análise de regressão linear. Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

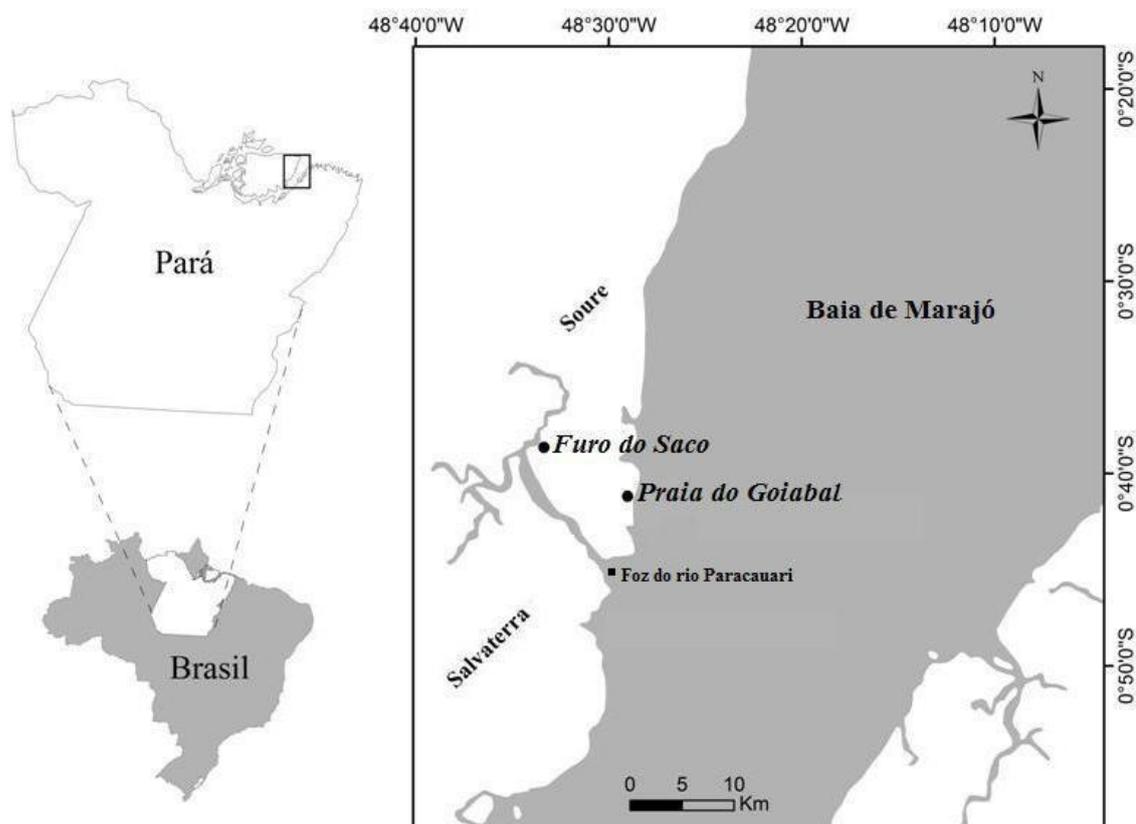


Fig. 1. Localização geográfica dos sítios de coleta no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

RESULTADOS

Foram medidas 1007 árvores, pertencentes a cinco espécies vegetais, sendo duas de mangue, *Rhizophora harrisonii* Leechman e *Rhizophora racemosa* G.F.W. Meyer, que ocorreram em ambos os sítios, e três espécies típicas da várzea estuarina com raízes tabulares, *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., *Pachira aquatica* Aubl., *Pterocarpus amazonicus* Huber, sendo que apenas esta última foi registrada nos manguezais da Praia do Goiabal.

A análise comparativa entre os atributos estruturais das árvores de mangue e de várzea de maré mostrou que as árvores de mangue apresentam os maiores fustes (DAP - Goiabal: $t = 20,1$; $gl = 27$; $p < 0.001$ / Saco: $t = 12,1$; $gl = 28$; $p < 0.001$) e são mais altas (Altura - Goiabal: $t = 16,3$; $gl = 26$; $p < 0.001$ / Saco: $t = 19,2$; $gl = 28$; $p < 0.001$). No entanto, não houve diferença de DAP e altura no comparativo da vegetação de mangue e de várzea de maré entre os dois sítios (Tabela I).

Os dois tipos de vegetação apresentaram frequências relativas similares em relação aos valores de seus sítios e na comparação da vegetação entre sítios. A densidade de árvores de mangue na Praia do Goiabal revelou valores estatisticamente maiores do que os valores observados para várzea ($t = 7,9$; $gl = 23$; $p < 0.001$), contrastando, ao que foi registrado no Furo do Saco, onde a densidade da vegetação de várzea ultrapassou a de mangue ($t = 1,9$; $gl = 28$; $p < 0.05$) em cerca de 20% (Tabela I; Fig. 2).

Em ambos os sítios as árvores de mangue apresentaram maior dominância quando comparada às árvores de várzea (Goiabal: $t = 19,8$; $gl = 27$; $p < 0.001$ / Saco: $t = 12,1$; $gl = 28$; $p < 0.001$), sendo que essa diferença não foi significativa

na comparação entre os sítios (tabela I). Em comparação ao Valor de Importância calculado para os tipos de vegetação, as árvores de mangue apresentaram valor superior às da várzea estuarina nos dois sítios estudados, sendo que a diferença entre os valores foi menor no Furo do Saco (Tabela I).

Os valores do “Nível de Transição”, taxa de ocorrência da vegetação de várzea estuarina associada aos manguezais, foram calculados para os dois sítios de trabalho, sendo apresentados no Anexo I.

Houve diferença significativa na média de densidade de *U. cordatus* entre os sítios (Mann-Whitney, $Z(U) = 4,23$; $p < 0,001$), sendo maior na Praia do Goiabal ($1,6 \pm 0,6 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) em comparação ao Furo do Saco ($0,4 \pm 0,3 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$). Ao todo foram coletados 395 indivíduos de *U. cordatus*, dos quais 59% foram machos e 41% fêmeas. A largura da carapaça (LC) dos indivíduos na Praia do Goiabal ($68,8 \pm 4,9 \text{ mm}$) foi estatisticamente menor que o tamanho registrado no Furo do Saco ($72,9 \pm 4,8 \text{ mm}$) (Mann-Whitney, $Z(U) = 2,12$; $p < 0,05$) (tabela II).

A análise de regressão linear foi utilizada para correlacionar as médias de densidade de galerias e a largura da carapaça de *U. cordatus* com os valores do nível de transição (Anexo I). Como resultado, a densidade de galerias apresentou um padrão de interação positivo e significativo em relação ao nível de transição ($F = 16,2$; $gl = 1, 14$; $R^2 = 0,54$; $p < 0,01$ – fig. 3). A medida de largura da carapaça de *U. cordatus* apresentou uma correlação de tendência negativa e significativa referente ao mesmo nível de transição ($F = 4,8$; $gl = 1, 14$; $R^2 = 0,26$; $p < 0,05$ – fig. 4).

Tabela I

Valores médios dos atributos estruturais da vegetação de Mangue (*Rhizophora*) e de Várzea Estuarina nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. DAP= Diâmetro à Altura do Peito (cm); Alt= Altura (m); FR= Frequência Relativa; DE = Densidade; DO = Dominância; VI = Valor de importância. DP= desvio-padrão, *P* = nível de significância (<0,05), n.s. = não significativo.

	DAP ± DP	Alt ± DP	FR ± DP (%)	DE ± DP (%)	DO ± DP (%)	VI (%)
Praia do Goiabal						
Mangue	28,73 ± 05,81	15,98 ± 01,60	1,00 ± 0,00 (52)	13,93 ± 05,54 (83)	0,0692 ± 0,03 (97)	232 (77)
Várzea	05,06 ± 01,86	04,34 ± 02,49	0,93 ± 0,25(48)	02,86 ± 02,06 (17)	0,0022 ± 0,01 (03)	68 (23)
<i>P</i>	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	
Furo do Saco						
Mangue	20,21 ± 7,40	14,31 ± 01,16	1,00 ± 0,00 (50)	20,13 ± 09,90 (40)	0,0360 ± 0,033 (92)	182 (61)
Várzea	06,00 ± 1,45	05,52 ± 01,34	1,00 ± 0,00 (50)	29,73 ± 13,10 (60)	0,0029 ± 0,001 (08)	118 (39)
<i>P</i>	<0,001	<0,001	n.s.	<0,05	<0,001	
Soure (Geral)						
Praia do Goiabal	16,89 ± 12,76	10,16 ± 06,26	0,97 ± 0,25 (49)	08,40 ± 06,97 (25)	0,0357 ± 0,04 (65)	
Furo do Saco	13,10 ± 08,92	09,92 ± 04,63	1,00 ± 0,00 (51)	24,93 ± 12,44 (75)	0,0195 ± 0,02 (35)	
<i>P</i>	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	

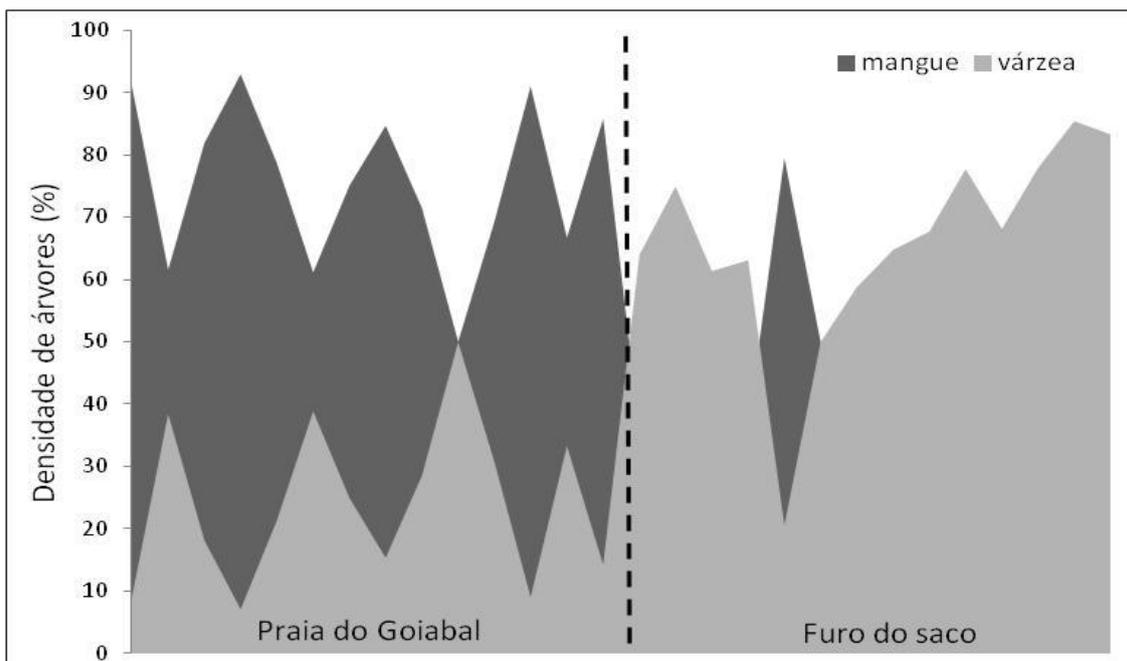


Fig. 2. Densidade relativa das árvores de mangue e da várzea estuarina nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

Tabela II

Valores médios \pm Desvio-Padrão da densidade de galerias ocupadas e largura da carapaça de *Ucides cordatus* nos manguezais da Praia do Goiabal e Furo do Saco, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. P = nível de significância ($<0,05$).

Sítio de Trabalho	Densidade de Galerias (ind/m ²)			Largura da Carapaça (mm)		
	Mínimo	Máximo	Média \pm DP	Mínimo	Máximo	Média \pm DP
Praia do Goiabal	0	2,9	1,6 \pm 0,6	37,1	84,9	68,8 \pm 4,9
Furo do Saco	0	1,2	0,4 \pm 0,3	54,2	93,3	72,9 \pm 4,8
P			$< 0,001$			$< 0,05$

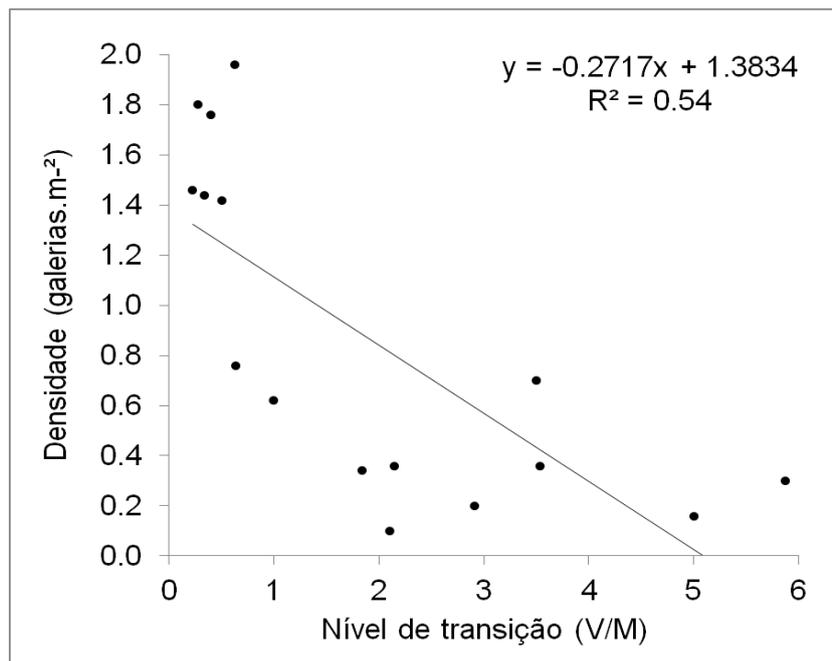


Fig. 3. Relação entre a densidade de galerias de *Ucides cordatus* e o nível de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue), em Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

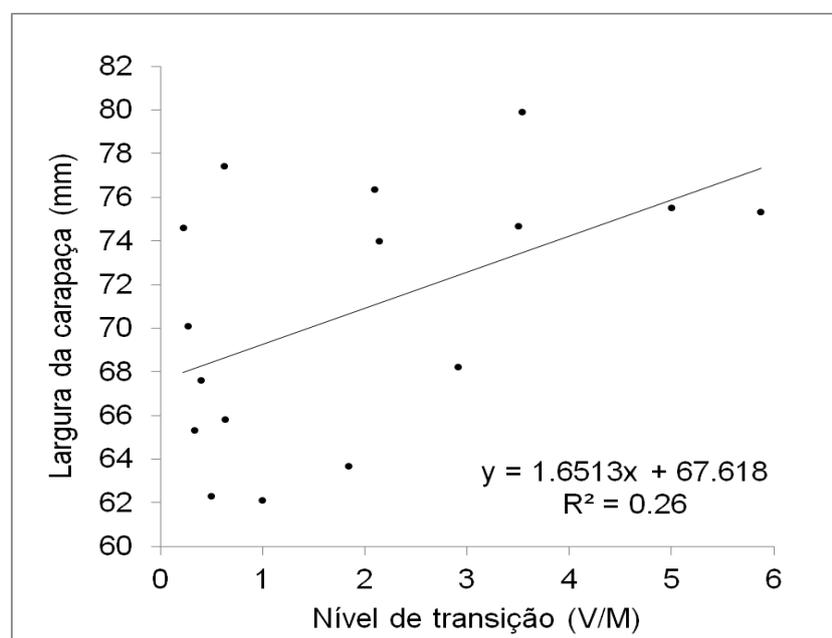


Fig. 4. Relação entre a largura da carapaça (LC) de *Ucides cordatus* e o nível de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue), em Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

DISCUSSÃO

As duas espécies vegetais de mangue do gênero *Rhizophora* (*R. harrisonii* e *R. racemosa*) registradas nos manguezais da área de estudos foram descritas em outros estudos desenvolvidos no litoral norte brasileiro (Prost & Rabelo, 1996; Almeida, 1996; Bastos & Lobato, 1996; Fernandes, 1997; Menezes et al., 2008).

A presença de espécies arbóreas de várzea associadas aos manguezais foi reportada por autores que já destacaram a sua maior ocorrência nas planícies costeiras internas dos manguezais da região amazônica brasileira (França & Souza Filho, 2003; Rodrigues & Senna, 2011). No presente estudo, essas espécies foram registradas nos dois sítios de trabalho, porém com densidade significativamente maior no manguezal do Furo do Saco (De= 60%), se comparado à vegetação de mangue, o que pode estar relacionado a um menor efeito da salinidade sobre a vegetação a montante do rio Paracauari.

Segundo Wittmann & Parolin (2005), espécies de várzea estuarina, que formam raízes tabulares, ocorrem em áreas com frequência de inundação muito curta e de baixa sedimentação, o que reduz sua capacidade de proliferação em regiões submetidas às fortes e constantes ações das marés. Essas regiões são colonizadas principalmente por árvores de espécies do gênero *Rhizophora* que se adaptam ao sedimento mais fluido (inconsolidado) e com maior frequência de inundação, encontrando suporte em suas raízes escoras (Schaeffer-Novelli et al., 1990; Cuzzuol & Campos, 2001; Mendes, 2003).

Estudos destacam a composição e os atributos estruturais da vegetação do manguezal entre os fatores determinantes da variabilidade em escala espacial e temporal das populações de *U. cordatus*, sendo que os bosques dominados por espécies de *Rhizophora* propiciam melhores condições de alimentação e abrigo para esses crustáceos (Branco, 1993; Osborne & Smith, 1990. Diele, 2000; Nordhaus et al. 2006, 2007; Hattori, 2006; Wunderlinch et al., 2008; Piou et al., 2009; Goes et al., 2010; Sandrini-Neto & Lana, 2011).

No presente estudo, as correlações entre as características populacionais de *U. cordatus* e o nível de transição dos bosques de mangue revelou que nos sítios de “alta transição”, esse crustáceo tende a apresentar populações com baixa densidade e maior tamanho de seus indivíduos. Além do mais, a média de densidade registrada no sítio de alta transição foi muito abaixo dos valores registrados para os manguezais do litoral paraense (Anexo II).

Essa menor densidade de *U. cordatus* pode estar relacionada à dificuldade de escavação do solo para formação das galerias nesses bosques, uma vez que, a grande aglomeração de árvores de várzea, cujas raízes tabulares ocupam parte significativa da superfície, tende a tornar o sedimento mais consolidado propiciando o estabelecimento dessas espécies vegetais. Mendes (2003) cita que zonas de transição estuário/rio são suscetíveis ao acúmulo de silte na constituição do sedimento, de forma que, tal componente favorece sua consolidação.

O efeito da salinidade sobre a taxa de recrutamento do *U. cordatus*, também pode ser um dos fatores que podem influenciar a redução da densidade de indivíduos nessas zonas de “alta transição”. Simith & Diele

(2008) sugerem que em razão da menor taxa de sobrevivência de larvas zoea, em condições de baixa salinidade dos estuários, torna-se necessária à dispersão larval para áreas costeiras, cujas condições de maior salinidade são mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

Os resultados revelam que em zonas de alta transição são registrados os maiores indivíduos e as menores densidades populacionais de *U. cordatus*, quando comparada a zonas de baixa transição. Acredita-se que tal característica possa estar relacionada ao comportamento agonístico de *U. cordatus*, o que induz a chamada “hierarquia por espaço”. Segundo alguns autores, esse comportamento é observado quando os caranguejos de maior porte dominam os espaços dentro do manguezal, forçando os indivíduos menores a ocuparem espaços menos preferenciais da floresta, levando a agregação dos mesmos (chamados de “machos tolerantes”) em locais de baixa cobertura vegetal e sujeitos à maior ação das marés (Nordhaus et al. 2009; Piou et al., 2009; Conti & Nalesso, 2010).

Em suma, o presente estudo evidencia a ocorrência de *U. cordatus* nos bosques de mangue localizados em zonas de transição com ecossistema de várzea estuarina, cuja composição e estrutura da vegetação tende a ser modificada, em resposta à entrada de espécies arbóreas associadas, provenientes de sistemas de florestas adjacentes, reflexo da baixa salinidade da região do entorno. Em zonas de “alta transição” as condições locais parecem limitar os estoques de *U. cordatus*, haja vista essa espécie ter apresentado valor de densidade populacional muito abaixo daqueles registrados, tanto para a zona de “baixa transição” quanto para outros locais fora dessa zona. Esse baixo índice populacional registrado para *U. cordatus*

pode ser resultado i) do baixo recrutamento larval, promovido pela baixa salinidade e ii) do seu comportamento agonístico, aumentando seu espaçamento interindividual nos bosques de mangue.

Anexo I

Valores utilizados para a análise de regressão entre a densidade de galerias (galerias.m⁻²) e a largura da carapaça (mm) de *U. cordatus* com os valores do níveis de transição (V=densidade de árvores de várzea estuarina / M=densidade de árvores de mangue).

V/M	Densidade	Largura
0.22	1.46	74.60
0.27	1.80	70.10
0.33	1.44	65.30
0.40	1.76	67.60
0.50	1.42	62.30
0.63	1.96	77.44
0.64	0.76	65.80
1.00	0.62	62.10
1.84	0.34	63.68
2.10	0.10	76.36
2.14	0.36	74.00
2.91	0.20	68.23
3.50	0.70	74.67
3.54	0.36	79.89
5.00	0.16	75.50
5.88	0.30	75.33

Anexo II

Comparação da densidade de galerias e largura da carapaça (LC) de *U. cordatus* nos manguezais de diferentes municípios do Estado do Pará, Brasil.

Localidade	Densidade (galerias.m ⁻²)	LC (mm)	Fonte
Quatipuru	1,3	57,8	Silva, 2008
Maracanã	1,4	66,0	Freitas, 2011
Curuçá	1,5	70,0	Perote, 2010
Bragança	1,9	50,5	Queiroz, 2009
Tracuateua	2,3	60,0	Melo, 2010
média	1.7	60.1	
Soure (Praia do Goiabal)	1,6	67,8	presente estudo
Soure (Furo do Saco)	0,4	71,9	presente estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S., 1996. Estrutura e Florística em Áreas de Manguezais Paraenses: Evidências da Influência do Estuário Amazônico. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra, **8**: 96-99.
- ARAÚJO, J. M. C. JR., X. L. OTERO, A. G. B. MARQUES, G. N. NÓBREGA, J. R. F. SILVA & T. O. FERREIRA, 2011. Selective geochemistry of iron in mangrove soils in a semiarid tropical climate: effects of the burrowing activity of the crabs *Ucides cordatus* and *Uca maracoani*. Geo-Mar Lett. **32**: 289-300.
- AYRES, M., M. AYRES JUNIOR, D. L. AYRES & A. S. SANTOS, 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 334p.
- BASTOS, M. N. C. & L. C. B. LOBATO, 1996. Estudos fitossociológicos em áreas de bosque de mangue na praia do Crispim e Ilha de Algodão. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra, **8**: 157-167.
- BRANCO, J. O., 1993. Aspectos ecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. Arq. Biol. Tecnol., **36** (1): 133-148.
- CONTI, R. C. & R. C. NALESSO, 2010. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-Açu river estuary, Espírito Santo, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, **58** (2): 81-92.
- CUZZUOL, G. R. F. & A. CAMPOS, 2001. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. Revista Brasil. Bot., São Paulo, **24** (2): 227-234.

- DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil. Tábua das Marés. Disponível em: <http://www.mar.mil/>. Acesso em: 23 set. 2007.
- DIELE, K., 2000. Life History and Population Structure of the Exploited Mangrove Crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Bremen, Bremen, 116p.
- 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? *Aquat. Living Resour.* **18**: 169-178.
- FERNANDES, M. E. B., 1997. The ecology and productivity of mangroves in the Amazon region, Brazil. Tese (Doutorado). University of York, England. 214p.
- FISCARELLI, A. G. & PINHEIRO, M. A. A., 2002. Perfil sócio-econômico e conhecimento etnobiológico do catador de caranguejo-uça, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), nos manguezais de Iguape (24° 41' S), SP, Brasil. *Actual. Bol.*, **24** (77): 129-142.
- FRANÇA, C. F. DE & P. W. M. SOUZA FILHO, 2003. Analysis of morphological changes of coastal average period on the eastern of the Marajo island (PA) in landsat image. *Revista Brasileira de Geociências*, **33**: 12.
- FREITAS, A. C. 2011. Potencial extrativo do caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) e a associação dessa espécie com os bosques de mangue, na Reserva Extrativista Marinha de Maracanã, Maracanã - PA. Dissertação de Mestrado. UFPA - Campus Bragança, 70 p.

- GLASER, M. & K. DIELE, 2004. Asymmetric outcomes: assessing central aspects of the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. *Ecol. Econ.*, **49** (3): 361-373.
- GOES, P., J. O. BRANCO, M. A. A. PINHEIRO, E. BARBIERI, D. COSTA & L. L. FERNANDES, 2010. Bioecology of the Uçá-Crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitoria Bay – ES, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, **58** (2): 153-163.
- HATTORI, G. Y., 2006. Densidade populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea, Brachyura, Ocypodidae), na região de Iguape (SP). Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 143p.
- KOCH, V. & WOLFF, M., 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, **228**: 119-130.
- MAGALHÃES, A., R. M. COSTA, R. SILVA & L. C. C. PEREIRA, 2007. The role of women in the mangrove crab (*Ucides cordatus*, Ocypodidae) production process in North Brazil (Amazon region, Pará). *Ecol. Econ.*, **61** (3): 559-565.
- MELO, E. S., 2010. Estrutura populacional dos bosques de mangue e do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) nos manguezais da Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua – Pará. Dissertação de Mestrado em Biologia Ambiental. Universidade Federal do Pará – Campus Bragança. 94p.

- MELO, G. A. S., 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo, Ed. Plêiade/FAPESP, 604p.
- MENDES, A. C., 2003. Geomorfologia da sedimentologia. In: M. E. B Fernandes, Os manguezais da costa norte brasileira, Fundação Rio Bacanga, **2**: 1-165
- MENEZES, M. P. M., U. BERGER & U. MEHLIG, 2008. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão states, north Brazil. *Acta Amazonica* **38** (3): 403-420.
- NORDHAUS, I., M. WOLFF & K. DIELE, 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **67**: 239-250.
- NORDHAUS, I. & M. WOLFF, 2007. Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. *Mar. Biol.* **151**: 1665-1681.
- NORDHAUS, I., M. WOLFF & K. DIELE, 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.
- OSBORNE, K. & T. J. SMITH III, 1990. Differential predation on mangrove propagules in open and closed canopy forest habitats. *Vegetatio*, **89**: 1-6.
- PEROTE, S. M. O., 2010. Estrutura Populacional da Floresta de Mangue e do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), na Reserva Extrativista Marinha "Mãe Grande" de Curuçá, Curuçá-Pa. Dissertação (Mestrado em Recursos Biológicos da Zona Costeira Amazônica). Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança. 88p

- PIOU, C., U. BERGER, I. C. FELLER, 2009. Spatial structure of a leaf-removing crab population in a mangrove of North-Brazil. *Wetlands Ecol. Manag.* 17, 93–106.
- PRANCE, G. T., 1979. Note on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazon forest types subject to inundation. *Brittonia*, **31**: 26-38.
- PROST, M. T. R. & B. V. RABELO, 1996. Variabilidade fito-espacial de manguezais litorâneos e dinâmica costeira: exemplos da Guiana Francesa, Amapá e Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra*. Belém, Pará, Brasil, **8**: 101-121.
- QUEIROZ, M. E. F., 2010. Análise estrutural de bosques de mangue sob diferentes níveis de corte e caracterização da população de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) presente nestas áreas na Vila de Caratateua – Bragança – PA. Dissertação de Mestrado em Biologia Ambiental. Universidade Federal do Pará – Campus Bragança. 75p.
- RODRIGUES, L. C. S. & C. S. F. SENNA, 2011. Palinologia holocênica do testemunho Bom Jesus, margem leste da ilha do Marajó, Pará, Amazônia. *Acta Amazônica*, **41** (1): 9-20.
- SANDRINI-NETO L. & P. C. LANA, 2011. Distribution patterns of the crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ucididae) at different spatial scales in subtropical mangroves of Paranaguá Bay (southern Brazil). *Helgol Mar Res.* **66**: 167-174.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & G. CINTRÓN-MOLERO, 1986. Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. *Caribbean Ecological Research*, São Paulo, 186p.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., G. CINTRÓN-MOLERO, R. R. ADAIME & T. M. CAMARGO, 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazillian Coast. *Estuaries*, **13**: 204-218.
- SCHORIES, D., A. BARLETTA-BERGAN, M. BARLETTA, U. KRUMME, U. MEHLIG & V. RADEMAKER, 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, **11**: 243-255.
- SILVA, M. M. T., 2008. Bioecologia e Produção comercial do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) em Quatipuru – PA. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal do Pará. 119p.
- SIMITH, D. J. B. & DIELE, K., 2008. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo - uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. *Acta Amazonica*. vol. **38**: 345 – 350.
- SOUSA, M. E. M. 2011. Análise da ocorrência de peixes-boi com base no conhecimento ecológico local e nos parâmetros ambientais na costa leste da Ilha de Marajó, Pará. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em biologia ambiental – UFPA, Pará, 87 p.
- SOTO, R. & J. A. JIMÉNEZ, 1982. Análisis fisionômico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical*, **30**: 161-168.
- WALSH, G. E., 1974. Mangroves: a review. In: R. J. Reimold & W. H. Queen, *Ecology of halophytes*. New York. Academic Press. p. 51-174.
- WITTMANN, F. & P. PAROLIN, 2005. Aboveground roots in Amazonian floodplain trees. *Biotropica*, **37** (4): 609-619.
- WUNDERLICH, A. C., M. A. A. PINHEIRO & A. M. T. RODRIGUES, 2008. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na

Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*,
25 (2): 188-198.

CAPÍTULO 3

Avaliação de fatores que controlam as populações de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucidae) em zonas de transição na Ilha de Marajó, Pará, Brasil

CLEIDSON PAIVA GOMES

DANILO CESAR LIMA GARDUNHO

MARCUS E. B. FERNANDES

** Formatado segundo o periodico científico*

International Journal of Crustacean Research

RESUMO

Nos manguezais de Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil, as populações de *U. cordatus* estão associadas aos bosques de mangue, que por sua vez, fazem limites com as florestas de várzea estuarina, formando zonas de transição entre esses dois ecossistemas. Baseado nessa associação, o presente estudo avaliou se as características de tamanho e densidade de indivíduos das populações de *U. cordatus* estão relacionadas às condições ambientais locais, tais como: salinidade da água, produção de serapilheira e sua disponibilidade de alimento e atividades de pesca sobre essa espécie de crustáceo. Dois sítios de trabalho em áreas e mangue foram avaliados, um localizado em zonas de alta transição com várzea estuarina e outro em zonas de baixa transição com várzea estuarina. Os resultados mostram que a salinidade no sítio de baixa transição apresentou variação de 1 a 16 ppm, ao passo que no sítio de alta transição a variação anual foi de 0 a 9 ppm. O item de maior produção na serapilheira foi folha, não havendo diferença na produção desse item entre os sítios (baixa transição= 7.28; alta transição= 7.64). Indicadores da atividade da pesca de *U. cordatus* revelaram que os bosques de mangue da zona de baixa transição estão mais sujeitos à sobreexploração, principalmente pela facilidade de acesso. Conseqüentemente, as áreas de alta transição oferecem condições mais favoráveis ao desenvolvimento das populações de *U. cordatus*, principalmente no que se refere à variabilidade e disponibilidade de alimento e à proteção contra a ação antrópica na região.

ABSTRACT

In the mangroves of Soure, Marajó Island, Pará, Brazil, populations of *U. cordatus* are associated with mangrove forests, which in turn are bound with tidal várzea forests, forming transition zones between these two ecosystems. Based on this association, the present study evaluated whether characteristics of size and density of *U. cordatus* populations are related to local environmental conditions such as water salinity, litter production and its food availability, and fishing activities on this crustacean species. Two study sites were evaluated, being one in a high transition zone and other placed in the low transition zone with tidal várzea forests. The results show that at the low transition site salinity ranged from 1 to 16 ppm, whereas at the high transition site annual variation ranged from 0 to 9 ppm. Leaf was the largest item in the litterfall production and there was no difference in the production of this item between sites (low transition = 7.28; high transition = 7.64). Indicators of fishing activity on *U. cordatus* revealed that mangrove forests of the lower transition zone are more subject to overexploitation, mainly for easy access. Hence, areas of high transition offer more favorable conditions for the development of *U. cordatus* population, especially those regard to the variability and availability of food and protection from anthropogenic activities in the region.

INTRODUÇÃO

O *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) é um crustáceo semiterrestre que habita os manguezais brasileiros, representando mais de 75% de toda a biomassa bentônica produzida nesse sistema (Koch & Wolff, 2002). Esses caranguejos vivem em galerias individuais escavadas no chão da floresta, próximo às raízes das árvores, saindo durante a baixamar em busca de folhas de mangue, consideradas o principal componente de sua dieta (Christofoletti, 2005; Nordhaus & Wolff, 2007). Através da escavação de suas galerias, promovem a bioturbação e oxigenação do sedimento dos manguezais (Stieglitz et al., 2000; Amouroux & Tavares, 2005; Araujo et al., 2011), sendo considerada a espécie-chave na ciclagem de nutrientes desse ecossistema (Koch & Wolff, 2002; Schories et al., 2003; Northhaus et al., 2006). A espécie também possui grande importância econômica, servindo de fonte de alimento e renda, sobretudo para as populações ribeirinhas (Fiscarelli & Pinheiro, 2002; Alves & Nishida, 2003; Glaser & Diele, 2004; Magalhães et al., 2007).

Nos últimos anos *U. cordatus* tem sido alvo de estudos que buscam avaliar a influência do ambiente sobre suas características populacionais. Alguns desses estudos revelaram que as características vegetacionais, o tipo do sedimento, a salinidade e o grau de inundação, são fatores que exercem grande efeito sobre a densidade e tamanho dos indivíduos dessa espécie de caranguejo (Branco, 1993; Almeida, 2005; Hattori, 2006; Wunderlinch et al., 2008; Conti et al., 2010; Goes et al., 2010). Além disso, qualidade e a disponibilidade de alimento, tende a favorecerem o processo de ecdise desta espécie, possibilitando um melhor crescimento corporal (Christofoletti, 2005;

Pinheiro et al., 2005). Ao contrário, a atividade pesqueira resulta em danos para às populações do *U. cordatus*, promovendo a diminuição de seus estoques pesqueiros (Diele et al., 2005; Goes et al., 2010), a exemplo, de outras espécies de crustáceos como o caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), cujas populações foram praticamente dizimadas das regiões de manguezais do nordeste do Brasil (Araujo & Calado, 2008).

Nos manguezais de Soure, litoral norte brasileiro, as populações de *U. cordatus* estão associadas aos bosques de mangue que se conectam às florestas de várzea estuarina, formando zonas de transição entre esses dois ecossistemas (Gomes et al., in prep. – ver Capítulo 2 da presente Tese). As várzeas estuarinas são florestas costeiras que se desenvolvem em planícies alagadas sujeitas às enchentes, cujas águas são provenientes de rios que recebem influência direta das marés, podendo sofrer ação da salinidade (Prance, 1979).

Segundo Gomes et al. (in prep.), nas zonas de transição onde os bosques de mangue apresentam elevada ocorrência de árvores de várzea estuarina (chamados de zona de alta transição), os espécimes de *U. cordatus* apresentam indivíduos de maior tamanho, porém, com baixa densidade populacional, quando comparadas aos bosques de mangue considerados de baixa transição. Partindo desse pressuposto, o presente estudo procurou avaliar se a diferença no tamanho dos indivíduos e na densidade populacional desses dois ambientes de transição está relacionada às condições ambientais locais, tomando-se como base algumas variáveis, tais como: i) salinidade da água, ii) produção de serapilheira, iii) disponibilidade de alimento produzido na serapilheira e iv) atividades de pesca sobre o *U. cordatus*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos manguezais do município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Estado do Pará (1°S - 51°W) (Fig. 1). A região possui clima equatorial com temperatura do ar média anual de 27°C, com pluviosidade média de 3.217 mm e umidade relativa do ar de 85% (Embrapa, 2010). A estação chuvosa inclui os meses de janeiro a junho, enquanto a estação seca ocorre nos meses julho a dezembro. Apresenta um sistema de meso e macromarés podendo atingir valores máximos entre 3,6 e 4,7 m (DHN, 2007) e salinidade média anual de 7,7 (Sousa, 2011).

As amostragens ocorreram mensalmente, de dezembro de 2007 a novembro de 2008, em dois sites de trabalho (Fig. 1) cujos bosques de mangue são dominados por espécies de *Rhizophora* L. e diferem quanto ao nível de transição com a várzea estuarina.

- 1) Sítio de baixa transição – Bosque com maior densidade relativa de árvores de espécies do mangue, localiza-se no manguezal da Praia do Goiabal (00°41'36.1"S - 48°29'20.3"W), às margens da baía de Marajó, sujeito a maior influência das marés.
- 2) Sítio de alta transição - Bosque com maior densidade relativa de árvores de espécies da várzea estuarina, localiza-se no manguezal do Furo do Saco, no estuário do rio Paracauari (00°38'18.3"S - 48°33'54.8"), sujeito a menor influência das marés.

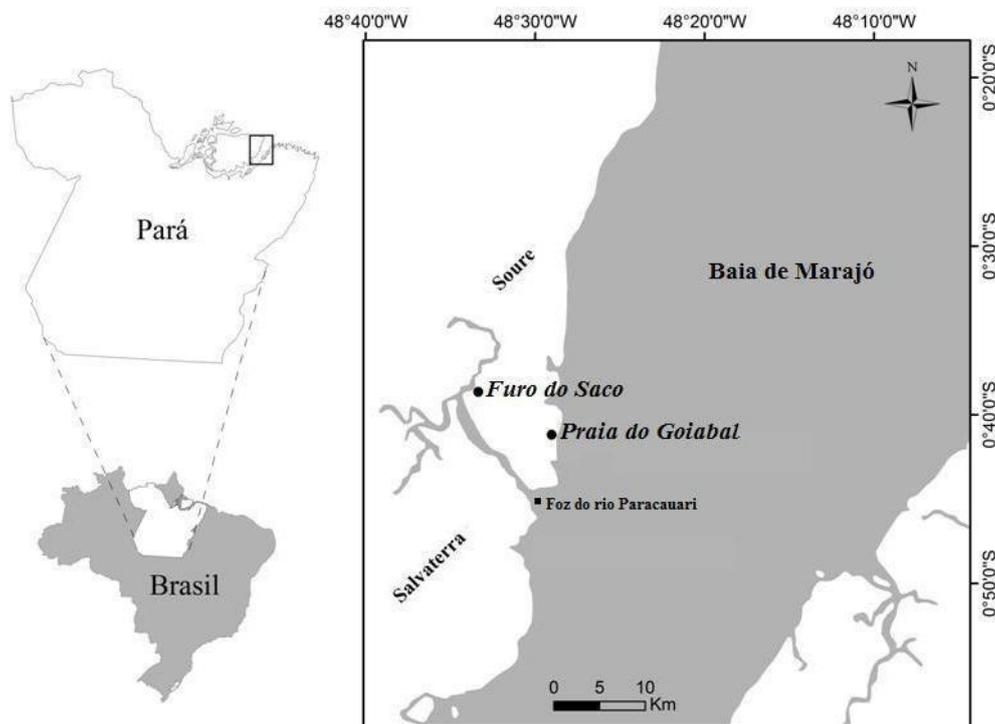


Fig. 1. Localização geográfica dos sítios de coleta no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

A salinidade da água nos dois sítios de trabalho foi monitorada através de amostras coletadas no curso d'água que margeia os bosques de mangue, sendo avaliada *in loco* com um refratômetro óptico portátil.

A produção de serapilheira nos bosques de mangue foi estimada através de coletas mensais ao longo de um ciclo anual, de dezembro de 2007 a novembro de 2008. Sete coletores foram distribuídos ao longo de uma transecção perpendicular à margem do principal curso d'água, em cada sítio de coleta, sendo confeccionados em madeira e cobertos com tela de náilon de malha de 1 mm², com área útil de 1 m². Esses coletores foram fixados em

intervalos de 20 m e suspensos por estacas de madeira de 2 m de altura, ficando acima do nível das marés de sizígia.

O material acumulado em cada coletor foi recolhido mensalmente e separado nos seguintes componentes: folha (separado pelos grupos: *Rhizophora*; *Avicennia*; *Laguncularia* e *Várzea*), fruto (separado pelos grupos: *Rhizophora* e *Várzea*), flor (somente *Rhizophora*), estípula (somente *Rhizophora*), galho (não foi separado por grupo) e miscelânea (que se refere ao material vegetal e animal não identificado e fezes). Este procedimento foi efetuado para cada amostra separadamente, sendo em seguida seco em estufa a 70 °C até atingir peso constante, quando então foi tomado o peso seco final por componente.

A estimativa da disponibilidade de alimento para o caranguejo-uçá foi comparada entre os sítios tomando como base a produção dos componentes folha e fruto na serapilheira.

Os indicadores da atividade de pesca sobre o *U. cordatus* nas áreas de baixa e alta transição estão abaixo relacionados:

- i) número de caranguejeiros que utilizam as áreas como ponto de coleta;
- ii) distância da sede do município;
- iii) forma de acesso.
- iv) tamanho médio dos caranguejos capturados pelos caranguejeiros para a comercialização.

Também foi calculado o tamanho médio dos caranguejos coletados para comercialização pelos caranguejeiros em cada sítio de coleta, tomando como

base a medida de largura da carapaça (mm) de exemplares cedidos durante o transporte em direção ao centro urbano.

Os dados originais foram testados quanto à normalidade e à homogeneidade das variâncias utilizando-se os testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Considerando que algumas séries de dados não apresentaram os pré-requisitos para o uso de estatística paramétrica, o teste não paramétrico de Mann-Whitney (U) foi usado para comparar a produção total de serapilheira e de seus componentes entre os sítios. Na análise da produção dos diferentes componentes da serapilheira em cada sítio foi utilizada a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (H). Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

RESULTADOS

A salinidade no sítio de baixa transição variou entre 0 a 16 ppm ($5,8 \pm 5,1$) na estação chuvosa e seca, respectivamente, enquanto que no sítio de alta transição os níveis de salinidade apresentaram variação entre 0 e 9 ppm ($3,3 \pm 3,2$) (Fig. 2).

A tabela I apresenta os valores totais e dos componentes da serapilheira dos dois sítios de trabalho. A comparação da produção total de serapilheira entre os sítios não apresentou diferença significativa (Mann-Whitney, $p > 0,05$).

Dentre os componentes da serapilheira a maior produção foi de folha de *Rhizophora*, representando 50% de toda a produção no sítio de baixa transição

e 61% no de alta transição (Fig. 3), sendo que não houve diferença significativa entre os sítios (Mann-Whitney, $p > 0,05$). Folha de várzea apresentou baixa produção em ambos os sítios, porém foi mais representativa no sítio de alta transição (Mann-Whitney, $Z(U)=4,16$; $p < 0,001$). Os outros tipos de folhas (*Avicennia* e *Laguncularia*) foram registrados apenas no sítio de baixa transição, o que representou apenas 0,2% do total desse componente.

A produção de frutos no sítio de baixa transição foi composta apenas por fruto de *Rhizophora* (propágulo), representando 23% do total da produção de serapilheira, ao passo que no sítio de alta transição a produção de fruto foi significativamente menor (Mann-Whitney, $Z(U)=2,42$; $p < 0,01$), representando apenas 8% da produção total. Ainda no sítio de alta transição também foram registrados frutos de várzea, os quais revelaram produção pouco expressiva, apenas 1%.

Os outros componentes juntos (flor, estípula, galho e miscelânea) representaram 26,1% de toda a produção de serapilheira no sítio de baixa transição e 26,3% no de alta transição, não havendo diferença significativa entre os sítios (Mann-Whitney, $p > 0,05$).

A avaliação dos indicadores da atividade da pesca do caranguejo-uçá revela que os bosques de mangue situados em áreas de baixa transição, sofrem a maior ação dos caranguejeiros, principalmente pela menor distância que se encontram da sede do município e pela facilidade de acesso, que é feito por terra (tabela II). Segundo os dados da ACS (Associação dos Caranguejeiros de Soure), existem 131 pescadores em atividade no município de Soure, dos quais apenas 30% são conhecidos por priorizarem a exploração dos manguezais da região do Furo do Saco (alta transição). O tamanho médio

dos caranguejos coletados no sítio de baixa transição para a comercialização foi de $73,7 \pm 7,3$ mm (min=56,0 e max=88,6; N=435), sendo inferior ao tamanho registrado no sítio de alta transição, cuja média foi de $78,8 \pm 6,9$ mm (min=60,9 e max=96,2; N=470).

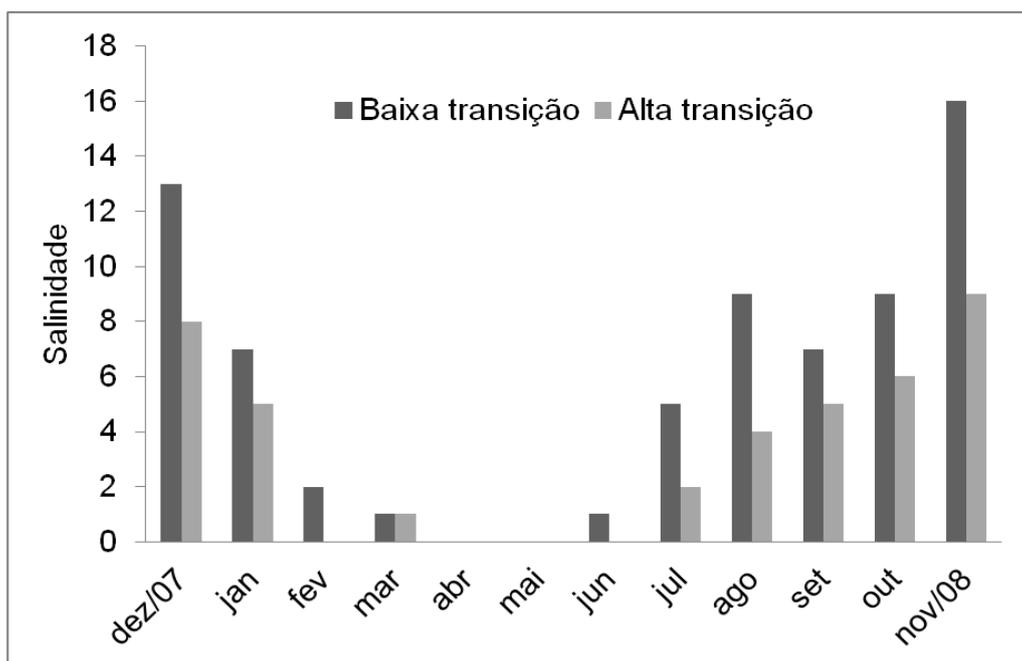


Fig 2. Variação anual da salinidade nos sítios de trabalho, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

Tabela I.

Produção total e dos componentes da serapilheira ($\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. BT= Baixa transição, AT= alta transição, Rh=*Rhizophora* spp., Vz=Várzea estuarina, Av=*Avicennia germinans*, La=*Laguncularia racemosa*, P=nível de significância ($<0,05$), n.s.= não significativo, n.a. = não aplicável.

Sítio	Folha Rh	Folha Vz	Folha (Av + La)	Fruto Rh	Fruto Vz	Flor	Estípula	Galho	Miscelânea	Total	P
BT	7,28	0,02	0,03	3,37	-	2,00	0,66	0,77	0,35	14,49	p<0,01
AT	7,64	0,47	-	0,97	0,17	1,59	0,62	0,85	0,23	12,56	p<0,01
P	n.s.	p<0,01	n.a.	p<0,01	n.a.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

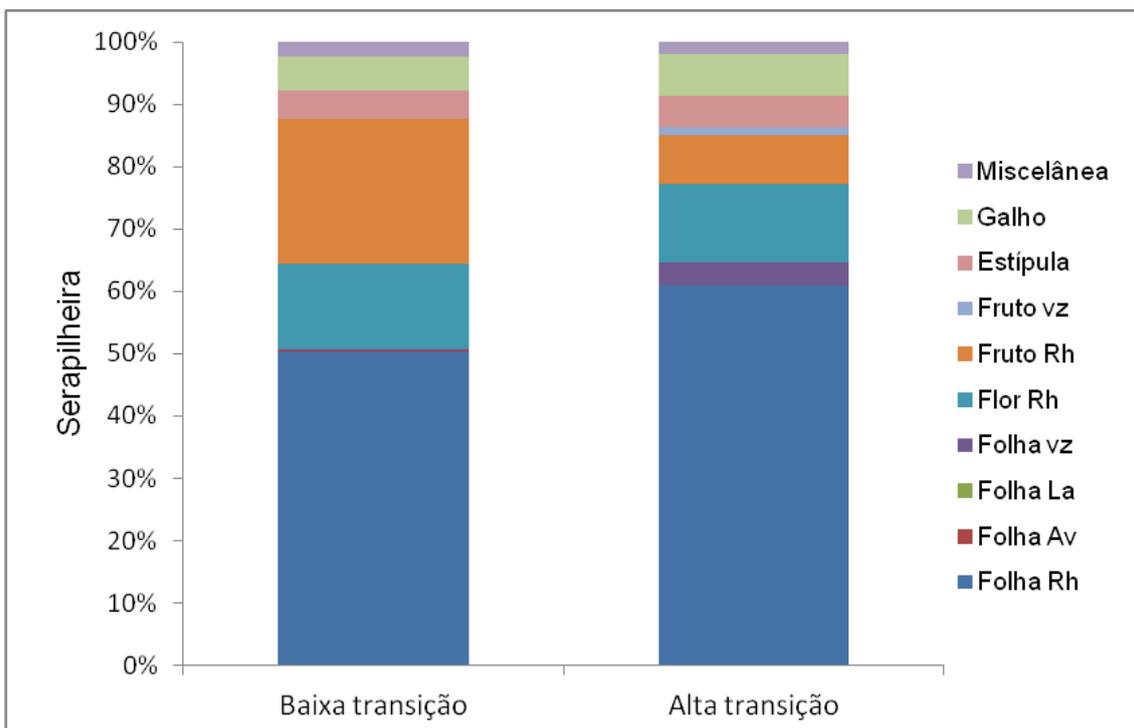


Fig. 3. Participação percentual dos componentes da serapilheira nos manguezais de baixa e alta transição com várzea estuarina, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. Rh=*Rhizophora* spp., Vz=Várzea estuarina, Av=*Avicennia germinans*, La=*Laguncularia racemosa*.

Tabela II.

Características utilizadas como indicadores da atividade de pesca do *U. cordatus* em manguezais de baixa e de alta transição com várzea estuarina, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. LC = Largura da carapaça, DeR= densidade relativa.

Indicadores	Baixa transição	Alta transição	Fonte
Caranguejeiros registrados	70%	30%	ACS*
Distância da sede	~ 4,5 km	~ 10 km	ACS
Forma de acesso	por terra (bicicleta)	por água (barco)	ACS
Tamanho dos caranguejos (LC)	73,7 ± 7,3 mm	78,8 ± 6,9 mm	Presente estudo
Densidade dos caranguejos	1,5 ± 0,5 galeria·m ⁻²	0,4 ± 0,1 galeria·m ⁻²	Gomes et al. (in press – Cap.1)
DeR das árvores de várzea	17%	60%	Gomes et al. (in press – Cap.1)

* Dados de 2008, cedidos pela Associação dos Caranguejeiros de Soure (ACS), Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

DISCUSSÃO

Vários fatores ambientais controlam a distribuição dos manguezais e das espécies vegetais e animais características desse sistema. A salinidade, por exemplo, é considerada um dos principais fatores limitantes da distribuição e desenvolvimento de crustáceos semiterrestres (Frusher *et al.*, 1994; Turra *et al.*, 2005). Caranguejos da família Ocypodidae, como os do gênero *Uca*, são geralmente encontrados em regiões cuja salinidade pode variar de 5 a 40 (Thurman, 2003), enquanto que algumas espécies desse mesmo gênero são restritas a locais, os quais a salinidade mínima é 20 (Masurani, 2006). Para *U. cordatus* a salinidade ótima gira em torno de 25 a 30 (Oliveira, 1945). No entanto, essa espécie é conhecida por sua capacidade de tolerar a variação de salinidade, cuja manutenção da homeostase é alcançada graças a um eficiente mecanismo de osmorregulação (Martinez *et al.*, 1999).

Larvas de *U. cordatus* possuem baixa taxa de sobrevivência em águas estuarinas com salinidade abaixo de 15 ppm, dispersando-se para regiões mais salinas após a desova, para que completem seu desenvolvimento larval e transformem-se em megalopa (Diele & Simith, 2006). Nesse estágio de desenvolvimento, as larvas são mais resistentes à variação de salinidade (Simith, 2012) e conseguem retornar aos manguezais nas marés enchentes de sizígia (Simith & Diele, 2008).

No entanto, mesmo com a baixa sobrevivência dessas larvas, parte da população resiste à salinidade reduzida durante os primeiros dias de vida, sendo o suficiente para que ocorra a migração até as regiões mais favoráveis ao seu desenvolvimento, dessa forma promovendo a manutenção das

populações que se assentam em áreas reguladas pela baixa salinidade (Diele & Simith, 2006).

Tomando-se como base o trabalho desenvolvido por Diele & Simith (2006), é possível afirmar que as populações de *U. cordatus* estão submetidas a níveis de salinidade bastante reduzidos, principalmente em manguezais de zonas de alta transição, sendo provável, que tal condição seja um fator determinante de alta mortalidade e menor taxa de recrutamento de larvas. Nesse contexto, um dos resultados possíveis dessa condição seria a baixa densidade de indivíduos nessas zonas de alta transição.

Considerando a produção de serapilheira dos bosques de mangue da área de estudo, os valores estimados são compatíveis com a produção registrada em outros manguezais dominados pelo gênero *Rhizophora* no litoral brasileiro (Anexo I). O caranguejo *U. cordatus* é apontado como o grande consumidor de serapilheira dos manguezais (Koch & Wolff, 2002; Schories et al., 2003; Almeida, 2005; Nordhaus et al., 2006), sendo as folhas de *Rhizophora* o principal item de sua dieta (Nordhaus & Wolff, 2007), cuja capacidade de consumo pode ser exceder 80% de toda produção em um manguezal (Nordhaus et al., 2006).

No presente estudo, a fração “folha de *Rhizophora*” foi considerada o principal item do total da produção de serapilheira nos sítios de baixa e alta transição (50% e 61%, respectivamente), não havendo diferença significativa entre eles. Este resultado, aparentemente demonstra uma menor influência do item folha de *Rhizophora* na diferenciação observada entre a densidade e o tamanho das populações de *U. cordatus* presentes na zona de transição.

Nordhaus & Wolff (2007) afirmam que *U. cordatus* é capaz de utilizar outras fontes de alimento com forma de compensar a dieta pobre em nutrientes, proporcionada pelas folhas de mangue. Assim, é possível que as folhas das espécies de várzea estuarina possam também servir para compensar a dieta de *U. cordatus*, revelando-se como uma estratégia útil para a melhor adaptação desse crustáceo às zonas de transição. Segundo Ostrensky et al. (1995), a taxa de crescimento de *U. cordatus* pode ser quadruplicada, quando oferecida um dieta constituída de vários itens alimentares (vegetais, folha de mangue, peixe) em comparação a uma dieta baseada apenas em folhas de mangue.

Outro item citado na literatura como parte da dieta de *U. cordatus* são os frutos de espécies arbóreas de mangue (Schories et al., 2003; Nordhaus & Wolff, 2007; Souza & Sampaio, 2011). McKee (1995) relata que a atividade alimentar do caranguejo-uçá é intensificada sobre os propágulos de *Rhizophora* de acordo com o aumento da dominância dessas árvores na floresta de mangue. Apesar desse fato, os propágulos de *Rhizophora*, assim como as folhas das espécies da várzea estuarina, não parecem influenciar a densidade e o tamanho dos caranguejos nas zonas de transição, principalmente pelo fato de que no bosque de alta transição, onde os caranguejos são maiores, os valores percentuais de produção de propágulos alcançam apenas 7% da produção total de serapilheira.

Contudo, é importante ressaltar que, no presente estudo, não está sendo considerada a composição nutricional desses itens alimentares, haja vista alguns trabalhos mostrarem que a qualidade de nutrientes da folha (Conde et al., 1995; Nordhaus & Wolff, 2007) e do propágulo (Smith 1987; Smith et al.,

1989; McKee 1995; Cannicci et al., 2008) de *Rhizophora* parece influenciar o crescimento dos animais (Pinheiro et al., 2005; Chirstofoletti, 2005).

Outra variável relevante que pode influenciar de forma direta a densidade e o tamanho das populações de *U. cordatus* é a atividade humana nas áreas de manguezais. Estudos indicam que a pouca sazonalidade, a grande abundância relativa, o baixo custo exigido para a captura e a fácil comercialização são aspectos que contribuem para a intensificação da atividade de pesca sobre o caranguejo-uçá no litoral brasileiro (Nordi, 1992; Alves & Nishida, 2003; Glaser & Diele, 2004).

No município de Soure, a pesca do *U. cordatus* desponta entre as principais atividades desenvolvidas nos manguezais. Essa atividade ocorre de forma tradicional, pelo método de braceamento e com auxílio de gancho, em respeito à legislação específica (Lei n. 7.679 de 23 de novembro de 1988).

No presente estudo, os indicadores da atividade de pesca do *U. cordatus* revelaram que os manguezais situados em zonas de baixa transição estão sujeitos à maior exploração pelos caranguejeiros. Isto ocorre principalmente devido a sua maior proximidade da sede do município e pela melhor condição de acesso a esses mangues. Além do mais, essas áreas apresentam bosques mais abertos e de fácil circulação, em função da menor densidade de árvores, permitindo que a captura do caranguejo seja realizada mais rapidamente. Por outro lado, na zona de alta transição, onde caranguejos são maiores e de maior valor comercial, a única via de acesso é o barco, proporcionando um custo excedente. Essa condição certamente reduz a procura e, conseqüentemente, a atividade dos caranguejeiros, fazendo com

que as zonas de baixa transição, que são próximas às vilas, sofram maior intensidade de exploração.

É possível concluir, que as áreas de alta transição com várzea estuarina oferecem condições aparentemente mais favoráveis ao desenvolvimento das populações de *U. cordatus*, uma vez que oferecem maior variabilidade e disponibilidade de alimento, bem como, proteção contra a ação antrópica local.

Anexo I.

Comparação da produção anual de serapilheira ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em florestas dominadas por espécies do gênero *Rhizophora*, no litoral brasileiro.

Localidades, Estado	Produção de Serapilheira	Fonte
Ilha de Maracá, Pará	16,5	Fernandes, 2003
Paraíba do Sul, Rio de Janeiro	14,6	Bernini & Rezende, 2010
Natal, Rio Grande do Norte	12,3	Ramos & Silva et al., 2006
Itacuruçá, Rio de Janeiro	9,6	Silva et al., 1998
Bragança, Pará	6,4	Fernandes et al., 2007
Bragança, Pará	3,5	Mehlig, 2001
Soure (Baixa Transição), Pará	14,5	Presente estudo
Soure (Alta Transição), Pará	12,6	Presente estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R., 2005. Ecologia de Manguezais: Dinâmica da Serapilheira e Funcionamento do Ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo; 191p.
- ALVES, R. R. N. & A. K. NISHIDA, 2003. Aspectos socioeconômicos e formas de percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape. *Interciencia*, **28** (1): 36-43.
- AMOUREUX, J.M. & M. TAVARES, 2005. Natural recovery of Amazonian mangrove forest as revealed by brachyuran crab fauna: preliminary description. *Vie et Milieu-Life and Environment.*, **55** (2): 71-79.
- ARAÚJO, M. S. L. C. & T. C. S. CALADO, 2008. Bioecologia do Caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no Complexo Estuarino Lagunar Mundáu/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. *Rev. Gestão Cost. Integr.*, **8** (2): 169-181.
- ARAÚJO, J. M. C. JR., X. L. OTERO, A. G. B. MARQUES, G. N. NÓBREGA, J. R. F. SILVA & T. O. FERREIRA, 2011. Selective geochemistry of iron in mangrove soils in a semiarid tropical climate: effects of the burrowing activity of the crabs *Ucides cordatus* and *Uca maracoani*. *Geo-Mar Lett.*, **32**: 289-300.
- AYRES, M., M. AYRES JUNIOR, D. L. AYRES & A. S. SANTOS, 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 334p.

- BRANCO, J. O., 1993. Aspectos ecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brasil. Arq. Biol. Tecnol., **36** (1): 133-148.
- BERNINI, E. & C. E. REZENDE, 2010. Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, **5** (4): 508-519.
- CANNICCI, S., D. BURROWS, S. FRATINI, T. J. SMITH III, J. OFFENBERG & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. Aquatic Botany, **89**: 186-200.
- 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 (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 139p.
- CHRISTY, J. H., 2003. Reproductive timing and larval dispersal of intertidal crabs: the predator avoidance hypothesis. Revista Chilena de Historia Natural, **76**: 177-185
- CONDE, J. E., C. ALARCÓN, S. FLORES & H. DÍAZ, 1995. Nitrogen and Tannins in mangrove leaves might explain interpopulation variations in the crab *Aratus pisonii*. Acta Cient. Venez., **46**: 303-304.
- CONTI, R. C. & R. C. NALESSO, 2010. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-Açu river estuary, Espírito Santo, Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, **58** (2): 81-92.

- DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil. Tábua das Marés. Disponível em: <http://www.mar.mil/>. Acesso em: 23 set. 2007.
- DIELE, K., V. KOCH & U. SAINT-PAUL, 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? *Aquat. Living Resour.*, **8**: 169-178.
- DIELE, K. & D. J. B. SMITH, 2006. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): necessity for larval export? *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, **68**: 600–608.
- FERNANDES, M. E. B., 2003. Produção primária: Serapilheira. In: M. E. B. Fernandes, Os manguezais da costa norte brasileira. São Luís: Fundação Rio Bacanga, p.61-78.
- FERNANDES, M. E. B., A. A. M. NASCIMENTO & M. L. CARVALHO, 2007. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. *Revista Árvore*, **31**: 949-958.
- FISCARELLI, A. G. & M. A. A. PINHEIRO, 2002. Perfil sócio-econômico e conhecimento etnobiológico do catador de caranguejo-uça, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), nos manguezais de Iguape (24° 41' S), SP, *Brasil Actual. Bol.*, **24** (77): 129-142.
- FRUSHER, S. D., R. L. GIDDINS, T.J. SMITH III, 1994. Distribution and abundance of grapsid crabs in mangrove estuary: effects of sediment characteristics, salinity tolerance and osmoregulatory ability. *Estuaries*, **17** (3): 647-654.
- GLASER, M. & K. DIELE, 2004. Asymmetric outcomes: assessing central aspects of the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab

fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. *Ecol. Econ.*, **49** (3): 361-373.

GOES, P., J. O. BRANCO, M. A. A. PINHEIRO, E. BARBIERI, D. COSTA & L. L. FERNANDES, 2010. Bioecology of the Uçá-Crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitoria Bay – ES, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, **58** (2): 153-163.

HATTORI, G. Y., 2006. Densidade populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea, Brachyura, Ocypodidae), na região de Iguape (SP). Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 143p.

KOCH, V. & M. WOLFF, 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, **228**: 119-130.

MAGALHÃES, A., R. M. COSTA, R. SILVA & L. C. C. PEREIRA, 2007. The role of women in the mangrove crab (*Ucides cordatus*, Ocypodidae) production process in North Brazil (Amazon region, Pará). *Ecology Economic*, **61**: 559-565.

MARTINEZ, C. B. R., E. P. ALVARES, R. R. HARRIS & M. C. F. A. SANTOS, 1999. Morphological study on posterior gills of the mangrove crab *Ucides cordatus*. *Tissue & Cell*, **31** (3): 380-389.

MASUNARI, S., 2006. Distribuição e abundância dos caranguejos *Uca* Leach (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **23** (4): 901-1289.

- McKEE, K. L., 1995. Mangrove species distribution and propagule predation in Belize: an exception to the dominance-predation hypothesis. *Biotropica*, **27**: 334–345.
- MEHLIG, U., 2001. Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil. Tese de doutorado. Universität Bremen, Bremen, 137p.
- MORGAN, S. G., 1990. Impact of planktivorous fishes on dispersal, hatching and morphology of estuarine crab larvae. *Ecology*, **71**: 1639-1652.
- MOUTON, E. C. & D. L. FELDER, 1996. Burrow distributions and population estimates for the fiddler crabs *Uca spinicarpa* and *Uca longisignalis* in a Gulf of Mexico Salt Marsh. *Estuaries*, **19** (1): 51-61.
- NORDHAUS, I., M. WOLFF & K. DIELE, 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **67**: 239-250.
- NORDHAUS, I. & M. WOLFF, 2007. Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. *Mar. Biol.*, **151**: 1665-1681.
- NORDI, N. 1992. Os catadores de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) da região da Várzea Nova (PB): uma abordagem ecológica e social. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 107p.
- OLIVEIRA, L. P. M., 1946. Estudos ecológicos dos crustáceos comestíveis uçá e guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreire e *Ucides cordatus* (L.), Gecarcinidae, Brachyura. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, **44**: 295-323.

- OSTRENSKY, A., U. S. STERNHAIN, E. BRUN, F. X. WEGBECHER & D. PESTANA, 1995. Análise de viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral paranaense.— Arquivo de Biologia e Tecnologia, **38**: 939-947.
- PINHEIRO, M. A. A., A. G. FISCARELLI & G. Y. HATTORI, 2005. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura: Ocypodidae) at Iguape, SP, Brazil. J. Crustacean Biol., EUA, **25** (2): 293-301.
- PRANCE, G. T., 1979. Note on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazon forest types subject to inundation. Brittonia, **31**: 26-38.
- RAMOS E SILVA, C. A., A. P. SILVA & S. R. OLIVEIRA, 2006. Concentration, stock and transport rate of heavy metals in a tropical red mangrove, Natal, Brazil. Marine Chemistry, **99**: 2-11.
- SCHORIES, D., A. BARLETTA-BERGAN, M. BARLETTA, U. KRUMME, U. MEHLIG & V. RADEMAKER, 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. Wetlands Ecology and Management, **11**: 243-255.
- SILVA, C. A. R., L. D. LACERDA, A. R. OVALLE & C. E. REZENDE, 1998. The dynamics of heavy metals through litter fall and decomposition in a red mangrove forest. Mangroves and Salt Marshes, **2**: 149-157.
- SIMITH, D. J. B., 2012. Fatores físicos, químicos e biológicos envolvidos na indução do essentamento e metamorfose larval e os efeitos latentes do prolongamento da fase meroplactônica no desenvolvimento juvenil do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura,

- Ucidae). Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental da Universidade Federal do Pará. 337p.
- SMITH, D. J. B. & DIELE, K., 2008. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo - uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. *Acta Amazonica*. vol. 38: 345 – 350.
- SMITH, T. J. III, H. T. CHAN, C. C. McIVOR & M. B. ROBBLEE, 1989. Comparisons of seed predation in mangrove forests from three continents. *Ecology*, **70**: 146-151.
- SMITH, T. J. III, 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forest. *Ecology*, **68**: 266-273.
- SOUSA, M. E. M., 2011. Análise da ocorrência de peixes-boi com base no conhecimento ecológico local e nos parâmetros ambientais na costa leste da Ilha de Marajó, Pará. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em biologia ambiental – UFPA, Pará, 87p.
- SOUZA, M. M. A. & V. S. B. E. SAMPAIO, 2011. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. *Hydrobiologia*, **661**: 179-186.
- STIEGLITZ, T., P. RIDD & P.MULLER, 2000. Passive irrigation and function morphology of crustacean burrows in a tropical mangrove swamp. *Hydrobiologia*, **421**: 69-76.
- THURMAN, C. L., 2003. Osmoregulation by six species of fiddler crabs (*Uca*) from the Mississippi delta area in the northern Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **291**: 233-253.

TURRA, A., M. A. O. GONÇALVES & M. R. DENADAI, 2005. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. *Journ. Nat. Hist.*, **39** (23): 2163-2177.

WUNDERLICH, A. C., M. A. A. PINHEIRO & A. M. T. RODRIGUES, 2008. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **25** (2): 188-198.

CAPÍTULO 4

**Predação e seletividade de propágulos de
Rhizophora spp. por *Ucides cordatus*
(Linnaeus, 1763): o efeito sobre o seu
recrutamento nas florestas de mangue na
Ilha de Marajó, Pará, Brasil**

CLEIDSON PAIVA GOMES

MARCUS E. B. FERNANDES

** Formatado segundo o periodico científico*

“International Journal of Crustacean Research”

RESUMO

Ucides cordatus é considerado um importante agente impactante da serapilheira produzida nos manguezais da Amazônia brasileira, sendo que sua atividade predatória sobre propágulos pode influenciar diretamente o recrutamento desses propágulos nos bosques de mangue. O presente estudo foi desenvolvido nos manguezais da Praia do Goiabal, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil. O objetivo foi investigar a relevância de *U. cordatus* no processo de recrutamento de propágulos do gênero *Rhizophora*, acessando sua taxa de consumo de propágulos e a seletividade alimentar por tamanho de propágulo. Experimentos *in situ* foram realizados como forma de avaliar a taxa diária de herbivoria sobre propágulos e folhas de *Rhizophora*. Em experimento similar foi testada a seletividade por tamanho de propágulos (viáveis e menos viáveis para recrutamento). Foi também estimada a taxa de exportação de propágulos dos manguezais pelas marés. Os resultados revelaram uma taxa de consumo de propágulos de 60% ($1,7 \text{ gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) e de 84% ($0,74 \text{ gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) para folhas. Não houve seletividade por tamanho de propágulos, sendo a taxa de predação, entre os itens, bastante similar. A principal via de impacto sobre os propágulos foi à taxa de consumo de 60%, sendo que a taxa de exportação dos propágulos pelas marés foi de apenas 1%, portanto, pouco relevante. Os resultados fortemente sugerem que *U. cordatus* é o principal agente de impacto sobre a produção de propágulos dos bosques de mangue estudados, sendo que não foi constatada seletividade por tamanho ou maturidade dos propágulos. Fato que revela sua importante na regulação das taxas de recrutamento e na dinâmica populacional das árvores de *Rhizophora* nas florestas de mangue.

ABSTRACT

The leaf-removing crab, *Ucides cordatus*, is considered the most important impact agent on the litterfall produced in the Brazilian Amazon mangrove forests, and their activity on propagules can directly influence the recruitment of these seedlings in mangrove forests. The present study was carried out in the mangroves of Goiabal Beach, Soure, Marajó Island, Pará, Brazil. The objective was investigated the relevance of *U. cordatus* in the recruitment process of the genus *Rhizophora* propagules, accessing the consumption rate of seedlings and selectivity by propagules size. Experiments were performed *in situ* as a way to assess the daily rate of herbivory on seedlings and leaves of *Rhizophora*. In a similar experiment the selectivity for propagules size (viable and less viable for recruitment) was tested. It also estimated the rate of export of propagules from mangroves by the tides. The results showed a consumption rate of propagules of 60% ($1.7 \text{ gDW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$) and 84% ($0.74 \text{ gDW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$) for the leaves. There was no selectivity for propagules size, and the predation rate among the items was very similar. The main via of impact on propagules was the consumption rate of 60%, being the export rate of propagules by the tides of only 1% thus less relevant. The results strongly suggest that *U. cordatus* is the most important impact agent on the production of seedlings of these mangrove stands without showing selectivity by size or maturity of seedlings. Fact that reveals its important in the regulation of recruitment rates and population dynamics of *Rhizophora* trees in mangrove forests.

INTRODUÇÃO

A atividade de predação sobre os propágulos de mangue e seus efeitos no desenvolvimento estrutural e regeneração das florestas têm sido estudado em várias regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo (Smith et al., 1989; Osborne & Smith, 1990; McKee, 1995; Farnsworth & Ellison, 1997; Dahdouh-Guebas et al., 1998; Clarke & Kerrigan, 2002; Bosire et al., 2005). A maioria dos trabalhos aponta insetos, moluscos e crustáceos, como os grandes agentes dos impactos sobre os propágulos e as plântulas de mangue, muito embora os crustáceos dominem a superfície lamosa dos manguezais (Cannicci et al., 2008).

Os crustáceos braquiúros, especialmente *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), destacam-se no que diz respeito à ação sobre o recrutamento de propágulos para a formação dos bosques de mangue, principalmente quando as altas taxas de remoção de serapilheira, estão associadas a esses organismos (McIvor & Smith, 1995; Skov & Hartnoll, 2002; Koch & Wolff, 2002; Schories et al., 2003; Nordhaus & Wolff, 2007; Lee, 2008).

A importância atribuída ao *U. cordatus* para o recrutamento dos bosques de mangue tem sido bastante discutida. Para alguns autores, a predação de propágulos é abordada de forma prejudicial às florestas, principalmente para áreas em processo de regeneração, resultando em um efeito negativo para o sistema (Smith et al., 1989; Osborne & Smith, 1990). Por outro lado, alguns estudos afirmam que os efeitos causados por essa atividade de predação são irrelevantes (Souza & Sampaio, 2011) ou mesmo benéficos, já que podem reduzir a competição intraespecífica, sendo assim considerados como de efeito

positivo (Steele et al., 1999; Kathiresan & Bingham, 2001; Clarke & Kerrigan, 2002). De forma complementar, alguns pesquisadores sugerem uma relação de benefício mútuo entre o *U. cordatus* e as espécies arbóreas de mangue, na qual as árvores oferecem alimento e abrigo aos caranguejos e estes, por sua vez, minimizam o processo de competição por espaço entre propágulos, através da predação (Bosire et al., 2005).

Ainda como consequência desse processo de interação animal-planta, a seletividade alimentar do *U. cordatus* por determinada espécie ou tamanho de propágulos pode ser um dos fatores relevantes na intensificação do comportamento de predação desse crustáceo (Smith, 1987; Mckee, 1995; Farnsworth & Ellison, 1997; Dahdouh-Guebas et al., 1997; Souza & Sampaio, 2011). O trabalho desenvolvido por Mckee (1995) em manguezais dominados por *Rhizophora mangle* L., aponta nessa direção quando os resultados mostram que as diferenças no tamanho e na palatabilidade foram os fatores que mais influenciaram a taxa de predação dos caranguejos sobre os propágulos.

Outras variáveis também são relevantes na análise do recrutamento de propágulos nos manguezal. Avaliando esse processo através da vegetação envolvida, é importante ressaltar que as árvores de mangue apresentam características, como a viviparidade e dispersão hidrocórica, que são estratégicas para a colonização de áreas adjacentes (Tomlinson, 1986). No entanto, as atividades herbívoras dos insetos ou crustáceos arborícolas parecem causar a abscisão prematura de propágulos, determinando a perda de parte da população de frutos, que se tornam inviáveis para o recrutamento (Robertson et al., 1990; Clarke, 1992; Dahdouh-Guebas et al., 1998). Por outro

lado, a permanência dos propágulos nas árvores, até atingirem a fase madura, mesmo considerando a predação que ocorre diretamente nas árvores, parece ser compensada pelo fato de que essa atividade predatória é muito mais intensa na superfície do chão da floresta (Farnsworth & Ellison, 1997).

Estudos sobre a ecologia de *U. cordatus* apontam essa espécie como o principal agente de impacto da serapilheira produzida nos manguezais da Amazônia brasileira (Nordhaus & Wolff, 2006). Essa espécie de caranguejo representa mais de 75% da biomassa bentônica desse sistema (Koch & Wolff, 2002) e possui um papel central na ciclagem de nutrientes dos manguezais da região (Schories *et al.*, 2003). Sua associação com os bosques dominados por *rhizophora* é considerada preferencial (Almeida, 2005), sendo sua atividade alimentar apontada como relevante para o recrutamento de propágulos neste sistema (Souza & Sampaio, 2011).

Assim, o presente estudo tem como objetivo principal investigar a relevância de *U. cordatus* no processo de recrutamento de propágulos, especificamente de *Rhizophora*, determinando a taxa de consumo de propágulos da floresta e avaliando se esses caranguejos apresentam seletividade alimentar por tamanho de propágulo, assumindo que o tamanho expressa a viabilidade dos mesmos para efeito de recrutamento

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido nos manguezais da Praia do Goiabal ($00^{\circ}41'36,1''\text{S}$ - $48^{\circ}29'20,3''\text{W}$), no município de Soure, Estado do Pará, Brasil (fig. 1). Essa área apresenta um clima quente e úmido (classificação de Köppen), apresentando temperatura média do ar de 27°C e pluviosidade média anual de 3.217 mm. O ciclo das chuvas é dividido em duas estações, sendo a chuvosa nos meses de janeiro a junho e a seca no período de julho a dezembro (EMBRAPA, 2010). A região apresenta um sistema de meso e macromarés podendo atingir valores máximos entre 3,6 e 4,7 m (DHN, 2008), com níveis de salinidade variando de 0 na estação chuvosa a 16 na estação seca (Gomes et al., in press – Cap. 3)

O sítio de trabalho possui um canal-de-maré com 15 m de largura e 3 m de profundidade (área de $23,6\text{ m}^2$), velocidade média de corrente de $0,36\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e vazão de $7,16\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (preamar e baixamar). Este canal foi utilizado como via de acesso para os bosques de mangue e serve como a principal conexão para as águas da baía de Marajó. Esses bosques são dominados por espécies arbóreas de *Rhizophora* (*R. harrisonii* Leechman e *R. racemosa* G.F.W. Meyer), sendo também registrada a presença de espécies arbóreas associadas típicas de florestas de várzea estuarina (*Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., *Pachira aquatica* Aubl. e *Pterocarpus amazonicus* Huber). A presença destas espécies vegetais associadas é resultado da baixa salinidade das águas adjacentes à área de estudo. Consequentemente, alguns bosques de mangue estão inseridos em áreas de transição com as florestas de várzea estuarina, muito embora os manguezais da Praia do Goiabal sejam classificados como área de

baixa transição de acordo com a classificação de Gomes et al. (in prep. – ver Capítulo 2 da presente Tese).

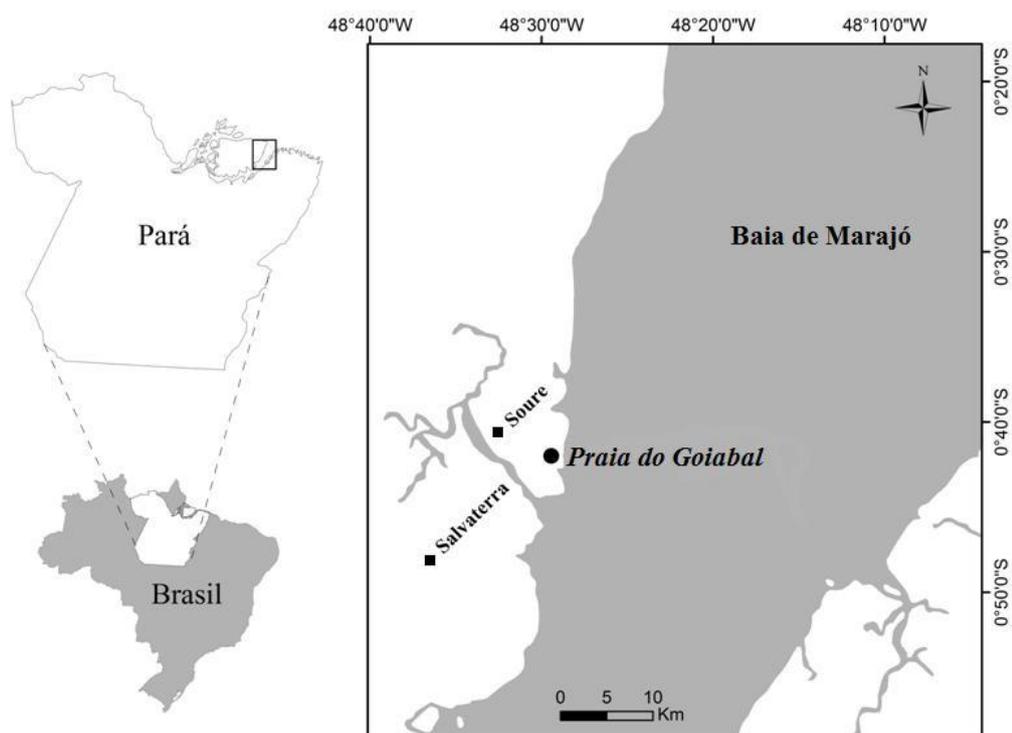


Fig. 1. Localização geográfica do sítio de trabalho (Praia do Goiabal) no município de Soure, litoral leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

- Taxa de herbivoria

A taxa de herbivoria de *U. cordatus* sobre propágulos e folhas do gênero *Rhizophora* foi avaliada através de um experimento realizado *in situ*, executado durante a estação chuvosa (março de 2008). Foram abertas duas transecções paralelas (50x2 m), com espaçamento de 100 m entre elas. Cada transecção foi dividida em 5 parcelas (2x2 m), com intervalos de 10 m. Em ambas as parcelas foram oferecidas amostras compostas por dois itens (propágulos e folhas) com pesos úmidos (g) conhecidos. A oferta dessas amostras foi realizada com cada item amarrado individualmente por 2 m de fio de náilon em uma extremidade, sendo preso na raiz de uma árvore pela outra, evitando a perda do mesmo durante os movimentos das marés, mas ainda possibilitando a sua remoção para dentro das galerias pelos caranguejos.

Em cada transecção foi realizado um experimento (= Tratamento) com diferença na quantidade de itens alimentares ofertados por amostra. A diferença nas amostras possibilita avaliar a tendência da seletividade por item e quantidade do item.

Tratamento-1 (menor oferta) – a) 0,86 g de peso seco (\approx 1 propágulo)

b) 0,64 g de peso seco (\approx 2 folhas)

Tratamento-2 (maior oferta) – a) 5,17 g de peso seco (\approx 2 propágulos)

b) 1,18 g de peso seco (\approx 4 folhas)

As amostras foram verificadas a cada período de 24 h, sendo registrado o número de propágulos e/ou folhas levado para o interior das galerias; estes itens foram considerados como 100% consumidos. Os itens que permaneceram sobre o chão da floresta foram recolhidos para posterior

pesagem em laboratório. O peso úmido (g) de cada item recolhido foi medido após a sua lavagem em água corrente e secagem à sombra sob temperatura ambiente. O experimento foi repetido durante cinco dias consecutivos, sendo os dados utilizados para a estimativa da taxa média de herbivoria dos itens de cada tratamento.

A determinação da biomassa (grama por Peso Seco - gPS) dos itens oferecidos e consumidos foi estimada através da calibragem entre o peso úmido e o peso seco. Para esse fim, foram coletados 40 exemplares de cada item, cujo comprimento dos propágulos variou de 5 a 37 cm e o das folhas de 8 a 17 cm. No laboratório, esses exemplares foram lavados e secos à sombra sob temperatura ambiente durante um período de 24 h. Após esse procedimento, cada exemplar foi medido (cm) e determinado seu peso úmido (g), sendo em seguida seco em estufa a 70 °C por 72 h para a determinação do seu peso seco.

No intuito de acessar as taxas de exportação de propágulos de *Rhizophora* das florestas de mangue foi utilizado um método de captura da serapilheira transportada pelas águas do principal canal-de-maré, que comunica esses bosques à baía de Marajó. Esse procedimento foi realizado durante a estação chuvosa, nos meses de março e abril de 2008, quando ocorre o pico da produção de propágulos nos manguezais amazônicos (Fernandes, 1999). O método consiste em fixar de uma margem à outra do canal-de-maré três cestas de tela de náilon de 0,5 cm, medindo 60 cm largura x 60 cm de altura x 60 cm comprimento, interligadas por uma corda (fig. 2), deixando as cestas expostas por um período de quatro horas em cada fase da maré (baixamar e preamar). Dos propágulos retidos nas cestas também foi

determinado o peso seco, utilizando-se o mesmo procedimento já descrito para a calibragem de biomassa no experimento sobre as taxas de herbivoria.

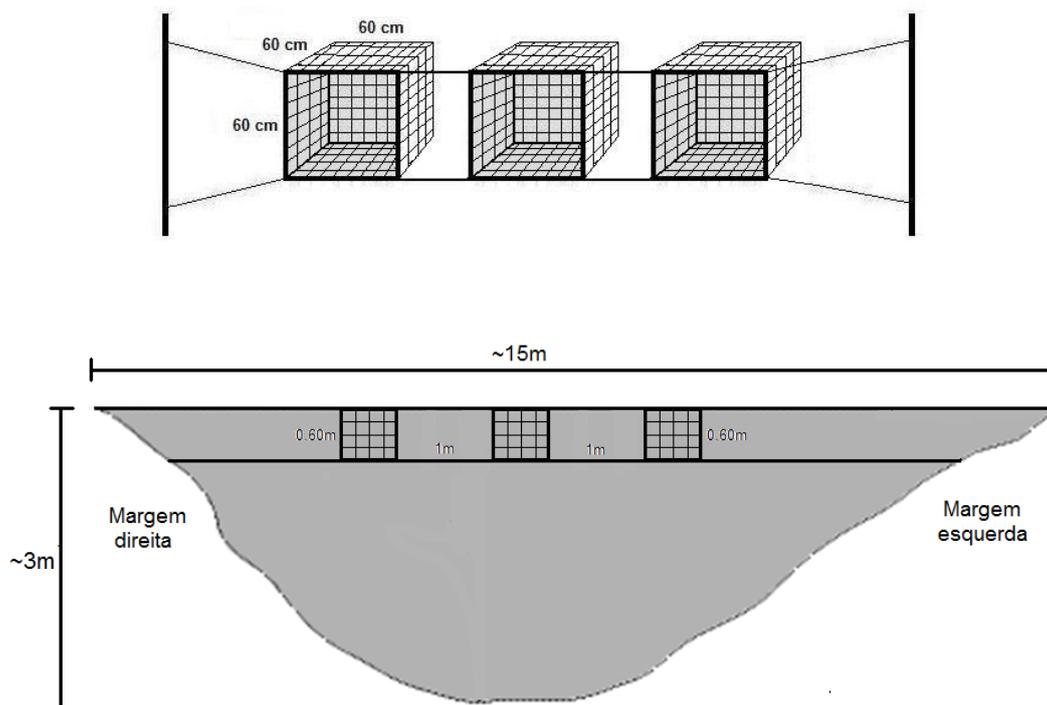


Fig. 2. Desenho esquemático da fixação das cestas coletoras no principal canal-de-maré do manguezal da Praia do Goiabal, Soure, Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

- Seletividade por tamanho

Para testar a seletividade alimentar por tamanho dos propágulos, inicialmente foi necessário estimar o tamanho mínimo de um propágulo viável para efeito de recrutamento. O método utilizado foi o cultivo experimental dos diversos tamanhos de propágulos encontrados no chão da floresta. Para esse fim foram coletados 120 propágulos intactos e recém caídos das árvores, os quais foram divididos em seis classes de tamanho, sendo 20 exemplares por classe. O número de classes foi definido a partir do método algébrico aplicando-se a Regra de Sturges ($K=1+3,3\log n$), onde n é o número de dados observados.

Classes:	> 50
	50 – 40
	40 – 30
	30 – 20
	20 – 10
	< 10

Os exemplares foram cultivados separadamente em recipientes contendo substrato do manguezal e monitorados por um período de 31 dias. Após este período, registrou-se a taxa de sobrevivência e mortalidade para cada classe, dessa forma, sendo representada a viabilidade de cada classe de tamanho para efeito de recrutamento. O resultado do experimento da viabilidade dos diferentes tamanhos de propágulos mostrou uma diferença significativa entre os tamanhos dos propágulos ($G= 11,7$; $gl= 5$; $p= 0,035$), indicando que os propágulos da categoria <10 cm devem ser considerados apenas como “menos viáveis”, haja vista alguns exemplares tenham brotado.

A seletividade por tamanho dos propágulos pelo *U. cordatus* foi avaliada utilizando duas categorias: i) viável (≥ 10 cm) e ii) menos viável (< 10 cm).

Para acessar a seletividade por tamanho dos propágulos, foi realizado um experimento também desenvolvido *in situ*, em seis parcelas de 5x5 m, distribuídas aleatoriamente no sítio de trabalho. Em cada parcela foram oferecidos seis propágulos para cada categoria (viável e menos viável), totalizando 72 propágulos. A oferta desses propágulos foi realizada utilizando-se o mesmo procedimento descrito anteriormente para o experimento referente à taxa de herbivoria.

As parcelas foram avaliadas no 2º, 4º, 6º, 8º, 10º, 12º, 15º, 20º, 25º, 31º e 41º dias, de acordo com os critérios abaixo, os quais foram baseados no método desenvolvido por Smith (1987) e adaptado por Mckee (1995); Dahdouh et al. (1998) e Clarke & Kerrigan (2002):

- i) intacto – propágulos que não apresentaram sinal de herbivoria;
- ii) parcialmente consumido – propágulos que sofreram perdas por herbivoria de até 50% do hipocótilo;
- iii) consumido – propágulos que apresentaram partes vitais consumidas (plúmula e radícula) ou sofreram perdas por herbivoria acima de 50% do hipocótilo. Estes propágulos foram considerados predados.
- iv) removido para a galeria – propágulos considerados 100% consumidos (= predados).

Os propágulos classificados nos critérios (i) e (ii) foram mantidos nas parcelas durante a avaliação, por serem considerados ainda viáveis. Os propágulos dos critérios (iii) e (iv), por sua vez, foram retirados por serem considerados 100% consumidos (= predados).

Para os dados sobre a taxa de herbivoria, a normalidade e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas utilizando-se os testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Como alguns dados não apresentaram os pré-requisitos para o uso de estatística paramétrica, o teste de Mann-Whitney (U) foi usado para avaliar a oferta e o consumo dos itens (propágulo e folha) separadamente entre os dois tratamentos experimentais. Os valores de peso seco (variável dependente), peso úmido (variável independente) e das taxas de herbivoria foram correlacionados através de uma análise de regressão linear para a obtenção de uma equação alométrica.

A viabilidade dos propágulos de *Rhizophora*, entre as classes de comprimento, foram analisadas utilizando-se tabelas de contingência LxC (Linhas x Colunas) através da estatística não paramétrica, teste G. Na avaliação da seletividade por tamanho dos propágulos pelos caranguejos foi utilizada a análise paramétrica ANOVA: Fatorial axb (com replicação), tendo como base os dados referentes ao tempo de predação e tamanho dos propágulos. Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

RESULTADOS

De acordo com o monitoramento da produção de serapilheira realizado na mesma área de estudo por Gomes et al. (in prep. – ver Capítulo 3 da presente tese), a produção anual de propágulos nos manguezais da Praia do Goiabal foi de $337,49 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$, sendo que a média mensal estimada em $28,12\pm 22,31 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$ e a média diária em $0,92\pm 0,74 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$, com pico de produção ocorrendo durante o período chuvoso (março e abril), estimado em $1,48\pm 0,51 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Os resultados do experimento sobre as taxas de herbivoria de *U. cordatus* mostraram que do total de propágulos e folhas oferecido para o consumo, 48% foram classificados nos critérios (iii) consumido e (iv) removido para a galeria, ou seja, foram considerados predados, enquanto 20% representou o critério (ii) parcialmente consumido e 32% permaneceram intactos.

A média de consumo sobre os propágulos para os dois tratamentos foi de $1,7 \text{ gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$, representando 60% da taxa de consumo desse item (expressa por A; tabela I), enquanto a média de consumo de folhas foi de $0,74 \text{ gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$, representando 84% (tabela I). Esses valores mostram um maior consumo de folha nos dois tratamentos, em comparação a propágulo. No entanto, isto se deve ao fato de que o item folha apresenta-se em menor oferta ($\text{gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) em ambos os tratamentos. Considerando que as ofertas foram significativamente diferentes entre os dois itens, a avaliação comparativa entre eles (expressa por B) mostrou que o percentual de consumo foi equivalente (Mann-Whitney; $Z(U)= 0,94$; $gI=3$; $P=0,347$), apresentando tendência para o

maior consumo de propágulos principalmente no Tratamento-2 (Mann-Whitney; $Z(U)= 1,56$; $gl=3$; $P=0,058$) (tabela I).

A taxa de herbivoria sobre os propágulos produzidos na serapilheira dos bosques de mangue é uma das principais vias de impacto sobre o recrutamento das árvores nesse sistema e foi acessada pelo percentual médio da taxa de consumo (expresso por A%) dos propágulos, considerando os dois tratamentos, alcançando 60%. Esse valor médio é a taxa que melhor representa o percentual de consumo de *U. cordatus* em diferentes condições de oferta de propágulo. Adicionalmente, outra via de impacto sobre os propágulos foi acessada, a taxa de exportação desses propágulos pela ação das marés, cujo valor foi de $0,006 \text{ gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Tabela I.

Taxa de herbivoria sobre propágulos e folhas de *Rhizophora* spp., na Praia do Goiabal, Soure, Pará, Brasil. Tratamento-1= menor oferta de alimento; Tratamento-2= maior oferta de alimento; A (%)= percentual da taxa de consumo considerando para cada item individualmente; B (%)= percentual da taxa de consumo para os dois itens juntos. Valores de oferta e consumo estão expressos em peso seco ($\text{gPS}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$).

	Oferta (Média±DP)	Consumo (Média±DP)	A (%)	B (%)
Tratamento-1				
Propágulo	0,86±0,04	0,57±0,19	66,28	48,72
Folha	0,64±0,04	0,60±0,07	94,14	51,28
Total	1,50	1,17	78,17	100,00
<i>P</i>	0,009	0,347		
Tratamento-2				
Propágulo	5,17±0,17	2,76±1,17	53,38	75,83
Folha	1,18±0,01	0,88±0,07	74,59	24,17
Total	6,35	3,64	57,32	100,00
<i>P</i>	0,009	0,058		

No experimento de seletividade por tamanho, todos os propágulos oferecidos foram predados no período de 41 dias de observação. Os resultados mostraram que aproximadamente 90% dos propágulos foram carregados para o interior das galerias pelos caranguejos, sendo considerados pelos critérios observados como consumidos (= predados). Apenas 10% dos propágulos apresentaram consumo parcial de suas partes, tendo a região da plúmula como a parte mais afetada. A formação de raízes só foi detectada em propágulos maduros ($n= 3$), após 25 dias de experimento. Houve diferença na taxa de predação de propágulos ao longo do tempo de exposição (ANOVA: Fatorial axb (Tempo)= $F= 2,937$; $gl= 10$; $P=0,003$), de forma que a atividade de predação foi mais intensa durante os dois primeiros dias para ambos os tamanhos testados (44% para propágulos viáveis e 50% propágulos para os menos viáveis) (fig. 3). Não foi observada diferença significativa nas taxas de predação considerando o tamanho dos propágulos (ANOVA: Fatorial axb (Tamanho)= $F= 0,019$; $gl= 1$; $P=0,884$) e a interação entre as variáveis Tempo e Tamanho (ANOVA: Fatorial axb (Tamanho)= $F= 0,101$; $gl= 10$; $P=0,999$) no decorrer do experimento (tabela II).

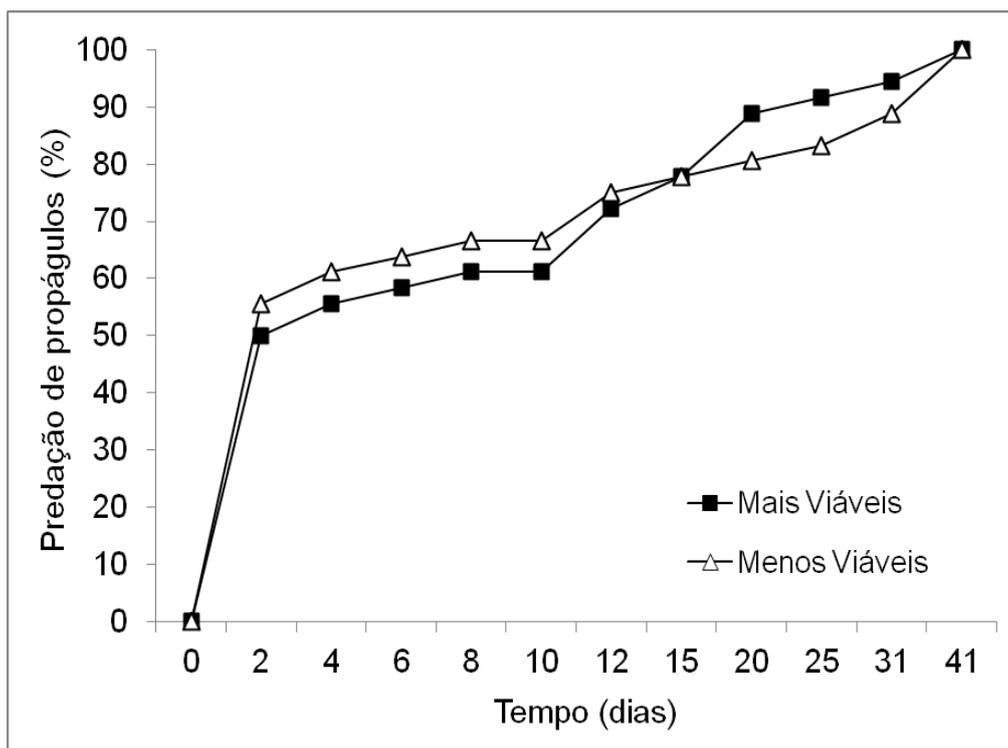


Fig. 3. Percentual médio cumulativo da predação sobre propágulos de *Rhizophora* spp. de tamanho mais viável e menos viável ao desenvolvimento, ao longo de 41 dias de exposição.

Tabela II

Resultado da ANOVA: Fatorial axb (com replicação) da média cumulativa de herbivoria sobre propágulos de *Rhizophora* spp. de tamanho viável e menos viável para o recrutamento, ao longo do tempo de exposição. SQ = Soma dos Quadrados; QM = quadrado médio.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	P
Tamanho	1	0,068	0,068	0,019	0,884
Tempo	10	102,212	10,221	2,937	0,003
Interação	10	3,515	0,352	0,101	0,999
Erro	110	382,833	3,481		

DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou duas abordagens para avaliar a influência de *U. cordatus* sobre o recrutamento de propágulos nas florestas de mangue dominadas pelo gênero *Rhizophora*, na região costeira da Ilha de Marajó. A primeira abordagem foi baseada no estudo de impacto do caranguejo-uçá sobre os propágulos de mangue da área de estudo, além de avaliar a taxa de exportação desses propágulos pelo principal canal-de-maré, como uma das via de impacto sobre a produção desse item.

No presente estudo, o experimento enfocando a taxa de herbivoria sobre as folhas e os propágulos do gênero *Rhizophora* mostrou que em ambos os tratamentos (menor e maior oferta) houve uma tendência para o aumento no consumo de propágulos. Os estudos sobre a alimentação de *U. cordatus* apresentam resultados controversos quanto à seletividade dos itens da sua dieta. Por outro lado, estudos apontam as folhas do gênero *Rhizophora* como o item preferencial na alimentação dessa espécie de crustáceo, mesmo apresentando maior quantidade de toxinas em comparação às outras espécies arbóreas típicas desse sistema (Almeida, 2005; Nordhaus & Wolff, 2007). Outros mostram um elevado consumo de propágulos de *Rhizophora* por *U. cordatus*, relacionado este fato ao seu alto valor nutritivo (Christofoletti, 2005; Nordhaus & Wolff; 2007) e aos períodos de maior produção desse item (Souza & Michell, 1999; Christofoletti, 2005).

Os resultados do presente estudo, por sua vez, mostraram uma tendência para o consumo de propágulos em relação às folhas, indicando que o consumo foi diretamente proporcional à oferta. Considerando essa tendência,

é de se esperar que a seletividade alimentar em *U. cordatus* seja fortemente direcionada para itens que apresentem maior oferta no ambiente.

O *U. cordatus* também se alimenta de outros itens além de folhas e propágulos de mangue. Esses itens incluem raízes, cascas de árvores, sedimento e restos de animais (Ostrensky et al., 1995; Christofolletti, 2005; Nordhaus & Wolff, 2007). Segundo Nordhaus & Wolff (2007), esse comportamento é uma forma de compensar sua dieta pobre em nutrientes e de difícil digestão, proporcionada pelo maior consumo de folhas de mangue. No presente estudo, a oferta experimental de 10 folhas de cada uma das espécies da várzea estuarina (*Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., *Pachira aquatica* Aubl. e *Pterocarpus amazonicus* Huber), revelou que essas folhas foram consumidas ou removidas para as galerias, obtendo-se uma taxa de 83% de consumo em três dias de observação. Tal resultado mostra que *U. cordatus* também é capaz de utilizar uma gama diferente de espécies vegetais associadas ao manguezal como fonte de nutrientes, diversificando os itens e, conseqüentemente, as fontes de nutrientes da sua dieta.

Os efeitos da herbívora sobre os propágulos pelos caranguejos semiterrestres têm sido descrita em vários estudos que reforçam a importância desses crustáceos como reguladores do recrutamento dos bosques (Smith et al., 1989; Clarke, 1992; Farnsworth & Ellison, 1997; Green et al., 1997; Sherman, 2002; Lindquist & Carroll, 2004; Souza & Sampaio, 2011). No presente estudo, a taxa de herbivoria sobre os propágulos foi acessada pelo percentual médio da taxa de consumo de propágulos que foi de 60%. Considerando-se que esse é o valor da capacidade de consumo de propágulos para *U. cordatus* na área de estudo e que esse experimento foi realizado *in*

situ, na mesma área, assume-se que essa é a contribuição percentual no impacto do propágulo e, conseqüentemente, do recrutamento dos mesmos nos bosques locais.

Embora *U. cordatus* apresente uma grande variedade de itens em sua dieta, alguns estudos já enfatizaram os efeitos da atividade alimentar do caranguejo-uçá sobre os propágulos de espécies arbóreas típicas dos manguezais, reforçando que essa atividade contribui para definir a zonação das plantas, que aparece como resultado da predação seletiva de sementes (Bortolus et al., 2004; Bosire et al., 2005).

Embora a produção de propágulos no manguezal possa alcançar valores percentuais elevados, uma fração dessa produção também é dispersa pelas marés, sendo exportada do sistema (Boto & Bunt, 1981; Twilley, 1997; Dittmar & Lara, 2001). No presente estudo, a produção de propágulos representou cerca de 20% da produção total de serapilheira, enquanto a ação das marés sobre a produção dos propágulos foi muito baixa, representando apenas 0,6% do valor produzido nos bosques de mangue. Este valor extremamente reduzido indica que os manguezais da área de estudo não são grandes exportadores de matéria orgânica, a exemplo do que já foi registrado em manguezais do Equador (Twilley, 1997). Contudo, é importante ter em mente que a estimativa do balanço (exportação – importação) de matéria orgânica movimentado pela ação das marés é o principal indicador no processo de avaliação do potencial de exportação de matéria orgânica nos manguezais.

A segunda abordagem do presente estudo tomou como base o fato de que se o *U. cordatus* é responsável pelo consumo de um elevado percentual da produção de propágulos de *Rhizophora* nos bosques de mangue, tal consumo

pode ser conduzido pela seletividade alimentar dessa espécie por tamanho dos propágulos em questão (Mckee, 1995), haja vista existir uma grande variedade de tamanhos disponíveis no chão da floresta.

Algumas pesquisas já investigaram a seletividade alimentar por tamanho em caranguejos e os resultados desses estudos sugeriram que o tamanho dos propágulos pode, de fato, influenciar no comportamento de forrageio desses animais (Smith, 1987; Mckee, 1995; Komiyama et al., 1998). Na área de estudo, a seletividade por tamanho foi avaliada em função da maturidade dos propágulos, revelando-se um fator de pouca influência na atividade alimentar do *U. cordatus*. Esse resultado pode estar relacionado ao comportamento de forrageio da espécie, que precisa ser desenvolvida em tempo compatível a ação de fatores externos, tais como o movimento das marés (Twilley, 1986), a exposição a predadores (Andrade & Fernandes, 2005) e a competição intraespecífica (Piou et al., 2009). Por outro lado, como informação adicional, vale ressaltar que 90% dos propágulos oferecidos foram removidos para as galerias, reforçando a ideia de que os indivíduos de *U. cordatus* alimentam-se principalmente dentro das tocas (Nordhaus et al., 2009).

A atividade de predação foi mais intensa durante os dois primeiros dias de exposição, onde foram impactados entre 50 – 44% dos propágulos, o que sugere uma tendência à maior captura de alimento quando estão mais frescos, e ainda, de estocagem de alimento em condições de maior abundância de recursos. Outros estudos realizados em diferentes países também apresentam predação intensa em poucos dias (Panamá - 20% em 4 dias - Smith et al., 1989; Belize - 25% em 10 dias; Mckee, 1995 e Brasil - 61% em 18 dias - Souza & Sampaio, 2011).

A espécie *U. cordatus* representa mais de 75% da biomassa bentônica dos manguezais (Koch & Wolff, 2002) sendo responsável pela remoção de 81% da serapilheira produzida nos bosques (Nordhaus & Wolff, 2006). Embora a maior parte dos itens disponibilizados no presente estudo tenha sido removida para as galerias de *U. cordatus*, sabe-se que outras espécies de caranguejos também contribuem para o consumo na superfície do solo da floresta. No entanto, durante o trabalho de campo, os outros caranguejos encontrados em maior abundância foram os do gênero *Uca*, que são espécies detritívoras. Outras espécies consideradas herbívoras, como *Sesarma rectum* (Randall, 1840) (Cannicci et al., 2008) ou generalistas como, *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Lima-Gomes et al., 2011) foram raramente registradas nos bosques.

Em suma, para melhor entender melhor o processo de regulação sobre o recrutamento de propágulos de *Rhizophora* nos bosques de mangue é necessário acessar as diferentes vias de impacto sobre esse item. Os resultados revelaram que a principal via de impacto sobre os propágulos foi a taxa de consumo de 60%, ao passo que a taxa de exportação dos propágulos pelo principal canal-de-maré não atingiu 1%, sendo uma via considerada pouco relevante. O processo de decomposição não foi considerado, em função da sua menor importância para o presente enfoque.

Dessa forma, *U. cordatus* pode ser considerado o principal agente de impacto sobre os propágulos desses bosques, sem distinção de tamanho ou maturidade dos propágulos, demonstrando, assim, forte influência no recrutamento e na dinâmica populacional dos bosques de *Rhizophora* de Soure, Ilha de Marajó, Amazônia, Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R., 2005. Ecologia de Manguezais: Dinâmica da Serapilheira e Funcionamento do Ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo; 191p.
- ANDRADE, F. A. G. & M. E. B. FERNANDES, 2005. Mamíferos terrestres e voadores. Em: M. E. B. Fernandes, Os manguezais da costa norte brasileira. Fundação Rio Bacanga; Maranhão, 105-134.
- AYRES, M., M. AYRES JUNIOR, D. L. AYRES & A. S. SANTOS, 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 334p.
- BORTOLUS, A., P. LATERRA & O. IRIBARNE, 2004. Crab-mediated phenotypic changes in *Spartina densiflora* Brong. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **59** (1): 97-107.
- BOSIRE, J. O., J. G. KAIRO, J. KAZUNGU, N. KOEDAM & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2005. Predation on propagules regulates regeneration in a high-density reforested mangrove plantation. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **299**: 149-155.
- BOTO, K. G. & J. S. BUNT, 1981. Tidal Export of Particulate Organic Matter from a Northern Australian Mangrove System. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **13**: 247-255.
- CANNICCI, S., D. BURROWS, S. FRATINI, T. J. III SMITH, J. OFFENBERG & F. DAHDOUH-GUEBAS, 2008. Faunal impact on vegetation structure and

ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, **89**: 186-200.

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 (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 127p.

CLARKE, J., 1992. Predisersal mortality and fecundity in the grey mangrove (*Avicennia marina*) in southeastern Australia. *Australia Journ. Ecol.*, **17**: 161-168.

CLARKE, P. J. & R. A. KERRIGAN, 2002. The effects of seed predators on the recruitment of mangroves. *Journ. Ecol.*, **90**: 728-736.

DAHDOUH-GUEBAS, F., M. VERNEIRT, J. F. TACK & N. KOEDAM, 1997. Food preferences of *Neosarmatium meinerti* de Man (Dacapoda: Sesaminae) and its possible effect on the regeneration of mangroves. *Hydrobiologia*, **347**: 83-89.

DAHDOUH-GUEBAS, F., M. VERNEIRT, J. F. TACK, N. VAN SPEYBROECK & N. KOEDAM, 1998. Propagule predators in Kenyan mangroves and their possible effect on regeneration. *Marine Freshwater Research*, **49**: 345-350.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil. Tábua das Marés. Disponível em: <http://www.mar.mil/>. Acesso em: 21 fev. 2008.

- DITTMAR, T. & R. J. LARA, 2001. Do mangroves rather than rivers provide nutrients to coastal environments south of the Amazon River? Evidence from long-term flux measurements. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **213**: 67-77.
- FARNSWORTH, E. J. & A. M. ELLISON, 1997. Global patterns of predispersal propagule predation in mangrove forests. *Biotropica*, **29**: 318-330.
- FERNANDES, M. E. B. 1999. Phenological patterns of *Rhizophora* L., *Avicennia* L. and *Laguncularia* Gaertn. f. in Amazonian mangrove swamps. *Hydrobiologia* **413**: 53-62.
- GREEN P. T. D. J. O'DOWD & P.S. LAKE, 1997. Control of seedling recruitment by land crabs in rain forest on a remote oceanic island. *Ecology*, **78**: 2474-2486.
- KATHIRESAN, K. & B. L. BINGHAM, 2001. Biology of mangrove ecosystem. *Advanced Marine Biology*, **40**: 81-51.
- KOCH, V. & M. WOLFF, 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, **228**: 119-130.
- KOMIYAMAA, A., TANAPERMPOOLB, P., HAVANONDB, S., MAKNUALB, C., PATANAPONPAIBOONC, P., SUMIDAA, A., OHNISHIA, T., KATOA, S. 1998. Mortality and growth of cut pieces of viviparous mangrove (*Rhizophora apiculata* and *R. mucronata*) seedlings in the field condition. *Forest Ecology and Management*, **112**: 227-231.
- LEE, S. Y., 2008. Mangrove macrobenthos: assemblages, services and linkages. *Journal of Sea Research*, **59**: 16-29.

- LIMA-GOMES, R. C., V. J. COBO & A. FRANSOZO, 2011. Feeding behaviour and ecosystem role of the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Decapoda, Grapsoidea) in a subtropical estuary on the Brazilian coast. *Crustaceana*, **84** (5-6): 735-747.
- LINDQUIST, E. S. & R. C. CARROLL, 2004. Differential seed and seedling predation by crabs: impacts on tropical coastal forest composition. *Oecologia*, **141**: 661-667.
- McIVOR, C. C. & T. J. SMITH, 1995. Differences in the crab fauna of mangrove areas at a southwest Florida and a Northeast Australia location: Implications for Leaf Litter Processing. *Estuaries*, **18** (4): 591-597.
- McKEE, K. L., 1995. Mangrove species distribution and propagule predation in Belize: an exception to the dominance-predation hypothesis. *Biotropica*. **27**: 334-345.
- NORDHAUS, I, M. WOLFF & K. DIELE, 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, **67**: 239-250.
- NORDHAUS, I. & M. WOLFF, 2007. Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. *Mar. Biol.*, **151**: 1665-1681.
- —, — — & — —, 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.

- OSBORNE, K. & T. J. III SMITH, 1990. Differential predation on mangrove propagules in open and closed canopy forest habitats. *Vegetation*, **89**: 1-6.
- OSTRENSKY, A., U. S. STERNHAIN, E. BRUN, F. X. WEGBECHER & D. PESTANA, 1995. Análise de viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral paranaense. — *Arquivo de Biologia e Tecnologia*, **38**: 939-947.
- PIOU, C., U. BERGER & I. C. FELLER, 2009. Spatial structure of a leaf-removing crab population in a mangrove of North-Brazil. *Wetlands Ecol. Manag.*, **17**: 93-106.
- ROBERTSON, A. I., R. GIDDINS & T. J. SMITH, 1990. Seed predation by insects in tropical mangrove forests: extent and effects on seed viability and the growth of seedlings. *Oecologia*, **83**: 213-219.
- SCHORIES, D., A. BARLETTA-BERGAN, M. BARLETTA, U. KRUMME, U. MEHLIG & V. RADEMAKER, 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, **11**: 243-255.
- SHERMAN, P. M., 2002 Effects of land crabs on seedling densities and distributions in a mainland neotropical rain forest. *Journ. Trop. Ecol.*, **18**: 67-89.
- SKOV, M. W & R. G. HARTNOLL, 2002. Paradoxical selective feeding on a low-nutrient diet: why do mangrove crabs eat leaves? *Oecologia*, **131**: 1-7.
- SMITH, T. J. III, 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forest. *Ecology*, **68**: 266-273.

- SMITH, T. J. III, H. T. CHAN, C. C. MCLIVOR & M. B. ROBBLEE, 1989. Comparisons of seed predation in mangrove forests from three continents. *Ecology*, **70**: 146-151.
- SOUSA, W. P. & B. J. MITCHELL, 1999. The effect of seed predators on plant distributions: is there a general pattern in mangroves? *Oikos*, **86**: 55-66.
- SOUZA, M. M. A. & V. S. B. E. SAMPAIO, 2011. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. *Hydrobiologia*, **661**:179-186.
- STEELE, O. C., K. C. EWEL & G. GOLDSTEIN, 1999. The importance of propagule predation in a forest of non-indigenous mangrove trees. *Wetlands*, **19**: 705-708.
- TOMLINSON, P. B., 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, 413p.
- TWILLEY, R. R., 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. *Ecology*, **67** (3): 670-683.
- TWILLEY, R. R., M. POZO, V. H. GARCIA, RIVERA-MONROY, V. H., R. ZAMBRANO & A. BODERO, 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River estuary, Ecuador. *Oecologia*, **111**: 109-122.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO GERAL

DISCUSSÃO GERAL

Os aspectos ecológicos que envolvem a fauna e flora dos manguezais ainda são pouco estudados no Brasil. A exemplo de *U. cordatus*, espécie de elevada importância econômica, estudos que abordem fatores que influenciem seus padrões populacionais e seu papel ecológico para a manutenção dos bosques são de grande relevância. Os resultados obtidos no presente estudo destacam as associações de *U. cordatus* aos manguezais inseridos em zonas de transição com outros ecossistemas alagáveis, como é o caso da várzea estuarina. Nesses ambientes, essa espécie apresenta condições suficientes para o desenvolvimento e manutenção de suas populações.

Observou-se que a baixa salinidade pode limitar a distribuição espacial dos indivíduos de *U. cordatus* nos bosques de mangue, muito embora sejam considerados excelentes osmorreguladores quando adultos (Martinez et al., 1999), bem como em suas formas larvais (Simith, 2012). Por outro lado, a abundância de indivíduos parece ser comprometida, principalmente em regiões de alta transição com bosques de várzea, nas quais o maior adensamento de árvores dessa vegetação nos manguezais promove maior consolidação do chão da floresta, dificultando a escavação das galerias pelos caranguejos. Além disso, o acesso das larvas de *U. cordatus* (megalopas) a essas áreas pode estar sendo comprometido por diferentes fatores, como ação das correntes dos rios e a maior ação de predadores.

No aspecto nutricional, as duas zonas de transição oferecem condições similares de alimentação para o *U. cordatus*, considerando os valores de produção da serapilheira. Além do mais, observou-se que *U. cordatus* também

se utiliza das folhas de espécies de várzea estuarina, o que proporciona uma maior oferta de recursos para suas populações, principalmente nas zonas de alta transição.

A diferença observada no tamanho dos caranguejos entre as diferentes zonas de transição parece estar relacionada à maior atividade de pesca sobre as populações das zonas de baixa transição. Além do mais, vários aspectos facilitam essa atividade pesqueira, tais como, a proximidade da sede e o acesso por terra, sem o custo adicional com embarcações, promovendo uma atividade de coleta mais rápida e produtiva.

Segundo Diele (2000), os bosques de mangue propiciam inúmeros refúgios para os caranguejos, principalmente entre as raízes das árvores, as quais salvaguardam parte da população e possibilitam a reposição do estoque em locais mais explorados. Fato que não impede que essa capacidade de “amortecimento” se esgote em condições de intensa exploração.

Nesse sentido, torna-se bastante evidente a relação de dependência de *U. cordatus* com a vegetação dos bosques, de onde são obtidos abrigo e alimento para suas populações. Em Soure, o *U. cordatus* revelou-se uma espécie de grande importância para o recrutamento de propágulos de *Rhizophora*, de modo que sua atividade herbívora é capaz de proporcionar efeitos positivos e negativos para o sistema. A alta predação sobre produção de propágulos nos manguezais da área de estudo, implicam, por exemplo, em um efeito negativo para o sistema, aumentando as taxas de mortalidade dos propágulos para efeito de recrutamento no bosque. Por outro lado, pode-se supor que esse impacto causado sobre os propágulos pode ser revertido em efeito positivo no recrutamento, considerando que esse evento diminui a

competição entre plântulas no processo de assentamento no bosque (Bosire et al., 2005). Além disso, outros efeitos positivos estão relacionados à própria estratégia dos propágulos (no caso de *Rhizophora* spp.) em sobreviver e promover, assim, o recrutamento, através da sua capacidade de se desenvolverem mesmo após o consumo (herbivoria) de partes consideradas expressivas do hipocótilo (Souza & Sampaio, 2011), ou ainda, quando fragmentados artificialmente (Komiyama et al., 1998).

Os resultados do presente estudo mostram que a seletividade alimentar de *U. cordatus* é direcionada para o item de maior oferta. Adicionalmente, essa espécie de crustáceo também se alimenta de folhas daquelas espécies arbóreas associadas aos manguezais, colocando em cheque a sua “preferência”, apontada pela maioria dos estudos, por folhas e propágulos de espécies de mangue. Da mesma forma, *U. cordatus* não apresentou seletividade por tamanho de propágulos, o que pode significar um efeito positivo para o manguezal. De fato o consumo de propágulos de todos os tamanhos, inclusive os menores, que pertencem à classe dos menos viáveis, aumenta a sobrevivência e o recrutamento de propágulos viáveis no manguezal. Esse efeito deve ser mais amplificado em locais com menor produtividade de propágulos, como no caso dos manguezais inseridos em zonas de alta transição com várzea estuarina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSIRE, J. O., J. G. KAIRO, J. KAZUNGU, N. KOEDAM & F. DAHDUOH-GUEBAS, 2005. Predation on propagules regulates regeneration in a high-density reforested mangrove plantation. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **299**: 149-155.
- DIELE, K., 2000. Life History and Population Structure of the Exploited Mangrove Crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Bremen, Bremen, 116p.
- KOMIYAMAA, A., TANAPERMPPOOLB, P., HAVANONDB, S., MAKNUALB, C., PATANAPONPAIBOONC, P., SUMIDAA, A., OHNISHIA, T., KATOA, S. 1998. Mortality and growth of cut pieces of viviparous mangrove (*Rhizophora apiculata* and *R. mucronata*) seedlings in the field condition. *Forest Ecology and Management*, **112**: 227-231.
- MARTINEZ, C. B. R., E. P. ALVARES, R. R. HARRIS & M. C. F. A. SANTOS, 1999. Morphological study on posterior gills of the mangrove crab *Ucides cordatus*. *Tissue & Cell*, **31** (3): 380-389.
- SIMITH, D. J. B., 2012. Fatores físicos, químicos e biológicos envolvidos na indução do essentamento e metamorfose larval e os efeitos latentes do prolongamento da fase meroplactônica no desenvolvimento juvenil do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura, Ucididae). Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental da Universidade Federal do Pará. 337p.

SOUZA, M. M. A. & V. S. B. E. SAMPAIO, 2011. Predation on propagules and seedlings in mature and regenerating mangroves in the coast of Ceará, Brazil. *Hydrobiologia*, **661**: 179-186.